

# Índice general

<b>I. Antecedentes</b>	<b>3</b>
I.1. Introducción . . . . .	3
I.2. Reseña Histórica . . . . .	3
I.2.1. Primeros viajes a Salto . . . . .	3
I.2.2. Concordia en sus comienzos . . . . .	4
I.2.3. Salto en sus comienzos . . . . .	6
I.3. Desarrollo e Integración . . . . .	8
I.3.1. El ferrocarril en Concordia . . . . .	8
I.3.2. El Ferrocarril en Salto . . . . .	8
I.3.3. El Puerto de Concordia . . . . .	9
I.3.4. El Puerto de Salto . . . . .	10
I.3.5. Población en Concordia . . . . .	11
I.3.6. Población en Salto . . . . .	12
I.3.7. El Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande . . . . .	12
I.4. Desarrollo e Integración . . . . .	13
I.4.1. Las Comunicaciones . . . . .	13
I.4.2. Identidades en “las fronteras” . . . . .	14
I.5. Cronología 1995-2004 . . . . .	15
I.6. Plan de articulación . . . . .	26
I.6.1. Definición de la misión . . . . .	26
I.6.2. Analisis F.O.D.A. . . . .	27
I.7. Medios de Transporte . . . . .	28
I.7.1. Situacion del transporte . . . . .	28
I.7.2. Movimientos de personas . . . . .	32
I.8. Población . . . . .	36
I.8.1. Microregión Concordia-Salto . . . . .	38
I.9. Parque Automotor . . . . .	39
Bibliografía . . . . .	40
<b>II. Inventario</b>	<b>41</b>
II.1. Aspectos Generales . . . . .	41
II.2. Características de Concordia . . . . .	41
II.2.1. Límites . . . . .	41
II.2.2. Principales vías de comunicación . . . . .	42

II.2.3. Turismo . . . . .	45
II.3. Actividades - Demanda de viajes . . . . .	46
II.3.1. Viajes por educación o trabajo . . . . .	46
II.3.2. Viajes por motivo de ocio . . . . .	46
II.4. Modo de transporte interurbano . . . . .	46
II.4.1. Modos públicos . . . . .	47
II.4.2. Modos privados . . . . .	49
II.5. Características de Salto . . . . .	49
II.5.1. Principales vías de comunicación . . . . .	50
II.5.2. Turismo . . . . .	53
II.6. Infraestructura y servicios . . . . .	54
II.7. Lugar de Emplazamiento . . . . .	55
II.8. Perfil del Suelo . . . . .	56
II.9. Topografía . . . . .	57
II.10. Aspectos Hidrológicos . . . . .	58
II.11. Situación Actual . . . . .	59
II.11.1. Aspectos legales . . . . .	59
II.11.2. Medio Ambiente . . . . .	60
II.11.3. Navegabilidad del Río Uruguay . . . . .	61
II.11.4. Concordia: Normativa vigente . . . . .	64
II.11.5. Salto: Normativa vigente . . . . .	66
II.11.6. Movimientos diarios . . . . .	66
II.11.7. Población . . . . .	71
II.11.8. Antecedentes - Proyectos anteriores . . . . .	72
II.11.9. Mecanismos de financiamiento . . . . .	81
Bibliografía . . . . .	82
<b>III Prefactibilidad</b>	<b>83</b>
III.0.10 Población . . . . .	83
III.0.11 Proyecciones de la población . . . . .	84
III.0.12 Parque Automotor . . . . .	90
III.0.13 Proyecciones del parque automotor . . . . .	94
III.1. Situación Margen Izquierda - Salto . . . . .	96
III.1.1. Población . . . . .	96
III.1.2. Proyecciones de la población . . . . .	96
III.1.3. Parque Automotor . . . . .	104
III.1.4. Proyecciones del parque automotor . . . . .	105
III.2. Demanda de pasajeros . . . . .	107
III.2.1. Características de los viajes . . . . .	107
III.3. Tránsito . . . . .	110
III.3.1. Tránsito generado . . . . .	110
III.3.2. Tránsito derivado . . . . .	110
III.3.3. Análisis de la producción de viajes . . . . .	110
III.4. Estudio del tránsito . . . . .	112
III.4.1. La Teoría de la utilidad aleatoria . . . . .	112

