



INSTITUTO UNIVERSITARIO AERONÁUTICO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN

LICENCIATURA EN LOGÍSTICA

*“Propuesta de intervención en el Sistema de Transporte  
Urbano de Pasajeros de la ciudad de San Carlos de  
Bariloche”*

*Autor: Curti Santiago Alfredo*

*Tutora: M. Laura Albrieu*

*Córdoba, 16 de diciembre de 2016*

## Índice temático

Agradecimiento y Dedicatorias	5
Introducción	6
Objetivo general del trabajo	6
Objetivos específicos	6
Alcance	7
Resumen	8
Capítulo 1: Introducción a la función del transporte	10
Introducción a la función del transporte	10
Requerimientos de un sistema de transporte	13
Los sistemas de transporte	15
Estructuras genéricas de recorridos y características de una red de transporte	17
Criterios para la gestión del transporte	22
Capítulo 2: Planificación de los sistemas de transporte	24
Introducción	24
Planificación estratégica	24
Modelos de generación de viajes	28
Modelos de distribución de viajes	31
Modelos de asignación modal	33
Asignación a la red	36
Planificación táctica	37
Planificación operativa	41
Capítulo 3: La demanda	49
La utilidad	49
La restricción presupuestaria	49
La elección del consumidor	50
Teoría de la demanda: análisis matemático	52
La dualidad	53
La demanda en los servicios de transporte	53
El precio generalizado	55
El tiempo como determinante de la demanda	55
El valor del tiempo	56
Capítulo 4: Modelos de red y teoría de grafos	60
Introducción	60
El camino más corto	64
Todos los caminos mínimos	64
Árbol de expansión mínimo	64

Flujo máximo	64
Circuitos Eulerianos	64
Circuitos Hamiltonianos	65
El problema del viajante	65
El problema del transporte	65
El problema del transporte en caso de oferta y demanda diferentes	66
El problema del transporte con posibilidad de realizar transbordos	66
<b>Capítulo 5: Modelos de optimización</b>	<b>68</b>
Introducción	68
Programación lineal	70
Programación entera y programación entera mixta	75
Programación no lineal	76
Programación no restringida de una variable	76
Programación no restringida multivariable	77
Optimización de varias variables sujetas a restricciones	79
Optimización multiobjetivo	80
Meta heurísticas	80
Algoritmos genéticos	81
Algoritmo de la colonia de hormigas	82
Simulación	83
<b>Capítulo 6: El problema del diseño de recorridos y frecuencias</b>	<b>85</b>
Introducción	85
Función objetivo	86
Restricciones	86
Fuentes de dificultad del problema	87
Algunos algoritmos existentes	90
Ceder y Wilson	90
Baaj Mahmassani	92
Israeli y Ceder	94
Ngamchai y Lovell	95
Krishna Roa et al	96
Conclusiones acerca de los modelos	97
<b>Capítulo 7: Modelo propuesto</b>	<b>99</b>
Modelo Propuesto	99
Validación	106
<b>Capítulo 8: Problemática de transporte urbano de pasajeros en Bariloche</b>	<b>125</b>
Introducción	125

Estudios previos en la ciudad	130
El transporte urbano de pasajeros en la ciudad	135
Transporte escolar	135
Remisses	135
Taxis	136
Transporte masivo (colectivos)	137
Capítulo 9: Aplicación del modelo propuesto al caso de Bariloche	151
Cuadro de situación actual	151
Modelo propuesto	159
Recorrido 1	163
Recorrido 2	164
Recorrido 3	166
Recorrido 4	167
Recorrido 5	168
Recorrido 6	170
Recorrido 7	171
Recorrido 8	173
Recorrido 9	174
Recorrido 10	176
Recorrido 11	177
Recorrido 12	179
Recorrido 13	180
Recorrido 14	182
Recorrido 15	183
Recorrido 16	185
Recorrido 17	186
Recorrido 18	188
Principales indicadores del sistema propuesto	189
Comparación de los sistemas actual, futuro y propuesto	199
Conclusiones	201
Anexo 1: Actual sistema de transporte urbano de pasajeros de San Carlos de Bariloche	205
Anexo 2: Historia del sistema de transporte urbano de pasajeros de San Carlos de Bariloche	227
Anexo 3: Sistema de transporte a licitar en San Carlos de Bariloche	238
Bibliografía y material de consulta	264

Agradecimientos y dedicatorias

A Valentina que me ha otorgado el título más importante en mi vida y el que más orgullo puede proporcionarme: el de padre...

A mi esposa Sandra, que me ha acompañado incondicionalmente durante los últimos 9 años de mi vida; y que a pesar del tiempo robado tolera (hasta cierto punto) mis obsesiones, éste carácter inquieto, mi curiosidad y su consecuente necesidad de adquirir conocimiento y enfrentar nuevos retos...

A mis padres, María Ofelia y Norberto, que en gran medida son los que han forjado mi persona durante mi niñez y que luego, siendo ya adolescente y adulto, me han brindado su apoyo para que continúe mi formación y desarrollo humano, personal y profesional...

A mis hermanos, Juan Manuel, Andrea Y Gabriela; que siempre están dispuestos para entregar un consejo.

A mis sobrinos, María Eugenia, Gonzalo, Federico, Tomás, Mía y Juan Martín por formar parte de mi vida y llenarla de colores.

A “Cacho” Beltrán, Raúl, Valeria y Hayde por haberme recibido en el seno de su familia...

A Ana María Freizstav que durante años acompañó mi interés en la problemática del tránsito y el transporte en la ciudad de San Carlos de Bariloche y que colaboró desinteresadamente con innumerables charlas, mate y café de por medio, expandiendo el universo de ideas e introduciéndome en el fascinante mundo de la programación.

A un número reducido de personas a quienes me es imposible nombrar y que, cuando el estado municipal se negó a facilitar información, estudios y reportes por considerar que el autor podría hacer un uso “irresponsable” de dicho caudal informativo, hizo todo lo que estaba al alcance de sus manos para asegurar mi acceso al mismo...

Y a todos aquellos que en alguna medida han colaborado para que este trabajo pudiera ser posible.

### Introducción

En un contexto histórico donde el volumen de la movilidad urbana ha alcanzado valores inimaginables y donde las previsiones a futuro ponen en jaque la preponderancia del uso del automóvil particular como la solución por excelencia para satisfacer las necesidades del individuo (ya sea por cuestiones ambientales, limitaciones en la capacidad de las redes viales y la necesidad global del mundo de optimizar el uso de los recursos energéticos disponibles, entre otras razones) una parte importante de los especialistas del mundo ha puesto el ojo nuevamente en los sistemas públicos masivos como parte primordial de la solución sustentable a largo plazo. Dentro de lo anterior es donde debe enmarcarse el presente trabajo considerando el autor que la movilidad urbana sustentable en las grandes urbes debe canalizarse mediante un mix de transporte que priorice, mediante políticas públicas adecuadas, el diseño y uso de medios masivos de alto valor agregado para el usuario con el objeto de lograr un buen nivel de flexibilidad y movilidad urbana en un ambiente amigable para sus habitantes.

Lógicamente, lo anterior debe alcanzarse mediante un conjunto de técnicas que permitan optimizar el uso de los recursos disponibles. Ahora bien, el problema de diseño de redes de transporte de pasajeros es un tipo de problema que según los expertos, posiblemente, desde lo matemático e informático, no tenga un procedimiento que permita hallar una solución óptima exacta. Ello se debe a que el problema es de tal complejidad que requiere, mediante los procedimientos y principios actuales conocidos, un número de operaciones tal que el tiempo disponible para resolverlos hace que se vuelva humana y tecnológicamente imposible hacerlo. A pesar de ello, no es vano el esfuerzo de tratar de solucionarlo mediante algún algoritmo que permita lograr al menos una solución adecuada al asunto. De hecho, dada la complejidad posible de hallar en un problema como el que nos ocupa, se hace imperiosa la necesidad de aplicar herramientas que permitan, dentro de lo posible, minimizar el margen de error; dado que intentar resolverlo mediante el uso de la intuición pura o herramientas no sistémicas es probabilísticamente casi imposible arribar a una solución adecuada.

### Objetivo General

El objetivo final del trabajo es brindar una alternativa de intervención en materia de transporte urbano de pasajeros en la ciudad de San Carlos de Bariloche mediante un proceso de optimización que dé origen a un conjunto de recorridos y frecuencias asociadas sobre la base de información geográfica y de demanda conocida y estimada a partir de estudios anteriores, que optimice el flujo de pasajeros dentro de la ciudad, los costos sociales y empresariales del sistema como así también el uso de los recursos físicos disponibles.

### Objetivos específicos

- Revisión bibliográfica relativa a la dinámica urbana y su relación con los sistemas de transporte.

- Revisión de procedimientos existentes de diversos autores relativos al diseño de redes de transporte y su materialización a partir de un conjunto de recorridos y frecuencias asociadas.
- Revisión histórica de la problemática en la ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Diseñar, mediante la aplicación de modelos matemáticos, un conjunto de recorridos y frecuencias aplicables al sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Diseñar, programar, validar y ejecutar el conjunto de herramientas informáticas necesarias a fin de poner en práctica el algoritmo matemático propuesto.
- Validar, mediante la aplicación de un caso teórico de aplicación genérica que otros autores han utilizado (caso de Mald), los resultados obtenidos.
- Aplicar el procedimiento diseñado a la problemática puntual de la ciudad de San Carlos de Bariloche a fin de obtener una red de transporte, itinerarios y frecuencias respectivas.

#### Alcance

El alcance geográfico del trabajo se refiere a la ciudad de San Carlos de Bariloche y su área de influencia inmediata en el municipio de Dina Huapi.

Los alcances “organizacional” y “decisional”, al centrarse la problemática en un área de interés social cuya responsabilidad estratégica y técnica compete al estado, podrían interpretarse dentro del marco de actividades del poder ejecutivo local en tanto ente de poder concedente y su responsabilidad en cuanto al diseño, implementación y control de los sistemas de tránsito y transporte en el ejido urbano.

En relación a la pertinencia o factibilidad del trabajo, se considera que el mismo es factible de realizar desde el punto de vista conceptual, en relación a la formación académica recibida, experiencia e intuición personal. Por otra parte, el tema sobre el cual se centra el trabajo y la magnitud de la problemática, teniendo en cuenta la existencia de abultada documentación y estudios previos que servirán como base informativa fundamental, permiten desarrollarlo cómodamente en los tiempos fijados.

### Resumen

Dejando en claro el contexto dentro del cual debe analizarse el presente ensayo, se detalla a continuación el contenido del mismo.

En el capítulo 1 se hace un repaso general sobre los principales conceptos de la movilidad de personas en las ciudades, los sistemas de transporte y la dinámica que los mismos asumen en relación al desarrollo urbano.

El capítulo 2 se enfoca en explicitar las bases conceptuales genéricas del proceso de planeamiento de un sistema de movilidad urbana masivo especificando principios y procedimiento en sus 3 etapas: estratégica, técnica y operativa.

En el capítulo 3 se analizan los principales conceptos de la “demanda” desde la perspectiva de la microeconomía y se profundiza sobre el modelo de comportamiento y decisión del consumidor para luego volcar dichos contenidos a la problemática puntual de la demanda de transporte.

Los capítulos 4 y 5 tienen como objetivo repasar las herramientas metodológicas más importantes de la teoría de grafos, programación matemática y optimización en general que sirven de apoyo para analizar y estudiar diversos fenómenos particularmente relacionados a las redes de transporte.

El capítulo 6, se enfoca específicamente en la temática de interés: el diseño de un conjunto de recorridos y frecuencias asociadas a la prestación de un sistema de transporte urbano masivo de pasajeros. En ésta instancia se analiza en profundidad las principales variables de interés y diversos algoritmos y procedimientos disponibles con los cuales la bibliografía asume que puede enfrentarse la problemática de acuerdo a la investigación de diversos autores.

En el capítulo 7 se presenta un algoritmo o procedimiento matemático alterativo diseñado por el autor del presente, el cual es sometido a un proceso de validación por medio de la resolución del caso de Mandl, el cual es un ejemplo ficticio que ha sido utilizado de manera recurrente por diversos investigadores para evaluar y validar sus propios procedimientos. La implementación del mecanismo ofrecido se lleva a cabo por medio de la utilización de 13 módulos informáticos realizados y programados en lenguaje C por parte de quien escribe.

Finalmente los capítulos 8 y 9 hacen, en primer lugar, un análisis detallado de la problemática de transporte en la ciudad de San Carlos de Bariloche; y en segundo término, valiéndose del procedimiento descrito en el capítulo 7 hace una propuesta de intervención alternativa a las realizadas hasta el momento por el poder ejecutivo local.

En último lugar se plantean las conclusiones del trabajo enfocándose las mismas en una aproximación de lo que se puede considerar un nuevo paradigma conceptual para analizar la problemática, la validez y limitaciones del procedimiento propuesto en el capítulo 7 y los resultados obtenidos por la aplicación del mismo a un caso de prueba y otro real.



### CAPITULO 1: INTRODUCCION A LA FUNCIÓN DEL TRANSPORTE

El transporte supone un movimiento, pero no cualquier movimiento. Supone la existencia de 2 tipos de elementos: los de índole material y los de índoles espacio-temporal. Entre los primeros se encuentran los bienes o personas susceptibles de ser transportados, el material móvil y la infraestructura. En lo segundo se halla el origen, el destino y la vía de enlace entre ellos (ruta). El transporte se define como el movimiento orientado desde-hacia- un destino de personas y mercadería por medios que se utilizan para tal fin. Particularmente el transporte de pasajeros, tema que abordaremos en el presente trabajo, es el de mayor importancia en las zonas urbanas. En el mundo actual, la calidad y accesibilidad a los sistemas de transporte de pasajeros condiciona el modo de vida de una comunidad.

Los sistemas de transporte tienen como función primordial relacionar los factores de población y el uso del suelo. En éste contexto actúan en la sociedad como un factor de integración y coordinación de una sociedad que con el paso del tiempo se ha ido volviendo paulatinamente más compleja. En el caso puntual del transporte de mercadería, las mismas carecen de valor si al momento en que resulten necesarias no están disponibles para su uso o consumo. En éste sentido el transporte brinda utilidad de lugar y tiempo en términos económicos. Esto significa simplemente que el transporte permite contar con la mercadería en el lugar y momento precisos, aspectos que también pueden derivarse cuando nos referimos al transporte de pasajeros. Puesto que una de las funciones del transporte es conectar la población con el uso del suelo, una meta será asegurarse de que todos los usos propuestos del suelo y los núcleos humanos tengan accesibilidad mutua.

Las metas específicas de un sistema de transporte deben incluir la capacidad de brindar suficiente cantidad de cupos, disponibilidad relativamente inmediata, tiempo mínimo de espera y viaje, confiabilidad y puntualidad, comodidad razonable, amplia cobertura y accesibilidad geográfica con mínimos impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la calidad de vida de las zonas atravesadas...todo ello, a un costo razonable.

El acelerado crecimiento de las zonas urbanas debido a la expansión aún mayor, de la población, es un fenómeno que no se puede descuidar, entre los factores de desarrollo de los transportes. La accesibilidad a ciertas zonas, así como la intensidad del uso del suelo, se relacionan íntimamente con la disponibilidad de los transportes. Los expertos aún no se ponen de acuerdo de si la urbanización ha creado los problemas de las demandas de transporte o si ocurrió a la inversa; quizá ambos factores están relacionados mutuamente. Tal vez la expansión urbana que sirve para acomodar a gran parte de la población no habría ocurrido sin la existencia del automóvil que proporciona movilidad personal a la población y acceso casi a cualquier lugar.

Las causas de la movilidad deben analizarse desde 2 perspectivas. La primera es la de la movilidad en términos globales. Entre ellas, la primera causa es la morfología y la estructura urbana. Existe una profunda relación entre la morfología de la ciudad y el sistema de transporte en la cual ambos se influyen mutuamente. Los condicionantes que imponen al transporte son:

- La segregación de los usos del suelo que provoca el incremento de los desplazamientos y su alargamiento, tanto en el espacio como en el tiempo. El modelo de ciudad basado en la segregación y concentración de las actividades urbanas se caracteriza por elevadas necesidades de transporte.
- El desarrollo funcional de la ciudad dependiente del centro condiciona el transporte, ya que los núcleos económicos y administrativos llegan a convertirse en espacios congestionados
- La dimensión de las vías de circulación es otro de los condicionantes que el urbanismo impone.
- El tamaño y forma de la ciudad, su grado de concentración y dispersión condicionan el uso de uno u otro modo de transporte  
El transporte a su vez condiciona el crecimiento y la estructura morfológica urbana a través de varios factores:
- El desarrollo tecnológico en materia de transporte ha disminuido los tiempos de recorrido y provocado una mayor segregación espacial en los usos del suelo.
- Al crear buenas condiciones e accesibilidad, se contribuye a crear nuevos centros de gravedad tanto de actividad como de población.
- La adaptación de las redes viales condiciona la estructura y morfología urbana.

Como segunda causa podemos mencionar a los usos del suelo. La planificación de los usos del suelo debe estar estrechamente relacionada con los medios de transporte disponibles y su desarrollo futuro. El uso del suelo en una ciudad constituye un modo para identificar los diversos asentamientos y relaciones económicas y sociales que cada uno mantiene con los demás.

Por su parte el proceso de expansión urbana y los incrementos de los niveles de motorización también generan su influencia. Hasta comienzos del siglo XIX la estructura de las ciudades dependía en gran medida de las distancias que sus residentes podían recorrer a pie o a caballo. La segregación de los usos del suelo era inexistente. Con la aparición del ferrocarril se altera en cierta medida la estructura primitiva de las ciudades compactas. El transporte público fue el principal modo de transporte de las ciudades hasta después de la segunda guerra mundial, época en la que se inicia la progresiva motorización del movimiento y con ello la expansión urbana. Mientras que el colectivo aumentó la flexibilidad de movimiento, el automóvil particular la intensificó, reduciendo la dependencia de las rutas fijas y horarios de viaje, alargando así la matriz de desplazamientos. Ello supuso un aumento de la accesibilidad a todo el territorio y en todos los puntos de la ciudad. Sus puntos más destacados: la descentralización de las actividades y la disminución de la densidad urbana. Las nuevas estructuras urbanas son en parte, la consecuencia de la evolución de los sistemas de transporte.

En términos individuales, las causas puntuales de la movilidad urbana por parte del viajero son:

- a) Ida y regreso de la vivienda al lugar permanente de trabajo. Son viajes cortos, de alta frecuencia (varias veces al día). Se realizan por transporte público y privado.
- b) Actividades comerciales, profesionales y culturales. Son viajes de carácter más variables en cuanto a frecuencia y longitud. Pueden ser urbanos o interurbanos. Se realizan por transporte público y privado.
- c) Necesidades de la vida doméstica. De muy corta distancia, se realizan a pie o en transporte privado.
- d) Relaciones sociales entre personas. Son viajes de baja frecuencia e inversamente proporcional a la distancia.
- e) Turismo y recreación. Su volumen y frecuencia dependen del ingreso de las personas. Se concentran en ciertos corredores y son fuertemente estacionales. El viaje es el objeto mismo del transporte.

En términos generales suelen reconocerse 5 tipos básicos de movimientos que las personas desarrollan en los centros urbanos:

- Movimientos radiales focalizados en el área central y con uno de sus extremos en áreas residenciales. Básicamente los conforman los viajes desde y hacia el trabajo en la personas económicamente activas y constituyen la mayor parte total del los viajes urbanos. Se caracterizan por ser relativamente largos e insumir una buena proporción del tiempo disponible de la persona. Se suelen llevar a cabo por corredores bien definidos que suelen coincidir con las principales vías de circulación en la ciudad. Su principal característica en términos de tránsito es que suelen tener una alta concentración en el tiempo. Este tipo de movimiento, en términos de oferta de transporte suele caracterizarse por el uso de sistemas de altísima capacidad.

- Movimientos Circunferenciales

Se encuentran constituidos por viajes que vinculan a los núcleos periféricos múltiples (segundas áreas centrales) que se van desarrollando en la segunda banda urbana. Suelen tener una importante proporción de viajes por motivos de trabajo no basados en el hogar. Los volúmenes de flujo de este tipo de viaje pocas veces generan compromisos en términos de capacidad de los distintos sistemas, básicamente porque en general, son movimientos que no tienden a concentrarse en corredores específicos. La heterogeneidad de movimientos, sus requerimientos de flexibilidad y el escaso flujo de pasajeros pocas veces generan situaciones concretas donde se considere prudente la implantación de sistemas de mediana o alta capacidad que los satisfaga.

- Movimientos internos en las áreas residenciales

El componente básico de estos movimientos lo constituyen los viajes hacia/desde los sistemas de transporte colectivo para efectuar viajes del tipo I y los movimientos cotidianos de las áreas residenciales (compras, recreativos, escolares, etc.). Son movimientos de carácter personal que requieren de mucha flexibilidad. Por tal motivo, no suelen constituir flujos significativos en cuanto a concentración espacial.

- Movimientos internos del área central

Suelen poseer un grado de concentración espacial y temporal importante debido a que el área central suele caracterizarse por los grandes flujos masivos que atrae y produce como consecuencia de la gran concentración de actividades que se generan dentro de ella.

Se caracteriza por viajes cortos, lo que en muchas ocasiones genera que sean viajes hechos “a pie”. El uso de sistemas masivos para atender este tipo de movimiento suele generar importantes consecuencias en el tránsito y deterioro del medio ambiente. Poseen cuantías importantes dejando muy escaso margen de capacidad en los corredores de tránsito.

- Movimientos focalizados en centros específicos

Suelen referirse a movimientos hacia instalaciones específicas que suelen atraer una gran afluencia de público como aeropuertos, centros universitarios, shopping, hospitales, parques industriales, etc. En general la solución básica que suele darse a este tipo de demanda radica en generar una concentración de pasajeros en nodos de transporte preexistentes seleccionados proveyendo la accesibilidad final al centro en cuestión, desde dichos nodos preestablecidos.

Cuadro 1.1: Clasificación de las demandas de transporte Urbano

	Tipo I: Radiales	Tipo II: Circunferenciales	Tipo III: internos áreas residenciales	Tipo IV: internos área central	Tipo V: Focalizados
Volumen diario	Muy alto	Medio o bajo	Alto en función de la morfología de la red	Alto	Depende del tipo de centro del que se trate
Concentración temporal	Muy alta	Alta	Media en función del tamaño del centro	Alta	Alta
Concentración espacial	Muy alta	Baja	Baja	Alta	Alta
Motivo predominante	Hacia/desde el trabajo	Por trabajo	Movimientos cotidianos	trabajo	Depende del tipo de centro
Valor del tiempo	Muy alto	Alto	Bajo a alto	Muy alto	Depende del tipo de centro
Longitud del viaje	Largo	Medio	Corta	Corta	Media/larga

Fuente: Guía de estudio de Transporte I – Marcelo Herz- Jorge Galarraga

### REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE

En primer lugar, se debe reconocer la existencia de 3 grupos específicos interesados en el funcionamiento de una sistema de transporte, quienes, como es lógico pensar, tendrán para con el mismo requerimientos particulares. Estos grupos, son los usuarios o consumidores del sistema, el prestador del servicio y el estado.

En relación a los usuarios, entre sus principales preocupaciones podremos mencionar:

- La disponibilidad del medio, lo que supone básicamente la posibilidad de utilizarlo a cualquier hora del día, con adecuada accesibilidad.
- Puntualidad y confiabilidad del servicio, lo que supone básicamente la posibilidad de acceder al medio de transporte en los momentos previstos, tolerando desde luego, márgenes razonables de demora.

- Tiempo de viaje mínimo, aspecto que se analizará con mayor detalle más adelante.
- Comodidad razonable, aspecto muy difícil de definir dada la cantidad de variables que pueden envolver al concepto a partir de la subjetividad del individuo. Sin embargo, una buena medida para medir la comodidad puede ser la disponibilidad de asientos, la accesibilidad o dificultad para el ascenso y descenso de pasajeros al móvil, temperatura interior y niveles de ruido, etc.
- La seguridad, la cual puede entenderse desde el punto de vista de la accidentalidad como así también desde la criminalidad.
- Costo razonable.
- La conveniencia: relación compleja de cuantificar dada que se devine a partir de la relación entre la performance del medio de transporte y su costo. El concepto puede englobar aspectos tales como la cobertura del sistema, a la necesidad de efectuar transbordos, la existencia de información suficiente y confiable, la regularidad en el servicio que se presta y la existencia de un adecuado servicio en las horas de menor demanda e instalaciones de espera correctamente diseñadas y ajustadas a las necesidades del usuario.
- Adecuada cobertura geográfica y flexibilidad en los trazados.
- Altos niveles de frecuencia, lo cual está íntimamente ligada a la disponibilidad del servicio y que responde, junto con la cobertura geográfica, a lograr niveles adecuados de flexibilidad en términos de movimientos por parte del individuo.

Una solución óptima para los usuarios consiste en que todos viajen por su camino más corto en la red con niveles de frecuencia que debieran ser los más altos posibles y sin necesidad de realizar transbordos. Sin embargo una solución semejante posiblemente sea imposible de poner en la práctica, dado el alto costo que ello genera en los operadores del servicio y porque dicha eventualidad posiblemente genera mínima ocupación del parque automotor disponible. Por ello, la demanda de transporte debe ser cubierta con ciertas limitaciones en términos de recorridos y frecuencias. En casos donde dichas restricciones impidan que todo par de nodos con demanda esté conectado por al menos un recorrido, se debe asegurar la conexión a través de transbordos.

En relación a los prestatarios, sus intereses se focalizarán en:

- Rentabilidad.
- Confiabilidad, desde la perspectiva del buen funcionamiento de los medios disponibles.
- Altas velocidades comerciales: Concepto que afectará notablemente la necesidad de recursos físicos necesarios para la prestación del servicio, Altas velocidades comerciales supondrán al largo plazo menor parque automotor necesario para satisfacer la demanda de servicios.
- Adecuado equilibrio entre oferta y demanda a fin de minimizar la necesidad de recursos necesarios, aspecto muy ligado lógicamente a los costos de la prestación del servicio.
- Minimizar los costos tanto los de inversión como los operativos.

- Maximizar los ingresos, variable íntimamente ligada a la cantidad de pasajeros que el servicio es capaz de captar. Para ello se hace necesario no sólo ruta y frecuencias asociadas sino mínimo tiempo de espera, máxima confiabilidad y confort del servicio. Esta atracción está en función del tipo y nivel de servicio que se ofrezca así como también de la imagen del sistema. Esta imagen está compuesta por elementos tales como las características físicas del sistema, la simplicidad de la red, la confiabilidad del servicio, la regularidad y la identificación y venta del servicio mismo.
- Transportar al máximo número de pasajeros.
- Lograr la máxima eficiencia operativa y con ello buscar los costos mínimos para un determinado nivel de desempeño.

El principal objetivo de los operadores es la rentabilidad del servicio. Para ello la ecuación económica por excelencia consiste en transportar la mayor cantidad de pasajeros con el menor costo operativo posible, lo cual se logra llevando la extensión de la red y los niveles de frecuencia a su mínima expresión. Sin embargo, esta solución generalmente no será conveniente para los usuarios, dado que no se asegura el transporte entre distintos puntos, en tiempos razonables.

Finalmente la autoridad estará interesada en lograr un tipo y nivel de servicio acorde a las necesidades de la población, capaz de captar nuevos pasajeros a fin de minimizar las consecuencias lógicas que genera el tránsito de vehículos particulares, sobretodo minimizando el impacto ambiental y congestión vehicular en la urbe. Deberá así mismo utilizar al transporte como herramienta de desarrollo urbano, cambiando y aumentando el valor del suelo, como así también sus usos fomentando de este modo las actividades económicas. Su principal interés es asegurar el servicio social a un precio razonable, delegando la operación de los servicios a las empresas de transporte. Asume las tareas estratégicas como la determinación de frecuencias mínimas, tarifas y recorridos.

#### LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

El transporte es el conjunto de medios que se utilizan para trasladar personas u objetos de un lugar a otro. Es una actividad económica que agrega utilidad de ubicación y tiempo, basado en la necesidad de la persona o del demandante del bien, según el caso.

Como sistema de transporte entendemos al conjunto de instalaciones, infraestructura y equipos utilizados para suministrar un servicio de transporte.

Desde luego, se produce como un medio para satisfacer otras necesidades, razón por la cual se dice, tiene una demanda derivada. Puede considerarse formado por 5 componentes:

- Vehículos
- Fuerza motriz
- Vías de comunicación
- Terminales
- Sistema de control

Estos elementos a su vez pueden reorganizarse en 3 elementos básicos. Asociamos los vehículos con la fuerza motriz dando el componente móvil del sistema; las vías de comunicación con las terminales dan el componente físico fijo (infraestructura) y queda el ser humano como componente de conducción o control.

Un sistema de transporte se compone principalmente de tres elementos físicos, siendo éstos:

- Vehículo. Son las unidades de transporte y normalmente su conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses y trolebuses y de equipo rodante para el caso del transporte férreo. Dentro del texto se hablará de unidad de transporte cuando se componga de un solo vehículo o un agrupamiento de vehículos que formen un tren y operen conjuntamente como uno solo.
- Infraestructura. Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones –ya sean éstas terminales, de transbordo o normales– los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control –tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización– y los sistemas de suministro de energía.
- Red de transporte. Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebuses, tren ligero y metro que operan en una ciudad.

Se conciben cuatro características que permiten distinguir y comparar diferentes sistemas de transporte entre sí:

1. Desempeño del sistema: se ve caracterizado por varios factores:

- Frecuencia del servicio: variable que dependerá en gran medida de la extensión de los trayectos y su velocidad operativa como así también de la cantidad de unidades afectadas al servicio.
- Velocidad operacional: es la velocidad de viaje que experimenta el pasajero teniendo en cuenta no sólo la velocidad de circulación sino también los tiempos de parada.
- Regularidad del servicio: hace referencia a la uniformidad en las salidas de los vehículos en relación a las salidas programadas.
- Confiabilidad del servicio: porcentaje de salidas y llegadas dentro de un margen de tiempo aceptable
- Capacidad de la línea: capacidad de pasajeros kilómetros capaz de transportar una unidad de servicio en un determinado lapso de tiempo.
- La productividad que relaciona la cantidad producida y su unidad de insumo, como puede ser los vehículos-km entre una unidad de trabajo o una unidad de costo;
- La utilización en la cual se relaciona la producción y el insumo pero con unidades iguales o similares, como lo pueden ser persona-km entre espacio-km.

2. Nivel de servicio: es una medida genérica que integra varias características, incluso algunas ya mencionadas anteriormente, pero desde la perspectiva del usuario. Incluye aspectos tales como la velocidad comercial, la confiabilidad, cobertura de la red, itinerarios, capacidad del sistema, frecuencias. Finalmente, otro aspecto que indirectamente afecta el nivel de servicio

que se presta es el nivel tarifario que se presenta en el sistema. Desde un punto de vista de la capacidad existen dos aspectos relativos al nivel de servicio que deben considerarse: uno es el número de pasajeros por unidad de transporte y el otro es el número de vehículos por hora, los cuales deben ser reflejados por los criterios relacionados de la capacidad con los niveles de servicio. Desde el enfoque de la capacidad vial, el número de vehículos puede estar cercano a la capacidad de la vía, aun cuando operaran casi vacíos. Por otra parte, unas cuantas unidades pueden ir saturadas lo que representa un nivel de servicio bajo desde el punto de vista de la comodidad del usuario. A su vez, los tiempos de espera demasiado largos pueden afectar el nivel de servicio esperado. Finalmente, el nivel de servicio para el diseño de los transportes públicos se ubica en el punto donde se operan un gran número de unidades cada una de ellas con niveles de carga cercanos a la saturación.

3 Impactos: Los impactos de un sistema de transporte son las consecuencias que se generan en el entorno como consecuencia de la presencia del sistema dentro del mismo. Los mismos pueden ser de corto plazo como por ejemplo la reducción o aumento del congestionamiento de la red vial, emisiones de gases a la atmósfera y contaminación sonora en el ambiente. A su vez, pueden ser impactos de largo plazo como ser la afectación sobre el valor del suelo o el cambio en los usos del mismo.

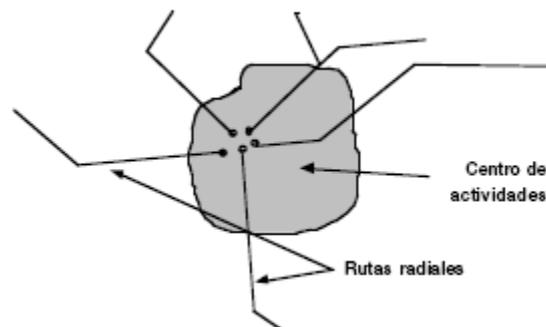
4 Costos: En forma general, se presentan los costos de inversión o de capital, los cuales se refieren a la construcción o la realización de cambios permanentes en el aspecto físico del sistema y los costos de operación, que son los que se deben al funcionamiento diario del sistema. Estos varían considerablemente entre un sistema de transporte y otro. Los costos de operación se ven afectados por los salarios, energía y materiales los cuales varían considerablemente. Los costos de capital están relacionados íntimamente con las vidas útiles de los vehículos y de la infraestructura.

#### ESTRUCTURAS GENERICAS DE RECORRIDOS Y CARACTERISCAS DE UNA RED DE TRANSPORTE

En términos generales se suelen distinguir 5 tipos básicos de rutas:

1. Radiales: Posiblemente sea el tipo más común de trayecto mediante las cuales se han desarrollado muchos cascos urbanos. Predominan generalmente en ciudades pequeñas y medianas en las cuales la mayor parte de los viajes se canalizan hacia y desde un centro de actividades o casco histórico. En ciudades de importante envergadura este tipo de diseño, como modelo genérico de un sistema de transporte, comienza a ser ineficiente ya que concentra los movimientos y no contempla necesidades de transporte propias de un casco urbano multicentro. El comportamiento de la demanda suele presentar sus picos en su extremo a la vez que desciende la afluencia de pasajeros al sistema conforme se va acercando al centro de la ciudad.

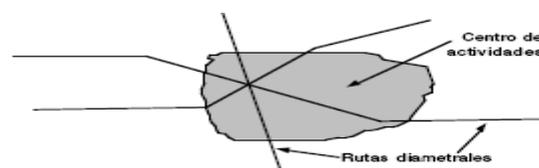
Figura 1.1 Ruta radial



Fuente: internet

2. Diametrales: Por lo general, es la evolución natural de los recorridos radiales. Este tipo de trayecto suele aparecer como un primer ajuste de un sistema de transporte basado en sistemas radiales. Este ajuste consiste en la conexión de dos rutas radiales conformando un único recorrido que conecta dos extremos de la ciudad pasando previamente por el centro principal de actividades en la urbe. Mediante este ajuste se suele lograr una mejor distribución de servicio, evitando la concentración de terminales en la zona de microcentro. Es posible que al momento de decidir una estrategia como ésta, el planificador se encuentre frente a la dificultad de balancear la demanda de transporte a un lado y otro del radio del trayecto propuesto. Esta dificultad puede generar desbalances entre oferta y demanda entre segmentos distintos. Así mismo la longitud del viaje puede generar demoras y cargas desbalanceadas. Este tipo de rutas suele tener una carga de pasajero que se suman a la carga del vehículo conforme se va acercando al centro de actividades de la ciudad, donde descarga una porción importante de pax y carga nuevos pasajeros para distribuirlos a lo largo del radio restante a realizar del recorrido.

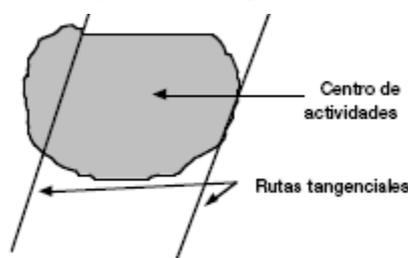
Figura 1.2 Ruta diametral



Fuente: internet

3. Tangencial: Son rutas que no ingresan al casco céntrico de la ciudad. Resultan recomendables en ciudades grandes debido a la menor demanda que suelen experimentar.

Figura 1.3 Ruta Tangencial

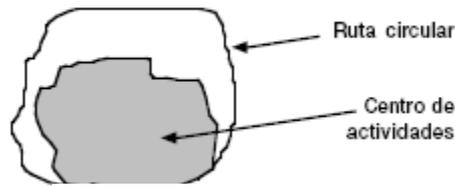


Fuente: internet

4. Circulares: En general se utilizan como rutas de conexión entre rutas radiales para mejorar la distribución de viajeros y lograr una mejor utilización del parque móvil. La ruta circular se

caracteriza por tener una demanda o carga de pasajeros uniforme a lo largo de todo su trayecto.

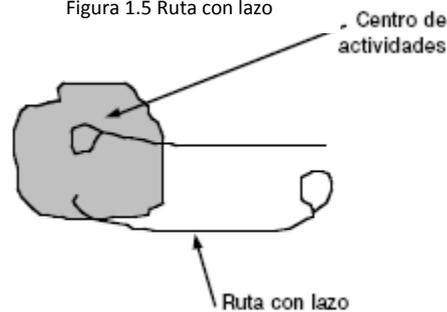
Figura 1.4 Ruta circular



Fuente: internet

5. Rutas con lazo en uno de sus extremos: Son rutas generalmente como estructura radial, con un lazo en uno de sus extremos lo que induce a contar con una única terminal.

Figura 1.5 Ruta con lazo



Fuente: internet

Resulta también interesante analizar algunas especies particulares de recorridos. En general las rutas especificadas convergen en un corredor troncal conforme se van acercando al centro de actividades de la ciudad. Esto genera 2 tipos de rutas importantes de analizar: los ramales y las alimentadoras. Las primeras se caracterizan por integrarse al tramo troncal sin necesidad de realizar un transbordo mientras que los alimentadores permiten cubrir su zona de influencia y transportar a los viajeros a una estación o sitio de transbordo donde haciendo uso de un medio de transporte distinto completará el trayecto troncal.

En general el uso de rutas ramales se utilizan en corredores con volúmenes altos de demanda y en general suele realizarse utilizando un único vehículo. Por su parte, las rutas alimentadoras se utilizan como medio de cobertura y consolidación de altos volúmenes de carga a través de la sumatoria de volúmenes pequeños que deben ser conectados a la red troncal. En este caso es factible el uso de dos o más medios de transporte: uno para el tramo alimentador y otro para la troncal.

Las rutas con ramales difieren de las rutas alimentadoras en los siguientes aspectos:

- Sin transbordos. Se presentan conexiones directas entre estaciones en los ramales y la troncal.
- Un medio de transporte. Se utiliza el mismo tipo de unidad para todo el sistema. Solamente varía el tamaño de la unidad de transporte conforme a las rutinas y políticas operacionales.
- Confiabilidad depende de los ramales. Las diferencias en los derechos de vía entre troncales y ramales reduce la confiabilidad. Con el mismo derecho de vía se logra una mejor adherencia a los itinerarios en el caso de los ramales que en el caso de alimentadores.
- Menor utilización de la capacidad. La capacidad de la unidad de transporte en los ramales debe acomodar los volúmenes de usuarios a lo largo de todo el recorrido y en especial dentro

de la troncal, donde se hace un uso razonable de la capacidad de la unidad de transporte. Los alimentadores hacen un mejor uso de la capacidad debido a la operación segmentada.

- Fuerte identidad del sistema. Una red con ramales presenta una mayor identidad de sistema que una troncal con alimentadores.
- Cambios en la demanda. En función del medio de transporte, una troncal con ramales puede fácilmente absorber los cambios y fluctuaciones en la demanda, situación que se dificulta con alimentadores.
- Menor tiempo de terminal. El tiempo terminal total será menor con ramales que con alimentadores. Se mejora la utilización del parque vehicular.
- Tiempo de viaje. Normalmente es menor con ramales.

Las características propias de una red de transporte pueden definirse a partir de las siguientes variables que la caracterizan:

a) Cobertura: Se refiere a la extensión de una red de transporte dentro de un área urbana. Básicamente hace referencia al área servida por la red de transporte y que se define a partir de una medida de distancia o tiempo que se considera conveniente recorrer a pie con el fin de acceder, por parte del usuario, al consumo del servicio. Por ello, al examinar la cobertura se debe considerar la extensión de la red, la provisión de medios de acceso a la red y la cobertura que se logra en el centro de actividades de una ciudad. Como es de esperar, a mayor distancia o tiempo necesario para poder acceder a la prestación del servicio por parte del viajero, menor será la probabilidad de que una persona decida consumir o no el servicio en cuestión.

b) Sinuosidad: Es una relación entre la distancia recorrida por un vehículo en el momento de unir dos puntos y la distancia real en línea recta que existen entre los mismos. Como es de esperar, una meta del sistema de transporte eficiente será lograr la mínima sinuosidad en la estructura de la red diseñada. Sin embargo es preciso reconocer que dicho ideal pocas veces es alcanzable teniendo en cuenta la inmensa influencia de la red de caminos existentes, la topografía y la presencia de obstáculos naturales o artificiales a lo largo de una ruta. Una red ideal contempla rutas de transporte que conectan los grandes generadores de viajes a través de rutas directas. Donde la demanda es alta, es factible contar con rutas directas que provean una buena cobertura. Sin embargo, en áreas de baja demanda, el servicio se traduce en tiempos de espera demasiado largos (baja frecuencia) si solamente se utilizaran rutas directas. Cuando se requiere utilizar rutas sinuosas es deseable que su tramo sinuoso ocurra en los tramos periféricos de tal forma que el menor número posible de usuarios sufran recorridos innecesarios y con ellos tiempos mayores abordo de las unidades

c) Conectividad: Se refiere al porcentaje de viajes que pueden realizarse sin necesidad de realizar un transbordo.

d) Densidad del servicio: Esta característica se refiere al grado de intensidad con la que es servida un área determinada. Se puede medir, por ejemplo por el kilometraje recorrido por hora una o varias líneas de servicio en un área determinada. Este indicador dependerá en gran medida del largo del recorrido, su sinuosidad, la velocidad de circulación y frecuencia con que se presta un servicio.

e) Transbordos: Lógicamente el ideal sería minimizar las necesidades de realizar transbordos teniendo en cuenta el impacto que esta operación tiene en el tiempo de “espera” que sufre el viajero. Sin embargo ello implicaría mayor necesidad de recursos y costos operativos, lógicamente. Por tal motivo, los transbordos juegan un rol fundamental en un sistema de transporte dado que a mayor cantidad de transbordos, el diseño de la red se vuelve más simple, por un lado. Por el otro, se optimiza el uso de los recursos disponibles logrando mejores indicadores operativos del sistema al lograr rutas específicas para cubrir determinadas características de demanda, flujo de pasajeros y físicas de la red.

El análisis de los transbordos debe contemplar al menos dos aspectos de importancia. Por un lado los intervalos y por el otro los tipos de rutas en cuestión. En el primer de los casos estamos hablando de un desfasaje entre las frecuencias de las rutas en cuestión. En caso de que ambas líneas tengan intervalos cortos implica tiempos de transbordo bajos y es típico en rutas con alta demanda. Por ello no es necesario buscar una coordinación entre horarios. Por su parte, si una línea tiene intervalos largos y la otra tiene intervalos cortos, la necesidad de coordinar los servicios dependerá en gran medida de la cantidad de pasajeros afectados y la dirección imperante en el flujo o dirección del transbordo a realizar.

El segundo aspecto a considerar, serán los tipos de rutas involucrados en un transbordo. Un primer aspecto se refiere a la relación de cada ruta con su punto de transbordo, es decir, es importante conocer si la ruta termina en el punto de transbordo o es una ruta de paso. Esto da origen a que el punto de transbordo sea una terminal o un punto de paso.

El segundo aspecto se refiere a la similitud de las rutas en cuanto a su intervalo, a su capacidad, a sus características físicas, entre otros aspectos o bien, si una de ellas es una ruta troncal con una mayor frecuencia, capacidad y desempeño que las rutas alimentadoras, las cuales realizan una función de recolección y distribución del pasaje y concentran el mismo en los puntos de transbordo

Una red de transporte que desarrolla un adecuado sistema de transbordos permite:

- Operar al sistema de buenos indicadores operativos y económicos
- Facilitar la integración territorial del centro urbano en cuestión.
- Minimizar los tiempos totales de viajes por parte del usuario

f) Velocidad: esta variable tiene más de una arista a analizar. Por un lado, el usuario se ve afectado por la velocidad comercial, la cual es la que se logra a lo largo de una ruta entre sus dos puntos terminales y determina el tiempo de viaje por parte del mismo.

Por otra parte, el prestador del servicio está interesado en la velocidad de operación dado que ésta afecta directamente el número de vehículos requeridos para determinado servicio y por lo tanto tiene una influencia directa en sus costos de operación y en la productividad laboral. Esta velocidad, además de incluir a la anterior, incluye los tiempos en terminal.

La velocidad es un componente importante del rendimiento de los viajes y puede ser utilizado para comparar los rendimientos de líneas o sistemas diferentes.

g) Infraestructura: la infraestructura de una red de transporte incluye todos los soportes físicos necesarios para la implementación del mismo yendo desde las unidades de transporte,

terminales, paradas, vías de circulación e inversiones de capital necesarias. La misma está determinada básicamente por el nivel de demanda a satisfacer, la calidad de servicio a brindar y la situación socioeconómica de la ciudad en cuestión.

h) Costos de operación de operación: Los costos se ven afectados por múltiples variables. En primer lugar la extensión de las rutas y frecuencias asociadas a cada una, la sobre posición de rutas en una misma área o vía de circulación, la sinuosidad de las rutas diseñadas, la congestión vehicular, etc.

### CRITERIOS PARA LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE

Al momento de llevar adelante cambios significativos en la estructura de un sistema de transporte urbano de pasajeros, los mismos pueden centrarse en diversos aspectos del mismo. Entre ellos:

#### a. Reorganización y Mejora de Servicios

Centra la reorganización y mejora de servicios en los siguientes puntos:

- Ampliación y creación de nuevos servicios en aquellas relaciones potenciales o socialmente interesantes.
- Prolongación de los horarios de los servicios.
- Coordinar los horarios de los diferentes servicios con el fin de mejorar las conexiones entre los mismos.
- Adaptación de la oferta a las variaciones horarias de la demanda.

#### b. Racionalización de la Red de Transporte Regular

Las propuestas que en este sentido se efectúan son:

- Reordenar los servicios regulares más deficitarios.
- Fomentar la creación de concesiones zonales que mejoren la cobertura, flexibilicen las condiciones de explotación y simplifiquen el mapa concesional.
- Establecimiento de un plan de financiación que incentive la creación de dichas concesiones.
- Articular los mecanismos legales necesarios para simplificar el mapa concesional: unificación, modificación, o rescate de concesiones; coordinación de servicios; prohibición de tránsitos, etc.
- Analizar la implantación de modalidades alternativas de servicios: servicios a la demanda de taxi, colectivo, etc.

c. Coordinación Entre Modos de Transporte

Dentro de las medidas para mejorar la coordinación entre los distintos servicios existentes y/o futuros, se destaca:

- Priorizar los servicios con mayor oferta.
- Minimizar la competencia de servicios coincidentes.
- Coordinar horarios, simplificar correspondencias y crear puntos de intercambio.
- Fomentar la percepción de red única por parte de los usuarios.

d. Mejora de la Competitividad de los Servicios Regulares

Suelen proponerse en éste sentido, las siguientes líneas de acción:

- Reestructuración del sistema tarifario que debe comprender:
  - Fidelización de los viajeros mediante descuentos en los títulos multiviaje.
  - Flexibilización de los sistemas de venta.
  - Modernización de los sistemas de expedición y control.
- Establecimiento de programas de renovación de las flotas y de modernización de las empresas.
- Potenciación de la imagen del sector.
  - Creación de una imagen de marca.
  - Promoción de una red única.
  - Mejora del equipamiento de paradas para una correcta identificación de las mismas.
  - Mejora de la información en las paradas.
  - Unificación de los sistemas de venta y cancelación.
- Establecimiento de elementos de regulación que proporcionen prioridad al transporte público en los accesos a las zonas urbanas.

e. Medidas de Financiación

Las medidas de financiación de los servicios son, en muchas ocasiones, un elemento fundamental para garantizar su éxito. Se señala como medidas a adoptar las siguientes:

- Adopción de medidas que ayuden a mantener el equilibrio económico de las concesiones en función de los índices de cobertura de los costes de explotación de cada concesión.
- Establecimiento de una cobertura mínima de costes de explotación por ingresos tarifarios de cada servicio.
- Incentivar la financiación de inversiones que permitan la modernización del sector.

## CAPITULO 2: PLANIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Dada la complejidad enorme del problema, podemos dividir a la planificación de los sistemas de transporte en 3 grandes fases:

- 1) Una fase estratégica: dada una situación específica de características sociales, demográficas, económicas e infraestructura, su objetivo fundamental es analizar la demanda de transporte. Es una fase netamente descriptiva de los diversos fenómenos y requerimientos de transporte que se dan en un área determinada.
- 2) Una fase táctica: tiene como objetivo elaborar un plan de acción que permita satisfacer a la demanda analizada. En términos particulares a la problemática planteada del servicio de transporte urbano de pasajeros, podemos definirla como la fase en la cual se determinará las rutas a seguir y sus correspondientes frecuencias asociadas. A diferencia de otros autores, quien presenta el ensayo considera que forma parte de ésta instancia el establecimiento de las correspondientes tablas horarias. Dicha decisión radica en el hecho de que, dada una configuración de recorridos y frecuencias, ante la necesidad de realizar un transbordo para unir un determinado origen y destino, el establecimiento de tablas horarias con o sin sincronización entre los distintos itinerarios, se vuelve una decisión de vital importancia que afectará de modo directo la performance del sistema, lo que se evidenciará, específicamente, en el tiempo de espera que el pasajero deberá soportar al momento de realizar la conexión entre 2 líneas.
- 3) Una fase operativa, que debe tener una doble perspectiva. Por un lado la optimización del sistema operativo debe favorecer, mediante estrategias diversas, el mejoramiento de la performance. Esta etapa se refiere básicamente a implementar técnicas que mejoren la circulación del parque móvil dentro del flujo vehicular y el tránsito. Por otro lado la optimización del sistema a partir de la correcta asignación y programación diaria en el uso de los recursos disponibles en términos de choferes y móviles afectados al servicio.

### PLANIFICACION ESTRATÉGICA: DEMANDA DE TRANSPORTE

Su análisis tiene un doble objetivo. Por un lado determinar la necesidad de transporte; y por el otro, establecer los medios necesarios para satisfacerlas. En ésta instancia suele utilizarse el modelo de las 4 etapas, el cual representa de manera secuencial las decisiones que un viajero debe tomar al momento de iniciar un viaje:

- ¿Cuántos viajes se han de realizar?..... Generación de viajes
- ¿Cuál será el destino?... Distribución de viajes
- ¿Qué medio de transporte utilizara?... Distribución modal
- ¿Qué ruta concreta usará para unir el origen y destino especificados?...Asignación

La sumatoria de las respuestas brindadas por todos los individuos de una comunidad a las preguntas anteriores, nos permitirá obtener predicciones sobre la demanda agregada de transporte para el conjunto de toda la población. Como resulta lógico, la exploración de todos y cada uno de los individuos de una población resultaría, en la práctica, operativa y económicamente inviable dentro de un plazo prudente de investigación. Por tal motivo, suele realizarse trabajos de muestreo que brinden datos suficientes que nos permitan establecer proyecciones sobre la población y su comportamiento a futuro.

En dicha investigación, resulta de vital importancia obtener la máxima verosimilitud posible sobre las condiciones propias de viaje a realizar (precio, tiempo, origen, destino, medios a utilizar, etc.) y las características puntuales del viajero (edad, renta, ocupación, disponibilidad de distintos medios de transporte alternativos, etc.)

En éste sentido, existen dos técnicas primordiales que pueden utilizarse al momento de la investigación: las preferencias reveladas y las preferencias declaradas. Las primeras se refieren a las acciones efectivamente realizadas por el encuestado; mientras que las segundas, se obtienen sobre la base informativa que brinda el potencial usuario al momento del interrogatorio que le brinda diversas hipótesis de movilidad.

La recopilación de datos, suele realizarse sobre 3 bases distintas:

- Una primera base que recurre al recuento de pasajeros y vehículos observados en un intervalo de tiempo.
- Encuestas en el cordón de la calle, estaciones y paradas.
- Entrevistas domiciliarias.

La demanda de transporte de pasajeros en un centro urbano debe analizarse desde la perspectiva de las características propias del mismo. En particular:

- Población: Debe determinarse a nivel macro de la ciudad y micro en cada una de sus áreas de estudio. Se debe conocer entre otras variables: densidad, concentración, situación socioeconómica. Una fuente importante de información pueden ser los censos poblacionales, etc.
- Uso del suelo entre las características de mayor relevancia nombraremos:
  - A. El ritmo de crecimiento y actividad del área o región de la cual forma parte el área de estudio.- Una región situada dentro de un departamento refleja hasta cierto punto el desarrollo económico, agrícola y social del departamento al que pertenece. Estos factores son externos o exógenos.
  - B. La intensidad del desarrollo de la propia área de estudio.- La población, la clase y el ritmo de actividades son a su vez funciones de:
    - ✓ Las anteriores políticas de desarrollo y tasas impositivas.
    - ✓ Las características naturales del suelo: clase de terreno, productividad, recursos naturales, clima.
    - ✓ Servicios para uso del suelo: suministro de agua y energía, instalaciones para eliminación de desperdicios, zonificación y restricciones ambientales.
    - ✓ La red de transportes.

Los usos del suelo representan centros de actividad y se convierten en generadores de tránsito que dependerá de la clase de uso que le dé al mismo y su intensidad. Las áreas asociadas a cada tipo de uso deben identificarse en cuanto a ubicación, extensión e intensidad. La intensidad del uso se puede relacionar con el número de personas por kilómetro o hectárea cuadrada, con los metros cuadrados de espacio que por cada unidad de área de suelo se destinan a un propósito particular, con el número de empresas que funcionan (por ejemplo, ventas al menudeo y tipos de manufacturas) o con la cantidad de producción (digamos, de los procesos de fabricación) por unidad de suelo.

La etapa de recolección de datos proporciona información valiosa sobre la ciudad y su población que servirán como base para estimar la demanda futura de viajes. Los datos incluyen la información sobre la actividad económica (empleo, volumen de ventas, renta, etc.), la utilización del suelo (tipo, intensidad), las características del recorrido (viaje y perfil del viajero), y las instalaciones del transporte (capacidad, recorrido, velocidad, etc.). Esta fase puede implicar exámenes y se puede basar en datos previamente recogidos.

La demanda futura debe determinarse sobre la base de los programas de desarrollo y usos futuros de cada área de estudio. Esto puede lograrse a partir de suposiciones simples o modelos complejos que midan el uso del suelo futuro y su impacto en materia de transporte. El primer procedimiento es empírico, tal vez injustificado y por lo tanto carece de precisión. El segundo es complicado, costoso y exige elementos de los que puede ser difícil obtener información exacta.

- Generación de tránsito : el número total de viajes que genera cada uso del suelo se determina a través de varias características como ser el propósito, destino, edad, situación socioeconómica del viajero, horario, medio utilizado y ruta que sigue; instalaciones generadoras de flujo como ser escuelas, parques, estadios, centros comerciales, complejos de oficinas, etc.
- Inventario de instalaciones: supone la descripción precisa de todos los servicios relacionados a los sistemas de transporte, instalaciones disponibles y sus condiciones actuales, localización, mantenimiento y costos, capacidad y tráfico existentes en las diversas arterias, volúmenes, velocidad del sistema, demoras, propiedades y equipos. Para el caso de la infraestructura vial, el sistema sería clasificado funcionalmente en las categorías que reflejan su uso principal. Estos son el sistema arterias principales, arterias menores, caminos colectores, y el servicio local. Las características físicas del sistema del camino incluirían el número de carriles, anchura del pavimento y del acercamiento, las señales de tráfico, y los dispositivos del control de tráfico. Los datos del volumen de tráfico serían determinados para las intersecciones y los acoplamientos de la carretera. Los tiempos de recorrido a lo largo del sistema de la carretera arterial también serían determinados. Para un estudio del planeamiento del tránsito, el inventario incluye las actuales rutas y los horarios, incluyendo tiempos de avance, localización de las paradas de autobús, las terminales, y las instalaciones del estacionamiento. La información sobre la flota de autobuses, tal como su número, tamaño, y edad, sería identificada.

Se identifican y cuantifican todas las instalaciones de transporte disponibles, número de vehículos y su uso, calles, autopistas (con sus características de capacidad, ancho, flujo que soporta), señalización, semaforización, políticas de estacionamiento, número de colectivos (capacidad, rutas, horarios, derechos de vías), Localización de secciones curvas, Localizaciones de estructuras tales como puentes, pasos superiores, pasos inferiores, y alcantarillas importantes, cruce de ferrocarriles, identificación de rutas por la unidad gubernamental que tiene jurisdicción del mantenimiento, líneas de servicio rápido; todo ello con fin de proceder a una correcta asignación del tránsito y eventualmente, diseño de soluciones al respecto.

- Características de la red: La red consiste en una serie de aristas, de nodos, y de centroides. Una arista es una porción del sistema vial que se puede describir por su capacidad, anchura del

carril, y velocidad. Un nodo es el punto final de un acoplamiento y representa una intersección o una localización en donde un acoplamiento cambia la dirección, capacidad, anchura, o velocidad. Un centroide es la localización dentro de una zona en donde los viajes se consideran que empiezan y terminan. La codificación de la red requiere la información del inventario de la carretera en términos de las velocidades, de la longitud, y de las capacidades del acoplamiento. La red entonces se codifica para localizar centroides, los nodos, y acoplamientos.

- Flujo de tránsito: Estos datos contemplan el recuento de volúmenes de vehículos (por modo) circulando por las principales arterias en distintas franjas horarias. Las características de demanda máxima; es decir, las horas de densidad máxima del flujo se deben determinar anotando la cantidad de flujo que se produce en esas horas. El origen y destino del flujo de tránsito y las cantidades que se mueven de una a otra zona, por modalidad y por ruta constituyen la base del planeamiento.
- La historia: se refiere básicamente a las tasas de crecimiento poblacional, el dinámica de el desarrollo del uso del suelo , la evolución del transporte público y las políticas referidas al mismo, la tasas de crecimiento de la motorización, etc. Estos datos históricos resultan necesario para presentar perspectivas acerca de la situación actual del sistema y su dinámica futura. Así mismo se deberá tener en cuenta el marco regulatorio existentes en relación a leyes, ordenanzas y reglamentaciones vigentes en materia de tránsito y transporte

Una manera simple de obtener información en relación al transporte, en un sistema ya en marcha, podría ser el recuento en tiempo real de personas que utilizan cada línea en cada franja horaria, recuento de vehículos que pasan, llegan o salen de determinados puntos. Estos cómputos pueden realizarse manualmente, mediante contadores, etc.

Lo anterior permite conocer cómo se utiliza una determinada estructura de transporte a partir de los medios y posibilidades que la misma permite a los viajeros. En etapas iniciales, los datos obtenidos mediante procedimientos como el anterior descrito pueden considerarse suficientes para determinar perspectivas de desarrollo de corto plazo, ante necesidades de gestión que no pretenda realizar cambios radicales en el sistema.

Para realizar análisis futuros de mediano y largo plazo donde el objetivo principal sea la optimización de sistema en su conjunto se hace necesario profundizar en conocimiento de la demanda y analizar sus características y objetivos. Ello puede lograrse por medio de una batería de medidas que tiendan a la obtención de dicha información mediante la realización de encuestas y el análisis estadístico.

El fundamento de las encuestas de transporte es que los viajes realizados por un determinado grupo de personas -en cuanto a su forma física y en cuanto a sus objetivos- suelen repetirse de manera cotidiana en su quehacer diario. De éste modo, las encuestas tratan de identificar las características propias de los viajes cotidianos de una muestra representativa de la población con el fin de proceder posteriormente la proyección de los viajes generados en toda la ciudad. Los tipos de encuestas más frecuentes, son:

1. Encuesta de conductores. Se usa el interrogatorio directo al usuario, preguntándole básicamente el origen último y el destino inmediato. Esta encuesta se hace, principalmente, con el conductor cuando transita en su camino.

2. Método de la tarjeta postal. En este se proporciona una tarjeta, debidamente timbrada, a los usuarios y se les pide llenen los datos solicitados y la devuelvan por correo.
3. Identificación de placas. Mediante la investigación de registro de las placas de los automóviles se deduce su origen y se anota el destino según el lugar donde están estacionados. Pueden también tomarse los números de las placas en la entrada y la salida de la zona en donde se hace el estudio, en periodos de 15 minutos. Basta con tomar los tres últimos números de la placa.
4. Encuestas a domicilio. Es el estudio que arroja los resultados más completos. Mediante muestreo de las unidades de habitación, se determinan los viajes, método y propósito de traslado, paradas intermedias, etc. Usualmente se complementa esta encuesta con un muestreo de encuesta de conductores, para cubrir el movimiento externo a la zona de estudio.

En una zona urbana las encuestas, por lo general, se llevan a cabo perimetralmente, a través de estaciones de encuesta estratégicamente seleccionadas. Puede haber hasta dos “cordones” concéntricos de estaciones de encuestas en la zona en estudio.

También es usual clasificar las encuestas en internas y externas. Las primeras estudian el tráfico dentro de los límites de un área urbana mientras que en las externas se estudia fundamentalmente la conexión de un núcleo con su entorno exterior, en general analizando el tráfico que cruza un anillo que lo rodea.

La información recopilada se analiza con el fin de obtener un cuadro razonablemente exacto de los actuales volúmenes de tránsito, el propósito de los viajes, la generación de los mismos por zonas o barrios, los patrones de flujo y la distribución entre una y otra zona de los viajes generados por cada una.

#### 1) MODELOS DE GENERACION DE VIAJES

Es el conjunto de procedimientos utilizados para cuantificar los viajes realizados por las personas que residen o desarrollan sus actividades en determinadas áreas bajo estudio.

La generación de viajes es una función de 4 variables:

- Uso del suelo: variables de la cual se desprenden 3 atributos de importancia. En primer lugar los tipos de usos que se le den al suelo entre los que se distinguen con particular relevancia los usos residenciales, industriales, comerciales, educativos y de esparcimiento. En segundo lugar debemos mencionar la intensidad que básicamente se refiere al nivel de actividad que se lleva a cabo en el área y que se expresa en términos de cantidad de personas, viviendas, empleos, etc. por unidad de superficie.

Cuadro 2.1: relación de usos del suelo

Tipo de uso del suelo	Tipo de actividad	Medida de intensidad
Residencial	Residencial	*Superficie del área *Unidades habitacionales *Unidades habitacionales por unidad de superficie *Densidad Poblacional *Población total
Industrial y Comercial	*Industria manufacturera *Servicios *Comercio mayorista y minorista *Oficinas	*Empleo Total *Empleo por unidad de superficie *Área de superficie cubierta
Educacional	*Universidad *Secundario *Primario *Nivel inicial	*Cantidad de matrículas
Esparcimiento	Elementos apropiados al tipo específica de actividad	*Nro. De elementos apropiados (Capacidad, butacas, etc.)

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la ubicación es el tercer atributo de importancia el cual se refiere a la distribución espacial de los usos del suelo y actividades dentro del área específica y zonas aledañas.

En general los diferentes usos del suelo y la intensidad de los mismos influyen decisivamente sobre las características de las distintas generaciones de viaje. Por ejemplo el uso de suelo laboral o comercial tiende a atraer más viajes que el uso de suelo residencial. Por otra parte la intensidad de uso es también determinante; la prueba el caso de dos áreas residenciales de igual magnitud territorial la que produce más viajes es aquella que más densidad poblacional tiene.

- Las características socioeconómicas de la población cuyos atributos principales son los ingresos familiares, el tamaño del hogar, la posición o no vehículos particulares, el tipo de vivienda, etc.
- Tipo, disponibilidad y calidad de los medios de transporte accesibles al área. Como aspecto distintivo en éste sentido, se rescata el tema de la propiedad del vehículo. Este último aspecto se expresa como el número de vehículos por unidad de población, producción, etc. Diversas observaciones permiten afirmar que a medida que se incrementa la propiedad vehicular aumenta la producción de viajes.

Por otra parte es importante remarcar que la oferta de medios disponibles puede favorecer o limitar la generación y atracción de viajes en cada zona.

- Propósito del viaje: Posiblemente sea el elemento más reconocido del viaje al momento de estratificar el mismo. A su vez, el propósito del viaje se caracteriza por 2 atributos distintos. Por un lado la base y por el otro el motivo. Como base entendemos el lugar donde comienza o termina un viaje. El motivo se refiere al origen que impulsa la voluntad del viajero. El número de motivos a analizar varían con el diseño de la investigación llevada a cabo en cada caso particular. Los propósitos más considerados son:

- De la Fábrica al lugar de origen, del lugar de origen a la Fábrica.

- De la casa al trabajo, del trabajo a la casa.
- De la producción agrícola al almacenamiento, del almacenamiento a la fábrica.
- De la casa a la tienda de la tienda a la casa.
- De una ciudad a otra ciudad, etc.

El siguiente atributo de importancia es el horario, que distingue entre viajes en horas pico y viajes diarios. Otras variables que influyen en la generación o atracción de viajes, podemos mencionar:

- Distancia al centro de la ciudad: Generalmente, el centro urbano histórico de una ciudad siempre ha actuado como centro concentrador de actividades, lo que genera un gran flujo de pasajeros. Además de eso existe una asociación entre las densidades de las restantes zonas del área urbana y su distancia a otros centros de ciudades.
- Longitud del viaje: Esta es otra característica física del viaje e igualmente apropiada tanto para el estudio de viajes personales como viajes vehiculares. La tendencia debe ser minimizar la longitud, tiempo y costo de los viajes personales como de los vehículos.

La información recopilada se analiza con diversas técnicas a fin de obtener un cuadro que permita inferir los volúmenes de viaje en cada zona en términos de generación y atracción de viajes.

Los modelos de generación se formulan a partir de matrices de orígenes y destinos que contienen la información de los viajes generados y atraídos por zona para cada uno de los nodos. Entre los diversos modelos utilizados se distinguen los modelos lineales y los de análisis por categorías. Los primeros consisten en calcular la generación o atracción de viajes que tiene un área, a partir de la formulación de un función de una o más variables independientes cuyos coeficientes lineales se ajustan por medio de regresión de modo que se obtenga una expresión similar a la que sigue:

$$V_{in} = a_0 + a_1 X_{in} + a_2 X_{2n} \dots$$

$V_{in}$  = viajes de la zona i por motivos n

$X_{in}$  = variables explicativas

$A_n$  = coeficientes

Las variables explicativas más comunes al momento de hablar de la generación de viajes de una zona por motivos laborales, suelen ser el número de hogares, población económicamente activa. Los motivos de estudio suelen analizar las variables de población en edad escolar y universitaria mientras que los motivos de compra contemplan el número de hogares, niveles de renta y de motorización.

En cuanto a la atracción de viajes los motivos laborales más destacados son los empleos en la zona, los de estudio la capacidad académica del área mientras que por compras se contemplan de metros cuadrados de comercios y los niveles de empleo en dicho sector.

Los modelos de análisis por categoría suponen que la familia es la unidad generadora de viajes y que ésta puede clasificarse en categorías definidas a través de intervalos de algunas variables explicativas como los ingresos de la misma, la disponibilidad de automóviles, su tamaño, distancia al centro desde su domicilio, etc.

Otro procedimiento capaz de calcular la generación de viajes, en pequeñas ciudades, es el método de los factores simples de crecimiento, los cuales pueden calcularse a partir del crecimiento esperado de una población, el número de automóviles y su uso, el nivel de actividad industrial y comercial y otros factores que resulten importantes al momento de explicar la relación entre la actividad actual y futura de transporte. Obtenido el factor final calculado (generalmente obtenido como la media aritmética de la sumatoria de los factores individuales), el mismo se multiplica por la demanda y generación de viajes actuales para obtener la generación y demanda futura.

## 2) MODELOS DE DISTRIBUCION DE VIAJES

Obtenidos los tránsitos generados y atraídos por cada zona; y proyectados a futuro, el paso que sigue consiste en determinar específicamente la distribución entre áreas de dichos viajes. A tal fin se utilizan los modelos de distribución de viajes. Los mismos son el conjunto de procedimientos que determinan las zonas de origen y destino de los viajes generados. Tienen como imput principal la cantidad de viajes generados y atraídos por cada zona bajo estudio y brinda como salida la denominada matriz de origen y destino cuyas celdas contienen la cantidad de viajes entre las áreas respectivas, por unidad de tiempo.

Entre los métodos más utilizados están los modelos de los factores de crecimiento (método del factor promedio, Detroit y Fratar) y el modelo gravitatorio. Estos modelos, explican los destinos de los viajes en función de la atracción que cada zona geográfica genera sobre un nodo de origen puntual.

### a). Método de los factores de crecimiento

Básicamente extrapola los flujos actuales entre dos áreas en función del crecimiento de la población y la actividad económica en las zonas presentando la siguiente función general:

$$N_{nij} = F_{ij} * N_{0ij}$$

$N_{nij}$  Viajes entre i y j en el año n.

$N_{0ij}$  Viajes entre i e j en el año 0

$F_{ij}$  Factor de crecimiento de las zonas ij estimada para el año n

El factor de crecimiento puede considerarse uniforme para todas las zonas en cuyo caso es un multiplicador directo de toda la matriz y los viajes futuros serán proporcionales a los actuales. Sin embargo la dinámica urbana exige considerar factores de crecimientos diferentes por zonas pues el uso del suelo entre los diversos usos posibles (residencial, comercial, industrial,

etc.) se va consolidando o modificando lo que va generando diversas influencias en la estructura de flujos urbanos en una ciudad. De ésta manera se hace necesario considerar distintos factores de crecimiento para cada zona lo que da lugar a 3 procedimientos distintos.

Los métodos de factores de crecimiento tienen como principal atributo que en su implementación no intervienen las características de la red de transporte ni el uso del suelo o sus eventuales cambios. Como principal ventaja radica en que resulta sencilla de programar y aplicar. En general se utilizan para realizar predicciones de corto plazo; y eventualmente a mediano plazo en caso de urbes de bajo crecimiento.

No resultan aconsejables para realizar predicciones de largo plazo o cuando se analice la posibilidad de realizar cambios significativos en el uso del suelo.

Los métodos más aplicables son:

1. Método del factor promedio

Considera los factores de crecimientos individuales de las áreas  $F_i$  y  $F_j$  y calcula el promedio aritmético entre ambos para utilizar dicho valor como multiplicador de los viajes actuales entre zonas a fin de obtener los viajes futuros. De éste modo, la ecuación queda del siguiente modo:

$$N_{nij} = (F_i + F_j) / 2 * N_{0ij}$$

2. Modelo de Detroit o de la media geométrica

Considera el producto de los factores de las zonas  $i$  y  $j$ , dividido por el factor de crecimiento global para la ciudad. De éste modo la ecuación genérica queda del siguiente modo:

$$N_{nij} = (F_i * F_j) / F * N_{0ij}$$

Los viajes calculados suelen diferir de los pronosticados, razón por la cual se suelen obtener nuevos factores  $F_i$  y  $F_j$  utilizando la relación entre viajes calculados y pronosticados para las zonas  $i$  y  $j$ ; y mediante iteraciones se llega a las condiciones de equilibrio necesarias requeridas por los modelos de generación de viajes para cada zona.

3. Método de Fratar: Se basa en el cálculo de la siguiente ecuación

$$T^1_{ij} = T^0_{ij} * F_i^0 * F_j^0 * (L_i^0 + L_j^0) / 2$$

$T_{ij}$  = viajes desde la zona  $i$  a la zona  $j$  en el año futuro

$T_{ij}^0$  = viajes desde la zona  $i$  a la zona  $j$  en el año base

$F_i$  y  $F_j$  = factores de crecimiento de las áreas  $i$  y  $j$

$F_i^0$  = Relación entre la generación de viajes proyectada y actual de la zona  $i$

$F_j^0$  = Relación entre la generación de viajes proyectada y actual de la zona  $j$

$L_i$  y  $L_j$  = Factores de localización

En donde  $L_i = T_{ij} / (\sum T_{ij} * F_i)$

$L_j = T_{ij} / (\sum T_{ij} * F_j)$

b). Modelo Gravitatorio

Recibe su nombre a causa de una cuestionable semejanza con la ley de gravedad de Newton. Supone que la fuerza de atracción al momento de realizar viajes entre 2 áreas, es directamente proporcional a las actividades generadoras y atractivas, e inversamente proporcional a la resistencia que presenta el viaje entre ambas zonas.

La cantidad de viajes entre dos áreas crece con la generación (población, niveles de renta, etc.) de la zona i, crece con la atracción de la zona de destino (población, empleo, etc.) y decrece con la distancia (o costo) que las separa.

$$N_{ij} = (F(G_i A_j) / F(C_{ij}))$$

Donde  $N_{ij}$ : Número de viajes entre i y j

$F(G_i A_j)$  : Función de la generación de la zona i ( $G_i$ ) y de la atracción de la zona j ( $A_j$ )

$F(C_{ij})$ : Función de resistencia – distancia, costo- entre las zonas

Los modelos gravitatorios tampoco satisfacen de manera directa la condiciones de equilibrio por lo que deben correcciones progresivas en cada iteración hasta asegurar que las desviaciones sean mínimas entre lo calculado y pronostica de cada zona.

3) MODELOS DE ASIGNACION MODAL

Con los modelos se generación y distribución de viajes se obtienen líneas de deseo de viajes ente zonas. La etapa siguiente consiste en brindar las herramientas necesarias para lograr satisfacer dicha demanda, lo cual se logra por medio de los modelos de asignación modal. En éste sentido, la finalidad de ésta etapa es determinar la proporción de usuarios que seleccionaran “n” modo de transporte específico para realizar su viajes de “i” a “j”.

En las grandes ciudades, la distribución modal es de vital importancia y los resultados obtenidos dependerán en gran medida de las políticas de transporte aplicadas. En muchos casos si el uso de los vehículos particulares es restringido, entonces es probable que el número de viajes generados sea decreciente en vez de ser hecho por un modo alternativo.

Al momento de definir el uso específico de un medio u otro para un viajero específico vemos que hay 3 grupos de factores que tienen particular relevancia en la elección de las personas:

- Características del usuario: Disponibilidad del automóvil, estructura del hogar, ingreso familiar.
- Características del viaje: Propósito, longitud y horario.
- Características del medio de transporte: Comodidad y conveniencia, confiabilidad, regularidad, accesibilidad y seguridad.

Estos tres agrupamientos generan los factores siguientes:

- Relación de tiempo de viaje
- Relación de costo de transporte

- Nivel de servicio de transporte público
- Nivel económico del viajero
- Nivel de motorización
- Objeto del viaje
- Longitud del viaje
- Obras de realización del viaje
- Destino del viaje

Factores que dependen de la longitud del viaje:

1.- Relación de tiempo de viajes: este es uno de los factores que tiene mayor peso en la elección del sistema de transporte. La relación de tiempo de viajes se ha considerado preferentemente por el cociente entre el tiempo que se tarda por transporte público y el transporte privado.

2.- Distancia, o costo ó tiempo de viaje, que en común puede denominarse longitud de viaje. Esta longitud del viaje puede medir, no sólo el recorrido en movimiento, si no las manipulaciones intermedias de las cargas.

Factores Que Dependen De Las Características Del Sistema De Transporte

Dentro de este grupo de factores se encierran todos aquellos que se relacionan con los medios de transporte mismo, así como los que definen el resto del sistema: Vialidad, red, terminándose y almacenado

- Características técnico-económicas importantes: Lo son también, la eficiencia de cada modo, costo/HP, HP/ton y velocidad.
- Disponibilidad de una u otra modalidad.
- Tiempo de viaje relativo entre los medios es igualmente un factor de peso para la selección.

Un elemento discriminante que puede ayudar también a la selección del modo de transporte es el que se ha dado en llamar "Nivel de Servicio", el que a su vez está condicionado por una gran variedad de factores tales como la facilidad de intercambio, facilidad de movimiento, flexibilidad.

Los modelos de asignación modal tratan de determinar el modo en que los viajes se realizaran a partir de determinadas condiciones de la oferta en cada uno de los modos disponibles y las preferencias propias del usuario. El uso de un medio particular de un medio de transporte depende de factores tales como el tiempo total de viaje, el costo, a comodidad y la distancia del trayecto; la existencia de más o menos cantidad de alternativas posibles, etc.

Al momento de elegir un modo específico de transporte, el individuo basa su elección en el principio de maximización de la utilidad, el cual establece que el viajero elegirá, de aquellas opciones disponibles, aquella que maximice su utilidad o satisfacción. La misma se expresa como una función matemática compuesta por un grupo de variables que representan las características y atributos de los modos de transporte disponibles y de las preferencias específicas del usuario y que determinarán o influenciarán en la elección que el viajero realice. Analizaremos a continuación algunos de los métodos al respecto.

- Modelos de curvas de derivación o reparto modal

Son modelos en índole descriptiva, ajustados empíricamente, sobre la base de relaciones de costo o tiempo de viaje entre modos alternativos. En general suelen tener la siguiente estructura:

$P_i = a \pm b * x$ , donde;

$P_i$ : Porcentaje de viajes esperado en el medio "i" respecto del total de viajes;

x: relación de costo (o tiempo) entre los medios a analizar;

a y b son parámetros obtenidos por medio de procesos de regresión.

- Modelo Logit

Estos modelos suponen una distribución de probabilidades específica (tipo Weibull), asignando a cada modo de transporte "k" una probabilidad "p" de captar viajes en función de la utilidad que cada modo de transporte "k" es capaz de alcanzar.

$$P_k = (e^{u_k}) / (\sum e^u)$$

Así mismo, las funciones de utilidad  $U_j$  se calculan a partir de variables socioeconómicas y de servicio con parámetros calibrados a partir de información relevada relativa al comportamiento de los viajeros.