III.4.2. Modelos de elección discreta . . . . .	114
III.4.3. Producción de viajes urbanos . . . . .	116
III.4.4. Modelos de producción de viajes urbanos . . . . .	116
III.4.5. Métodos de generación de viajes . . . . .	118
III.4.6. Análisis por categorías . . . . .	119
III.4.7. Distribución de viajes . . . . .	120
III.5. Tránsito Derivado . . . . .	121
III.5.1. Modos de transporte disponibles . . . . .	121
III.5.2. Calculo de la Demanda . . . . .	122
III.5.3. Modelo de tránsito derivado . . . . .	124
III.5.4. Aplicación del Modelo . . . . .	128
III.5.5. Resultados . . . . .	134
III.6. Tránsito Generado . . . . .	138
III.6.1. Definición de categorías . . . . .	138
III.6.2. Viajes totales por categoría . . . . .	139
III.6.3. Proyección de viajes . . . . .	142
III.6.4. Determinación del tránsito generado . . . . .	143
III.6.5. El mercado actual de viajes urbanos . . . . .	145
III.6.6. Red urbana y costos de transporte . . . . .	145
III.6.7. Desarrollo de los modelos MNL . . . . .	152
III.6.8. Aplicación del Modelo . . . . .	158
III.7. Cabeceras . . . . .	159
III.8. Canal de Navegación . . . . .	161
III.8.1. Alternativas de Navegación . . . . .	161
III.8.2. Navegabilidad de río en el tramo . . . . .	162
Bibliografía . . . . .	165
<b>IV.Factibilidad</b> . . . . .	<b>167</b>
IV.1. Ubicación geográfica del proyecto . . . . .	167
IV.2. Diseño geométrico . . . . .	168
IV.2.1. Estudios Topográficos . . . . .	168
IV.2.2. Diseño de curvas horizontales . . . . .	169
IV.2.3. Perfil Longitudinal, diseño de la rasante . . . . .	171
IV.3. Cabeceras . . . . .	172
IV.4. Tipología del Puente . . . . .	172
IV.5. Ubicación de las pilas . . . . .	174
IV.5.1. Modelos de calculo más evolucionados . . . . .	174
IV.5.2. Antecedentes y referencias para el diseño . . . . .	175
IV.5.3. Comparación con otras morfologías . . . . .	178
IV.5.4. Comportamiento estructural . . . . .	180
IV.6. Diseño del Puente . . . . .	183
IV.7. Descripción del puente principal . . . . .	184
IV.8. Modelo estructural . . . . .	186
IV.8.1. Materiales . . . . .	186
IV.8.2. Modelación en CSI BRIDGE . . . . .	188

IV.8.3. ANCLAJES . . . . .	191
IV.8.4. Método Constructivo . . . . .	192
IV.8.5. Algunas indicaciones para las dovelas de cierre . . . . .	193
IV.8.6. Distribución de los esfuerzos en los tirantes . . . . .	194
IV.8.7. Modelo final para el puente principal . . . . .	201
IV.9. Impacto Ambiental . . . . .	209
IV.9.1. Legislación Ambiental . . . . .	209
IV.9.2. Identificación de impactos . . . . .	210
IV.9.3. Componentes y actividades . . . . .	210
IV.9.4. Valoración de los impactos . . . . .	211
IV.9.5. Construcción de obras para evitar la erosión . . . . .	222
IV.9.6. Plan de prevención y medidas . . . . .	226
IV.10 Análisis de Costos . . . . .	234
IV.11 Evaluación del Proyecto . . . . .	235
IV.11.1 Metodología . . . . .	235
IV.11.2 Aspectos particulares . . . . .	236
IV.11.3 Cálculo de indicadores . . . . .	237
Bibliografía . . . . .	240

# I. Antecedentes

## I.1. Introducción

En este primer capítulo denominado Antecedentes, se expondrán los diferentes datos históricos relacionados al Proyecto del Puente Interurbano Concordia Salto, que uniría sendas naciones, a través de las ciudades de Concordia, Argentina, y Salto, Uruguay. Se darán además antecedentes sobre poblaciones, movimiento de vehículos, proyectos anteriores, y diversos datos relevantes para el estudio, hasta el año 2005 inclusive.

## I.2. Reseña Histórica

### I.2.1. Primeros viajes a Salto

“Me voy a la otra banda”, se decía en Concordia cuando se emprendía el cruce del río Uruguay rumbo a Salto, en bote a remos. El viaje costaba 20 centavos cien años atrás. No había trámites de Migraciones ni de Aduana, el botero se encargaba de todo. Luego del primitivo bote, llegó la lancha a motor. Los viajes se incrementaron. Se trata de casi las mismas lanchas que siguen haciendo el breve viaje, claro que, con menos pasajeros porque se prefiere el puente. “Habilitar la Aduana” para cruzar en la lancha de noche y regresar a la madrugada para concurrir a los bailes de Carnaval en Salto era muy común en los años 60. Había un grato intercambio de socios entre el Club Progreso y el Club Uruguay. Para cruzar con el automóvil se instaló una balsa precaria que salía del puerto de Concordia y arribaba a la explanada de La Caballada (Salto).

En el año 1950 llegó la balsa “de verdad”, un buque con amplia capacidad. La inauguración de esta balsa fue todo un acontecimiento, con amplia celebración. Pero de un día para el otro y sin muchas explicaciones dejó de funcionar. En el segundo gobierno de Perón, la frontera quedó cerrada. No hubo lancha ni balsa, sólo los contrabandistas pasaban nadando.

En 1961 trajeron de Inglaterra un Hovercraft, es decir, el navío que flotaba a

unos 10 ó 20 centímetros de la superficie del agua gracias a un colchón de aire. Los constructores pensaron venderlo aquí para el cruce del río y lo manejaban ex comandos ingleses. Hicieron una demostración a autoridades locales y al periodismo. Se infló en la explanada del puerto e ingresó al agua donde se elevó. Muy raudo siguió la navegación y al llegar a las rocas de Salto Chico, las sobrepasó gallardamente porque era como si volara. Luego, llegó el trance más difícil, Salto Grande. Las cascadas ofrecían mucha resistencia, pero se aceleraron los motores y el Hovercraft pasó por encima de ellas. No hubo compradores, tenía precio muy elevado.

Cuando la represa de Salto Grande no estaba finalizada, se podía cruzar por el Puente de Servicio. Lo utilizaba Aerolíneas Argentinas para llevar a sus pasajeros al aeropuerto Nueva Hespérides, en Salto, donde aterrizaba el Fokker 28 argentino para su viaje diario a Buenos Aires. (A.A.llegó a tener hasta 3 vuelos por día en la aeronave de 64 pasajeros). El concesionario local señor Nelson Galeano se encargaba de todos los trámites. Durante la Intendencia Municipal de Rafael Tiscornia en Concordia y de Eduardo Malaquina, en Salto, se inauguró un servicio aéreo entre ambas ciudades. Fue otro gran acontecimiento. Del Aero Club salieron 6 aeronaves que aterrizaron en Nueva Hespérides. Gran festejo de hermandad. Duró un tiempo hasta que los trámites anularon la iniciativa.[1]

## **I.2.2. Concordia en sus comienzos**

La ciudad de San Antonio de Padua de la Concordia se ubica en la provincia de Entre Ríos, en la República Argentina. Dicha provincia lleva su nombre por un decreto del 2 de noviembre de 1782, donde se limitan 75.759 kilómetros cuadrados y se los denomina Entre Ríos, siendo el 10 de septiembre de 1842 cuando se la designa provincia de Entre Ríos. Sus límites están dados al norte por el río Corrientes –que se forma de la unión del río Paraná y el río Uruguay– hasta su confluencia con el arroyo Aguarachí. Se continúa hasta el arroyo Curuzú Cuatiá llegando a su unión con el afluente Miriñay –en las inmediaciones del Uruguay–. Al sur y al oeste está limitada por el río Paraná y al este limita con el territorio de la República Oriental del Uruguay. La provincia se fue poblando mediante tres corrientes migratorias principales: del sur, pobladores de Buenos Aires fueron ocupando los territorios que hoy se conocen como Gualaguaychú, Concepción del Uruguay, Gualaguay, Villaguay, Victoria, Tala y Nogoyá. Del oeste los pobladores fueron llegando desde Santa Fé, desarrollando las ciudades actuales de Paraná, Federal, Feliciano y La Paz. Y la tercera corriente, la del norte, fue ocupando principalmente las localidades de Federación y Concordia, en su mayoría provenientes de Yapeyú.