Dicha función de utilidad debe definirse de manera que se cumplan 3 condiciones fundamentales:

- ✓ Debe ser la misma para todas las opciones.
- ✓ La utilidad de un modo depende exclusivamente de los atributos del modo y del individuo, independientemente de los atributos de los otros medios
- ✓ La elección del individuo depende de las utilidades de todos los modos restantes.

De este modo, el procedimiento consiste, en primer término, en obtener a partir de parámetros que en general suele ser el tiempo de viaje, tiempo de espera, costo del viaje para cada modo y nivel de renta del viajante, las respectivas ecuaciones de utilidad para cada medio de transporte. Posteriormente, para cada medio, se calcula la probabilidad de captar viajeros y se multiplica dicha probabilidad por la cantidad de viajeros entre origen y destino a fin de conocer la demanda estimada de cada uno.

- Modelo De Elasticidad

Este modelo tiene una expresión matemática como la que sigue:

$$T_{m,ij} = T_{ij} * C_{1,ij}^{am,1} * C_{2,ij}^{am,2} * C_{3,ij}^{am,3} * t_{1,ij}^{bm,1} * t_{2,ij}^{bm,2} * t_{3,ij}^{bm,3}$$

En donde:

+ $T_{m,ij}$ : demanda de viajes en el modo m para las zonas i, y j;

+ $T_{ij}$ : Demanda total de viajes para las zonas i y j;

+ $C_{x,ij}$ : Costo del viaje entre i y j para el modo 1,2,3;

+ $t_{x,ij}$ : Tiempo del viaje entre i y j para el modo 1,2,3;

+ $a_{x,ij}$ : Elasticidad cruzada de la demanda del modo m respecto del costo del modo  $x \neq m$ ;

+ $b_{x,ij}$ : Elasticidad cruzada de la demanda del modo m respecto del tiempo del modo  $x \neq m$ ;

Lógicamente, como paso previo a la resolución del modelo, se requiere conocer los valores de las elasticidades cruzadas de cada modo de transporte entre sí para cada par de nodos en cuestión.

Como última aclaración al respecto se hace imperiosa la necesidad de aclarar que estos modelos son aplicables únicamente a cierta clase o porcentaje de viajeros dado que los modelos de asignación modal se refiere únicamente a aquellos pasajeros o viajeros que tienen opción de escoger entre distintas alternativas de transporte al momento de realizar un viaje. Es decir que de éste análisis debe excluirse a los pasajeros cautivos que por cuestiones diversas sólo pueden tener acceso a un único modo de transporte.

#### 4) MODELOS DE ASIGNACIÓN A LA RED

Transforman la demanda de transporte ya expresada en viajes modales, entre zonas, a demanda de vehículos utilizando los distintos arcos de la red. Es decir, a partir de las líneas de deseo de viajes por modo, se simula la carga de flujo en la red. Para modelizar la red se seleccionan centroides en cada zona y un grafo que exprese los distintos itinerarios coherentes entre cada par de nodos.

La red se considera bien modelada cuando los caminos de costo o tiempo mínimo entre nodos se corresponden con los que realmente siguen los usuarios. Los caminos pueden ser de tiempo mínimo, de costo mínimo, de kilometraje mínimo o costo total generalizado mínimo. Los métodos se distinguen entre aquellos que contemplan o no restricciones a la red.

Al considerar el estado de congestión de la red, puede generarse variaciones en los tiempos y costos del viaje por lo que debe considerarse el estado de la red en horas pico y no pico.

Hay dos grandes grupos de métodos de asignación:

A). Sin restricción de capacidad: no tienen en cuenta la capacidad de las vías pudiendo asignarse tráfico a ciertos arcos sin contemplar su capacidad, distorsionando así la predicción del modelo, tiempos y costos estimados. Entre este tipo de métodos, destacamos:

- Asignación “todo o nada”, la cual asigna la totalidad de los viajes entre dos zonas, al camino de menor tiempo, distancia o costo generalizado. Este modelo tiende a sobrecargar ciertos itinerarios y a descargar otros que son alternativos no ofreciendo en términos generales, buenos resultados.
- Asignación estocástica a caminos alternativos: Considera que el tiempo de viaje asignado a cada arco es un tiempo medio que los usuarios perciben como una desviación típica, de forma que cuando se construye el camino mínimo se establece el tiempo de viaje a través de procesos aleatorios.
- Asignación a caminos múltiples: Para cada par de zonas, se definen dos o más caminos alternativos, repartiéndose el flujo entre dichos itinerarios, teniendo en cuenta el tiempo mínimo y el tiempo por cada uno de los itinerarios.
- Asignación a caminos alternativos mediante curvas de reparto: En aquellos pares de zonas donde existen al menos dos caminos alternativos, se utilizan curvas preestablecidas para

asignar porcentajes de viajes a uno u otro itinerario, basándose en variables tales como tiempo de viaje y distancia ahorrada.

B) Métodos de asignación con restricciones de capacidad. En estos casos, la asignación se realiza en varias etapas, variando al final de cada una las condiciones de funcionamiento del arco en función de la carga asignada y de la capacidad de la vía. Para ello cada arco debe ser representado con todas sus particularidades (cantidad de carriles, intersecciones, etc.) de forma que se le pueda asignar una curva de Intensidad y velocidad, que en función de la carga vehicular asignada, permite conocer la velocidad media de circulación. El procedimiento consta de tres etapas:

\*Asignación por medio del método del “todo o nada” o método “Dial”, del total de la matriz de viajes o un porcentaje de ella.

\*Se analiza, arco por arco, la carga asignada y la curva de velocidad-intensidad, para asignarle al arco una nueva velocidad media de circulación.

\*A la red con las nuevas velocidades, se le vuelve a asignar la matriz de viajes en su totalidad o de manera parcial.

Los métodos que consideran a las restricciones de capacidad, son:

- Método incremental: que asigna, en la primera iteración, un porcentaje de la matriz de viajes obteniendo una velocidad determinada en función de las curvas de intensidad-velocidad. Luego, se repite de nuevo la asignación con un mayor porcentaje de viajes y se vuelve a modificar la velocidad de recorrido, repitiendo el proceso hasta que se haya alcanzado el 100%.
- Método de equilibrio: Se repite el proceso de asignación “n” veces. En cada asignación se asigna la matriz completa de viajes y se modifica la velocidad de recorrido. Como resultado de la asignación se considera la última iteración. Este sistema supone que se consigue al final un equilibrio entre asignaciones y velocidades.
- El método del volumen medio: con una metodología similar al del equilibrio, la carga por arco viene dada por unos porcentajes preestablecidos de las asignaciones realizadas en cada iteración.

### PLANIFICACIÓN TACTICA

Sobre ésta etapa no nos explayaremos en detalle dado que es el punto principal del actual trabajo y sus especificaciones serán analizadas con mayor precisión en los capítulos próximos. Sin embargo, a modo de introducción podemos decir que a grandes rasgos, la planificación de un sistema de transporte urbano de pasajeros en su fase táctica consistirá en hallar un conjunto de recorridos con frecuencias asociadas sobre la base de información geográfica y de demanda analizada en la etapa anterior, de modo que se optimicen los objetivos de los usuarios y operadores del sistema, bajo determinada cantidad de restricciones que generalmente suelen ser la satisfacción de un porcentaje de la demanda, niveles de servicio o disponibilidad de recursos.

En ésta fase se trata de idear un sistema que permita canalizar los requerimientos analizados en la fase estratégica, en aspectos concretos cuyo resultado es la obtención de un conjunto de recorridos con frecuencias asociadas y horarios determinados que permitan satisfacer la demanda de transporte en éste segmento modal específico.

Cabe destacar que la separación mencionada, no es del todo realista dado que, en nuestro caso, el diseño de un nuevo conjunto de recorridos y frecuencias del transporte público podría generar cambios significativos en los aspectos analizados durante la fase estratégica. A modo de ejemplo, un rediseño de rutas de los ómnibus podría generar cambios en la distribución modal analizada como consecuencia de una ruta entre dos puntos unida con mayor o menor frecuencia, con arcos de mayor o menor tiempo o costo. Así mismo, la frecuencia con que el sistema público une dos puntos distantes podría generar cambios en los niveles de acceso entre ellos, generando de éste modo mayor o menor conveniencia de intercambio de pasajeros entre los mismos.

Como se ha manifestado anteriormente, ésta etapa brinda respuestas concretas a 3 aspectos relevantes:

1. Determinación de los trazados de los recorridos. Implica definir la estructura topológica de cada recorrido, como una secuencia de calles.
2. Determinación de las frecuencias. Implica definir el intervalo de tiempo entre salidas de un bus efectuando un recorrido particular.
3. Determinación de las tablas de horarios. Implica establecer detalladamente los horarios de salida y llegada de los buses afectados un determinado recorrido.

En relación a ésta fase, dado que la estructura topológica de la red y la estructura de los diferentes recorridos lógicamente deberá ser tal que asegure una correcta conexión geográfica entre los principales puntos de actividad de la ciudad. En la medida de lo posible, lo ideal y más lógico será intentar lograr dicha conectividad por medio del camino de costo mínimo, midiendo dicho costo ya sea en tiempo, unidades monetarias o kilometraje.

Una solución óptima para los usuarios consiste en que todos viajen por su camino más corto en la con niveles de frecuencia que debieran ser los más altos posibles y sin necesidad de realizar transbordos. Sin embargo una solución semejante posiblemente sea imposible de poner en la práctica, dado el alto costo que ello genera en los operadores del servicio y porque dicha eventualidad posiblemente genera mínima ocupación del parque automotor disponible como consecuencia de la diversificación de la demanda. Por tal motivo la demanda de transporte debe ser cubierta con ciertas limitaciones en términos de recorridos y frecuencias. En casos donde dichas restricciones impidan que todo par de nodos con demanda esté conectado por al menos un recorrido, se debe asegurar la conexión a través de transbordos.

Una ruta de transporte en ésta fase, además de caracterizarse por ser una cadena de nodos u orígenes y destinos fijados en un itinerario que debe seguirse, se caracteriza por diversos elementos que dan las especificaciones del recorrido:

- Intervalo: Es la porción de tiempo entre dos salidas sucesivas de vehículos de transporte en una ruta. Como es de esperar el usuario estará interesado en intervalos de tiempo cortos que minimicen su tiempo de espera y le brinden mayor flexibilidad horaria. En contraposición, el

operador estará interesado en intervalos que minimicen los requerimientos operativos, de modo que el intervalo se termina transformando en una variable de particular relevancia donde debe alcanzarse un equilibrio entre el tiempo de espera del usuario y el costo operativo del prestador.

- Frecuencia del servicio: es el número de unidades que pasan por un punto dado en la ruta de transporte durante un período de tiempo determinado, siendo éste concepto, el inverso del intervalo desde la óptica matemática. Su expresión es

$$F=60/i; \text{ donde}$$

60: factor de conversión de minutos a horas

F: frecuencia (vehículos/hora)

I: intervalo (minutos)

- Capacidad vehicular: es el número total de espacios disponibles en el vehículo, sumando los pasajeros sentados más los que van a pie.
- Volumen de pasajeros: es el número de personas que en un determinado período, pasan por un punto fijo.
- Sección de máxima demanda: es el punto dentro de la ruta donde ocurre la máxima afluencia de pasajeros a bordo de la unidad de transporte. Este dato es de particular importancia dado que establece el volumen de diseño de la ruta, concepto que se ampliará a continuación.
- Volumen de diseño: Es la cantidad de pasajeros a los que puede servirse en un servicio, valor que se determina por la sección de máxima demanda de la ruta; y que en consecuencia, representa el mayor volumen de pasajeros en cualquier parada o sección de la ruta.
- Capacidad de la línea ofrecida: es el número total de espacios ofrecidos a un punto fijo de la ruta a lo largo de un período; y es un aspecto clave en el diseño de un sistema de transporte, siendo el resultado del producto de la frecuencia y la capacidad vehicular.

$$C=f*C_v; \text{ donde}$$

C: capacidad de línea (pasajeros /hora)

F: frecuencia (vehículos/hora)

C<sub>v</sub>: Capacidad del vehículo (pasajeros/vehículo)

- Capacidad de línea máxima: es el número máximo de pasajeros por hora que una línea puede transportar con un intervalo de espera reducido a su mínima expresión.
- Tiempo de recorrido: es el intervalo de tiempo que le requiere a un vehículo de transporte salir de una terminal hasta la llegada a la terminal opuesta.
- Velocidad de operación: es la velocidad promedio de un vehículo, en la cual se incluye tiempo de parada y demoras como consecuencia del tránsito. Se calcula como la relación entre la longitud del recorrido en un sentido y el tiempo que se demora en recorrerlo.
- Tiempo en terminal: es el tiempo adicional necesario que un vehículo, una vez completado el recorrido en un sentido de circulación, debe estar inactivo en la terminal y que no se limita únicamente al tiempo requerido para el ascenso y descenso de pasajeros en el lugar. Su propósito es contar con el tiempo para realizar las maniobras necesarias para el cambio en el sentido de circulación, cambio de choferes o descanso de los mismos; además de permitir

realizar pequeños ajustes en los tiempos del itinerario o bien el tiempo necesario para realizar chequeos sobre el estado del vehículo y del despachador en caso de existir.

- Tiempo de ciclo o vuelta: es el tiempo total de un viaje en redondo. Es decir, el tiempo que le toma a una unidad de transporte pasar nuevamente por un punto determinado. Este tiempo incluye el tiempo de recorrido y el tiempo en terminal.

$$T_c = 2 \cdot (T_r + T_t)$$

- Velocidad comercial: es la velocidad promedio que una unidad de transporte mantiene para dar una vuelta completa. La misma determina, junto con el intervalo, el tamaño requerido de la flota de vehículos y el costo operativo del sistema.
- Tamaño del parque automotor: es el número total de vehículos afectados a la prestación del servicio en una ruta. Su magnitud surge de la suma entre el número de vehículos requeridos para prestar el servicio durante las horas de máxima demanda, los vehículos de reserva y los que se encuentran en tareas de mantenimiento y reparación.

En relación a la determinación de las frecuencias asociadas a cada recorrido existen diversos criterios de aplicación para calcular su magnitud. El primero de ellos es el del establecimiento de intervalos. Definimos a un intervalo como el tiempo expresado en minutos, que transcurre entre dos salidas vehiculares. Este criterio, su utiliza en general como método para calcular la frecuencia mínima de con la que una ruta de transporte debe ser servida para satisfacer la demanda de la misma. De éste modo, la frecuencia se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$F = P / (\alpha \cdot C_v); \text{ donde:}$$

F: Frecuencia

P: cantidad de pasajeros a servir en la sección de máxima demanda del trayecto

$\alpha$ : Factor de ocupación deseado en la unidad de transporte

$C_v$ : Capacidad de carga del vehículo

El segundo criterio es el del factor de ocupación ( $\alpha$ ). El mismo se define como el cociente entre el número de pasajeros en un vehículo y la capacidad de carga del mismo.

Un factor de ocupación alto significará que la unidad de transporte se encontrará saturada. Este indicador es particularmente relevante por dos aspectos:

- En primer lugar es un indicador indirecto del nivel de comodidad del que gozará el usuario.
- En segundo lugar es determinante del costo de operación del servicio. El uso de factores de ocupación alto genera ocupación importante de las unidades de transporte haciendo que el número de vehículos necesarios para la operación de la ruta sea minimizado, lo cual reduce el costo de capital, los variables y mano de obra necesaria, entre otros. Por otra parte esta situación genera niveles de frecuencias bajas y mayores tiempos de espera por parte de los usuarios. Esto influye a su vez, en los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros lo cual desde luego repercutirá en la velocidad de operación del sistema.

Un tercer criterio para el establecimiento de la frecuencia es el del tamaño del parque automotor disponible y la capacidad del vehículo. Para un volumen determinado de pasajeros, hay al menos dos alternativas de servicio: Prestar el mismo con una cantidad baja de unidades vehiculares de gran capacidad o bien hacerlo con una gran cantidad de unidades de baja capacidad de carga. Esta segunda opción genera en general mayor cantidad de frecuencias, lo cual es beneficioso para el pasajero dado que minimiza el tiempo de espera a la vez que le

brinda mayor flexibilidad horaria al momento de planificar el viaje, pero requiere mayor capital de trabajo y mayores costos operativos por parte del operador del servicio.

Al comparar una opción u otra nos encontramos con las siguientes conclusiones genéricas:

- El costo operativo vehículo-Km es menor para las unidades de transporte de baja capacidad.
- Los recorridos a través de zonas de tránsito altamente congestionadas es más rápido y sencillo con vehículos de baja capacidad y dimensiones pequeñas.
- El costo total de adquisición y operación del parque automotor en su conjunto es mayor en el caso de flotas de vehículos de baja capacidad.

Finalmente, si bien algunos autores consideran al establecimiento de las tablas horarias como una tarea propia de la fase operativa, en lo personal considero que debe formar parte de la fase táctica en vistas que, ante la eventualidad de realizar transbordos, el usuario verá seriamente influenciado su tiempo de viaje de acuerdo a las frecuencias de las líneas respectivas que deberá utilizar y a la sincronización que la mismas tengan entre sí. Bajo ésta mirada la eficacia lograda en el establecimiento de las tablas horarias generara beneficios concretos a la performance del sistema o bien consecuencias no deseadas en la misma.

#### PLANIFICACION OPERATIVA

Desde la perspectiva del operador, se consideran dentro de ésta etapa dos aspectos relevantes:

1. La programación de los vehículos: establece los itinerarios diarios a seguir por cada unidad del parque móvil.
2. Asignación de choferes: supone asignar al capital humano la realización de los diferentes servicios, asignando itinerarios y unidades a servir, respetando tiempos de descanso y jornada laboral.

A diferencia de las tareas anteriores, estas dos últimas suelen ser responsabilidad exclusiva del prestador del servicio, mientras que las anteriores son responsabilidad propia del estado o la autoridad de aplicación.

Desde la perspectiva de la autoridad concedente, esta etapa contempla la planificación del sistema en sus aspectos operativos que deriven en una mejor performance del sistema.

Las principales variables de diseño que afectan la operación cotidiana del sistema, son:

- La velocidad comercial.
- El espaciamiento entre paradores.
- La posibilidad de sincronizar la semaforización de la ciudad con la velocidad de operación del sistema.
- La distancia entre intersecciones a lo largo de un corredor vial.
- Los tiempos de subida y bajada de pasajeros.
- La densidad del tránsito en los distintos corredores viales.
- La disponibilidad de carriles exclusivos y el tráfico en los mismos.

Con el fin de mejorar la operatividad del sistema, el análisis debe realizarse desde 2 variables de importancia:

1. Mejoramiento de la performance durante la etapa de movimiento

En éste apartado se analizan y ponen en relevancia decisiones que permiten mejorar el tiempo de viaje entre paradas.

a. Carril exclusivo

Consiste en segregar parcial o totalmente el tránsito de los vehículos del sistema de transporte público de pasajeros del resto del tráfico evitando de ésta manera las interferencias mutas generadas.

Figura 2.1: Carril exclusivo

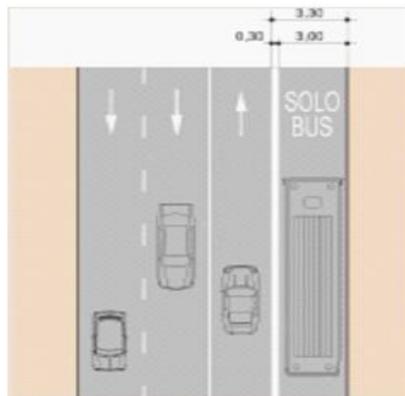


Fuente: internet

El carril exclusivo requiere una política de diferenciación del carril del colectivo del resto de la vía, mediante una línea de separación lo suficientemente perceptible para el resto de los conductores o bien mediante la instalación de pilones en los costados.

El objetivo principal es asegurar la correcta circulación y maniobras de los colectivos en la vía pública. En general se logra con un carril exclusivo cuyo ancho mínimo debe ser de 3 metros.

Figura 2.2 Carril exclusivo 2



Fuente: internet

Los carriles exclusivos generalmente muestran indicaciones horizontales para especificar la exclusividad del mismo. En zonas donde la circulación de los colectivos presente altos indicadores de intensidad de uso, puede pensarse en un uso mixto del carril donde el mismo la exclusividad se dé en determinadas áreas del mismo, o dónde éste pueda ser utilizado para otros fines como el uso como estacionamiento en horas nocturnas, carga o descarga de mercadería, etc. La utilización mixta del carril ha demostrado no ser muy eficiente por el incumplimiento frecuente de los horarios frontera en detrimento del tráfico público urbano.

b. Doble carril exclusivo

Su finalidad es reducir el tiempo de viaje como consecuencia del bloqueo del carril existente como consecuencia de una unidad de transporte detenida en una parada de modo que se permita el sobrepaso de una unidad en movimiento en relación a otra detenida para el ascenso o descenso de pasajeros.

c. Priorización semafórica

En vía sanforizadas, en general la sincronización de los distintos instrumentos de regulación del tránsito se enfocan a lograr flujos vehiculares continuos sobre la base del respeto a una velocidad de diseño especificada que pocas veces contempla las posibilidades del transporte público. La coordinación hace que los vehículos privados se encuentren todos los semáforos en verde al desplazarse a lo largo de un corredor.

El hecho de que las unidades de transporte público deban detenerse para el ascenso y descenso de pasajeros hace que les sea imposible aprovechar la coordinación de los semáforos. En éste sentido, debe plantearse la posibilidad de que la sincronización de semáforos se ajuste a velocidades de circulación que sean más acercadas a las del transporte público de modo que, probabilísticamente, un colectivo tenga más chance de llegar a la intersecciones con el semáforos en verde.

Esta estratégica puede resultar particularmente relevante en aquellas intersecciones localizadas aguas debajo de una parada de pasajeros.

Desde luego, esta estrategia de intervención puede significar un gran desafío de diseño si se pretende implementarlo modificando el desfase pero manteniendo la duración del ciclo verde-rojo en cada intersección.

Las posibilidades de control de los semáforos son 4:

\*Fijo

\*Regulado según franjas horarias

\*Actuado mediante flujo de vehículos

\*Control externo mediante un centro de control de tránsito.

d. Intersecciones conflictivas

Las intersecciones a nivel suelen actuar de manera negativa sobre la regularidad del tránsito, sobre todo al momento de realizar giros para cambiar sentido de circulación y vías. Suele tener desde luego como consecuencias, una disminución de la velocidad de circulación del móvil.

Cuando el volumen del tránsito y la importancia del camino lo ameritan es factible implementar intersecciones canalizadas por medio de elementos físicos que facilitan las maniobras del conductor y que colaboran además en la seguridad de los usuarios. Dichos elementos suelen denominarse isletas de tránsito cuyos objetivos específicos suelen ser:

- Se utilizan para encausar o canalizar las corrientes de tráfico.
- Reducir y separar los puntos o zonas de conflicto posibles.
- Procurar interferencias mínimas del tráfico de otras direcciones.
- Procurar maniobras y operaciones más seguras y fáciles.
- Lograr un movimiento ordenado del tráfico.

- Disuadir los movimientos prohibidos por la introducción de geometría adecuada que haga esos movimientos difíciles.
- Facilitar los movimientos permitidos por la introducción de geometría adecuada que estimule las operaciones correctas.
- Instalar refugios o espacios de seguridad para los vehículos que van a dar la vuelta que esperan una oportunidad para completar esa maniobra.
- Conseguir una mayor capacidad vehicular.
- En resumen aumentar la seguridad y comodidad para el usuario.

Por su función las isletas de transito se pueden clasificar en:

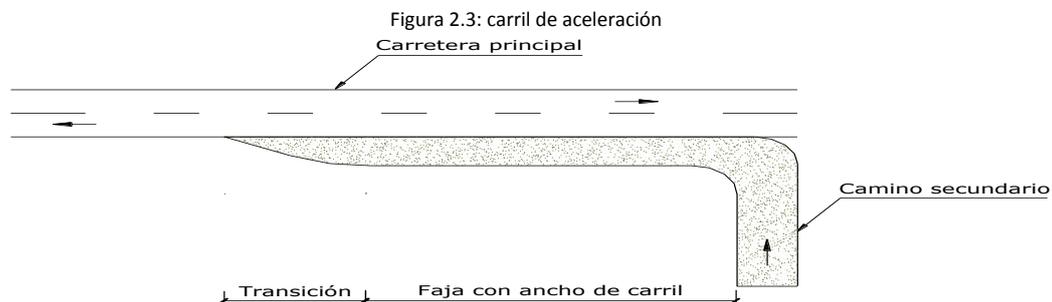
Isletas Guiadoras.- Son aquellas que sirven para guiar a los conductores en las maniobras para dar vueltas. Eventualmente sirven también para dar protección a los peatones proporcionándoles un lugar de parada, esperando el paso de vehículos. También sirven para la colocación de señales verticales y controles de tráfico tales como semáforos.

Normalmente son de forma triangular, y su diseño deberá efectuarse, de tal manera que la trayectoria que señalen sea evidente y no sea un conjunto confuso de isletas.

Isletas Separadoras.- Muchas veces en las intersecciones a nivel de las carreteras, una isleta separadora es aquella que se va abriendo gradualmente, sirve para alertar a los conductores sobre la presencia próxima de un cruce. También sirve para separar progresivamente un camino de una calzada en dos calzadas.

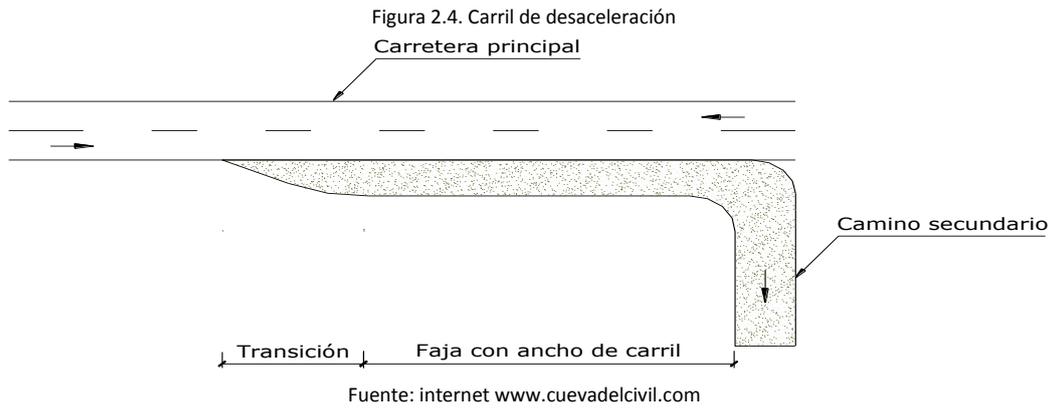
Otra alternativa de optimización es la implementación de carriles adicionales de aceleración y desaceleración próximas a la intersección

Carril de aceleración.- Es aquel que se adiciona a un camino, con longitud suficiente para permitir al vehículo se incorpora, incrementar su velocidad de manera que puede introducirse a la corriente de tráfico.



Fuente: internet [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com)

Carril de desaceleración.- Es aquel que se adiciona a un camino, con longitud suficiente para permitir al vehículo que sale, reducir su velocidad gradualmente, hasta aquella que le permita tomar la salida sin riesgo alguno.



## 2. Actuaciones sobre la performance del sistema durante la etapa de parada

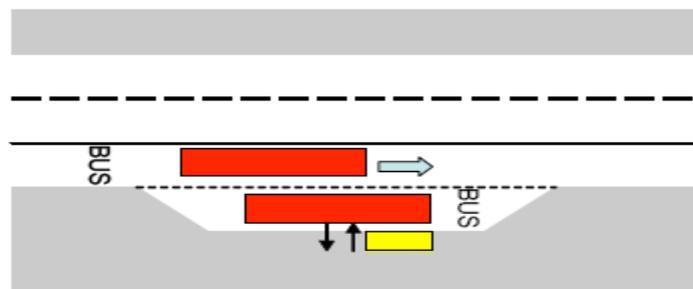
La etapa de parada es una fase del funcionamiento del sistema que nuevamente suele generar influencias negativas durante los tiempos de viajes. Las demoras suelen generarse por dos aspectos básicos. Por un lado el ascenso y descenso de pasajeros a la unidad. Por otro el tiempo de espera necesario para acceder a la plataforma de ascenso y descenso de pasajeros.

Po tal motivo, algunas alternativas de solución que se presentan cotidianamente, son:

- a. Introducir la parada en el interior de las veredas.

En la mayoría de las ciudades las paradas existentes están sobre la misma vía de circulación, de modo que el vehículo durante la operación de acceso, ascenso y descenso de pasajeros obstaculiza la circulación de otros móviles que no tienen necesidad de detenerse en el área, como consecuencia de ocupar un carril de circulación. De éste modo se plantea la solución de que las plataformas de ascenso y descenso de pasajeros se introduzcan en la vereda, como muestra la siguiente imagen:

Figura 2.5: Parada en el interior de la vereda



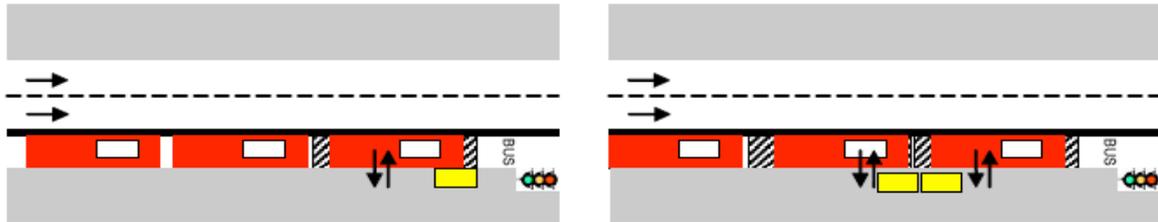
Fuente: Optimización del diseño de líneas de autobús, aplicación y diagnóstico- San Sebastián – Tesis de Moisés Álvaro Callejo

- b. Doble plataforma de ascenso y descenso

La creación de plataformas múltiples para el ascenso y descenso de pasajero genera mayor capacidad de estacionamiento simultáneo lo que reduce notablemente los tiempos de acceso a la operación de ascenso y descenso. El primer colectivo de la cola (sin contabilizar al que se encuentra en proceso de carga y descarga de pasajeros) puede igualmente realizar su proceso de carga y descarga sin necesidad de esperar a que el anterior abandone la parada.

Si lo anterior se articula con sistemas de información o bien con plataformas destinadas a líneas específicas, compartiendo una misma parada, tengan puntos diferenciados de ascenso y descenso de pasajeros el sistema puede implementarse con relativa facilidad.

Figura 2.6: Plataforma con múltiples puntos de ascenso y descenso



Fuente: Optimización del diseño de líneas de autobús, aplicación a diagnóstico- San Sebastián – Tesis de Moisés Álvaro Callejo

Si esta actuación se articula con la anteriormente descrita se reduce notablemente el tiempo de espera. Esto es debido a la posibilidad de facilitar adelantamientos en andenes donde la carga y descarga de pasajeros del colectivo predecesor estacionado sea más rápida que la del primero.

c. Sistemas de cobro prepago

Consiste en implementar sistemas de cobro electrónico y prepago que permitan reducir el tiempo de acceso al vehículo ya sea porque el viajero accede al mismo habiendo validado su pasaje o bien porque lo valida dentro de la unidad de transporte de una manera ágil.

En el caso de validación del título de transporte en parada, el sistema se concreta en la disposición de máquinas expendedoras de billetes en las cercanías de la parada, y después, cerrando el recinto de la parada con unas puertas de entrada donde se validarán los tiquets antes de entrar al interior. En el caso de desarrollo de sistemas de validación en el interior del vehículo, las últimas tecnologías permiten la validación a distancia y simultánea de diversos títulos de transporte, que también pueden resultar en la reducción del tiempo de parada del autobús.

Desde la perspectiva del operador la parte operativa del sistema requerirá en primer lugar establecer los distintos itinerarios de servicio y posteriormente asignar a cada ruta las unidades y conductores correspondientes a fin de poder poner en práctica el plan de acción desarrollado en la fase táctica.

Para realizar el primer paso que es el establecimiento de itinerarios se disponen de diversos procedimientos que permiten diseñar y analizar un itinerario puntual de una ruta. Por su simplicidad y potencial visual desarrollaremos a continuación un método gráfico que permite visualizar de una manera simple los requerimientos y necesidades del servicio observando del esquema operacional a lo largo del día, en la ruta en cuestión, permitiendo determinar y especificar:

- Los vehículos y personal necesarios
- Momento de entrada y salida de servicio de cada unidad

- Momento de entrada y salida de servicio de cada conductor y los puntos de relevo correspondientes
- La velocidad de operación y comercial en el servicio
- Los tiempos de circulación y parada como así también los tiempos en terminal
- La localización estimada de cada unidad de transporte a lo largo del día.

El itinerario gráfico mostrado a continuación muestra el recorrido que sigue cada unidad a lo largo del día con los tiempos exactos en que aparece cada unidad en los diferentes puntos del recorrido mediante puntos de control a lo largo de la ruta.

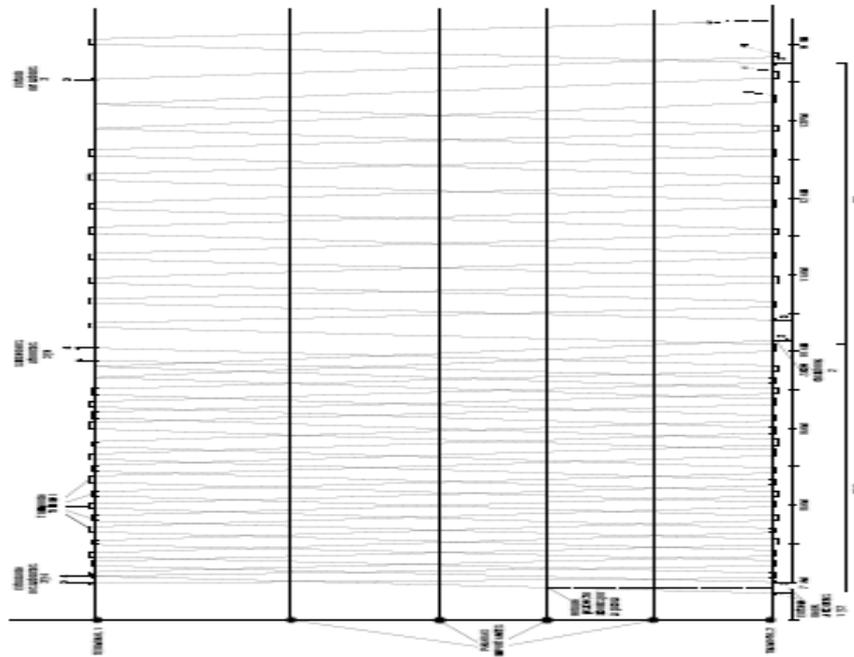
A cada unidad en operación se le designa un número de secuencia y su operación a lo largo del día se representa por una línea en zigzag en el diagrama que conecta las terminales extremas (cierres de circuito), teniendo como pendiente en cada sección, la velocidad de operación. Si las velocidades de operación varían de una sección a la siguiente, la pendiente varía en la trayectoria del vehículo de una terminal a otra. Los tiempos en las paradas o estaciones se incluyen dentro del tiempo de recorrido, pero los tiempos de terminal se grafican en el diagrama.

Una vez graficado el primer recorrido, se procede a graficar los siguientes recorridos con una separación horizontal igual al intervalo entre unidades, repitiéndose el procedimiento para todos los vehículos asignados a la ruta durante el periodo en que el intervalo es válido. Ya que el tiempo del ciclo es un múltiplo integral del intervalo, entonces se mantiene el intervalo entre el tiempo de salida del último vehículo en operación y el tiempo en que el primer vehículo sale para su segundo recorrido de ida y vuelta.

Posteriormente, se intercalan las unidades adicionales que servirán durante las horas de máxima demanda o que corresponden a ajustes en los intervalos, a recortes en los recorridos o servicios de frecuencia intensiva y otras variaciones. Todas estas variaciones deben indicarse en el itinerario gráfico, traduciéndose posteriormente este diagrama a un horario de servicio.

A su vez, teniendo al pie del gráfico las horas del día, permite agregar al gráfico la jornada laboral del chofer en cada unidad de transporte y los puntos de relevo correspondiente. Por ejemplo, si la jornada no debe extender más allá a las 6 horas de servicio, sabiendo que al primer chofer de la unidad 55 entró en servicio a las 7 A.M., se sabe que debe ser relevado a las 1 P.M. De éste modo, la intersección del itinerario del interno 55 con la vertical imaginaria de la hora 13, nos dará en la horizontal imaginaria una sección o parada aproximada donde debe realizarse el relevo de choferes y donde idealmente el segundo chofer tomará el servicio.

Figura 2.7: Modelo de itinerario gráfico



Fuente: Modelo de optimización para vehículos de transporte público colectivo urbano – tesis de Jorge Andrés Quintero

Posteriormente, finalizado el itinerario se debe asignar a cada recorrido el conjunto de vehículos y conductores correspondientes. Par realizar dicha tarea se disponen de diversas herramientas metodológicas que permitirán optimizar la asignación con el fin de minimizar el costo operativo. Entre dichas herramientas podemos mencionar la programación lineal y el método húngaro.

### CAPITULO 3: LA DEMANDA

Podemos definir de manera muy sintética a la demanda como la cantidad de unidades que un individuo consume de un bien o servicio.

La elección de consumo depende de:

- Las preferencias del individuo
- La utilidad del bien, es decir su capacidad de satisfacer una necesidad; o bien el beneficio que genera al individuo su consumo.
- La restricción presupuestaria, que dejará de manifiesto las combinaciones máximas de bienes que el consumidor es capaz de comprar teniendo en cuenta su renta y el precio de los bienes y servicio.
- Precio del bien en cuestión; y precios de bienes sustitutos y su utilidad.

La idea general de la teoría del consumidor es que el mismo, ante diversas alternativas de consumo derivadas de su restricción presupuestaria y de sus preferencias, optará por la combinación de bienes que le proporcione la máxima utilidad. El consumidor se caracteriza por demandar lo que se denomina una cesta de mercado. La misma consiste en una lista con cantidades específicas de bienes y servicios.

#### LA UTILIDAD

La utilidad se define como el grado de satisfacción que obtiene la persona al consumir una cesta de mercado. A los fines prácticos y con el objeto de realizar un análisis en profundidad, suele ser apropiado asignarle a cada cesta de mercado un valor numérico. El mismo representa la puntuación que se le asigna al consumo realizado relacionándolo de manera directa con la satisfacción obtenida. Dicha medida se denomina “utilidad”.

La utilidad que cada cesta de mercado le genera a un consumidor se calcula a partir de una función de utilidad. En el lenguaje cotidiano, la palabra utilidad tiene unas connotaciones bastante generales y significa más o menos «beneficio». De hecho, los individuos reciben «utilidad» obteniendo las cosas que les dan placer y evitando las que les causan dolor.

#### LA RESTRICCIÓN PRESUPUESTARIA

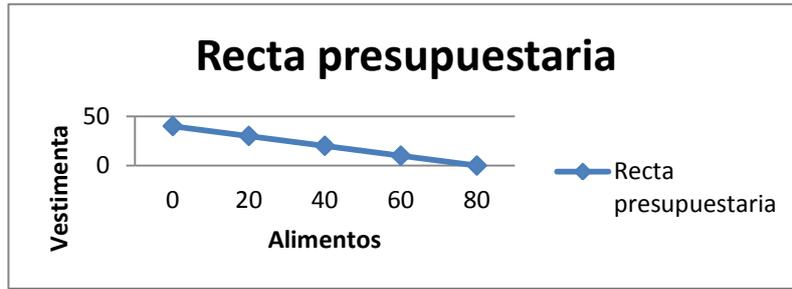
La misma nace como consecuencia de la renta limitada que tiene el individuo. Esta limitación, junto con el precio de los bienes y servicios establece la capacidad de consumo.

La restricción presupuestaria establece que la suma de las cantidades de bienes y servicio, multiplicados por sus respectivos precios, no puede ser mayor a los ingresos o renta percibida por el consumidor. Una consecuencia directa de ello, es que la persona puede consumir más de un bien determinado, a costa de consumir menos de otro bien específico.

Una forma de analizar la situación, es a partir de la denominada recta presupuestaria. La misma es una recta en un eje cartesiano que muestra todas las posibles combinaciones de consumo de 2 bienes o cestas de consumo, que pueden adquirirse con el nivel de renta percibido. A modo de ejemplo, supongamos que una persona destina toda su renta a alimentos y vestimenta. Las combinaciones posibles vendrán dadas por la siguiente ecuación:

$$P_a \cdot A + P_v \cdot V = I$$

Gráfico 3.1: recta presupuestaria



Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse, la pendiente de la recta presupuestaria, es el cociente del valor de los precios entre sí y su magnitud indica la relación de sustitución entre ambos bienes.

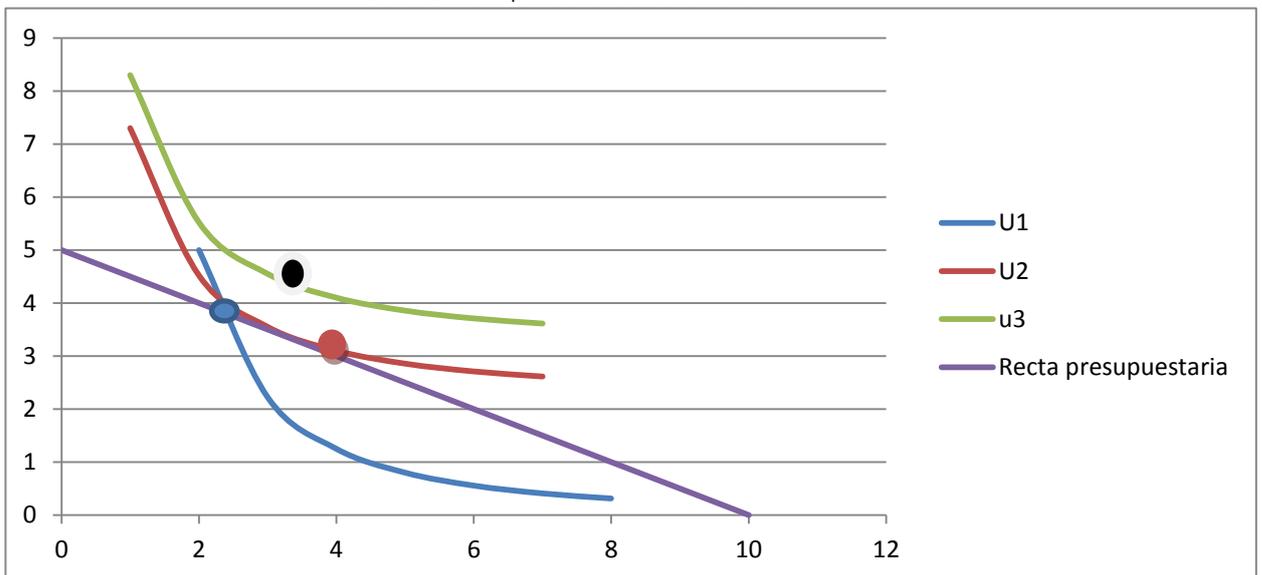
### LA ELECCION DE LOS CONSUMIDORES

Los modelos económicos suponen que los consumidores, a partir de sus preferencias y restricciones presupuestarias, toman sus decisiones de consumo de manera racional buscando maximizar su utilidad. Esta maximización de la satisfacción debe estar sujeta a dos condiciones.

1. En primer lugar, la cesta de mercado seleccionada debe estar dentro de los márgenes izquierdo e inferior de la recta presupuestaria del individuo.
2. Debe suministrar una combinación de bienes y servicio por las cuales el consumidor siente mayor preferencia.

Estas dos condiciones reducen el problema de la maximización de la satisfacción del consumidor a la elección de un punto correcto de la recta presupuestaria. Por ejemplo:

Gráfico 3.2: Comparación de cestas de mercado



Fuente: elaboración propia

En el gráfico anterior podemos ver 3 curvas de indiferencia (que, recordemos muestra combinaciones de consumo con igual nivel de satisfacción) combinadas con una recta presupuestaria en relación a 2 cestas de consumo posible.

La curva u3, reporta el mayor nivel de satisfacción al individuo, pero como se puede apreciar, está afuera de su recta presupuestaria.

En los puntos azul y morado, podemos ver se generan consumos de bienes y servicios equivalentes a la renta de la persona, pero la opción azul, reporta menor nivel de satisfacción que el morado.

En dicho punto el consumidor gasta la misma cantidad de dinero y logra el mayor nivel de satisfacción correspondiente a la curva de indiferencia U2. Obsérvese, además, que las cestas situadas a la derecha y por encima de la curva de indiferencia U2, como la cesta correspondiente al punto negro de la curva de indiferencia U3, reportan un nivel mayor de satisfacción, pero no pueden comprarse con la renta disponible.

Lo anterior nos indica que la máxima satisfacción posible del individuo se da en la curva de satisfacción más alta que toca a la recta presupuestaria.

Este resultado es importante: la satisfacción se maximiza cuando la relación marginal de sustitución (RMS) es igual a la relación de precios (entre A y V). Por tanto, el consumidor puede obtener la máxima satisfacción ajustando su consumo de los bienes A y V, por lo que la RMS es igual a la relación de precios.

Lo anterior nos remite también a otra condición de optimización que establece que la satisfacción se maximiza cuando la utilidad marginal, que es el beneficio correspondiente al consumo de una unidad más de alimentos, es igual al costo marginal, que es el coste de una unidad más del bien o servicio. Dicho beneficio marginal se mide por medio de la relación marginal de sustitución.

El concepto de utilidad también puede emplearse para reestructurar el análisis de tal manera que sea más esclarecedor. Distingamos para empezar entre la utilidad total obtenida mediante el consumo y la satisfacción que reporta el último artículo consumido. La utilidad marginal (UM) mide la satisfacción adicional que reporta el consumo de una unidad más de un bien. Por ejemplo, la utilidad marginal de un aumento del consumo de 0 a 1 unidad de alimentos podría ser 9; de un aumento de 1 a 2, podría ser 7; y de un aumento de 2 a 3, podría ser 5.

Estas cifras implican que el consumidor tiene una utilidad marginal decreciente: a medida que se consume una cantidad mayor de un bien, las cantidades adicionales que se consumen aumentan cada vez menos la utilidad.

La utilidad se maximiza cuando el presupuesto se asigna de tal manera que la utilidad marginal por unidad monetaria de gasto sea la misma en el caso de todos los bienes. Para ver por qué debe cumplirse este principio, supongamos que una persona obtiene más utilidad gastando un dólar más en alimentos que gastándolo en vestido. En este caso, su utilidad aumentará gastando más en alimentos. En la medida en que la utilidad marginal del gasto de un dólar más en alimentos sea superior a la del gasto de un dólar más en vestido, puede aumentar su utilidad dedicando una parte mayor de su presupuesto a los alimentos y una menor al vestido. Finalmente, la utilidad marginal de los alimentos disminuirá (ya que su consumo tiene una utilidad marginal decreciente) y la del vestido aumentará (por la misma razón). El consumidor solo habrá maximizado la utilidad cuando haya satisfecho el principio equimarginal, es decir, cuando la utilidad marginal de todos los bienes por unidad monetaria de gasto sea idéntica.

LA TEORÍA DE LA DEMANDA: ANÁLISIS MATEMÁTICO

La teoría de la conducta del consumidor se basa en el supuesto de que las personas desean maximizar la utilidad posible de alcanzar, siendo que los mismos están limitados por una restricción presupuestaria.

Hemos visto que cada individuo posee una función de utilidad que le es propia para cada cesta de consumo.

Cuando hay dos bienes, X e Y, el problema de optimización del consumidor puede formularse, pues, de la manera siguiente:

$$\text{Maximizar } U(x,y);$$

Sujeta a las posibilidades presupuestarias de la persona:

$$P_x * x + P_y * y = I$$

Aquí,  $U(x, y)$  es la función de utilidad, X e Y son las cantidades compradas de los dos bienes,  $P_x$  y  $P_y$  son sus precios e I es la renta.

De éste modo, el problema se reduce a elegir los valores de x e y que maximizan la función sujeta a la renta percibida por el individuo. Para ello se recurre a la optimización restringida.

El método de los multiplicadores de Lagrange es una técnica que puede utilizarse para maximizar o minimizar una función sujeta a una restricción o más. El objetivo de éste método es hallar la curva de utilidad más alta que toca a la recta presupuestaria.

El procedimiento de resolución sería el siguiente.

1. Se iguala a cero la restricción presupuestaria
2. Se multiplica a la ecuación resultante por el valor  $\lambda$
3. Se suma la ecuación obtenido en 2, a la función objetivo, armando de éste modo el lagrangiano del problema.
4. Se calculan las derivadas parciales y se igualan a cero.
5. Se resuelve el conjunto de ecuaciones

Por ejemplo:  $\text{Max } x^{1/2} * y^{1/2}$

s.a.  $4x+y= 800$

Paso 1:  $800-4x-y= 0$

Paso 2 :  $\lambda*(800-4x-y)$

Paso 3: Lagrangiano:  $x^{1/2} + y^{1/2} + \lambda*(800-4x-y)$

Paso 4: Derivadas parciales

$$\partial L/\partial x = y^{1/2} 1/2x^{-1/2} - 4\lambda = 0$$

$$\partial L/\partial y = x^{1/2} 1/2y^{-1/2} - \lambda = 0$$

$$\partial L/\partial \lambda = 800-4x-y=0$$

Paso 5:

$$\lambda = (1/2 x^{-1/2} y^{1/2})/4 = 1/8 x^{-1/2} y^{1/2}$$

$$x=100; y=400, U=200; \lambda=0,25$$

Los valores resultantes de X e Y son la solución del problema de optimización del consumidor: son las cantidades que maximizan la utilidad.

### LA DUALIDAD EN LA TEORÍA DEL CONSUMIDOR

Además de lo visto anteriormente, existe una segunda opción para analizar la optimización del consumidor. Esta segunda alternativa es elegir la recta presupuestaria mínima para alcanzar una curva de utilidad determinada. Esto es, localizar la forma menos costosa de lograr un determinado nivel de satisfacción.

Retomando el ejemplo anterior, la función objetivo será

$$\begin{aligned} \text{Min. } M &= 4x + y \\ \text{s.a.} \\ x^{1/2} * y^{1/2} &= 200 \\ \text{Paso 1: } 200 - x^{1/2} * y^{1/2} & \end{aligned}$$

$$\text{Paso 2 : } \lambda(200 - x^{1/2} * y^{1/2} )$$

$$\text{Paso 3 : } L = 4x + y + \lambda(200 - x^{1/2} * y^{1/2} )$$

Paso 4: Derivadas parciales

$$\partial L / \partial x = 4 - \lambda y^{1/2} \cdot 1/2x^{-1/2} = 0$$

$$\partial L / \partial y = 1 - \lambda x^{1/2} \cdot 1/2y^{-1/2} = 0$$

$$\partial L / \partial \lambda = 200 - x^{1/2} y^{1/2} = 0$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones nos queda que  $x=100$ ;  $y=400$  y  $M=800$ . Ello significa que la curva de utilidad con valor de 200, se logra adquiriendo 100 unidades de x y 400 de y, siendo su costo de 800 unidades monetarias.

### LA DEMANDA EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

La primera característica de la demanda de transporte es su carácter derivado. Esto significa que el propósito de los desplazamientos de personas y cargas no es de la realización del viaje en sí mismo, sino el de alcanzar un determinado destino con el fin de realizar una actividad determinada en ese espacio-tiempo. Una excepción a esta regla la constituyen los paseos y excursiones turísticas. En éste contexto, la demanda de transporte se ve seriamente influenciada por la existencia de otras actividades económicas. Esto, nos da la segunda característica importante de la demanda de transporte: la heterogeneidad de factores determinantes.

Estos factores pueden analizarse desde 2 puntos de vista. El primero de ellos es el de la demanda agregada, entendida como la cantidad de transporte que necesita una población en un momento determinado, aspecto ya analizado anteriormente. La segunda mirada, es la mirada desagregada, que hace referencia a la decisión individual de consumir o no un servicio de transporte. Desde ésta perspectiva, la decisión dependerá del precio pagado por el mismo,

el precio de otros bienes y servicios, las características socioeconómicas de la persona y el tiempo empleado para el viaje.

Junto a los determinantes antes explicitados, existen también otros determinantes que condicionan la demanda concreta de transporte de un modo frente a otro. Al igual que en otras actividades económicas el primero de dichos parámetros es el precio, tanto del transporte como de bienes y servicios alternativos. La renta del consumidor, como así también su edad, sexo y ocupación es el segundo factor relevante y no sólo explican la cantidad de transporte demandada sino también el modo de transporte escogido. Existen también otros factores que determinaran la elección del sistema; y que se definen como factores no monetarios que hacen a la calidad del servicio y que se traslucen en aspectos tales como la disponibilidad inmediata, a frecuencia del servicio, su accesibilidad y flexibilidad de movimiento.

La importancia del tiempo en la demanda de transporte merece un análisis más particular y detallado, haciendo del mismo el tercer rasgo particular de la demanda del transporte. Según diversos autores e investigadores, si bien es correcto pensar que en el transporte no es la única actividad económica donde el usuario participa activamente del servicio prestando o soportando un costo en términos temporales, (otros ejemplos son, los servicios gastronómicos, médicos o de ocio en general), en pocos servicios el tiempo se convierte en una variable tan importante como en el transporte. Ello se explica a partir de varios aspectos.

En primer lugar el tiempo empleado en el desplazamiento no es fijo, sino que suele variar debido a las distintas posibilidades existentes de medios y modos de viaje, como así también de las rutas seleccionadas. A su vez, éste tiempo puede verse afectado por el número de otros usuarios que pueden estar utilizando la alternativa de transporte.

Por otro lado, el transporte o es un servicio de consumo final, sino que es un servicio intermedio. Por ello, se desea en general, invertir la menor cantidad de tiempo en el trayecto debido a que el mismo se percibe como una desutilidad.

Este tiempo de viaje soportado por el usuario, multiplicado por el valor monetario percibido del mismo permite establecer una relación entre éste y la demanda de transporte experimentada por el individuo.

Como decisión individual la demanda de transporte depende por lo tanto de factores monetarios y no monetarios. A veces resulta útil considerar estas variables de modo separado y otras veces resulta más conveniente hacerlo de manera integrada en un único índice denominado costo generalizado. Conocer su comportamiento en relación al cambio de variables que lo influyen, nos lleva al concepto de elasticidad, cuyo análisis completo de primer plano el estudio de la función de demanda de los servicios de transporte. La elasticidad determina cómo la variación de determinados aspectos (precio, renta o tiempo) genera cambios en el comportamiento del individuo al momento de demandar o no servicios de transporte.

Finalmente, otra característica de particular importancia es la necesidad de contar con predicciones certeras de sus niveles de demanda, como consecuencia de la naturaleza propia

de los servicios: no son almacenables. Frente a ello, los flujos de demanda generan la necesidad de ajustar la oferta dado que la capacidad infrautilizada como la congestión derivada de una capacidad insuficiente, generan altos costos sociales

#### EL PRECIO GENERALIZADO

Cuando un viajero desea trasladarse de un punto a otro, considera no sólo cuánto le va a costar el viaje sino también cuánto tiempo le insumirá el viaje y las condiciones en que se desarrollará el mismo (confort, seguridad, etc.).

El concepto de precio generalizado, se define como la suma del valor monetario de todos los determinantes de demanda de transporte para un individuo. Se utiliza al dinero como unidad de medición común, dado que permite una comparación interpersonal relativamente objetiva. Su expresión más tradicional es un ecuación lineal de tres elementos: el componente monetario del viaje (precio efectivamente pagado), el valor del tiempo total empleado en el mismo y el valor monetario del resto de los elementos cualitativos que intervienen en la decisión.-

$$G = P + VT + \emptyset$$

El componente monetario o precio del viaje incluye todos los desembolsos y pagos que debe realizar el usuario. En general incluye el precio pagado por el boleto y resultan propios de la actividad de producción del transporte.

El segundo componente es el valor monetario del tiempo. Aunque éste no es un desembolso de dinero, objetivamente, se transforma igualmente en un costo para el usuario. Su valor resulta de multiplicar el valor unitario del tiempo, por el tiempo total invertido.

La duración total del viaje depende básicamente:

- Tiempo de viaje : tiempo efectivo dentro de la unidad de transporte la cual depende de la distancia a recorrer y la velocidad comercial con que se realiza el trayecto.-
- Tiempo fuera del vehículo: tiempo de espera más tiempo de acceso

Finalmente la valoración de los aspectos cualitativos ( $\emptyset$ ) suele resultar muy difícil de dimensionar dada la multiplicidad de factores que pueden influir en el mismo, razón por la cual a fin de realizar comparaciones relativamente válidas suelen omitirse, considerando que su impacto es insuficiente como para alterar las decisiones basadas en el precio y costo de tiempo de viaje.

#### EL TIEMPO COMO DETERMINANTE DE LA DEMANDA

El tiempo total invertido en una actividad de transporte por parte del usuario del sistema, suele dividirse en 4 etapas bien definidas: el tiempo de acceso al sistema, el tiempo de espera, el tiempo en el vehículo y el tiempo de acceso al punto final o destino.

El tiempo en el vehículo es el tiempo que transcurre desde que el usuario sube al vehículo de transporte hasta que lo abandona. A su vez, éste tiempo puede subdividirse en tiempo de funcionamiento y tiempo de parada. El primero depende de la velocidad promedio del trayecto, la configuración de la red de transporte y la distancia real a recorrer a bordo de la unidad. Dicha velocidad puede verse influenciada o limitada por las características técnicas del vehículo (potencia del motor), razones de economía, por regulaciones en relación al tránsito; a

la concentración o no de pasajeros; y /o debido a los niveles de tráfico al momento de realizar el viaje.

El tiempo de parada por su parte, dependerán básicamente del número de pasajeros de suban y bajen de la unidad de transporte, de su mayor o menor facilidad de acceso, etc.

El tiempo de espera se refiere al período de tiempo que transcurre desde que el pasajero está disponible para abordar al vehículos, hasta el momento en que efectivamente lo hace. La duración de éste tiempo, depende principalmente de los niveles de frecuencia asociada a la ruta; como así también a factores aleatorios como ser retrasos, etc.

Finalmente, el tercer componente son los tiempos de acceso que incluye los tiempos necesarios para completar el trayecto desde el punto exacto de origen hasta que comienza el tiempo de espera; y desde que finaliza el tiempo de viaje hasta que se llega al destino final. Este tipo puntual de tiempo “invertido” generalmente no suele tenerse en cuenta dada la diversidad de orígenes y destinos probables en el transporte público y la imposibilidad de conocerlo en exactitud. En su lugar, suele hablarse de tiempos “centro a centro” tomando orígenes y destinos genéricos para todos los usuarios, que generalmente suelen coincidir con los puntos de acceso al sistema.

#### EL VALOR DEL TIEMPO

La descomposición del tiempo en los niveles detallados, es sólo el primer paso para analizar, desde la perspectiva de la demanda de transporte, la forma en que actúa el tiempo como determinante de la misma. El segundo paso, es asignarle a dicho tiempo, un valor. En éste contexto, debe analizarse al tiempo como un bien escaso que debe ser distribuido por el usuario en distintas actividades de consumo y trabajo. Ambas actividades están íntimamente relacionadas dado que el tiempo puede convertirse en dinero, disminuyendo el consumo y asignándolo al trabajo.

Ésa mirada nos brinda una primera aproximación a la valoración monetaria del tiempo: el “precio” del tiempo puede ser asimilado como un costo de oportunidad que asume el individuo cuando define invertir su tiempo en actividades de consumo en vez de destinarlo a trabajar. En éste caso, si se eligiese por destinar tiempo al trabajo, el individuo habría podido aumentar su capacidad monetaria de consumo y por ende su utilidad.

Es decir, el valor del tiempo es el valor monetario del tiempo destinado al trabajo. Sin embargo, en muchas ocasiones de consumo, el tiempo empleado en cada actividad puede tener también un valor de utilidad o desutilidad dependiendo del tipo de actividad del que se trate. No se valora de igual modo el tiempo empleado en realizar una cola en un banco que el que se destina, por ejemplo, a la práctica de un deporte que resulta particularmente atractivo para la persona. De modo que el valor del tiempo no depende sólo de su escases, sino también del tipo específico de actividad al que se asigna.

A partir del modelo de decisión individual analizado arriba, podemos considerar que los individuos desean maximizar su utilidad, sobre la base de un conjunto de actividades de consumo posibles de realizar, el tiempo destinado a las mismas y el tiempo destinado al trabajo. Formalmente:

$$U(x, t) = U(x_1 \dots x_n; t_1 \dots t_n; t_w)$$

Sometidas a varias restricciones.

La primera de ellas, la restricción presupuestaria que supone que el conjunto de consumos realizados multiplicado por su precio, debe ser igual o inferior a la renta del individuo, expresada como la cantidad de horas de trabajo, multiplicada por el valor del mismo. Eventualmente, agregar una constante ( $m_0$ ) en caso de recibir renta no salarial:

$$\sum p_i \cdot x_i \leq v \cdot t_w + m$$

En segundo lugar, la persona debe distribuir el tiempo de cada actividad de consumo, entre el tiempo total disponible y el utilizado para el trabajo:

$$\sum t_i + t_w = T$$

En tercer lugar puede ocurrir que determinadas actividades requieran un tiempo mínimo para ser llevadas a cabo, de modo que  $t_i \geq a_i \cdot x_i$

Matemáticamente la resolución del problema requiere construir un lagrangiano como el que sigue:

$$L(x, t, \lambda, \mu, \phi) = U(x, t) - \lambda (\sum p_i \cdot x_i - v \cdot t_w - m) - \mu (\sum t_i + t_w - T) + \sum \phi_i (t_i - a_i \cdot x_i)$$

Donde los multiplicadores  $\lambda$ ,  $\mu$  y  $\phi$  son las utilidades marginales de la renta, del tiempo disponible y de los ahorros de tiempo generados por minimizar el tiempo que se dedica a cada actividad.

La condición de primer orden correspondiente a  $x_i$  viene dada por la expresión:

$$\partial L / \partial x_i = 0 = (\partial U / \partial x_i) - \lambda \cdot p_i - \phi_i a_i;$$

Con respecto al tiempo de trabajo la decisión óptima estará condicionada por la siguiente formulación:

$$\partial L / \partial t_w = 0 = (\partial U / \partial t_w) - \lambda \cdot v - \mu$$

Como se puede observar, contempla tres factores de importancia que tiene dicha variable. Por un lado, el impacto en el salario que puede apreciarse de acuerdo a la renta marginal  $\lambda$ ; por otro lado el impacto negativo que  $T_w$  tiene sobre el tiempo total disponible apreciable a través del elemento  $\mu$ . Finalmente, la utilidad marginal de dicho tiempo.

Las condiciones anteriores se ven afectadas igualmente por una tercera condición de equilibrio:

$$\mu / \lambda = (\partial U / \partial t_i) / \lambda + \phi_i / \lambda$$

La última expresión permite analizar 3 efectos posibles sobre el valor del tiempo:

- El lado izquierdo de la expresión es el cociente entre la utilidad marginal del tiempo disponible y la utilidad marginal de la renta. Es una relación de sustitución de cuánto “espera” ganar en términos monetarios el individuo si debe resignar una unidad de tiempo disponible.
- En segundo lugar, el tiempo tiene valor para el individuo en tanto que puede asignarlo a un conjunto de actividad o a otro conjunto distinto de actividades. Aquí el tiempo tiene un valor de intercambio, lo que se refleja en la utilidad marginal del tiempo disponible asignado a cada actividad ( $\partial U/\partial t_i$ ).
- Por último, el sumando final de la expresión refleja el valor del tiempo “ahorrado” en cada actividad realizada y llevada a su mínima expresión en términos de costo de tiempo. Éste es el elemento particularmente relevante en la demanda del transporte.

#### EL VALOR DEL TIEMPO EN LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE

El análisis anterior sobre el valor del tiempo, como hemos visto además de relacionarlo con la renta, los relaciona con los consumos del tiempo en cada actividad y con ahorro de tiempo en las mismas. Ahora bien dichas actividades pueden tener a su vez utilidad o desutilidad. En el caso de las primeras el objetivo del individuo será maximizarlas y destinará a las mismas mayor tiempo del estrictamente necesario. En el caso de las segundas, el individuo buscará minimizarlas y es allí donde surge la utilidad del tiempo ahorrado. En el primer caso, estaríamos hablando de actividades de ocio; mientras que en el segundo estaríamos hablando de actividades intermedia. Como habíamos dicho al comienzo, la actividad del transporte no es un bien en sí mismo sino un servicio intermedio cuyo costo el usuario intenta minimizar.

De la expresión  $\mu/\lambda = (\partial U/\partial t_i)/\lambda + \phi_i/\lambda$ , surge claramente que el tiempo de las actividades de ocio, es un bien intercambiable. También surge que, ese intercambio del tiempo entre actividades se hará en tanto y en cuanto la utilidad lograda sea igual. En éste sentido es lógico pensar que la persona no estará dispuesta a “ahorrar” tiempo en actividades de ocio.

Por el contrario, en el caso de los bienes y servicio intermedios, el individuo obtendrá mayor utilidad si el tiempo requerido para su consumo fuera menor al que actualmente está experimentando. Es desde ésta perspectiva que debe considerarse a la actividad del transporte urbano de pasajeros: como una actividad en que las personas utilizan más tiempo del que desearían, razón por la cual es imperiosa a necesidad de llevarlo a su mínima expresión en términos de costos sociales, lo que en definitiva maximizará el ahorro de tiempo del individuo, tiempo que en definitiva se transferirá al ocio como la diferencia entre el valor total del tiempo de ocio y el valor del tiempo dedicado a la actividad de transporte.

$$\phi/\lambda = \mu/\lambda - (\partial U/\partial t_i)/\lambda$$

Si la función de utilidad de un medio de transporte puede describirse sobre la base de 4 atributos específicos (precio, tiempo de viaje, tiempo de espera y tiempo de acceso) a partir de muestras estadísticas y técnicas econométricas podrían calcularse valores estimados de los parámetros del valor del tiempo de viaje en sus distintas instancias. Sin embargo los estudios en éste sentido aún no han sido concluyentes debido a que el valor del tiempo es distinto para cada persona y para cada situación particular de viaje. A su vez, el medio y la comodidad

respectiva del sistema de transporte escogido pueden también generar diversas valoraciones al respecto.

Si bien hay discusiones en lo que respecta a los valores específicos del tiempo de viaje en cada una de sus etapas, sí hay consenso en algunos puntos básicos:

- El valor del tiempo depende fuertemente de la frecuencia con que se realice dicho viaje. En trayectos habituales las personas se mostraron más valorativas del tiempo que aquellos que realizaban el trayecto muy eventualmente.
- Depende así mismo la duración de la estancia en el destino. Para viajes de corta duración en el destino se valoraba mucho más el tiempo de viaje que si la duración de la estancia final era relativamente prolongada.
- Los valores del tiempo empleados en el tiempo de espera y acceso suelen tener valores superiores a que se invierte estando dentro del vehículo.
- En el caso de lograrse ahorros de tiempo las investigaciones muestran que se aprecian más aquellos ahorros logrados en los tiempos de espera que en el trayecto dentro del vehículo.

En general el valor del tiempo dependerá del costo de oportunidad que éste tiene para el usuario y el mismo suele asociarse con el salario. Algunos estudios señalan como aceptables los siguientes valores:

- El valor del tiempo durante el trabajo es igual al salario horario bruto percibido por el viajero, incluyendo costos patronales.-
- El tiempo de viaje por cualquier otro motivo, incluyendo viajes hacia y desde el trabajo, se calcula como el 43% del salario horario bruto.-
- Los valores de espera y acceso se calculan como el doble del valor del tiempo en el vehículo.

CAPITULO 4: MODELOS DE RED Y TEORIA DE GRAFOS

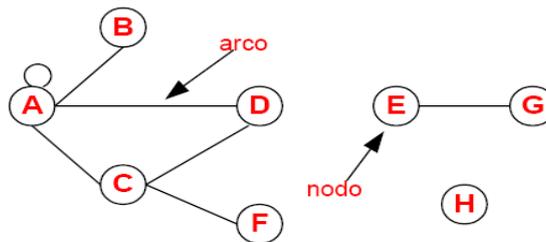
Muchos problemas de la vida real pueden ser representados mediante gráficos contruidos por vértices y líneas de conexión. La disciplina que se ocupa de analizar dichos gráficos y sus diversas composiciones, se denomina Teoría de Grafos. Lejos está del presente trabajo centrarse en el análisis y detalle del estudio de los grafos, pero resulta necesario repasar los aspectos básicos estructurales de los mismos a fin de poder profundizar luego los principales algoritmos que resultan de utilidad para la problemática planteada.

Un grafo se define como un conjunto  $G(V,E)$  donde  $V$  es un conjunto (cuyos elementos son llamados vértices o nodos) y  $E$  es otro conjunto (o multiconjunto), cuyos elementos son llamados aristas.

Las aristas, son un par ordenado de puntos extremos que suele representar una dirección posible de movimiento que podría ocurrir entre 2 vértices.

A modo de ejemplo:

Figura 4.1: Composición de un grafo

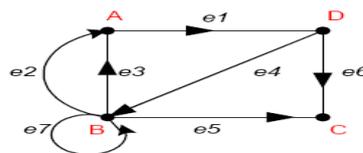


Fuente: internet <http://oskasuki.blogspot.com.ar/>

Al número de nodos de un grafo, se lo denomina “orden del grafo”, en nuestro caso, 8; y al número de aristas, se le llama “tamaño del grafo”, en nuestro caso, también 6.

Dos nodos se dice que son adyacentes si existe al menos una arista que los une. A su vez, se dice que es un grafo dirigido o dígrafo, si, por ejemplo, A es adyacente a B, pero B no es adyacente a A de modo que el par  $[A, B]$  es un par ordenado. Gráficamente, dada dicha situación, la arista en vez de ser una simple línea de unión, tendrá también asignada un sentido de circulación mediante la flecha correspondiente. Así pues, la arista dejará de denominarse “arista” y pasará a llamarse “arco”.

Figura 4.2: arcos



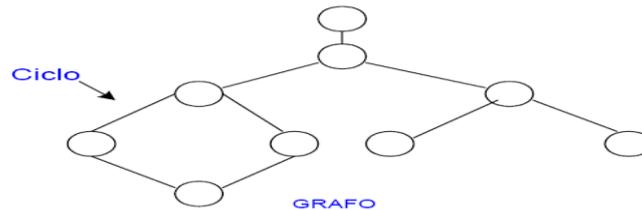
Fuente <http://oskasuki.blogspot.com.ar/>

Como es de esperar, esta situación de adyacencias distintas puede generar que un mismo vértice, tenga más adyacencias de entrada que de salida (o viceversa) razón por la cual

deberemos hablar de grados de entrada y salida en el vértice correspondiente. Un grafo dirigido  $G$  se dice que es simple si no tiene aristas paralelas. Un grafo simple  $G$  puede tener bucles, pero no puede tener más de un bucle en un nodo dado.

Un camino, es una secuencia de nodos que se siguen para unir 2 vértices distintos. En caso de que el nodo de origen y destino de un camino sea el mismo sin que los nodos intermedios se repitan, dicho camino se denomina ciclo. Si éste ciclo consta de una sola arista, se llamará bucle.

Figura 4.3 Ciclo de un grafo



Fuente <http://oskasuki.blogspot.com.ar/>

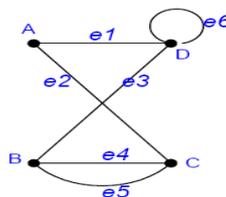
Así como las aristas de un grafo representan conexiones entre nodos, las aristas asumen valores numéricos que establecen pesos en cada relación, la longitud de un camino, es la sumatoria del peso de cada una de esas aristas que se recorrieron para unir un destino con un origen determinado.

Un grafo se denomina conexo si existe al menos un camino simple para unir cualquier par de nodos entre sí. A su vez, si existe la posibilidad de unir cualquier par de nodos entre sí, sin necesidad de recurrir a un ciclo, diremos que se está hablando de un árbol.

Se dice que un grafo  $G$  es completo si cada nodo de  $G$  es adyacente a todos los demás nodos de  $G$ .

Así como hemos hablado de un bucle, diremos que un grafo que tiene dos aristas distintas, con idénticos orígenes y destinos, diremos que estamos hablando de aristas múltiples. Un grafo que posee aristas múltiples o bucles, se denomina multígrafo. En otras palabras la definición de un grafo normalmente no permite ni aristas múltiples ni bucles. A modo de ejemplo:

Figura 4.4. Multígrafo



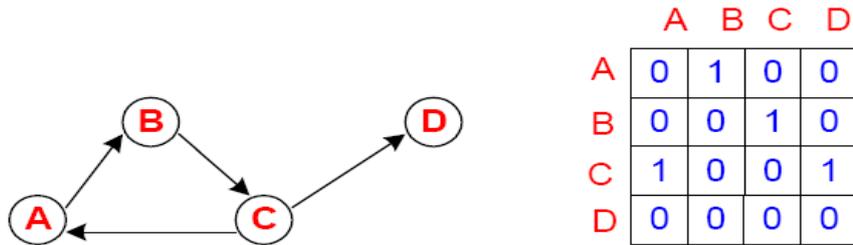
Fuente: <http://oskasuki.blogspot.com.ar/>

El gráfico anterior, es un multígrafo. La razón de ello radica en que el par de nodos  $[B, C]$  posee dos aristas múltiples ( $e4$  y  $e5$ ); y el nodo  $D$ , posee un bucle sobre sí mismo.

Un vértice que no tiene vecinos se dice aislado. Así, por ejemplo, un grafo es trivial si y sólo si todos sus vértices son aislados.

Así como un grafo puede representarse mediante un gráfico, también puede hacerse mediante una matriz "n x n" donde n es igual al número de vértices y los valores de la casillero de la matriz serán de 1 o 0, dependiendo si los vértices correspondientes están o no conectados por un arco respectivo. A modo de ejemplo:

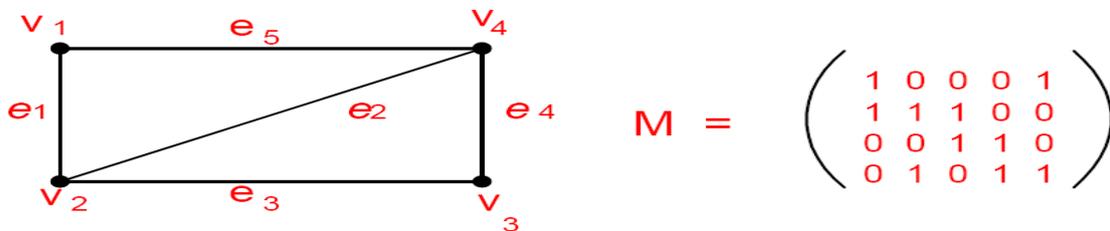
Figura 4.5: representación de un grafo de manera gráfica y mediante una matriz de adyacencia



Fuente: <http://estructuradedatosinfo03.blogspot.com.ar/>

Así como la matriz de adyacencia representa la relación entre nodos, otra forma de analizar el grafo es a partir de la matriz de incidencia. La incidencia, relaciona los distintos nodos con las distintas aristas. La matriz toma un valor de 1, si el vértice correspondiente es extremo de la arista en cuestión y 0 en caso contrario. A modo de ejemplo:

Figura 4.6 grafo y matriz de incidencia



Fuente: <http://estructuradedatosinfo03.blogspot.com.ar/>

La matriz de incidencia nos permite identificar lazos y caminos paralelos como así también diversos elementos estructurales del sistema. A saber:

- En una gráfica sin bucles, la sumatoria de cada columna será igual a dos. En caso de hallar un valor de uno, tendremos certeza plana de dicho arco es un bucle.
- Las columnas repetidas o idénticas dejarán en evidencia la existencia de aristas múltiples.
- Si la sumatoria de los elementos de alguna de las filas es cero, nos estará hablando de un nodo sin conexión alguna.
- La suma de los elementos de una fila proporciona el grado del vértice identificado.

En caso de tratarse de un dígrafo, los valores de la matriz asumen:

\*1 si el vector “v” es incidente hacia el arco “a”;

\*-1 si el vector “v” es incidente desde al arco “a”;

\*0 si no se dan ninguna de las 2 condiciones anteriores;

Una tercera matriz de importancia, es la matriz de caminos. Su confección parte de la matriz de adyacencia. La misma muestra la cantidad de conexiones entre los distintos orígenes y destino, con una longitud “n”, siendo “n” la potencia a la cual se elevará la matriz de adyacencia. Supongamos la siguiente matriz de adyacencia:

Cuadro 4.1 Madriz de adyacencia

	a	b	c	d	e
a	0	1	0	1	0
b	1	0	1	0	1
c	0	1	0	1	1
d	1	0	1	0	0
e	0	1	1	0	0

Fuente: elaboración propia

Supongamos que la elevamos al cuadrado, obtendremos el siguiente resultado:

Cuadro 4.2 Matriz de camino de longitud 2

	a	b	c	d	e
a	2	0	2	0	1
b	0	3	1	2	1
c	2	1	3	0	1
d	0	2	0	2	1
e	1	1	1	1	2

Fuente: elaboración propia

Si observados la intersección del renglón a con la comuna c, veremos que su resultado es 2. Esto nos está indicando la cantidad de caminos existentes entre a y c, de longitud 2.

De igual manera, se eleváramos al cuadrado la matriz anterior, obtendríamos lo siguiente:

Cuadro 4.2 Matriz de camino de longitud 4

	a	b	c	d	e
a	9	3	11	1	6
b	3	15	7	11	8
c	11	7	15	3	8
d	1	11	3	9	6
e	6	8	8	6	8

Fuente: elaboración propia

Si nos posicionamos en el renglón “c”, columna”e”, estaríamos seguros de que la cantidad de caminos posibles de c a e, de longitud 4, son 8.

Lejos está el presente trabajo de desear entrar en detalle a la denominada teoría de grafos, sin embargo nombraremos genéricamente algunos de los contenidos y problemas que se contemplan en la misma y que sirven como herramientas metodológicas a los fines del análisis y diseño de una red de transporte:

- EL CAMINO MÁS CORTO: El problema trata de dilucidar la mejor manera de atravesar una red, de modo que se minimice el costo del trayecto, desde un origen a un destino final. Este tipo de problemas puede ser resuelto mediante el algoritmo de Dijkstra, que calcula la distancia más corta de un nodo a los restantes.
- TODOS LOS CAMINOS MINIMOS: El problema que intenta resolver este algoritmo es el de encontrar el camino más corto entre todos los pares de nodos o vértices de un grafo. Para la resolución de problemas de ésta naturaleza, se dispone del algoritmo de Floyd-Warshall. El mismo es de naturaleza iterativa, partiendo de una matriz de pesos y caminos.
- ARBOL DE EXPANSIÓN MÍNIMA: Un árbol, como dijimos anteriormente, es un grafo, o subgrafo de un grafo, que conecta todos los nodos existentes en la red por medio de arcos mínimos, sin generar ciclos dentro del grafo. Uno de los posibles algoritmos a utilizar, es el algoritmo de Prim.
- FLUJO MAXIMO: En éste tipo de problemas se intenta conducir un flujo de elementos por las diversas aristas disponibles en la red de modo de maximizar dicho flujo sujeto a las restricciones de capacidad en las distintas ramas del grafo.

Se debe considerar las siguientes variables:

- Debe ser un grafo dirigido
- Existe un nodo fuente y un nodo de destino
- Existen nodos intermedios.
- Cada arco tiene una capacidad de flujo determinada

El objetivo es determinar el flujo dentro de la red con el fin de maximizar el mismo, desde un origen a un destino determinados, en un determinado período de tiempo.

En cada nodo, debe cumplirse una relación de equilibrio que establece que el flujo de salida, debe ser igual al flujo de entrada.

- CIRCUITOS EULERIANOS: Consiste en hallar un camino o circuito que pase por cada una de las aristas del grafo sólo una vez. Dado un grafo, se dice que un circuito es euleriano si usa sólo una vez cada una de las aristas disponibles. Para que un circuito de esta naturaleza exista, se deben cumplir las siguientes condiciones:

\* Sea  $G$  un grafo no dirigido y conexo:

- $G$  es euleriano si y sólo si no tiene vértices de grado impar.

- G contiene un camino euleriano si y sólo si tiene exactamente dos vértices de grado impar. En éste caso el camino ha de empezar en uno de los dos vértices impares y terminar en el otro.

En éste caso hablaremos de un “ciclo” euleriano

\* Sea G un grafo dirigido y débilmente conexo:

- Si y sólo si para todo vértice su grado de entrada es igual a su grado de salida.

En este caso, se dice que existe un camino euleriano

Para su resolución utilizaremos el algoritmo de Fleury.

- CICLOS HAMILTONIANOS: El ciclo hamiltoniano pasa por todos los vértices exactamente una vez. El problema del ciclo hamiltoniano consiste en: dado un grafo no dirigido G, determinar si posee algún ciclo hamiltoniano y eventualmente especificarlos. A diferencia de lo que ocurre con los caminos eulerianos en éstos casos no hay teoremas que proporcionen condiciones necesarias y suficientes para la existencia de caminos y circuitos hamiltonianos.

El procedimiento para encontrar caminos o ciclos hamiltonianos más conocido, es el de la multiplicación latina mediante la cual se enumeran todos los caminos elementales posibles de longitud 1,2,... n-1. Al cabo del procedimiento, si no existe Camino Hamiltoniano, se conocerán todos los caminos elementales intermedios.

- EL PROBLEMA DEL VIAJANTE: En este problema, un viajante tiene que visitar un conjunto de ciudades de forma que pase sólo una vez por cada una de ellas, teniendo como meta hacerlo al costo mínimo. Entonces se trata de encontrar un ciclo hamiltoniano tal que la suma de los pesos de las aristas sea mínima. El algoritmo de FOULKES es uno de los procedimientos heurísticos más sencillos y eficaces de implementar.
- EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE: Si bien en éste caso no estamos hablando de un modelo de red desde la vista de la teoría de grafos, éste es un algoritmo de programación lineal estrechamente relacionado al problema que nos incumbe.

El problema del transporte consiste en minimizar los costos del transporte en la distribución de mercaderías desde un conjunto de centros de oferta (llamados orígenes) hasta un grupo de centros de demanda (llamados destinos).

Así, por lo general, el origen  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) dispone de  $s_i$  unidades para distribuir a los destinos y el destino  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) tiene una demanda de  $d_j$  unidades que recibe desde los orígenes. Una suposición básica es que el costo de distribución de unidades desde el origen  $i$  al destino  $j$  es directamente proporcional al número distribuido, donde  $c_{ij}$  denota el costo por unidad distribuida.

Sea Z el costo total de distribución y  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ ) el número de unidades que se distribuyen del origen  $i$  al destino  $j$ , la formulación de programación lineal para este problema es:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij}$$

sujeta a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = s_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n$$

y

$$x_{ij} \geq 0, \quad \text{para toda } i \text{ y } j$$

Cada una de estas restricciones, establecen respectivamente:

- Que toda la oferta debe ser utilizada.
- Que toda la demanda debe ser satisfecha.
- Los flujos de transporte deben ser positivos.

Por otra parte, es importante remarcar que aunque a partir de las restricciones 1 y 2 resulta evidente, la oferta y demanda total deben ser iguales.

- EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE EN CASO DE OFERTA Y DEMANDA DESIGUALES: Otro punto importante del algoritmo del transporte radica en el hecho de que, eventualmente, demanda y oferta de mercaderías pueden tener valores dispares. Como todas las restricciones funcionales en el problema de transporte son igualdades obliga a mantener dicha restricción. Para lograr igualmente el objetivo si el caso es que se dispone de mayor producción de la que se demanda, entonces para balancear el problema se agrega un destino imaginario o artificial (llamado también destino ficticio) el cual tendrá como demanda dicha sobreproducción. En cuanto a los costos asociados a este nuevo destino los estableceremos a cero para que dicho destino absorba el máximo flujo posible sobrante.

Si el caso es que se tiene mayor demanda de lo que se produce, entonces para balancear el problema se agrega un origen imaginario o artificial (llamado también origen ficticio) el cual tendrá como recursos (producirá) dicha sobredemanda. En cuanto a los costos asociados a este nuevo origen los estableceremos a cero.

- EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE CON POSIBILIDAD DE REALIZAR TRANSORDOS: Este caso puntual del problema de transporte tiene como particularidad que se da la posibilidad de efectuar transbordos de modo que se maximice las ventajas del mismo posibilitando mejorar aún más las soluciones obtenidas en términos de costos. Básicamente, la idea es transportar flujos de mercadería entre un origen y destino,

pasando por nodos o destinos intermedios. Supongamos el siguiente cuadro de situación básico:

Cuadro 4.1 Matriz de demanda y oferta

	D1	D2	D3	Oferta
O1	9	8	1	45
O2	1	4	6	45
Demanda	30	30	30	

Fuente: elaboración propia

Además, se dispone de la siguiente matriz de costo cuyo diseño considera la totalidad de costos posibles entre cada nodo.

Cuadro 4.2 Matriz de demanda y oferta ampliada para aplicar transbordos

	O1	O2	D1	D2	D3
O1	0	2	5	3	7
O2	2	0	1	4	6
D1	5	1	0	4	8
D2	3	4	4	0	5
D3	7	6	8	5	0

Fuente: elaboración propia

La matriz anterior permite ahora 4 flujos de mercadería posibles:

- Entre fuentes de oferta
- Entre las fuentes de oferta y demanda
- Entre las fuentes de demanda entre sí
- Desde las fuentes de demanda hacia los fuentes de oferta

## CAPITULO 5: MODELOS DE OPTIMIZACIÓN

Los modelos pueden usarse para:

\*organizar el conocimiento sobre la operación del sistema y deducir consecuencias lógicas de comportamiento, favoreciendo así la comprensión del sistema.

\* Acelerar y sistematizar el análisis.

\* Transformarse en un sistema de referencia para probar la aceptación de modificaciones en el mismo.

\* Controlarse más fuentes de variación que lo que permitiría el estudio directo sobre el sistema real.

\* Describir el comportamiento del sistema, verificar hipótesis sobre las causas que generan al mismo, y predecir su comportamiento futuro ante diversos escenarios

Podemos mencionar como ventajas de su uso:

- No es necesario interrumpir las operaciones de la empresa para realizar un análisis sobre el desempeño de la misma y/o potenciales modificaciones
- Proporciona muchas alternativas posibles de explorar
- Es una herramienta de apoyo al proceso de innovación ya que permite observar y evaluar aspectos de comportamiento del sistema
- Una vez construido, el modelo es fácilmente modificable para adaptarlo al análisis de diferentes políticas o escenarios. Permite el análisis de sensibilidad
- Resulta más conveniente económicamente evaluar los resultados de una acción por medio de un modelo, que realizar una intervención directa sobre el sistema real.
- Permite en un tiempo muy corto, representar el comportamiento del sistema a lo largo de una duración arbitrarias.

Así también es justo decir que los modelos tienen como potenciales desventajas:

- Requerir una caracterización cuantitativa completa de todos los aspectos del modelo y sus parámetros de comportamiento en todos sus componentes
- El costo suele ser elevado si se utilizan computadoras, además de requerir mucho tiempo para el desarrollo y validación del modelo.
- Necesidad de hacer correr varias veces al modelo para hallar una solución adecuada.
- En general los modelos no suelen dar soluciones óptimas, sino aproximaciones más o menos certeras al óptimo.
- Requiere de largos períodos de desarrollo.
- La solución del modelo puede dar resultados faltos, por lo cual un análisis crítico de los resultados puede llevar a malas decisiones.

Un modelo se define como un esquema teórico de un sistema que representa una realidad compleja que se elabora con el objetivo de facilitar la comprensión y análisis del sistema en cuestión. Puede entenderse como una representación matemática y simplificada de un sistema que tiene como objetivo servir, sobretodo, como apoyo a la toma de decisiones. Sus funciones:

- Organizar datos
- Estructura y mejora la comprensión del sistema
- Proporciona un entorno para el análisis
- Direcciona la toma de decisiones

Un modelo consta de las siguientes etapas de desarrollo:

1. Identificación del problema

Consiste en la recolección de datos y análisis de la información disponible sobre el sistema. En esta etapa, los problemas suelen estar conceptualizados de manera vaga e imprecisa.

Se debe realizar una tarea de traducción e interpretación de frases precisas convertibles en ecuaciones matemáticas.

2. Especificación matemática y formulación

Es la estructuración del problema definiendo sus variables, ecuaciones, funciones objetivos y parámetros en general. En ésta etapa se analiza la estructura del problema, su tipo, restricciones, etc.

Esta etapa tiene particular importancia dado que limitará la eficacia de las soluciones obtenidas, como así también tiempo y recursos necesarios para su ejecución.

3. Resolución

Se trata de implementar un algoritmo de obtención de soluciones numéricas óptimas o cuasi óptimas.

4. Verificación, validación y refinamiento

Conlleva la eliminación de los errores de codificación, es decir, realizar los ajustes necesarios para lograr que el modelo haga lo que está matemáticamente especificado. Es necesario comprobar la validez de la simplificación lograda de la realidad modelada, a través de los resultados obtenidos.

Esta etapa da lugar a nuevas necesidades de refinamiento del modelo a fin de lograr que el mismo, dentro de las posibilidades existentes, logre representar la realidad del sistema.

5. Interpretación y análisis de los resultados

Permite conocer en detalle el comportamiento del modelo al hacer un análisis de sensibilidad en los parámetros de entrada, estudiar diferentes escenarios, detectar soluciones alternativas suficientemente atractivas y comprobar la robustez de la misma.

6. Implantación, documentación y mantenimiento

Esta etapa tiene como fin garantizar la difusión del modelo desarrollado para que el mismo pueda ser utilizado en nuevos escenarios. A su vez, se confeccionan los documentos necesarios de manera clara y completa mediante un manual de usuario que debe incluir las especificaciones del modelo e instrucciones de uso. Aquí se incluye también la tarea de formación a los nuevos usuarios.

La teoría de la optimización o programación matemática está constituida por un conjunto de métodos analíticos y numéricos enfocados en encontrar e identificar la mejor solución entre un conjunto posible de soluciones a un problema.

Este tipo particular de modelos se caracterizan por tener 3 elementos fundamentales:

1. Variables de decisión: Se refiere a las variables independientes que se considera, son fundamentales para caracterizar el problema a analizar y afectan al funcionamiento del sistema bajo análisis. Se caracterizan por tener un impacto significativo en la función objetivo.
2. Restricciones: Representan a un conjunto de relaciones expresadas en forma de ecuaciones (representan restricciones de igualdad) o inecuaciones (representan restricciones de desigualdad) que establecen ciertos límites que las variables están obligadas a satisfacer y representan diversas limitaciones que tiene el sistema.
3. Función Objetivo: Es la medida cuantitativa de funcionamiento que se desea optimizar, ya sea a través de la maximización o la minimización.

El objetivo de un problema de optimización matemática consiste en buscar valores para una determinada o determinadas variables de forma que, cumpliendo con las restricciones impuestas (que limitarán la elección de las variables de decisión) proporciona el mejor valor posible para cumplir con una función objetivo que se utiliza para medir el rendimiento de un sistema complejo.

Cuando se habla de “optimizar” se está haciendo referencia a dos objetivos posibles que puede tener un sistema: maximización o minimización.

Los métodos de optimización pueden clasificarse en 3 grupos:

- Métodos clásicos: se encuentran, entre otros, la programación lineal, lineal entera, no lineal, dinámica y multiobjetivo.
- Meta heurísticas.
- Simulación.

### PROGRAMACION LINEAL

La programación lineal es la técnica de optimización quizás más difundida y utilizada en la toma de decisiones al momento de analizar la forma en la que deben distribuirse los recursos disponibles a fin de maximizar o minimizar una función objetivo. Tiene la particularidad de que tanto la función objetivo como las diferentes restricciones del problema, se componen de ecuaciones e inecuaciones lineales.

La programación lineal se sustenta en las siguientes hipótesis sobre las ecuaciones y variables que conforman el problema matemático:

- Suposiciones de proporcionalidad y aditividad: La primera suposición establece que la contribución de cada variable de decisión en la función objetivo es siempre proporcional al nivel de actividad de dicha variable. A su vez, la contribución del primer miembro de cada restricción es proporcional al valor de dicha variable. La segunda suposición dice que cada ecuación en un problema LP es la suma de las contribuciones individuales de las respectivas actividades.
- Suposición de divisibilidad: establece que las variables pueden tomar cualquier dentro del conjunto de los números reales al momento de hallar una solución óptima sujeta a determinadas restricciones. En el caso de que alguna o todas las variables se vean forzadas a ser números enteros, estaremos frente a un caso de programación lineal entera con técnicas y procedimientos propios a dicha programación. En el caso de que la suposición de divisibilidad no esté presente en un problema cuya técnica de resolución sea mediante programación lineal, el redondeo al entero más próximo de la solución óptima hallada, si bien no dará como resultado una solución óptima al problema real, sí brindará desde luego, una solución razonable.
- Suposición de certidumbre: requiere que los parámetros que conforman un problema de PL sean conocidos con certidumbre. Aún siendo estimaciones, las constantes se tratan como valores conocidos.

La mejor manera de explicar los procedimientos de resolución es con la aplicación concreta de a un caso de ejemplo. Supongamos que una empresa de fletes, desde su punto de partida, realiza viajes a dos destinos (A y B) cuyo precio es de 70 y 50 pesos respectivamente. Tiene como limitaciones que un tiempo total disponible de 2400 minutos diarios en concepto de mano de obra y 1000 kilómetros de trayecto diarios. Los viajes al punto “A” insumen 40 minutos de tiempo de viaje con una distancia total recorrida de 20 Km. Los viajes a punto “B” requieren 10 Km. de trayecto y 30 minutos de viaje. Desea conocer la combinación de viajes que le permita maximizar sus ingresos.

De éste modo, el problema queda determinado de la siguiente manera:

Función objetivo =  $\text{Max } 70x_1 + 50x_2$

Sujeto a:

$$40x_1 + 30x_2 \leq 2400$$

$$20x_1 + 10x_2 \leq 1000$$

$$x_1 \geq 0;$$

$$x_2 \geq 0;$$

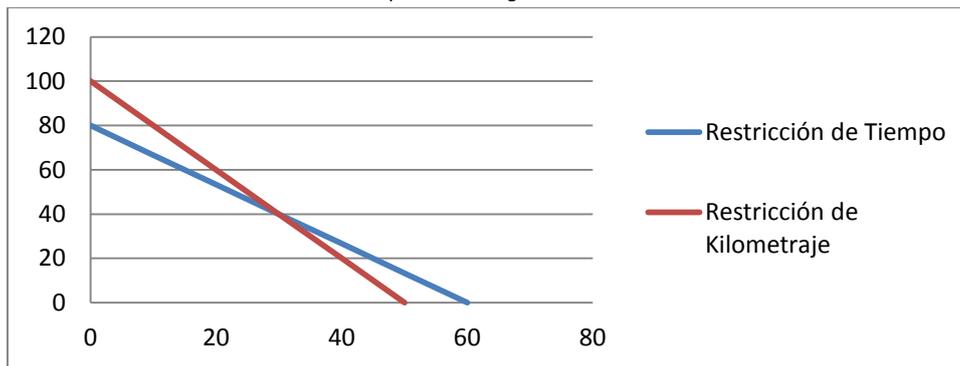
El primer paso para la resolución, las funciones respectivas. En nuestro caso:

$$\text{Restricción 1: } x_2 = 80 - \frac{4}{3}x_1$$

$$\text{Restricción 2: } x_2 = 100 - 2x_1$$

Seguidamente, se procede a graficar ambas restricciones en un eje cartesiano.

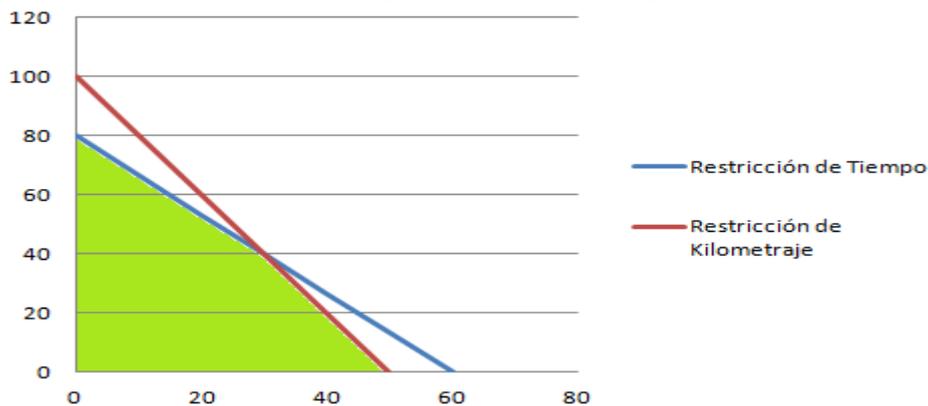
Gráfico 5.1 Representación gráfica de restricciones



Fuente: elaboración propia

A partir del modo en que interactúan las líneas que representan a cada restricción nos permite hallar un conjunto de valores que se denominan “región factible”, la cual es el área coloreada de verde:

Gráfico 5.2 Representación gráfica de un problema de programación lineal



Fuente: elaboración propia

Una región factible se define como el conjunto de todos los puntos que satisfacen las limitaciones y restricciones del problema. Cualquier punto dentro de dicha región es una solución posible al sistema.

Para hallar la solución óptima, existen 2 métodos diferentes.

a) Solución a partir de la recta de isoutilidades

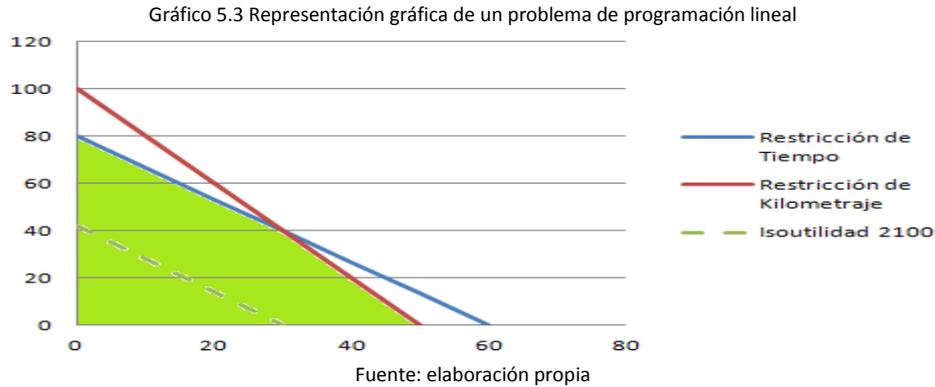
Una recta de isoutilidad, es una recta en el gráfico que une puntos de igual valor en la función objetivo. Para calcular recta de isoutilidad se escoge un valor arbitrario en la ecuación de beneficio. Por ejemplo, 2100. De éste modo, queda:

$$2100 = 70x_1 + 50x_2;$$

Despejando  $x_2$  de esta ecuación, tenemos que:

$$x_2 = 2100/50 - 70x_1/50 = 42 - 1,4x_1$$

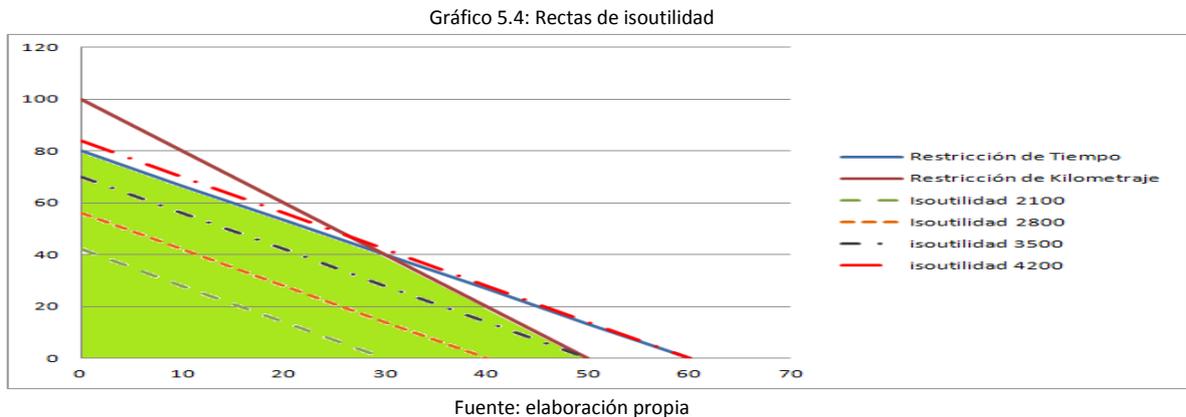
Recta de isoutilidad:  $42-1,4x_1$ . La misma muestra todas la soluciones posibles cuyas combinaciones generan ingresos por \$2.100.



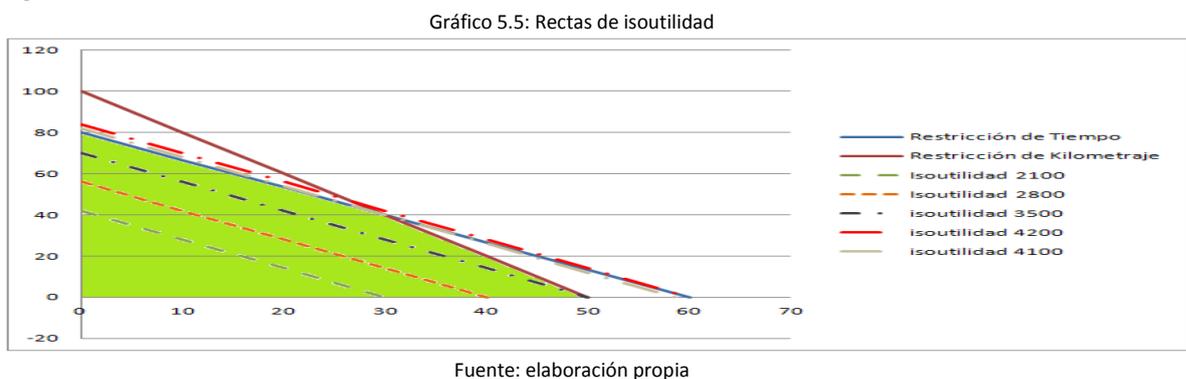
De la recta, como primer dato de importancia, tenemos que la misma, tiene una pendiente de -1.4.

Puesto que todas las rectas de utilidad tienen la forma  $70x_1+50x_2$  es lógico decir que por lo tanto tienen la misma pendiente y resultan ser paralelas.

De éste modo podemos calcular diferentes rectas de isoutilidad incrementando el resultado deseado en la función objetivo en tanto y en cuanto las mismas tengan algún punto de contacto con la región factible de soluciones posibles. A modo de ejemplo:



Como podemos ver, la recta de isoutilidad de 4.200 es demasiado alta como para tener contacto con la zona de soluciones factibles. Se prueba con un beneficio de 4.100. Queda lo siguiente:



Esto nos está indicando que la recta de isoutilidad de 4.100 es el beneficio máximo a obtener. De éste modo, nos queda el siguiente sistema de ecuaciones:

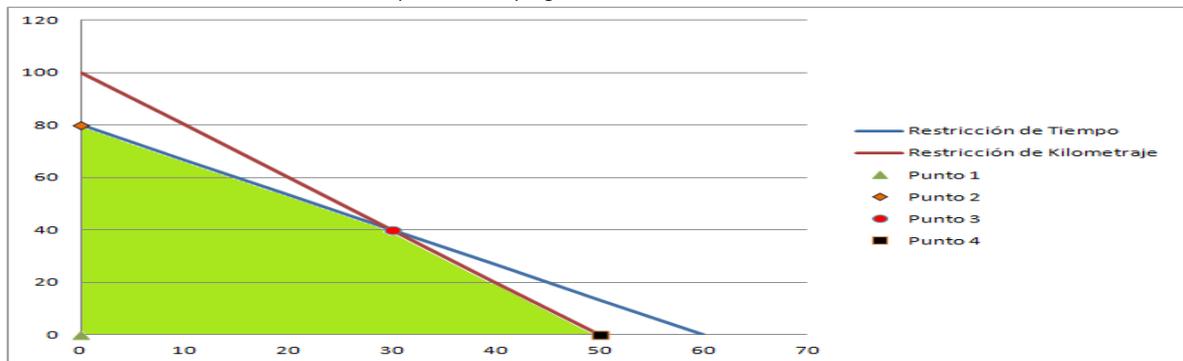
- I)  $4100 = 70x_1 + 50x_2$ ; ecuación de isoutilidad,
- II)  $20x_1 + 10x_2 = 1000$ ; ecuación de la segunda restricción.

Resolviendo este sistema de ecuaciones, nos queda que  $x_1$  es igual a 30 y  $x_2$  es igual a 40. De éste modo, el transportista para obtener el máximo ingreso deberá realizar 30 viajes al punto A y 40 al punto B.

b) El segundo método para hallar la solución óptima se denomina “método de los vértices”. La teoría que respalda el desarrollo de la programación lineal afirma que la solución óptima a un problema de ésta naturaleza se encuentra en un vértice del conjunto de soluciones factibles.

De este modo, retomando el gráfico de restricciones con los puntos extremos, es el siguiente:

Gráfico 5.6 Resolución de un problema de programación lineal mediante el método de los vértices



Fuente: elaboración propia

Como se puede ver, la región factible está determinada por un polígono compuesto por 4 extremos:

Punto 1: 0,0

Punto 2: 0, 80

Punto 3: A partir de las ecuaciones de restricciones se calcula la función relativa a  $x_2$ , quedando del siguiente modo:

- $X_2 = 80 - 4/3x_1$
- $X_2 = 100 - 2x_2$

Igualamos:

$$80 - 4/3x_1 = 100 - 2x_2$$

$$-4/3x_1 + 2x_2 = 20$$

$$X_2 = 30$$

De lo anterior se desprende que  $x_1 = 40$

De éste modo, el punto 3 se corresponde con las coordenadas 40,30

Punto 4: 50, 0

De este modo, el óptimo se encuentra resolviendo la función objetivo reemplazando los valores con las coordenadas antes descritas y escogiendo aquella que indique la ganancia mayor:

$$\text{Punto 1 } (0, 0) = 70x_1 + 50x_2 = 70 \cdot 0 + 50 \cdot 0 = 0;$$

$$\text{Punto 2 } (0, 80) = 70 \cdot 0 + 50 \cdot 80 = 4000;$$

$$\text{Punto 3 } (30, 40) = 70 \cdot 30 + 50 \cdot 40 = 4100;$$

$$\text{Punto 4 } (50, 0) = 70 \cdot 50 + 50 \cdot 0 = 3500;$$

Como se puede observar, nuevamente se llega al resultado antes explicitado.

### PROGRAMACION ENTERA Y PROGRAMACION ENTERA MIXTA

Un problema de programación entera es aquel que requiere que todas las variables sean valores enteros. Por ejemplo:  $\max z = 3x_1 + 2x_2$

Sujeto a:

$$x_1 + x_2 \leq 6$$

$$x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 \text{ enteros}$$

A su vez, un problema de optimización que requiere que algunas de sus variables sean enteros, pudiendo el resto de variables ser variables reales, se denomina problema de programación entera mixta.

La mayor parte de los problemas de programación entera se resuelven en la práctica por medio de la técnica de ramificación y acotamiento. Dicho método halla la solución óptima mediante la enumeración exhaustiva de los puntos en una región factible.

El método comienza buscando la solución al problema de programación entera, mediante la resolución de dicho problema mediante la técnica de programación lineal relajada, es decir, resolver en primer lugar el problema sin tener en cuenta las restricciones relativas a la necesidad de que los valores de la solución óptima sean enteros. Lo particular de dicha solución radica en el hecho de que en el caso de un problema de maximización, la solución hallada actuará como límite superior de la solución óptima con variables enteras.

En caso de hallarse valores enteros, se habrá encontrado la solución deseada. En caso contrario se deberá proseguir ramificando el problema.

Básicamente consiste en aplicar un método de ramificación y acotamiento, introduciendo planos de corte en los nodos del árbol para acelerar la convergencia. De forma general, una iteración del método sería:

- 1) Elegir un nodo (en el inicio es el nodo raíz que es el problema original relajado).
- 2) Resolver el problema de ese nodo.
- 3) Decidir si generar o no planos de corte. En caso afirmativo, obtenerlos y añadirlos al subproblema y resolver.
- 4) Estudiar las condiciones de poda del método de ramificación y acotamiento. Si se dan, podar esa rama e ir a otro nodo. Si no, ramificar con los criterios del método de ramificación y acotamiento.

### PROGRAMACIÓN NO LINEAL

Se ocupa de problemas cuya función objetivo, o bien sus restricciones no siguen estructuras lineales. La resolución de tales situaciones suele ser en general más dificultosa de llevar adelante dado que no existen procedimientos lo suficientemente robustos como para ser de utilización universal. Por tal motivo, se han desarrollado algoritmos para unas clases o tipos especiales.

Una de las principales características de este tipo de problemas radica en que las funciones no lineales pueden tener mínimos y máximos locales los cuales no necesariamente se transforman en mínimos o máximos globales. En general los algoritmos utilizados no pueden reconocer si un máximo local es un máximo global por lo cual se hace necesario establecer específicamente bajo qué condiciones un máximo local es un máximo global en la región factible.

En éste contexto, se han desarrollado métodos aplicados a casos específicos, de los cuales solamente mencionaremos algunos de los más comunes:

- Programación no restringida con un variable y más de una variable.
- Programación restringida

### PROGRAMACION NO RESTRINGIDA DE UNA VARIABLE

Se analizará en este espacio las posibilidades de resolución de una función objetivo como la siguiente:

$$\begin{aligned} &\text{Max (o min) } f(x) \\ &\text{s.a. } x \in [a, b] \end{aligned}$$

Como se puede observar la idea básica del problema es maximizar o minimizar el valor de una función no lineal, que no está sometida a ninguna limitación más allá de un intervalo o puntos extremos dado dentro de los cuales puede hallarse la solución.

Como primer método de solución a considerar es inevitablemente la opción del análisis de derivadas.

De ésta manera, para corroborar si existen mínimos o máximos recurridos al criterio de la derivada segunda que establece las siguientes especificaciones:

Si  $f''(x) < 0 \implies f(x)$  es un máximo local

Si  $f''(x) > 0 \implies f(x)$  es un mínimo local

Si  $f''(x) = 0 \implies f(x)$  es un punto de inflexión

### Método de la sección Áurea

El presente es un método que permite resolver un tipo particular de problema de optimización. Muchas veces, podría suceder que la función objetivo no tenga derivada o bien que resolver  $f'(x) = 0$  puede resultar complicado. Suponiendo que  $f(x)$  en un intervalo dado sea unimodal (se define a  $f(x)$  como unimodal si para un intervalo  $[a, b]$  existe un punto  $x$  tal que

$f(x)$  es estrictamente creciente en  $[a, x]$  y decreciente en  $[x, b]$  puede considerarse que habrá algún valor en  $x$  que sea la solución óptima del problema.

Sin más información que esa uno podría decir que la solución del problema estará en un intervalo  $[a, b]$ . La idea es reducir significativamente dicho intervalo a uno de menor longitud de manera progresiva hasta alcanzar un intervalo dado lo suficientemente pequeño como para considerar resuelto el problema.

Para ello, se evalúa la función objetivo en dos puntos distintos  $x_1$  y  $x_2$  dentro del intervalo  $[a, b]$ . El resultado de dicha evaluación puede estar dentro de 3 posibles casos:

- $f(x_1) < f(x_2) \implies$  la solución al problema estará dentro del intervalo  $(x_1, b]$
- $f(x_1) = f(x_2) \implies$  la solución al problema estará dentro del intervalo  $[a, x_2]$
- $f(x_1) > f(x_2) \implies$  la solución al problema estará dentro del intervalo  $[a, x_2]$

A partir de lo anterior se debe buscar un nuevo intervalo de incertidumbre más reducido hasta que el mismo sea lo suficientemente pequeño a criterio del programador. Dicha reducción se hace sobre la base de un valor " $r$ " = 0,618 el cual es la raíz positiva de la ecuación cuadrática  $r^2 + r = 1$ .

Se comienza con un  $x_1 = b - r(b - a)$  y  $x_2 = a + r(b - a)$

Los nuevos puntos a evaluar dependerán de las condiciones anteriormente mencionadas. Si:

- $f(x_1) < f(x_2)$  el nuevo intervalo de incertidumbre  $(x_1, b]$  tendrá longitud  $b - x_1$ . De este modo:

$x_3 = b - r(b - x_1) = b - r^2(b - a) \implies$  nuevo punto izquierdo que coincide con el punto derecho anterior,  $x_2$ .

$x_4 = x_1 + r(b - x_1) \implies$  nuevo punto derecho

- $f(x_1) \geq f(x_2)$  el nuevo intervalo de incertidumbre estará en  $[a, x_2)$  con longitud  $x_2 - a$ . De este modo:

$x_3 = x_2 - r(x_2 - a) \implies$  nuevo punto izquierdo.

$x_4 = a + r(x_2 - a) = a + r^2(b - a) \implies$  nuevo punto derecho que será igual al punto izquierdo anterior  $x_1$ .

La cantidad de iteraciones necesarias dependerá de la longitud final deseada en el intervalo de incertidumbre, siguiendo la siguiente relación:

$$r^k(b - a) < E$$

#### PROGRAMACIÓN NO LINEAL MULTIVARIABLE SIN RESTRICCIONES (ALGORITMO BÚSQUEDA DEL GRADIENTE)

La manera de encontrar máximos y mínimos utilizando matrices hessianas:

1. Tener la función original que se va a trabajar.
2. Calcular las primeras derivadas parciales de la función con respecto a cada una de las variables que se tiene la función original.
3. Igualar a cero las derivadas que se calcularon en el inciso anterior.
4. Simultanear las ecuaciones generadas en la igualación a cero, para encontrar el valor de cada una de las variables. Dichos valores para cada una de las variables serán las coordenadas de los puntos críticos.

5. Una vez se tienen los puntos críticos se debe calcular las segundas derivadas parciales en cada uno de estos puntos, para identificar los elementos de la matriz hessiana, ya sea matriz 2 x 2 (si la función es de dos variables), 3 x 3 (si la función es de tres variables), 4 x 4 (si la función es de cuatro variables), n x n (si la función es de n variables). 6. Resolver el determinante de la matriz, el resultado que se obtenga será la respuesta. 7. Con la respuesta se puede clasificar el punto, de acuerdo a lo siguiente:

Caso de dos variables o matriz hessiana 2 x 2:

- a) Si el determinante es mayor que cero, entonces se procede a verificar si  $F_{xx}$  es positivo o negativo. Si  $F_{xx}$  es positivo o mayor que cero entonces la función tiene un MÍNIMO LOCAL en el punto crítico. Si  $F_{xx}$  es negativo o menor que cero entonces la función tiene un MÁXIMO LOCAL en el punto crítico.
- b) Si el determinante es menor que cero entonces se concluye que la función tiene un PUNTO DE SILLA en el punto crítico.
- c) Si el determinante es igual a cero EL CRITERIO NO ES CONCLUYENTE, por lo tanto se debe buscar otra forma de determinar el comportamiento de la función.

Caso de tres o más variables, matriz hessiana 3 x 3 o n x n:

- a) Si todos los determinantes de la matriz hessiana tienen signo positivo, entonces la función tiene un MÍNIMO LOCAL en el punto crítico.
- b) Si los determinantes tienen signo alterno (comenzando con un valor negativo), entonces la función tiene un MÁXIMO LOCAL en el punto crítico.
- c) Si no se cumple lo dicho en los literales a) y b), es decir, en cualquier otro caso se concluye que EL CRITERIO NO ES CONCLUYENTE.

Algoritmo búsqueda del gradiente

En este espacio se analiza un algoritmo que permite hallar el máximo (o mínimo) de una función objetivo que consta de más de una variable, sin que se halle sometida a ninguna restricción. La teoría marca que la condición necesaria y suficiente para la optimalidad de dicha función viene dada al establecer las respectivas derivadas parciales igualándolas a cero. En esencia, la meta es alcanzar un punto en el que todas las derivadas parciales sean (en esencia) iguales a cero.

A priori se supone que si la función objetivo es diferenciable, posee un gradiente  $\nabla f(x)$  en cada punto de  $x$ . En un punto particular, el mismo es un vector cuyos elementos son las derivadas parciales evaluadas en  $x=x'$ . El significado del gradiente es que el cambio en  $x$  que maximiza la tasa de crecimiento de  $f(x)$  es un cambio proporcional a  $\nabla f(x)$ . Cuando el objetivo es encontrar la solución que maximice  $f(x)$ , es lógico pensar que uno debe moverse en dirección a dicho gradiente hasta que dicho gradiente sea igual a cero o lo suficientemente cercano a dicho valor.

OPTIMIZACIÓN DE VARIAS VARIABLES SUJETAS A RESTRICCIONES

Se utiliza para optimizar una función con restricciones, intentando encontrar los extremos de  $f$  sujeto a las siguientes condiciones:

$$h(x^{\vec{}}) \geq 0 \quad i = 1 \dots m$$

$$g_j(x^{\vec{}}) = 0 \quad j = 1 \dots p$$

Donde la  $h_i$  y  $g_j$  son funciones de las "n" variables de las  $x_1$  a las  $x_n$ .

a) Multiplicadores de LaGrange.

Cuando tenemos solamente restricciones de igualdad  $g_j(x^{\vec{}}) = 0 \quad j = 1 \dots p$  y estas funciones así como  $f$  son funciones diferenciales, entonces se aplica el método LaGrange.

Sean  $f(x, y)$  y  $g(x, y)$  funciones diferenciales si  $(x_0, y_0)$  es un punto donde hay un extremo de  $f(x, y)$  y  $g(x, y)$  sujeto a la condición:  $g(x, y) = 0$  tal que  $grad \ g(x_0, y_0) \neq 0$ , entonces existe un escalar " $\lambda$ " /:  $grad \ f(x_0, y_0) + \lambda grad \ g(x_0, y_0) = 0$  (el multiplicador  $\lambda$  de LaGrange solo multiplica a la restricción). Este teorema reduce la búsqueda de los extremos  $(x, y)$  con la condición  $g(x, y) = 0$ , aun problema sin restricciones, como lo es encontrar los puntos críticos de la función.

b)- Condiciones de Kuhn-Tucker

En éste apartado se analiza un método para obtener el óptimo a una función objetivo cuando las restricciones son inecuaciones. Es importante remarcar que una restricción del tipo  $h(x_1, x_2, x_n) \geq b$  se debe volver a escribir la misma con la forma  $-h(x_1, x_2, x_n)$ . Por ejemplo,  $2x+y \geq 2$ , deberá escribirse como  $-2x-y \leq -2$ .

La idea principal del procedimiento es hallar todos los puntos  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  que pudieran resolver el problema, excepto para casos muy raros.

En términos generales el procedimiento es muy similar al de los multiplicadores lagrangianos.

Las condiciones de Kuhn-Tucker dan las condiciones que son necesarias para que un punto  $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$  sea solución a un problema como el propuesto se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Si la función objetivo es de un problema de maximización  $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$  es una solución óptima, si cumple las siguientes restricciones con  $\bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2, \dots, \bar{\lambda}_n$  que satisfagan:
- \*  $\partial f(\bar{x}) / \partial x_j - \sum_{i=1}^{i=m} \bar{\lambda}_i * (\partial g_i(\bar{x}) / \partial x_j) = 0$
- \*  $\bar{\lambda}_i [b_i - g_i(\bar{x})] = 0$
- \*  $\bar{\lambda}_i \geq 0$

- Si la función objetivo es de un problema de minimización  $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots \bar{x}_n)$  es una solución óptima, si cumple las siguientes restricciones con  $\bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2, \bar{\lambda}_n$  que satisfagan:
  - \*  $\partial f(\bar{x})/\partial x_j + \sum_{i=1}^m \bar{\lambda}_i (\partial g_i(\bar{x})/\partial x_j) = 0$
  - \*  $\bar{\lambda}_i [b_i - g_i(\bar{x})] = 0$
  - \*  $\bar{\lambda}_i \geq 0$

Ahora bien, las condiciones establecidas anteriormente, son condiciones necesarias pero no suficientes. Si la función lagrangiana es cóncava (convexa), entonces el vector  $\bar{x}$  resuelve el problema de maximización (minimización).

### OPTIMIZACION MULTIOBJETIVO

La optimización clásica vista hasta el momento, tiene como característica principal que tiene un único objetivo claramente definido previamente. Sin embargo, existen situaciones en la vida real donde las decisiones que deben tomarse, supone la existencia de dos o más objetivos que deben optimizarse y que a su vez, están en conflicto entre sí.

En éste contexto el problema puede suponer minimizar y maximizar simultáneamente dos objetivos distintos, minimizar o maximizar ambos. Este modelo no tiene una sola solución, sino varias soluciones, que representan diferentes compromisos entre los diferentes objetivos en conflicto. Estas soluciones se denominan no dominadas, y el conjunto de todas las soluciones no dominadas se denomina frente de Pareto. El mismo se define como el conjunto de alternativas eficientes o no dominadas. Es decir, el conjunto de alternativas tales que no existe otra con todos los atributos preferidos o iguales. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, el fin último es dar una única solución, no un conjunto de posibles soluciones. Se denomina solución de mejor compromiso a la solución del conjunto eficiente que es seleccionada por el decisor.

### METAHEURISTICA

Las meta heurísticas son métodos de optimización basados en principios generales de inteligencia artificial y que aunque no garantizan hallar una solución óptima al problema, se dirigen a hallar soluciones aceptables al mismo en un tiempo prudencial. Suelen utilizarse, en general, bajo 3 hipótesis de situación:

- Ante problemas que aún no están completamente conceptualizados razón por la cual no hay métodos analíticos disponibles; o bien son demasiado complejos como para caracterizarlos.
- Cuando la resolución exacta requiere muchos recursos para su modelización.
- Ante limitaciones de tiempo para procesar y espacio de almacenamiento de datos.

En éste sentido podemos decir que el uso de métodos meta heurísticos supone la posibilidad de resolver problemas complejos en un tiempo prudencial, utilizando recursos de manera eficiente, logrando soluciones aceptables.

Entre toda la variedad de meta heurísticas existentes, en el ámbito del diseño de sistemas y redes de transporte hay dos que en los últimos años han adquirido particular relevancia: La colonia de hormigas y los algoritmos genéticos

### 1) Algoritmos genéticos

Los Algoritmos Genéticos fueron introducidos por Holland en 1975 para imitar algunos de los mecanismos que se observan en la evolución de las especies. Basándose en las principales características de la reproducción sexual, Holland creó un algoritmo que genera nuevas soluciones a partir de la unión de soluciones progenitoras utilizando operadores similares a los de la reproducción, sin necesidad de conocer el tipo de problema a resolver.

Un algoritmo genético es una meta-heurística que permite, a partir de una población inicial de soluciones, obtener soluciones potencialmente mejores mediante el cruce de varias de las soluciones originales.

Requieren el diseño de tres operadores (generalmente de tipo probabilístico) que actúan sobre objetos denominados “strings”.

- Reproducción: Selección de strings para poder proceder a la reproducción.
- Cruce: Combinación de dos o más strings para que intercambien valores, reproduciéndose.
- Mutación: Alteración espontánea de los elementos de un string

Se basan en la conocida teoría de la evolución de Darwin, por la que se establece que el conjunto de una población se combina de forma aleatoria tal y como ocurre en la evolución de las especies, para que posteriormente la naturaleza, o en nuestro caso según un criterio establecido, realice una selección de los individuos decidiendo así cuáles sobreviven o se consideran más fuertes respecto al resto y cuáles se quedan por el camino.

El lenguaje utilizado en biología es asumido por la metodología matemática, así que nos encontramos con que el conjunto de soluciones de un problema es lo que se denomina fenotipo, mientras que la información que determinan a cada individuo como tal se conoce como cromosoma. Si esta información se reescribe en forma binaria y de cadena, entonces nos encontramos con el genotipo y a cada uno de los componentes de dicha cadena se le conoce como gen. La combinación de los cromosomas iteración tras iteración nos da lo que se estipula como generaciones. Una combinación de cromosomas crea una nueva generación, o lo que es lo mismo una descendencia.

Podemos considerar que es un método de búsqueda dirigida basada en probabilidad, o un método de búsqueda de soluciones óptimas mediante la simulación de la evolución natural, o un método adaptativo que se usa para resolver problemas de búsqueda y optimización.

En general un algoritmo genético se compone de las siguientes fases:

1. Codificar la información del problema.

2. Generar aleatoriamente la población inicial: Cada individuo necesita tener codificada su información en forma de cromosoma. Cada uno de estos cromosomas son posibles soluciones del problema a estudiar.
3. Evaluación de la población: A cada cromosoma se le aplica la función de aptitud que ha elegido para su estudio. Mediante esta función asignamos un número real a cada posible solución del problema. Se otorga más probabilidad de emparejamiento a aquellas que sean mejores.
4. Reproducción: Durante el problema se eligen aleatoriamente los individuos que se van a reproducir y el cruce también se hace de forma aleatoria. Dicho cruce se realiza sobre los genotipos de cada pareja elegida como padres. Mediante el operador de cruzamiento sabremos qué parte del padre y de la madre pasa a la descendencia, así como el modo.
5. La Mutación: es el siguiente paso ya que va a contribuir a introducir diversidad en el proceso. Tal y como ocurre en la Naturaleza, las mutaciones tendrán una frecuencia baja que habrá que establecer. Consistirá en la alteración de un gen en un individuo determinado. Para generar diversidad también se introducen otras variantes, tales como ampliar la población y la aleatoriedad absoluta en la población inicial.

## 2) Algoritmo de Colonia de Hormigas

Un procedimiento heurístico de búsqueda basado en el comportamiento de las colonias de hormigas, particularmente su habilidad para encontrar el camino más corto de modo colectivo. Las hormigas tienen memoria que afecta al proceso de construcción del camino de modo que aquel camino que es de menor camino es el que tiene más probabilidad de ser elegido. En los algoritmos de colonia de hormigas se guarda memoria de las conexiones más habituales entre dos elementos consecutivos.

La meta heurística de optimización mediante Colonias de Hormigas propuesta para resolver problemas complejos de optimización combinatoria, tiene su fuente de inspiración en el comportamiento de colonias de hormigas reales. Las hormigas son capaces de seguir la ruta más corta en su camino de ida y vuelta entre la colonia y una fuente de abastecimiento. Al desplazarse cada una va dejando un rastro de una sustancia química llamada feromona a lo largo del camino seguido, "transmitiéndose información" entre ellas. Las feromonas forman un sistema indirecto de comunicación química entre animales de una misma especie, que transmiten información acerca del estado fisiológico, reproductivo y social, así como la edad, el sexo y el parentesco del animal emisor, las cuales son recibidas en el sistema olfativo del animal receptor, quien interpreta esas señales, jugando un papel importante en la organización y la supervivencia de muchas especies. Al iniciar la búsqueda de alimento, una hormiga aislada se mueve a ciegas, es decir, sin ninguna señal que pueda guiarla, pero las que le siguen deciden con buena probabilidad seguir el camino con mayor cantidad de feromona.

En éste escenario las hormigas llegan a un punto donde tienen que decidir por uno de los caminos que se les presenta, lo que resuelven de manera aleatoria. En consecuencia, la mitad de las hormigas se dirigirán hacia un extremo y la otra mitad hacia el otro extremo. Ya que las hormigas se mueven aproximadamente a una velocidad constante, las que eligieron el camino más corto alcanzarán el otro extremo más rápido que las que tomaron el camino más largo,

quedando depositada mayor cantidad de feromona por unidad de longitud en dicho camino. La mayor densidad de feromonas depositadas en el trayecto más corto hace que éste sea más deseable para las siguientes hormigas y por lo tanto, la mayoría elige transitar por él. Considerando que la evaporación de la sustancia química hace que los caminos menos transitados sean cada vez menos deseables y la realimentación positiva en el camino con más feromona, resulta claro que al cabo de un tiempo casi todas las hormigas transiten por el camino más corto.

En analogía con el ejemplo biológico, ésta meta heurística se basa en la comunicación indirecta de una colonia de agentes simples, llamados hormigas (artificiales), por medio de la huella de feromona (artificial). La huella de feromona sirve como información numérica distribuida, que las hormigas usan para la construcción probabilística de soluciones del problema a resolver y la adaptan durante la ejecución del algoritmo para reflejar su experiencia de búsqueda.

Las hormigas de la colonia se mueven, concurrentemente y de manera asíncrona, a través de los estados adyacentes de un problema, que puede representarse en forma de grafo con pesos. Este movimiento se realiza siguiendo una regla de transición basada en la información local disponible en las componentes o nodos.

#### SIMULACION

La simulación es una técnica para estudiar sistemas reales imitando su comportamiento mediante un modelo lógico-matemático a fin de servir como fuente de análisis e información para la toma de decisiones o bien para perfeccionar la conceptualización de las diferentes variables que contribuyen a la complejidad del sistema. El uso de ésta herramienta ha supuesto en algunos casos el abandono del uso de las herramientas analíticas o la búsqueda de las mismas.

Como principal características de la simulación hallamos que la misma es la mejor alternativa de observar el comportamiento de un sistema sin necesidad de intervenir directamente en el mismo. Así mismo permite recopilar información de relevancia sobre la dinámica del sistema.

Es importante destacar que la simulación no es una técnica de optimización propiamente dicho, sino una forma de ensayo abstracto que permite medir las especificaciones de desempeño de un sistema a partir de un conjunto de variables relaciones matemáticas.

La idea básica de la simulación es la construcción de un modelo experimental que simula el comportamiento de un sistema de interés en sus principales aspectos. Su objetivo es crear un entorno que permita estudiar y obtener información alternativas a través de la experimentación, sin necesidad de actuar de manera directa sobre el sistema real ya sea porque la experimentación sobre el sistema no sea posible dado que el mismo aún no existe, o bien dicha experimentación resulta inviable económicamente o inapropiado o imposible de poner en práctica.

La simulación difiere de la optimización clásica en los siguientes puntos básicos conceptuales:

- En un modelo de optimización, los valores de las variables de decisión son resultados.

Esto es, el modelo proporciona un conjunto de valores para las variables de decisión que maximiza (o minimiza) el valor de la función objetivo.

- En un modelo de simulación, los valores de las variables de decisión son entradas. El modelo evalúa la función objetivo en relación con un conjunto particular de valores.

La metodología básica de la simulación consiste en los siguientes pasos:

1. DEFINICION DEL SISTEMA: descripción del problema o del sistema analizar. Se definen límites del sistema, restricciones y medidas de desempeño que se utilizaran para evaluar el comportamiento
2. FORMULACION DEL MODELO: se construye el modelo de simulación y se definen los procedimientos que se utilizaran para aplicar el proceso. Entre otros aspectos se definen las variables que forman parte del mismo, las entradas y la cuantificación de las variables de desempeño en modelos lógicos matemáticos
3. VALIDACION DEL MODELO: determina la habilidad de un modelo para representar la realidad. Se lleva a cabo mediante la comparación de los resultados obtenidos del modelo con los obtenidos por el desempeño del sistema real.
4. Proceso de simulación:
  - Generar entradas
  - Aplicar el modelo
  - Obtener datos
5. INTERPRETACION DE LAS RESULTADOS

Para que los resultados obtenidos sean buenos es necesario asegurarse que la distribución de probabilidad propuesta pueda reflejar correctamente la realidad; y también llevar a cabo un gran número de ensayos.

Existen dos clases de modelos de simulación.

1. Modelos continuos, que manejan sistemas cuyo comportamiento cambia continuamente con el tiempo. Esos modelos suelen usar ecuaciones en diferencias y diferenciales para describir las interacciones entre los distintos elementos del sistema. Un ejemplo característico es el estudio de la dinámica demográfica mundial.
2. Modelos discretos: se aplican a sistemas discretos donde el interés principalmente se enfoca en los eventos que suceden en el sistema siendo las ecuaciones que los describen ecuaciones lógicas que expresan las condiciones para que ocurra un evento. La simulación consiste en seguir los cambios en el estado del sistema producidos por la sucesión de eventos, los cuales se entienden como un cambio en un momento determinado que afecta al estado del sistema o en alguno de sus atributos.

CAPITULO 6: EL PROBLEMA DEL DISEÑO DE RECORRIDOS Y FRECUENCIAS

El problema del diseño óptimo de recorridos y frecuencias para transporte público consiste en hallar un conjunto de recorridos, con frecuencias asociadas, sobre la base de información geográfica y de demanda conocida o estimada, con el objetivo de minimizar los costos de los usuarios y operadores, bajo determinadas restricciones que generalmente suelen ser:

- Satisfacción de la demanda;
- Niveles de servicio;
- Disponibilidad de recursos;

El que nos ocupa es un problema de optimización de dos variables distintas. Por un lado debe determinarse la estructura de cada recorrido "r" como una secuencia de nodos de la red.

Por otro lado deben determinarse los valores de las frecuencias "f". En su forma más simple de expresar puede formularse como:

$$\begin{aligned} &\min f(R; F) \\ &\text{sa} \\ &R \in CR \\ &F \in CF \end{aligned}$$

El problema de diseño de redes de transporte es un tipo de problema que, en lo que es la teoría de complejidad computacional, se define como problema NP difícil. Esto significa que, hasta el momento no se conoce un algoritmo con las especificaciones requeridas que permita lograr su resolución exacta. Esto nos está diciendo básicamente que quizás estos problemas tengan algoritmos en que se basan en principios por ahora desconocidos, o quizás estos problemas *no* pueden ser resueltos debido a que son "inherentemente difíciles".

Estos problemas tienen como característica principal que su complejidad aumenta exponencialmente como consecuencia del tamaño de los mismos. Por ejemplo, hacer una lista con todos los números existentes de 3 dígitos formados sólo por el 1, 2 y 3, tiene 27 soluciones posibles, pero hallar la misma lista con números de 8 dígitos cuyos valores van del 1 al 8, tiene 16.777.216 alternativas; razón por la cual la enumeración exhaustiva llevará muchísimo más tiempo y recursos. Este tipo de problemas llega el momento que se consideran insolubles porque para resolverlos se necesitaría más tiempo del que realmente hay disponible en el Universo.

Bajo éste escenario, el diseño de sistemas de transporte urbanos de pasajeros es un tipo de problema para el cual, la bibliografía disponible y los estudios realizados hasta el momento, no permiten encontrar una solución óptima, por lo cual se han desarrollado una serie de algoritmos de aproximación que oportunamente se mostrarán (los más destacados); y que permiten alcanzar soluciones aceptables al problema.-

Como todo problema de optimización, se estructura sobre la base de una función objetivo y restricciones, las que se analizarán a continuación.

### FUNCIÓN OBJETIVO

Un modelo de optimización para el problema que nos ocupa históricamente ha requerido la representación de los intereses de usuarios y operadores:

$$\min fU(c) + fO(c),$$

Donde  $fU(c)$  se define como la función del costo que asumen los usuarios del sistema; y  $fO(c)$  es la función que representa los costos de los operadores.

- Objetivos del usuario: viajar desde su origen hacia su destino minimizando el tiempo y costo del viaje.

Una solución óptima para los usuarios consiste en que todos viajen por su camino más corto en la con niveles de frecuencia que debieran ser los más altos posibles y sin necesidad de realizar transbordos. Sin embargo una solución semejante posiblemente sea imposible de poner en la práctica, dado el alto costo que ello genera en los operadores del servicio y porque dicha eventualidad posiblemente genera mínima ocupación del parque automotor disponible. Por tal motivo la demanda de transporte debe ser cubierta con ciertas limitaciones en términos de recorridos y frecuencias. En casos donde dichas restricciones impidan que todo par de nodos con demanda esté conectado por al menos un recorrido, se debe asegurar la conexión a través de transbordos.

- Objetivo de los operadores: Su principal objetivo es la rentabilidad del servicio, por lo cual deben minimizar el costo de operación del mismo. Para ello la ecuación económica por excelencia consiste en transportar la mayor cantidad de pasajeros con el menor costo operativo posible, lo cual se logra llevando la extensión de la red y los niveles de frecuencia a su mínima expresión. Lógicamente, ésta situación no será conveniente para los usuarios dado que atenta directamente contra sus intereses.

Es justo reconocer que, tal como se dijo en el primer capítulo, un tercer partícipe del sistema es el estado que se incluye como el participante regulador del sistema. Su principal interés es asegurar la prestación de un buen servicio a un precio aceptable para la sociedad, generalmente delegando su operación. Asume las tareas estratégicas como la determinación de frecuencias, tarifas y recorridos. Si bien es partícipe activo de la problemática, lo más frecuente es obviar la cuantificación de sus objetivos en la formulación matemática por estar incluidos implícitamente en los objetivos anteriormente especificados.

### RESTRICCIONES

Las restricciones del sistema se dividen en 2 grandes grupos:

1). Las relacionadas con las partes intervinientes en el sistema. Bajo esta perspectiva, a su vez pueden dividirse en 2 subgrupos:

\* Usuarios: a) Satisfacción de la demanda. Consiste en asegurar un “x” porcentaje de viajes que puedan ser satisfechos por el sistema, ya sea a través de viajes directos o bien por medio de transbordos.

b) Nivel de servicio: consiste en asegurar un mínimo de frecuencias a cada recorrido.

c) Confort: variable que se modela por medio de un índice de ocupación promedio del parque móvil.

\*Operadores: Disponibilidad de recursos. Generalmente se relacionan a variables de frecuencia máxima y tamaño de la flota de vehículos disponibles.

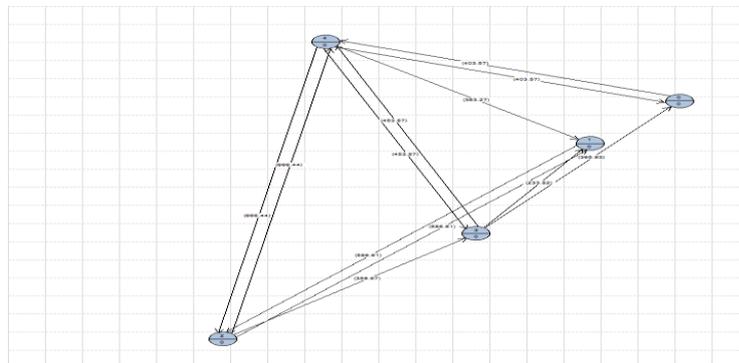
2) Restricciones técnicas: Condiciones que se establecen como deseables y que pueden relacionarse, por ejemplo, a cuestiones tales como duración o largo máximo de los recorridos, cantidad de superposiciones en una arteria de circulación, o trayectos cuya duración sea divisor o múltiplo de 60 a fin de facilitar la asignación y gestión de unidades y choferes, etc.-

### FUENTES DE DIFICULTAD DEL PROBLEMA

Existen 4 grandes fuentes de dificultad. Por un lado, el trazado de los recorridos supone un problema en sí mismo, de análisis combinatorio; y las restricciones que le impongamos al sistema determinarán un conjunto de posibles soluciones.

Por ejemplo, supongamos que hay un pequeño pueblo que posee 5 nodos que actúan como origen y destino de posibles viajes. Su grafo, se presenta a continuación:

Gráfico 6.1: cantidad de caminos posibles



Fuente: elaboración propia

Si nos preguntáramos cuántos trayectos posibles hay, primero habría que definir cuántos nodos puede tener cada trayecto. En éste caso, podría haber trayectos que incluyan 5, 4, 3 o 2 nodos. En éste sentido, la cantidad posible de viajes, serían:

- Trayectos de 5 nodos:  $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$
- Trayectos de 4 nodos:  $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 120$
- Trayectos de 3 nodos :  $5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$
- Trayectos de 2 nodos:  $5 \cdot 4 = 20$

Total de trayectos posibles: 320

Como podemos ver, la naturaleza del problema hace que llegado a un número, no necesariamente muy alto de nodos, la complejidad del problema tiene un comportamiento exponencial. Evidentemente, la enumeración exhaustiva de todas y cada una de las posibilidades existentes, sumado a su análisis crítico, es humana y tecnológicamente imposible en un tiempo prudencial. Ello hace que procedimientos de fuerza bruta o enumeración exhaustiva sean imposibles de practicar.

La segunda fuente de dificultad del problema radica en que, mientras el sistema opera y debe servir a un conjunto de variables naturales, la formulación matemática suele toparse con variables de naturaleza real, en términos matemáticos. Por ejemplo, puede suceder que la frecuencia óptima entre dos puntos, según el modelo matemático, sea de 2,5 pasadas por hora. Evidentemente, es imposible que un colectivo pase por determinado arco 2,5 veces por hora... o pasa 2 veces, o pasa 3, pero no 2,5. Esta distorsión de variables y la decisión final que se tome al respecto, supone un nuevo análisis matemático en sí mismo, que aunque no es de elevado vuelo intelectual, supone sí un proceso adicional laborioso.

La tercera fuente de dificultad del problema, radica en su naturaleza multiobjetivo. El hecho de tener que optimizar de manera simultánea 2 objetivos contrapuestos expresados en unidades matemáticas diferentes, supone una complejidad adicional. En general, optimizar los objetivos del usuario, supone soluciones que tienden a empeorar el objetivo del operador y viceversa. Bajo esta hipótesis, existen 2 soluciones probables:

- Se resumen los objetivos de usuarios y operadores en una sola formulación matemática, lo cual requiere de un manejo avanzado del análisis matemático y una correcta conceptualización de los diferentes fenómenos a fin de lograr expresar ambos objetivos en una misma unidad de medida.
- O bien se mantiene intacta la formulación multiobjetivo, con las consecuencias que ello supone; y se agrega dificultad desde la perspectiva de la resolución algorítmica y tecnológica.

La cuarta dificultad del problema radica en lo que se denomina los modelos de asignación. Los mismos básicamente intentan representar el comportamiento de los usuarios frente a un conjunto determinado de recorridos y frecuencias. Básicamente asignan la demanda a los últimos. En éste sentido los modelos de asignación presentan dificultad en dos aspectos básicos. Por un lado lo acertado o no de un modelo en lo que respecta a sus posibilidades de analizar, reproducir y anticiparse a las conductas hipotéticas que asumen los viajeros frente a una determinada oferta de servicios. Por otro lado, el esfuerzo matemático de su formulación e implementación específica. A continuación analizaremos un poco más en profundidad estos conceptos.

Los modelos de asignación, son procedimientos mediante los cuales, se asigna la demanda de transporte a la oferta correspondiente y que para realizar su cometido, se basan a hipótesis acerca del comportamiento de los usuarios dentro del sistema de transporte urbano propuesto.

Estos algoritmos lo que hacen, una vez definidas las reglas de decisión, es evaluar la función objetivo tanto de usuarios y prestadores dada una propuesta específica de recorridos y frecuencias.

El comportamiento de la demanda general y en cada usuario particular se ve afectada por 5 aspectos importantes en relación al sistema:

- Frecuencia con la que se prestan cada servicio.
- Regularidad entendida como el grado de correspondencia entre lo programado en cuanto al servicio y lo efectivamente operado.
- Información con la que cuenta el usuario en relación a las frecuencias y horarios de cada servicio.
- Tiempo de viaje de cada alternativa posible a utilizar para unir dos puntos geográficos.
- Conectividad directa o no entre el origen y destino.

En el caso puntual que nos ocupa, la mayoría de los autores utilizan un modelo de asignación basado en frecuencias. Esto quiere decir que ante un par de nodos que deben conectarse; y existiendo más de un recorrido posible que una los mismos, la demanda de cada uno de ellos será proporcional al nivel de frecuencia que tenga asignado cada uno de dichos recorridos. Lógicamente, un modelo de comportamiento como el anterior requiere inevitablemente, que se considere como hipótesis válida del modelado, la posibilidad de que exista competencia entre líneas.

En contraposición a lo anterior otro tipo de asignación utilizada, es la del “a todo o nada”, mediante la cual se asigna la totalidad de la demanda a aquella línea de transporte que presente el menor tiempo de viaje o en su eventualidad, el menor costo.

Para agregar mayor complejidad al asunto, algunos modelos tienen en cuenta el efecto de la congestión que se produce en aquellas líneas que presentan altos niveles de demanda o utilización, que reflejan el efecto que tal nivel de actividad tiene sobre el sistema, que se traduce en general como tiempos de viaje más prolongados como consecuencia de las demoras generadas a causa de mayores tiempos necesarios para el ascenso y descenso de pasajeros. Esta congestión, incluso puede llevar a extremos donde uno más pasajeros se vean obligados de “dejar pasar” uno o más colectivos como consecuencia de dicha congestión. Relacionado con lo anterior, existen también modelos de asignación que contemplan incluso, restricciones de capacidad en el servicio.

Además de lo anterior hay modelos que trabajan con hipótesis diversas que aplican por ejemplo ideas como la minimización de transbordo, la cual sostiene que los pasajeros prefieren realizar su viaje utilizando una única línea o recorrido, incluso que prefieren realizarlo de ese modo existiendo combinaciones de recorridos que ofrezcan mejores niveles de performance en términos de tiempo de viaje y costo. Sumado a lo anterior, hay modelos que consideran que si un viaje de un origen y destino específico no puede realizarse en menos de “x” cantidad de transbordos, la demanda de dicho viaje debe considerarse como insatisfecha.

Los modelos de asignación de demanda, basados en frecuencias, previamente tienen como requisito conocer con exactitud un conjunto de recorridos y frecuencias asociadas. Finalizado el proceso de asignación, el mismo es probable que haya generado en cada recorrido y arco flujos de viajeros distintos a los inicialmente especificados lo cual genera un nivel de frecuencia para cada trayecto, distinto al que inicialmente se había desarrollado. Si los valores de frecuencia inicial y final difieren en una proporción que el diseñador considera importante, se

repetirá el proceso de asignación hasta que los valores de entrada y salida de cada iteración sean lo suficientemente cercanos. En cada paso se irán realizando ajustes entre la oferta y demanda de servicios de transporte.

En cualquier caso, sea cual fuere los métodos de asignación utilizados en un modelo puntual, es lo ideal que el resultado de dicho modelo, además de interpretar correctamente la relación oferta-demanda, provea información de relevancia, como ser:

- Evaluación de las funciones objetivos.
- Tiempos de espera y viaje esperados en términos generales para el modelo.
- Proporción de viajes que pueden ser satisfechos de manera directa.
- Proporción de viajes que deben satisfacerse utilizando 1, 2 o más operaciones de transbordo.
- Proporción de viajes con demanda insatisfecha.
- Flujo de pasajeros en cada recorrido, por sección y promedio.
- Frecuencia de cada servicio.

#### ALGUNOS MODELOS EXISTENTES

Más allá de la formulación puntual de cada alternativa de análisis, se reconoce en cada procedimiento tres etapas claramente definidas:

- **Construcción:** Etapa en la que se construye el conjunto de recorridos y frecuencias que satisface la totalidad o porción de demanda establecida como restricción. Los criterios de construcción de caminos posibles son variados aunque el criterio más seguido, lógicamente, es el del camino más corto entre cada par de nodos; aunque también se considera en algunos modelos la posibilidad de realizar caminos aleatorios. Al margen de ello, inevitablemente es necesario partir desde luego, con la información de demanda.
- **Evaluación:** Realiza el cálculo de la función objetivo para una determinada solución y tiene como componente crítico el modelo de asignación de los pasajeros a la red, modelo que obviamente debe lograr representar de la mejor manera posible el comportamientos de los usuarios dentro de la red de transporte.
- **Mejora:** Realiza modificaciones a las soluciones obtenidas con el fin de mejorar la eficacia de las mismas. Dichas modificaciones pueden realizarse por medio de búsquedas locales donde se hace necesario definir una estructura de vecindad y el modo en que nos desplazaremos en la misma; y las mejoras iterativa, por medio de la cual, mediante la aplicación repetida de operaciones que buscan corregir la solución.

##### 1. Modelo de Ceder y Wilson

Ceder y Wilson presentan un modelo en 2 fases. En una primera fase se reflejan únicamente los intereses de los usuarios y tiene como objetivo hallar el conjunto de recorridos factibles. Se formulación matemática es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \min \{ \sum d_{ij} (tv_{ij} - t_{ij}) + \sum tt_{ij} \} \\ & s.a. \\ & \frac{tv_{ij}}{t_{ij}} \leq 1 + \alpha_{ij} \forall r_k \in \mathfrak{R} \\ & t_{\min} \leq t_k \leq t_{\max} \forall r_k \in \mathfrak{R} \\ & |R| \leq r_{\max} \\ & R \subset \Omega \end{aligned}$$

Donde:

$\alpha_{ij}$  es el desvío máximo tolerado para el tiempo de viaje en vehículo para los pasajeros de van de i a j utilizando la solución de recorridos “R”, respecto del camino mínimo para unir dichos nodos.

$t_{\min}$  y  $t_{\max}$  son tiempo mínimo y tiempo máximo respectivamente de recorrido.

$r_{\max}$  es la cantidad máxima de recorridos permitidos para la solución R.

$Tv_{ij}$ : Tiempo de viaje entre i y j.

$T_{ij}$ : Tiempo de viaje mínimo entre i y j.

$Tt_{ij}$ : Tiempo de transbordo.

En esta primera fase, se reflejan únicamente los objetivos de los usuarios, minimizando las diferencias entre tiempos de viaje efectivo y óptimo, y los tiempos de transbordo, sujeto a una desviación máxima permitida ( $\alpha_{ij}$ ).

\* $t_{\min}$  y  $t_{\max}$  son duraciones de recorridos mínima y máxima respectivamente.

\* $r_{\max}$  es un valor que indica una máxima cantidad de recorridos en la solución R.

\* $\Omega$  es el conjunto de todos los recorridos posibles.

En una segunda fase, el método propuesto, establece una segunda formulación matemática que es como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} & \min \{ a_1 ( \sum d_{ij} (tv_{ij} - t_{ij}) + \sum tt_{ij} + \sum te_{ij} ) + a_2 \sum f_k t_k \} \\ & s.a. \\ & \frac{tv_{ij}}{t_{ij}} \leq 1 + \alpha_{ij} \forall r_k \in \mathfrak{R} \\ & t_{\min} \leq t_k \leq t_{\max} \forall r_k \in \mathfrak{R} \\ & |R| \leq r_{\max} \\ & R \subset \Omega \\ & \sum f_k t_k \leq W_{\max} \\ & f_k \in \mathfrak{R}^+ \end{aligned}$$

En ésta segunda etapa, puede verse, se incluyen dos términos a la ecuación ( $Te$  y  $f_k t_k$ ) que se refieren, específicamente, a los tiempo de espera y cantidad de unidades de transporte necesarias para el funcionamiento del sistema. En ésta etapa, se definen, para cada trayecto, las frecuencias asociadas correspondientes.

Como puede verse, además se establecen 2 nuevas restricciones de importancia: frecuencia mínima de cada trayecto, y tamaño máximo de la flota ( $W_{\max}$ ). Esta etapa está centrada en los intereses de los operadores del servicio.

Bajo ésta mirada, el problema se presenta como un proceso de programación multiobjetivo: minimizar el tiempo de viaje para el usuario (tiempo en vehículo, tiempo de espera y tiempo de transferencias a cada uno de los cueles se le establece un peso específico) y minimizar el tamaño de la flota requerida por parte del prestador del servicio.

El método de diseño propiamente dicho consiste en formular un conjunto de rutas posibles entre un origen y destino que cumplan con una restricción de tiempo máximo de conexión establecido.

A estas rutas anteriores, se le añaden rutas directas entre pares de nodo con demanda alta de pasajeros. Luego, a partir de ellas se calcula en número de transferencias requeridas para cada par de nodos fijándose un valor máximo a 1 o 2.

El conjunto mínimo de rutas se obtiene como un problema de cobertura identificando aquellas rutas o combinaciones de rutas que permiten cubrir los diversos orígenes y destinos que minimicen la desviación respecto de un camino mínimo, asegurando una correcta conectividad de acuerdo a las restricciones planteadas.

Luego se asignan los pasajeros a las rutas y se calculan las frecuencias por medio de procesos iterativos.

## 2. Modelo de Baaj y Bahmassani

$$\begin{aligned} & \min \{ a_1 ( \sum d_{ij} (tv_{ij} + te_{ij} + tt_{ij}) ) + a_2 \sum f_k t_k \} \\ & s.a. \\ & f_k \geq f_{\min} \forall r_k \in R \\ & LF_k = \frac{\Phi_k}{f_k CAP} \leq LF_{\max} \forall r_k \in R \\ & \sum f_k t_k \leq W_{\max} \\ & |R| \leq r_{\max} \\ & f_k \in \mathfrak{R}^+ \\ & \sum f_k t_k \leq W_{\max} \\ & f_k \in \mathfrak{R}^+ \end{aligned}$$

Se propone minimizar una función objetivo que incluye a los objetivos de los usuarios y operadores del sistema, ponderándolos (es decir, establece una jerarquía de importancia entre ellos) a través de 2 coeficientes ( $a_1$  y  $a_2$ , respectivamente) que además actúan como conversores de unidades matemáticas.

El objetivo de los usuarios se representa como la minimización de los tiempos de viaje (espera, en vehículo y transbordo) para todo par de nodos ( $i; j$ ) de la red  $G$ . Los tiempos están ponderados por las demandas en la función objetivo de los usuarios por lo que los pares ( $i; j$ ) de alta demanda tendrán más posibilidad de ser transportados por el camino mínimo y con mayores niveles de frecuencia.

Los objetivos de los operadores están representados por la cantidad de buses necesarios para cubrir todos los recorridos de  $R$  con las frecuencias de  $F$ .

LF<sub>k</sub> es el factor de carga o utilización crítica del recorrido; y es el que determina el valor de frecuencia asociado al recorrido.

CAP es la capacidad de pasajeros sentados en los buses.

LF<sub>max</sub> es el máximo factor de carga permitido.

CAP: capacidad de pasajeros sentados

∅\*<sub>k</sub>: el máximo flujo por arco en el recorrido.

El algoritmo se compone de 3 procedimientos independientes:

1. El primero genera un conjunto de recorridos entre los pares de nodos de mayor demanda, utilizando el camino mínimo que los conecta e insertando posteriormente a ello nodos adicionales según criterios preestablecidos. De manera paralela, se eliminan recorridos entre pares de nodos que estén ya cubiertos por un recorrido anterior, y cada recorrido rescatado se va expandiendo al agregar nodos sobre la base de criterios diversos, como ser, máxima demanda, mínimo costo, etc.

En cada nueva ruta y/o expansión de un recorrido, se evalúa los valores de demanda satisfecha de manera directa y por medio de transbordo comparándolo con las restricciones impuestas al respecto.

2. Se implementa un componente de evaluación la cual asigna los pasajeros a la red y calcula las frecuencias de conformidad con la limitación de capacidad de las unidades de transporte. Este mismo modelo evalúa la posibilidad de realizar transbordos como alternativa factible de conectividad entre dos nodos no conectados directamente.
3. Un tercer componente es de mejora que consiste en la implementación de 4 acciones concretas: eliminación de recorridos con baja demanda; combinación de recorridos, división de recorridos e intercambio de puntos de transbordo con el objetivo de generar mejoras en los costos del usuario o del operador del servicio.

El problema se presenta con restricciones que se relacionan a la determinación de una frecuencia mínima en todos los recorridos, un factor máximo de carga en el vehículo y un número máximo de unidades de transporte.

El algoritmo propuesto por los autores comienza definiendo un conjunto de rutas directas entre los principales (mayor demanda) nodos de orígenes y destinos.

Una vez determinados las rutas de demanda alta, se utilizan estrategias de selección que permitan identificar nodos de intersección entre rutas con el fin de generar el conjunto final de recorridos.

Luego de ello, se genera la asignación de pasajeros a la red y se determinan las frecuencias de cada ruta en relación al factor de carga máximo permitido.