Asimismo, la importancia del puerto de San Antonio del Salto Chico, donde se establece el Fortín del Salto hacia 1775, genera los primeros núcleos poblacionales al sur de los que hoy se conoce como el departamento de Salto en la República Oriental del Uruguay.

La pujanza político-comercial desde el Alto Uruguay se sostuvo hasta 1810, cuan-

do comenzaron a llegar las luchas a la región en el marco del proceso revolucionario e independentista. El hecho histórico denominado “El éxodo oriental” (1811) forma parte importante en la historia de los orígenes de Concordia (ver figura I.1), debido al asentamiento de población uruguaya proveniente en su mayoría de Montevideo (siguiendo a Artigas) que se alojó al norte del salto Chico en tierra argentina resguardándose de las invasiones portuguesas en tierra uruguaya. [4]



Figura I.1: Óleo de Arturo Costa. Representa el pasaje del río Uruguay por parte de las familias orientales que acompañaban a Artigas en su retirada hacia Yapeyú en los últimos meses del año 1811. El “Éxodo del Pueblo Oriental” o “La Redota”, como la bautizaron los paisanos, fue una consecuencia del armisticio que se estableció entre las autoridades porteñas y las españolas en octubre de 1811. Una de sus disposiciones estableció la retirada de los ejércitos revolucionarios. En su camino hacia el norte, el ejército oriental fue acompañado por numerosas familias que tenían temor a las represalias de los españoles o a los ataques de tropas portuguesas. El recurso permite acercarse a ver los medios de transporte y a las dificultades que debieron sobrellevar los participantes en el éxodo. Su descripción y análisis brinda la oportunidad de indagar las motivaciones y consecuencias de este acontecimiento en nuestra historia.

Hacia 1821 en San Antonio del Salto Chico, la población antecesora de la ciudad de Concordia casi había desaparecido. Se reinicia su población al finalizar el período que se conoce como la “anarquía entrerriana” y en el marco de las disputas entre unitarios y federales. La provincia comienza un proceso de “concordia” con las provincias hermanas y afirma su voluntad de pertenecer al nuevo Estado-nación argentino. En este escenario, se le solicita a la legislatura provincial la fundación de una villa con el nombre de Concordia en el rincón del Salto, que se hará efectiva el 29 de noviembre de 1831. El 6 de Febrero también es significado por los concordenses como momento fundacional de la ciudad. Ese día, en 1727, el gobernador Don Pedro de Ceballos decide elevar un

fuerte a los fines de permitir el paso a las comunicaciones fluviales y carreteras, como así también un lugar que fuese base de aprovisionamiento para el transporte de los jesuitas. Le dio el nombre de Puerto o Capilla de San Antonio de Salto Chico.

De 1848 a 1854, en el marco del proceso de formación nacional, la provincia renunció a ser escenario de luchas político-militares. Este estado de armonía le proporcionó desarrollarse económica, social y culturalmente.

Se puede afirmar que surgió por la inminente necesidad geopolítica de establecer un centro poblado que, mediante un puerto, controlara el comercio de tránsito fluvial-terrestre, que obligadamente debía pasar por las márgenes del Salto Grande. Este nacimiento forjó una ciudad eminentemente comercial y en negociación-tensión permanente con los sucesos de la ciudad de Salto en Uruguay.

En la actualidad, la ciudad de Concordia cuenta con una activa presencia de uruguayos –asentados o de turismo– y con renovados discursos políticos y culturales de integración entre ambas orillas –enmarcados en las políticas integracionistas del Mercosur– que dan cuenta de la necesidad de repensar y reintegrar las “fronteras simbólicas” y las estrategias identitarias que intervienen en las formas sociales y culturales de ejercer la vida política en la ciudad.

### **I.2.3. Salto en sus comienzos**

La denominación de Salto proviene de un salto que origina el Arroyo Saladillo Chico, en cuyas márgenes se establecía la Guardia. En el año 1933, por Ley 4.122 se modifica el nombre por el de Marcelino Ugarte –ex- Gobernador de la provincia de Buenos Aires–. Luego de idas y vueltas, en 1946, por Ley 5.031, se le restituye su nombre original de Salto (el poblado fue declarado “ciudad” el 7 de octubre de 1958, por Ley 5.900).

Respecto al origen de *El Salto* se hallan numerosas hipótesis desde la posición de los historiadores que han abordado el tema. Entre ellas, se argumenta que la localidad surge en 1756, con la llegada del general José Joaquín de Viana - gobernador de Montevideo durante la ocupación española - a la zona del Salto Chico. Lugar en donde construye un fortín de aprovisionamiento y resguardo, para retomar camino hacia el norte salvando los obstáculos del río. Otros historiadores argumentan que el poblado se constituye con la llegada de un contingente de portugueses acompañados de indios guaraníes, que forman un rancharío a la vera del río Uruguay.

Pero más allá de estas posiciones, coincidir que, al igual que la villa de “La Concordia”, la de El Salto nace por la necesidad de enfrentar y superar los obstáculos al tránsito de personas y mercancías, que imponen los accidentes geográficos de los saltos de agua en el río Uruguay, salto chico y salto grande. Éstos obstáculos llevaron al establecimiento de un puente de unión entre el bajo y el alto Uruguay, manejando como fecha simbólica de su fundación aquella en que el General Viana construyó una guarnición para el alojamiento de las tropas y almacenes. Iniciado aquel asentamiento,

ubicado aguas abajo del Salto Chico, sirvió luego de base para la formación del grupo de viviendas de la villa de Salto y en pocas décadas se convertiría en el pueblo-puerto principal del litoral, centro de tráfico con la vasta región de Río Grande del Sur.

Cabe mencionar la perspectiva del desarrollo territorial que Fernández Saldaña introducía en un estudio de 1920 [3], al referirse a las condiciones geográfico- políticas que dan razón al surgimiento y desarrollo de los centros poblados en las inmediaciones de los saltos de agua en la zona, “como complemento el tesoro de su cascada (...), mina hoy inexplorada, alma de usinas, que acuñará oro a millones cuando la hidráulica enfrente su torrente”. Hecho que se concretaría varias décadas después con la realización de la Represa de Salto Grande, concebida como un emprendimiento binacional, instrumento al servicio del desarrollo de la microregión. Estas últimas condiciones son las intervinientes en el surgimiento del conglomerado urbano de Concordia- Salto y que constituyen factores estratégicos de desarrollo en la zona. En tal sentido convierten a la ciudades portuarias en un complejo microregional captador de riquezas, personas y medios.

A su vez, otros factores que influyeron en la determinación de la localización y nacimiento de los poblados de Concordia y Salto, son:

- Los accidentes geográficos característicos en la zona, unidos al sistema de transporte dominante en la época,
- las propias circunstancias del período histórico en que operaba una estrategia militar para ejercer y extender el dominio político- militar sobre el territorio,
- la lógica del comercio y su estructura en el Río de la Plata y particularmente en el espacio de territorio dinámico que comprende al litoral de Uruguay y Argentina y sur de Brasil.

### I.3. Antecedentes de Desarrollo e Integración



Figura I.2: Escudos de Concordia y Salto

#### I.3.1. El ferrocarril en Concordia

En 1908 se construye la sección de ferrocarril que une a Concordia con Buenos Aires. Sin embargo, la línea de Concordia- Federación al Norte de Salto Grande, la más antigua de la provincia, se encontraba construida cinco décadas atrás y había prestado un apoyo clave para el desarrollo del comercio con el interior, la provincia de Corrientes, parte de Paraguay, e iniciado intercambios con el territorio del sur de Brasil. Esto permitió canalizar productos de entrada y salida combinando modos de transporte fluvial y ferroviarios que reportó grandes dividendos a la localidad.

Posteriormente, la línea que unió a Buenos Aires con Asunción del Paraguay, estableció un nuevo canal de intercambio comercial que tuvo como punto de pasaje a la ciudad de Concordia. Los créditos económicos de esta nueva línea comenzaron a ser captados mayoritariamente en beneficio de Buenos Aires, generándose de esa manera una especie de efecto de túnel.