Terminada la asignación se evalúa la red para identificar el número de viajes satisfechos con desplazamientos directos, con una transferencia o dos transferencias, y el tiempo total de espera, el tiempo de recorrido y el tiempo de transferencia en la red planteada.

3. Modelo de Israeli y Ceder

A Diferencia de los 2 modelos anteriores, éste mantiene intacta la naturaleza multiobjetivo del problema, con la siguiente formulación:

$$\text{Min}Z_1 = \left\{ \sum d_{ij} \left[ a_1 (tv_{ij} + tt_{ij}) + a_2 te_{ij} + a_3 \sum e_k \right] \right\}$$

$$\text{Min}Z_2 = \sum N_k$$

s.a.

$$R \subseteq \Omega$$

$$f_k \in \mathfrak{R}^+$$

donde  $e_k$  es la desocupación media de los buses del recorrido  $r_k$ .

Se observa que en la componente que refleja los objetivos de los usuarios (Z1) se incluye la utilización de los buses, que es de interés tanto para usuarios (si el bus viaja excedido en su capacidad se reduce el confort) como para operadores (si el bus viaja con muchos asientos vacíos, la rentabilidad del recorrido disminuye).

Los coeficientes  $a_1$  y  $a_2$  ponderan la importancia de los costos de viaje y espera, y  $a_3$  pondera la importancia de la desocupación de los buses.

La resolución de este modelo de optimización implica encontrar todas las soluciones no dominadas pertenecientes al frente de Pareto óptimo; y escoger aquella que, de acuerdo a las jerarquías de objetivos definidas, mejor se adecúe al sistema.

El algoritmo de estos autores resuelve el problema de optimización multiobjetivo por medio de 7 pasos que en su conjunto realizan las tareas de construcción de soluciones, evaluación y análisis multiobjetivo.

- A. Construcción de recorridos. Genera todos los recorridos factibles entre los pares de nodos terminales previamente identificados, según restricciones de máximo desvío del camino mínimo o máxima duración del recorrido.
- B. Se construyen recorridos adicionales y se identifican puntos de transbordo. Genera recorridos que conectan los pares de nodos de alta demanda (e insertando tramos adicionales hasta los terminales), e identifica los puntos de transbordo de forma de crear recorridos adicionales para satisfacer totalmente la demanda.
- C. Selección de subconjunto óptimo.
- D. Cálculo de costos de usuarios. Realiza la asignación de la demanda a recorridos, minimizando los tiempos de viaje en vehículo. El modelo considera la competencia entre líneas, reflejando las preferencias del usuario por medio de funciones probabilísticas.
- E. Cálculo de costos de operadores. Calcula el tamaño de la flota necesaria para satisfacer la demanda, bajo determinados niveles de frecuencia
- F. Construcción de conjuntos alternativos de recorridos. El algoritmo propuesto resuelve un modelo de optimización multiobjetivo, por lo que una solución al mismo consiste en un conjunto de soluciones no dominadas. Dado que el algoritmo en principio produce inicialmente un solo conjunto de recorridos, este componente tiene como

propósito la generación de recorridos alternativos, de forma de aumentar la cardinalidad del frente de Pareto hallado.

- G. Análisis multiobjetivo. El propósito de este componente es procesar las soluciones halladas en el componente anterior, de forma de permitir la toma de una decisión respecto a qué solución se ha tomar como válida. Una de las tareas que implementa este módulo es el ajuste lineal de la curva costo-beneficio, de forma de permitir comprender la relación entre costos de usuarios y operadores en el frente hallado.

#### 4. Modelo de Ngamchai y Lovell

Los autores proponen un modelo mediante el cual asumiendo simplificaciones en el modelo de asignación, se pueden derivar de forma analítica las frecuencias óptimas para una determinada configuración de recorridos R. La formulación propuesta es la siguiente:

$$\begin{aligned} \min \{ & a_1 \sum_{i,j \in [1..n]} d_{ij} t v_{ij} + \frac{a_2}{2} \sum_{r_k \in R} \sum_{i,j \in [1..n]} \frac{d_{ij} \alpha_{ijk}}{f_k} + C_v \sum_{r_k \in R} f_k t_k \} \\ \text{sa} \quad & R \subseteq \Omega \\ & f_k \in \mathbb{R}^+ \end{aligned}$$

donde

$C_v$  es el costo de operación por unidad de tiempo de cada bus.

$\alpha_{ijk}$  es una variable resultante de la aplicación del modelo de asignación para una determinada solución S, el cual asume que todos los pasajeros que viajan del origen i al destino j utilizan solamente el recorrido más corto (de costo  $t_{c_{ij}}$ ), si es que tienen más de una opción. Se define como  $\alpha_{ijk} = 1$  si los pasajeros que viajan de i a j utilizan el recorrido  $r_k$ , 0 en caso contrario.

Bajo la hipótesis de asignación todo o nada se puede derivar una expresión para frecuencias óptimas:

$$f_k = \max \left\{ \sqrt{\frac{a_2 \sum_{i,j \in [1..n]} d_{ij} \alpha_{ijk}}{2 t_k C_v}}, f_{min} \right\}$$

La función objetivo de este modelo está expresada en las unidades \$/hora, por lo que los coeficientes  $a_1$  y  $a_2$  deben reflejar los costos monetarios de los tiempos de viaje en vehículo y espera respectivamente.

A los fines de la implementación del modelo se vale de una serie de algoritmos genéticos que permiten resolver el modelo de optimización.

Para el diseño de una población inicial de posibles soluciones se utiliza un algoritmo de reglas aleatorias para la generación de posibles recorridos iniciales. El mismo consiste en escoger aleatoriamente un nodo inicial y un nodo adyacente. De ellos se escoge un extremo y se busca un nuevo nodo adyacente.

La generación de los siguientes recorridos utiliza un algoritmo similar, modificándose alguna regla sobre la elección del primer nodo.

El proceso de mejora utiliza operadores de diversa índole:

- División de recorridos: Corrige recorridos en los cuales detecta grandes fluctuaciones de flujo de pasajeros en sus diferentes secciones. Se selecciona el recorrido con mayor diferencia entre sus dos arcos de menor flujo y si esta diferencia es mayor que un valor establecido, el recorrido se divide en tres, uno formado por el arco de menor flujo, y los dos resultantes de eliminar dicho arco del recorrido original.
- Generación de recorridos: en éste caso se identifica recorridos con diferencias entre sus arcos de mayor flujo y si la diferencia es importante, crea un nuevo recorrido formado por el arco de mayor flujo.
- Adición de arco. Este operador verifica la existencia de arcos no utilizados en recorridos, que conecten directamente pares de nodos de alta demanda. En caso de detectar una situación semejante, crea un nuevo recorrido formado por dicho arco.
- Extracción de arco: identifica arcos de flujos bajos dentro de los recorridos formados a fin de quitarlos de los mismos. Esta operación se acompaña con una de control mediante la cual se verifica que en caso de extraerse el arco en cuestión, los nodos relacionados sigan siendo igualmente alcanzables. Al quedar fragmentado el recorrido en cuestión el mismo se elimina y es reemplazado por dos recorridos resultantes.
- Intersección de recorridos: Se seleccionan recorridos de manera aleatoria y se analizan los recorridos que lo cruzan. Los recorridos involucrados se dividen en los puntos de intersección y los fragmentos obtenidos se combinan con el objeto de hallar posible conveniencia de unirlos a fin de generar posibles ahorros en los transbordos.
- Punto de transbordo identifica recorridos que se interceptan e intenta cambiar los puntos de intersección por medio de una búsqueda a través de puntos adyacentes a los mismos con el fin, también, de identificar alternativas de transbordo que minimicen las necesidades de al respecto y maximice la conexión directa entre cada par de nodos de origen y destino.
- Asignación de demanda y cálculo de frecuencia: Utiliza el criterio de asignación a todo o nada donde asigna el flujo de pasajeros a los distintos recorridos respetando un criterio de mínimo tiempo de viaje. Posteriormente hace el cálculo de frecuencias asociadas a cada trayecto.

##### 5. Modelo de Krishna Rao *et al.*

Presenta un modelo en dos fases, inspirado en los modelos de Ceder y Wilson y Baaj y Mahmassani. La división en fases está motivada por los métodos de resolución. El modelo para la primera fase es el siguiente:

$$\min \sum d_{ij} (tv_{ij} + tt_{ij})$$

*s.a.*

$$R \subseteq \Omega$$

donde se consideran solamente los objetivos de los usuarios, y las variables de decisión son solamente los recorridos.

El modelo para la segunda fase incluye los objetivos de los operadores, en la forma del tamaño de la flota requerida:

$$\min \{ a_1 ( \sum d_{ij} (tv_{ij} + te_{ij} + tt_{ij}) ) + a_2 \sum f_k t_k \}$$

*s.a.*

$$f_k \geq f_{\min} \quad \forall r_k \in R$$

$$LF_k = \frac{\Phi_k}{f_k CAP} \leq LF_{\max} \quad \forall r_k \in R$$

$$R \subseteq \Omega$$

$$f_k \in \mathfrak{R}^+$$

Ellos resuelven los modelos de optimización mediante 3 acciones de construcción, evaluación y mejora utilizando algoritmos genéticos usando 3 componentes básicos: identificación de corredores, ruteo y programación en 2 etapas. La primera que obtiene los recorridos optimizando los objetivos de los usuarios, para luego establecer las frecuencias respectivas resolviendo la optimización de usuarios y operadores.

El proceso de identificación de corredores identifica los recorridos de mayor preferencia por parte de los usuarios asumiendo que los mismos desean utilizar el corredor de camino mínimo, suma el flujo esperados de viajeros en el mismo y compara dicho valor con un valor de referencia que se utiliza como medida mínima a alcanzar para aceptar al recorrido como un corredor aceptable. Dicho proceso genera como salida una lista de corredores que en su conjunto determina el conjunto de recorridos a considerar y cuyos extremos se convierten en input del proceso de ruteo.

Este componente utiliza Algoritmos Genéticos para producir un conjunto de recorridos, donde cada gen es un ordinal que representa un camino posible para cada uno de los pares de nodos extremos de los corredores. El conjunto de caminos posibles para un par de nodos determinado (*i; j*) está compuesto por los caminos más cortos de *i* a *j*. De esta forma el algoritmo selecciona para cada par de nodos extremos de los corredores, un valor en el conjunto [1; : : : *k*], con *k* predeterminado. Adicionalmente el método aplica un modelo de asignación, para obtener los requerimientos de frecuencias en cada recorrido.

El algoritmo de *programación* produce las frecuencias asociadas a cada uno de los recorridos de la solución producida por el algoritmo de ruteo. Para ello utiliza nuevamente

Algoritmos Genéticos, donde los genes representan las frecuencias, asignando un bajo valor de aptitud a aquellas que no cumplen con un factor de carga predeterminado.

Los operadores genéticos utilizados en ambos algoritmos son los clásicos de reproducción, cruzamiento y mutación.

### CONCLUSIONES SOBRE LOS MODELOS

Todos los modelos tienen como variables de decisión el trazado de los recorridos y sus respectivas frecuencias, aunque en general nada dicen sobre la primera variable. En la función objetivo se busca minimizar su valor y se representan los intereses de los usuarios y operadores. Para los usuarios, se pretende minimizar los tiempos de viaje que incluyen los tiempos de viaje propiamente dicho (tiempo en vehículo), tiempo de espera y un tiempo que se anexa en concepto de penalización a causa de la necesidad de realizar una transbordo.

En relación a los operadores, generalmente se considera el tamaño de la flota requerida, por entender que es una de las principales fuentes de costos en operación del servicio.

Las restricciones más comunes, son los niveles de frecuencia mínima y máxima, el tamaño de la flota disponible y la ocupación promedio del parque automotor.

En términos estructurales los modelos propuestos pueden describirse bajo 2 niveles de análisis:

1. *Cantidad de fases:* En general los modelos presentados generan una formulación en una sola fase. Sin embargo por cuestiones prácticas al momento de su implementación, algunos modelos presentan formulaciones en dos fases, separando el diseño de trazados y frecuencias entre sí.
2. *Cantidad de objetivos:* La mayoría de los modelos presentados incluyen en su formulación los objetivos de los usuarios y operadores de manera conjunta en una sola expresión matemática. Esta opción inevitablemente requiere la introducción en la fórmula de coeficientes matemáticos que cumplen las funciones de realizar la conversión entre unidades matemáticamente diferentes y a la vez jerarquizar la importancia relativa de los objetivos contrapuestos. La obtención de estos coeficientes es un aspecto que no se clarifica debidamente en la mayoría de los trabajos. Es importante mencionar que en algunos trabajos, a pesar de presentar formulaciones de objetivo único, existe el concepto subyacente de modelo multiobjetivo.

CAPITULO 7: MODELO PROPUESTO

El modelo propuesto se apoya en algunas de las herramientas analizadas anteriormente a lo largo del presente trabajo. En el capítulo 3 se dijo que el transporte es un bien inferior cuyo gasto el viajero desea minimizar. Se vio también que el costo del transporte para el individuo, es una ecuación del costo generalizado cuya expresión es la siguiente:

$$G = P + VT + \emptyset$$

Donde:

P: es el precio pagado por la consumición del servicio

Vt: es el costo del tiempo invertido

$\emptyset$ : es una medida subjetiva de determinados parámetros cualitativos del servicio.

Ampliando la ecuación anterior, nos queda que:

Vt: es el costo del tiempo de acceso multiplicado por el mismo, más el costo del tiempo en viaje multiplicado por la magnitud del mismo, sumado al tiempo de espera multiplicado por el valor del tiempo de espera. De éste modo, nos queda que

$$V_t = t_a * C_{ta} + t_v * C_{tv} + t_e * C_{te}$$

Debido a que el tiempo de acceso es personalísimo y sería extremadamente complejo analizarlo y estudiarlo, el mismo no suele tenerse en cuenta al momento de estudiar la eficacia de un modelo de transporte por lo que nos queda lo siguiente:

$$V_t = t_v * C_{tv} + t_e * C_{te}$$

Ahora bien, el tiempo de espera, es un valor cuya magnitud estará fuertemente vinculada al nivel de frecuencia con que se preste el servicio. Básicamente podemos redefinir al tiempo de espera medio como "1/2f" siendo "f" el valor de frecuencia del servicio. Así:

$$V_t = t_v * C_{tv} + (1/2f) * C_{te}$$

Siendo  $C_{te}$  el valor del tiempo de esperar una hora para poder acceder al servicio.

En caso de que se desee analizar el tiempo máximo de espera, la ecuación quedará como sigue:

$$V_t = t_v * C_{tv} + (1/f) * C_{te}$$

El valor del boleto a pagar será un valor que dependerá en gran medida de la frecuencia con que se preste el servicio (f), la cantidad de horas (hs) que nos dará la cantidad total de servicio prestado. Si a ello lo multiplicamos por el kilometraje a recorrer (km), el costo por km. y lo dividimos por "1-r" siendo "r" el margen de ganancia de la empresa, nos dará los ingresos totales de la empresa para cubrir costo y margen de utilidad; y si a eso lo dividimos por la cantidad de pasajeros del sistema, nos dará el boleto promedio que cada usuario deberá abonar. Así, "P" quedará definido de la siguiente manera:

$$P = (f * h_s * k_m * c / km / (1-r)) / Pax$$

De modo que reorganizando la información anterior, nos queda que el costo para el usuario es igual a:

$$G = t_v * c_{tv} + (1/f) * c_{te} + ((f * h_s * k_m * c / km) / (1-r)) / Pax$$

Ahora bien, si la expresión anterior la tenemos en cuenta para la totalidad de los usuarios, nos queda que el costo total del sistema será desde la perspectiva de los mismos:

$$Pax * \left\{ (T_v * C_{tv}) + \left( \frac{1}{f} C_{te} \right) + \frac{(f * h_s * k_m * c / km)}{(1-r) * Pax} \right\}$$

Donde:

Pax: cantidad de pasajeros de la línea.

T<sub>v</sub>: tiempo de viaje en el vehículo.

C<sub>tv</sub>: costo del tiempo de viaje en el vehículo.

f: frecuencia.

C<sub>te</sub>: costo del tiempo de espera.

Hs: cantidad de horas en las que se presta el servicio.

Km: kilometraje de la traza.

c/km: costo por Km recorrido.

r: margen de ganancia del empresario en relación a nivel de ingresos.

De éste modo hemos llegado a la estructura genérica del modelo matemático donde la función objetivo será:

$$\min \sum_k Pax_k * \left\{ (T_v * C_{tv}) + \left( \frac{1}{f_k} C_{te} \right) + \frac{(f_k * h_{s_k} * k_{m_k} * c / km)}{(1-r) * Pax_k} \right\}$$

s.a.

$$fk \geq f_{\min} \quad D_0 > D_{0\min}$$

$$f_k \in R^+ \quad D_1 < D_{1\max}$$

$$\emptyset^*_k / f * CAP \leq Lf_{\max}$$

Donde:

D<sub>0</sub>: porcentaje de demanda satisfecha con viajes directos.

D<sub>0min</sub>: porcentaje mínimo de demanda satisfecha con viajes directos.

$D_1$ : porcentaje de demanda satisfecha con un transbordo.

$D_{1max}$ : porcentaje máximo de demanda satisfecha con un transbordo.

$Lf_{max}$  : factor de carga máximo.

F: frecuencias.

$\emptyset^*_k$  : Flujo máximo de pasajeros.

Cap: cantidad de pasajeros de la unidad.

R+: reales positivos.

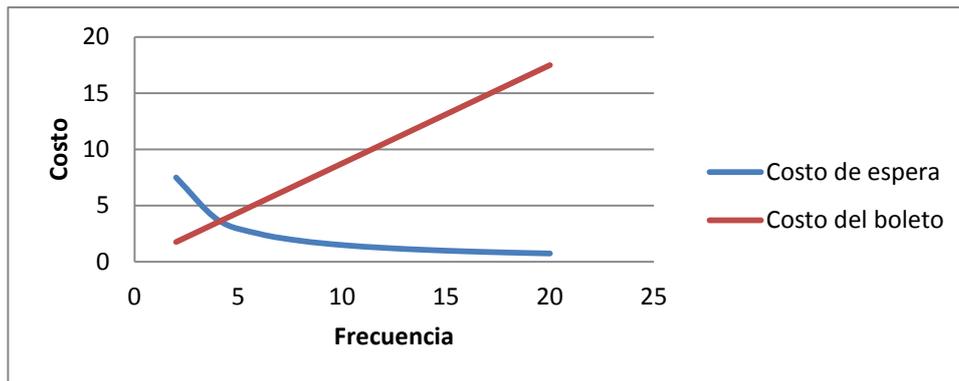
La particularidad de éste modelo radica en la posibilidad de plantear un único objetivo, que engloba a su vez los objetivos de usuario y prestadores, en una única y misma unidad matemática. Esto no es casualidad. En términos personales considero que es un error de autores anteriores considerar a los objetivos de usuarios y prestadores como objetivos contrapuestos y manejar la temática desde la perspectiva de la optimización multiobjetivo. Básicamente, en un sistema de tarifa regulada, sea cual sea el nivel de servicios prestados, el operador verá satisfechos sus intereses a través del margen de ganancia establecido por la autoridad, de modo que sea cual sea el nivel de actividad sus intereses ya estarán cubiertos a partir de "r". De este modo el objetivo del prestador queda relegado a un segundo plano e implícitamente plasmado a partir de los objetivos del usuario, dado que al margen de la ganancia establecida, para el empresario su segundo objetivo será minimizar los recursos necesarios para la prestación del servicio. Siendo que los recursos son la causa directa de la tarifa pagada por el usuario a través del boleto, nos encontramos que ambos buscan minimizar éste aspecto y el interés del prestado en minimizar recursos, se convierte en un interés también genuino del usuario de abonar la tarifa más baja posible que a su vez entra en conflicto con el costo derivado de espera para acceder al servicio. Ahora bien, desde la perspectiva del usuario, un nivel de frecuencia bajo del servicio hará que se vea acrecentado el costo del tiempo de espera. A su vez, niveles de frecuencias altas, generan que el costo del boleto se vea también acrecentado. Es decir que:

A niveles bajos de frecuencia: aumenta el costo de la espera, pero disminuye el costo del boleto promedio.

A niveles altos de frecuencia: se ve reducido el costo de la espera y se ve acrecentado el costo del boleto abonado.

Esta relación se grafica a continuación:

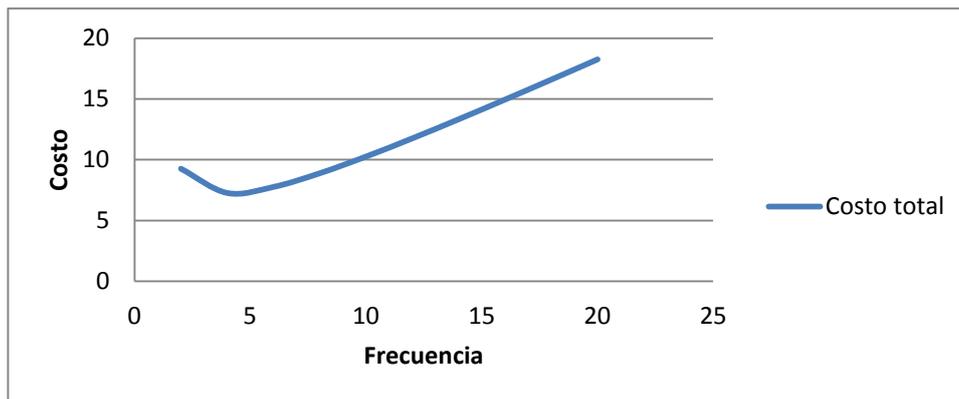
Gráfico 7.1: dinámica del costo de espera y costo del pasaje en función de la frecuencia del servicio



Fuente: elaboración propia

A continuación vemos la gráfica de cómo se comporta el costo total del viaje en relación a los distintos niveles de frecuencias:

Gráfico 7.2: dinámica del costo total del viaje en función de la frecuencia del servicio



Fuente: elaboración propia

La particularidad de éste modelo radica en la posibilidad de plantear un único objetivo: minimizar el costo total del sistema, desde la perspectiva del usuario. Reordenando las variables de la función anterior, nos queda:

$$\min \sum_k Pax_k * \left\{ (T_v * C_{tv}) + \left( \frac{1}{f_k} C_{te} \right) + \frac{(f_k * hs_k * km_k * c / km)}{(1 - r) * Pax_k} \right\}$$

El modelo anterior, permite calcular la frecuencia de cada recorrido de manera directa a través del análisis matemático. Para ello, se deriva la expresión con respecto a f, se iguala a cero y se despeja dicha variable.

$$\frac{\partial}{\partial f_k} = \frac{c / km * hs_k * km_k}{1 - r} - \frac{pax_k * C_{te}}{f_k^2}$$

$$f_k = \sqrt{\frac{pax_k * C_{te} * (1 - r)}{hs_k * km_k * c / km}}$$

Aunque parezca una obviedad mencionarlo, es justo aclarar que al despejar “f”, se está buscando en valor de dicha variable que minimiza el valor de la función principal. En otras palabras y aplicado a nuestro caso, se está buscando el valor de la frecuencia que minimiza el costo total de transporte para el usuario del sistema.

Habiendo presentado la función objetivo del modelo y el modo a partir de la cual se calcula el nivel de frecuencia asociado para cada recorrido, pasaremos a explicitar las siguientes especificaciones del mismo. Como todo modelo, se apoya en el proceso de construcción-evaluación-mejora descrito anteriormente, con los siguientes criterios de asignación de la demanda a los diferentes recorridos:

-La conexión entre nodos se realiza siempre por aristas de camino mínimo (asignación a todo o nada, desde la perspectiva del diseño de la red)

-Se considera la posibilidad de que un par de nodos “i-j” pueda ser conectado por más de una línea o trayecto. Esto sumado a lo anterior significa que una misma arista o varias, pueden ser compartidas por más de un trayecto de acuerdo a las necesidades de conexión directa de la red ( $D_0$ ) a fin de minimizar transbordos.

-En caso de que un par de nodos “ij” pueda ser unido por más de un trayecto, la distribución de la demanda entre ellos, será proporcional a su nivel de frecuencias asociadas. Esto supone la posibilidad de que exista competencia entre líneas.

-No contempla efectos de congestión como consecuencia de las operaciones de ascenso y descenso de pasajeros.

-Contempla restricciones en la capacidad del vehículo.

-Permite contemplar en una única operación distintas franjas horarias.

-Considera costos constantes en las distintas aristas de la red. Esto es, cada arco de la red tiene asignado un costo específico para un determinado tipo de vehículo (utilizado a los fines del diseño) independientemente de los recorridos que lo utilizan.

-Tiempo de espera del usuario sin transbordo:  $te_{ij} = \frac{1}{2} * (\sum r_k \in R_{ij} * f_k)$

-Tiempo de espera del usuario con transbordo:  $te_{ij} = \frac{1}{2} * (\sum C_k \in C_{ij} * f_s) + \sum C_k \in C_{ij} P_{ijk} \sum T_m \in C_k P_{ijkm} / 2f_i$

El modelo propuesto consta de los siguientes pasos y procesos:

-Definición de todos los caminos mínimos para cada par de nodos origen y destino.

-Homogenización de los recorridos: en muchas ocasiones un mismo par de nodos tiene más de un camino mínimo de igual valor. Ante esta situación, una vez aplicado el algoritmo de Floyd-Warshall, puede suceder que el camino de “ida” y el de “vuelta”, teniendo un mismo valor mínimo, tenga diferentes itinerarios. A fin de evitar ésta situación se debe asegurar que el camino de ida y vuelta coincidan en su estructura.

-Eliminación de caminos mínimos inútiles por tener demanda nula de viajes: se eliminan del listado de caminos posibles aquellos caminos que resultan irrelevantes dada la demanda nula

que representan entre sus extremos. En éste mismo procedimiento se eliminan posibles aristas inútiles de la red.

-Diseño de la red: a partir de la información de demanda para cada par de nodos; y a partir de la información obtenida de todos los caminos mínimos, se diseña la red de transporte en su estructura genérica. De éste procedimiento se obtienen 2 aspectos de vital importancia: por un lado se enumeran las aristas útiles del sistema y por el otro lado se visualiza el modo en que los pasajeros deberán moverse dentro de la red de transporte. Cabe destacar que en ésta instancia, no se tiene aún noción alguna de cómo se conformará la red de transporte en términos de recorridos concretos; pero sí se tiene certeza de cuales aristas se usaran para conformar dichos recorridos. Esta información es importante dado que nos dará los parámetros básicos dentro de los cuales deben moverse las unidades de transporte en la red.

-Jerarquización de los recorridos y eliminación de recorridos redundantes. En primer lugar se ordena la lista de recorridos útiles de acuerdo a un criterio específico a fin de priorizarlos y posteriormente se eliminan recorridos entre pares de nodos que estén ya cubiertos totalmente por un recorrido anterior. Los criterios de ordenación básicos pueden ser la demanda entre los extremos, la demanda entre extremos multiplicado por la distancia, flujos de pasajeros, flujo de pasajeros multiplicado por distancia o bien demanda total de viajes que el recorrido es capaz de satisfacer. En ésta misma instancia, se eliminan recorridos con estructuras inversas, es decir, los recorridos de “vuelta”.

-Eliminación parcial de recorridos: determinados arcos de algunos recorridos se eliminan, puntualmente, los fragmentos de recorridos que estén parcialmente cubiertos por recorridos anteriores. En aquellos recorridos que han sufrido eliminaciones parciales, se convierten en recorridos propios.

-Generación de recorridos iniciales: entre los recorridos y fragmentos rescatados se diseñan recorridos parciales a fin de garantizar niveles de conectividad establecidos por el diseñador. Se evalúan los principales orígenes y destinos que representan el porcentaje deseado de conectividad directa y a partir de recorridos parciales y fragmentos se diseñan recorridos iniciales a fin de satisfacer dicha demanda. Es importante destacar que hasta éste momento, cada arista de la red es utilizada una única vez y sólo por una sólo ruta del sistema. En caso de que la satisfacción de demanda deseada no pueda hacerse mediante la unión de recorridos o fragmentos existentes en la lista inicial, se generan nuevos recorridos concretos para satisfacer la demanda puntual entre los orígenes y destinos analizados en cada iteración; o bien a los recorridos iniciales se le realiza una extensión de los mismos. A partir de ésta última operación; y en la medida que resulte necesario para asegurar niveles adecuados de conectividad, se abre la posibilidad de que las aristas sean utilizadas por más de un recorrido, dando inicio a la superposición de “pisos”.

-Se realiza una nueva eliminación de recorridos superpuestos y eliminación parcial de fragmentos para aquellos caminos agregados en el paso anterior que resulten innecesarios. Recordemos que en el caso anterior, se generó un nuevo recorrido exclusivo para un par de nodos puntuales de origen y destino.

-Se evalúa el porcentaje de demanda satisfecha sin necesidad de transbordos, uno, dos y más transbordos.

-Se generan los recorridos finales a partir de recorridos y fragmentos existentes hasta el momento. Los criterios para generar recorridos finales pueden ser diversos: unir extremos a partir de la posibilidad de satisfacer nueva demanda, complementariedad en términos de flujo de pasajeros y frecuencias estimadas, extensión del recorrido, etc.

-Asignación de pasajeros a los recorridos. La demanda de viajes se asigna a cada recorrido o conjuntos de recorridos en los casos de transbordo. En caso de un par de nodos de origen y destino que tienen más de un recorrido que pueda satisfacer dicha demanda, la misma se asigna de manera homogénea entre cada recorrido candidato en una primera etapa.

-Cálculo de frecuencias asociadas de los recorridos finales de conformidad con la asignación de pasajeros lograda en el paso anterior.

-Iteración de nueva asignación de demanda y nuevos niveles de frecuencia. Se repiten los pasos 11 y 12 con la diferencia de que de aquí en más, la asignación de pasajeros a cada recorrido en caso de varias alternativas para unir un mismo par de origen y destino, dicha asignación se hace de manera proporcional a nivel de frecuencia de cada recorrido. Dicha operación se repite de manera iterativa hasta el punto entre que las frecuencias de entrada y salida difieren de manera insignificante a criterio del diseñador.

-Cálculos de transbordos: Definidos los viajes que se realizan o deben realizarse mediante transbordos, se identifican los mismos junto al punto de la red donde el mismo se lleva a cabo como así también los recorridos intervinientes.

-Cálculo de la performance del sistema.

El presente algoritmo se pone en práctica mediante 13 módulos informáticos diseñados y programados por el autor del presente trabajo, escrito en lenguaje de programación C.

Como se ha mencionado anteriormente, la implementación del mismo, además de brindar un determinado conjunto de recorridos finales y frecuencias asociadas a cada uno de ellos, brinda la siguiente información del sistema:

- Estructura de la red
- Flujo de pasajeros dentro de la red
- Tiempos de espera y viaje esperados en términos generales para el modelo
- Proporción de viajes que pueden ser satisfechos de manera directa
- Proporción de viajes que deben satisfacerse utilizando 1, 2 o más operaciones de transbordo
- Proporción de viajes con demanda insatisfecha
- Flujo de pasajeros en cada recorrido, por sección y promedio

- Frecuencia de cada servicio
- Recursos necesarios (unidades de transporte)

VALIDACION DEL MODELOS PROPUESTO

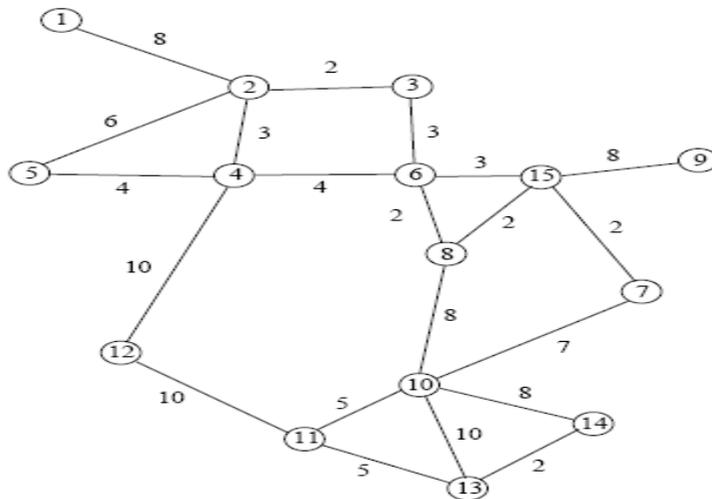
Para validar el resultado del algoritmo propuesto se utilizará el caso de Mandl, el cual trata sobre una ciudad no especificada de Suiza cuya red se compone de 15 nodos y 21 aristas con una matriz de viajes origen-destino como la que sigue:

Cuadro 7.1: matriz de distribución de viajes del caso Mandl

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	400	200	60	80	150	75	75	30	160	30	25	35	0	0
2	400	0	50	120	20	180	90	90	15	130	20	10	10	5	0
3	200	50	0	40	60	180	90	90	15	45	20	10	10	5	0
4	60	120	40	0	50	100	50	50	15	240	40	25	10	5	0
5	80	20	60	50	0	50	25	25	10	120	20	15	5	0	0
6	150	180	180	100	50	0	100	100	30	880	60	15	15	10	0
7	75	90	90	50	25	100	0	50	15	440	35	10	10	5	0
8	75	90	90	50	25	100	50	0	15	440	35	10	10	5	0
9	30	15	15	15	10	30	15	15	0	140	20	5	0	0	0
10	160	130	45	240	120	880	440	440	140	0	600	250	500	200	0
11	30	20	20	40	20	60	35	35	20	600	0	75	95	15	0
12	25	10	10	25	15	15	10	10	5	250	75	0	70	0	0
13	35	10	10	10	5	15	10	10	0	500	95	70	0	45	0
14	0	5	5	5	0	10	5	5	0	200	15	0	45	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Optimización de Recorridos y Frecuencias en Sistemas de Transporte Público Urbano Colectivo- Antonio Mautone

Figura 7.1 Grafo del caso de Mandl



Fuente: Optimización de Recorridos y Frecuencias en Sistemas de Transporte Público Urbano Colectivo- Antonio Mautone

Este caso ha sido utilizado por varios autores con el objeto de validar sus diversos procedimientos. En general y en el caso puntual que nos ocupa, dado que las variables de análisis son muy distintas al de otros autores y de otros autores entre sí, la validación directa a través del resultado a obtener no es posible si se desea “comparar” la eficacia de los diversos métodos, pero sí resulta en una buena aproximación. La razón de ésta imposibilidad radica en

la utilización de parámetros diversos y diversas variables que influyen en la toma de decisión en cada procedimiento como así también distintas hipótesis consideradas por los autores como por ejemplo, la diversidad de funciones, objetivos y sus parámetros respectivos, distintas restricciones, objetivos y modelos de asignación. El modelo propuesto se sustenta bajo las siguientes hipótesis:

-Costo Social/hora: \$32,11/h: Dicho costo se asume como el salario horario promedio del salario promedio en la ciudad al 30 de septiembre de 2013 conforme estudio del grupo Nutrientes Sur, tal es el cuadro que se muestra a continuación. Recordemos que el valor del tiempo del usuario es dato fundamental para la implementación del modelo.

Cuadro 7.2 Niveles salariales en Bariloche al 30/09/2013

**SAN CARLOS DE BARILOCHE**  
**NIVELES SALARIALES AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2013, POR SECTOR PRODUCTIVO**

Salario mensual de bolsillo, declarado (en promedio) por trabajadores dependientes (incluye adiciones por zona fría y antigüedad en los casos de relación laboral regular)			
Sector productivo / oficio o profesión	Cant.casos	\$	Básicos com. (*)
Sector tecnológico estatal	3	9.974	7.217
Organismos nac.de recaudación (DGI - Aduana)	2	9.961	
Bancos públicos o privados	5	9.934	9.862
Justicia Federal	3	9.251	
Justicia provincial	6	9.162	
Servicios públicos (electricid. / gas / agua / cloacas)	11	9.092	8.931
Administración pública nacional (ANSeS, PAMI)	3	8.889	8.452
Camioneros	2	8.219	7.081
Compañías de seguros / A.R.T.	3	8.208	
Transporte urbano de pasajeros	5	8.086	7.894
Hotelería / hostels / cabañas / bungalows	24	6.760	6.442
Gastronómicos	32	6.748	6.442
Alimentación (chocolates, productos regionales)	14	6.674	6.372
Comercio mayorista/ minorista/ servic.logística	141	6.603	6.293
Docentes del sector privado (niveles inic./prim./sec.)	14	6.517	6.111
Metalúrgicos / actividades afines	9	6.568	5.800
Docentes del sector público (niveles inic./prim./sec.)	42	6.524	6.111
Otros servic.públicos nacionales (Correo Argentino)	2	6.521	
Administración pública provincial (serv.generales)	78	6.591	
Encargados de edificio	2	6.568	5.578
Sanidad del sector privado / farmacias y droguerías	13	6.436	6.293
<b>Ingreso mensual promedio (ponderado x cant.casos)</b>		<b>6.422</b>	
Sanidad del sector público	8	6.218	5.512
Gendarmería Nacional	4	6.108	
Seguridad (policía provincial)	6	5.596	
Mecánicos	12	5.548	4.819
Construcción	59	4.986	4.482
Servicios en empresas de seguridad	6	4.886	4.931
Tejedores / otras artesanías y manufacturas reg.	8	4.694	4.741
Servicios en empresas de limpieza	4	4.089	4.127
	<b>521</b>		

(\*) Fuente: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seg.Social de la Rep.Arg., Dirección de Estudios de Relaciones del Trabajo.

Fuente: www.bariloche2000.com

$$-F_{\min} = 1/h$$

-Costo empresa/min : \$4,88/min conforme datos que se adjuntan a continuación relacionados a la actualización tarifaria del sistema en la ciudad de San Carlos de Bariloche, a finales de 2013 y principios de 2014:

Cuadro 7.3. Cuadro resumen principales variables empresa 3 de Mayo en revisión tarifaria de enero de 2014

Subsidios a recibir	41779135.9
Costos proyectados	77163000
Costo neto total	35383864.1
Km recorridos (dato estimado según actualización tarifario de 2009)	5600000
Pax comunes Proyectados	12522319
Pax sin cargo proyectados	0
Pax estudiantes privados proyectados	0
Pax eventual 1 proyectados	0
pax eventual 2 proyectados	0

Pax jubilado	0
Pax computables al costo	12522319
Velocidad comercial 21,28Km/h	

Fuente: Municipalidad de San Carlos de Bariloche

Los datos son tomados de estudios paralelos de finales y principios de 2013 y 2014 respectivamente relacionados a los niveles de ingresos de diversos sectores de la ciudad y la estructura tarifaria del sistema para San Carlos de Bariloche.

El caso de prueba de Mandl, además de ser utilizado por el autor anterior también ha sido analizado en otros casos como lo son Baaj &Mahmassani y Shih &Mahmassani. Los autores en general se han basado en algunas particularidades como las que siguen:

$D_{\min 0} = 0,7$ . Mínima proporción de demanda satisfecha con viajes directos sin transbordos

$D_{\min 01} = 1,0$ . Mínima proporción de demanda satisfecha con viajes directos o transbordos.

En relación a los puntos anteriores es de hacer notar que la proporción de demanda a satisfacer no discrimina si la misma se calcula distinguiendo entre caminos mínimos y caminos no mínimos. Este es un aspecto de particular importancia en relación al modelo propuesto en el presente trabajo dado que el modelo alternativo que se propone especifica particularmente que los pasajeros realizaran sus viajes por aristas de costo mínimo.

- $f_{\min} = 1/60$  y  $f_{\max} = 2$ . Frecuencias mínima y máxima respectivamente, expresadas en pasadas por minuto.

-CAP = 40. Capacidad de pasajeros sentados en los buses.

-LFmax = 1; 25. Factor de carga de los buses.

-pt = 5. Penalización de cada transbordo (valor arbitrario), expresado en minutos.

El punto anterior no será tenido en cuenta como métrica de performance en el presente trabajo y modelo dado que, en primer lugar la penalización toma un valor arbitrario cuya magnitud dependiendo de la discrecionalidad del diseñador puede generar que un mismo modelo de recorridos y frecuencias asociadas pueda resultar atractivo o ser desechado como consecuencia de la magnitud de la penalización propuestas. Por otra parte, es una variable que tiende a distorsionar la performance del sistema dado que el volumen final de la misma no es un valor objetivo acerca del comportamiento del esquema propuesto.

En la siguiente tabla podemos observar la comparación de los resultados obtenidos en diversos trabajos en relación al caso de validación propuesto:

Cuadro 7.4: Comparación de resultados obtenidos de diversos autores

	Mandl	Bajj & Mahamassani			SHIH & MAHMASSANI			PRESENTE TRABAJO	
		B&M 1	B&M2	B&M3	S&M1	S&M2	S&M3	1	2
D0 por camino mínimo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	75.14	87.41
D1 por camino mínimo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	22.93	11.69
D2 por camino mínimo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	1.93	0.9
D0 sin camino mínimo	69.94	78.61	79.96	80.99	82.59	87.73	82.59	75.91	89.15
D1 sin camino mínimo	29.93	21.39	20.04	19.01	17.41	12.27	17.41	23.57	10.85
D2 sin camino mínimo	0.13	0	0	0	0	0	0	0.52	0
Cantidad de rutas	4	6	8	7	6	8	6	8	8
Tiempo de viaje total	177400	168076	169101	180350	191826	187665	191826	155790	155790
Tiempo de espera total	18144	20930	25931	27719	19726	24175	19726	25880	25978
Tiempo total objetivo	195544	189006	195032	208069	211552	211840	211552	181670	181768
Tiempo de penalización	23500	16650	15600	14800	13550	9550	13550	s/d	s/d
Tiempo total	219044	205656	210632	222869	225102	221390	225102	s/d	s/d
Recursos necesarios	99.3	89.3	76.9	82.2	87	77	87	73.8	74.17

Fuente: elaboración propia

s/d: hace referencia a la frase “sin datos”. Se debe básicamente a la falta de especificación ya sea debido a que la variable no se discrimina o no es tenida en cuenta en los estudios de referencia.

D<sub>0</sub>: demanda satisfecha sin realizar transbordos.

D<sub>1</sub>: demanda satisfecha realizando un transbordo.

D<sub>2</sub>: demanda satisfecha realizando 2 o más transbordos.

Entendemos como tiempo de viaje total al tiempo total dentro del vehículo por parte de todos los pasajeros; tiempo de espera total como el tiempo estimado total que los pasajeros pasan a la espera de acceder al servicio; y al tiempo total objetivo como la suma del tiempo de viaje total y tiempo total de espera.

Analizando los resultados plasmados en el cuadro anterior se pueden especificar algunos puntos importantes. En primer lugar el tiempo total objetivo de viaje, en las simulaciones realizadas por el procedimiento propuesto en el presente trabajo, es menor al obtenido por otros autores. Descomponiendo este tiempo entre tiempo de viaje y tiempo de espera, vemos que el primero es menor en todos los casos y se mantuvo constante en ambas simulaciones debido al tipo de asignación de demanda a las aristas de viajes y debido a que, independientemente de la cantidad de autobuses o “líneas” de autobuses que deban utilizarse para realizar el viaje, la ruta será siempre la misma y seguirá el trayecto de camino mínimo. Autores anteriores han tenido, como se observa, valores dispares en relación al tiempo de viaje posiblemente debido a la multiplicidad de alternativas de ruteo que pueden existir para unir un mismo origen y destino utilizando criterios distintos al del camino mínimo.

En cuanto al tiempo de espera, las simulaciones realizadas con el procedimiento ofrecido han obtenido los niveles más altos de espera por parte de los pasajeros. Posiblemente esto esté reflejando niveles de frecuencias más bajos en relación a los obtenidos por otros autores. Sin embargo esta “debilidad” del sistema se ve sumamente compensada por el tiempo total de

viaje en vehículo, lo que pone de manifiesto que el criterio de realizar el ruteo de las diferentes líneas a partir de caminos mínimos es una alternativa válida de diseño.

En términos de conectividad, variable que indirectamente puede analizarse a partir del porcentaje de viajes que deban realizarse sin necesidad de transbordos, utilizando uno o más de ellos, sólo puede analizarse a partir del criterio de que dichas conexiones pueden hacerse sin utilizar camino mínimo dado que los autores anteriores sólo la han analizado desde dicha perspectiva. En éste contexto vemos 2 particularidades.

- Observando los resultados obtenidos en ambas simulaciones con el método propuesto y comparándolas entre sí se ve una disparidad importante entre una y otra habiendo logrado mejores resultados en la segunda alternativa.
- Observando los resultados obtenidos en relación a los resultados de autores anteriores, no se observan valores que representen una clara ventaja en términos de conectividad aunque se han logrado mayoritariamente mejores valores, sobretodo, en la segunda simulación.

Otro punto interesante de resaltar en relación al criterio de conectividad de las soluciones obtenidas, es que analizar las mismas desde la perspectiva de la conectividad por camino mínimo y sin camino mínimo, no se ven grandes alteraciones en la performance lograda bajo la perspectiva de un criterio y otro.

Realizando la comparación podemos observar que las dos simulaciones llevadas a cabo mediante el procedimiento propuesto, la sumatoria de los tiempos de viaje y espera son los menores de todos los hallados. En relación a los recursos necesarios se puede observar igualmente que tienen menor magnitud. Dicha magnitud se obtiene a través de la sumatoria de la cantidad de frecuencias de cada línea multiplicada por el tiempo de cada trayecto. Atento a los resultados obtenidos y a pesar de que la comparación directa no es posible dado lo planteado al comienzo del caso, se puede considerar al método propuesto como válido para hacer frente a la problemática planteada garantizando la posibilidad de hallar soluciones aceptables a la misma.

A los fines ilustrativos detallaremos los resultados obtenidos en algunas partes importantes del modelado del proceso para la primera simulación realizada que fue, entre las dos, la que mejores resultados ha obtenido.

Diseño de la red: En ésta instancia se diseña una matriz cuyo objetivo es determinar el flujo de pasajeros dentro de la red y las conexiones respectiva a realizar por el sistema en términos de nodos a conectarse y aristas a utilizar. El primer cuadro muestra la cantidad de pasajeros que atravesaran una arista ya sea porque la misma una el origen y destino del viaje en cuestión o bien porque dicha arista sea arista intermedia necesaria para unir un origen y destino distintos.

Cuadro 7.5 Matriz de flujo de pasajeros

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,	1320,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
2	1320,	0,	1455,	265,	160,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
3	0,	1455,	0,	0,	0,	1550,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
4	0,	265,	0,	0,	320,	805,	0,	0,	0,	0,	0,	125,	0,	0,	0,
5	0,	160,	0,	320,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
6	0,	0,	1550,	805,	0,	0,	0,	2315,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	560,
7	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	650,	0,	0,	0,	0,	665,
8	0,	0,	0,	0,	0,	2315,	0,	0,	0,	2365,	0,	0,	0,	0,	65,
9	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	310,
10	0,	0,	0,	0,	0,	0,	650,	2365,	0,	0,	1130,	0,	605,	235,	0,
11	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1130,	0,	395,	180,	0,	0,
12	0,	0,	0,	125,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	395,	0,	0,	0,	0,
13	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	605,	180,	0,	0,	60,	0,
14	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	235,	0,	0,	60,	0,	0,
15	0,	0,	0,	0,	0,	560,	665,	65,	310,	0,	0,	0,	0,	0,	0,

Fuente: elaboración propia

El segundo cuadro y a fin de visibilizar la estructura de la red, muestra los nodos que requieren conexión entre sí, especificando los mismos con un 1 en la matriz y un cero en caso que no requieran estar unidos.

Cuadro 7.6: Matriz de conexiones

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
3	0,	1,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
4	0,	1,	0,	0,	1,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,
5	0,	1,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
6	0,	0,	1,	1,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,
7	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	1,
8	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	1,
9	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,
10	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	1,	0,	0,	1,	0,	1,	1,	0,
11	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	1,	1,	0,	0,
12	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,
13	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	1,	0,	0,	1,	0,
14	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	1,	0,	0,
15	0,	0,	0,	0,	0,	1,	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,

Fuente: elaboración propia

En los pasos siguientes, se procedió a eliminar aquellos caminos mínimos con demanda de transporte cero por no existir viajes entre sus extremos o bien porque sus nodos intermedios tampoco la tengan, lo que llevó la cantidad de trayectos de 225 a 172 candidatos.

En los pasos 5 y 6, de los recorridos candidatos que podrían considerarse como útiles, se eliminaron aquellos recorridos redundantes y fragmentos de caminos mínimos redundantes. Se entiende como recorrido redundante como aquel recorrido que está incluido en otro de mayor extensión. Así mismo se entiende como fragmento redundante aquella parte de un recorrido mínimo que está parcialmente cubierto en otro recorrido. El resultado de tal operatoria generó como recorridos útiles los siguientes:

{1,2,3,6,8,10,11,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{10,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{5,4,6,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{10,14,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{6,15,7,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{15,9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{7,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{12,11,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{12,4,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{2,5,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{11,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{13,14,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{15,8,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},

A partir de la lista anterior de candidatos se va trabajando uniendo distintos fragmentos a partir de las posibilidades existentes y cumpliendo los requerimientos de conectividad, demanda y limitaciones operativas llegando a los siguientes recorridos finales.

{1,2,3,6,8,10,11,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{6,15,7,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{5,4,6,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{10,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{2,4,12,11,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{8,15,9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{10,14,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},  
{2,5,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},

Posteriormente se evalúa la conectividad lograda por la estructura del sistema en sus criterios de conexión mediante camino mínimo y sin camino mínimo. Las tablas siguientes muestran para cada par de nodos origen y destino especificando la cantidad de transbordos a realizar para unirlos según cada criterio de conectividad.

a) **Control de conectividad por camino mínimo**

Cantidad de viajes sin transbordo: 11700

Cantidad de viajes con un transbordo: 3570

Cantidad de viajes con 2 transbordos o más: 300

Cuadro 7.7: conectividad entre origen y destino por camino mínimo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	0
3	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1	1	0
4	1	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	0	2	2	0
5	1	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1	2	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0
8	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0
9	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	2	2	0	0	0
10	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
11	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0
12	1	0	1	0	1	1	2	2	2	1	0	0	1	0	0
13	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
14	0	1	1	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

b) Control de conectividad sin caminos mínimos:

Cantidad de viajes sin transbordo: 11820

Cantidad de viajes con un transbordo: 3670

Cantidad de viajes con 2 transbordos o más: 80

Cuadro 7.8: conectividad entre origen y destino sin camino mínimo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,	0,	0,	1,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	0,	1,	1,	0,	0,
2	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	1,	0,
3	0,	0,	0,	1,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	0,	1,	1,	1,	0,
4	1,	0,	1,	0,	0,	0,	1,	1,	2,	1,	0,	0,	0,	1,	0,
5	1,	0,	1,	0,	0,	0,	1,	1,	2,	1,	1,	1,	1,	0,	0,
6	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	1,	1,	1,	0,
7	1,	1,	1,	1,	1,	0,	0,	1,	1,	0,	1,	2,	1,	1,	0,
8	0,	0,	0,	1,	1,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	1,	1,	1,	0,
9	1,	1,	1,	2,	2,	1,	1,	0,	0,	1,	1,	2,	0,	0,	0,
10	0,	0,	0,	1,	1,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	1,	0,	0,	0,
11	0,	0,	0,	0,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	1,	0,
12	1,	0,	1,	0,	1,	1,	2,	1,	2,	1,	0,	0,	0,	0,	0,
13	1,	0,	1,	0,	1,	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
14	0,	1,	1,	1,	0,	1,	1,	1,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,
15	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,

Fuente: elaboración propia

Finalizada la red de recorridos finales se procede a asignar la demanda de pasajeros a la misma. El resultado de ello, en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.9: Asignación de pasajeros a cada recorrido

TOTAL BOLETOS CORTADOS: 19750.00	
Recorrido	pax estimados
1,2,3,6,8,10,11,	10920
6,15,7,10,	2550
5,4,6,	1740
10,13,	1210
2,4,12,11,13,	1700
8,15,9,	720
10,14,13,	590
2,5,	320

Fuente: elaboración propia

Habiéndose logrado la asignación pasajeros a cada recorrido se procede al cálculo de frecuencia de cada línea como así también de diversos indicadores operativos de cada una de ellas, sobre la base de la siguiente información de importancia:

PORCENTAJE DE PASAJEROS DE LA FRANJA HORARIA 1: 100.00  
 SALARIO PROMEDIO HORARIO 32.11  
 COSTO SOCIAL: 27.61  
 COSTO VARIABLE EMPRESARIAL POR KM.: 4.87  
 CAPACIDAD PROMEDIO DEL VEHICULO: 50  
 CANTIDAD DE VEHICULOS NECESARIAS PARA LA FRANJA HORARIA 0: 69.25  
 TOTAL DE PAX: 19750

RECORRIDOS FINALES EN DETALLE

RECORRIDO 0  
 NODO DE ORIGEN: 1  
 NODO FINAL: 11  
 CANTIDAD DE NODOS: 7  
 KILOMETRAJE: 56.00  
 TIEMPO DE RECORRIDO: 56.00  
 SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 20270.00  
 FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 1689.17  
 CANTIDAD\_PAX: 10920  
 FRANJA HORARIA 1  
 HORA DE INICIO 0.00  
 HORA DE FIN 1.00  
 FRECUENCIA 33.78  
 FRECUENCIA CORREGIDA ES 34  
 CANTIDAD DE VEHICULOS 31.53  
 CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 32  
 KILOMETRAE TOTAL 1904.00  
 FLUJO DE PASAJEROS ESPERADOS DURANTE LA FRANJA HORARIA1

Cuadro 7.10 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1320	0	1455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1455	0	0	0	1550	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1550	0	0	0	0	2315	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	2315	0	0	0	2365	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	2365	0	0	1130	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1130	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.11 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	39	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	43	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	46	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	68	0	0	0	70	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	33	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 596.176453

EL RECORRIDOS FINAL ES: 1, 2, 3, 6, 8, 10, 11,

RECORRIDO 1

NODO DE ORIGEN: 6

NODO FINAL: 10

CANTIDAD DE NODOS: 4

KILOMETRAJE: 24.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 24.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 3750.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 625.00

CANTIDAD\_PAX: 2550

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 21.95

FRECUENCIA CORREGIDA ES 22

CANTIDAD DE VEHICULOS 8.78

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 9

KILOMETRAE TOTAL 528.00

FLUJO DE PASAJEROS ESPERADOS DURANTE LA FRANJA HORARIA1

Cuadro 7.12 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650	0	0	0	0	665
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	650	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	560	665	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.13 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 170.454559

EL RECORRIDOS FINAL ES: 6, 15, 7, 10,

RECORRIDO 2

NODO DE ORIGEN: 5

NODO FINAL: 6

CANTIDAD DE NODOS: 3

KILOMETRAJE: 16.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 16.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 2250.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 562.50

CANTIDAD\_PAX: 1740

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 22.21

FRECUENCIA CORREGIDA ES 22

CANTIDAD DE VEHICULOS 5.92

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6

KILOMETRAE TOTAL 352.00

FLUJO DE PASAJEROS ESPERADOS DURANTE LA FRANJA HORARIA1

Cuadro 7.14 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	320	805	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	805	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.15 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	15	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 102.272720

EL RECORRIDOS FINAL ES: 5, 4, 6,

RECORRIDO 3

NODO DE ORIGEN: 2

NODO FINAL: 13

CANTIDAD DE NODOS: 5

KILOMETRAJE: 56.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 56.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 1930.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 241.25

CANTIDAD\_PAX: 1700

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 11.73

FRECUENCIA CORREGIDA ES 12

CANTIDAD DE VEHICULOS 10.95

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 12  
 KILOMETRAE TOTAL 672.00

Cuadro 7.16 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	395	180	0	0
12	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	395	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.16 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15	0	0	0
12	0	0	0	10	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 160.833328

EL RECORRIDOS FINAL ES: 2, 4, 12, 11, 13,

RECORRIDO 4

NODO DE ORIGEN: 10

NODO FINAL: 13

CANTIDAD DE NODOS: 2

KILOMETRAJE: 20.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 20.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 1210.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 605.00

CANTIDAD\_PAX: 1210

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 16.57

FRECUENCIA CORREGIDA ES 17

CANTIDAD DE VEHICULOS 5.52

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6  
KILOMETRAE TOTAL 340.00

Cuadro 7.17 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	605	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	605	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.18 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 71.176468

EL RECORRIDOS FINAL ES: 10,13,

RECORRIDO 5

NODO DE ORIGEN: 8

NODO FINAL: 9

CANTIDAD DE NODOS: 3

KILOMETRAJE: 20.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 20.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 750.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 187.50

CANTIDAD\_PAX: 720

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 12.78

FRECUENCIA CORREGIDA ES 13

CANTIDAD DE VEHICULOS 4.26  
 CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5  
 KILOMETRAE TOTAL 260.00

Cuadro 7.19 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	65	310	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.20 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	5	24	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 57.692307

EL RECORRIDOS FINAL ES: 8, 15, 9,

RECORRIDO 6

NODO DE ORIGEN: 10

NODO FINAL: 13

CANTIDAD DE NODOS: 3

KILOMETRAJE: 20.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 20.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 590.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 147.50

CANTIDAD\_PAX: 590

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 11.57

FRECUENCIA CORREGIDA ES 12

CANTIDAD DE VEHICULOS 3.86

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4

KILOMETRAE TOTAL 240.00

Cuadro 7.21 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	0	0	60	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.22 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	5	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 49.166668

EL RECORRIDOS FINAL ES: 10, 14, 13,

RECORRIDO 7

NODO DE ORIGEN: 2

NODO FINAL: 5

CANTIDAD DE NODOS: 2

KILOMETRAJE: 12.00

TIEMPO DE RECORRIDO: 12.00

SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 320.00

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 160.00

CANTIDAD\_PAX: 320

FRANJA HORARIA 1

HORA DE INICIO 0.00

HORA DE FIN 1.00

FRECUENCIA 11.00

FRECUENCIA CORREGIDA ES 11

CANTIDAD DE VEHICULOS 2.20

CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3  
 KILOMETRAE TOTAL 132.00

Cuadro 7.23 Flujo de pasajeros esperado para el recorrido 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS POR SERVICIO DURANTE LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.24 Flujo de pasajeros promedio esperado para el recorrido 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

SUMATORIA DEL FLUJO PROMEDIO DURANTE LA FRANJA HORARIA1: 29.090910

EL RECORRIDOS FINAL ES: 2,5,

La siguiente tabla muestra la cantidad de frecuencias entre nodos, para todo el sistema.

MATRIZ DE FRECUENCIA ENTRE NODOS PARA LA FRANJA HORARIA 1

Cuadro 7.25 Matriz de frecuencia entre nodos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	34	0	34	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	34	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	12	0	0	22	22	0	0	0	0	0	12	0	0	0
5	0	11	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	34	22	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	22
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	22
8	0	0	0	0	0	34	0	0	0	34	0	0	0	0	13
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
10	0	0	0	0	0	0	22	34	0	0	34	0	17	12	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	12	12	0	0
12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	12	0	0	12	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12	0	0
15	0	0	0	0	0	22	22	13	13	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Continuando con el procedimiento se vuelve a realizar una nueva asignación de demanda a los recorridos existentes y calculo de nuevas frecuencias a fin de ajustar dichos valores. Teniendo en cuenta que la nueva asignación de pasajeros no difiere de la asignación inicial, no se hará una nueva iteración al respecto.

A partir de todo lo anterior, se calculan los últimos dos indicadores relevantes del sistema:

- TIEMPO DE ESPERA TOTAL 25879.86
- RECURSOS NECESARIOS: 73.80

La siguiente matriz cuantifica los transbordos a realizar entre líneas.

Cuadro 7.26 matriz de transbordos entre líneas

Líneas	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	370	525	95	385	0	30	140
1	370	0	115	10	0	345	5	0
2	525	115	0	0	55	0	0	0
3	95	10	0	0	0	0	0	0
4	385	0	55	0	0	0	15	0
5	0	345	0	0	0	0	0	0
6	30	5	0	0	15	0	0	0
7	140	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

TOTAL DE TRANSBORDOS: 4180

Finalmente se establecen las necesidades de sincronización entre líneas a fin de minimizar tiempos de transbordo por parte del usuario:

SINCRONIZAR RECORRIDOS 0 Y 2

SINCRONIZAR RECORRIDOS 1 Y 5

SINCRONIZAR RECORRIDOS 4 Y 6

CAPITULO 8: PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS DE BARILOCHE

La ciudad de San Carlos de Bariloche fue fundada en mayo de 1902 mediante decreto de la presidencia nacional. Se encuentra ubicada en el centro del Parque Nacional Nahuel Huapi, en la zona cordillerana de la provincia de Río Negro, localizada a los 41° 8' 41'' Sur y 71°18'23'' Oeste a una altitud promedio de 893mnm. Ocupa una superficie aproximada de 22.027 hectáreas, con un 30% de zona montañosa y 70 % de planicies y colinas.

El nombre "Bariloche" proviene del idioma mapuche y es un derivado de la palabra vuriloche, que significa "gente del otro lado de la montaña". Este nombre le daban los mapuches de Chile, a los habitantes originarios que se encontraban del lado Este de la cordillera. La primer parte del nombre ("San Carlos"), se originó a partir del almacén de Ramos Generales de Don Carlos Wiederhold, un inmigrante chileno de origen alemán instalado en 1895 en el actual centro de la ciudad. Luego, al fundarse la ciudad, el nombre fue mal entendido en una carta que le fue enviada a Wiederhold, pasando de Don Carlos a San Carlos, mezclando así su nombre con el de la ciudad.

A la ciudad, puede llegarse en distintos medios ya que cuenta con diversa infraestructura disponible. Po un lado, cuenta con el aeropuerto internacional Teniente Luis Candelaria, al que arriban diversas líneas aéreas nacionales e internacionales. Vía terrestre, se conecta con Neuquén por medio de la ruta nacional 237 "comandante Piedrabuena"; al sur con la ruta nacional 258; o bien, hacia el este con la ruta nacional 23 recorriendo la denominada "línea Sur" de la provincia de Rio Negro. Paralela a ella, se encuentra el tendido ferroviario del tren patagónico, que une Bariloche con Viedma.

En términos de infraestructura y urbanización, de conformidad con lo establecido por el "Estudio de Movilidad Urbana Sostenible" la cantidad de calles asfaltadas representa menos del 25% del total de las mismas con 162,21 kilómetros de arterias asfaltadas y más de 600 kilómetros de calles consolidadas sin asfalto alguno. De las mismas, 186,59 kilómetros soportan paso del sistema de transporte urbano de pasajeros masivo. En cuanto a la capacidad de las mismas nos encontramos con 674, 55km. de calzada con 2 carriles; 1,78 km. de calzada con 3 carriles, 82,79 km de 4 carriles y 1,01 km. de 6 carriles según datos de la subsecretaría de Tránsito y transporte de la ciudad. La particularidad de la infraestructura es que además de escasa, tiene un muy bajo nivel de mantenimiento y en su mayoría es anterior a los años 70.

La estructura del casco urbano se conforma de una zona densa poblacionalmente que se enmarca por el lago Nahuel Huapi al norte, al este por los barrios san Francisco I, II, III y IV, cerro Runge al oeste y la zona del cementerio y barrios alrededor del mismo al sur. Tiene un desarrollo este - oeste paralelo al lago y a lo largo de la ruta Ezequiel Bustillo (ruta 237) y camino de la ruta "Pioneros" (del Faldeo del cerro Ruta Nº 253), con ocupación continua hasta aproximadamente el km 13 y población discontinua hasta la zona del Llao Llao y Colonia Suiza por un lado y Los Coihues y Villa Catedral por el otro. En el sentido norte - sur el desarrollo se extiende a lo largo del camino al Bolsón (ruta Nacional Nº 258), conectando importantes barrios cercanos al casco urbano como el Barrio el Frutillar, Nahuel Hue, Malvinas y otros más alejados como el Pilar I y II.

Bariloche cuenta con un centro comercial, desarrollado desde el Centro Cívico, por la calle Mitre y su entorno inmediato; y otro eje comercial importante a lo largo de la calle Onelli y zona de influencia, perpendicular al anterior. Existen algunos centros periféricos dado el creciente desarrollo de los barrios más alejados, siendo además la distribución relativamente uniforme de los establecimientos educativos la que marca la centralización de los servicios. En términos de actividad económica, según datos de la Subsecretaría de Desarrollo Económico, cuenta con un total de 4840 habilitaciones activas, compuestas por los porcentajes que a continuación se detallan:

Cuadro 8.1: Distribución de las habilitaciones comerciales por rubro

CODIGO	RUBRO	QTY	%
A	Agric. Ganad. Caza y Silv.	1	0,02
C	Explot. De Minas y Canteras	5	0,10
D	Industria Manufacturera	186	3,84
E	Electricidad, Gas y Agua	12	0,25
F	Construcción	39	0,81
G	Comercio al por mayor y menor. Rep.de Vehículos	2162	44,67
H	Servicios de Hotelería y Restaurantes	898	18,55
I	Servicios de Transportes Alm. Y Comunicaciones	298	6,16
J	Intermediación Financiera y otros Serv. Financ.	44	0,91
K	Serv. Inmobiliarios, empresariales y de alquiler	247	5,10
L	Administración Pública, Defensa y SS Oblig.	8	0,17
M	Enseñanza	52	1,07
N	Servicios Sociales y de Salud	70	1,45
O	Serv. Comunitarios, Sociales y Personales ncp	511	10,56
Z	Act. No bien especificadas/sin codificar	307	6,34

Fuente: Informe de actividad económica 2014 – Subsecretaría de Desarrollo Económico de San Carlos de Bariloche

Los meses de Julio y Agosto son los de mayor facturación, lo que muestra la clara incidencia de la actividad turística invernal de la ciudad, seguidos por los meses de Diciembre y Enero que conjugan el factor turístico con un claro incremento en las ventas por las fiestas (navidad y año nuevo). También se calcula que el mes de mayo es el de mayor retracción de la actividad económica. El resto de los meses el porcentual de variación de la actividad económica no es tan desparejo. Con esta información, podemos concluir en que la ciudad tiene una economía estacional con dos temporadas bien marcadas, el invierno en primer término seguido por el verano.

Según un estudio del grupo Nutriente, en lo que va de 2015 se "percibe una disminución en el ritmo de crecimiento de los precios". Al 30 de abril el crecimiento acumulado de precios minoristas se ubica en el 7,28 por ciento, lo que significa 6,45 puntos menos que en la misma fecha del año pasado. Sin embargo, indica que la inflación en 2014 fue del 37%, el índice más alto en los últimos cinco años. En 2009, se estimó en 16,78%; en 2010, 25,66%; en 2011, 25,34%; en 2012, 24,88%, y en 2013, 27,83%. El centro de estudios, proyecta para fin de 2015 una inflación acumulada total del 26,2%.

Participación de la económica por macro rubro:

Cuadro 8.2: Participación de cada sector en el PBI municipal por macro rubro

MACRO RUBRO	% PARTICIPACION
COMERCIO MAYORISTA Y MINORISTA	44%
INDUSTRIA	12%
CONSTRUCCION	9%
HOTELERIA Y GASTRONOMIA	14%
TRANSPORTE	9%
OTROS SERVICIOS	11%
ACTIVIDADES NO CODIFICADAS	1%

Fuente: Informe de actividad económica 2014 – Subsecretaría de Desarrollo Económico de San Carlos de Bariloche

El mayor aporte en la economía está dado por el sector de Comercio Mayorista y Minorista quedando en segundo lugar y sin llegar a representar siquiera la mitad del anterior, el sector Hotelero Gastronómico. Industria y Otros Servicios, con porcentajes muy pares, son las actividades que le siguen en el orden mencionado.

En términos de empleo y desempleo, Bariloche, desde 2005 a 2011, ha tenido una tasa de trabajadores ociosos, que ha variado entre los extremos 8,3% y 11,21% y que poco a poco ha ido creciendo durante los últimos 5 años, siendo la desocupación media del período del 9,81%. Por su parte, el subempleo alcanzaría, aproximadamente, el 10,27% en la actualidad, también con pequeños crecimientos durante el período en consideración luego de que en 2007 tocara un mínimo de 9,6%. En cuanto a la población empleada, se divide entre reparticiones públicas y entidades privadas de la siguiente manera, de acuerdo a datos oficiales:

Cuadro 8.3 distribución del empleo por sector

Categoría de trabajador	
Obrero o empleado en el sector público	24,06%
Obrero o empleado en el sector privado	45,81%
Patrón	6,03%
Trabajador por cuenta propia	20,97%
Trabajador familiar	3,12%

Fuente: censo poblacional 2010

El último análisis de la variable empleo del Grupo Nutriente Sur, la única consultora que realiza mediciones en la ciudad, en diciembre de 2014 arrojó que el principal generador de empleo era el comercio con un 17,3%, seguido por la administración pública (nacional, provincial, municipal) con un 15,8%; en un tercer lugar se ubicaba la hotelería, gastronomía y servicios turísticos con un 10%; luego la construcción con un 9,3%, y en un quinto puesto, con un 7,6%, las manufacturas (chocolates, ahumados, cervezas, artesanías).

Según datos oficiales de los diferentes censos poblacionales, en 1991 tenía una población aproximada de 81.001 personas, 93.101 en 2001 y 112.887 en 2010. El crecimiento poblacional consideran los expertos han tenido tendencias continuas de crecimiento durante las últimas décadas con dos aspectos particularmente relevantes.

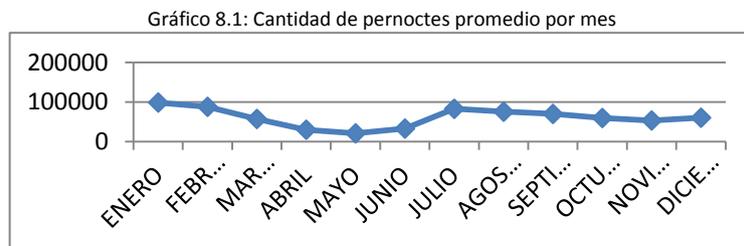
- Crecimiento en el eje este-oeste: a lo largo del lago Nahuel Huapi con poblamiento de nivel económico medio alto y alto.
- Crecimiento en el eje Sud-Sudeste-Sudoeste: llevado a cabo de manera concéntrica al centro de la ciudad con niveles económicos medios, medios bajos y bajos.

Los últimos datos disponibles del censo 2010 arrojan que la población barilochense se compone de 55.557 varones y 57.330 mujeres que se distribuyen en 42.569 viviendas existentes.

En términos de hogares y sus posibilidades económicas, se estima que el 6,32% de los hogares son indigentes, mientras que el 12,56% corresponde a hogares pobres pero no indigentes. El 81,12% restante, son hogares que están por encima de la línea de pobreza.

Además de la población estable o residente en el lugar, la ciudad recibe anualmente un aproximado de 600.000 a 650.000 turistas provenientes de diversos puntos del planeta que generan un estimado de 2.500.000 pernoctes al año. Como muestra el gráfico siguiente la afluencia de turistas en la ciudad generan dos picos anuales de arribos correspondientes a los meses de enero y julio de cada año coincidiendo con los puntos de máxima demanda de servicios turísticos y hoteleros por ser picos de las temporadas de verano e invierno. Para hacer frente a la demanda generada por la industria del turismo, la localidad cuenta con aproximadamente 25.550 plazas instaladas distribuidas en 508 establecimientos habilitados que en su conjunto alcanzan a tener 9545 unidades comerciales (habitaciones de Hoteles, Hosterías, Albergues y Hospedajes y unidades de alojamiento de DATs, cabañas y bungalow's.), clasificados por la secretaria de turismo municipal en 7 estratos distintos:

- Estrato 1: Hotel de 5 estrellas, Dat y bungalow de 3 estrellas.
- Estrato 2: Hotel estudiantil.
- Estrato 3: Hotel sindical.
- Estrato 4: Dat y bungalow de 1 y 2 estrellas.
- Estrato 5: hospedajes y albergues.
- Estrato 6: Hotel de 3 y 4 estrellas; y hosterías de 3 estrellas.
- Estrato 7: Hotel de 1 y 2 estrellas; y hosterías de 1 y 2 estrellas.



Fuente: elaboración propia

A finales del año 2013, más precisamente el 30 de diciembre, el grupo Nutrientes Sur publicó un estudio realizado sobre la base de diversas encuestas llevadas a cabo en el cual se establecía escalas en diversos rubros laborales y que entre otras cosas especificó “con 521

respuestas obtenidas, muestra que el grueso de los salarios de bolsillo declarados (tanto por trabajadores del sector público como privado) se encuentran por arriba del costo de la canasta básica total (\$ 6.412,58), lo que permite a sus beneficiarios superar la línea de pobreza, y ser - técnicamente- parte de la clase media local. El salario promedio de bolsillo que se cobra en Bariloche asciende a \$ 6.422 por mes (calculado como promedio ponderado según la cantidad de respuestas obtenidas por cada tipo de profesión u oficio declarado).” El detalle de lo anterior, en el cuadro siguiente:

Cuadro 8.4 Niveles salariales al 30/09/2013 en la ciudad de Bariloche

**SAN CARLOS DE BARILOCHE**  
**NIVELES SALARIALES AL 30 DE SETIEMBRE DE 2013, POR SECTOR PRODUCTIVO**

<b>Salario mensual de bolsillo, declarado (en promedio) por trabajadores dependientes</b> (incluye adiciones por zona fría y antigüedad en los casos de relación laboral regular)			
<b>Sector productivo / oficio o profesión</b>	<b>Cant.casos</b>	<b>\$</b>	<b>Básicos conv.(*)</b>
Sector tecnológico estatal	3	9.974	7.217
Organismos nac.de recaudación (DGI - Aduana)	2	9.961	
Bancos públicos o privados	5	9.934	9.862
Justicia Federal	3	9.251	
Justicia provincial	6	9.162	
Servicios públicos (electricid. / gas / agua / cloacas)	11	9.092	8.931
Administración pública nacional (ANSeS, PAMI)	3	8.889	8.452
Camioneros	2	8.219	7.081
Compañías de seguros / A.R.T.	3	8.208	
Transporte urbano de pasajeros	5	8.086	7.894
Hotelería / hostels / cabañas / bungalows	24	6.760	6.442
Gastronómicos	32	6.748	6.442
Alimentación (chocolates, productos regionales)	14	6.674	6.372
Comercio mayorista/ minorista/ servic.logística	141	6.603	6.293
Docentes del sector privado (niveles inic./prim./sec.)	14	6.517	6.111
Metalúrgicos / actividades afines	9	6.568	5.800
Docentes del sector público (niveles inic./prim./sec.)	42	6.524	6.111
Otros servic.públicos nacionales (Correo Argentino)	2	6.521	
Administración pública provincial (serv.generales)	78	6.591	
Encargados de edificio	2	6.568	5.578
Sanidad del sector privado / farmacias y droguerías	13	6.436	6.293
<b>Ingreso mensual promedio (ponderado x cant.casos)</b>		<b>6.422</b>	
Sanidad del sector público	8	6.218	5.512
Gendarmería Nacional	4	6.108	
Seguridad (policía provincial)	6	5.596	
Mecánicos	12	5.548	4.819
Construcción	59	4.986	4.482
Servicios en empresas de seguridad	6	4.886	4.931
Tejedores / otras artesanías y manufacturas reg.	8	4.694	4.741
Servicios en empresas de limpieza	4	4.089	4.127
	<b>521</b>		

(\*) Fuente: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seg.Social de la Rep.Arg., Dirección de Estudios de Relaciones del Trabajo.

Fuente: www.bariloche2000.com

El monto del sueldo promedio de \$6422, será dato fundamental para el presente trabajo dado que dicho valor será la base a partir de la cual, tomando como valor de referencia que, en general un trabajador normal tiene unas 200 horas mensuales de labor, utilizaremos como indicador del “costo social” del sistema de transporte.

Adelantándonos un poco al tema; y dado que hemos aportado un dato de referencia clave para nuestro análisis explayaremos a continuación lo siguiente. En enero de 2014, por parte del empresariado, se procedió junto al municipio local a realizar un ajuste tarifario del sistema. En aquella oportunidad, la empresa que fue utilizada como caso testigo para establecimiento de la tarifa manifestó el siguiente cuadro de referencia:

Cuadro 8.5. Cuadro resumen principales variables empre 3 de mayo en revisión tarifaria de enero de 2014

Subsidios a recibir	41779135.9
Costos proyectados	77163000
Costo neto total	35383864.1
Km recorridos (dato estimado según actualización tarifario de 2009)	5600000
Pax computables al costo	12522319
Indicadores Generales	
\$/km (Sin subsidio)	13.78
\$/km (Con subsidio)	6.32
\$/pax	2.82566385

Fuente: Municipalidad de San Carlos de Bariloche

Dada la correlatividad temporal de éstos valores, y teniendo en cuenta que hasta el momento, no ha habido una nueva actualización simultánea de los mismos, serán utilizados como marco referencial para al análisis final del presente trabajo. Recordando que en el capítulo anterior, el costo social y el costo empresarial resultaban constantes claves del cálculo de frecuencia es bueno hacer notar lo siguiente:

- Se tomará como base el valor de \$32,11 el salario promedio para un trabajador en la ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Se tomará como base el valor de \$13,78 el costo por kilómetro recorrido por una empresa del sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de San Carlos de Bariloche.

#### ESTUDIOS PREVIOS EN LA CIUDAD

En la ciudad se han realizado 3 estudios importantes en relación a la dinámica urbana y el transporte en la ciudad:

- En 1992 se desarrolla el Estudio Integral de Transporte. San Carlos de Bariloche y el Estudio del Servicio Público de Transporte Urbano de Pasajeros. Ciudad de San Carlos de Bariloche llevado a cabo por la consultora A. Chiarle, D. Delucchi, D. Tauber. El estudio consta de 3 tomos que en su conjunto insumió casi 400 páginas de análisis y recomendaciones. Parte de éste estudio se encuentra perdido y no ha sido localizado en el municipio.
- En 2004 se lleva a cabo el Estudio de Transporte Urbano de pasajeros de Taxis, Remises y Transporte Escolar de San Carlos de Bariloche realizado por la Lic. Concepción Mohana, a lo largo de 2 tomos y casi 130 páginas.

El estudio realizado por la Lic. Mohana ha sido sumamente enriquecedor en términos de información y datos sobre el sistema y su comportamiento en términos de viajes, pasajeros, conectividad y performance del sistema, oferta y demanda. Basándose en el estudio anterior y actualizando el mismo, divide a la ciudad en 41 puntos que se explicitan a continuación:

Cuadro 8.6 centros de generación y atracción de viajes

Área	Denominación	Comprende
1	Centro Cívico	Centro Cívico - B° Belgrano
2	Iglesia Catedral	Iglesia Catedral
3	Colegio Nacional	Colegio Nacional
41	Estación	Term.de Ómnibus - B° Ñireco N - El Cóndor
5	Polideportivo	Polideportivo - B° San Francisco I

6	Centro - Onelli - 1	Onelli Norte - B° Anasagasti
7	Refugio de Moreno	Refugio de Moreno y Palacios
8	Col. Ma. Auxiliadora	Colegio María Auxiliadora
9	Jardín Botánico	B° Jardín Botánico
10	IPPV - Barrios - 1	B° Belgrano Sudoeste - S.M. Furman
11	Centro - Onelli – 2	B° Santo Cristo - Nueva Esperanza
12	Corralón Municipal	B° Lera
13	San Francisco I	IPPV 84 Viviendas - 112 Viviendas
14	San Francisco III	B° San Francisco II y III
15	Centro - Onelli – 3	B° Perito Moreno - Las Muticias
16	Centro - Onelli – 4	Onelli Sur - B° Las Quintas
17	IPPV - Barrios – 2	B° 3 de Mayo - IPPV 204 Viviendas
18	IPPV - Barrios – 3	B° Bella Vista I y II
19	IPPV - Barrios – 4	B° Vuriloche 4 - 181 Viviendas - 144 Viv.
20	B° Las Muticias	B° San Ceferino - Las Muticias
21	IPPV - Barrios – 5	Cementerio - B° San Carlos
22	Cementerio	B° Arrayanes – Peumayén
23	El Frutillar	B° El Frutillar - Ntras.Malvinas - B°Unión
24	Km 2,5	B° Las Vertientes - Los Cipresales
25	Km 4,0	B° Melipal
26	Melipal	B° Rayen Mapu - El Prado - Melipal
27	Km 6,0	B° Pinar del Lago - La Cascada
28	Km 7,0	B° El Mirador - Rancho Grande
29	Playa Bonita	Playa Bonita - B° Pinar de Festa
30	El Pilar	B° El Pilar 1 y 2 - El Carmen
31	Centro Atómico	Centro Atómico - B° Pájaro Azul
32	Villa Los Coihues	Va.Los Coihues-Va.L.Gutiérrez-Arelauquen
33	Villa Catedral	Villa Catedral
34	Casa de Piedra	B° Casa de Piedra - 3 Lagos
35	El Trébol	El Trébol - B° Don Orione
36	Pla. San Pedro	Península San Pedro - Puerto Bueno
37	Km 19,0	Villa Campanario - Parque Mapuche
38	Llao Llao	Llao Llao - Villa Golf
39	Colonia Suiza	Colonia Suiza - Villa Tacul
40	Aduana	Costa del Sol - Valle Verde - Las Victorias
41	Dina Huapi	Dina Huapi

Fuente: Estudio de Transporte Urbano de pasajeros de Taxis, Remises y Transporte Escolar de San Carlos de Bariloche - Concepción Mohana – 2004.

El principal aporte quizás ha sido la matriz de viajes basados en el hogar que se presenta a continuación para la ciudad de San Carlos de Bariloche que se presenta a continuación:



Entre las principales conclusiones de la matriz anterior, textualmente, si dijo en dicho trabajo:

De la información de la Matriz de Viajes destacamos:

1. Las áreas centrales vecinas al Parador (Moreno y Palacios) concentran la mayor cantidad de viajes (4.000 a 6.000 viajes por área),
2. Una importante cantidad de viajes entre áreas internas dentro del Casco Urbano (áreas 1 a 8).
3. Una intensa relación entre el centro de la ciudad (Casco Urbano) y los ejes este-oeste y sur, fuera del casco.
4. Las áreas más alejadas al casco urbano producen viajes casi en forma exclusiva con el Área Centro. Mínimos viajes internos dentro de esas áreas.
5. Receptoras: Centro Cívico (Área 1), Iglesia Catedral (Área 2), Colegio Nacional (Área 3), Refugio de Moreno (Área 7), Colegio María Auxiliadora (Área 8).
6. Emisoras: IPPV-Barrios-1 (Área 10), Centro-Onelli-2 (Área 11), IPPV-Barrios-5 (Área 21), Casa de Piedra (Área 34), El Frutillar (Área 23). Las áreas que más se destacan en la emisión de viajes, son aquellas con mayor crecimiento poblacional intercensal (CPI)

- En 2013/2014 tiene lugar el Estudio de Movilidad Urbana Sostenible (Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche) a cargo de las empresas ISIV y Logit. Estudio cuya versión final es de 650 páginas. Posiblemente sea el estudio de mayor cantidad de variables analizadas dado que no se limitó únicamente a las cuestiones referidas a la prestación del servicio de transporte público, sino que ha realizado investigaciones y recomendaciones en términos de infraestructura vial, señalización y semaforización, fenómenos de tránsito y urbanismo. Por primera vez se considera en un estudio de ésta envergadura al peatón y al uso de la bicicleta como medio factible de transporte. En cuanto al Servicio Urbano de Transporte de Pasajeros, brinda las bases del llamado a licitación a realizarse en el segundo semestre de 2015.

Si bien el informe es extenso e interesante en varios de sus aspectos, tiene falencias significativas y no ha logrado tener la profundidad obtenida en los estudios anteriores en términos de calidad y cantidad de información, aunque la amplitud de contenido, es justo reconocerlo, ha sido sensiblemente superior. A modo de ejemplo, el texto presentado por las consultoras tiene un análisis de generación y atracción de viajes, como así también una matriz de viajes sumamente genérica fraccionando la ciudad en 10 zonas únicamente por lo que es de esperar que para una ciudad con la extensión geográfica propia de Bariloche, genera resultados muy poco precisos en términos de necesidades y deseos de viajes. Un aspecto importante a destacar es el relativo al relevamiento de la infraestructura vial disponible y las necesidades presentes y futuras al respecto. Se muestra a continuación el detalle de zonas y la matriz de viajes obtenida para un pico de viajes en horas de la mañana de un día hábil:

Figura 8.1: Zonificación de la ciudad de San Carlos de Bariloche año 2013

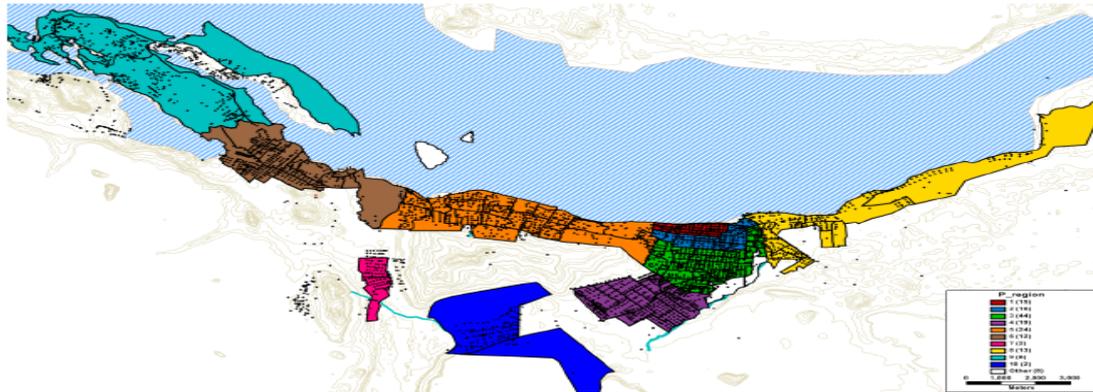


Imagen 102. Zonas de análisis de densidades habitacionales de transporte público  
Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche – IRV, Logit y Upcefe – 2014.

Cuadro 8.8: Matriz de distribución de viajes entre zonas año 2014

Macrozonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Destino viajes
1	186	277	731	159	750	399	705	25	11	65	3307
2	473	275	299	109	191	141	199	28	14	66	1796
3	968	156	225	99	472	109	292	40	12	52	2426
4	193	116	135	12	2	3	40	1	3	1	507
5	411	218	253	175	131	30	134	11	0	89	1453
6	234	22	94	32	4	0	30	0	0	10	426
7	247	111	222	71	201	6	81	3	7	68	1017
8	39	22	19	2	2	0	0	0	0	2	86
9	52	40	17	9	9	6	2	0	0	7	142
10	87	44	51	0	2	4	30	1	2	0	222
Total Destino viajes	2891	1282	2047	670	1765	699	1513	109	50	358	11383

Fuente: Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche – IRV, Logit y Upcefe – 2014.

En términos de movilidad según datos de la dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor y Créditos Prendarios se estima que el parque automotor en la ciudad es de unos 75.000 vehículos entre automóviles, camiones livianos y pesados y ómnibus. Dicha cifra, se relaciona con la cantidad de patentamientos en la ciudad, por lo que hay que descontar entre algunas otras cosas, los vehículos que no han sido dado de baja. El EMUS, estima entonces que realizando los descuentos pertinentes, la cifra final sería de 71.895.

Cuadro 8.10 Parque automotor en la ciudad de San Carlos de Bariloche

Años	Automóviles	Camiones livianos	Camiones pesados	Ómnibus	Total
2001	23.871	5.876	679	115	30.541
2002	24.031	5.931	684	117	30.763
2003	24.244	5.913	702	257	31.116
2004	25.115	6.482	754	326	32.677
2005	26.079	6.639	789	353	33.860
2006	27.025	7.138	799	379	35.341
2007	28.642	7.530	814	401	37.387
2008	36.319	9.392	826	512	47.049
2009	37.676	9.675	827	525	48.703
2010	39.112	11.892	901	621	52.526
2011	42.441	13.235	914	664	57.254
2012	47.811	14.302	919	711	63.743
2013	54.197	15.960	945	793	71.895

Fuente: Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche – IRV, Logit y Upcefe – 2014.

## EL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS DE BARILOCHE

El transporte urbano de pasajeros en la ciudad de San Carlos de Bariloche está constituido por los servicios de colectivos y taxis cuyas especificaciones y tarifas son reguladas por el estado municipal; y los servicios de remises y transporte escolar cuya regulación estatal se limita únicamente a la normativa establecida para las habilitaciones correspondientes.

### 1. Transporte escolar

En la actualidad el servicio es prestado por 29 habilitaciones otorgadas por el municipio de San Carlos de Bariloche distribuidas en dos asociaciones:

- La Asociación de Transportes Escolares de Bariloche (A.T.E.B.), fundada en 1.987, refundada en 2.002. Proporciona cobertura en todo el casco urbano y en Dina Huapi.
- La Asociación de Transportes Escolares Unidos (A.U.T.E.), fundada en 2.003. Provee el servicio a todo el casco urbano, incluyendo los barrios San Francisco I y II, El Cóndor, El Frutillar, Arrayanes, Malvinas, Lera, hasta el km. 14 de la Av. Bustillo.

Los transportistas escolares no están organizados por sectores geográficos; cada transportista posee la libertad de elegir sus clientes y los sectores por los que le conviene operar.

### 2. Remises

Su actividad comenzó siendo regulada por la ordenanza 440-CM-94 que considera como remisse “al transporte de pasajeros, con o sin equipaje, en vehículo que se contrate por medio de una agencia debidamente habilitada. Los servicios de Remisse solo podrán funcionar como servicios turísticos que se realizan a lo largo de circuitos cerrados, en los que todo el pasaje es vuelto a conducir al punto de partida, debiendo ajustarse a la reglamentación de guías de turismo; o como servicio diferencial de transporte de pasajeros estableciendo que dichos servicios son: traslados de casamientos, sepelios, comitivas especiales, traslados desde hoteles a puntos de embarques como aeropuerto o terminal ferro automotor y viceversa y traslado de punto a punto; quedando en todos los casos expresamente prohibido el ascenso de pasajeros en la vía pública que no hayan contratado previamente el servicio, no pudiendo realizar tareas equivalentes a las del taxi. Se considera traslado punto a punto el servicio que parte del estacionamiento de la agencia, levanta al pasajero en el lugar desde donde se solicitó el servicio, lo traslada a su destino y regresa al estacionamiento de la agencia”.

La oferta de éste servicio se logra por medio de habilitación otorgada por la Subsecretaría de Tránsito y Transporte de la municipalidad con una vigencia de 10 años. Al año 2003 existían 267 habilitaciones distribuidas en 15 agencias. Actualmente, la cantidad de habilitaciones ronda las 400, aunque 25 se encuentran inactivas, según datos de la Asociación de Remiseros de Bariloche, distribuidos en 14 agencias diferentes.

La tarifa de cada viaje es establecida por cada agencia según sus criterios específicos pero en general suele componerse por una tarifa base a la que luego se le suma una cantidad monetaria específica por cada kilómetro recorrido.

Este tipo de servicio se encuentra actualmente regulado por la ordenanza 1520-CM-05 cuyo texto ordenado fue aprobado mediante ordenanza 2006-CM-09 y modificaciones introducidas en la ordenanza 2151-CM-11.

### 3. Taxis

En la ciudad se hallan actualmente circulando 207 vehículos habilitados a tal fin según datos de la asociación de Propietarios de Taxis de Bariloche, lo que representa un aumento de 45 coches en relación al año 2004, de acuerdo a lo que en aquél momento manifestó el equipo de trabajo de la Lic. Concepción Mohana.

Hace una década atrás el sistema funcionaba a partir de un sistema de paradas, en el cual cada vehículo habilitado tenía asignada una parada base, las cuales se contabilizaban en 19 en el casco urbano, sumadas a 12 paradas libres a las cuales podían acceder todos los vehículos de acuerdo a la demanda espontánea que se presentara en la misma.

Posteriormente, el sistema de paradas fue modificado y se establecieron 15 puntos específicos en la ciudad donde funcionan paradas bases que pueden ser utilizadas libremente por los vehículos en circulación sin que el uso respectivo represente un derecho adquirido por parte del titular de la licencia. Son espacios de 14 metros lineales que pueden ser utilizados simultáneamente hasta por 4 vehículos en fila.

Como punto destacable de la oferta de éste servicio, la normativa establece que cada 5 años la municipalidad de San Carlos de Bariloche deberá analizar datos relacionados a la población local y visitantes a la ciudad; y otorgará mayor cantidad de licencias al sistema en tanto y en cuanto no se supere el índice de 500 personas por habilitación. En éste contexto hace años, ya sea desde asociaciones de propietarios de taxis como del gremio de peones han realizado varios reclamos dado que consideran que, de acuerdo a lo anterior, debieran entregarse nuevas habilitaciones de taxis, las cuales han sido negadas sistemáticamente por el municipio.

A continuación se muestra la localización de las 14 paradas que dentro del casco urbano. La parada 15 es la del aeropuerto.

Figura 8.2 Localización geográfica de paradas de taxis en Bariloche



Fuente: elaboración propia

4. El servicio de transporte urbano masivo de pasajeros (colectivos)

El transporte público de pasajeros trabaja en régimen de “Monopolio Natural”. Se entiende que existe monopolio natural en tanto una línea específica, por más que comparta parte de su trayecto con otra, es servida sólo por una empresa. Generalmente, el servicio históricamente ha sido prestado siempre por privados sobre la base de concesiones de servicio otorgadas por el estado municipal. Cada línea ha sido otorgada bajo la modalidad de una licencia monopólica pero existe una gran superposición, por tramos.

El sistema actual es prestado por dos empresas privadas, Autobuses Santa y Las Grutas. Se estructura sobre la base de líneas troncales y secundarias cuyos diseños siguen parámetros de rutas del tipo “radial” y “diametral”.

Las rutas troncales son aquellas que atraviesan la ciudad de este a oeste por medio de las avenidas Bustillo, Pioneros y 12 de Octubre; en conjunto con las que cruzan la comuna de norte a sur por medio de calle Onelli y ruta 40 sur (ruta 258). La principal característica de la red de transporte radica en la superposición de líneas en diferentes tramos de la ciudad, posiblemente debido a la escasa planificación del sistema y la escasa infraestructura existente lo que genera congestión en el centro urbano y sectores contiguos inconexos, existiendo entre ellos incluso niveles de demanda de viajes considerados como importante. El trazado de los recorridos ha sido en general como una evolución natural de la aparición gradual de demanda, lo que va generando en primera instancia, la necesidad de conectar la nueva demanda con el centro de la ciudad. Posteriormente los recorridos se han ido ampliando aprovechando la capacidad de producción pasando del recorrido radial originario a un recorrido diametral que conecta 2 puntos extremos de la ciudad pasando por el centro de la misma. Una de las principales consecuencias que ello ha generado; y que tratamos en el primer capítulo del presente trabajo, es la dificultad de equilibrar la producción y demanda de servicios de transporte a un extremo y otro del recorrido, lo que ha generado trazados “desbalanceados” en éste aspecto. Relacionado a lo anterior encontramos también cierta discrecionalidad al momento de establecer las frecuencias asociadas a cada recorrido, sin que, tanto en los distintos estudios relacionados y en la reglamentación del sistema se explicita un criterio específico para el cálculo y establecimiento de las frecuencias.

Otra particularidad del sistema es la escasa conectividad entre áreas que, teniendo importante demanda de viajes, sólo pueden conectar mediante transbordos, lo que por las características propias de la red, suelen concentrarse en el centro de la ciudad, en calle Moreno donde se encuentra el “parador” central. Relacionado a lo anterior, se observa la zona del microcentro en la cual se observa una sobreoferta de transporte público que se transforma en fuente de ineficacia del sistema. Los corredores de mayor circulación de ómnibus son Moreno, Elflein, Diagonal Capraro, 12 de Octubre, Onelli y Elordi.

Del análisis minucioso de los recorridos confeccionados, surgen los siguientes parámetros interesantes de resaltar:

- Cantidad de conexiones establecidas: 434
- Aristas utilizadas: 102

- Muchas posibilidades de conexión se ven dificultadas por accidentes geográficos
- Importante cantidad de superposiciones en los recorridos lo que colabora en gran medida al congestionamiento de ciertas vías de circulación.
- Frecuencias insuficientes según los pasajeros y un criterio para su establecimiento que nunca ha sido debidamente explicitado aunque se infiere que el mismo consiste en estimarlas a partir de la cantidad máxima promedio de pax, dividido la capacidad del vehículo. Si bien es un criterio válido para establecer frecuencias, el mismo tiene un sesgo hacia la optimización de los recursos empresariales y relega la necesidad del usuario.

El sistema actual, consiste en 2 paquetes de líneas que totalizan 21 trayectos cuyo kilometraje diario estimado es de 30.004 kilómetros (días hábiles) a partir de la información plasmada en el anexo de “indicadores operativos” de las ordenanzas que establecieron las bases del mismo. A su vez, la estructura de la red (sumatoria del kilometraje que cada línea requiere para completar un ciclo), es de 777 kilómetros.

Según datos de la subsecretaría de Tránsito y Transporte el sistema es prestado por 107 vehículos y 250 choferes (400 empleados en total) que recorren al año prácticamente 6,7 millones de kilómetros transportando un aproximado de 16 millones de pasajeros. Los servicios se prestan de 5:30 de la mañana a 1:30 de la madrugada.

Como dato relevante, podemos destacar el hecho de que en la ciudad hay una gran cantidad de pasajes subsidiados que no pagan tarifa plena: por un lado están los estudiantes de establecimientos públicos en todos sus niveles que no abonan boleto, los estudiantes de escuelas privadas que abonan un pasaje de \$1, los jubilados y pensionados que abonan el 50% del valor del boleto a consumir; miembros de fuerzas de seguridad y discapacitados que tampoco abonan pasaje. Si bien no hay datos exactos, se estima que la cantidad de pasajeros diarios que no abonan boleto rondaría los 30.000. Además de ello, funciona un sistema de boletos denominados “eventuales” que está destinado a aquellos pasajeros que no cuentan con el medio de pago establecido; y para cuyos accesos al sistema se deben pagar boletos diferenciales sensiblemente más caros al boleto normal.

Además del sistema de subsidio “interno”, el sistema barilochense se encuentra subsidiado por el ejecutivo nacional mediante el sistema SISTAU, CCP y cupo de gasoil que en los últimos 3 años aportó por dichos ingresos los siguientes montos:

Cuadro 8.11. Monto de los subsidios recibidos por las empresas en la ciudad por año

2014	61.645.490,6
2013	49.019.584,57
2012	37.734.277,95

Fuente: Ministerio del interior y transporte de la Nación

Otra fuente de subsidio percibida por el sistema se dio mediante la ordenanza municipal 2619-CM-15 que adhiere a la ley provincial F 3831 y sus modificatorias que crean y regulan el boleto estudiantil dentro de la provincia para estudiantes de nivel primario, medio y terciario no universitario, que cursan en establecimientos dependientes del Consejo Provincial de

Educación; y de nivel universitario que cursan en la Universidad Nacional de Río Negro y en los distintos centros dependientes de la Universidad Nacional del Comahue. Dicha norma, en su artículo quinto establece que la tarifa que abonarán los estudiantes antes mencionados será del 50% de la tarifa mínima del sistema vigente. Posteriormente en su artículo 9 manifiesta que las empresas como contraprestación podrán verse beneficiadas por un régimen especial de la ley que regula el impuesto a los ingresos públicos (I 1301) que se expresa en el artículo 10, inc. a de esa norma que especifica textualmente: “ De la base imponible se deducen los siguientes conceptos: La suma correspondiente a devoluciones, bonificaciones y descuentos efectivamente acordados por épocas de pago, volumen de ventas u otros conceptos similares, generalmente admitidos según los usos y costumbres, correspondientes al período fiscal que se liquida...”

Dicha adhesión se efectúa sin perjuicio de cualquier normativa que el estado municipal realice para garantizar la tarifa cero de los estudiantes de los establecimientos educativos públicos y la tarifa diferencial de los estudiantes de los establecimientos educativos privados.

Los recorridos se estructuran sobre la base de “secciones” de longitud aproximada de 4 km. cada una. Formalmente en los papeles los recorridos pueden tener hasta 8 secciones sin embargo a los fines prácticos se debe tener en cuenta 4 dado los efectos tarifarios de las mismas. En el cuadro siguiente puede apreciarse la sección práctica, las secciones teóricas que incluye, la proporción de demanda de trayectos con la distancia especificada y la relación tarifaria entre las mismas:

Cuadro 8.12: Detalle de secciones, distribución de pasajeros y tarifa

Sección Práctica	Secciones teóricas	Km aprox.	% Pax prom.	Proporción tarifaria
I	I, II y III	0-12	90.09	1 Tarifa mínima
II	IV	13-16	6.252	1.5 tarifa mínima
III	V y VI	17-21	3.357	2 tarifas mínimas
IV	VII y VIII	21-32	0.301	2.5 tarifas mínimas

Fuente: elaboración propia

Bariloche es una ciudad geográficamente muy extensa y con relativa escasa densidad poblacional. Esta situación cuando uno lo traduce en “necesidades” de transporte desde el mero análisis conceptual uno encuentra que existe una demanda de transporte que en términos de kilometraje a recorrer tiende a ser alta, pero que en términos de pasajeros transportados, es muy baja. Ello puede reflejarse en un alto costo operativo que deba distribuirse en una base de prorrateo chica, dando origen a tarifas altas si el esquema del sistema no es correctamente establecido.

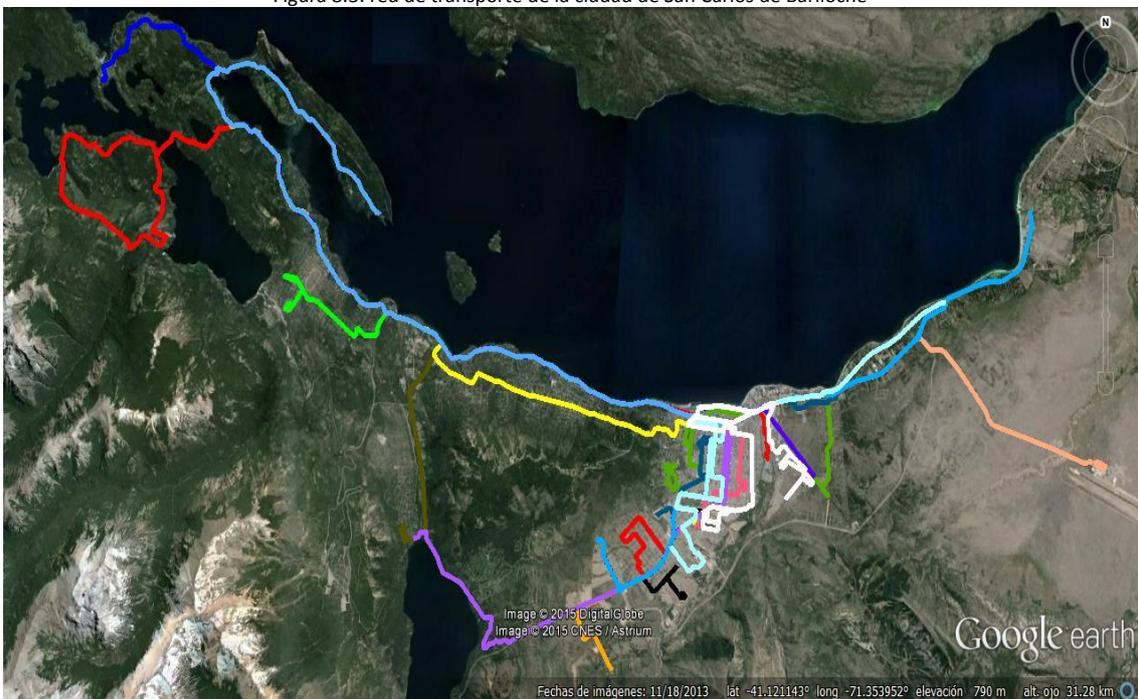
Ante este inconveniente natural de la ciudad, históricamente en Bariloche se han tenido estrategias de intervención que en vez de optimizar el uso de los recursos físicos y humanos disponibles y minimizar el costo social y empresarial del sistema, lo que se hace es abocarse al uso exclusivo de recorridos denominados “radiales” y la evolución natural de los mismos en recorridos “diametrales” que unen al centro de la ciudad con un punto geográfico localizado en la periferia de la misma y que brindan respuestas adecuadas a problemáticas de transporte únicamente en ciudades con dinámicas de movimiento puntuales donde la densidad poblacional posiblemente sea mayor a la nuestra, el recambio de pasajeros es constante y donde el uso promedio que el usuario individual hace del sistema, no es particularmente prolongado en términos de kilometraje a recorrer.

Desde ésta óptica, es fácil darse cuenta que una intervención de esta naturaleza en una ciudad como la analizada, va a generar un sistema que naturalmente va a ser costoso. A su vez, debido al alto costo estructural, si se decide contener el valor del boleto, tendremos un sistema de escasa calidad de prestación que se traduce en escasa conectividad geográfica, poca accesibilidad y flexibilidad de movimiento y altos tiempo de viaje y espera. Si en vez de contener el valor del boleto se busca maximizar la utilidad del sistema, lograremos entonces un sistema de relativa calidad a un precio alto, lo cual deja de ser útil a ciertos sectores de la sociedad.

Cuando uno logra percibir la situación anterior, se da cuenta que la estrategia de intervención a plantear, debe ser una estrategia que salga de las soluciones comunes y ortodoxas. En este sentido cualquier intervención que se plantee en una ciudad como la analizada en materia de transporte, debe tener como objetivo algunos conceptos básicos: mínima inversión en recursos no productivos, máximo aprovechamiento de los recursos productivos, mínimo kilometraje a recorrer, máxima ocupación por km. recorrido, máxima conectividad geográfica posible, mínimo tiempo de viaje y espera, máxima rotación de pasajeros, máxima flexibilidad de movimiento, boleto combinado y puntos de transferencia con recorridos coordinados en términos horarios. Todo ello, acompañado de medidas que tiendan a desfavorecer el uso del automóvil particular, de modo que se maximice la demanda de servicios públicos masivos.

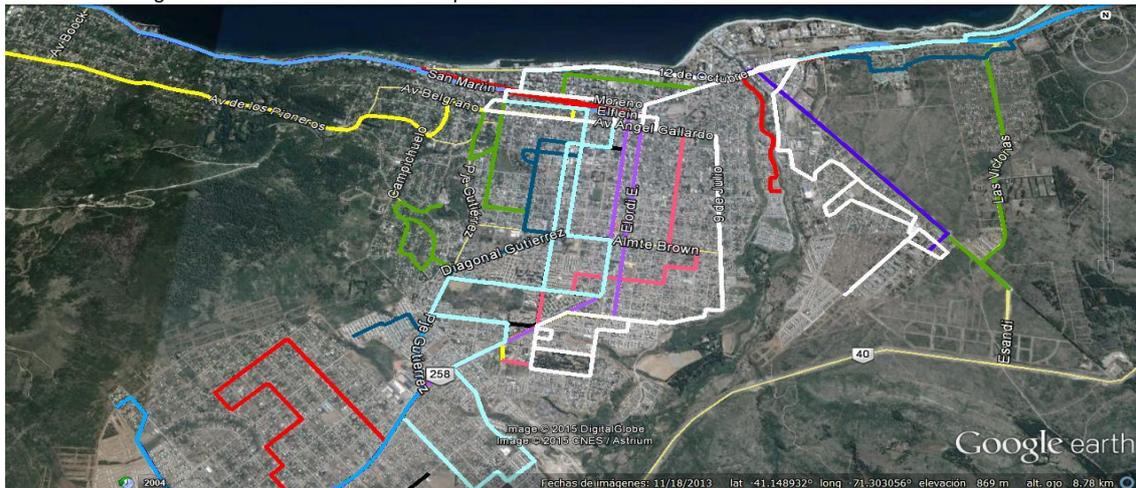
El sistema actual se organiza sobre la base de 21 recorridos cuyas especificaciones se detallan en el anexo 1. Las figuras 8.3 y 8.4 muestran la estructura de la red.

Figura 8.3: red de transporte de la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia sobre información de ordenanzas 2056-CM-10 y 2057\_CM-10

Figura 8.4: detalle de la red de transporte en el caso urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia sobre información de ordenanzas 2056-CM-10 y 2057\_CM-10

Las características principales de los recorridos existentes, se detallan en los siguientes cuadros. Es interesante resaltar que se observa entre otros puntos relevantes cierta uniformidad en las frecuencias establecidas a lo largo del día. En el actual sistema de transporte sólo el 28,57% de los recorridos tiene algún grado de variación en el nivel de frecuencias. Este fenómeno, genera un desbalanceo entre la oferta y demanda de transporte existente. Por un lado, en las horas valles de demanda se observa vehículos con subocupación lo que se traduce, sobre todo, en un uso deficiente de recursos y aumento innecesario de los costos operativos. Por otro lado, en las horas con picos de demanda, se observa un sistema saturado que entre otras consecuencias genera sobreocupación de los vehículos, retrasos en el recorrido producto de la congestión en el ascenso y descenso de pasajeros, por lo que la calidad de la prestación y la performance del sistema tienden a tener un comportamiento decreciente. Se estima que durante el año, la cantidad total de pasajeros ronda casi los 16.000.000 y se recorren en promedio 6.657.495. km.

Cuadro 8.13: Estructura del actual sistema de Transporte de pasajeros en la ciudad de San Carlos de Bariloche

Línea	Origen	Destino	Tiempo (min)	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima	Extensión (km.)	Servicios diarios	Km. diario	Vehículos Afectados
10	Terminal de ómnibus	Colonia suiza	65	0.86	0.86	31.5	14	882	3
11	Terminal de ómnibus	Colonia suiza	65	0.86	0.86	31.5	14	882	3
20	Terminal de ómnibus	Llao Llao	65	3	4	29	64	3712	9
21	Terminal de ómnibus	Lago Moreno	55	2	3	26	47	2444	6
22	Terminal de ómnibus	Península San Pedro	80	0.67	0.67	30.5	11	671	2
30/31	Arrayanes/ Vivero	Centro	25	2	3	7	42	588	3
40 1 y 2	Pilar	Centro	35	1.5	2	11	29	638	3
41	Centro	Lago Gutierrez	35	0.75	0.75	13	13	338	1
50	3 de Mayo	Villa los Coihues	55	3	3	21	54	2268	6
51	3 de Mayo	km. 18,5	55	3	3	21	47	1974	6
55	Terminal de ómnibus	Cerro Catedral	60	1	1	25	14	700	2
60	Muticias	San Francisco IV	55	3	3	14	56	1568	6
60 R	San Francisco IV	Centro	25	3	3	6.2	50	620	3
61	Frutillar	San Francisco I	60	4	6	14	82	2296	12
70	Las Victorias	Comahue	40	3	4	12	61	1464	6
71	34 Hectáreas	Ñiriguay	75	3	3	32.5	57	3705	8
72	Centro	Aeropuerto	30	Irregular	Irregular	15	7	210	1
81	Unión	Policia Caminera	45	3	3	18	46	1656	5
80/83	Malvinas	Costa del Sol	70	3	3	14.5	58	1682	6
82	400 viviendas	El Cóndor	40	4	4	7.4	68	1006.4	5
84	Nahuel Hue	Centro	85	2	2	10.4	35	728	3

Fuente: elaboración propia sobre información de ordenanzas 2056-CM-10 y 2057\_CM-10

## Licenciatura en Logística – Santiago Alfredo Curti

Cuadro 8.14: Conectividad por camino mínimo: Cantidad de viajes sin transbordo: 14568

Cantidad de viajes con un transbordo: 4734

Cantidad de viajes con 2 transbordos: 13996

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43		
1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	1	0	0	2	2	0	2	2	1	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	1	2	0	2	2	1	1	0	2	0	1	2	2	1	2	0	1	1	1	0	2	2	2	2	1	2	0	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	
5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6	0	2	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
7	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
8	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	2	2	2	1	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0		
9	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	
10	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	0	2	0	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1		
12	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0		
13	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
14	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		
15	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
16	0	2	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
17	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
18	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	
19	2	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0		
20	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
21	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	
22	2	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	2	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	
24	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
25	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
26	0	2	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
27	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
29	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	2	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
31	0	2	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
32	2	2	0	0	2	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
39	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
41	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0		
42	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	2	0	1	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	
43	2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2					

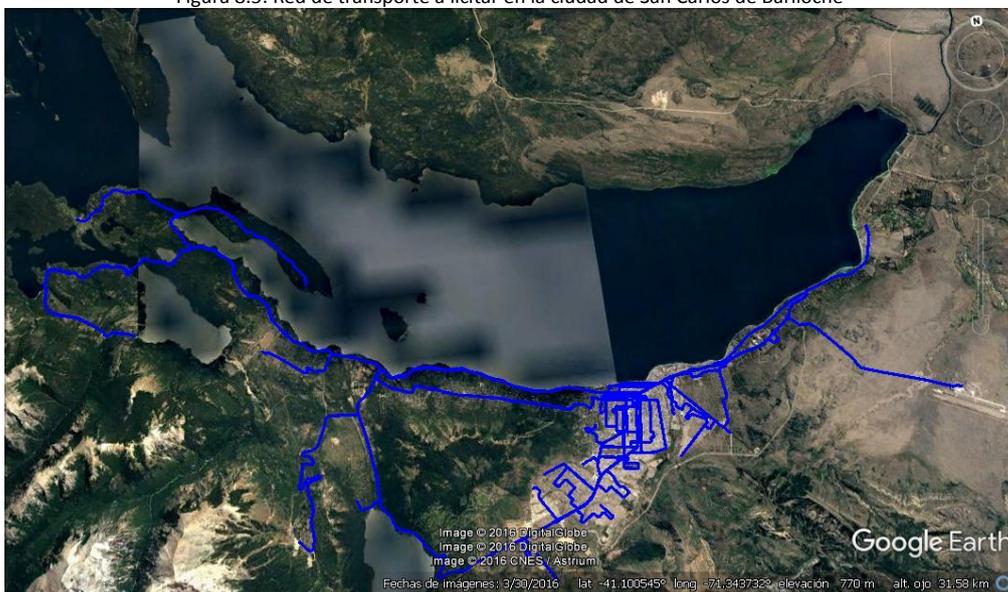




Por otra parte, dejando de lado lo anterior, se encuentra en trámite un nuevo llamado a licitación del sistema de transporte urbano de pasajeros, que ha cambiado algunos parámetros de funcionamiento del mismo. La nueva alternativa bajo análisis se estructura sobre la base de 20 recorridos. En términos generales mantiene una lógica de diseño y funcionamiento similar al sistema vigente sin que se deslumbren cambios radicales. Básicamente, se sigue la lógica del diseño radial y diametral del ruteo, se incorpora un recorrido circular que resulta de unir en uno mismo, 2 recorridos preexistentes; y se agregan 2 rutas nuevas que conectan el este de la ciudad con el sur y el oeste. Es importante remarcar que se profundiza la tendencia de homogenizar los niveles de frecuencias a lo largo del día sin discriminar franjas horarias con variabilidad de demanda. Se aumentan también la cantidad de servicios diarios, el kilometraje a recorrer y la flota operativa de vehículos, entre otros aspectos.

Los gráficos y cuadros siguientes, se especifican los detalles de mayor relevancia.

Figura 8.5: Red de transporte a licitar en la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia sobre la base de información del proyecto de ordenanza 752-15

Figura 8.6: detalle de la red de transporte a licitar en el casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia sobre la base de información del proyecto de ordenanza 752-15

Cuadro 8.17: Estructura del sistema de Transporte de pasajeros a licitar en la ciudad de San Carlos de Bariloche

Origen	Destino	Tiempo (min)	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima	Extensión (km.)	Servicios diarios	Km. diario	Vehículos Afectados
Península San Pedro	Colonia Suiza	60	1	1	20	19	760	2
Terminal de Ómnibus	Colonia Suiza	65	0.86	0.86	31.5	14	882	3
Terminal de Ómnibus	Llao Llao	65	3	4	29	64	3712	9
2 de Agosto	Frutillar	90	2	2	26	41	2132	7
Arrayanes/ Vivero	Centro	25	2	3	7	42	588	3
Pilar 1 y 2	Centro	40	2	2	11	35	770	3
Villa Los Coihues	Villa Los Coihues	105	3	3	32	55	3520	12
Universidad Río Negro	km. 18	70	3	3	25.5	52	2652	8
Terminal de Ómnibus	Cerro Catedral	60	1	1	25	14	700	2
Muticias	San Francisco IV	55	3	3	14	56	1568	6
San Francisco IV	Centro	25	3	3	6.2	50	620	3
Frutillar	San Francisco I	60	4	6	14	82	2296	12
Las Victorias	Universidad Comahue	40	3	4	12	61	1464	6
Centro	Ñiriguay	50	3	3	13.5	55	1485	6
Centro	Aeropuerto	30	Irregular	Irregular	13	7	182	1
Unión	Policía Caminera	50	4	4	18	67	2412	8
Malvinas	Costa del Sol	70	3	3	14.5	58	1682	6
400 viviendas	El Cóndor	50	3	3	13	53	1378	6
Nahuel Hue	Centro	85	2	2	10.4	35	728	3
El Cóndor	Km. 8,5 Pioneros	50	3	3	15.5	53	1643	6

Fuente: elaboración propia sobre la base de información del proyecto de ordenanza 752-15

# Licenciatura en Logística – Santiago Alfredo Curti

Cuadro 8.18: Conectividad por camino mínimo:

	Cantidad de viajes sin transbordo: 15160																	Cantidad de viajes con un transbordo: 4792										Cantidad de viajes con 2 transbordos: 13346																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43		
1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2
2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	1	0	0	2	2	0	2	0	1	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	1	2	0	2	2	0	1	0	2	0	1	2	2	1	2	0	2	1	1	0	2	0	2	2	1	0	0	0	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	1	
5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6	0	2	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	
8	2	2	2	0	0	0	0	2	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	2	2	0	1	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0
9	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	
10	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	2	0	0	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	
12	2	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
13	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
15	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
16	0	2	0	1	0	0	1	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	0	2	1	2	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0
19	2	2	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
20	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
21	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	0	1	0	0
22	2	2	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	
24	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
25	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
26	0	2	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
27	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
29	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
30	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
31	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
32	0	0	0	0	2	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
35	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
39	1	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
41	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	
42	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
43	2	2	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0																										





CAPITULO 9: APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DE SAN CARLOS DE BARILOCHECUADRO DE SITUACION ACTUAL

En el trabajo titulado “Estudio de Transporte Urbano de Pasajeros, Taxis, Remisses y Transporte Escolar de San Carlos de Bariloche” en el año 2004 la Lic. Concepción Mohana estableció para la ciudad, un esquema de 41 áreas de generación y atracción de viajes, las cuales, en mi análisis personal se llevó a 43 por cuestiones de dimensiones geográficas y conectividad. El detalle de tales áreas es el siguiente:

Cuadro 9.1: Listado de centros de generación y atracción de viajes

Área	Denominación	Comprende	Nueva distribución	
1	Centro Cívico	Centro Cívico - B° Belgrano	Área 1	Centro Cívico
2	Iglesia Catedral	Iglesia Catedral	Área 2	Iglesia Catedral
3	Colegio Nacional	Colegio Nacional	Área 3	Colegio Nacional
41	Estación	Term.de Ómnibus - B° Ñireco N - El Cóndor	Área 4	Estación
5	Polideportivo	Polideportivo - B° San Francisco I	Área 5	Polideportivo
6	Centro - Onelli - 1	Onelli Norte - B° Anasagasti	Área 6	Centro - Onelli - 1
7	Refugio de Moreno	Refugio de Moreno y Palacios	Área 7	Refugio de Moreno
8	Col. Ma. Auxiliadora	Colegio María Auxiliadora	Área 8	Col. Ma. Auxiliadora
9	Jardín Botánico	B° Jardín Botánico	Área 9	Jardín Botánico
10	IPPV - Barrios - 1	B° Belgrano Sudoeste - S.M. Furman	Área 10	IPPV - Barrios - 1
11	Centro - Onelli – 2	B° Santo Cristo - Nueva Esperanza	Área 11	Centro - Onelli - 2
12	Corralón Municipal	B° Lera	Área 12	Barrio Lera
13	San Francisco I	IPPV 84 Viviendas - 112 Viviendas	Área 13	San Francisco I
14	San Francisco III	B° San Francisco II y III	Área 14	San Francisco II y III
15	Centro - Onelli – 3	B° Perito Moreno - Las Muticias	Área 15	Centro - Onelli - 3
16	Centro - Onelli – 4	Onelli Sur - B° Las Quintas	Área 16	Centro - Onelli - 4
17	IPPV - Barrios – 2	B° 3 de Mayo - IPPV 204 Viviendas	Área 17	IPPV - Barrios - 2
18	IPPV - Barrios – 3	B° Bella Vista I y II	Área 18	IPPV - Barrios - 3
19	IPPV - Barrios – 4	B° Vuriloche 4 - 181 Viviendas - 144 Viv.	Área 19	IPPV - Barrios - 4
20	B° Las Muticias	B° San Ceferino - Las Muticias	Área 20	B° Las Muticias
21	IPPV - Barrios – 5	Cementerio - B° San Carlos	Área 21	IPPV - Barrios - 5
22	Cementerio	B° Arrayanes – Peumayén	Área 22	Cementerio
23	El Frutillar	B° El Frutillar - Ntras.Malvinas - B°Unión	Área 23	El Frutillar
24	Km 2,5	B° Las Vertientes - Los Cipresales	Área 24	Km 2,5
25	Km 4,0	B° Melipal	Área 25	Km 4,0
26	Melipal	B° Rayen Mapu - El Prado - Melipal	Área 26	Melipal
27	Km 6,0	B° Pinar del Lago - La Cascada	Área 27	Km 6,0
28	Km 7,0	B° El Mirador - Rancho Grande	Área 28	Km 7,0
29	Playa Bonita	Playa Bonita - B° Pinar de Festa	Área 29	Playa Bonita
30	El Pilar	B° El Pilar 1 y 2 - El Carmen	Área 30	El Pilar
31	Centro Atómico	Centro Atómico - B° Pájaro Azul	Área 31	Centro Atómico
32	Villa Los Coihues	Va.Los Coihues-Va.L.Gutiérrez-Arelauquen	Área 32	Villa Los Coihues
33	Villa Catedral	Villa Catedral	Área 33	Villa Catedral
34	Casa de Piedra	B° Casa de Piedra - 3 Lagos	Área 34	Casa de Piedra
35	El Trébol	El Trébol - B° Don Orione	Área 35	El Trébol
36	Pla. San Pedro	Península San Pedro - Puerto Bueno	Área 36	Pla. San Pedro
37	Km 19,0	Villa Campanario - Parque Mapuche	Área 37	Km 19,0
38	Llao Llao	Llao Llao - Villa Golf	Área 38	Llao Llao
39	Colonia Suiza	Colonia Suiza - Villa Tacul	Área 39	Colonia Suiza
40	Aduana	Costa del Sol - Valle Verde - Las Victorias	Área 40	Aduana

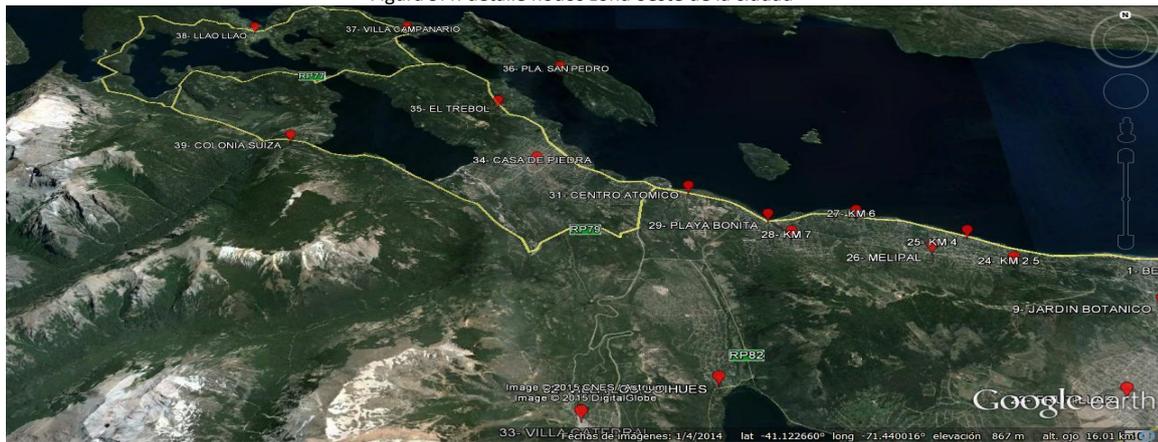


Figura 9.3: Nodos en la zona centro de la ciudad



Fuente: elaboración propia

Figura 9.4: detalle nodos zona oeste de la ciudad



Fuente: elaboración propia

Figura 9.5: detalle de los nodos en zona este de la ciudad



Fuente: elaboración propia

Se muestra a continuación el grafo completo, sobre el mapa, que se tomará como base para llevar a cabo el presente trabajo. En él pueden apreciarse, además de los nodos respectivos, las principales conexiones posibles de establecerse entre los mismos.

Figura 9.6: grafo de la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia

La magnitud de las aristas especificadas se muestra a continuación:



Se muestra a continuación, la matriz de demanda de transporte estimada por el presente, a partir del cuadro Nro. 16 del trabajo elaborado por la Lic. Concepción Mohana en su análisis. En términos generales, muestra la demanda por parte de sistema de transporte urbano de pasajeros, estableciendo en forma de matriz, los orígenes y destinos; y cantidad de viajes diarios entre ellos. Como se dijo anteriormente el estudio original de la Lic. Mohana, estableció para la ciudad 41 nodos, cantidad que a los fines prácticos fue elevada a 43 en el presente análisis, recalculando la demanda de transporte original, a la nueva situación planteada adecuando la cantidad de pasajeros de acuerdo a una distribución de frecuencia homogénea.-



## Licenciatura en Logística – Santiago Alfredo Curti

Cuadro 9.4 MATRIZ DE DEMANDA DE TRANSPORTE POR MEDIO DEL TRASPORTE URBANO DE PASAJEROS (PROYECTADO AÑO 2014)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
1	0	140	151	67	0	0	36	83	43	129	157	29	49	25	58	55	56	25	93	130	80	99	29	20	103	131	75	52	0	10	23	38	4	40	0	5	23	0	4	12	12	0	29	
2	140	0	131	0	72	121	0	99	25	174	63	74	49	0	29	58	28	34	58	48	80	83	26	0	115	75	75	61	71	22	81	10	0	28	12	5	0	0	0	0	0	0	26	
3	151	131	0	32	52	61	81	114	25	87	94	117	98	81	29	43	28	34	29	23	32	18	21	0	69	71	0	21	12	98	23	0	0	123	12	0	7	0	4	0	0	233	21	
4	67	0	32	0	0	31	160	0	18	28	31	15	0	32	0	28	33	38	49	23	0	9	12	77	0	70	75	52	36	33	23	0	0	13	0	37	7	11	0	0	0	22	12	
5	0	72	52	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	9	0	36	0	10	0	0	88	0	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	72	0	0	0	0	0	58	9	
6	0	121	61	31	0	0	36	61	12	28	0	0	98	0	15	61	0	61	10	0	16	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	
7	36	0	81	160	72	36	0	239	48	180	223	59	49	16	29	86	56	20	67	59	128	74	36	38	0	56	0	82	0	55	93	10	0	55	0	0	15	11	4	9	9	36	17	
8	83	99	114	0	0	61	239	0	79	157	125	86	148	88	87	180	112	58	175	118	281	92	102	58	42	0	38	93	12	55	0	10	0	109	0	0	15	0	7	0	0	22	102	
9	43	25	25	18	0	12	48	79	0	48	31	0	0	0	0	0	6	5	44	0	0	18	9	0	6	6	0	0	0	6	10	6	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	9	
10	129	174	87	28	0	28	180	157	48	0	0	0	0	0	0	71	6	72	28	28	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	157	63	94	31	0	0	223	125	31	0	0	31	0	0	0	31	11	5	0	12	16	0	9	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	31	9	
12	29	74	117	15	0	0	59	86	0	0	31	0	98	16	15	28	6	0	29	23	32	9	0	79	0	0	0	15	15	0	0	15	0	29	0	0	0	0	0	7	7	36	0	
13	49	49	98	0	0	98	49	148	0	0	0	98	0	0	0	49	11	0	49	0	0	0	4	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14	25	0	81	32	9	0	16	88	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	
15	58	29	29	0	0	15	29	87	0	0	15	0	0	0	0	58	6	0	0	0	0	0	17	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16	55	58	43	28	36	61	86	180	0	71	31	28	49	0	58	0	22	56	20	12	48	65	27	38	13	18	0	25	0	22	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	22	27	
17	56	28	28	33	0	0	56	112	6	6	11	6	11	0	6	22	0	17	11	0	18	4	0	0	25	6	16	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
18	25	34	34	38	10	61	20	58	5	72	5	0	0	0	0	56	17	0	15	0	16	0	12	10	0	0	0	10	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	2	5	12	
19	93	58	29	49	0	10	67	175	44	28	0	29	49	0	0	20	11	15	0	0	102	55	0	20	38	38	40	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	55		
20	130	48	23	23	0	0	59	118	0	28	12	23	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	39	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	
21	80	80	32	0	88	16	128	281	0	0	16	32	0	0	0	48	0	16	0	12	0	0	20	16	48	0	0	0	0	16	0	0	16	16	0	16	0	16	0	16	0	16	20	
22	99	83	18	9	0	47	74	92	18	0	0	9	0	0	0	65	18	0	102	0	0	0	0	0	0	28	0	18	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	29	26	21	12	9	0	36	102	9	0	9	0	4	0	17	27	4	12	55	0	20	0	0	0	4	4	0	4	0	27	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0		
24	20	0	0	77	0	0	38	58	0	0	0	79	0	0	0	38	0	10	0	0	16	0	0	0	174	0	0	0	12	0	77	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	
25	103	115	69	0	0	0	0	42	6	0	0	0	0	0	15	13	0	0	20	0	48	0	4	174	0	151	38	103	71	0	0	48	4	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
26	131	75	71	70	0	0	56	0	6	28	0	0	0	0	0	18	25	0	38	0	0	28	4	0	151	0	207	21	153	10	93	18	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
27	75	75	0	75	0	0	0	38	0	0	0	49	0	0	0	6	0	38	0	0	0	0	0	0	38	207	0	10	38	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	52	61	21	52	10	61	82	93	0	0	0	15	0	0	0	25	16	10	40	10	0	18	4	0	103	21	10	0	70	10	31	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
29	0	71	12	36	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	71	153	38	70	0	10	0	0	0	0	0	5	15	0	23	0	0	0	0	
30	10	22	98	33	0	10	55	55	0	0	0	10	0	0	22	11	5	0	12	0	0	27	0	0	10	0	10	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
31	23	81	23	23	0	0	93	0	6	0	63	0	0	0	0	0	0	0	10	12	16	0	4	77	0	93	23	31	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	0	0	0	4	
32	38	10	0	0	10	0	10	10	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	18	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	7	0	0	0	0	0	0	
34	40	28	123	13	0	0	55	109	0	0	0	29	0	0	0	55	0	0	0	39	16	9	0	0	69	13	0	0	0	0	55	0	13	0	28	0	40	0	13	0	0	0		
35	0	12	12	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	5	133	45	0	0	0	0		
36	5	5	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0		
37	23	0	7	7	0	15	15	15	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	15	0	0	7	40	133	0	0	0	0	0	0	0	0			
38	0	0	0	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	0	0	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
39	4	0	4	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40	12	0	0	0	0	0	9	0	4	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	32	0	
41	12	0	0	0	0	0	9	0	4	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	32	0		
42	0	0	233	22	58	0	36	22	0	0	31	36	0	9	0	22	0	5	0	0	16	0</																						

A partir de los extractos de planillas de servicios de las empresas 3 de mayo y Codao para el año 2004 realizadas por la Lic. Concepción Mohana se puede apreciar de manera parcial el comportamiento del usuario en relación a la distribución horaria de los viajes realizados permitiéndonos confeccionar la siguiente tabla que muestra distribuidos dichos viajes en 5 franjas horarias:

Cuadro 9.5: distribución horaria de pasajeros por línea

Línea/ Franja Horaria	83	82	80	72	71	70	61	60	51	50	41	40	30	22	21	20	10	Total	Porcentaje
de 6 a 8	65	58	42	8	154	91	73	85	117	93	57	141	87	76	192	75	52	1466	7.84
de 8 a 12	184	234	250	143	340	303	288	357	343	367	57	269	245	173	213	302	165	4233	22.65
de 12 a 15	234	240	200	61	368	239	290	224	411	170	85	243	215	67	162	342	304	3855	20.62
de 15 a 20	313	365	313	104	460	374	404	497	671	258	219	386	308	82	511	481	343	6089	32.58
de 20 a 24	50	99	279	1	140	172	221	348	188	310	174	98	98	111	210	411	139	3049	16.31

Fuente: elaboración propia

Como se detalló anteriormente, a los fines de llevar a cabo el presente trabajo se toma como valor promedio de la hora de trabajo de un viajante en \$32,11 y el costo por kilómetro para las empresas de transporte, en \$13,78. Otras medidas de interés es la capacidad de cada vehículo (50 pax), frecuencia mínima (una cada 60 minutos).

#### MODELO PROPUESTO

El modelo de transporte urbano de pasajeros para la ciudad de San Carlos de Bariloche propuesto en éste trabajo consta de 18 recorridos que en su conjunto crean una red de 537,3 km aproximadamente que consta de 246 conexiones que se desarrollan sobre la base de 154 aristas, que se listan a continuación.

{1,2,0},	{5,3,0},	{11,6,0},	{17,18,0},	{21,22,0},	{27,29,0},	{34,33,0},
{1,7,0},	{5,6,0},	{11,10,0},	{17,21,0},	{22,19,0},	{28,26,0},	{34,35,0},
{1,8,0},	{5,7,0},	{11,12,0},	{18,1,0},	{22,20,0},	{28,29,0},	{35,34,0},
{1,9,0},	{5,12,0},	{11,16,0},	{18,9,0},	{22,21,0},	{28,32,0},	{35,37,0},
{1,10,0},	{6,5,0},	{12,5,0},	{18,17,0},	{22,43,0},	{29,27,0},	{35,39,0},
{1,18,0},	{6,8,0},	{12,11,0},	{18,19,0},	{23,19,0},	{29,28,0},	{36,37,0},
{1,24,0},	{6,11,0},	{12,15,0},	{18,21,0},	{23,30,0},	{29,31,0},	{37,35,0},
{1,25,0},	{7,1,0},	{13,3,0},	{19,18,0},	{24,1,0},	{29,32,0},	{37,36,0},
{2,1,0},	{7,2,0},	{13,4,0},	{19,21,0},	{24,9,0},	{29,33,0},	{37,38,0},
{2,3,0},	{7,5,0},	{13,14,0},	{19,22,0},	{24,25,0},	{30,19,0},	{38,37,0},
{2,5,0},	{7,8,0},	{14,13,0},	{19,23,0},	{24,26,0},	{30,23,0},	{39,32,0},
{2,7,0},	{8,1,0},	{14,41,0},	{19,30,0},	{25,1,0},	{30,32,0},	{39,35,0},
{2,25,0},	{8,6,0},	{15,12,0},	{19,43,0},	{25,2,0},	{30,43,0},	{40,4,0},
{3,2,0},	{8,7,0},	{15,16,0},	{20,15,0},	{25,24,0},	{31,29,0},	{40,41,0},
{3,4,0},	{8,10,0},	{15,20,0},	{20,16,0},	{25,26,0},	{31,34,0},	{40,42,0},
{3,5,0},	{9,1,0},	{16,11,0},	{20,21,0},	{25,27,0},	{32,28,0},	{41,4,0},
{3,13,0},	{9,18,0},	{16,15,0},	{20,22,0},	{26,24,0},	{32,29,0},	{41,14,0},
{4,3,0},	{9,24,0},	{16,17,0},	{21,16,0},	{26,25,0},	{32,30,0},	{41,40,0},
{4,13,0},	{10,1,0},	{16,20,0},	{21,17,0},	{26,27,0},	{32,39,0},	{42,40,0},
{4,40,0},	{10,8,0},	{16,21,0},	{21,18,0},	{26,28,0},	{33,29,0},	{43,19,0},
{4,41,0},	{10,11,0},	{17,10,0},	{21,19,0},	{27,25,0},	{33,34,0},	{43,22,0},
{5,2,0},	{10,17,0},	{17,16,0},	{21,20,0},	{27,26,0},	{34,31,0},	{43,30,0},

A modo de resumen, se presenta el siguiente cuadro con la información principal de cada recorrido:

Cuadro 9.6: resumen de la estructura del sistema propuesto

Recorrido	Origen	Destino	C. nodos	Km.	Tiempo	Pax	Recorrido	Frec. Min	Frec. Max	Vehículos
1	43	4	13	36.5	102.91	4765	43,30,23,19,21,16,11,6,8,7,2,3,4,	3	4	7
2	17	12	13	26.45	74.58	3028	17,10,8,6,11,16,21,19,43,22,20,15,12,	3	4	5
3	30	40	12	42.3	119.27	4534	30,19,21,16,11,6,5,3,13,14,41,40,	3	3	6
4	3	20	8	10.85	30.59	4715	3, 2, 1, 8, 6, 11, 16, 20,	5	7	4
5	42	34	10	59.9	168.89	3824	42, 40, 4, 3, 2, 25, 27, 29, 31, 34,	2	3	9
6	30	13	11	52.35	147.6	4372	30, 32, 28, 26, 24, 1, 8, 7, 2, 3, 13,	2	3	8
7	8	36	10	57.65	162.55	3309	8, 1, 25, 27, 29, 31, 34, 35, 37, 36,	2	3	9
8	1	25	10	24.3	68.52	3966	1, 10, 17, 21, 22, 19, 18, 9, 24, 25,	3	4	5
9	11	6	7	8.8	24.81	3026	11, 10, 8, 7, 2, 5, 6,	5	6	3
10	12	31	8	25.3	71.33	1828	12, 5, 7, 1, 25, 27, 29, 31,	2	3	4
11	41	28	7	27.4	77.26	2013	41, 4, 3, 2, 25, 26, 28,	2	3	4
12	27	35	7	69.2	195.11	2047	27,26, 28, 29, 32, 39, 35,	1	2	7
13	15	20	6	7.4	20.86	2612	15, 16, 17, 18, 21, 20,	5	6	3
14	11	13	5	10	28.2	1736	11, 12, 5, 3, 13,	3	4	2
15	6	4	5	12.5	35.24	859	6, 5, 3, 13, 4,	2	3	2
16	9	19	4	9.2	25.94	1404	9, 1, 18, 19,	3	4	2
17	37	38	2	10	28.2	210	37,38,	1	2	1
18	29	34	3	47.2	133.08	94	29, 33,34,	1	1	3

Fuente: elaboración propia

Se prevé que los trayectos diseñados, a partir de su extensión y cantidad de frecuencias asociadas en las diferentes franjas horarias, totalizaran al día 25383,7km distribuidos en 1025 servicios que transportarán a un estimado de 48336 a 48372pasajeros. Para la puesta en práctica de ello se requerirá una flota operativa de 84 vehículos.

Las franjas horarias y distribución de pasajeros entre ellas, siguen la misma lógica que la expuesta en el cuadro 9.5. Como datos de particular relevancia a fin de poder proceder al cálculo de frecuencias se toman los siguientes variables:

- Salario promedio horario \$32.11
- Costo social: \$27.61 ( $\$32.11 \cdot 86/100$ )
- Costo variable empresarial por km.: \$13.78
- Capacidad promedio del vehículo: 50 pax.

La puesta en práctica del sistema ha de generar diariamente el flujo de pasajeros que se expone a continuación:





Se expone a continuación el detalle de cada recorrido diseñado con sus principales indicadores operativos y de performance.

RECORRIDO 1

- NODO DE ORIGEN: 43
- NODO FINAL: 4
- CANTIDAD DE NODOS: 13
- KILOMETRAJE: 36.50
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 102.91
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 13581.90
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 565.91
- CANTIDAD\_PAX: 4765
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 43,30,23,19,21,16,11,6,8,7,2,3,4,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: MALVINAS,PILAR I Y II,FRUTILLAR,VURILOCHE,CEMENTERIO,ONELLI 4,ONELLI 2,ONELLI 1,COLEGIO MARIA AUXILIADORA,PARADOR CENTRAL,IGLESIA CATEDRAL,COLEGIO NACIONAL,TERMINAL,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Tierra del fuego y Gobernador Vernet va por ésta última hasta Soldado Olavarria, Ceibo, Ñanco, Laufen, Ruta 40 Sur, Vicente Roble, Angélica Acevedo, 15 de febrero, San Juan Bosco, Ruta 40 Sur, Crucero General Belgrano, Cacique Nahuel, Neneo, Ruta 40 Sur, José Maria Sobral, Eduardo Elordi, Otto Goedecke, Moreno, Rolando, 12 de Octubre, Ruta 40 Norte hasta la terminal.

Vuelta: desde la Terminal toma la ruta 40 Norte hacia el este, 12 de Octubre, diagonal Capraro, Vicealmirante O’Connor, Palacios, Moreno, Villegas, Ada María Elflein, Frey, Albarracín, Onelli, Ruta 40 Sur, Calfu Co, Cacique Prafil, Peulla, Cacique Nahuel, Tiaca, Cacique Prafil, Crucero General Belgrano, Ruta 40 sur, Vicente Roble, Angélica Acevedo, Primero de Enero, 15 de Febrero, San Juan Bosco, Vicente Roble, Ruta 40 Sur, Soldado Olavarria, Ceibo, Tierra del Fuego hasta Gobernador Vernet.

Figura 9.7: recorrido 1



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.9 indicadores operativos recorrido 1

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.90
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.86	KILOMETRAE TOTAL 219.00
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.89
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 3.44	KILOMETRAE TOTAL 438.00
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.49
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 7
FRECUENCIA 3.79	KILOMETRAE TOTAL 438.00
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.32
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 7
FRECUENCIA 3.69	KILOMETRAE TOTAL 730.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.00
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.92	KILOMETRAE TOTAL 438.00

Fuente: elaboración propia

### RECORRIDO 2

- NODO DE ORIGEN: 17
- NODO FINAL: 12
- CANTIDAD DE NODOS: 13
- KILOMETRAJE: 26.45
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 74.58
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 11219.50
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 467.48
- CANTIDAD\_PAX: 3028
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 17,10,8,6,11,16,21,19,43,22,20,15,12,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:3 DE MAYO,IPPV,COLEGIO MARIA AUXILIADORA,ONELLI 1,ONELLI 2,ONELLI 4,CEMENTERIO,VURILOCHE,MALVINAS,ARRAYANES,LAS MUTICIAS,ONELLI 3,BARRIO LERA,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Dese Palacios y Diagonal Gutierrez, toma Palacios, Brown, Rolando, Albarracín, Onelli, Ruta 40 Sur, Miramar, Fernández, Carlos Wiederhold, Gobernador Vernet, Tierra del Fuego, Ceibo, Carlos Wiederhold, Los Notros, Miramar, Beschtedt, Michay, Taique, Lengas, Onelli, Pablo Mange, Ruiz Moreno, José Maria Sobral, Sarmiento, Felipe Laguna, Rivadavia, 25 de Mayo hasta 9 de Julio.

Vuelta: Desde 25 de Mayo y 9 de Julio, toma 9 de Julio, Almirante Brown, Rivadavia, Rosales, Ruiz Moreno, Oses, Onelli, Lengas, Taique, Michay, Rolando, Carlos Wiederhold, Gobernador Vernet, Ushuaia, Colectora, Miramar, Ruta 40 Sur, José Maria Sobral, Eduardo Elordi, Anasagasti, Palacios, Chubut, Villegas, Brown hasta Palacios.

Figura 9.8: recorrido 2



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.10: indicadores operativos línea 2

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.33
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.68	KILOMETRAE TOTAL 158.70
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.01
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 3.22	KILOMETRAE TOTAL 317.40
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.41
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 3.55	KILOMETRAE TOTAL 317.40
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.30
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 3.46	KILOMETRAE TOTAL 396.75
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.40
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.74	KILOMETRAE TOTAL 317.40

Fuente: elaboración propia

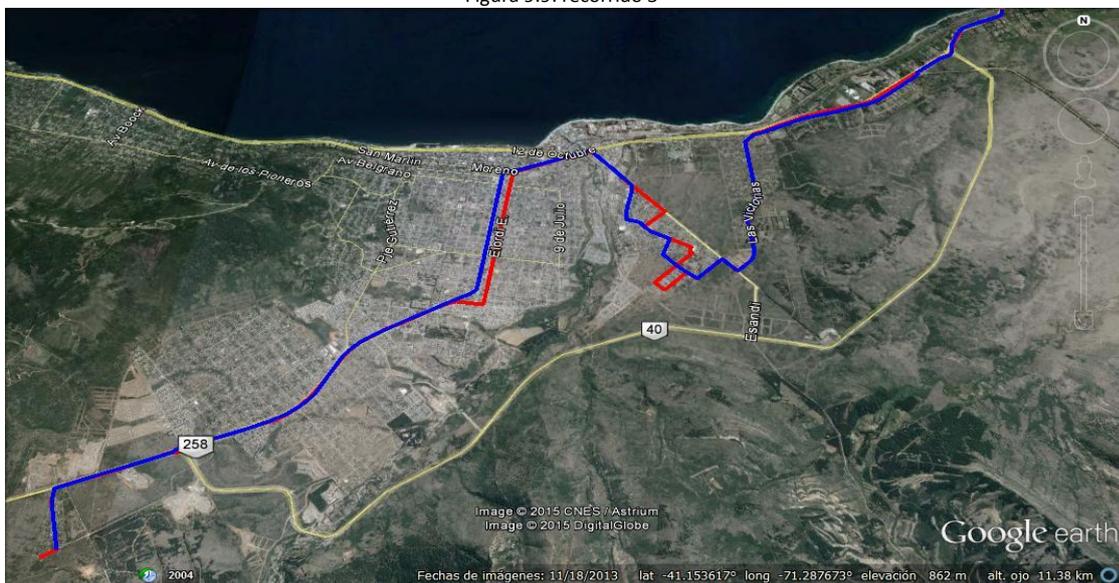
RECORRIDO 3

- NODO DE ORIGEN: 30
- NODO FINAL: 40
- CANTIDAD DE NODOS: 12
- KILOMETRAJE: 42.30
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 119.27
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 10836.17
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 492.55
- CANTIDAD\_PAX: 4534
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 30,19,21,16,11,6,5,3,13,14,41,40,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:PILAR I Y II,VURILOCHE,CEMENTERIO,ONELLI 4,ONELLI 2,ONELLI 1,POLIDEPORTIVO,COLEGIO NACIONAL,SAN FRANCISCO I,SAN FRANCISCO II Y III,LAS VICTORIAS,ADUANA,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Primero de Enero y Angélica Acevedo, Vicente Roble, Ruta 40 sur, José Maria Sobral, Eduardo Elordi, Avenida Ángel Gallardo, Ruiz Moreno, Ada María Elflein, Eduardo Elordi, Diagonal Capraro, Esandi, Caracas, San José de Costa Rica, San Salvador, San Pablo, La Habana, Calle 6, Calle 7, Calle 1, Florida, Esandi, Las Victorias, Ruta 40 Norte hasta el cruce del ferrocarril.

Vuelta: desde Ruta 40 Norte y el cruce con el Ferrocarril, toma Ruta 40 Norte, Comandante Luis Piedrabuena, Las Victorias, Esandi, Florida, Paloma, Bogota, San José de Costa Rica, Monteverde, Esandi, 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Moreno, Onelli, Ruta 40 Sur, Vicente Roble, Angélica Acevedo hasta Primero de Enero.

Figura 9.9: recorrido 3



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.11: indicadores operativos línea 3

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.16
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.60	KILOMETRAE TOTAL 253.80
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.20
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 3.12	KILOMETRAE TOTAL 507.60
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.83
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 3.44	KILOMETRAE TOTAL 380.70
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.65
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 3.35	KILOMETRAE TOTAL 634.50
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.26
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.65	KILOMETRAE TOTAL 507.60

Fuente: elaboración propia

#### RECORRIDO 4

- NODO DE ORIGEN: 3
- NODO FINAL: 20
- CANTIDAD DE NODOS: 8
- KILOMETRAJE: 10.85
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 30.59
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 10745.90
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 767.56
- CANTIDAD\_PAX: 4715
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 3, 2, 1, 8, 6, 11, 16, 20,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:COLEGIO NACIONAL, IGLESIA CATEDRAL, CENTRO CIVICO, COLEGIO MARIA AUXILIADORA, ONELLI 1, ONELLI 2, ONELLI 4, LAS MUTICIAS, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde 12 de octubre y Diagonal Capraro va por ésta hasta Vicealmirante O'Connor, Villegas, Moreno, Morales, Ada María Elflein, Palacios, Albarracín, Onelli, José María Sobral hasta Ruiz Moreno.

Vuelta: Desde José María Sobral y Eduardo Elordi, va por ésta hasta Anasagasti, Rolando, Tiscornia, Morales, Ada María Elflein, Quaglia, 12 de Octubre hasta el Colegio Nacional.

Figura 9.10: recorrido 4



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.12: indicadores operativos línea 4

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 5
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.66
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 5.23	KILOMETRAE TOTAL 108.50
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 6
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.20
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 6.28	KILOMETRAE TOTAL 260.40
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 7
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.53
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 6.92	KILOMETRAE TOTAL 227.85
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 7
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.44
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 6.74	KILOMETRAE TOTAL 379.75
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 5
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.72
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 5.33	KILOMETRAE TOTAL 217.00

Fuente: elaboración propia

### RECORRIDO 5

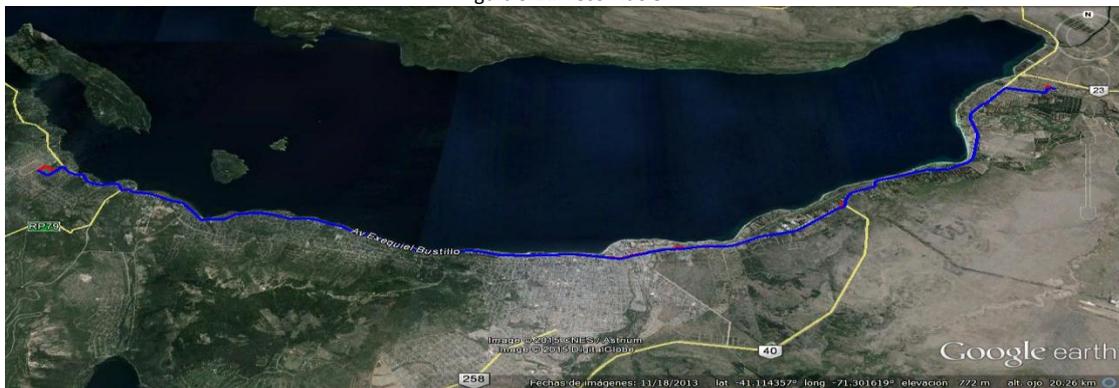
- NODO DE ORIGEN: 42
- NODO FINAL: 34
- CANTIDAD DE NODOS: 10
- KILOMETRAJE: 59.90
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 168.89
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 9654.07
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 536.34

- CANTIDAD\_PAX: 3824
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 42, 40, 4, 3, 2, 25, 27, 29, 31, 34,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: DINA HUAPI, ADUANA, TERMINAL, COLEGIO NACIONAL, IGLESIA CATEDRAL, KM 4, KM 6, PLAYA BONITA, CENTRO ATOMICO, CASA DE PIEDRA, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Dese petunias y Las Rosas va por ésta hasta los Lirios, Nogales, Venezuela, Estados unidos, Ruta 40 Norte, 12 de Octubre, Juan Manuel de Rosas, Avenida Exequiel Bustillo, Pudú Sur, Huala, De las Estrellas hasta Huilqui.

Vuelta: desde De las Estrellas y Huilqui, va por ellas hasta Pudú Sur, Avenida Exequiel Bustillo, Juan Manuel de Rosas, 12 de Octubre, Ruta 40 Norte, Estados unidos, Venezuela, Nogales, Los Lirios, Las Rosas hasta las Petunias.

Figura 9.11: recorrido 5



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.13: indicadores operativos línea 5

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.64
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.00	KILOMETRAE TOTAL 239.60
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.78
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.41	KILOMETRAE TOTAL 479.20
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 7.47
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 9
FRECUENCIA 2.65	KILOMETRAE TOTAL 539.10
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 7.27
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 9
FRECUENCIA 2.58	KILOMETRAE TOTAL 898.50
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.75
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.04	KILOMETRAE TOTAL 479.20

Fuente: elaboración propia

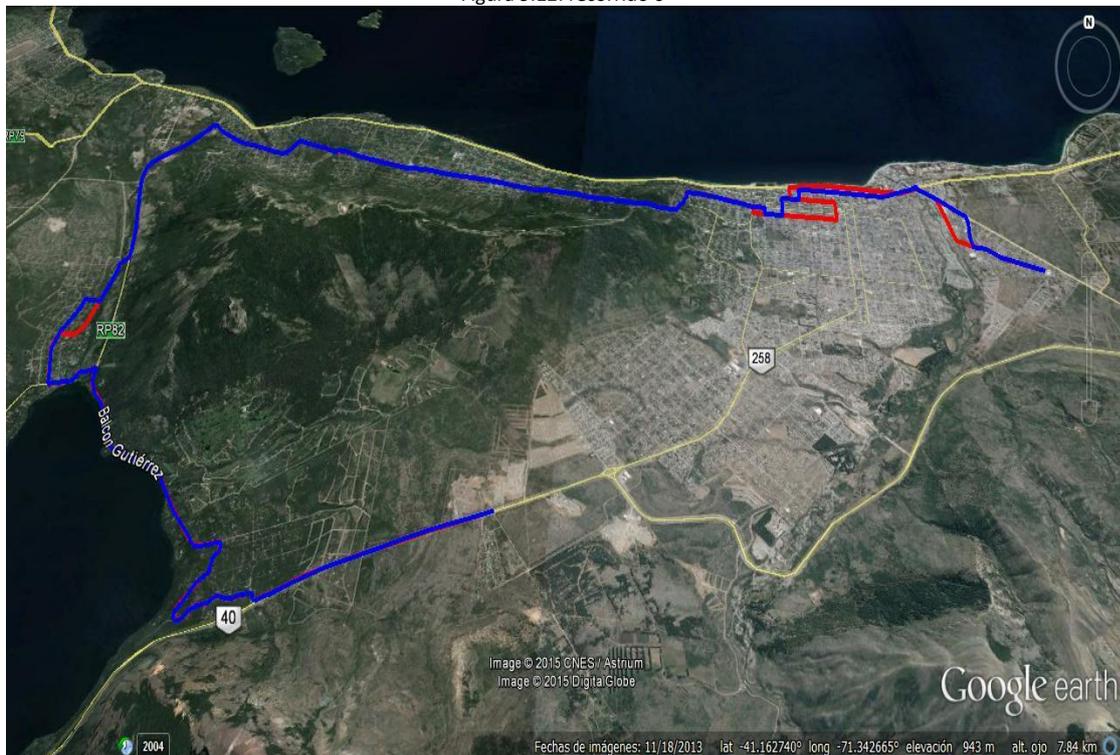
RECORRIDO 6

- NODO DE ORIGEN: 30
- NODO FINAL: 13
- CANTIDAD DE NODOS: 11
- KILOMETRAJE: 52.35
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 147.60
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 9207.73
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 460.39
- CANTIDAD\_PAX: 4372
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 30, 32, 28, 26, 24, 1, 8, 7, 2, 3, 13,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: PILAR I Y II, VILLA LOS COIHUES, KM 7, MELIPAL, KM 2,5, CENTRO CIVICO, COLEGIO MARIA AUXILIADORA, PARADOR CENTRAL, IGLESIA CATEDRAL, COLEGIO NACIONAL, SAN FRANCISCO I, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Vicente Robles y Ruta 40 Sur, Ruta 40 sur, Balcón del Gutierrez, Ruta Provincial 82, Parque Nacional Lago Puelo, Parque Nacional Iguazú, Parque Nacional sierra de las Quijadas, Ruta Provincial 82, Avenida de Los Pioneros, Videla, Belgrano, 20 de Febrero, Tiscornia, Otto Goedecke Goedecke, Moreno, Rolando, 12 de Octubre, Esandi, Mosconi, Colonia, San José de Costa Rica.