#### I.3.2. El Ferrocarril en Salto

El transporte por ferrocarril tuvo a tres empresas operando en dos estaciones en la localidad; las estaciones de los ferrocarriles Midland y Noroeste. El ferrocarril unió en un principio Montevideo y Salto. Luego fue la propia empresa de navegación en Salto que impulsó la construcción de un ferrocarril para facilitar el comercio entre el alto Uruguay y la región de Río Grande del Sur, tráfico norteño de entrada y salida en la frontera con el Brasil. El ferrocarril noroeste se forma así para unir a Salto con la región del Norte. Este sistema de transporte en un comienzo se valoró como un medio que contribuiría al desarrollo del departamento y la ciudad de Salto, pues la posición estratégica de su puerto para el tráfico de cargas, permitiría un aumento considerable del comercio con el Brasil.

En los años siguientes, con los bajos precios de pasajes y cargas, y el establecimiento de una línea directa por tierra con el puerto capitalino, iría desplazando al sistema de transporte fluvial, y en consecuencia desviando buena parte de los excedentes que se captaban localmente. Por otro lado, la primacía económica y comercial de la microregión se ve afectada cuando se construyen barcos de mayor calado que presentaban problemas para acceder a los puertos de Salto y Concordia. También influyó en la pérdida de centralidad de Salto en el desarrollo de la subregión, el establecimiento de la línea férrea que liga a Concordia con el litoral entrerriano del río Uruguay, la provincia de Buenos Aires y su capital.

### **1.3.3. El Puerto de Concordia**

Cuando finalizaba el siglo XIX la población de la provincia de Entre Ríos, era de 291.324 habitantes y contaba con 39 puertos, entre los cuales, el movimiento de importación y exportación en el de Concordia, colocaba a su aduana como la tercera en importancia en la República Argentina.

Es decir que el movimiento comercial de Concordia tuvo uno de sus más sólidos puntales en el puerto local [7]. Antes de 1904, fecha de inauguración del actual puerto, se contaba con otros lugares que cumplían el mismo papel. Uno de ellos fue el llamado Palavecino, en la zona de San Carlos, frente al actual muelle de Salto. Posteriormente se utilizó el de la denominada Barra del Yuquerí. Allí se emplazaron, oportunamente, los hornos de ladrillos de los Arizabalo y, luego, el Saladero Chico de los hermanos De la Cruz. Con anterioridad a la inauguración del puerto actual, había un servicio regular de vapores de carga y pasajeros entre Buenos Aires y Salto. Los vapores de pasajeros transportaban, además, encomiendas y correspondencia. Entre otros barcos, cumplían este servicio los vapores “Viena”, “París”, “Eolo”, “Helios”, “Londres”, “Washington”, “Bruselas”, “Alvear”, etc. En la labor de trasbordo, se anotaban el “Guaraní” y el “Guayrá”, y los más nuevos, “Ciudad de Asunción” y “Ciudad de Corrientes”, impulsados por hélices. Entre los vapores de carga navegaban el “Atahualpa”, “Batitú”, “Labrador” y una verdadera flotilla de remolcadores y chatas para el transporte de mercaderías, lanchas, etc. Estos servicios eran prestados por la empresa naviera “Nicolás Mihanovich”, nombre del fundador, de origen austriaco. Los vapores postales cumplían tres viajes semanales de ida y vuelta a Buenos Aires.

El servicio fluvial nacía en Buenos Aires y terminaba en Salto. Por lo tanto, la nave hacía escalas en todos los puertos de uno y otro lado del río Uruguay. Independientes de la flota de Mihanovich, una gran cantidad de barcos a vela surcaba las aguas del río. Tales embarcaciones se utilizaban para el transporte de hierro, maderas, sal gruesa, portland. Su capacidad oscilaba entre los 40 y 120 toneladas. Casi con exclusividad, se confiaba a ellos el transporte de nafta y querosene.

Concordia, por su ubicación estratégica, resultaba ideal para la distribución de mercancías en una amplia zona del interior. Al habilitarse el puerto actual, hubo un gran incremento en el movimiento de carga y pasajeros. La influencia del puerto se hizo

notar en Villaguay, Villa Federal, Feliciano, La Paz, Federación, Chajarí, provincia de Corrientes y hasta el Paraguay por Posadas-Encarnación. A la inversa, de todos estos puntos llegaban efectos para ser embarcados con destino a la Capital Federal.