Vuelta: Costa Rica, Monteverde, Esandi, 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Vicealmirante O'Connor, Palacios, Moreno, Villegas, Tiscornia, Morales, Avenida Angel Gallardo, Belgrano, Videla, Avenida de Los Pioneros, Ruta Provincial 82, Parque Nacional Sierra de las Quijadas, Calilegua, Parque Nacional Lago Puelo, Monumento Nacional Bosque Petrificado, Ruta Provincial 82, Balcón del Gutierrez, Ruta 40 Sur hasta Vicente Robles.

Figura 9.12: recorrido 6



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.14: indicadores operativos línea 6

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.64
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 2.29	KILOMETRAE TOTAL 209.40
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.77
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 8
FRECUENCIA 2.75	KILOMETRAE TOTAL 628.20
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 7.46
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 8
FRECUENCIA 3.03	KILOMETRAE TOTAL 471.15
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 7.27
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 8
FRECUENCIA 2.95	KILOMETRAE TOTAL 785.25
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.75
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 2.34	KILOMETRAE TOTAL 418.80

Fuente: elaboración propia

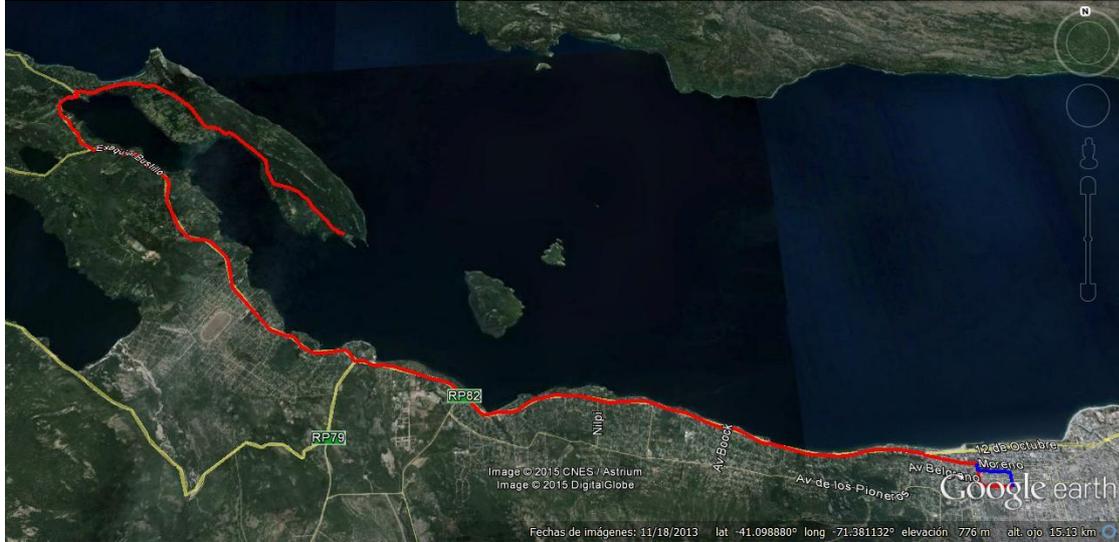
### RECORRIDO 7

- NODO DE ORIGEN: 8
- NODO FINAL: 36
- CANTIDAD DE NODOS: 10
- KILOMETRAJE: 57.65
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 162.55
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 8344.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 463.56
- CANTIDAD\_PAX: 3309
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 8, 1 ,25, 27, 29, 31, 34, 35, 37, 36,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:COLEGIO MARIA AUXILIADORA,CENTRO CIVICO,KM 4,KM 6,PLAYA BONITA,CENTRO ATOMICO,CASA DE PIEDRA,EL TREBOL,CAMPANARIO,PENINSULA SAN PEDRO,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Palacios y Tiscornia va por ellas hasta Morales, Ada María Elflein, Quiaglia, Moreno, San Martín, Avenida Exequiel Bustillo, Av. Campanario hasta Puerto Bueno.

Vuelta: Desde Puerto Bueno a por Avenida Campanario, Avenida Exequiel Bustillo, San Martín, Morales, Ada María Elflein, Palacios hasta Tiscornia.

Figura 9.13: recorrido 7



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.15: indicadores operativos línea 7

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.15
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 1.90	KILOMETRAE TOTAL 230.60
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.18
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.28	KILOMETRAE TOTAL 461.20
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.81
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 9
FRECUENCIA 2.51	KILOMETRAE TOTAL 518.85
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 6.63
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 2.45	KILOMETRAE TOTAL 576.50
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.25
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 6
FRECUENCIA 1.94	KILOMETRAE TOTAL 461.20

Fuente: elaboración propia



Cuadro 9.16: indicadores operativos línea 8

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.66
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 3.20	KILOMETRAE TOTAL 145.80
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.40
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 3.85	KILOMETRAE TOTAL 388.80
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.84
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 4.24	KILOMETRAE TOTAL 291.60
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.72
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 5
FRECUENCIA 4.13	KILOMETRAE TOTAL 486.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.73
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 3.27	KILOMETRAE TOTAL 291.60

Fuente: elaboración propia

#### RECORRIDO 9

- NODO DE ORIGEN: 11
- NODO FINAL: 6
- CANTIDAD DE NODOS: 7
- KILOMETRAJE: 8.80
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 24.81
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 5924.33
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 493.69
- CANTIDAD\_PAX: 3026
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 11, 10, 8, 7, 2, 5, 6,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: ONELLI 2, IPPV, COLEGIO MARIA AUXILIADORA, PARADOR CENTRAL, IGLESIA CATEDRAL, POLIDEPORTIVO, ONELLI 1, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Onelli y 25 de Mayo va por ella hasta Rolando, Avenida Angel Gallardo, Beschtedt, Ada María Elflein, Otto Goedecke , Moreno, Beschtedt, Mitre, Ruiz Moreno, Diagonal Capraro, Moreno, Onelli hasta Fagnano.

Vuelta: Eduardo Elordi, Moreno, Beschtedt, Vicealmirante O'Connor, Palacios, Moreno, Villegas, Ada María Elflein, Palacios, Chubut hasta Onelli.



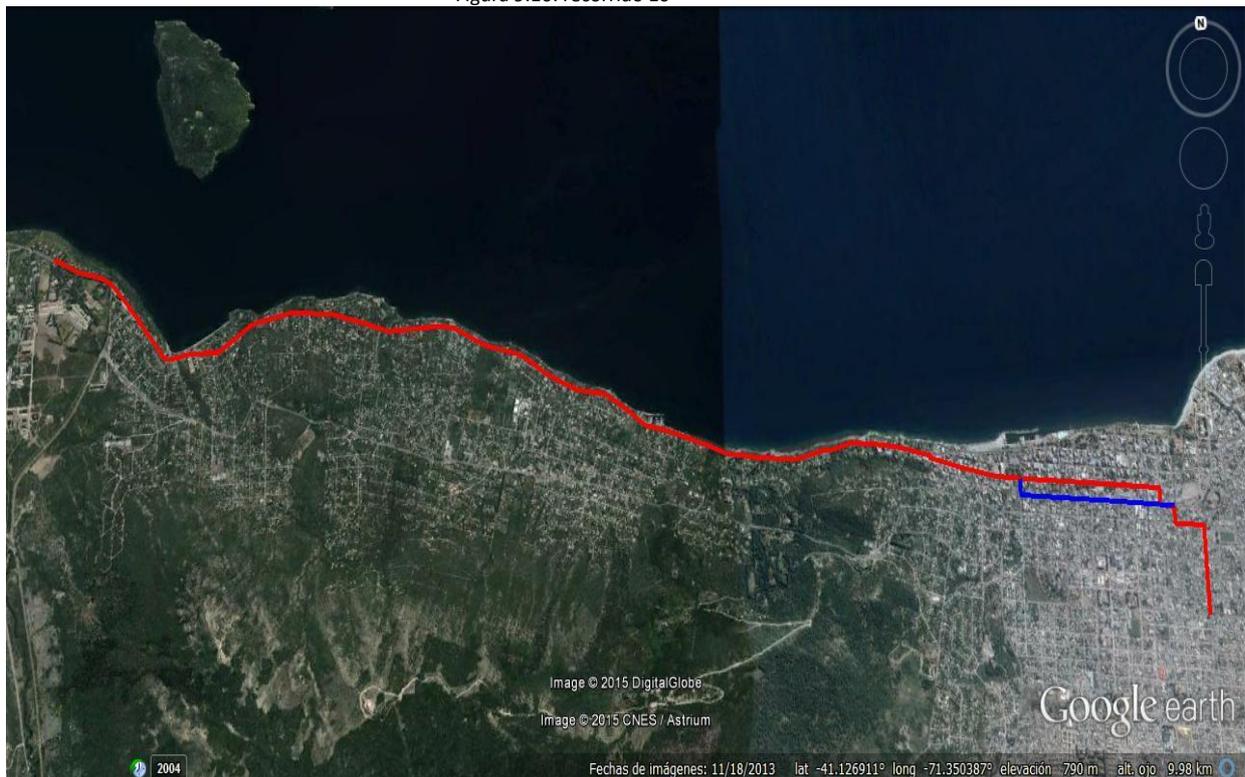
RECORRIDO 10

- NODO DE ORIGEN: 12
- NODO FINAL: 31
- CANTIDAD DE NODOS: 8
- KILOMETRAJE: 25.30
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 71.33
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 6111.33
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 436.52
- CANTIDAD\_PAX: 1828
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 12, 5, 7, 1, 25, 27, 29, 31,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: BARRIO LERA, POLIDEPORTIVO, PARADOR CENTRAL, CENTRO CIVICO, KM 4, KM 6, PLAYA BONITA, CENTRO ATOMICO, FIN DEL RECORRIDO

Ida: desde 25 de Mayo y Rivadavia, va por ella hasta Avenida Ángel Gallardo, Ruiz Moreno, Ada María Elflein, Eduardo Elordi, Moreno, San Martín, Avenida Exequiel Bustillo hasta el centro Atómico Bariloche.

Vuelta: Desde el Centro Atómico Bariloche toma por Avenida Exequiel Bustillo, San Martín, Morales, Ada María Elflein, Ruiz Moreno, Avenida Ángel Gallardo, Rivadavia hasta 25 de Mayo.

Figura 9.16: recorrido 10



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.18: indicadores operativos línea 10

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.53
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 2.13	KILOMETRAE TOTAL 101.20
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.05
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.56	KILOMETRAE TOTAL 303.60
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.35
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.82	KILOMETRAE TOTAL 227.70
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.27
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.75	KILOMETRAE TOTAL 379.50
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.58
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 2.17	KILOMETRAE TOTAL 202.40

Fuente: elaboración propia

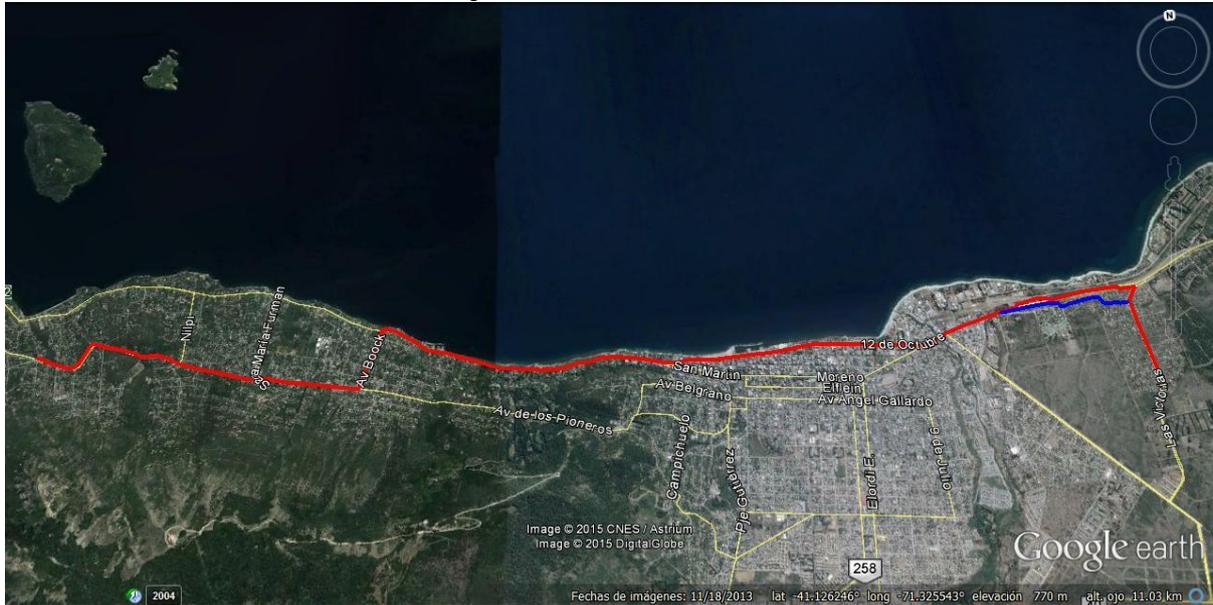
#### RECORRIDO 11

- NODO DE ORIGEN: 41
- NODO FINAL: 28
- CANTIDAD DE NODOS: 7
- KILOMETRAJE: 27.40
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 77.26
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 5268.73
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 439.06
- CANTIDAD\_PAX: 2013
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 41, 4, 3, 2, 25, 26, 28,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: LAS VICTORIAS, TERMINAL, COLEGIO NACIONAL, IGLESIA CATEDRAL, KM 4, MELIPAL, KM 7, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Martín García y Las Victorias, v por ésta hasta Comandante PiedraBuena, Ruta 40 Norte, 12 de Octubre, Juan Manuel de Rosas, Avenida Exequiel Bustillos, Boock, Avenida de Los Pioneros hasta el Km. 7,5.

Vuelta: Desde el Km. 7,5 de Avenida de Los Pioneros va por ésta hacia el este, Boock, Avenida Exequiel Bustillo, Juan Manuel de Rosas, 12 de Octubre, Ruta 40 Norte, Carriego, José Hernández, Riobamba, La Florida, Las Victorias hasta Martín García.

Figura 9.17: recorrido 11



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.19: indicadores operativos línea 11

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.77
HORA DE FIN 8.00	ANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 2.15	KILOMETRAE TOTAL 109.60
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.33
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.58	KILOMETRAE TOTAL 328.80
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.66
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.85	KILOMETRAE TOTAL 246.60
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 3.57
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 2.77	KILOMETRAE TOTAL 411.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.82
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 2.19	KILOMETRAE TOTAL 219.20

Fuente: elaboración propia

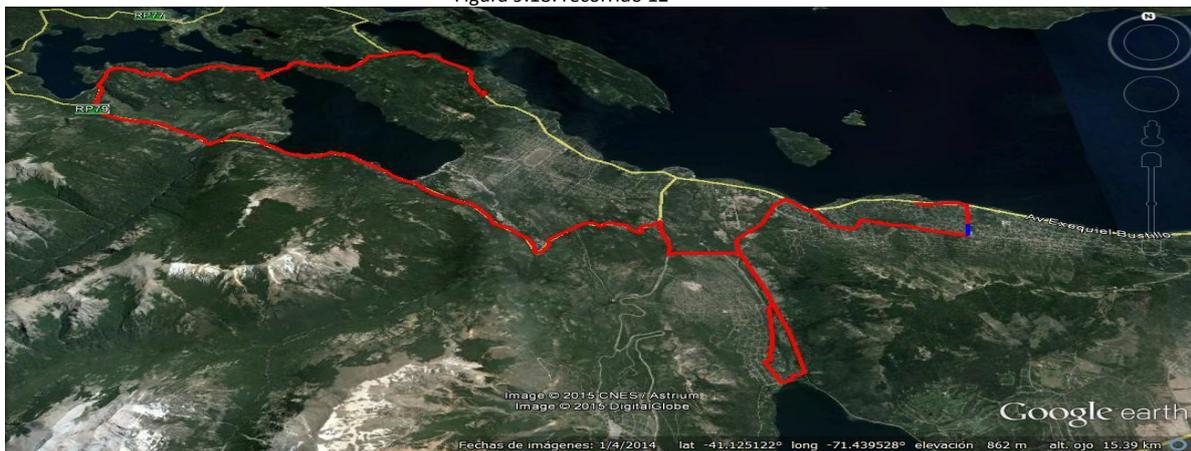
RECORRIDO 12

- NODO DE ORIGEN: 27
- NODO FINAL: 35
- CANTIDAD DE NODOS: 7
- KILOMETRAJE: 69.20
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 195.11
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 3275.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 272.92
- CANTIDAD\_PAX: 2047
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 27,26, 28, 29, 32, 39, 35,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:KM 6, MELIPAL, KM 7, PLAYA BONITA,VILLA LOS COIHUES,COLONIA SUIZA,EL TREBOL,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Avenida Exequiel Bustillo, Furman, Avenida de Los Pioneros, Libra, Avenida Exequiel Bustillo, Ruta Provincial 82, Parque Nacional Sierra de la Quijada, Tierra del Fuego, Parque Nacional Iguazú, Parque Nacional Los Alerces, Monumento Nacional Bosque Petrificado, Balcón del Gutierrez, Ruta Provincial 82, Acceso al Cerro Catedral, Ruta Provincial 79, Primeros Pobladores, Felix Goye, Saxón, Ruta Provincial 79, Ruta Provincial 77, Avenida Exequiel Bustillo hasta la intersección de ésta con la calle Puente Viejo.

Vuelta: Desde Puente Viejo y Avenida Exequiel Bustillo, va por ésta hasta la Ruta Provincial 77, Ruta Provincial 79, Saxón, Feliz Goye, Primeros Pobladores, Ruta Provincial 79, Acceso al Cerro Catedral, Ruta Provincial 82, Parque Nacional Sierra de la Quijada, Tierra del Fuego, Parque Nacional Iguazú, Parque Nacional Los Alerces, Monumento Nacional Bosque Petrificado, Balcón del Gutierrez, Ruta Provincial 82, Avenida Exequiel Bustillo, Libra, Avenida de Los Pioneros, Furman hasta la intersección de ésta con Avenida Exequiel Bustillo.

Figura 9.18: recorrido 12



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.20: indicadores operativos línea 12

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.43
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 1.36	KILOMETRAE TOTAL 138.40
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.33
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 7
FRECUENCIA 1.64	KILOMETRAE TOTAL 553.60
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.87
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 7
FRECUENCIA 1.81	KILOMETRAE TOTAL 415.20
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 5.72
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 7
FRECUENCIA 1.76	KILOMETRAE TOTAL 692.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 4.52
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 4
FRECUENCIA 1.39	KILOMETRAE TOTAL 276.80

Fuente: elaboración propia

### RECORRIDO 13

- NODO DE ORIGEN: 15
- NODO FINAL: 20
- CANTIDAD DE NODOS: 6
- KILOMETRAJE: 7.40
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 20.86
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 3248.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 324.80
- CANTIDAD\_PAX: 2612
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 15, 16, 17, 18, 21, 20,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: ONELLI 3, ONELLI 4,3 DE MAYO, BELLA VISTA I Y II, CEMENTERIO, LAS MUTICIAS, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Rosales, Sarmiento, Brown, Diagonal Gutierrez, Pasaje Gutierrez, La Paz, Onelli hasta José María Sobral.

Vuelta: desde José María Sobral y Eduardo Elordi va por ella, La Paz, Pasaje Gutierrez, Diagonal Gutierrez, Brown hasta Rivadavia.

Figura 9.19: recorrido 13



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.21: indicadores operativos línea 13

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 5
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.64
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 4.71	KILOMETRAE TOTAL 74.00
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 6
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.97
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 5.66	KILOMETRAE TOTAL 177.60
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 6
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.17
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 6.24	KILOMETRAE TOTAL 133.20
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 6
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.11
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 6.07	KILOMETRAE TOTAL 222.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 5
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.67
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 4.80	KILOMETRAE TOTAL 148.00

Fuente: elaboración propia

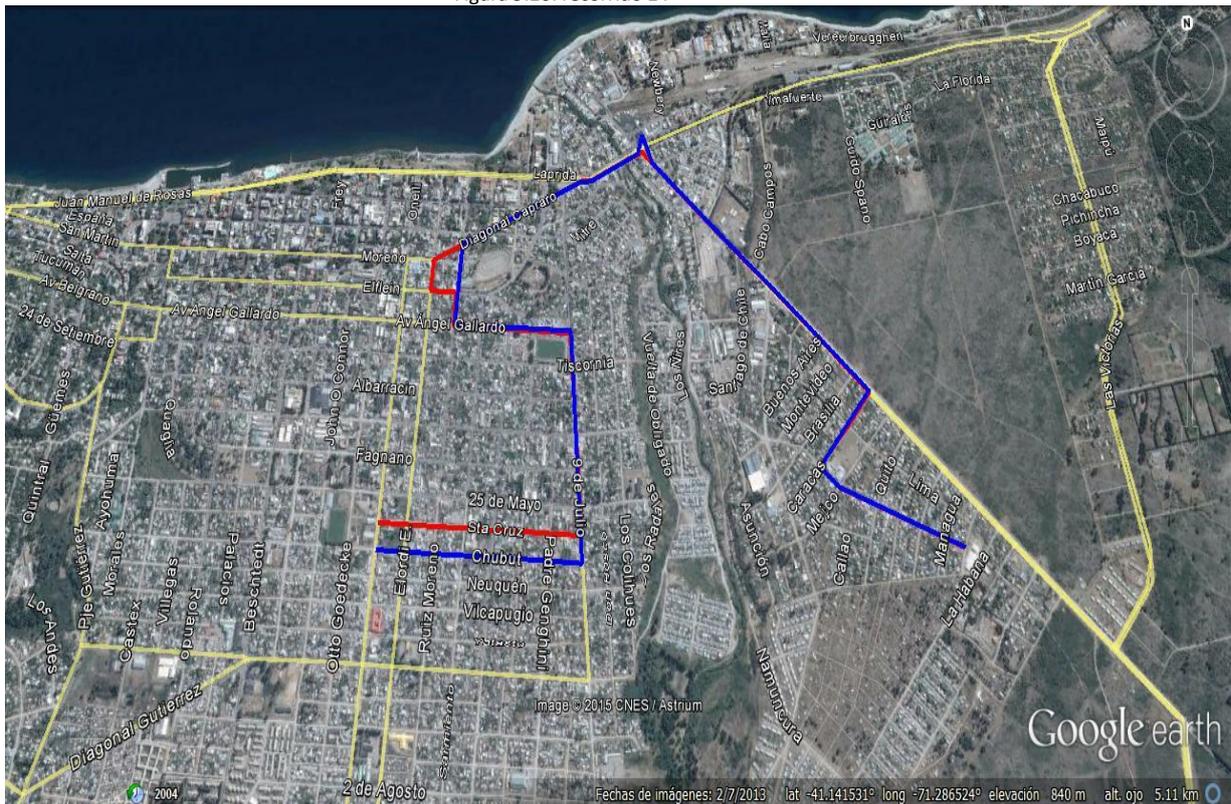
RECORRIDO 14

- NODO DE ORIGEN: 11
- NODO FINAL: 13
- CANTIDAD DE NODOS: 5
- KILOMETRAJE: 10.00
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 28.20
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 3215.33
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 401.92
- CANTIDAD\_PAX: 1736
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 11, 12, 5, 3, 13,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: ONELLI 2, BARRIO LERA, POLIDEPORTIVO, COLEGIO NACIONAL, SAN FRANCISCO I, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Santa Cruz y Onelli va por santa Cruz, ) de Julio, Avenida Ángel Gallardo, Ruiz Moreno, Ada María Elflein, Eduardo Elordi, Diagonal Capraro, 12 de Octubre, Esandi, Caracas, San José de Costa rica hasta San salvador.

Vuelta: desde San Salvador y San José de Costa Rica va por ésta hasta Caracas, Esandi, 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Ruiz Moreno, Avenida Ángel Gallardo, 9 de Julio, Chubut hasta Onelli.

Figura 9.20: recorrido 14



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.22: indicadores operativos línea 14

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.55
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.30	KILOMETRAE TOTAL 60.00
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.87
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.97	KILOMETRAE TOTAL 160.00
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.06
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 4.37	KILOMETRAE TOTAL 120.00
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.00
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 4.26	KILOMETRAE TOTAL 200.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.58
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.37	KILOMETRAE TOTAL 120.00

Fuente: elaboración propia

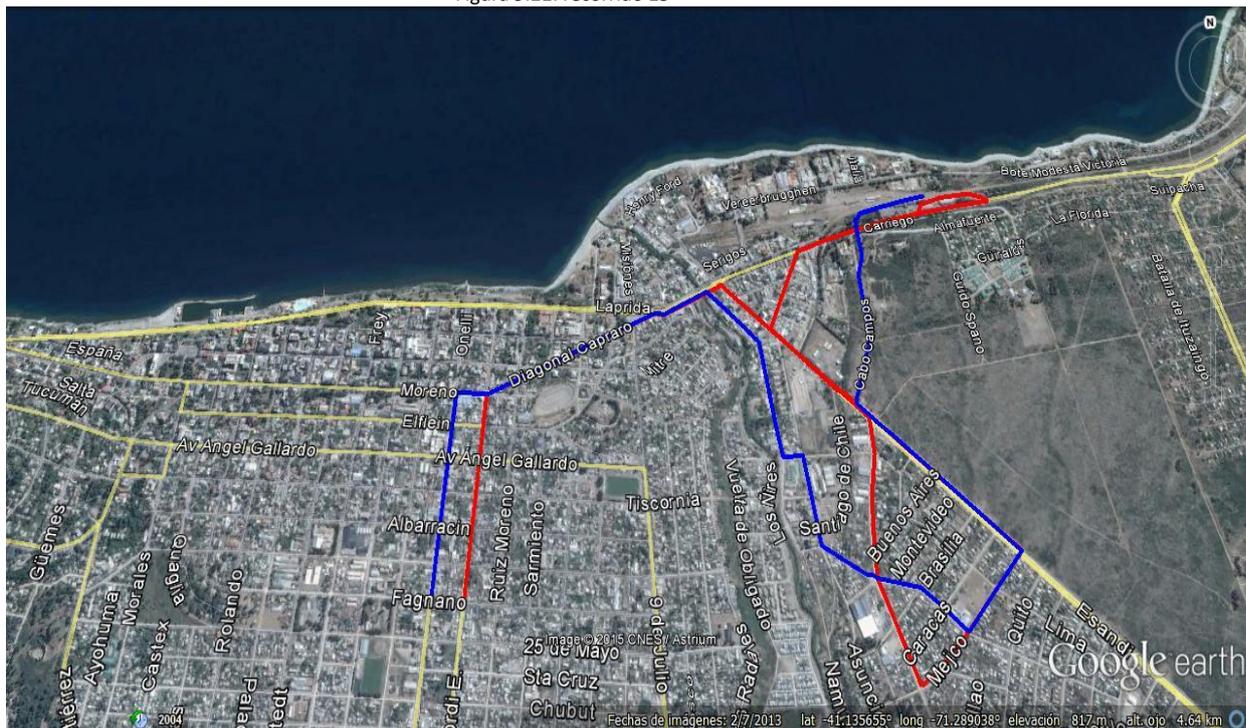
#### RECORRIDO 15

- NODO DE ORIGEN: 6
- NODO FINAL: 4
- CANTIDAD DE NODOS: 5
- KILOMETRAJE: 12.50
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 35.24
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 2902.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 362.75
- CANTIDAD\_PAX: 859
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 6, 5, 3, 13, 4,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: ONELLI 1, POLIDEPORTIVO, COLEGIO NACIONAL, SAN FRANCISCO I, TERMINAL, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde 25 de Mayo y Eduardo Elordi, va por ésta última, Diagonal Capraro, 12 de Octubre, Esandi, Monteverde, México, Esandi, Garibaldi, 12 de Octubre, Ruta 40 Norte hasta la Terminal de ómnibus.

Vuelta: Desde la Terminal de ómnibus toma Ruta 40 Norte, 12 Octubre, Cabo Manuel Ramón Campos, Esandi, México, Costa Rica, Asunción, Bailes Willis, Ceferino Namuncura, 12 de octubre, diagonal Capraro, Moreno Onelli hasta 25 de Mayo.

Figura 9.21: recorrido 15



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.23: indicadores operativos línea 15

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.22
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 2.08	KILOMETRAE TOTAL 50.00
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.47
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 2.50	KILOMETRAE TOTAL 100.00
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.62
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 2.75	KILOMETRAE TOTAL 112.50
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.57
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 2.68	KILOMETRAE TOTAL 187.50
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.24
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 2.12	KILOMETRAE TOTAL 100.00

Fuente: elaboración propia

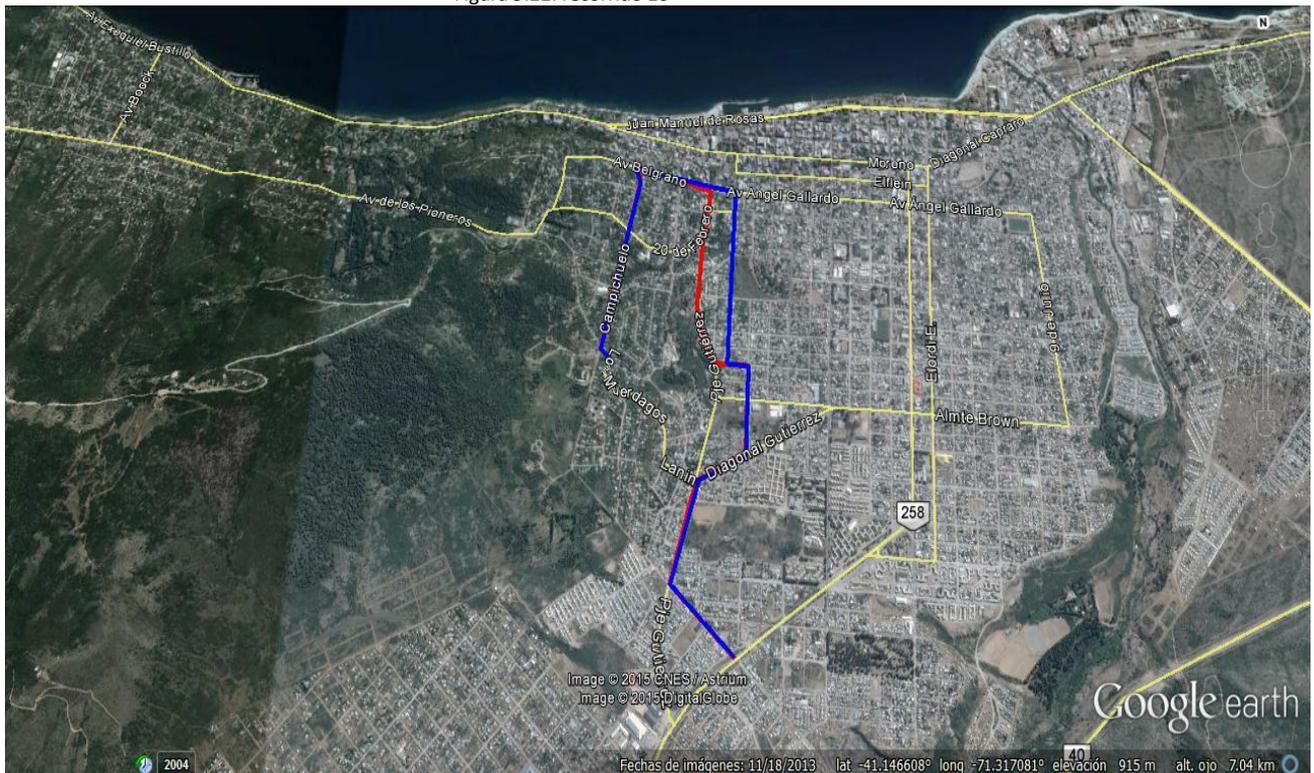
RECORRIDO 16

- NODO DE ORIGEN: 9
- NODO FINAL: 19
- CANTIDAD DE NODOS: 4
- KILOMETRAJE: 9.20
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 25.94
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 1873.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 312.17
- CANTIDAD\_PAX: 1404
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 9, 1, 18, 19,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: JARDIN BOTANICO, CENTRO CIVICO, BELLA VISTA I Y II, VURILOCHE, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde El Chilco y Jardín Botánico va por ésta hasta Campichuelo, Belgrano, 20 de Febrero, Pasaje Gutierrez, Vilcapugio, Castex, Diagonal Gutierrez, Pasaje Gutierrez, Miramar hasta Ruta 40 Sur.

Vuelta: desde Ruta 40 Sur y Miramar va por ésta, Pasaje Gutierrez, Diagonal Gutierrez, Quaglia, Vilcapugio, Morales, Belgrano, Campichuelo, El Chico hasta Jardín Botánico.

Figura 9.22: recorrido 16



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.24: indicadores operativos línea 16

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.34
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.10	KILOMETRAE TOTAL 55.20
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.61
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.72	KILOMETRAE TOTAL 147.20
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.77
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 4.10	KILOMETRAE TOTAL 110.40
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 4
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.73
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.99	KILOMETRAE TOTAL 184.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 3
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 1.37
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 2
FRECUENCIA 3.16	KILOMETRAE TOTAL 110.40

Fuente: elaboración propia

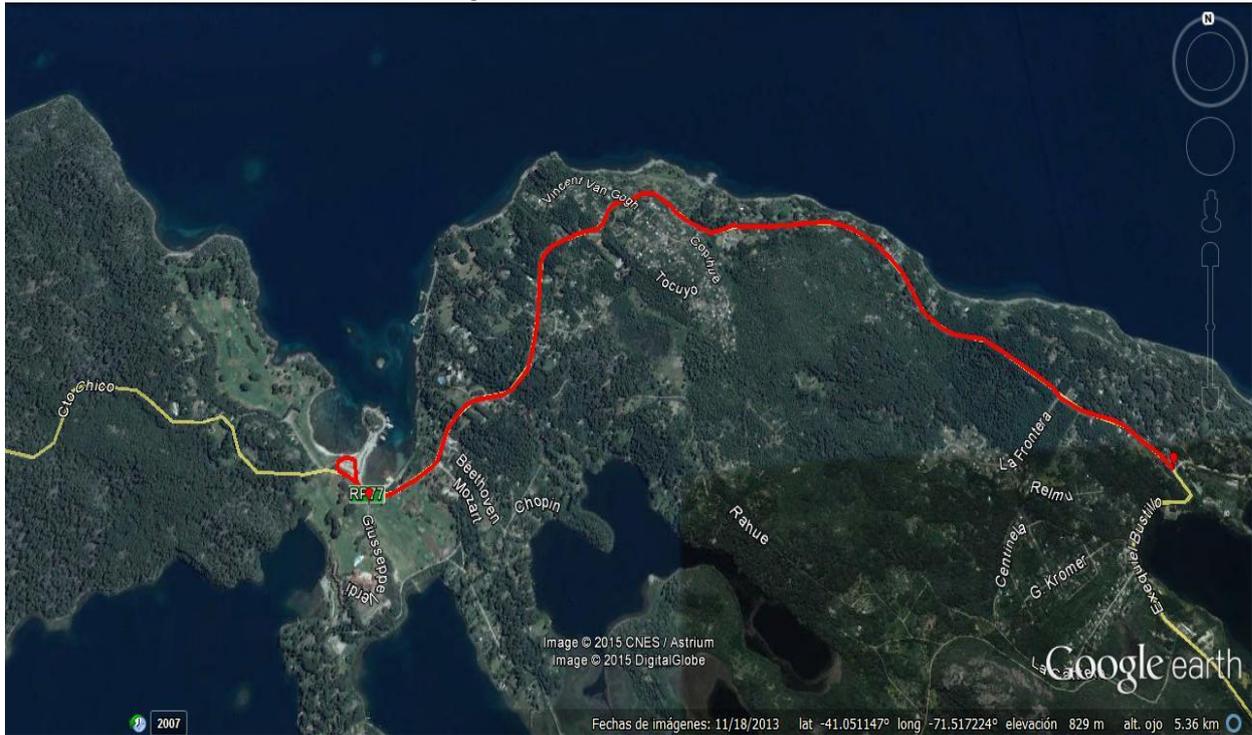
#### RECORRIDO 17

- NODO DE ORIGEN: 37
- NODO FINAL: 38
- CANTIDAD DE NODOS: 2
- KILOMETRAJE: 10.00
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 28.20
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 210.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 105.00
- CANTIDAD\_PAX: 210
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 37,38,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO: CAMPANARIO, LLAO LLAO, FIN DEL RECORRIDO

Ida: Desde Puerto Pañuelo va por Avenida Exequiel Bustillo hasta la Intersección de ésta con Avenida de los Campanarios ida y vuelta.

Vuelta: Desde Puerto Bueno va por Avenida del Campanario, Bustillo hasta la cabecera en el playón de Puerto Pañuelo.

Figura 9.23: recorrido 17



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.25: indicadores operativos línea 17

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 0.54
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 1
FRECUENCIA 1.15	KILOMETRAE TOTAL 20.00
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 0.65
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 1
FRECUENCIA 1.38	KILOMETRAE TOTAL 40.00
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 2
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 0.71
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 1
FRECUENCIA 1.52	KILOMETRAE TOTAL 60.00
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 0.70
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 1
FRECUENCIA 1.48	KILOMETRAE TOTAL 50.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 0.55
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 1
FRECUENCIA 1.17	KILOMETRAE TOTAL 40.00

Fuente: elaboración propia

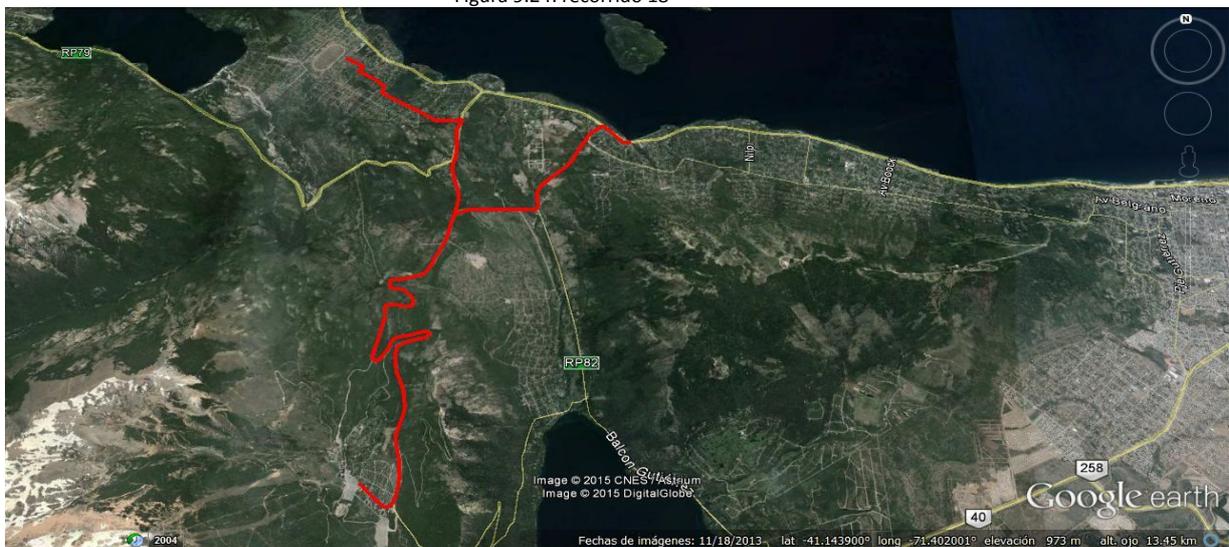
RECORRIDO 18

- NODO DE ORIGEN: 29
- NODO FINAL: 34
- CANTIDAD DE NODOS: 3
- KILOMETRAJE: 47.20
- TIEMPO DE RECORRIDO EN MINUTOS: 133.08
- SUMATORIA DE FLUJO DE PASAJEROS ENTRE NODOS: 94.00
- FLUJO PROMEDIO ENTRE NODOS: 23.50
- CANTIDAD\_PAX: 94
- EL RECORRIDOS FINAL EN EL GRAFO ES: 29, 33,3 4,
- RECORRIDO SIMPLIFICADO:PLAYA BONITA, VILLA CATEDRAL,CASA DE PIEDRA,FIN DEL RECORRIDO

Ida: Playa Bonita va por Avenida Exequiel Bustillo hasta Ruta Provincial 82, Acceso al Cerro Catedral hasta la base del mismo retomando nuevamente el Acceso al Cerro Catedral hasta la Ruta Provincial 79, los Tordos, Chingolos, Callea, Quilpo, Huilqui, Pudú Sur, De los Ventisqueros hasta de las Estrellas.

Vuelta: Desde los ventisqueros y de las Estrellas, toma la primera, Pudú Sur huilqui, Quilpo, Callea, chingolos, Tordos, Ruta Provincial 79, Acceso al Cerro Catedral hasta la base del mismo retomando nuevamente el Acceso Catedral hacia la ruta provincial 82, y por la misma hasta Avenida Exequiel Bustillo donde se circula hasta Playa Bonita.

Figura 9.24: recorrido 18



Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.26: indicadores operativos línea 18

FRANJA HORARIA 1	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 6.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.22
HORA DE FIN 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 1.00	KILOMETRAE TOTAL 94.40
FRANJA HORARIA 2	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 8.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.22
HORA DE FIN 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 1.00	KILOMETRAE TOTAL 188.80
FRANJA HORARIA 3	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 12.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.22
HORA DE FIN 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 1.00	KILOMETRAE TOTAL 141.60
FRANJA HORARIA 4	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 15.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.22
HORA DE FIN 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 1.00	KILOMETRAE TOTAL 236.00
FRANJA HORARIA 5	FRECUENCIA CORREGIDA ES 1
HORA DE INICIO 20.00	CANTIDAD DE VEHICULOS 2.22
HORA DE FIN 24.00	CANTIDAD DE VEHICULOS CORREGIDA ES 3
FRECUENCIA 1.00	KILOMETRAE TOTAL 188.80

Fuente: elaboración propia

### PRINCIPALES INDICADORES DEL SISTEMA PROPUESTO

Del análisis del sistema propuesto se llega a la siguiente información de importancia relativa a la performance del mismo:

#### CONECTIVIDAD POR CAMINO MÍNIMO:

- CANTIDAD DE VIAJES SIN TRANSBORDO: 21750
- CANTIDAD DE VIAJES CON UN TRANSBORDO: 8916
- CANTIDAD DE VIAJES CON 2 O MAS TRANSBORDOS: 2632

#### CONECTIVIDAD SIN CAMINO MÍNIMO:

- CANTIDAD DE VIAJES SIN TRANSBORDO: 25884
- CANTIDAD DE VIAJES CON UN TRANSBORDO: 7238
- CANTIDAD DE VIAJES CON 2 O MAS TRANSBORDOS: 176
- TIEMPO DE ESPERA TOTAL EN MINUTOS 386209.78
- TIEMPO TOTAL DE VIAJE EN MINUTOS: 474937.09
- KILOMETRAJE DE LA RED: 537.30
- KILOMETRAJE DEL MODELO: 25383.70
- TOTAL BOLETOS CORTADOS: 48372.00

VEHICULOS NECESARIOS:

- FRANJA 1: 65
- FRANJA 2: 76
- FRANJA 3: 84
- FRANJA 4: 80
- FRANJA 5: 65

MATRIZ DE TRANSBORDO ENTRE LINEAS:

Cuadro 9.27: matriz de transbordos entre líneas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	73	110	0	0	25	0	108	0	0	0	0	46	58	0	32	0	0
2	73	0	49	0	0	0	0	127	0	0	0	0	168	6	0	57	0	0
3	110	49	0	125	429	106	0	233	0	496	60	0	309	103	31	42	0	0
4	0	0	125	0	177	442	194	0	42	103	15	0	172	263	0	222	0	0
5	0	0	429	177	0	114	164	0	0	81	0	103	0	56	0	0	0	3
6	25	0	106	442	114	0	0	437	185	0	8	316	0	0	0	0	3	0
7	0	0	0	194	164	0	0	38	83	0	0	194	0	0	0	78	102	7
8	108	127	233	0	0	437	38	0	6	28	0	0	558	0	0	0	0	0
9	0	0	0	42	0	185	83	6	0	73	0	335	0	0	0	66	0	3
10	0	0	496	103	81	0	0	28	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	60	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
12	0	0	0	0	103	316	194	0	335	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13	46	168	309	172	0	0	0	558	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0
14	58	6	103	263	56	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	32	57	42	222	0	0	78	0	66	0	0	0	45	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	3	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	3	0	7	0	3	0	0	21	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

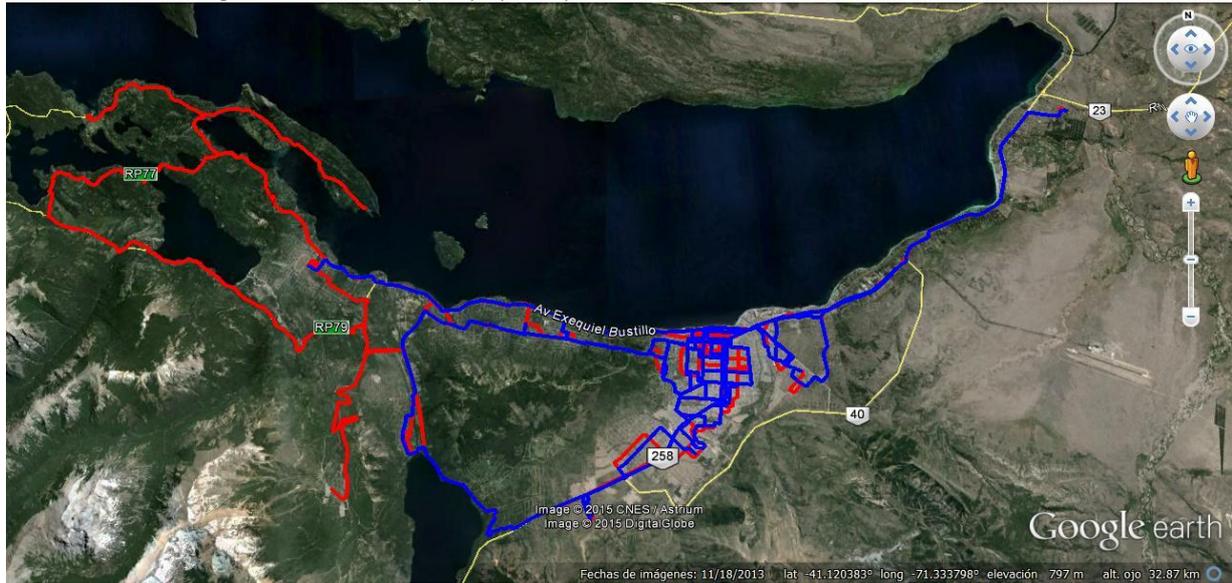
- TOTAL DE TRANSBORDOS: 15074

NECESIDADES DE SINCRONIZACIÓN:

- SINCRONIZAR RECORRIDOS 8 Y 13
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 3 Y 10
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 4 Y 6
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 9 Y 12
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 5 Y 7
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 1 Y 2
- SINCRONIZAR RECORRIDOS 11 Y 14

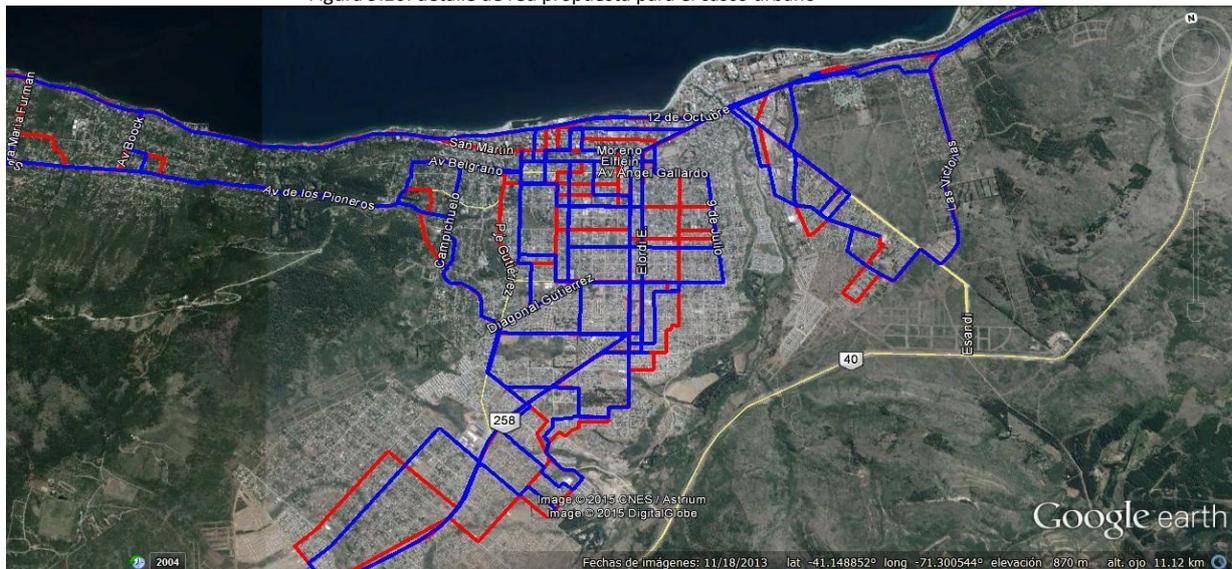
Los siguientes mapas muestran la estructura de red del sistema propuesto para todo el territorio de la ciudad y para el casco urbano respectivamente.

Figura 9.25: red de transporte propuesta para la ciudad de San Carlos de Bariloche



Fuente: elaboración propia

Figura 9.26: detalle de red propuesta para el casco urbano



Fuente: elaboración propia

La siguiente matriz muestra las conexiones entre nodos, manifestando la cantidad de transbordos a realizar utilizando caminos mínimos

Cuadro 9.28: matriz de conectividad por camino mínimo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	
4	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	1	1	0	1	0	1	2	2	1	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	
6	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	2	2	1	1	1	1	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
9	0	1	2	2	0	1	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	
10	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
12	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
14	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	1	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
17	0	1	1	2	0	0	1	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
18	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	
19	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
20	0	1	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	1	0	
22	0	2	1	2	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	1	2	1	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	
24	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
26	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	2	1	1	2	0	2	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
30	1	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
32	1	1	0	0	2	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
35	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
36	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
38	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
39	1	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
42	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
43	1	2	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	

Fuente: elaboración propia

La siguiente matriz muestra las conexiones entre nodos, manifestando la cantidad de transbordos a realizar sin utilizar caminos mínimos

Cuadro 9.29: matriz de conectividad sin camino mínimo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0		
4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	1	1	0	0		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0		
9	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1		
10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0		
12	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
14	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
15	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
17	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0		
20	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
26	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
32	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
35	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
36	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
39	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
42	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
43	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0																													











COMPARACION DE LOS SISTEMAS ACTUAL, FUTURO Y PROPUESTO

De la comparación minuciosa entre el sistema actual, el propuesto por el pliego de licitación y la alternativa que especifica el presente trabajo podemos detallar el siguiente cuadro comparativo:

Cuadro 9.35: comparación de las principales variables de los sistemas actual, a licitar y propuesto

	CAMINO MINIMO			SIN CAMINO MINIMO			Km. Red	Km. Total diario	Conexiones realizadas	Aristas utilizadas	Servicios diarios	Flota operativa
	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>						
Sistema actual	14568	4734	13996	25178	8120	0	777	30004	434	102	869	99
Sistema Pliego	15160	4792	13346	25232	8058	8	702.2	31174	406	106	913	112
Sistema propuesto	21750	8916	2632	25884	7238	176	537.3	25383.7	246	154	1025	84

D<sub>0</sub>: demanda satisfecha sin transbordo; D<sub>1</sub>: Demanda satisfecha con un transbordo; D<sub>2</sub>: demanda satisfecha con 2 o más transbordos.

Fuente: elaboración propia

Entre el sistema actual y la presente propuesta puede observarse que faltan las siguientes conexiones al actual esquema de transporte:

Cuadro 9.36: aristas faltantes en el sistema actual

1, 8	2, 5	6, 8	9, 24	13, 4	19, 22	22, 43	25, 24	29, 32	32, 39	40, 41
1, 9	2, 25	7, 2	10, 11	16, 17	20, 16	23, 30	25, 26	29, 33	33, 29	41, 14
1, 18	4, 13	8, 1	11, 10	16, 20	20, 21	24, 9	26, 25	30, 23	33, 34	41, 40
2, 1	4, 41	8, 7	11, 12	17, 21	22, 19	24, 25	26, 27	30, 43	34, 33	43, 22
	5, 2	9, 1	12, 11	18, 1	22, 20	25, 2	27, 26	32, 29	39, 32	43, 30

Fuente: elaboración propia

Se generan las siguientes aristas que no debieran existir:

28, 33                      33, 28

Entre el sistema a licitar y la presente propuesta puede observarse que faltan las siguientes conexiones en el esquema propuesto en la licitación:

Cuadro 9.37: aristas faltantes en el sistema a licitar

1, 8	2, 7	5, 2	9, 1	12, 11	18, 1	22, 20	25, 2	27, 26	32, 29	39, 32
1, 9	2, 25	6, 8	9, 24	13, 4	19, 22	22, 43	25, 24	29, 32	32, 39	40, 41
1, 18	3, 2	7, 2	10, 11	16, 17	20, 16	23, 30	25, 26	29, 33	33, 29	41, 14
2, 1	4, 13	8, 1	11, 10	16, 20	20, 21	24, 9	26, 25	30, 23	33, 34	41, 40
2, 5	4, 41	8, 7	11, 12	17, 21	22, 19	24, 25	26, 27	30, 43	34, 33	43, 22
										43, 30

Fuente: elaboración propia

Se generan las siguientes aristas que no debieran existir:

7, 25      25, 7      28, 33      31, 35      33, 28      35, 31      37, 39      39, 37

Como principales apreciaciones podemos mencionar que los modelos actual y próximo a licitar:

- Generan una cantidad de conexiones sensiblemente mayor a las que realmente resultan necesarias. Ello se traduce en un kilometraje demás a recorrer y en un uso de recursos que, por su escases y por el costo operativo, genera menor cantidad de frecuencias entre cada par de nodos. Por obvia relación, se obtiene menor cantidad de servicios diarios.
- El kilometraje diario de ambos sistemas es sensiblemente mayor al que se propone en el presente trabajo. Esto nos está dando la pauta de que lo que se pretende licitar es un sistema que tiende a ser más costoso que lo que debiera ser si se pretende lograr niveles de servicio similares.
- No respetan el movimiento óptimo de los pasajeros en la ciudad, al faltar como se ha explicado anteriormente, aristas sumamente útiles.
- Los sistemas del municipio tienen los peores indicadores de pasajeros transportados sin transbordo, por camino mínimo. Dichos índice son alarmantes en relación a la cantidad de pasajeros que requieren 2 o más transbordos para llegar a destino por medio del camino mínimo.
- Al no contemplar todas las aristas útiles necesarias, hay un porcentaje indeterminado de pasajeros que no podrán realizar su viaje ya sea con cero, una, dos o más combinaciones, utilizando el camino mínimo.
- El sistema actual tiene cero por ciento de pasajeros que no requieren más de un transbordo, utilizando cualquier camino que no sea el mínimo entre su origen y destino, cuestión que es sumamente obvia teniendo en cuenta que todas las líneas de colectivos pasan por el centro de la ciudad.
- Los sistemas propuestos por el municipio, contemplando los resultados obtenidos bajo los criterios de trayectos sin camino mínimo, tienen valores similares que el que el presente estudio presenta como alternativa, pero estas similitudes pierden fuerza cuando se toma en cuenta los viajes realizados por camino mínimo y la estructura de red lograda.

Como principal beneficio el presente trabajo genera una red de conexión más amplia, lo que permite generar mayor conectividad geográfica en la ciudad y a su vez optimiza el flujo de pasajeros dentro de la misma. Por otra parte, ello combinado con las frecuencias de cada nueva línea, genera menor kilometraje diario total lo que se traduce en una reducción importante de recursos necesarios y costos de operación. Todo ello se logra incluso aumentando la cantidad de servicio al día lo que nos hace pensar que, al haber una red de kilometraje menor y mayor cantidad de servicios, implícitamente significara mejores niveles de frecuencias asociadas a cada línea lo que finalmente redundaría en menor tiempo de espera por parte de los pasajeros.

Como conclusión genérica podemos decir que el presente trabajo ofrece un sistema de transporte de pasajeros para la ciudad de San Carlos de Bariloche con mejores niveles de servicio y performance optimizando el uso de los recursos necesarios, logrando lo anterior con menor cantidad de recursos físicos y operativos necesarios en relación al sistema actual y al sistema propuesto por el futuro pliego de licitación.

### CONCLUSIONES

El presente trabajo debe analizarse desde 3 perspectivas distintas. En primer lugar y quizás como principal aporte al estado del arte, es la posibilidad de abandonar la tradición de enfocar la problemática como una problema de naturaleza multiobjetivo donde deben optimizarse 2 objetivos contrapuestos como son los intereses de usuarios y prestadores del servicio. Esta dificultad ha sido salvada a través del planteo del concepto de costo generalizado y de entender que los requerimientos de los operadores del servicio están implícitamente contemplados a través de la variable del costo de boleto incluida en los requerimientos de los usuarios. Esta particularidad es algo que ha llamado la atención. Históricamente desde la perspectiva de las ciencias económicas y del concepto de costo generalizado se ha determinado que el costo total de viaje contempla para el usuario el costo de espera, el costo del tiempo de viajes y el costo del pasaje como principales componentes. Sin embargo ésta ecuación no ha sido tomada en cuenta por autores anteriores al momento de especificar procedimientos para el establecimiento de recorridos y frecuencias. Partiendo de la tesis de que el usuario desea minimizar su costo total de viaje encontrando un equilibrio entre los diversos costos que componen el costo total de viaje, a través del tiempo de espera y del costo del pasaje se llega al equilibrio necesario para establecer los recursos de la prestación del servicio y optimizar los objetivos de los prestadores y usuarios simultáneamente. En éste sentido el presente trabajo ha permitido armonizar el análisis económico del fenómeno de la demanda de transporte, con los procedimientos específicos del diseño de recorridos y frecuencias. Este nuevo enfoque permite dejar de lado la naturaleza multiobjetivo con que históricamente se ha hecho frente al problema simplificando la complejidad matemática del mismo dando un marco, quizás, un poco más objetivo a la decisión final del establecimiento de recorridos y frecuencias. Por consiguiente, podemos afirmar que el presente trabajo genera un nuevo paradigma conceptual distinto al que históricamente se ha utilizado al considerar que los objetivos de los usuarios y prestadores dejan de ser contrapuestos al momento de hallar que hay un punto de coincidencia entre los intereses de los mismos a través de entender que menor tiempo de espera requiere niveles de frecuencias mayores lo que supone mayor costo en el boleto a pagar; razón por la cual el objetivo del usuario no es sólo minimizar su tiempo de espera sino más bien hallar un equilibrio entre el costo de espera y el costo de pasaje a abonar que se traduce en los recursos físicos necesarios a implementarse (esta variable, contempla entonces de manera implícita el interés por parte del prestador del servicio).

El segundo salto de importancia en relación a los procedimientos descritos por otros autores es el diseño de la red de transporte como paso previo al diseño de recorridos. A partir de la información de demanda para cada par de nodos; y a partir de la información obtenida de todos los caminos mínimos, se diseña la red de transporte en su estructura genérica. De éste procedimiento se obtienen 2 aspectos de vital importancia: por un lado se enumeran las aristas útiles del sistema y por el otro lado se visualiza el modo en que los pasajeros deberán moverse dentro de la red de transporte (del análisis del mismo se puede derivar posteriormente en un análisis respecto de la capacidad y condiciones de la red vial requeridas). Cabe destacar que en ésta instancia, no se tiene aún noción alguna de cómo se conformará la red de transporte en términos de recorridos concretos; pero sí se tiene certeza de cuales aristas se usaran para conformar dichos recorridos. Esta información es importante dado que nos dará los parámetros básicos dentro de los cuales deben moverse las unidades de

transporte en la red y el flujo de pasajeros en la misma. Sin conocer aún los resultados de una posterior optimización, brinda parámetros de control para la misma al especificar las aristas a utilizar, sabiendo que cualquier recorrido que se aparte de las mismas inevitablemente tendrá algún sesgo de ineficacia.

En segundo lugar, debe analizarse el procedimiento propiamente dicho con el cual se ha diseñado el conjunto de recorridos y frecuencias. Como se ha establecido en el capítulo 7, el método propuesto puede considerarse como validado a la luz de los resultados obtenidos en el caso de Mandl y su comparación con los resultados obtenidos por otros autores. Sin embargo, es justo reconocerlo, el procedimiento propuesto es sumamente rígido en lo referido a la asignación de la demanda a los recorridos finales establecidos. Como se ha explicitado, el procedimiento propuesto asigna la demanda bajo la modalidad de la asignación “a todo o nada” en la cual la demanda de viajes se distribuye a los diversos trayectos asumiendo que el viajero desea unir su origen y destino utilizando el camino mínimo...camino que en teoría, uno estimaría que sería coincidente con el flujo natural de movimiento que seguiría el individuo. Esta hipótesis, si bien puede considerarse a priori como válida tiene alguna dificultad al momento de plantear la cuestión de los viajes con transbordos. Puntualmente podría pasar que un determinado origen y destino, a través del camino mínimo, requiera utilizar uno o más transbordos y podría suceder que la sumatoria del tiempo de viaje, costo del boleto y tiempo de espera para realizar dichos transbordos fuera mayor al tiempo y costo que tomaría unir el origen y destino especificado por medio de un recorrido diseñado a partir de un camino alternativo que no sea un camino mínimo pero tenga como ventaja no necesitar la realización de un transbordo. En éste sentido, el método propuesto no contempla dicha posibilidad por lo cual se vuelve ciertamente un poco rígido ante éste tipo de situación. A ello hay que sumarle que en caso de que el procedimiento contemplara dicha situación, debiera analizar los efectos que dicha flexibilidad tendría sobre el comportamiento y la dinámica del resto de la red. A modo de ejemplo, suponiendo que se contemple el caso puntual de que ante una situación como la descrita se flexibilice la asignación de la demanda, tendría que verse como dicha flexibilidad afectaría al resto de los pasajeros. A saber, una cantidad de pasajeros que prefieren unir su origen y destino sin realizar transbordo y utilizando un camino no mínimo significaría asignar su demanda a un único trayecto. En éste sentido debería restársele demanda al segundo hipotético trayecto que debiera utilizarse usando un camino mínimo, lo cual generará inevitablemente un cambio en el equilibrio de oferta y demanda de éste último generando una nueva ecuación para el cálculo de frecuencia lo que podría generar un incremento en el tiempo de espera de los pasajeros del segundo recorrido y por lo tanto un costo mayor del tiempo de espera de los mismos que deberán hallar un nuevo equilibrio entre tiempo de espera y frecuencia con que se presta el servicio. Podría suceder entonces que flexibilizando la asignación de la demanda, se optimice el costo total de viaje de cierto grupo de pasajeros pero que el costo total del sistema para la sumatoria de todos los usuarios se vea acrecentado como consecuencia de una menor tasa de ocupación del resto de la red. En éste sentido y ante éste tipo de situaciones, quedará para trabajos futuros:

- Analizar la mecánica de la flexibilización.
- Analizar las posibilidades de contemplar tremenda complejidad.

- Las limitaciones que deberán imponérselas a la misma con el fin de que el problema siga siendo “manejable” (tanto en términos conceptuales como así también en términos de manejo y capacidad de procesamiento de información a un tiempo, costos y recursos razonables).
- Analizar los efectos colaterales en la performance global del sistema que generará inevitablemente dicha flexibilización.
- Establecer los criterios y mecanismos de decisión relacionados a todo lo anterior.

A priori lo que sabemos es que en caso de existir una situación como la especificada y ante la decisión consumada de un viajero de no realizar transbordo, el efecto de dicha decisión a lo sumo generará en el segundo trayecto no utilizado, una subocupación del mismo y algún grado de exceso en la oferta del servicio, lo cual es justo mencionarlo, no deja de ser una ineficiencia del diseño que en el “más/menos” más que perjudicar al pasajero estará brindando un nivel de servicio que a lo sumo, será mayor al requiero objetivamente.

En tercer lugar debe analizarse los resultados obtenidos en la implementación del mecanismo propuesto tanto en el caso de Manld como en el de la ciudad de San Carlos de Bariloche. En ambos casos se han obtenido resultados favorables y prometedores habiendo logrado indicadores de performance superadores a los planteados en estudios anteriores en ambos casos utilizando menor cantidad de recursos de los especificados en dichos estudios, todo ello, a pesar de las limitaciones descriptas en párrafos precedentes. Particularmente la aplicación al caso real de Bariloche la propuesta de intervención es francamente superadora en la mayoría de los aspectos analizados. Posiblemente estos resultados podrían optimizarse aún más si el contenido informativo del cuadro de situación fuese mayor. Como se especificó en su momento, la superficie de la ciudad ronda las 22.027 hectáreas, es decir, 220,27km<sup>2</sup>. La misma de acuerdo a los relevamientos realizados por diversos estudios históricos en relación a la problemática de la ciudad, debe distribuirse en 41, a lo sumo 43 centros de atracción y generación de viajes lo cual da en promedio 5,12 km<sup>2</sup> de influencia de cada uno. Si uno lo analiza desde ésta perspectiva la cantidad de centros parece reducida en relación a la superficie a analizar razón por la cual se considera que ante un hipotético escenario que contemple mayor cantidad de nodos lograría mayor precisión en los resultados obtenidos, desde luego, a costa de tener un escenario más complejo a los fines del procesamiento de la información.

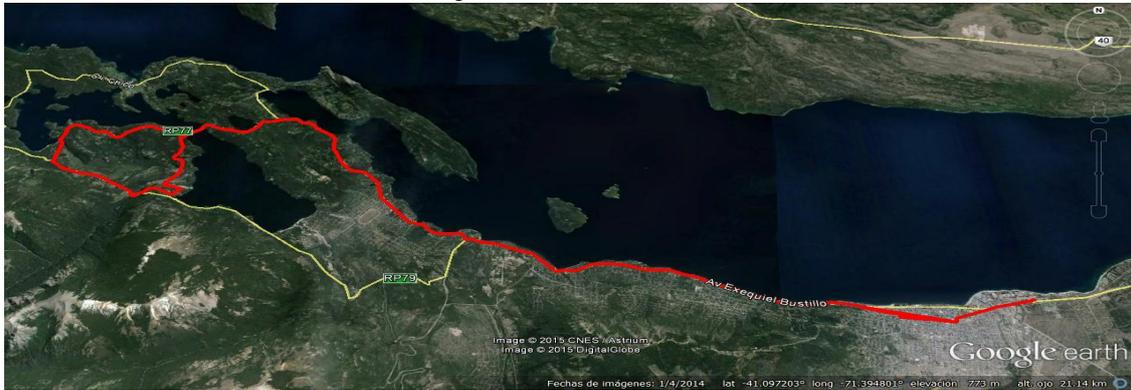
A la luz de los resultados obtenidos puede considerarse al método de optimización ofrecido por el presente trabajo como adecuado a los fines del diseño y optimización de un sistema de transporte urbano de pasajeros en una ciudad de pequeña y medianas dimensiones en el cual el servicio público masivo se base en el uso de colectivos. En grandes urbes donde el mix de transporte suele ser más amplio a través del uso de trenes urbanos, trolebuses y subterráneos posiblemente el esquema de análisis propuesto “quede corto” dado que a las dificultades inherentes del problema ya planteadas en el capítulo 6 del trabajo, se suma la dificultad de analizar las posibilidades de satisfacer las diversas demandas entre nodos con medios y vehículos de diversas capacidades, costos operativos, infraestructura necesaria e indicadores de performance como así también calidad y nivel de servicio, lo cual aumenta de manera enorme las posibilidades del diseño, complejizando irremediabilmente la tarea de optimización. Es justo entonces, reconocerle al proceso ideado sus límites, los cuales se transforman en nuevas oportunidades de profundización y desarrollo a futuro.

# Anexos

Anexo 1: Detalle del actual sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de San Carlos de Bariloche

Línea 10: Terminal de Ómnibus - Centro - Colonia Suiza

Figura A1.1 Recorrido línea 10



Fuente: elaboración propia sobre la base de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano circulando primero por Colectora Norte, Arnaudo y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Avenida San Martín. Tomando por la Avenida E. Bustillo circula por Campanario. Tomando por el desvío del Km. 18 desvía por la Ruta Provincial N° 77 hacia Laguna El Trébol y continuando por la misma ingresa a Colonia Suiza por Calles Genoveva Beveraggi, Cantón Valais, Lucerna y Felix Goye, realizando su cabecera en la intersección de esta última y calle Zurich.

En algunas frecuencias continúa por la Ruta Provincial N° 79 y luego por Ruta Provincial N° 77 llegando hasta Puerto Pañuelo.

Vuelta: Regresa desde Colonia Suiza continuando por Calle Félix Goye, Saxon, Ruta Provincial N° 79 hasta el Arroyo López, por Ruta Provincial N° 77 hasta el desvío del Km. 18, por Av. E. Bustillo hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Av. 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

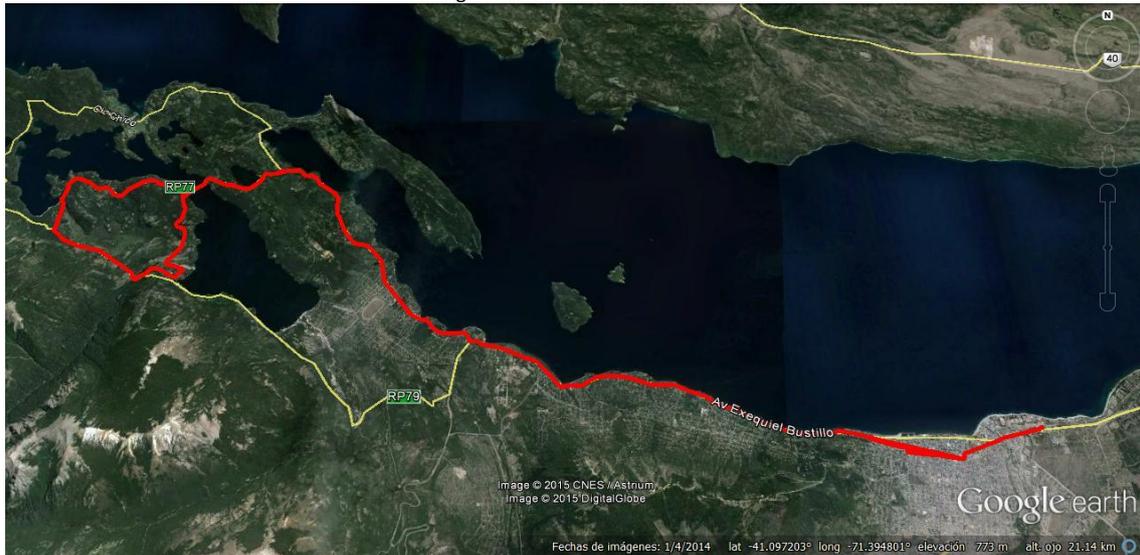
Cuadro A1.1: indicadores operativos línea 10

Cantidad de servicios con frec. regular	14 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	1:10 hs.
Extensión de la traza	31,5 km
Tiempo que demora en recorrer la traza	65 minutos
Primer servicio	5:45 hs.
Ultimo servicio	20:55 hs.
Kilómetros a recorrer por día	882 km.
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	25,8 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 11: Terminal de Ómnibus - Centro - Colonia Suiza

Figura A1.2 Recorrido línea 11



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

**Recorrido:**

**Ida:** su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano circulando primero por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Avenida San Martín. Tomando por la Avenida E. Bustillo circula por esta pasando por los Barrios Melipal, Playa Bonita, Puerto Moreno, Bahía Serena y Cerro Campanario. Tomando por el desvío del Km. 18 desvía por la Ruta Provincial Nº 77 hacia Laguna El Trébol y continuando por la misma ingresa a Colonia Suiza por Calles Genoveva Beveraggi, Cantón Valais, Lucerna y Félix Goye, realizando su cabecera en la intersección de esta última y calle Zurich. En algunas frecuencias continúa por la Ruta Provincial Nº 79 y luego por Ruta Provincial Nº 77 llegando hasta Puerto Pañuelo.

**Vuelta:** Regresa desde Colonia Suiza continuando por Calle Félix Goye, Saxon, Ruta Provincial Nº 79 hasta el Arroyo López, por Ruta Provincial Nº 77 hasta el desvío del Km. 18, por Av. E. Bustillo hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Av. 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

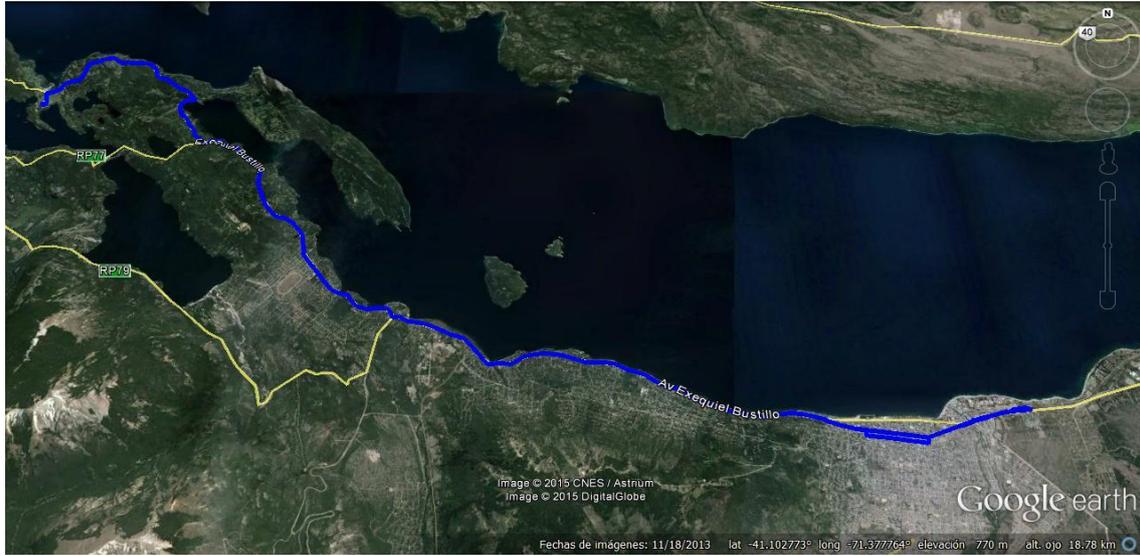
Cuadro A1.2: indicadores operativos de la línea 11

Cantidad de servicios con frec. regular	14 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	1:10 hs.
Extensión de la traza	31,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	65 minutos
Primer servicio	06:20 hs.
Ultimo servicio	21:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	882 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	25,8 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 20: Terminal de Ómnibus - Centro - Llao Llao

Figura A1.3: recorrido de la línea 20



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

**Recorrido:**

**Ida:** Su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte, Arnaudo y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Avenida San Martín. Tomando por la Avenida Bustillo circula por esta pasando por los Barrios Melipal, Playa Bonita, Puerto Moreno, Bahía Serena y Cerro Campanario hasta el Hotel Llao Llao (km 26,500) en donde se ubica su cabecera oeste.

**Vuelta:** Regresa desde Llao Llao por Av. Bustillo hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y continuando luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Avenida 12 de Octubre y Colectora Sur hasta la Terminal de Ómnibus.

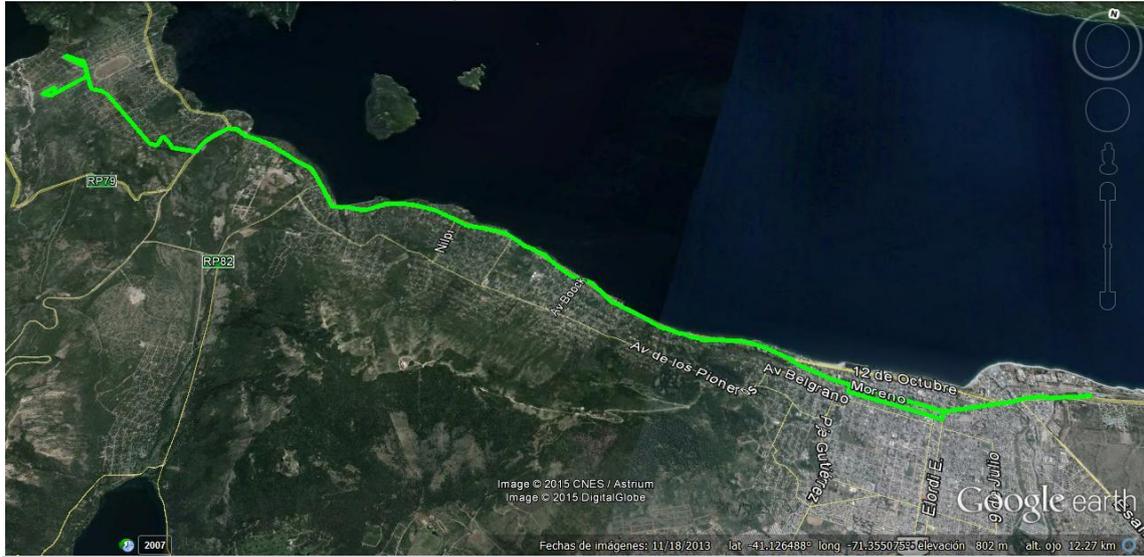
Cuadro A1.3: Indicadores operativos de la línea 20

Cantidad de servicios con frec. regular	55 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	9 servicios
Cantidad de unidades	9 unidades
Frecuencia	15 a 20 minutos
Extensión de la traza	29 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	65 minutos
Primer servicio regular	5:40 hs.
Ultimo servicio regular	21:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	3.712 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	26,8 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 21: Terminal de Ómnibus - Centro - Bº Lago Moreno

Figura: A1.4: Recorrido línea 21



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

**Recorrido:**

Ida: Su cabecera este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte, Arnaudo y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Av. San Martín. Tomando por la Avenida Bustillo circula por esta última pasando los Barrios Melipal, Playa Bonita y Puerto Moreno. Desvía por el Camino Viejo al Cº Catedral (Ruta Provincial Nº 79) ingresando al Bº Pájaro Azul por calle Tordos, luego por Calle Chingolos, Calle Nº 1, 1º Diagonal, Cahui (Calle Nº 6), ingresa al Bº 2 de Agosto circulando por las Calles Nº 12, Calle Nº 10 y Calle Nº 13 y luego ingresa al Barrio Lago Moreno circulando por Calles De la Tempestad, Del Remanso, Neblina, y circulando por calle Del Viento realiza su cabecera Oeste en la intersección de las Calles Del Viento y Quebracho

Vuelta: Regresa al casco urbano circulando por las Calles Del Viento, Neblina, Del Remanso, De la Tempestad, Cahui (Calle Nº 6); luego Calles Nº 12, Calle Nº 10 y Calle Nº 13 del Bº 2 de Agosto, nuevamente Cahui, Mari Quila (Calle Nº 13), Epu (Calle Nº 2), Chingolos, Tordos, camino Viejo al Cº Catedral (Ruta Provincial Nº 79) hasta Av. Bustillo y por esta última hasta el casco urbano, ingresando al mismo por Av. San Martín y luego por calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Av. 12 de Octubre y Colectora Norte hasta la Terminal de Ómnibus.