Como el puerto estaba habilitado para importar y exportar, y allí se abonaban los respectivos derechos aduaneros, Concordia llegó a ocupar el cuarto lugar en el país en lo que se refiere a recaudaciones aduaneras, después de Buenos Aires, Rosario y Bahía Blanca.

Era común entonces, observar la descarga de mercaderías que llegaban directamente del exterior. Por ejemplo, aceite de oliva, quesos, frutas secas, vinos, champagne, perfumes y licores, aceitunas, conservas envasadas, vinos secos o prioratos en cascos, sal gruesa, alpargatas, sidras, telas de uso doméstico, de Italia, Francia, España y Portugal; whisky, jamones, dulces y mermeladas, golosinas, casimires, productos industriales y carbón de piedra, de Inglaterra; artículos para carpintería y herrería, aparatos fotográficos y de precisión, motores a explosión y eléctricos, de Alemania; sanitarios, tractores, arados, cosechadoras, molinos y automóviles —como los Maxwell—, de Norteamérica. Se recibía también nafta y querosene en cajones de madera, con dos latas de 18 litros de combustible.

Esto, sintetizado, da una idea de la cantidad de renglones que desde distintos puntos del mundo llegaban a Concordia. Asimismo, debe agregarse el movimiento de exportación, que era de magnitud. Y todo esto constituía solamente el movimiento “propio”, al que debe sumarse el que pasaba con rumbo al Paraguay, que servía para incrementar su importancia.

Después de esta época de esplendor, el puerto —como todos los del río Uruguay— entró a mermar sus actividades por diversos factores que conspiraron contra su buena marcha. Una medida de gobierno, por la cual se dispuso que ningún barco de bandera argentina podía tocar puertos uruguayos, ocasionó el primer contratiempo. Posteriormente, hubo una alteración en las tarifas. Más tarde surgieron problemas de índole sindical y hasta se registró una huelga marítima muy prolongada, durante la primera presidencia de Hipólito Yrigoyen. Esto trajo la paralización de los puertos y el amarre de la flota, que inició así su destrucción.

Esta disposición no solo afectó el movimiento comercial intra y extraterritorial con las localidades, sino que alteró el sistema de relaciones e intercambios sociales y culturales entre las propias comunidades vecinas.

### **I.3.4. El Puerto de Salto**

En 1829, Salto fue el segundo punto indicado para crear una aduana en la zona de la triple frontera con Argentina y Brasil. Casi 30 años después, en 1856, una ley nacional potenció la medida y convirtió a Salto en el núcleo mercantil de mayor importancia del litoral.

El mayor dinamismo de la actividad portuaria se produce entre los años 1915 a

1935, en que el puerto local experimentó el mayor movimiento de la época. Por ese entonces, con el ingreso de veleros y buques a motor cargando mercancías y pasajeros que diariamente eran trasladados entre Salto y las metrópolis de Montevideo y Buenos Aires, operaban cuatro agencias marítimas locales.

Este auspicioso momento que atravesaba el transporte de cargas y pasajeros por la vía fluvial, fue determinante para que en el año 1929 comenzaron las obras de construcción del nuevo puerto local. Se levantó una infraestructura de envergadura, un gran puerto moderno para la época, aunque su utilización plena habría de durar pocos años más. Por ese tiempo se realizaba un intenso tráfico de pasajeros con Concordia, y desde la ciudad vecina se transportaban hacia nuestro puerto cargas de naranjas para ser llevadas luego por ferrocarril hacia Montevideo.

### **Transporte carretero**

También, la posición territorial de la localidad se fortaleció en gran medida cuando, en 1919, se realiza una importante ampliación de las infraestructuras para el transporte por carretera con la construcción del un gran puente sobre el Daymán, el cual sirve de acceso al departamento, conectando su ciudad capital directamente con la región portuaria del sur, y canalizando el tránsito hacia la vasta región del norte. La capacidad de las vías de comunicación hacia el mismo punto geográfico mejora con la realización de otro puente sobre el río Arapey, potenciando la conexión con la frontera riograndense.