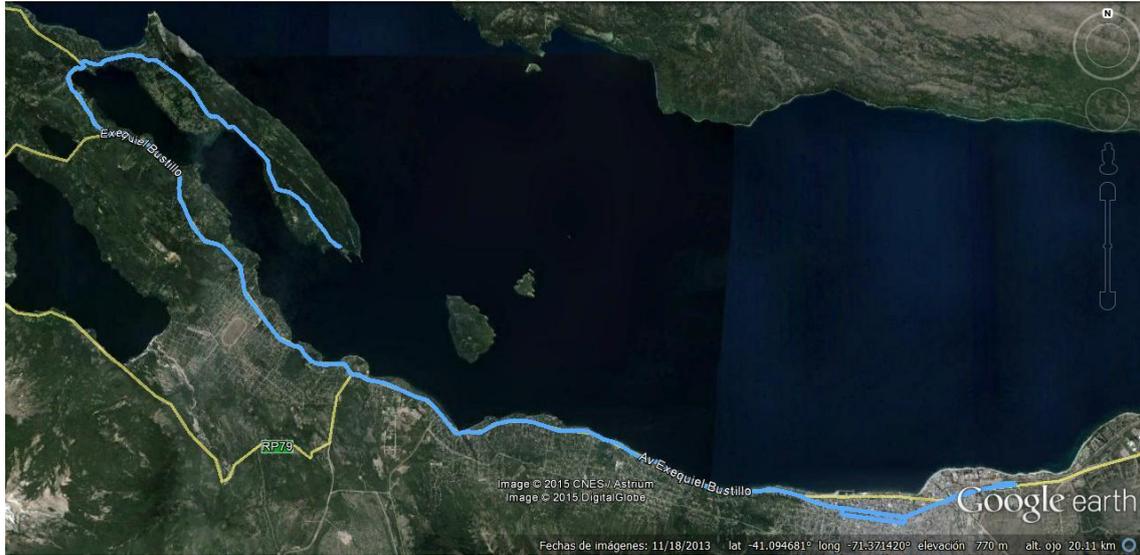
Cuadro A1.4: Indicadores operativos de la línea 21

Cantidad de servicios con frec. regular	42 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	5 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 a 30 minutos
Extensión de la traza	26 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	55 minutos
Primer servicio regular	5:00 hs.
Ultimo servicio regular	21:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.444 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	28,4 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 22: Terminal de Ómnibus - Centro - Península San Pedro

Figura A1.5: Recorrido línea 22



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Su cabecera este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Av. San Martín. Tomando por la Avenida E. Bustillo circula por esta última pasando por los Barrios Melipal, Playa Bonita, Puerto Moreno, Bahía Serena y Cerro Campanario. Continuando por la Av. E. Bustillo luego del desvío del Km. 18, ingresa a Península San Pedro a la altura del Km. 20,400 y circula por Avenida del Campanario hasta Puerto Bueno, en donde se ubica su cabecera Oeste.

Vuelta: Regresa por Av. Del Campanario hasta la Avenida E. Bustillo y por esta última hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y continuando luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Av. 12 de Octubre y Colectora Sur hasta la Terminal de Ómnibus.

Cuadro A1.5: indicadores operativos de la línea 22

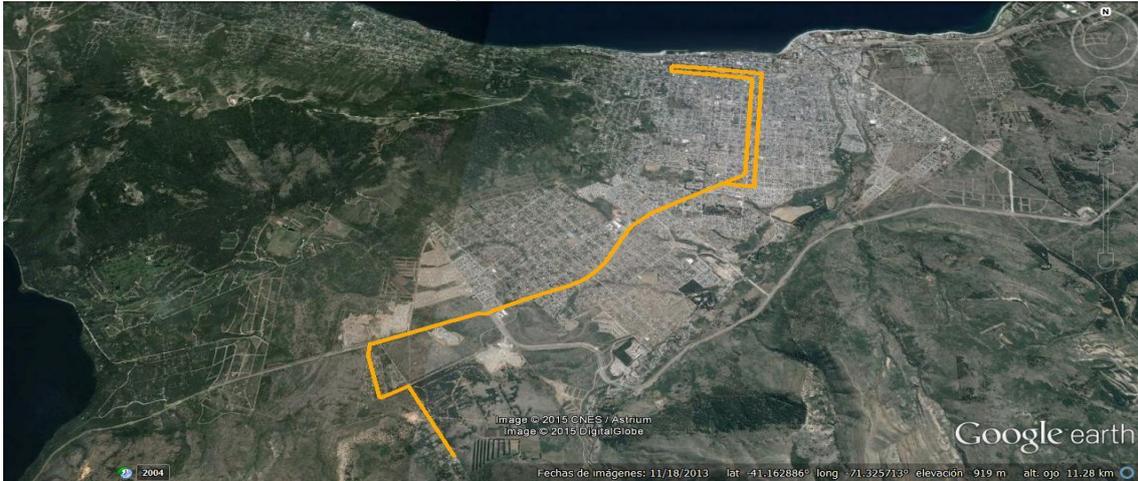
Cantidad de servicios con frec. regular	5 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	6 servicios
Cantidad de unidades	2 unidades
Frecuencia	1:30 hs.
Extensión de la traza	30,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	80 minutos
Primer servicio	5:45 hs.
Ultimo servicio	21:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	671 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	22,9 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10



Línea 40: Centro - B° El Pilar 1 y 2

Figura A1.7: recorrido línea 40



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Parador General ubicado en la intersección de las calles Moreno y Palacios, en donde se ubica su cabecera Norte, circulando desde allí por las calles Moreno, Morales, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman y Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta Nacional N° 258) hasta el camino de ingreso a los Barrios El Pilar 1 y 2, en donde circula por las calles Nuevos Pobladores, 15 de Febrero y Centinela del Bosque, regresando nuevamente al camino principal y llegando hasta la Escuela N° 329 del Barrio El Pilar 2 en donde se ubica su cabecera Sur.

Vuelta: Regresa desde su cabecera en el Barrio El Pilar 2 circulando por el camino principal de acceso al mismo, luego por Calles Centinela del Bosque, 15 de Febrero y Nuevos Pobladores. Retomando por el camino principal vuelve a la Ruta Nacional N° 40 y Av. Juan Herman, continuando por las calles Sobral, Elordi y Moreno hasta el Parador General ubicado sobre esta misma arteria y su intersección con la Calle Palacios.

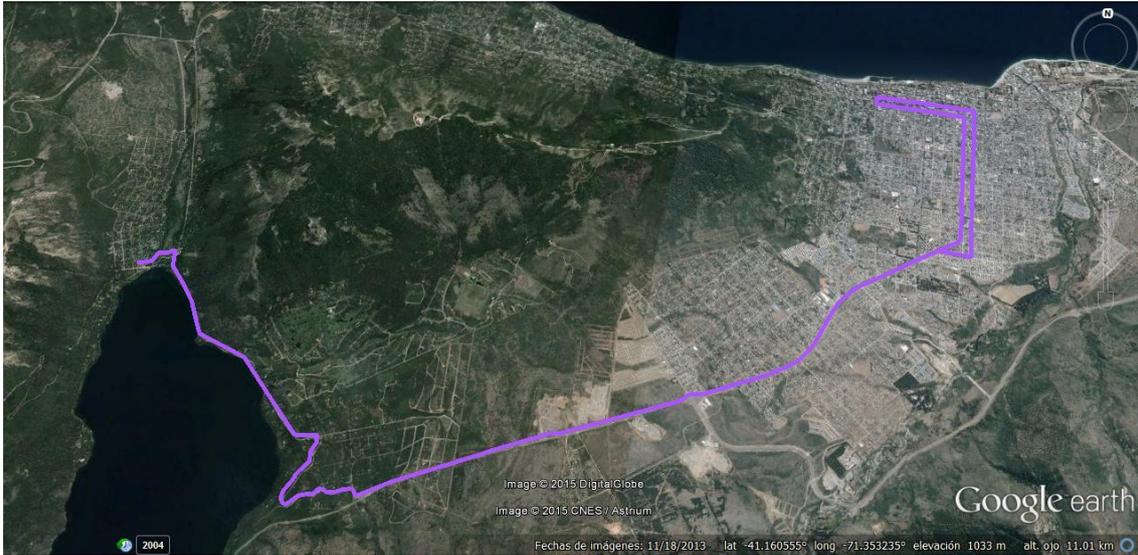
Cuadro A1.7: Indicadores operativos de la línea 30

Cantidad de servicios con frec. regular	28 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	1 Servicio
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	30 a 40 minutos
Extensión de la traza	11 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	35 minutos
Primer servicio regular	05:55 hs.
Ultimo servicio regular	21:55 hs.
Kilómetros a recorrer por día	638 km.
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	18,9 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 41: Centro - Villa Lago Gutiérrez

Figura A1.8: recorrido de la línea 41



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Sale desde el Parador General de Moreno y Palacios, en donde se ubica su cabecera Norte, circulando por las calles Moreno, Morales, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman y Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta Nacional N° 258) hasta el ingreso a la Ruta Provincial N° 82 por la cual continúa hasta Villa Lago Gutiérrez.

Vuelta: Regresa desde Villa Lago Gutiérrez circulando por Ruta Provincial N° 82, luego por Ruta Nacional N° 40 y Avenida Juan Herman, continuando por las calles Sobral, Elordi y Moreno hasta el Parador General de Moreno y Palacios.

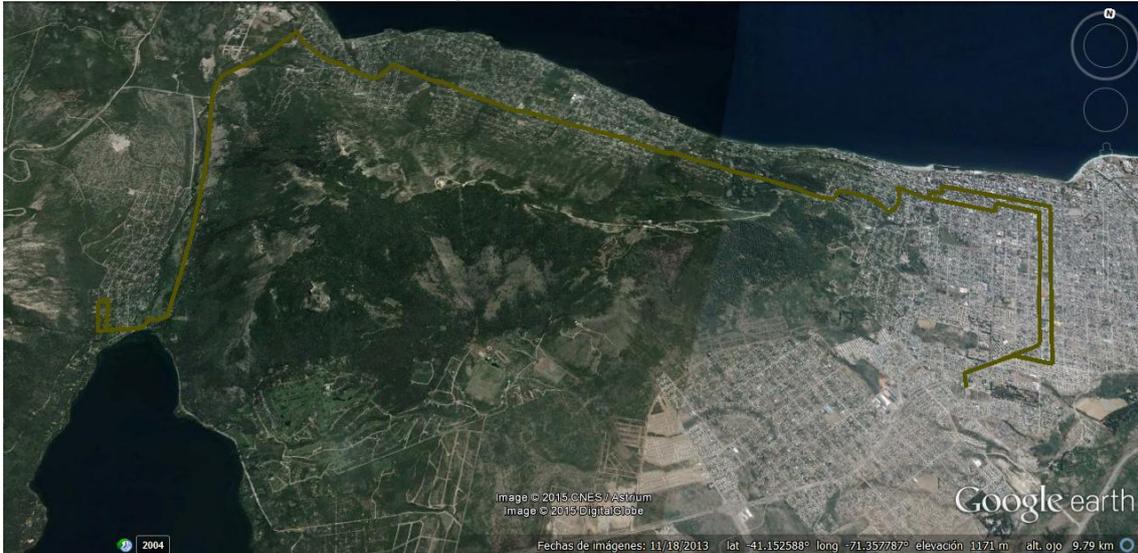
Cuadro A1.8: indicadores operativos de la línea 41

Cantidad de servicios con frec. regular	13 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	1 unidad
Frecuencia	1 hs. 20 min.
Extensión de la traza	13 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	35 minutos
Primer servicio regular	6:30 hs.
Ultimo servicio regular	22:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	338 km.
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	22,3 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 50: Alto - Centro - Villa Los Coihues

Figura A1.9: recorrido línea 50



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las calles Rolando y Lengas en donde se ubica su cabecera Este, circulando desde allí por las calles Rolando, Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 258), Sobral, Elordi, por Moreno hasta el Parador General, luego Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio y Avenida Los Pioneros, por la que continúa hasta el cruce del Km. 8,500. Desvía por la Ruta Provincial N° 82 circulando hacia el Sur y pasando por Virgen de las Nieves y continuando hasta el acceso a Villa Los Coihues, desviando por Calle M. N. Bosque Petrificado, Parque Nacional Arrayanes, Parque Nacional El Palmar y Parque Nacional Nahuel Huapi, haciendo cabecera en las inmediaciones de la Escuela Primaria N° 324.

Vuelta: Regresa desde su cabecera oeste circulando por las Calles Parque Nacional Nahuel Huapi, M. N. Bosque Petrificado, Ruta Provincial N° 82, Cruce del Km. 8,500 de Avenida Los Pioneros y continuando por esta última hasta el casco urbano, siguiendo por las Calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtedt, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman y por Rolando hasta su cabecera en la intersección de las calles Rolando y Lengas.

Extensión:

En las frecuencias consignadas en el Diagrama de Servicios y en las que la Municipalidad de San Carlos de Bariloche solicite por demanda de los vecinos, la Línea 50 deberá extender su recorrido partiendo desde la Escuela N° 324 de Villa Los Coihues, y circulando por calle M. N. Bosque Petrificado hasta la Ruta Provincial N° 82 y por esta última hasta Villa Lago Gutiérrez.

Regresa por la Ruta Provincial N° 82 hasta M. N. Bosque Petrificado, y por esta última hasta Parque Nacional Nahuel Huapi, continuando hasta la Escuela N° 324. Luego prosigue con su recorrido habitual.

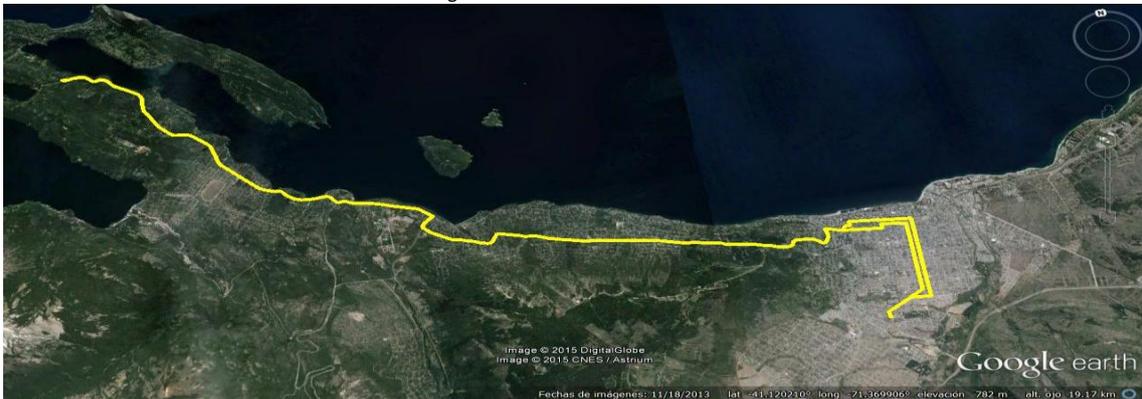
Cuadro A1.9: Indicadores operativos de la línea 50

Cantidad de servicios con frec. Regular	50 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	21 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	55 minutos
Primer servicio regular	5:40 hs.
Ultimo servicio regular	22:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.268 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	22,9 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 51: Alto - Centro - Km. 18.000 de Av. Bustillo

Figura A1.10: recorrido línea 51



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las calles Rolando y Lengas en donde se ubica su cabecera Este, circulando desde allí por las calles Rolando, Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 258), Sobral, Elordi, por Moreno hasta el Parador General, luego Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio, Avenida Los Pioneros hasta el km. 8.500, desvía en el Cruce del km. 8.500 por calle Francisco de Viedma hasta la Avenida E. Bustillo y avanza por la misma hasta la Rotonda del Km. 18.000, haciendo cabecera Oeste en dicho lugar.

Vuelta: Regresa desde el km. 18.000 de la Avenida E. Bustillo por la cual circula hasta el Cruce del km. 8.500, continúa calle Francisco de Viedma hacia la Av. Los Pioneros y regresa al casco urbano por esta última. Luego circula por las calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtadt, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman y por Rolando hasta su cabecera en la intersección de las calles Rolando y Lengas.

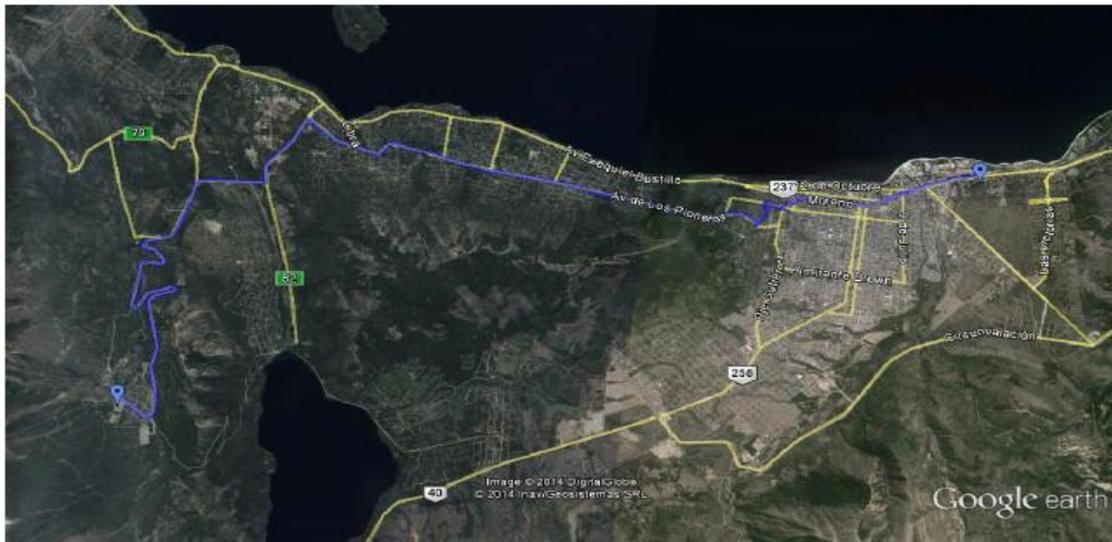
Cuadro A1.10: indicadores operativos de la línea 51

Cantidad de servicios con frec. regular	45 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	2 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	21 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	55 minutos
Primer servicio regular	05:50 hs.
Ultimo servicio regular	21:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.974 km
Cantidad de secciones	5 secciones
Velocidad comercial	22,9 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 55: Terminal de Ómnibus - Centro - Cerro Catedral

Figura A1.11: recorrido de la línea 55



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

**Recorrido:**

Ida: Su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio, por Avenida Los Pioneros hasta el cruce del km. 8.500, desvía en el mismo hacia la Ruta Provincial N° 82 llegando hasta Virgen de las nieves e ingresando a la Avenida Carlos Bustos (Camino de acceso al Cerro Catedral) y circula por la misma hasta el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral en donde se ubica su cabecera Oeste.

Vuelta: Regresa desde el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral circulando por la Avenida Carlos Bustos, pasando por Virgen de las Nieves y continuando por la Ruta Provincial N° 82 hasta el cruce del km. 8.500 de Avenida Los Pioneros, continúa por esta última al casco urbano e ingresa al mismo por calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtedt, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Avenida 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

Recorrido Alternativo: La Cabecera de Línea también se encuentra en la Terminal de Ómnibus circulando desde allí por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, continúa por Moreno hasta la calle San Martín y por Avenida E. Bustillo hasta el cruce del km. 8.500, desvía por Francisco de Viedma hacia la Ruta Provincial Nº 82 hasta Virgen de las Nieves y por calle Carlos Bustos hasta el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral.

Al regresar al casco urbano utiliza el mismo recorrido, circulando por Carlos Bustos, Virgen de las Nieves, Ruta Provincial Nº 82, Francisco de Viedma y Avenida E. Bustillo, continuando por esta última hasta el casco urbano y circulando desde allí por las Calles San Martín, Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Avenida 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

Cuadro A1.11: indicadores operativos de la línea 55

Cantidad de servicios con frec. regular	14 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	2 unidades
Frecuencia	60 minutos
Extensión de la traza	25 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	60 minutos
Primer servicio regular	07:00 hs.
Ultimo servicio regular	20:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	700 km
Cantidad de secciones	8 secciones
Velocidad comercial	25 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 60: B° Las Mutisias - Centro - B° San Francisco y B° 270 Viviendas

Figura A1.12: Recorrido de la línea 60



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las calles Beschtedt y Pablo Mange en donde se ubica su cabecera Sureste, circulando desde allí por las calles Pablo Mange, Frey, Padre Elguea, Beschtedt, Lengas, Onelli, Hermite, Beschtedt, Avenida Juan Herman, Sobral, 1° de Mayo, Fourous, La Paz, 9 de Julio, Gallardo, Elordi, por Moreno hasta el Parador General, continúa

por Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Garibaldi, Namuncurá, Tiscornia, Mosconi, Colonia, Monteverde, Buenos Aires, Lima, San Salvador, San Pablo, La Habana, y Calle Nº 10 del Barrio 270 Viviendas, realizando la cabecera de Línea en la intersección de la Calle Nº 10 y Calle Nº 5 del mismo Barrio.

Vuelta: Regresa desde el Barrio 270 Viviendas hacia el Bº Newenche, circulando por Calle Nº 5, Calle Nº 13, La Habana, San Pablo, San Salvador, Costa Rica, México, Monteverde, Caracas, Lima, Buenos Aires, Monteverde, Colonia, Mosconi, Tiscornia, Namuncurá, Garibaldi, Colectora Norte, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, continúa por calles Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, Gallardo, Otto Goedecke, Eflein, Ruiz Moreno, Gallardo, 9 de Julio, La Paz, Fourous, 1º de Mayo, Sobral, Ruiz Moreno, Guillermo Oses, Onelli, y por calle Lengas hasta su cabecera ubicada en la intersección de esta última con calle Beschtedt.

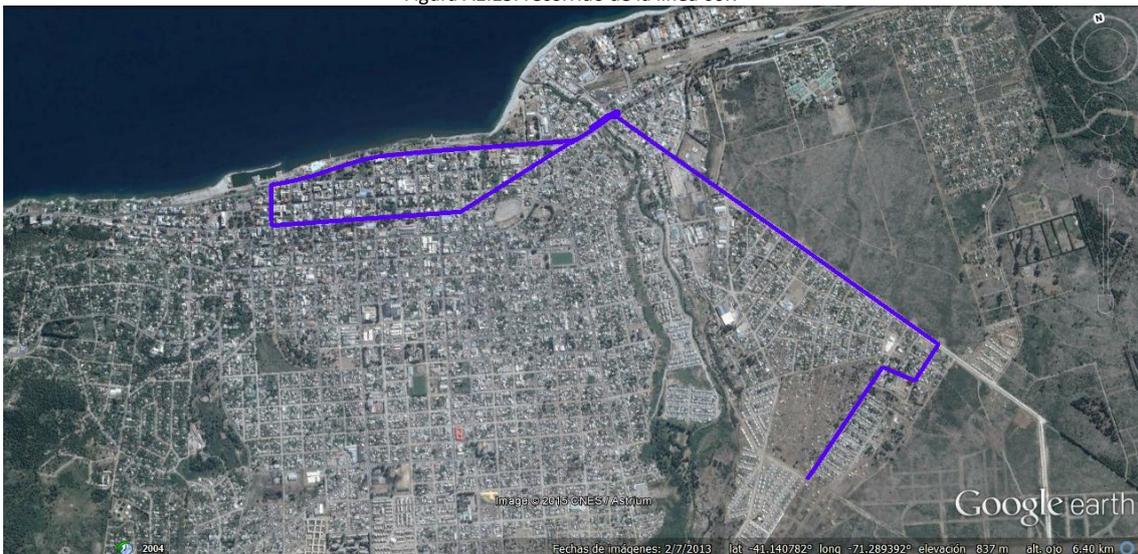
Cuadro A1.12: indicadores operativos de la línea 60

Cantidad de servicios con frec. regular	53 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	3 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	14 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	55 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Ultimo servicio regular	22:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.568 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	15,3 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

### Línea 60 R: Bº 270 Viviendas - Centro

Figura A1.13: recorrido de la línea 60R



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

#### Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las Calles Nº 5 y Calle Nº 10 del Barrio 270 Viviendas en donde se encuentra ubicada su Cabecera Este, circulando desde allí por las Calles

Nº 5, Calle Nº 13, La Habana, San Pablo, Miami, Esandi, por Rotonda hacia Colectora Norte, Av. 12 de Octubre, Diagonal Capraro, y por calle Moreno hasta el Parador General ubicado en la intersección de esta última con la calle Palacios.

Vuelta: Regresa desde el Casco Urbano de la ciudad retomando primero por la calle Moreno y continuando por las calles Quaglia, Av. 12 de Octubre, Colectora Sur, Esandi, Miami, San Pablo, La Habana, Calle Nº 10 y Calle Nº 5, regresando a su Cabecera Este en la intersección de las Calles Nº 10 y Calle Nº 5.

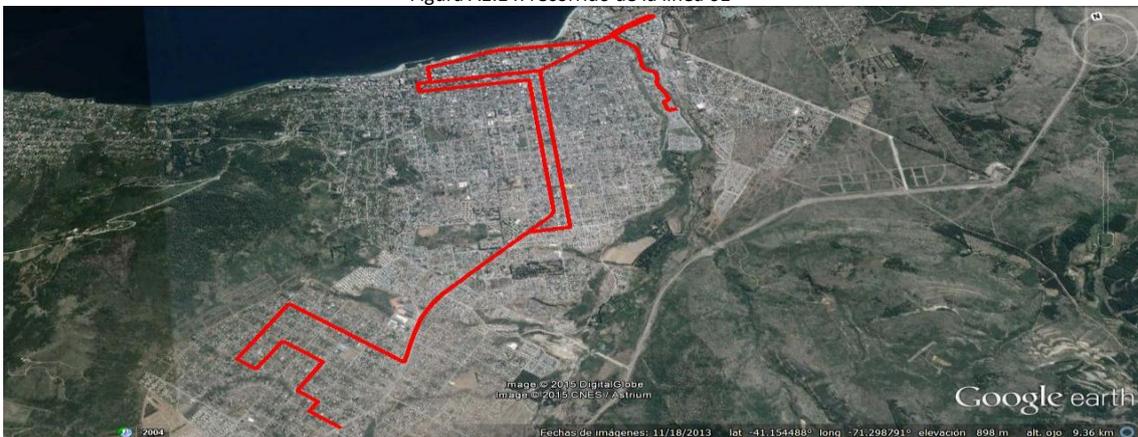
Cuadro A1.13: indicadores operativos de la línea 60R

Cantidad de servicios con frec. regular	50 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	6,2 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	25 minutos
Primer servicio regular	06:35 hs.
Ultimo servicio regular	22:55 hs.
Kilómetros a recorrer por día	620 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	14,9 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 61: B° El Frutillar - Centro - B° San Francisco I

Figura A1.14: recorrido de la línea 61



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en el Barrio El Frutillar, en la intersección de las calles Peulla y Avenida Juan Herman (Ruta Nacional Nº 40, Ex Ruta Nº 258), en donde se encuentra su cabecera Suroeste, circulando desde allí por las calles Peulla, Cacique Chocorí, Shaquil, Cacique Prafil, Ñancu Lahuen, Cacique Casimiro, Pil Pil, San Cayetano y Charcao retomando desde allí la Avenida Juan Herman y continuando por esta última, luego circula por las calles Sobral, Elordi, por Moreno hasta el Parador General, Quaglia, Av. 12 de Octubre, Colectora Sur, Calle Los

Ñires, Anasagasti, Calle N° 1, Calle N° 2 y nuevamente calle Los Ñires hasta su cabecera ubicada en el Barrio 150 Viviendas (Calfu Ruca).

Vuelta: Regresa desde el Barrio 150 Viviendas por las calles Los Ñires, luego Calle N° 2, Calle N° 1, Anasagasti, Los Ñires, Colectora Sur hasta calle Garibaldi, cruza a Colectora Norte circulando por la misma hasta calle Arnaudo, luego Av. 12 de Octubre, Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, continua por Morales, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman, Charcao, San Cayetano, Pil Pil, Cacique Casimiro, Ñancu Lahuen, Cacique Prafil, Shaquil, Cacique Chocorí y Peulla realizando la Cabecera de Línea en la intersección de esta última y Avenida Juan Herman.

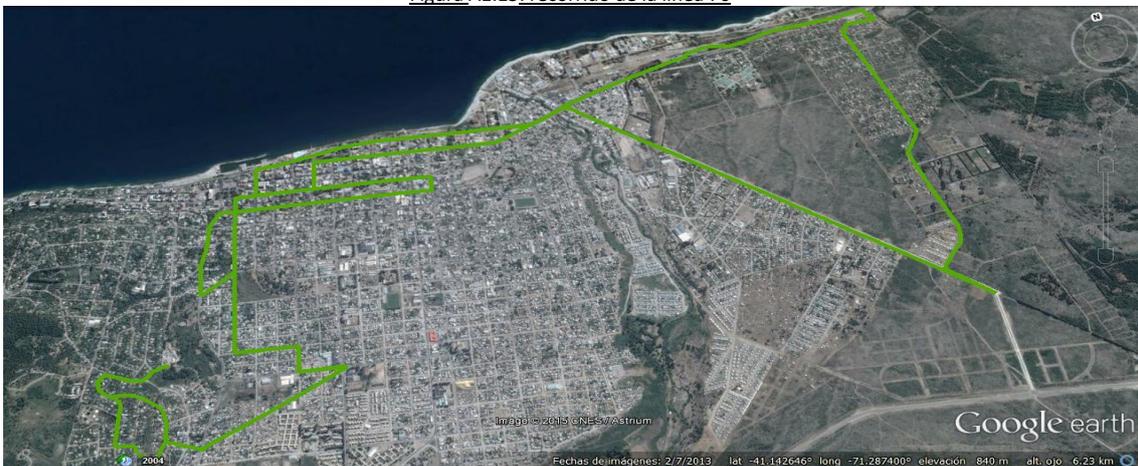
Cuadro A1.14: indicadores operativos de la línea 61

Cantidad de servicios con frec. regular	78 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	12 unidades
Frecuencia	10 a 15 minutos
Extensión de la traza	14 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	60 minutos
Primer servicio regular	05:35 hs.
Ultimo servicio regular	20:45 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.296 km
Cantidad de secciones	3 secciones
Velocidad comercial	14 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 70: Bº Las Victorias - Centro - Universidad Nac. del Comahue

Figura A1.15: recorrido de la línea 70



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2056-CM-10

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el extremo Sureste de la calle Esandi en donde se ubica su cabecera Este circulando desde allí hacia el Barrio Las Victorias por calle Esandi, Av. Las Victorias, Suipacha, Cabildo, Avenida Cte. Luis Piedra Buena (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 237), ingresa a la Terminal de Ómnibus, continua por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Vice Almirante O'Connor, Palacios y Moreno, llegando al Parador

General. Luego continua por Calles Moreno, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Pasaje Gutiérrez, Curuzú Cuatía, Morales, Vilcapugio, Rolando, Almirante Brown, Diagonal Gutiérrez, Lanín, Tronador, Los Muérdagos, Av. Jardín Botánico, calle Jardín Botánico y Quintral hasta su cabecera Oeste ubicada en las cercanías del Playón de Estacionamiento de la Universidad Nacional del Comahue.

Vuelta: Regresa desde la Universidad Nacional del Comahue por las Calles Quintral, Jardín Botánico, Av. Jardín Botánico, El Canelo, Tronador, Lanín, Diagonal Gutiérrez, Almirante Brown, Rolando, Vilcapugio, Morales, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa desde allí por calles Moreno, luego Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur y por calle Esandi hasta su cabecera ubicada en el extremo Sureste de la misma.

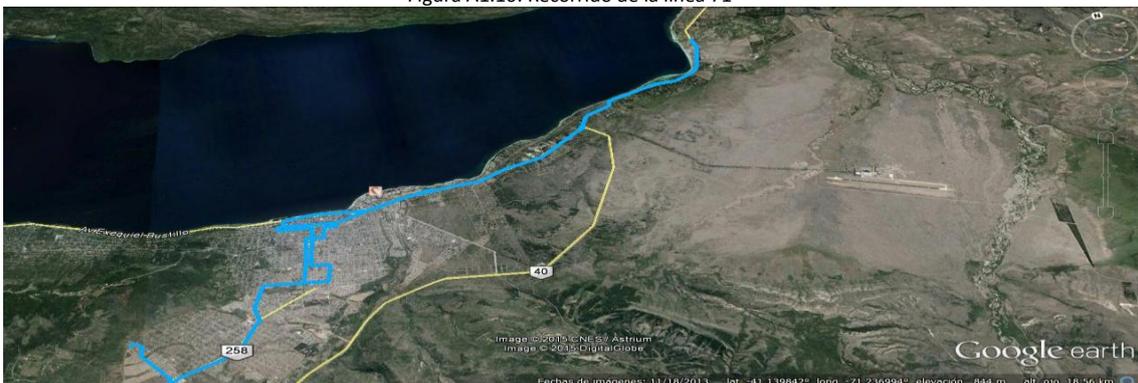
Cuadro A1.15: indicadores operativos de la línea 70

Cantidad de servicios con frec. regular	57 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	15 a 20 minutos
Extensión de la traza	12 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	40 minutos
Primer servicio regular	5:35 hs.
Ultimo servicio regular	21:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.464 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	18 km/h

Fuente: ordenanza 2056-CM-10

Línea 71: 34 Hectáreas- Centro –Ñiriguay

Figura A1.16: Recorrido de la línea 71



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Unión en la intersección de las calles Crucero General Belgrano y Cacique Prayel en donde se ubica su Cabecera Oeste y circula desde allí por las calles Cacique Prayel, Siempreviva, Cacique Huincaleo y Crucero General Belgrano, pasando por el Centro Comunitario del Barrio Unión y por el Barrio 2 de Abril, continúa por Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40 Sur, Ex Ruta N° 258) y luego por las calles Pasaje Gutiérrez, La Paz, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador

General. Continúa su recorrido por calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, por Avenida 12 de Octubre pasando por la Terminal de Ómnibus, Avenida Comandante Luis Piedra Buena y Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta N° 237), pasando por Barrio La Colina, Policía Caminera, Barrio Las Chacras y La Aduana llegando hasta el Puente del Arroyo Ñirihuau, haciendo cabecera en donde se ubicaba la Zona Primaria Aduanera.

Vuelta: Regresa desde el Arroyo Ñirihuau por Ruta Nacional N° 40 y Avenida Comandante Luis Piedra Buena hasta la Terminal de Ómnibus, continuando desde allí por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Moreno, Morales, Elflein, Frey, Almirante Brown, Onelli, La Paz, Pasaje Gutiérrez y Avenida Juan Herman ingresando al Barrio Unión por calle Crucero General Belgrano y realizando la cabecera de Línea en la intersección de las calles Crucero General Belgrano y Cacique Prayel.

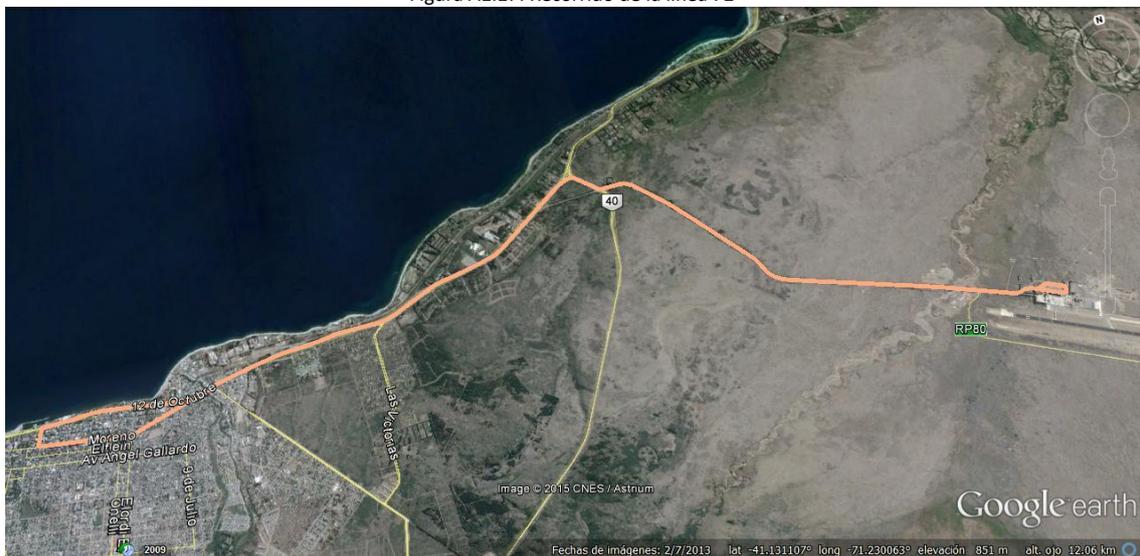
Cuadro A1.16: indicadores operativos de la línea 71

Cantidad de servicios con frec. regular	54 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	3 servicios
Cantidad de unidades	8 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	32,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	75 minutos
Primer servicio regular	5:20 hs.
Ultimo servicio regular	22:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	3.705 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	26 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

Línea 72: Centro - Policía Caminera – Aeropuerto

Figura A1.17: Recorrido de la línea 72



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

**Recorrido:**

Ida: Su recorrido comienza en el Parador General de Moreno y Palacios, en donde se ubica su cabecera Oeste, y circula desde allí por las calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Avenida 12 de Octubre, Avenida Comandante Luis Piedra Buena (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 237) y Policía Caminera, desvía en la Rotonda de Avenida de Circunvalación

hacia el camino de acceso al Aeropuerto Internacional y continúa por este último haciendo cabecera en el Playón de Estacionamiento del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Bariloche, en donde se ubica su cabecera Este.

Vuelta: Regresa desde el Playón de Estacionamiento del Aeropuerto Internacional por el camino de acceso al mismo, circulando por Avenida de Circunvalación, por Rotonda hacia Ruta Nacional N° 40, Policía Caminera, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, ingresa a la Terminal de Ómnibus y continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y Moreno hasta el Parador General, en donde se ubica la Cabecera de Línea.

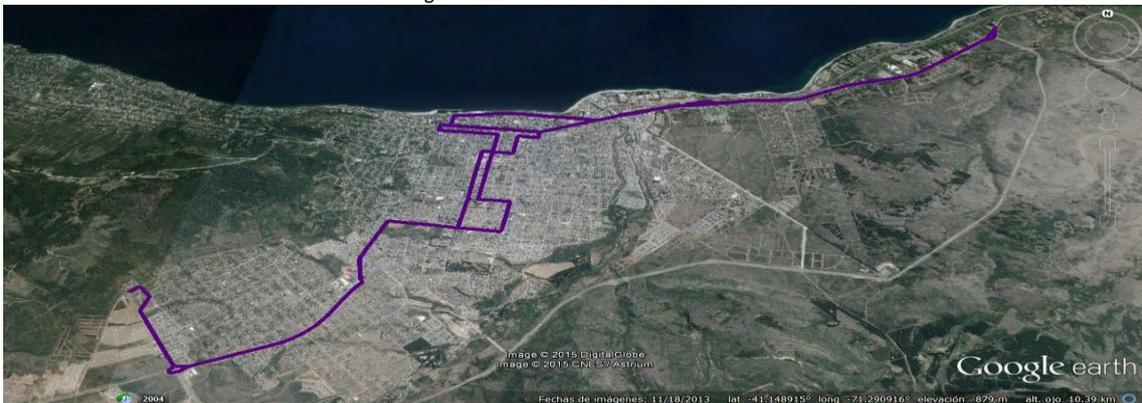
Cuadro A1.17: Indicadores operativos de la línea 72

Cantidad de servicios con frec. regular	-
Cantidad de servicios con frec. irregular	7 servicios
Cantidad de unidades	1 unidad
Frecuencia	Irregular
Extensión de la traza	15 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	30 minutos
Primer servicio	6:40 hs.
Ultimo servicio	21:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	210 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	30 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

Línea 81: Bº Unión - Centro - Policía Caminera

Figura A1.18: recorrido de la línea 81



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Unión en la intersección de las calles Crucero General Belgrano y Cacique Prayel en donde se ubica su Cabecera Oeste y circula desde allí por las calles Cacique Prayel, Siempreviva, Cacique Huincaleo y Crucero General Belgrano, pasando por el Centro Comunitario del Barrio Unión y por el Barrio 2 de Abril, continúa por Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40 Sur, Ex Ruta N° 258) y luego por las calles Pasaje Gutiérrez, La Paz, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador

General. Continúa su recorrido por calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Terminal de Ómnibus, Avenida Comandante Luis Piedra Buena y Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta N° 237), pasando por Barrio La Colina y Policía Caminera y continuando hasta la Rotonda de Ruta de Circunvalación y realizando la Cabecera de Línea en la intersección de la Ruta N° 40 y Calle Con Con.

Vuelta: Regresa desde su cabecera en la intersección de la Ruta N° 40 y calle Con Con circulando por Avenida Comandante Luis Piedra Buena, ingresa a la Terminal de Ómnibus y continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Moreno, Morales, Elflein, Frey, Almirante Brown, Onelli, La Paz, Pasaje Gutiérrez y Avenida Juan Herman ingresando al Barrio Unión por calle Crucero General Belgrano y realizando la cabecera de Línea en la intersección de las calles Crucero General Belgrano y Cacique Prayel.

Cuadro A1.18: indicadores operativos de la línea 81

Cantidad de servicios con frec. regular	46 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	5 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	18 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	45 minutos
Primer servicio regular	06:30 hs.
Ultimo servicio regular	21:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.656 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	24 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

Línea 80/83: B° Malvinas- Centro - Costa del Sol

Figura 8.A1.19: recorrido de la línea 80/83



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

**Recorrido**

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Costa del Sol sobre la calle Modesta Victoria en las cercanías de la Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta N° 237) en donde se ubica una dársena para el giro y descanso de las unidades en servicio, circulando desde allí por calle Modesta Victoria pasando por Villa Verde y el Barrio INTA, continuando por calle Remolcador Llaol Llaol, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, ingresa a Terminal de Ómnibus, Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y por Moreno hasta el Parador General. Continúa

por calles Moreno, Morales, Elflein, Frey, Brown, Onelli, La Paz, Pasaje Gutiérrez, Pablo Mange, Rolando, Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 258), ingresando al Barrio Omega por calle Wiederhold. Continúa por las calles Pedro Giacchino y Puerto Argentino (Barrio 106 Viviendas) y luego por calles Malvina Soledad y Soldado Olavarría, realizando la cabecera de línea en la intersección de esta última y Juan Herman.

Vuelta: Regresa desde el su cabecera ubicada en calle Soldado Olavarría y Juan Herman circulando por las calles Soldado Olavarría, Isla Soledad, Puerto Argentino, Pedro Giacchino, Wiederhold, Avenida Juan Herman, Rolando, Pablo Mange, Pasaje Gutiérrez, La Paz, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, Remolcador Llao Llao y Modesta Victoria hasta la Cabecera de Línea ubicada en las cercanías de la intersección de la calles Modesta Victoria y Ruta Nacional N° 40.

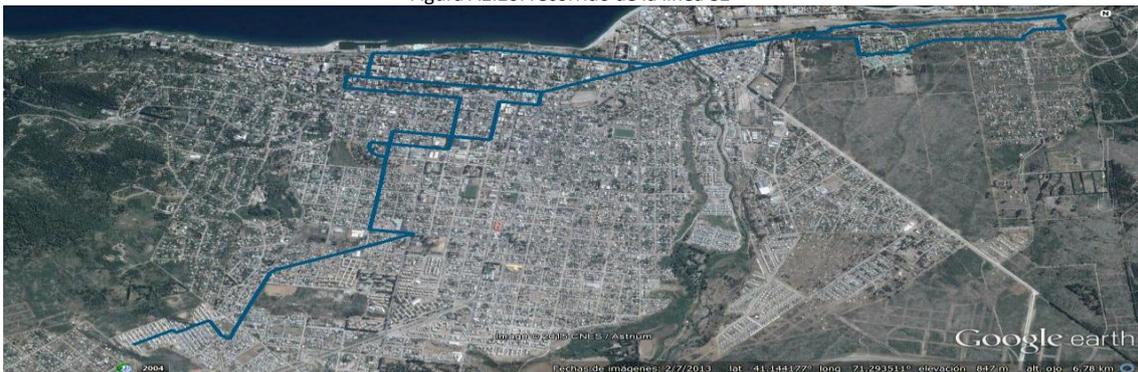
Cuadro A1.19: indicadores operativos de la línea 80/83

Cantidad de servicios con frec. regular	58 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	14,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	70 minutos
Primer servicio regular	06:20 hs.
Ultimo servicio regular	23:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.682 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	15,9 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

Línea 82: Bº 400 Viviendas - Centro - Bº El Cóndor

Figura A1.20: recorrido de la línea 82



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio 400 Viviendas en la intersección de las calles Río Negro y Pichi Mahuida en donde se ubica su cabecera Oeste y circula desde allí por las calles Río Negro, Cipolletti, Pasaje Gutiérrez, Diagonal Gutiérrez, Almirante Brown, Rolando, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por las calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, retoma por Avenida 12 de Octubre e ingresa al Barrio El Cóndor por calles Almafuerte (calle de acceso a Radio Nacional), G. Spano y

Guiraldes, realizando la cabecera de línea en la intersección de esta última y calle José Hernández.

Vuelta: Regresa desde el Barrio El Cóndor circulando por calles José Hernández, La Florida, Avenida Las Victorias, Suipacha, Cabildo, retoma Ruta Nacional Nº 40 hacia la Terminal de Ómnibus circulando luego por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por las calles Moreno, Morales, Elflein, Frey, Anasagasti, Villegas, Rolando, Brown, Diagonal Gutiérrez, Pasaje Gutiérrez, Cipolletti y Río Negro hasta su cabecera en el Barrio 400 Viviendas ubicada en la intersección de las calles Río Negro y Pichi Mahuida.

Cuadro A1.20: indicadores operativos de la línea 82

Cantidad de servicios con frec. regular	68 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	5 unidades
Frecuencia	15 minutos
Extensión de la traza	7,4 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	40 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Ultimo servicio regular	22:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.006 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	13,5 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

#### Línea 84: Bº Nahuel Hue - Centro

Figura A1.21: recorrido de la línea 84



Fuente: elaboración propia sobre contenido de la ordenanza 2057-CM-10

#### Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Nahuel Hue en la intersección de las calles Malvina Soledad y Nehuen en donde se ubica su cabecera Sur y circula desde allí por las calles Nehuen, Roca Negra, José Lukman, José Obrero, Isla del Tigre, Malvina Soledad, Hoyo de Epuén, Las Bayas, La Fragua y Aguada de Guerra. Luego Av. Juan Herman, Rolando, Pablo Mange, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General.

Vuelta: Regresa desde el Parador General ubicado sobre la calle Moreno circulando por Moreno, Morales, Elflein, Frey, Albarracín, Onelli, La Paz, Beschtedt, Pablo Mange, Rolando, Av. Juan Herman, Aguada de Guerra, La Fragua, Las Bayas, Hoyo de Epuyén, Malvina Soledad, Isla del Tigre, José Obrero, José Lukman, Roca Negra y Nehuen, volviendo a su cabecera en la intersección de las calles Nehuen y Malvina Soledad.

Durante los horarios de ingreso y egreso de alumnos a la Escuela Nº 315, ubicada sobre la calle Malvina Soledad y Nuestras Malvinas, las unidades deberán llegar hasta la misma con el objeto de permitir el arribo y egreso de los alumnos hasta ese establecimiento educativo.

Cuadro A1.21: indicadores operativos de la línea 84

Cantidad de servicios con frec. regular	35 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	30 minutos
Extensión de la traza	10,4 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	85 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Ultimo servicio regular	23:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	728 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	14,68 km/h

Fuente: ordenanza 2057-CM-10

Anexo 2: Historia del Sistema de transporte urbano de pasajeros en la ciudad de San Carlos de Bariloche

Durante las primeras décadas del siglo pasado el transporte de pasajeros en la ciudad de San Carlos de Bariloche fue prestado por diversos emprendimientos privados que se enfocaron sobretudo, en la actividad turística. La primera empresa en establecerse con fines de prestar un servicio urbano fue Transportes Automotores Mercedes que funcionó hasta el año 1982, en la que se hizo cargo de la prestación la empresa local Micro Ómnibus 3 de Mayo. En 1988 se suma al servicio la Cooperativa de Trabajo de Transporte choferes de Bariloche conocida como CODAO.

Durante esos primeros tiempos, el servicio se componía de 12 líneas de colectivos cubiertas por 56 vehículos, cuyo listado se presenta a continuación:

- Línea 10: estación de ferrocarril- centro- colonia suiza/bahía López
- Línea 20: Terminal de ómnibus-centro-Ilao Ilao
- Línea 21: ENET- centro- Barrio Gastronómico
- Línea 30: centro – barrio arrayanes
- Línea 40: Centro- Barios pilar 1 y 2.
- Línea 50: Cementerio- centro- Villa los Coihues
- Línea 51: cementerio- centro- Bustillo km. 9
- Línea 60: Cementerio-centro- barrios san francisco 2 y 3
- Línea 61: Barrio el frutillar-centro- Barrio san francisco
- Línea 70: centro – universidad del comahue
- Línea 71/80: Malvinas – centro
- Línea 81: 34 hectáreas – centro

En los años 1991 y 1992 se lleva a cabo el primer trabajo de investigación al respecto, por medio del Estudio Integral de Transporte. San Carlos de Bariloche y el Estudio del Servicio Público de Transporte Urbano de Pasajeros. Ciudad de San Carlos de Bariloche llevados a cabo por A. Chiarle, D. Delucchi, D. Tauber. Este estudio realizó un trabajo sumamente interesante de análisis e investigación que sirvió como base para comenzar a plantear la problemática en la ciudad de manera acorde a lo que la misma exigía y puso de manifiesto algunas problemáticas puntuales de la ciudad en la materia:

- Un alto índice de dispersión de la población lo que obliga a viajes largo y posiblemente de baja demanda.
- Uniformidad en las frecuencias a lo largo del día sin discriminar entre horas picos y valles lo que genera una subutilización del sistema

- Escases de infraestructura vial capaz de recibir el flujo de vehículos de gran capacidad.
- Escasa conectividad geográfica y un alto grado de centralismo del sistema en el centro administrativo y comercial de la ciudad
- Gran cantidad de puntos de alta demanda de viaje sin conexión directa entre sí.

Posiblemente uno de los grandes méritos de este trabajo fue el “fraccionamiento” de la ciudad en áreas emisoras y receptoras de viajes y la generación de una matriz de viajes entre zonas. Finalmente éste estudio generó varias propuestas en materia de transporte que incluía la modificación de los recorridos existentes y sus frecuencias asociadas.

Entre las propuestas realizadas se encontraron:

- Línea 10: trasladar su cabecera de la estación del ferrocarril al Barrio Frutillar.
- Línea 21: Trasladar se cabecera en la ENET al Barrio 34 hectáreas y hacerla circular por Av. 9 de Julio.
- Línea 40 y 50: fusionarlas en una única línea con cabeceras en la estancia El Carmen y Villa los Coihues, circulando por ruta provincial 82.
- Línea 80: realizar un circuito que recorra los barrios El Frutillar y 34 hectáreas corriendo su cabecera del centro a la terminal ferroviaria.
- Línea 90: creación de una línea que una el este y oeste por el casco urbano.
- Establecimiento de nuevos niveles de frecuencias.

Los frutos del trabajo no fueron tenidos en cuenta por las autoridades del momento, pero sí géneró la sanción de varias ordenanzas importantes:

- 599-CM-91, modificada luego por la ordenanza 506-Cm-95 que establecía el régimen bajo el cual funcionara el servicio de transporte urbano de pasajeros en la ciudad.
- 273-Cm-93: establece el método para el cálculo tarifario en la prestación del servicio
- 438-Cm-94: implementación del boleto electrónico mediante cospel y la implementación de un sistema para el control de pasajeros.

Para el año 1992, la cantidad de pasajeros transportados por el sistema era de 10.952.595 recorriendo 5.235.585 kilómetros anuales.

Durante los años siguientes se sancionan algunas ordenanzas de importancia:

- 502-CM-95: Se renuevan las concesiones existentes a las empresas del momento y se crean nuevos recorridos.
- 873-CM-98 y 874-CM-98: autoriza al Poder ejecutivo Municipal a prorrogar el contrato de prestación con 3 de Mayo y Codao hasta el 26 de abril de 2003.

- 888\_CM-98 modifica las ordenanzas anteriores al introducir una nueva línea de servicios (número 62 que unía el barrio frutillar con el centro, la cual dejó de existir pocos meses después) y modifica algunos de los recorridos existentes.

En el año 2004 la municipalidad contrata los servicios de la Lic. Concepción Mohana para llevar adelante el Estudio de Transporte Urbano de pasajeros de Taxis, Remises y Transporte Escolar de San Carlos de Bariloche y estableció la existencia de las siguientes líneas y recorridos con sus respectivos índices operativos:

1. LÍNEA 10: TERMINAL DE ÓMNIBUS - COLONIA SUIZA. 32 kms, 8 secciones, recorridos en 60 minutos. SERVICIOS. Ocho regulares (5:45 a 21:30 hs, Terminal Ómnibus); 4 refuerzos diarios. Un servicio cada 150 minutos. Recorrido diario: 700 kms.

2. LÍNEA 11: TERMINAL DE ÓMNIBUS - COLONIA SUIZA. 32 kms, 9 secciones, recorridos en 80 minutos SERVICIOS. 5 diarios (9:00 a 20:00 hs, Terminal Ómnibus). Un servicio cada 180 minutos. Recorrido diario: 320 kms.

3. Línea 20: TERMINAL DE ÓMNIBUS - LLAO LLAO (Hotel). 29 kms, 7 secciones, recorridos en 60 minutos. SERVICIOS. 55 diarios de lunes a sábados, 1 servicio cada 20 minutos, 6 unidades; 38 en días feriados, 1 servicio cada 30 minutos, 4 unidades. Recorrido diario: 3.135 kms, días hábiles; 2.850 kms, días feriados.

4. Línea 21. TERMINAL DE ÓMNIBUS – B° COVIBAR. 20 kms, 4 secciones, recorridos en 55 minutos. SERVICIO. 28 diarios, lunes a sábados (6:05 a 22:45 hs, Terminal Ómnibus), 1 servicio cada 40 minutos, 3 unidades; 19 en días feriados, 1 servicio cada 60 minutos, 2 unidades. Recorrido diario: 1.148 kms, días hábiles; 780 kms, días feriados.

5. Línea 22. TERMINAL DE ÓMNIBUS - PUERTO BUENO. 27 kms, 7 secciones, recorridos en 60 minutos. SERVICIO. 4 diarios, días hábiles (05:45, 11:50, 16:30, 20:00 hs, Terminal Ómnibus). No circula en días feriados. Sin frecuencia determinada. Con horarios fijos, 1 unidad. Durante los recesos escolares, 3 frecuencias diarias. Recorridos diariamente 212 kms.

6. Línea 30. CONTROL (Rolando y Lengas) - PARADOR (Moreno y Palacios). 7,5 kms, 2 secciones, recorridos en 25 minutos. SERVICIO. 51 diarios, lunes a sábados, 1 servicio cada 20 minutos, 3 unidades (6:25 a 00:15 hs, Control). 36 diarios, lunes a sábados, 1 servicio cada 30 minutos, 2 unidades. Recorrido diario: 765 kms, días hábiles; 540 kms, días feriados.

7. Línea 40. PARADOR (Moreno y Palacios) - BARRIOS EL PILAR I Y II. 13 kms, 2 secciones, recorridos en 30 minutos. SERVICIO. Diariamente 31 al B° El Pilar I, 17 al B° El Pilar II (5:55 a 22:10 hs), El Pilar II), 2 al F.U.P; 1 servicio cada 30 minutos, 1 unidad. Recorrido diario: 1.325 kms.

8. Línea 41. PILAR I - PARADOR (Moreno y Palacios) 17 kms, 3 secciones, recorridos en 50 minutos. SERVICIO. 5 diarios, lunes a viernes; 4, sábados y feriados. Sin frecuencia determinada (6:50 A 22:50 hs), El Pilar I) 1 unidad. Recorrido diario: 306 kms, días hábiles; 136 kms, días feriados.

9. Línea 50. CONTROL (Rolando y Lengas) - VILLA LOS COIHUES (Escuela N° 324). 19 kms, 4 secciones, recorridos en 60 minutos. SERVICIO. 37 diarios, lunes a sábados, de los cuales 12

van hasta la Escuela N° 324 (5:45 a 00:30 hs, Control); 36 en feriados, de los cuales 10 llegan hasta la Escuela N° 324; 1 servicio cada 30 minutos, 4 unidades. Recorrido diario: 1.810 kms, días hábiles; 1.700 kms, días feriados.

10. Línea 51. CONTROL (Rolando y Lengas) - AV. BUSTILLO 15.500. 23 kms, 5 secciones, recorridos en 40 minutos. SERVICIO. 30 diarios, lunes a sábados (6:00 a 20:30 hs, Control). No circula los días feriados. Un servicio cada 30 minutos, 4 unidades. Recorrido diario: 1.350 kms.

11. Línea 60. CONTROL (Rolando y Lengas) - B° SAN FRANCISCO III. 14 kms, 2 secciones, recorridos en 40 minutos. SERVICIO. 67 diarios, lunes a sábados, 1 servicio cada 20 minutos, 6 unidades (6:10 a 00:05 hs, Control).; 35 en feriados, 1 servicio cada 30 minutos, 4 unidades, (6:30 a 00:05 hs, control) Recorrido diario:1.910 kms, días hábiles; 998 kms, días feriados.

12. Línea 61. B° EL FRUTILLAR - B° SAN FRANCISCO I. 13 kms, 2 secciones, recorridos en 45 minutos. SERVICIO. 67 diarios, lunes a sábados, 1 servicio cada 20 minutos, 6 unidades (5:55 a 22:55 hs, B° El Frutillar); 37 en feriados, 1 servicio cada 30 minutos, 4 unidades (6:35 a 22:55 hs, B° El Frutillar). Recorrido diario: 1.800 kms, días hábiles; 980 kms, días feriados.

13. Línea 70. B° EL CÓNDOR (Almafuerte y Guido Spano) - UNIV. NAC. DEL COMAHUE. 18 kms, 2 secciones, recorridos en 40 minutos. SERVICIO. 55 diarios, lunes a sábados 1 servicio cada 20 minutos, 4 unidades (5:25 a 23:55 hs, U.N.C.); 39 en feriados, 1 servicio cada 30 minutos, 2 unidades. Recorrido diario: 1.980 kms, días hábiles; 1.400 kms, días feriados.

14. Línea 71 (/81). PARADOR (Moreno y Palacios) - DINA HUAPI (Robles y Radales). 25 kms, 3 secciones, recorridos en 40 minutos. SERVICIO. 27 diarios, lunes a sábados, 1 servicio cada 40 minutos, 2 unidades; 17 en feriados, 1 servicio cada 60 minutos, una unidad. Recorrido diario: 1.350 kms, días hábiles; 850 kms. en feriados.

15. Línea 72. CENTRO (Moreno y Palacios) - AEROPUERTO (Estacionamiento). 13 kms, 2 secciones, recorridos en 40 minutos. SERVICIO. 7 diarios, 1 servicio cada 2 horas, una unidad (6:50 a 21:30 hs, Centro). Adicionales según requerimientos del aeropuerto por altas y bajas en temporada turística. Recorrido diario: 182 kms.

16. Línea 80. PARADOR (Moreno y Palacios) - B° EL FRUTILLAR (Escuela). 10 kms, recorridos en 30 minutos. SERVICIO. 56 diarios, días hábiles, 1 servicio cada 20 minutos, 3 unidades; 40 en feriados, 1 servicio cada 30 minutos, 2 unidades. (6:30 a 23:50 hs, B° Malvinas). Recorrido diario: 1.070 kms, días hábiles; 760 kms en feriados.

17. Línea 81 (/71). PARADOR (Moreno y Palacios) - B° UNIÓN. 9 kms, recorridos en 25 minutos SERVICIO: 31 diarios, días hábiles, 1 servicio cada 25 minutos, 3 unidades; 20 en feriados, 1 servicio cada 60 minutos, una unidad. (5:30 a 23:30 hs, B° Unión). Recorrido diario: 560 kms, días hábiles; 360 kms, en feriados.

18. Línea 82. CENTRO (Moreno y Palacios) - B° NAHUEL HUÉ. 9 kms, recorridos en 30 minutos. SERVICIO. 15 diarios, lunes a sábados, no circula los días feriados, 1 servicio cada 60 minutos, 1 unidad, recorridos en 60 minutos. (6:45 a 20:45 hs, B° 400 Viviendas). Recorrido diario: 135 kms.

19. Línea 83. B° COSTA DEL SOL - CENTRO. 24 kms, 3 secciones, recorridos en 50 minutos. SERVICIO. 10 diarios, lunes a sábados. No circula los días feriados. 1 servicio cada 2 horas, 2 unidades. El tiempo de cada vuelta es de 1 hora y 40 minutos. (6:30 a 23:50 hs, B° Malvinas).

Recorrido diario: 470 kms.

El parque automotor en aquél entonces era de 70 unidades, 54 correspondientes a la Empresa Micro Ómnibus Tres de Mayo y 16 unidades a CODAO. En términos globales el sistema transportó 10.882.572 pasajeros a lo largo de 5.663.733 kilómetros al año.

El trabajo además, actualizó la zonificación de la ciudad hecho por el estudio anterior, como así también la cantidad de viajes totales (basados en el hogar) entre zonas para la ciudad sobre la base de la información disponible de los censos de 1991 y 2001.

El trabajo propuso varios cambios al sistema entre los que destacamos:

- ESCENARIO 1

OBJETIVO: Descomprimir el Parador (Moreno y Palacios) extendiendo en tres cuadras las paradas, una para cada orientación de las líneas: Este, Oeste, Sur. Mantiene la rentabilidad del sistema existente (\$/km)

1. Parador Moreno entre Palacios y Rolando: Líneas Oeste
2. Parador Moreno entre Rolando y Villegas: Líneas Urbanas Este
3. Parador Moreno entre Quaglia y Urquiza: Líneas Urbanas y Sur

- ESCENARIO 2

OBJETIVO: Descomprimir y racionalizar el uso de la calle Moreno, utilizando las calles Ada M. Elflein y Gallardo. Modificamos los recorridos de las líneas 40, 41, 50 y 51 en el Casco Urbano. El sistema resultante disminuye en 6 kms. los recorridos del sistema existente, aumenta la rentabilidad global respecto de éste.

Línea 50

IDA: Control (Rolando y Lengas) - Rolando - Ruta N° 258 - Sobral - Elordi - Gallardo - Neumeyer - 20 de Febrero - Belgrano - 20 de Junio - Av. Los Pioneros - camino al C° Catedral - Virgen de las Nieves - camino al Lago Gutiérrez - puente del A° Gutiérrez - Parque Nacional Bosque Petrificado - P.N. Arrayanes - P.N. Iguazú - P.N. Nahuel Huapi - Escuela N° 324.

REGRESO: Escuela N° 324 - P.N. Nahuel Huapi - P.N. Lihuel Calel - P.N. Arrayanes - P.N. Bosque Petrificado - puente del A° Gutiérrez - camino de acceso a Villa Los Coihues - Virgen de Las Nieves - camino a C° Catedral - Av. Los Pioneros - 20 de Junio - Belgrano - Gallardo - Onelli - Ruta N° 258 - Rolando - Control (Rolando y Lengas).

- a) Cantidad de servicios: 4 serv./hora, entre las 6 y las 20.30 hs, 58 servicios/día.
- b) Extensión de la traza: 16,6 kms.
- c) Kilómetros recorridos por día hábil: 1.926 kms recorridos/día, 577.800 kms/año
- d) Costos por kilómetro proyectado: 1.56 \$/kms

e) Cantidad de secciones: 1ª sección 10 kms, 2ª sección 16,6kms  
Línea 51.

IDA: Control (Rolando y Lengas) - Rolando - Ruta N° 258 - Sobral - Elordi - Gallardo - Neumeyer - 20 de Febrero - Belgrano - 20 de Junio - Av. Los Pioneros km 8.

REGRESO: Av. Los Pioneros km. 8 - 20 de Junio - Belgrano - Gallardo - Onelli - Ruta N° 258 - Rolando - Control (Rolando y Lengas).

- a) Cantidad de unidades afectadas: 6 unidades.
- b) Cantidad de servicios: 4 serv./hora, entre las 6 y las 20.30 hs, 58 servicios/día.
- c) Extensión de la traza: 15 kms.
- d) Kilómetros recorridos por día hábil: 1.740 kms recorridos/día, 522.000 kms /año
- e) Costos por kilómetro proyectado: 1,55 \$/km.
- f) Cantidad de secciones: 1ª sección 10 kms, 2ª sección 15 kms.

Línea 40.

IDA: NUEVO PARADOR (Elflein y Rolando) - Elflein - Onelli - Ruta N° 258 - Bos El Pilar I y II.

REGRESO: Bos El Pilar I y II - Ruta N° 258 - Sobral - Elordi - Gallardo - Rolando- Elflein NUEVO PARADOR (Elflein y Rolando).

- a) Cantidad de servicios: 2 serv./hora, entre las 5:55 a 22.10 hs, 31 servicios/día.
- b) Extensión de la traza: 11,5 kms.
- c) Kilómetros recorridos por día hábil: 713 kms recorridos/día, 213.900 kms /año
- d) Costos por kilómetro proyectado: 1,63 \$/km.
- e) Cantidad de secciones: 1ª sección 11,5 kms.

Línea 41.

IDA: NUEVO PARADOR (Elflein y Rolando) - Elflein - Onelli - Ruta N° 258 - El Pilar I. Extiende su recorrido El Pilar I - ingreso a Villa Arelauquen - Villa Arelauquen, 5/9 viajes diarios

REGRESO: El Pilar I- Ruta N° 258 - Sobral - Elordi - Gallardo - Rolando- NUEVO PARADOR (Elflein y Rolando)

- a) Cantidad de servicios: 1 serv./ 3,2 horas, entre las (6:50 A 22:50 hs), 5 servicios/día.
- b) Extensión de la traza: 15,5 kms.
- c) Kilómetros recorridos por día hábil: 155 kms recorridos/día, 46.500 kms /año
- d) Costos por kilómetro proyectado: 1,59 \$/km.
- e) Cantidad de secciones: 1ª sección 10 kms, 2ª sección 15,5 kms

- ESCENARIO 3

OBJETIVO: Mejorar la conectividad entre los barrios del sur del Casco Urbano y el Centro de la Ciudad, creando un Rondín prolongando la Línea 30.

Creación de un rondín en el Casco Urbano a partir de extender los servicios de la línea 30. CONTROL (Rolando y Lengas) 14 kms, 2 secciones,

SENTIDO ANTIHORARIO: Control - Lengas - Beschtedt - Lengas- Onelli - Hermite - Beschtedt - La Paz - J. O'Connor - 2 de Agosto - Rivadavia - Mascardi - Genghini - Alte. Brown - Rivadavia - Gallardo - Villegas - Rolando - Brown - Diag. Gutiérrez - Pasaje Gutiérrez - Ruta Nº 258 - Rolando - CONTROL.

SENTIDO HORARIO: Control - Rolando - Ruta Nº 258 - Pasaje Gutiérrez - - Diag Gutiérrez - Beschtedt - 25 de Mayo - Rolando - Gallardo - Otto Goedecke - Elflein - Ruiz Moreno - Gallardo - Rivadavia - Brown - Genghini - Mascardi - Rivadavia - 2 de Agosto - John O'Connor - La Paz - Beschtedt - Hermite - Onelli - Michay - Beschtedt - Lengas - Control.

- a) Cantidad de unidades afectadas: 4 unidades. Servicio horario: 2 unidades, servicio antihorario: 2 unidades
- b) Cantidad de servicios: 4 serv./hora, 72 servicios/día en ambos sentidos, entre las 6,25 y las 0.15 hs. Salida intercaladas cada 15 minutos, en ambos sentidos
- c) Extensión de la línea: sentido horario: 14 kms, sentido antihorario: 14 kms.
- d) Kilómetros recorridos: 2.016 km recorridos/día, 302.400 kms /año
- e) Costos por kilómetro: 1,77 \$/km.
- f) Cantidad de secciones: 1ª sección 7 kms, 2ª sección 14 kms.

- ESCENARIO 4

RONDÍN 41/50.

Es una variación del Escenario 2, creando un rondín, fusionando las líneas 40, 41 y 50, creando la línea 41/50, extendiendo los servicios entra Villa Lago Gutiérrez y Villa Los Coihues. Se prestan servicios en el sentido horario y antihorario, pudiendo así, Por ej. los habitantes de Villa Los Coihues ir al Centro por El Faldeo O por la Ruta Nº 258.

SENTIDO ANTIHORARIO: Control (Rolando y Lengas) - Rolando - Ruta Nº 258 - Sobral - Elordi - Gallardo - Neumeyer - 20 de Febrero - Belgrano - 20 de Junio - Av. Los Pioneros - camino al C° Catedral - Virgen de las Nieves - camino al Lago Gutiérrez - Villa Los Coihues: puente del A° Gutiérrez - Parque Nacional Bosque Petrificado - P.N. Arrayanes - P.N. Iguazú - P.N. Nahuel Huapi - Escuela Nº 324- P.N. Nahuel Huapi - P.N. Los Glaciares - P.N. Arrayanes - P.N. Bosque Petrificado - puente del A° Gutiérrez - Villa Arelauquen - Villa Lago Gutiérrez - Ruta N-º 258 - Control (Rolando y Lengas).

SENTIDO HORARIO: Villa Los Coihues - camino al C° Catedral - km 8, Pioneros- 20 de junio - Belgrano - Gallardo - Onelli - ruta 258 - Control (Rolando y Lengas) - Barrio Pilar I y II - Villa Lago Gutiérrez - Villa Arelauquen - Villa Los Coihues.

- a) Cantidad de unidades afectadas: 6 unidades. Servicio horario: 3 unidades, servicio antihorario: 3 unidades

- b) Cantidad de servicios: 4 serv./hora, 64 servicios/día, en ambos sentidos, entre las 6 y las 22 hs, Salidas intercaladas cada 30 minutos, en cada sentido
- c) Extensión de la línea: sentido horario 36 kms, sentido antihorario 36 kms.
- d) Kilómetros recorridos (días hábiles): 2.304 kms/día, 691.200 km /año
- e) Costos por kilómetro proyectado: 1,58 \$/km.
- f) Cantidad de secciones: 1ª sección 10 kms, 2ª sección 16 kms, 3ª sección 22 kms, 4ª sección 28 kms, 5ª sección 36 kms.

- ESCENARIO 5

LINEA PUERTO BUENO - COLONIA SUIZA

Creación de una nueva línea PUERTO BUENO - (Cruce Trébol) COLONIA SUIZA en baja e invierno. Una unidad

En verano (noviembre-febrero), continuación de la anterior creando un rondín en la área de Península San Pedro (Puerto Bueno), Colonia Suiza y Llao Llao. Dos unidades.

NUEVA LINEA: PUERTO BUENO- COLONIA SUIZA:

Marzo a Octubre.

- a. Servicio horario: 1 unidad por hora
- b. Cantidad de servicios: 1 serv./hora. Desde las 8 a las 20 hs. 12 servicios/día
- c. Extensión de la traza: 14.8 km
- d. Kilómetros recorridos: 355 km recorridos/día, 85.200 km / 8 meses
- e. Costos por kilómetro: 1.28 \$/km.
- f. Cantidad de secciones: 1ª sección 14.8 km..

Noviembre a Febrero. Rondín.

SENTIDO HORARIO: PUERTO BUENO - (Cruce Trébol) - COLONIA SUIZA - Bahía López - LLAO LLAO - Av. Bustillo - PUERTO BUENO.

SENTIDO ANTIHORARIO: PUERTO BUENO - Av. Bustillo - Bahía López - COLONIA SUIZA - (Cruce Trébol) - Av. Bustillo - PUERTO BUENO.

- a. Cantidad de unidades afectadas: 2 unidades. Servicio horario: 1 unidad, servicio antihorario: 1 unidad.
- b. Cantidad de servicios: 2 serv./hora en ambos sentidos, entre las 7 y las 21 hs. En 14 horas. 28 servicios/día. Salida intercaladas cada 60 minutos, en cada sentido
- c. Extensión de la línea: sentido horario: 32,4 kms, sentido antihorario: 32,4 kms.
- d. Kilómetros recorridos: 907 kms recorridos/día, 108.840 kms / 4 meses
- e. Costos por kilómetro: 1,28 \$/km.
- f. Cantidad de secciones: 1ª sección 12 kms, 2ª sección 22 kms, 3ª sección 32,4 kms

Permanecen las líneas:

10 (C Suiza, una unidad),

20 (Llao Llao, 6 unidades) y

21 (Covibar 4 unidades).

Línea 51: 4 unidades, se acorta hasta el km 8 de Av.: Pioneros

Fusión de las líneas que van por Av. Bustillo.

Eliminamos la líneas 11 (extensión 32kms, una unidad) y 22 (extensión 27kms, una unidad)

Extendemos el servicio de la línea 21 hasta C. Suiza por el camino del sur del Lago Moreno

Línea 21 Covibar, con el actual recorrido:

- a. Cantidad de unidades afectadas: 4 unidades.
- b. Cantidad de servicios: 1serv./40 minutos, entre las 6 y las 23 hs. 28 servicios/día.
- c. Extensión de la traza hasta Covibar: 20 kms.
- d. Kilómetros recorridos: 1.120 kms recorridos/día, 336.000 kms / año
- e. Costo/km. 1.71 \$/km.

EXTIENDE su recorrido en verano (noviembre-febrero), 3 de las anteriores unidades mantienen recorrido de la línea hasta Covibar y 1 unidad de esas cuatro continúa hasta Colonia Suiza.

Extensión

IDA: Bº Gastronómico - Bº Jockey Club - Bº Nahuel Malal - Bº Casa de Piedra - Bº Pájaro Azul - camino viejo a Cº Catedral - camino viejo a Colonia Suiza - Colonia Suiza.

REGRESO: Colonia Suiza - camino viejo a Colonia Suiza - camino viejo a Cº Catedral - Bº Pájaro Azul - Bº Casa de Piedra - Bº Nahuel Malal - Bº Jockey Club - Bº Gastronómico

- a. Cantidad de unidades afectadas: 1 unidades.
- b. Cantidad de servicios: 1serv./ 2 horas, entre las 6 y las 23 hs. 8 servicios/día.
- c. Extensión de la línea desde Covibar hasta colonia Suiza, ida y vuelta: 15 kms
- d. Kilómetros recorridos: 120 kms recorridos/día, 14.400 kms / 4 meses
- e. Costos por kilómetro: 1.71 \$/km.

Otras recomendaciones particularmente relevantes realizadas que pueden mencionarse son:

- Implementación de boleto electrónico mediante tarjeta magnética.
- Implementación del boleto combinado.
- Estableció un procedimiento contable para discriminar costos, realizar prorrato y cálculo de tarifa.
- Modificación del valor en kilometraje de cada sección.

La utilidad del trabajo realizado significó en términos de información un importante conocimiento sobre la dinámica del servicio en términos operativos, demanda por líneas, zonas y segmentos; conectividad geográfica; y permitió enmarcar por primera vez un

procedimiento para el análisis y establecimiento de costos y tarifas de taxis, remises y colectivos. En términos de recorridos y frecuencias del servicio, tuvo pocos efectos prácticos dado que ninguno de los cambios propuestos fue tenido en cuenta ni llevado a la práctica.

Para el año 2010 el sistema transportaba al año 16.380.547 pasajeros con un kilometraje estimado en 7.645.000 anuales. En ese mismo año, se intenta en el concejo deliberante local tratar un proyecto destinado a regularizar el marco contractual de la actividad y realizar un llamado a licitación del sistema, que luego de varios conflictos sociales que incluyeron paros del servicio y paralización del mismo, manifestaciones gremiales con graves incidentes en el concejo; y presiones empresariales, quedó desestimado. Como resultado de ello, se sancionaron las ordenanzas 2056-CM-10 y 2057-CM-10 que dieron una prórroga a las empresas prestatarias hasta junio de 2013.

En junio de 2013, se sanciona la ordenanza 2412-CM-13 que textualmente “Autoriza al Departamento Ejecutivo Municipal la prórroga por el término de dieciocho (18) meses de la vigencia del convenio marco de regularización contractual del transporte urbano y otorga a Micro Ómnibus 3 de Mayo S.A. y a la Cooperativa de Trabajo de Chóferes de Transporte Bariloche Limitada (Codaó) una compensación de carácter extraordinario cuya finalidad es morigerar el impacto que ha tenido la implementación de la tarifa diferencial de transporte urbano de pasajeros en relación al segmento estudiantil, jubilados y pensionados.”

En ese mismo año, atento a las dificultades operativas de Codaó y los reiterados incumplimientos por parte de la misma, se revoca la concesión otorgada y se aprueba un permiso provisorio a la empresa Las Grutas a partir del primero de noviembre de 2013 para la explotación de las líneas 71, 81, 80/83, 82 y 84 durante un lapso de 18 meses, mediante la ordenanza 2464-CM-14. Durante ese año, la cantidad total de pasajeros fue de 15.363.916 con un kilometraje estimado de 6.657.495.

En octubre de ese mismo año, el gobierno provincial llama a licitación para la realización del Estudio de Movilidad Urbana Sostenible (Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche) que finalmente estuvo a cargo de las empresas IRV y Logit, cuyos resultados se conocieron a finales del año 2014. Como resultado final propone una serie de acciones a seguir en materia de tránsito y transporte para la ciudad que van desde cuestiones de infraestructura, asignación de flujos vehiculares, semaforización y señalización vial, sistemas privados y públicos, tanto particulares como masivos, aspectos relacionados al estacionamiento y espacios peatonales, como así también estrategias urbanísticas para los próximos 20 años. El principal efecto del trabajo en términos de transporte urbano de pasajeros es que sentó las bases para el establecimiento de recorridos y frecuencias utilizadas para la formación del pliego de bases y condiciones de un próximo llamado a licitación del servicio.

En marzo de 2014 las líneas 60 y 70 son transferidas de la empresa 3 de Mayo a las Grutas. Casi simultáneamente se crea la línea 60R, la cual es un fragmento radial de la línea 60 haciendo un recorrido ida y vuelta desde el Barrio San Francisco al centro de la ciudad. A su vez, se reestructuran las líneas 70 y 82, todo mediante resoluciones de la intendencia municipal.

Durante julio del año 2014 la empresa Micro Ómnibus 3 de Mayo, atento a las dificultades operativas y económicas y luego de reiterados conflictos con el municipio en torno a la tarifa del sistema y la necesidad de asegurar mediante la misma el flujo de dinero para hacer frente a costos y ganancia empresaria, decide abandonar la prestación del servicio, por lo que la intendencia municipal mediante resolución 3007-I-14 decide revocar el permiso provisorio de explotación para las líneas 10, 11, 20, 21, 22, 30, 31, 40, 41, 50, 51, 61 y 72 a partir del día 7 de julio. De la mano de lo anterior, se incautan sus bienes para asegurar la prestación del servicio público y la empresa es intervenida judicialmente. En paralelo con lo anterior en fecha 15 de diciembre de ese mismo año, se otorga un permiso precario de explotación por medio de la resolución 5772-I\_14, de las líneas antes mencionadas a la empresa Autobuses Santa Fe, a partir del primero de enero de 2015.

En fecha primero de junio de 2015, mediante licitación pública número 05/15 publicada en el boletín oficial 133 se llama a licitación con el fin de otorgar la concesión del servicio a privados para que los interesados realicen sus propuestas hasta el día 5 de octubre de 2015. Este llamado queda desierto a causa de no haber oferentes con interés de prestar el servicio en las condiciones propuestas por el pliego. En éste sentido, los empresarios, mediante conferencias dadas por directivos de la empresa Las Grutas y desde la Asociación de Empresas de Transporte Automotor de Pasajeros, atribuyeron el desinterés en el servicio a causa de las condiciones impuestas con las que “se pretende brindar un servicio a costa de los empresarios” según sus interpretaciones. Entre otros puntos, criticaron:

- la cantidad de vehículos solicitados por el estado municipal para brindar el servicio, diciendo que el parque automotor requerido (140 unidades) es excesivo para la cantidad de habitantes de la ciudad.
- Las condiciones tarifarias iniciales propuestas.
- La existencia de una cantidad importante de pasajeros de tarifa reducida, sin que exista una normativa específica ni procedimiento alguno de compensación para las empresas lo que, según su criterio, significaría que dicho costo es asumido por el empresariado.

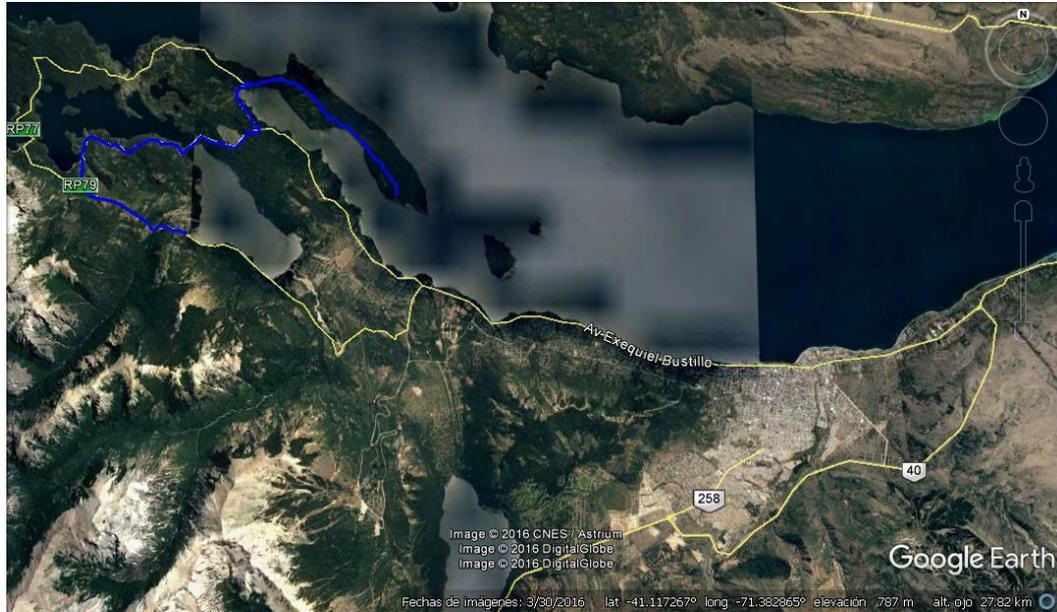
Como consecuencia de lo anterior, en fecha 28 de octubre de 2015, mediante licitación pública número 10/15 y de conformidad con la normativa vigente, se realiza un segundo llamado a licitación del sistema bajo las mismas condiciones y especificaciones establecidas en el pliego propuesto inicialmente, a fin de que los eventuales oferentes realicen sus propuestas hasta el día 17 de noviembre de 2015, el cual volvió a quedar nuevamente desierto.

Ante éste panorama, el intendente electo que asumirá el cargo el día 10 de diciembre de 2015, ha dicho públicamente que cumplidas las formalidades que exige la reglamentación municipal y habiendo quedado vacío el segundo llamado a licitación del sistema, abordará en la nueva gestión estatal nuevamente la temática diseñando un nuevo pliego de licitación en el que el sistema propuesto deberá sufrir modificaciones profundas para ser tratado y aprobado nuevamente por el poder legislativo local para que una vez aprobado, se vuelva a concretar un nuevo llamado a licitación del sistema.

Anexo 3: estructura y detalle del sistema de transporte urbano de pasajeros a licitar para la ciudad de San Carlos de Bariloche

Línea 10-22: Península San Pedro - Colonia Suiza

Figura A2.1: recorrido de la línea 10/22



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

**Recorrido:**

Ida: su cabecera principal se ubica en el extremo Este de la Península San Pedro, desde allí circula por la Avda. del Campanario hasta la Avda. E. Bustillo retomando hacia la rotonda que esta última presenta en el Km. 18,000, desvía por la Ruta Provincial N° 77 hacia Laguna el Trébol y Lago Moreno y continuando por la misma hasta el Km. 21,000 ingresa a Colonia Suiza por Calle Genoveva Beveraggi, luego Cantón Valais, Lucerna, Félix Goye y Saxon.

Continúa su recorrido por la Ruta Provincial N° 79 hacia el Arroyo López, al llegar a la Ruta Provincial N° 77 desvía hacia Oeste circulando por la misma hasta Bahía López en donde se encuentra un importante complejo Hotelero. En dicho lugar las unidades realizarán una pequeña detención de 5 minutos para luego continuar con su recorrido.

Partiendo desde Bahía López, las unidades circularán por la Ruta Provincial N° 77 hacia la Avda. E. Bustillo, por esta última hacia la Avda. del Campanario y circulando por la misma regresarán a su cabecera principal en la Península San Pedro.

Deberá asegurarse la posibilidad de combinar los viajes de los usuarios hacia el casco urbano de Bariloche a través de la Línea 20, por lo que ambas líneas deberán actuar de manera coordinada, es decir que esta última deberá circular por la Av. E. Bustillo brevemente después del paso de las unidades de la Línea 10-22.

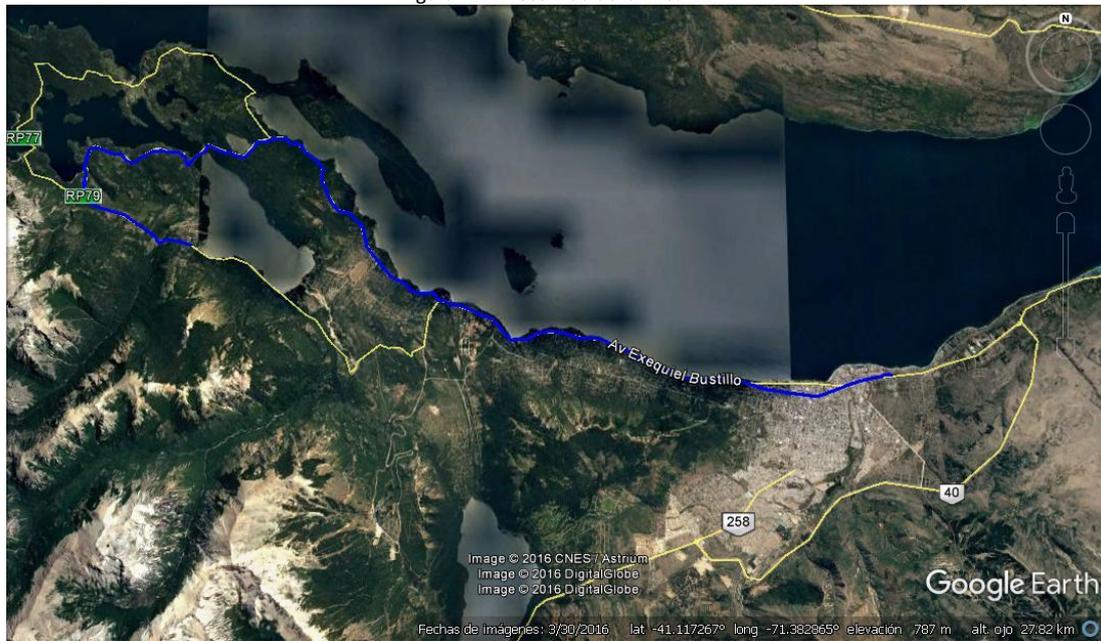
Cuadro A2.1: indicadores operativos de la línea 10

Cantidad de servicios con frec. regular	19 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	2 unidades
Frecuencia	60 minutos
Extensión de la traza	20 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	60 minutos (promedio)
Primer servicio	06:00 hs.
Último servicio	23:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	760 km.
Cantidad de secciones	6 secciones
Velocidad comercial	25,3 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

**RECORRIDO LINEA 11**

Figura A2.2: recorrido de la línea 11



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

**Recorrido:**

Ida: Su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus. Atraviesa el casco urbano circulando primero por Colectora Norte, Arnaudo y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Avenida San Martín. Tomando por la Avenida E. Bustillo circula por esta misma pasando por los Barrios Melipal, Playa Bonita, Puerto Moreno, Bahía Serena y Cerro Campanario. Luego desvía en el Km. 18 de la Avenida E. Bustillo hacia la Ruta Provincial N° 77 circulando hacia Laguna El Trébol y continuando por la misma hasta el ingreso a Colonia Suiza por Calles Genoveva Beveraggi, Cantón Valais, Lucerna y Félix Goye, realizando su cabecera en la intersección de esta última y calle Zurich.

Vuelta: Regresa desde Colonia Suiza continuando por Calle Félix Goye, Saxon, Ruta Provincial Nº 79 hasta el Arroyo López, por Ruta Provincial Nº 77 hasta el desvío del Km. 18, por Av. E. Bustillo hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Av. 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

Recorrido ALTERNATIVO:

En algunas frecuencias, las que se detallan en la tabla de horarios y frecuencias, la Línea 11 deberá modificar su recorrido, ingresando a la Ruta Provincial Nº 79 en Puerto Moreno (Km. 10,500 de la Avenida E. Bustillo), circulando por la misma hasta Colonia Suiza e ingresando por Calles Lucerna, Félix Goye y Saxon.

Regresará al Casco Urbano retomando por la Ruta Provincial Nº 79 hasta Puerto Moreno y continuando por la Avenida E. Bustillo hasta la Terminal de Ómnibus, utilizando el mismo recorrido descrito precedentemente.

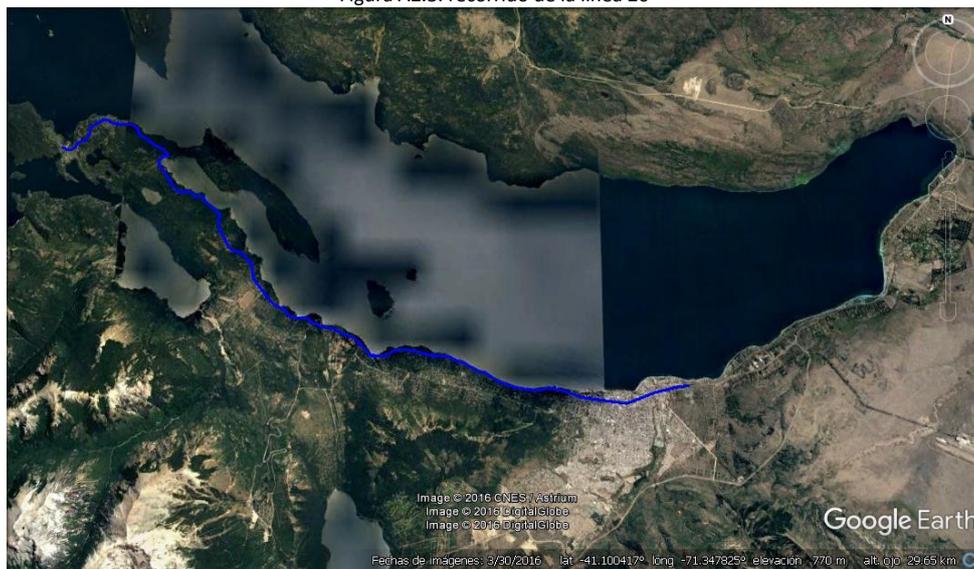
Cuadro A2.2: indicadores operativos de la línea 11

Cantidad de servicios con frec. regular	14 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	1:10 hs.
Extensión de la traza	31,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	65 minutos
Primer servicio	06:20 hs.
Último servicio	21:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	882 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	25,8 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 20: Terminal de Ómnibus - Centro - Llao Llao

Figura A2.3: recorrido de la línea 20



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte, Arnaudo y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, Moreno y Avenida San Martín. Tomando por la Avenida Bustillo circula por ésta pasando por los Barrios Melipal, Playa Bonita, Puerto Moreno, Bahía Serena y Cerro Campanario hasta el Hotel Llao Llao (km 26,500) en donde se ubica su cabecera Oeste.

Vuelta: Regresa desde Llao Llao por Av. Bustillo hasta el casco urbano, ingresando por Av. San Martín y continuando luego por las calles Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Avenida 12 de Octubre y Colectora Sur hasta la Terminal de Ómnibus.

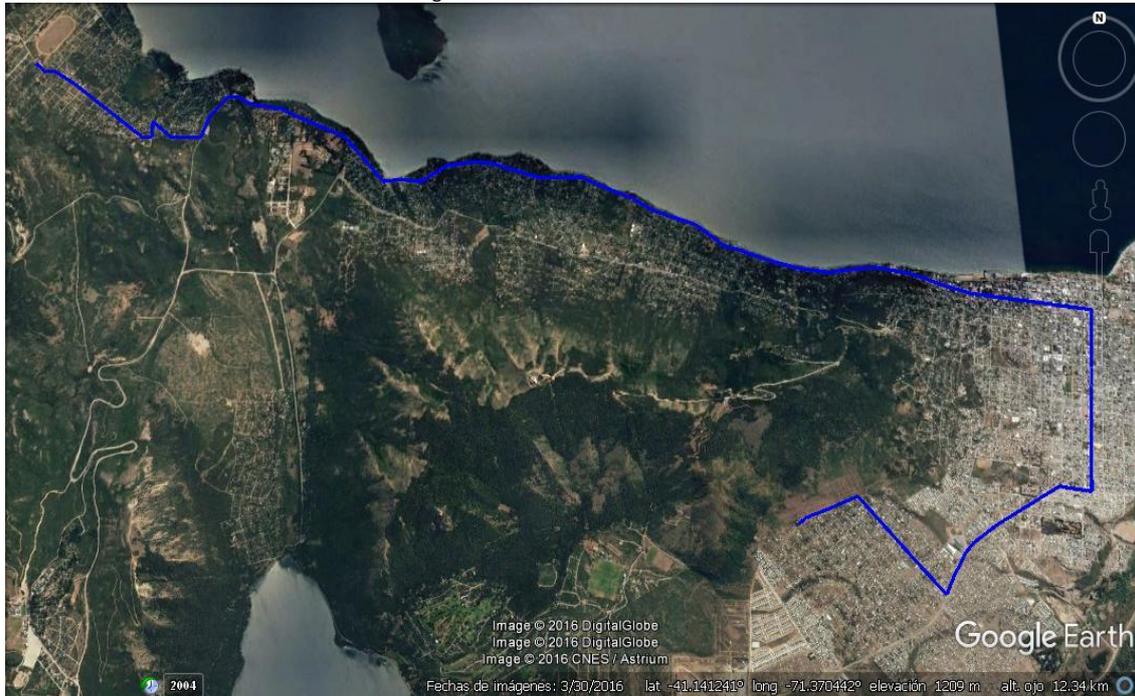
Cuadro A2.3: indicadores operativos de la línea 20

Extensión de la traza	29 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	64 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	15 a 20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	9 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	52 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	7 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	55 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	9 servicios
Cantidad de unidades	9 unidades
Frecuencia	15 a 20 minutos
Extensión de la traza	29 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	65 minutos
Primer servicio regular	5:40 hs.
Último servicio regular	23:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	3.712 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	26,8 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

#### Línea 21: Bº 2 de Agosto - Centro - Bº El Frutillar

Figura A2.4: recorrido de la línea 21



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Su cabecera Oeste se ubica en el Bº 2 de Agosto en la intersección de la Calles Nº 12 y Calle Nº 10. A partir de allí circula por la Calle Nº 10, Calle Nº 13 y Cahui (Calle 6). Ingresa al Barrio Lago Moreno circulando por Calles De la Tempestad, Del Viento, Neblina, Del Remanso y De la Tempestad. Luego se dirige hacia los Bº Casa de Piedra y Pájaro Azul continuando por calle Cahui (Calle 6), Mari Quila (Calle 13), Epu (Calle 2), Chingolos, Tordos, Ruta Provincial Nº 79 (camino viejo al Cº Catedral) y por Avda. E. Bustillo retoma hacia el casco urbano de Bariloche. Al arribar al Centro circula por Avda. San Martín, Morales, Elflein, Elordi, y por Diagonal Capraro extiende su recorrido hacia el sector del Río Ñireco. Continúa por Colectora Norte, Esandi, Garibaldi, Colectora Sur, Arnaudo, Avda. 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Moreno, Onelli y Avda. Juan Herman dirigiéndose hacia el Bº El Frutillar. Ingresa a Bº El Frutillar por Calles Peulla, C. Chocorí, Shaquil, C. Prafil, Ñancu Lahuen, C. Casimiro y Pil Pil hasta Calle C. Prayel en donde las unidades realizarán la Cabecera del Recorrido.

Vuelta: Regresa hacia el casco urbano circulando primero por la Calle C. Prayel, luego por Charcao, Avda. Juan Herman, Sobral, Elordi, Moreno y Avda. San Marín. Continúa hacia el Oeste por la Avda. E. Bustillo hasta el Km. 10,000 pasando los Barrios Melipal, Playa Bonita y Puerto Moreno. Luego ingresa por Ruta Provincial Nº 79 hacia los Barrios Pájaro Azul y Casa de Piedra por calle Tordos, Chingolos, Calle Nº 1, Primer Diagonal y Cahui (Calle 6). Ingresa al Barrio Lago Moreno circulando por Calles De la Tempestad, Del Remanso, Neblina, Del Viento y De la Tempestad para retomar por Cahui (Calle 6) hacia el Bº 2 de Agosto ingresando por la Calle Nº 12 hasta su cabecera.

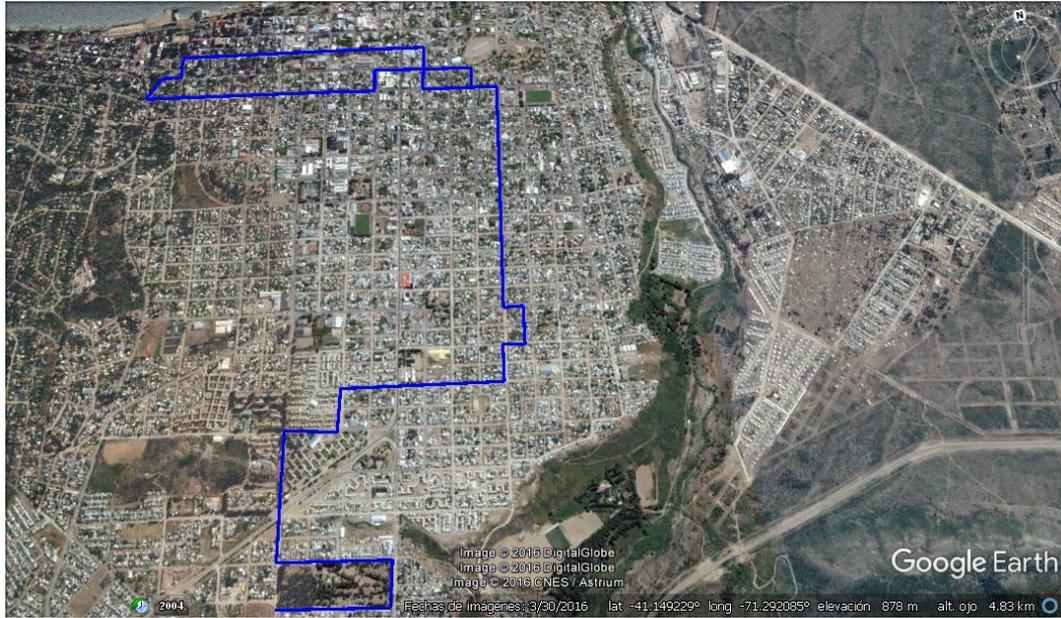
Cuadro A2.4: indicadores operativos de la línea 21

Extensión de la traza	26 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	41 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	7 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	30 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	40 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	4 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	41 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	7 unidades
Frecuencia	30 minutos
Extensión de la traza	26 km. (promedio)
Tiempo que demora en recorrer la traza	90 minutos (promedio)
Primer servicio regular	5:00 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.132 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	17,3 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 30 (Extensión 31): Bº Arrayanes - Bº Vivero – Centro

Figura A2.5: recorrido de la línea30/31



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las Calles Rolando y Lengas y circula desde allí por las calles Lengas, Onelli, Hermite, Beschtedt, La Paz, J. O'Connor, 2 de Agosto, Rivadavia, Mascardi, Padre Genghini, Almirante Brown, Rivadavia, Gallardo, Elordi y Moreno, haciendo cabecera en el Parador General ubicado en la intersección de esta última y la Calle Palacios.

Vuelta: Regresa desde el casco urbano por Calles Moreno, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, Gallardo, Otto Goedecke, Elflein, Ruiz Moreno, Gallardo, Rivadavia, Almirante Brown, Padre Genghini, Mascardi, Rivadavia, 2 de Agosto, John O'Connor, La Paz, Beschtedt, Hermite, Onelli y Lengas hasta su cabecera ubicada en la intersección de las calles Rolando y Lengas.

Recorrido de la extensión hasta el Bº Vivero:

Ida: Al circular hacia el Norte por calle Onelli, continúa por la misma hasta Guillermo Osés, luego Rivadavia hacia el Sur y tomando por el camino de acceso al Bº Vivero circula por este último hasta la Escuela El Cailén del Barrio Vivero Municipal.

Vuelta: Regresa utilizando el mismo recorrido hasta la intersección de las calles Onelli y Guillermo Osés, retomando desde allí su recorrido habitual.

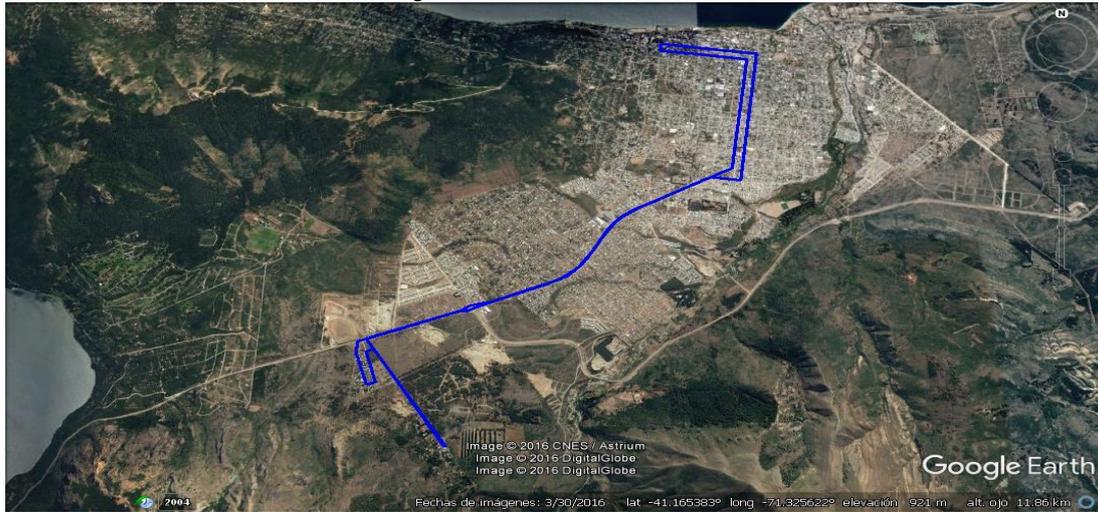
Cuadro A2.5: indicadores operativos de la línea 30

Extensión de la traza	7 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	42 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 a 30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	3 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	32 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	2 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	42 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	20 a 30 minutos
Extensión de la traza	7 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	25 minutos
Primer servicio regular	6:25 hs.
Último servicio regular	23:25 hs.
Kilómetros a recorrer por día	588 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	16,8 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 40: Centro - B° El Pilar 1 y 2

Figura A2.6: recorrido de la línea 40



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Parador General ubicado en la intersección de las calles Moreno y Palacios, en donde se ubica su cabecera Norte, circulando desde allí por las calles Moreno, Morales, Elflein, Onelli, Avenida Juan Herman y Ruta Nacional N° 40 (Ex Ruta Nacional N° 258) hasta el camino de ingreso a los Barrios El Pilar 1 y 2, en donde circula por las calles Nuevos Pobladores, 15 de Febrero y Centinela del Bosque, regresando nuevamente al camino principal y llegando hasta la Escuela N° 329 del Barrio El Pilar 2 en donde se ubica su cabecera Sur.

Vuelta: Regresa desde su cabecera en el Barrio El Pilar 2 circulando por el camino principal de acceso al mismo, luego por Calles Centinela del Bosque, 15 de Febrero y Nuevos Pobladores. Retomando por el camino principal vuelve a la Ruta Nacional N° 40 y Av. Juan Herman, continuando por las calles Sobral, Elordi y Moreno hasta el Parador General ubicado sobre esta misma arteria y su intersección con la Calle Palacios.

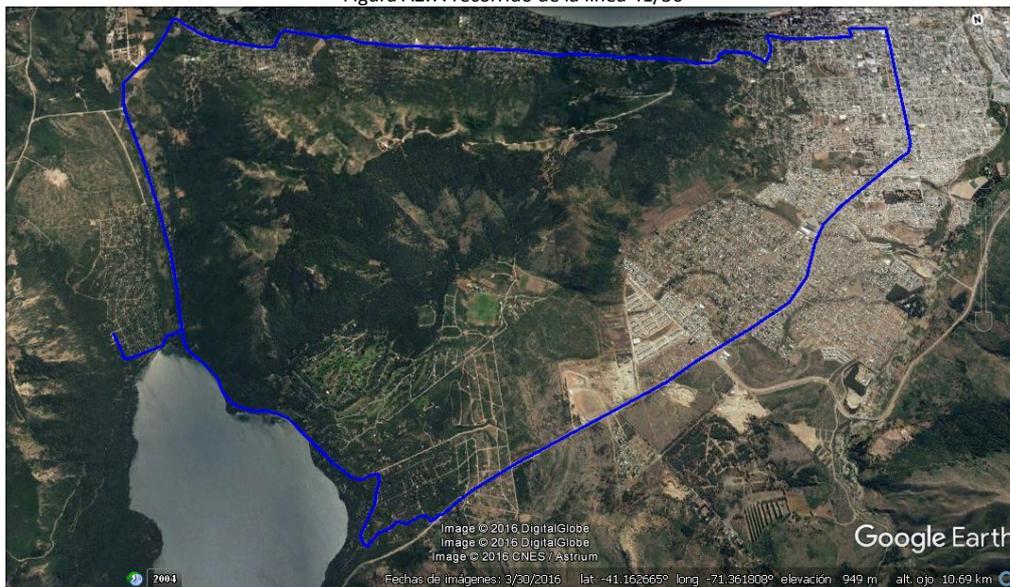
Cuadro A2.6: indicadores operativos de la línea 40

Extensión de la traza	11 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	35 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	3 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	27 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	40 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	2 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	33 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	2 Servicio
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	30 minutos
Extensión de la traza	11 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	40 minutos
Primer servicio regular	6:00 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	770 km.
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	16,5 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 41-50: Villa Los Coihues - Centro - Villa Los Coihues por Ruta N° 40

Figura A2.7: recorrido de la línea 41/50



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Sentido Horario: Su cabecera se ubica en el extremo Oeste del recorrido en la Escuela Nº 324 de Villa Los Coihues. Desde allí circula por Calle Parque Nacional Nahuel Huapi, M. N. Bosque Petrificado, ingresa a la Ruta Provincial Nº 82 hacia el Norte, luego Avenida Los Pioneros y continuando por esta última hasta el casco urbano circula por las Calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtedt, Elflein y Onelli. Desde allí continúa por la Avda. Juan Herman y Ruta Nacional Nº 40 Sur, desvía por la Ruta Provincial Nº 82 circulando por Villa Lago Gutiérrez y Arelauquen e ingresando a Villa Los Coihues por Calle M. N. Bosque Petrificado, Parque Nacional Arrayanes, Parque Nacional El Palmar y Parque Nacional Nahuel Huapi.

Sentido Anti-Horario: La Cabecera de Línea también se ubica en la Escuela Nº 324 de Villa Los Coihues. Desde allí circula por Parque Nacional Nahuel Huapi, Parque Nacional El Palmar, Parque Nacional Arrayanes y M. N. Bosque Petrificado. Ingresando a la Ruta Provincial Nº 82 hacia el Sur, pasando por Arelauquen y Villa Lago Gutiérrez. Retomando por la Ruta Nacional Nº 40 circula hacia el Casco Urbano. Continúa por Avda. Juan Herman, Sobral, Elordi, Moreno, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio y Avda. Los Pioneros por la que continúa hasta el cruce del Km. 8,500. Desvía por la Ruta Provincial Nº 82 circulando hacia el Sur pasando por Virgen de las Nieves y continuando hasta el acceso a Villa Los Coihues, ingresando por Calle M. N. Bosque Petrificado, y Parque Nacional Nahuel Huapi.

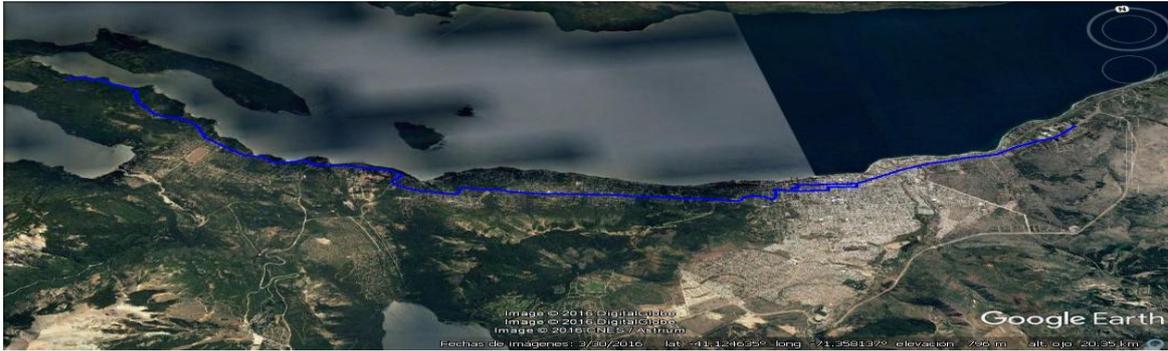
Cuadro A2.7: indicadores operativos de la línea 41

Extensión de la Vuelta	32 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	110 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	12 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	74 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	8 unidades
Cantidad de servicios con Sentido HORARIO	55 servicios
Cantidad de servicios con Sentido ANTI-HORARIO	55 servicios
Cantidad de unidades	12 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la Vuelta	32 km.
Tiempo que demora en recorrer la Vuelta	1 hr. 45 minutos
Primer servicio regular	6:00 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	3.520 km
Cantidad de secciones	8 secciones
Velocidad comercial	18,3 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 51: Universidad Nacional de Río Negro - Centro - Km. 18.000 de Av. Bustillo

Figura A2.8: recorrido de la línea 51



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en el Campus de la Universidad Nacional de Río Negro en donde se ubica su cabecera Este, circulando desde allí por Avda. Cte. Luis Piedrabuena (ex Ruta Nacional Nº 237), ingresa a Terminal de Ómnibus, continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avda. 12 de Octubre, Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, luego Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio, Avenida Los Pioneros hasta el km. 8.500, desvía en el Cruce hacia Francisco de Viedma y Avda. E. Bustillo continuando por la misma hasta la Rotonda del Km. 18.000 y haciendo cabecera Oeste en dicho lugar.

Vuelta: Regresa desde el km. 18.000 por la Avda. E. Bustillo por la cual circula hasta el Cruce del km. 8.500, continúa por calle Francisco de Viedma hacia la Av. Los Pioneros y regresa al casco urbano por esta última. Luego circula por las calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtedt, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Avda. 12 de Octubre hasta su cabecera en el Campus de la Universidad Nacional de Río Negro.

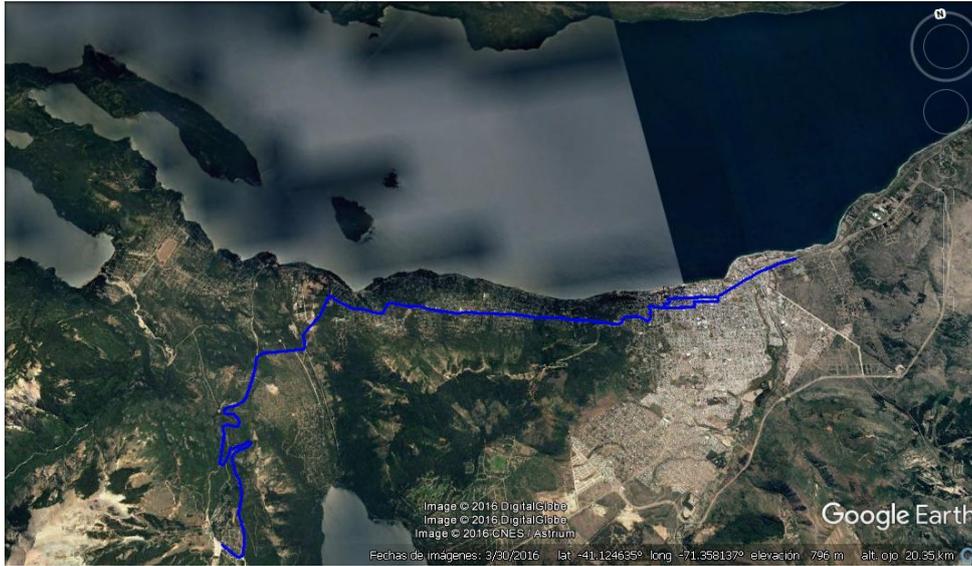
Cuadro A2.8: indicadores operativos de la línea 51

Extensión de la traza	25,5 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	52 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	8 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	No circula los Domingos ni
Feriados	
Frecuencia (Domingos y Feriados)	
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	
Cantidad de servicios con frec. regular	48 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	8 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	25,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	70 minutos
Primer servicio regular	05:50 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.652 km
Cantidad de secciones	7 secciones
Velocidad comercial	21,8 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 55: Terminal de Ómnibus - Centro - Cerro Catedral

Figura A2.9: recorrido de la línea 55



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

**Recorrido:**

**Ida:** Su cabecera Este se ubica en la Terminal de Ómnibus, atraviesa el casco urbano primero por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, 20 de Junio, por Avenida Los Pioneros hasta el cruce del km. 8.500, desvía en el mismo hacia la Ruta Provincial N° 82 llegando hasta Virgen de las Nieves e ingresando a la Avenida Carlos Bustos (Camino de acceso al Cerro Catedral) y circula por la misma hasta el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral en donde se ubica su cabecera Oeste.

**Vuelta:** Regresa desde el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral circulando por la Avenida Carlos Bustos, pasando por Virgen de las Nieves y continuando por la Ruta Provincial N° 82 hasta el cruce del km. 8.500 de Avenida Los Pioneros, continúa por esta última al casco urbano e ingresa al mismo por calles 20 de Junio, Belgrano, Gallardo, Beschtadt, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Avenida 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

**Recorrido Alternativo:** La Cabecera de Línea también se encuentra en la Terminal de Ómnibus circulando desde allí por Colectora Norte y Avenida 12 de Octubre, luego por las calles Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, continúa por Moreno hasta la calle San Martín y por Avenida E. Bustillo hasta el cruce del km. 8.500, desvía por Francisco de Viedma hacia la Ruta Provincial N° 82 hasta Virgen de las Nieves y por calle Carlos Bustos hasta el Playón de Estacionamiento del Cerro Catedral.

Al regresar al casco urbano utiliza el mismo recorrido, circulando por Carlos Bustos, Virgen de las Nieves, Ruta Provincial N° 82, Francisco de Viedma y Avenida E. Bustillo, continuando por esta última hasta el casco urbano y circulando desde allí por las Calles San Martín, Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur y Avenida 12 de Octubre hasta la Terminal de Ómnibus.

Cuadro A2.9: indicadores operativos de la línea 55

Extensión de la traza	25 Km.
Servicios diarios (Todos los Días - Temporada Baja)	14 servicios
Frecuencia (Todos los Días - Temporada Baja)	60 minutos
Unidades afectadas al serv. (Todos los Días - Temp. Baja)	2 unidades
Servicios diarios (Todos los Días - Temporada Alta)	31 servicios
Frecuencia (Todos los Días - Temporada Alta)	15 a 30 minutos
Unidades afectadas al serv. (Todos los Días - Temp. Alta)	8 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	14 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	2 unidades
Frecuencia	60 minutos
Extensión de la traza	25 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	60 minutos
Primer servicio regular	07:00 hs.
Último servicio regular	20:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	700 km
Cantidad de secciones	8 secciones
Velocidad comercial	25 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 60: B° Las Mutisias - Centro - B° San Francisco y B° 270 Viviendas

Figura A2.10: recorrido de la línea 60



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Inicia su recorrido en la intersección de las calles Beschtedt y Pablo Mange en donde se ubica su cabecera Sureste, circulando desde allí por las calles Pablo Mange, Frey, Padre Elguea, Beschtedt, Lengas, Onelli, Hermite, Beschtedt, Avenida Juan Herman, Sobral, 1° de Mayo, Fourous, La Paz, 9 de Julio, Gallardo, Elordi, por Moreno hasta el Parador General, continúa por Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Garibaldi, Namuncurá, Tiscornia, Mosconi, Colonia, Monteverde, Buenos Aires, Lima, San Salvador, San Pablo, La Habana, y Calle Nº 10 del Barrio 270 Viviendas, realizando la cabecera de Línea en la intersección de la Calle Nº 10 y Calle Nº 5 del mismo Barrio.

Vuelta: Regresa desde el Barrio 270 Viviendas hacia el Bº Newenche, circulando por Calle Nº 5, Calle Nº 13, La Habana, San Pablo, San Salvador, Costa Rica, México, Monteverde, Caracas, Lima, Buenos Aires, Monteverde, Colonia, Mosconi, Tiscornia, Namuncurá, Garibaldi, Colectora Norte, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, por Moreno hasta el Parador General, continúa por calles Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Belgrano, Gallardo, Otto Goedecke, Elflein, Ruiz Moreno, Gallardo, 9 de Julio, La Paz, Fourous, 1° de Mayo, Sobral, Ruiz Moreno, Guillermo Oses, Onelli, y por calle Lengas hasta su cabecera ubicada en la intersección de esta última con calle Beschtedt.

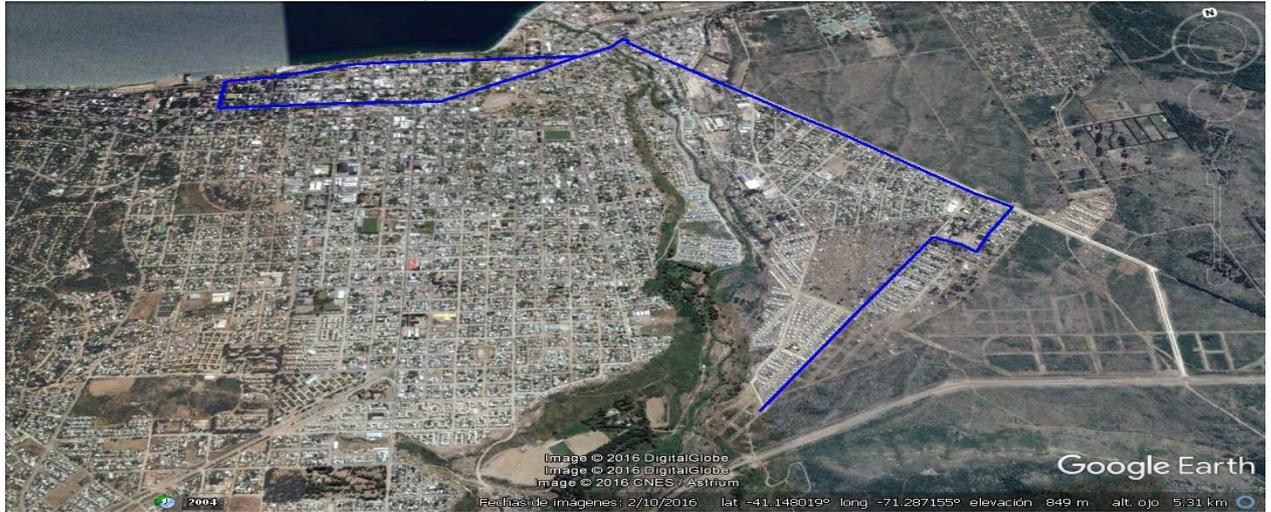
Cuadro A2.10: indicadores operativos de la línea 60

Extensión de la traza	14 Km.
Servicios diarios (Todos los días)	56 servicios
Frecuencia (Todos los días)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Todos los días)	6 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	53 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	3 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	14 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	55 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Último servicio regular	23:50 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.568 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	15,3 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 60 R: B° 270 Viviendas - Centro

Figura A2.11: recorrido de la línea 60R



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

**Recorrido:**

**Ida:** Inicia su recorrido en la intersección de las Calles Nº 5 y Calle Nº 10 del Barrio 270 Viviendas en donde se encuentra ubicada su Cabecera Este, circulando desde allí por las Calles Nº 5, Calle Nº 13, La Habana, San Pablo, Miami, Esandi, por Rotonda hacia Colectora Norte, Av. 12 de Octubre, Diagonal Capraro, y por calle Moreno hasta el Parador General ubicado en la intersección de esta última con la calle Palacios.

**Vuelta:** Regresa desde el casco urbano de la ciudad retomando primero por la calle Moreno y continuando por las calles Quaglia, Av. 12 de Octubre, Colectora Sur, Esandi, Miami, San Pablo, La Habana, Calle Nº 10 y Calle Nº 5, regresando a su Cabecera Este en la intersección de las Calles Nº 10 y Calle Nº 5.

Cuadro A2.11: indicadores operativos de la línea 60R

<b>Extensión de la traza</b>	<b>6,2 Km.</b>
<b>Servicios diarios (Lunes a Sábados)</b>	<b>50 servicios</b>
<b>Frecuencia (Lunes a Sábados)</b>	<b>20 minutos</b>
<b>Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Servicios diarios (Domingos y Feriados)</b>	<b>No circula los Domingos ni</b>
<b>Feriados</b>	
<b>Frecuencia (Domingos y Feriados)</b>	
<b>Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)</b>	
<b>Cantidad de servicios con frec. regular</b>	<b>50 servicios</b>
<b>Cantidad de servicios con frec. irregular</b>	<b>-</b>
<b>Cantidad de unidades</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Frecuencia</b>	<b>20 minutos</b>
<b>Extensión de la traza</b>	<b>6,2 km.</b>
<b>Tiempo que demora en recorrer la traza</b>	<b>25 minutos</b>
<b>Primer servicio regular</b>	<b>06:35 hs.</b>
<b>Último servicio regular</b>	<b>22:55 hs.</b>
<b>Kilómetros a recorrer por día</b>	<b>620 km</b>
<b>Cantidad de secciones</b>	<b>2 secciones</b>
<b>Velocidad comercial</b>	<b>14,9 km/h</b>

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15



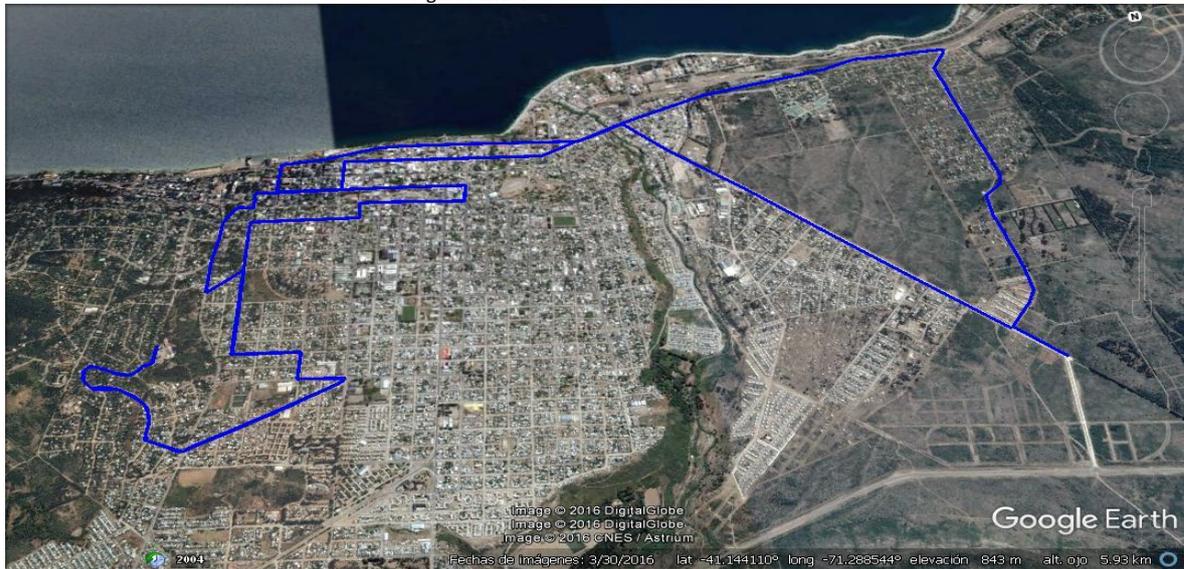
Cuadro A2.12: indicadores operativos de la línea 61

Extensión de la traza	14 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	82 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	10 a 15 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	12 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	50 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	6 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	78 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	12 unidades
Frecuencia	10 a 15 minutos
Extensión de la traza	14 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	60 minutos
Primer servicio regular	05:35 hs.
Último servicio regular	23:05 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.296 km
Cantidad de secciones	3 secciones
Velocidad comercial	14 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 70: Bº Las Victorias - Centro - Universidad Nac. del Comahue

Figura A2.13: recorrido de la línea 70



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el extremo Sureste de la calle Esandi en donde se ubica su cabecera Este circulando desde allí hacia el Barrio Las Victorias por calle Esandi, Av. Las

Victorias, Suipacha, Cabildo, Avenida Cte. Luis Piedra Buena (Ex Ruta Nacional Nº 237), ingresa a la Terminal de Ómnibus, continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro, Vice Almirante O'Connor, Palacios y Moreno, llegando al Parador General. Luego continúa por Calles Moreno, Morales, Neumeyer, 20 de Febrero, Pasaje Gutiérrez, Curuzú Cuatiá, Morales, Vilcapugio, Rolando, Almirante Brown, Diagonal Gutiérrez, Lanín, Tronador, Los Muérdagos, Av. Jardín Botánico, calle Jardín Botánico y Quintral hasta su cabecera Oeste ubicada en las cercanías del Playón de Estacionamiento de la Universidad Nacional del Comahue.

Vuelta: Regresa desde la Universidad Nacional del Comahue por las Calles Quintral, Jardín Botánico, Av. Jardín Botánico, El Canelo, Tronador, Lanín, Diagonal Gutiérrez, Almirante Brown, Rolando, Vilcapugio, Morales, Gallardo, Beschtedt, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa desde allí por calles Moreno, luego Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur y por calle Esandi hasta su cabecera ubicada en el extremo Sureste de la misma.

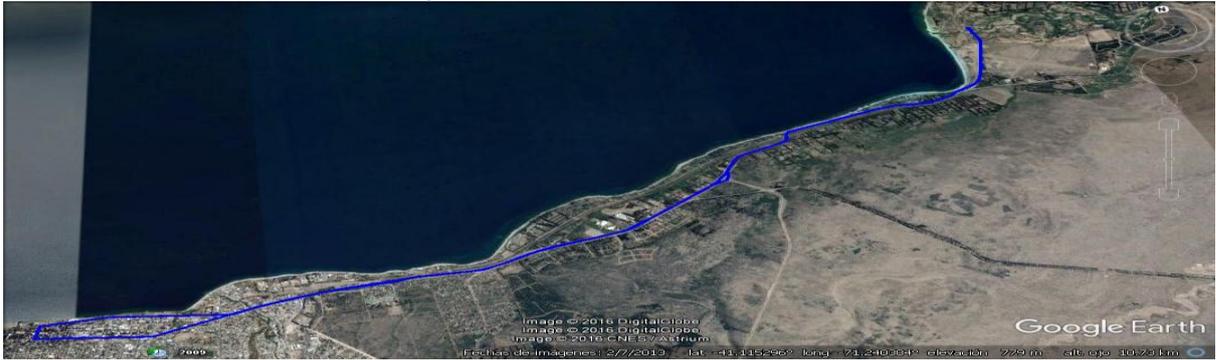
CuadroA2.13: indicadores operativos de la línea 70

Extensión de la traza	12 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	61 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	15 a 20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	6 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	38 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	3 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	57 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	15 a 20 minutos
Extensión de la traza	12 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	40 minutos
Primer servicio regular	5:35 hs.
Último servicio regular	23:50 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.464 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	18 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 71: Centro - Arroyo Ñirihuau

Figura A2.14: recorrido de la línea 71



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Parador General de la Calle Moreno circulando desde allí hasta la Calle Quaglia continuando por la Avda. 12 de Octubre hacia el sector del Arroyo Ñireco. Luego circula por Colectora Sur, Avda. 12 de Octubre y Avda. Comandante Luis Piedra Buena (Ex Ruta N° 237) pasando por Barrio La Colina y Policía Caminera. Luego de la Rotonda de Ruta de Circunvalación retoma por la Ruta Nacional N° 40 Norte hacia Barrio Las Chacras llegando hasta el Puente del Arroyo Ñirihuau y haciendo cabecera en donde se ubica la Zona Primaria Aduanera.

Vuelta: Regresa desde el Arroyo Ñirihuau por Ruta Nacional N° 40 Norte, luego Avda. Comandante Luis Piedra Buena ingresando a la Terminal de Ómnibus. Continúa desde allí por Colectora Norte, Arnaudo, Avda. 12 de Octubre, Diagonal Capraro y Moreno haciendo Cabecera en el Parador General de esa misma arteria.

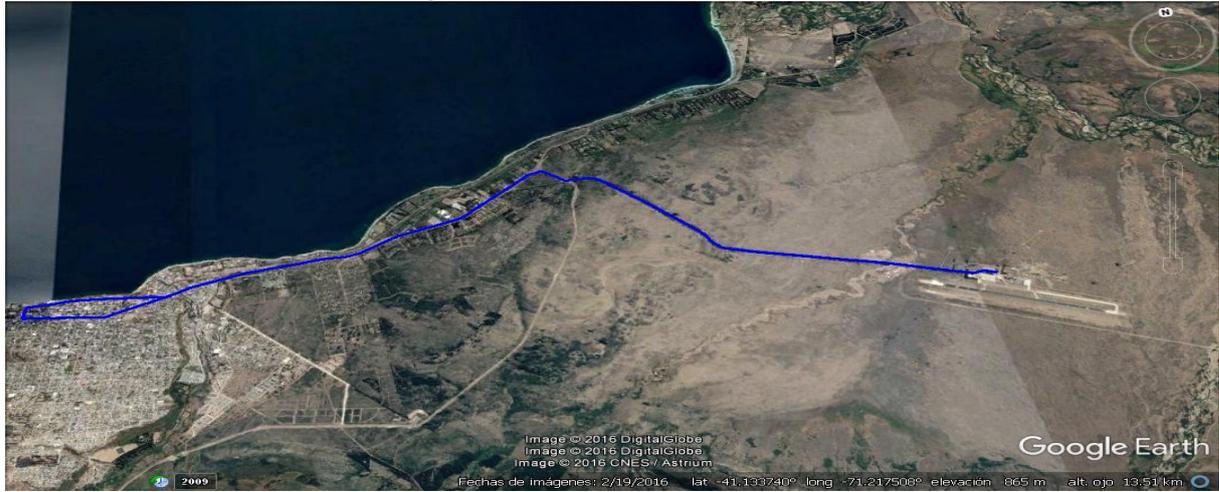
Cuadro A2.14: indicadores operativos de la línea 71

Extensión de la traza	13,5 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	55 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	6 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	37 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	4 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	50 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	5 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	13,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	50 minutos
Primer servicio regular	5:50 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.485 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	16,2 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 72: Centro - Policía Caminera – Aeropuerto

Figura A2.15: recorrido de la línea 72



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Su recorrido comienza en el Parador General de Moreno y Palacios, en donde se ubica su cabecera Oeste, y circula desde allí por las calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Avenida 12 de Octubre, Avenida Comandante Luis Piedra Buena (Ruta Nacional Nº 40, Ex Ruta Nº 237) y Policía Caminera, desvía en la Rotonda de Avenida de Circunvalación hacia el camino de acceso al Aeropuerto Internacional y continúa por este último haciendo cabecera en el Playón de Estacionamiento del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Bariloche, en donde se ubica su cabecera Este.

Vuelta: Regresa desde el Playón de Estacionamiento del Aeropuerto Internacional por el camino de acceso al mismo, circulando por Avenida de Circunvalación, por Rotonda hacia Ruta Nacional Nº 40, Policía Caminera, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, ingresa a la Terminal de Ómnibus y continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y Moreno hasta el Parador General, en donde se ubica la Cabecera de Línea.

Cuadro A2.15: indicadores operativos de la línea 72

Extensión de la traza	13 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	7 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	Irregular
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	1 unidad
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	7 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	Irregular
Unidades afectadas al servicio (Dom. y Feriados)	1 unidad
Cantidad de servicios con frec. regular	-
Cantidad de servicios con frec. irregular	7 servicios
Cantidad de unidades	1 unidad
Frecuencia	Irregular
Extensión de la traza	15 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	30 minutos
Primer servicio	6:40 hs.
Último servicio	21:20 hs.
Kilómetros a recorrer por día	210 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	30 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15



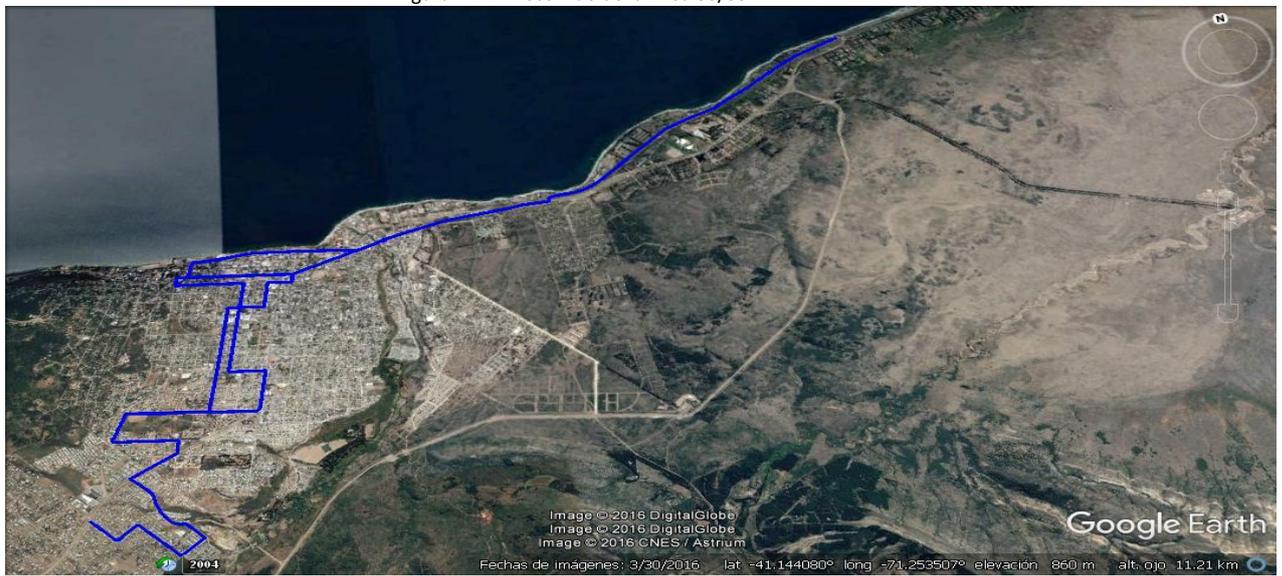
Cuadro A2.16: indicadores operativos de la línea 81

Extensión de la traza	18 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	67 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	15 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	8 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	50 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	6 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	63 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	8 unidades
Frecuencia	15 minutos
Extensión de la traza	18 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	50 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	2.412 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	21,6 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 80/83: B° Malvinas - Centro - Costa del Sol

Figura A2.17: recorrido de la línea 80/83



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Costa del Sol sobre la calle Modesta Victoria en las cercanías de la Ruta Nacional Nº 40 (Ex Ruta Nº 237) en donde se ubica una dársena para el giro y descanso de las unidades en servicio, circulando desde allí por calle Modesta Victoria

pasando por Villa Verde y el Barrio INTA, continuando por calle Remolcador Llao Llao, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, ingresa a Terminal de Ómnibus, Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por calles Moreno, Morales, Elflein, Frey, Brown, Onelli, La Paz, Pasaje Gutiérrez, Pablo Mange, Rolando, Avenida Juan Herman (Ruta Nacional N° 40, Ex Ruta N° 258), ingresando al Barrio Omega por calle Wiederhold. Continúa por las calles Pedro Giacchino y Puerto Argentino (Barrio 106 Viviendas) y luego por calles Malvina Soledad y Soldado Olavarría, realizando la cabecera de línea en la intersección de esta última y Juan Herman.

Vuelta: Regresa desde el su cabecera ubicada en calle Soldado Olavarría y Juan Herman circulando por las calles Soldado Olavarría, Isla Soledad, Puerto Argentino, Pedro Giacchino, Wiederhold, Avenida Juan Herman, Rolando, Pablo Mange, Pasaje Gutiérrez, La Paz, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre, Colectora Sur, Avenida Comandante Luis Piedra Buena, Remolcador Llao Llao y Modesta Victoria hasta la Cabecera de Línea ubicada en las cercanías de la intersección de la calles Modesta Victoria y Ruta Nacional N° 40.

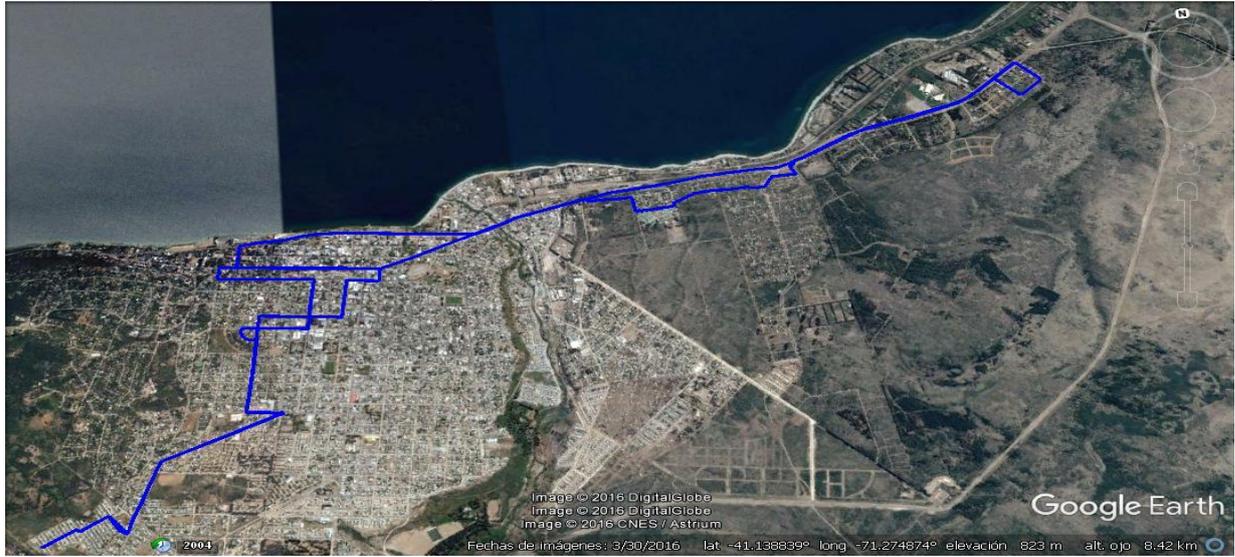
Cuadro A2.17: indicadores operativos de la línea 80/83

Extensión de la traza	14,5 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	58 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	6 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	38 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	3 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	58 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	14,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	70 minutos
Primer servicio regular	06:20 hs.
Último servicio regular	23:40 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.682 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	15,9 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 82: Bº 400 Viviendas - Centro - Bº El Cóndor - U.N.R.N.

Figura A2.18: recorrido de la línea 82



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio 400 Viviendas en la intersección de las calles Río Negro y Pichi Mahuida en donde se ubica su cabecera Oeste y circula desde allí por las calles Río Negro, Cipolletti, Pasaje Gutiérrez, Diagonal Gutiérrez, Almirante Brown, Rolando, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por las calles Moreno, Quaglia, Avenida 12 de Octubre y Colectora Sur e ingresa al Barrio El Cóndor por calles Almafuerte (calle de acceso a Radio Nacional), G. Spano, Güiraldes y José Hernández. Luego se dirige hacia el Bº Las Victorias por calles La Florida, Avenida Las Victorias, Suipacha y Cabildo. Retoma por la Avenida Cte. Luis Piedrabuena (ex Ruta Nacional Nº 237) hacia el Este pasando por el Bº La Colina y Policía Caminera ingresando al Campus de la Universidad Nacional de Río Negro en donde se ubica la Cabecera de la Línea.

Vuelta: Regresa desde la Universidad Nacional de Río Negro circulando por la Avenida Cte. Luis Piedrabuena, ingresa a la Terminal de Ómnibus y luego continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avenida 12 de Octubre, Diagonal Capraro y por Moreno hasta el Parador General. Continúa por las calles Moreno, Morales, Elflein, Frey, Anasagasti, Villegas, Rolando, Brown, Diagonal Gutiérrez, Pasaje Gutiérrez, Cipolletti y Río Negro hasta su cabecera en el Barrio 400 Viviendas ubicada en la intersección de las calles Río Negro y Pichi Mahuida.

Cuadro A2.18: indicadores operativos de la línea 82

Extensión de la traza	13 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	53 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	6 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	34 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	4 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	49 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	4 servicios
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	13 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	50 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Último servicio regular	00:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.378 km
Cantidad de secciones	3 secciones
Velocidad comercial	15,6 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 84: Bº Nahuel Hue - Centro

Figura A2.19: recorrido de la línea 84



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

Recorrido:

Ida: Comienza su recorrido en el Barrio Nahuel Hue en la intersección de las calles Malvina Soledad y Nehuen en donde se ubica su cabecera Sur y circula desde allí por las calles Nehuen, Roca Negra, José Lukman, José Obrero, Isla del Tigre, Malvina Soledad, Hoyo de Epuyén, Las

Bayas, La Fragua y Aguada de Guerra. Luego Av. Juan Herman, Rolando, Pablo Mange, Beschtedt, Albarracín, Otto Goedecke, Elflein, Elordi y por Moreno hasta el Parador General.

Vuelta: Regresa desde el Parador General ubicado sobre la calle Moreno circulando por Moreno, Morales, Elflein, Frey, Albarracín, Onelli, La Paz, Beschtedt, Pablo Mange, Rolando, Av. Juan Herman, Aguada de Guerra, La Fragua, Las Bayas, Hoyo de Epuyén, Malvina Soledad, Isla del Tigre, José Obrero, José Lukman, Roca Negra y Nehuen, volviendo a su cabecera en la intersección de las calles Nehuen y Malvina Soledad.

Durante los horarios de ingreso y egreso de alumnos a la Escuela N° 315, ubicada sobre la calle Malvina Soledad y Nuestras Malvinas, las unidades deberán llegar hasta la misma con el objeto de permitir el arribo y egreso de los alumnos hasta ese establecimiento educativo.

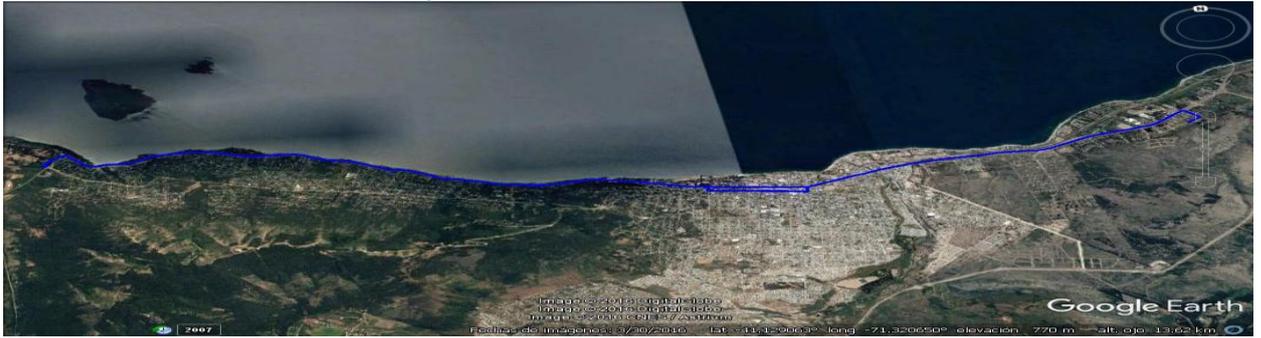
Cuadro A2.19: indicadores operativos de la línea 84

Extensión de la traza	10,4 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	35 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	30 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	3 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	27 servicios
Frecuencia (Domingos y Feriados)	40 minutos
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	2 unidades
Cantidad de servicios con frec. regular	35 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	-
Cantidad de unidades	3 unidades
Frecuencia	30 minutos
Extensión de la traza	10,4 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	85 minutos
Primer servicio regular	06:00 hs.
Último servicio regular	23:00 hs.
Kilómetros a recorrer por día	728 km
Cantidad de secciones	2 secciones
Velocidad comercial	14,68 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

Línea 25: U.N.R.N. - Centro - Avda. Los Pioneros Km. 8,500

Figura A2.20: recorrido de la línea 25



Fuente: elaboración propia sobre la base del proyecto de ordenanza 752-15

**Recorrido:**

**Ida:** Su Cabecera Este se ubica en el Campus de la Universidad Nacional de Río Negro. A partir de allí se dirige hacia el casco urbano circulando por la Avda. Comandante Luis Piedrabuena, ingresa a la Terminal de Ómnibus, continúa por Colectora Norte, Arnaudo, Avda. 12 de Octubre, Diagonal Capraro y por Calle Moreno hasta el Parador General. Luego extiende su recorrido hacia el Oeste circulando por Calles Moreno, San Martín y Avda. E. Bustillo hasta el Km. 8,500 en donde desvía por Calle Francisco de Viedma hacia Avda. Los Pioneros realizando la Cabecera de Línea en las inmediaciones de la rotonda de Avda. Los Pioneros y Ruta Provincial Nº 82.

**Vuelta:** Regresa desde su Cabecera sobre Avda. Los Pioneros circulando primero por Calle Francisco de Viedma y Avda. E. Bustillo hasta el casco urbano. Luego continúa por Calles San Martín, Morales, Elflein, Elordi, Diagonal Capraro, Colectora Sur, Avda. 12 de Octubre y Avda. Comandante Luis Piedrabuena hasta el Campus de la Universidad Nacional de Río Negro.

Cuadro A2.20: indicadores operativos de la línea 25

Extensión de la traza	15,5 Km.
Servicios diarios (Lunes a Sábados)	53 servicios
Frecuencia (Lunes a Sábados)	20 minutos
Unidades afectadas al servicio (Lunes a Sábados)	6 unidades
Servicios diarios (Domingos y Feriados)	No circula los Domingos ni
Feriados	
Frecuencia (Domingos y Feriados)	
Unidades afectadas al servicio (Domingos y Feriados)	
Cantidad de servicios con frec. regular	52 servicios
Cantidad de servicios con frec. irregular	1 servicio
Cantidad de unidades	6 unidades
Frecuencia	20 minutos
Extensión de la traza	15,5 km.
Tiempo que demora en recorrer la traza	50 minutos
Primer servicio	06:40 hs.
Último servicio	23:30 hs.
Kilómetros a recorrer por día	1.643 km
Cantidad de secciones	4 secciones
Velocidad comercial	18,6 km/h

Fuente: proyecto de ordenanza 752-15

### Bibliografía y material de consulta

- Achedad y Giménez (editores)-2008-Ingeniería de organización, modelos y aplicaciones-Diaz de Santos.
- Aguilar y Martínez -2010-Programación en C, C++, Java y UML – 1 edición - Mc Graw Hill.
- Álvarez y Vélez -2011-Modelos de optimización de la operación del transporte público colectivo – Universidad Nacional de Colombia.
- Ballou R.H.- 2004-Logística, Administración de la cadena de suministros– 5 edición - Prentice Hall.
- Ballou R.H.-1991-Logística empresarial, control y planificación – Diaz de Santos.
- Bayas Meza P. G.- 2001-Estudio y propuesta de nuevas rutas y líneas de transporte público urbano del distrito metropolitano de Quito, caso de aplicación corredor sur occidental del sistema metro bus – Escuela Politécnica Nacional
- Beker V. y Mochón F. -1997-Economía, Elementos de Micro y Macroeconomía – – 1 edición – Mc Graw Hill.
- Bravo González C.S.-2012-Análisis de estructuras en transporte público - Universidad de Chile – Santiago de Chile.
- Bruton -1978-Introducción al Planeamiento del Transporte – 2 edición – Troquel.
- Cal y Mayor R.-2007-Ingeniería de Tránsito – 8 edición – Alfaomega.
- Carro R. -2009-Investigación de Operaciones en administración – edición 2009 – Pincu.
- Castrillón, Dominguez, Candela, Doreste, Freire, salgado, Hernández -2011-Fundamentos de informática y programación para ingeniería, ejercicios resueltos para C y Matlab – 1 edición – Paraninfo.
- Cheney W. y Kincaid D.- 2011-Métodos Numéricos y Computación – Sexta edición – Cengage Learning.

- Chiarle, Delucchi, Tauber – 1992-Estudio del Servicio Público de Transporte Urbano de Pasajeros. Ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Chiarle, Delucchi, Tauber -1992.-Estudio Integral de Transporte. San Carlos de Bariloche.
- Comellas F. , Fàbrega J. , Sànchez A. y Serra O.- 2006-Matemática discreta - Primera edición – edicions Upc.
- Corona Nakamura y Ancona Valdez -2011-Diseño de algoritmos y su codificación en lenguaje C – 1 edición - Mc Graw Hill.
- Deitel -2007-Como programar en C – 2 edición - Mc Graw Hill.
- Epp S. - 2012-Matemáticas discretas con aplicaciones – Cuarta Edición - Cengage Learning.
- Eppen, Gould, Schmidt, Moore, Weatherford -2000-Investigación de operaciones en la ciencia administrativa – 5 edición - Prentice Hall.
- Gamba J.C.-2004-Metodología para el planeamiento del transporte – Gamba\_cyt.
- García Rodenas R.-2001-Metodología Para El Diseño De Redes De Transporte – Universidad Politécnica de Cataluña.
- Gorbátov -1988-Fundamentos de la matemática discreta – Editorial Mir Moscú.
- Grimaldi R.-1994-Matemáticas discretas y combinatoria Una introducción con aplicaciones – Tercera edición – Addison Wesley Iberoamericana.
- HAMDY A. TAHA -2004-Investigación de Operaciones - 7 edición - Prentice Hall.
- Herz y Galarraga -2008-Guías de estudio de las materias Transporte I, II y III, Instituto Universitario Aeronáutico.
- Hieze J. y Render B. - 2008- Dirección de la producción y de operaciones – 8 edición - Prentice Hall.
- Hillier y Lieberman -2002-Investigación de Operaciones – 7 edición - Mc Graw Hill.

- Iglesias -1999-Optimización del transporte, modelos resueltos con SOT II – 1 edición – Diaz de Santos.
- Institut Cerdá -2013-Logística Urbana – 2 edición – Alfaomega.
- Insúa, Kimenez y Jiménez -2009-Simulación, métodos y aplicaciones – 2 edición – Alfaomega.
- IRV, Logit y Upcefe– 2014-Apoyo a la movilidad urbana sostenible de la ciudad de San Carlos de Bariloche
- Johnsonbaugh R. -2005-Matemáticas discretas - cuarta edición – Prentice Hall.
- Kaufmaa A. y Faure R. -1965-Invitación a la investigación de operaciones - 2 edición – Ceca.
- Larson R. Edwards H. -2010-Cálculo 1 y Cálculo 2 – Novena edición- Mc Graw Hill.
- Lipschutz S. y Lipson M. -2007-Matemáticas discretas – 3 edición - Mc Graw Hill.
- Mohana C. – 2004-Estudio de Transporte Urbano de pasajeros de Taxis, Remisses y Transporte Escolar de San Carlos de Bariloche
- Moisés Álvaro C. -2009-Optimización del diseño de líneas de autobús, aplicación a Donostia- San Sebastián.
- Norambuena Matte I.J. -2002 - Diseño óptimo de sistemas de transporte público urbano - universidad Católica de Chile -
- Ortuzar -2011-Modelos de Transporte -2 edición– Ediciones Universidad de Cantabria.
- Pindyck R. y Rubinfeld D.L. -2009-Microeconomía – 7 edición - Prentice Hall.
- Pons S. y Bey P. -1991-Geografía de redes y sistemas de transporte – 1 edición – Síntesis.
- Prawda J. -Investigación de Operaciones - Ed. Limusa.
- Quintero J.A. -2005-Modelo de optimización para vehículos de transporte público colectivo urbano – Universidad Nacional de Colombia

- Rodriguez Villalobos. -2010-Grafos, software para la construcción, edición y análisis de grafos 1 edición.
- Rus, Campos y Nombela -2003-Economía del transporte – 1 edición – Antoni Bosch.
- Saiz Álvarez, Truyols Mateu y Alcubilla de la Fuente -2006-Teoría y práctica del transporte – Fiec.
- Sant Anna -2002-Autobuses urbanos - BID.
- Soret los Santos I. -1997-Logística comercial y empresarial – 2 edición – Esic.
- Sydsaete K. , Hamond P. y Carvajal A. -2012-Matemáticas para el Análisis Económico - Segunda Edición – Pearson.
- Truyols Mateu -2012-Introducción a la ingeniería del transporte – 5 edición – Delta.
- Vivas Motta -2002-Tránsito y Transporte público urbano en Brasil – BID.
- Wallingre -2003-Transporte carretera argentino – 3 edición – ediciones turísticas.
- William H. -1998-Ingeniería de Transporte – 2 edición– Limusa.
- Winston W. -2005-Investigación de Operaciones, aplicaciones y algoritmos – 4 edición - Cengage Learning.