La interconexión urbano- rural también se ve favorecida con la construcción entre 1908 y 1918, de 100 kilómetros de carretera en el departamento, mejorando las relaciones entre la ciudad y su entorno territorial, en el que se encuentran importantes localizaciones productivas de las estancias ganaderas, chacras de citrus y viñedos.

### **Actualidad**

El lapso de esplendor (1865-1935) finaliza con la crisis de 1930, período en el cual el sector exportador entra en suspensión, y donde nuevas vías de comunicación tal como las carreteras comienzan a ser más valoradas. Hoy, por el contrario, se busca descongestionar la vía terrestre y encontrar medios alternativos al consumo de combustibles. Actualmente, en el sitio de la Administración Nacional de Puertos (ANP) de la República Oriental del Uruguay [9], se pueden obtener detalles precisos sobre: agencias marítimas, armadores, despachantes y operadores portuarios.

### **I.3.5. Población en Concordia**

La población de Concordia crece rápidamente entre 1895 y 1927, prácticamente se triplica la cantidad de habitantes en la ciudad al pasar de 12.684 a 35.000 residentes. Entre 1895 y 1914, la cantidad de habitantes en la ciudad se había incrementado en seis residentes más por cada diez registrados veinte años atrás. La evolución de su población

lleva a que en el año 1914, con 20.107 habitantes, figure como la segunda concentración urbana de la provincia y represente una ciudad de primacía sobre aquellas del litoral occidental del río Uruguay.

Por otro lado, en 1930 se forma el Rotary Club en Salto, entidad protagonista de varias de las iniciativas locales de desarrollo, que nace ligada por lazos de hermandad con la ciudad vecina. Al respecto Fernández Moyano y Vique mencionan: “Los Rotarios de Montevideo y Concordia que ya estaban fundados serían los encargados de continuar con el adiestramiento y el patrocinio del Rotary Club de Salto”. [11] Las trayectorias de los clubes Rotarios de Salto y Concordia habrían de marchar juntas en el impulso al desarrollo social y económico en la microregión y una serie de iniciativas comunes unen su vida institucional.

## La Producción

Al ingresar al siglo XX el departamento de Concordia presentaba una economía local diversificada en vitivinicultura, citricultura, olivos, ganadería y actividades industriales. Desde ahí en más se irá simplificando, principalmente hacia la citricultura y ganadería, en un proceso que expresa cierto retroceso respecto a la posición que ocupara algunos años antes. Este fenómeno se explica también por la caída del dinamismo comercial, que se produce al disminuir en forma importante la actividad portuaria de exportación e importación junto con la navegación por el río Uruguay. [10]

### I.3.6. Población en Salto

Entre 1900 y 1916, en el departamento se registra un gran aumento de su población, al pasar de 44.675 a 74.415, creciendo en 29.740 habitantes en 16 años. Por otra parte, de acuerdo a los datos disponibles en el Censo de 1908, la población en la ciudad capital departamental ascendía a 19.633 habitantes. Este fenómeno casi explosivo de poblamiento desarrolló las actividades comerciales, productivas y los servicios, que motivaron a su vez atracción y localización de contingentes humanos en la zona.

En 1918, momento en que la población del departamento de Salto alcanzaba a 75.299 habitantes, contaba con cincuenta escuelas públicas, autorizadas por ley, nueve urbanas y 41 rurales con 3.900 alumnos. Lo cual da pruebas de un modo de desarrollo local relativamente equilibrado en el territorio.

### I.3.7. El Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande

Acerca de esta iniciativa Luis M. Medina cita una publicación de 1915, en la que se describe el panorama local. Al respecto se dice que; “*el proyecto sobre aprovechamiento de la fuerza hidráulica de Salto Grande, consistiría en su faz principal y práctica, como empresa reproductiva y creadora de nuevas fuerzas e impulsora de progreso regional,*

*en el aprovechamiento y utilización para fines industriales de la energía eléctrica (...). Con fundamento se piensa en la realización inmediata de esa obra que cuenta con aprobación de los gobiernos argentino y uruguayo.” [12]*

## I.4. Antecedentes de Desarrollo e Integración

La iniciativa de la construcción de la Represa de Salto Grande contiene en sí una fuerte carga identitaria, de tal modo que guarda referencias acentuadas en las características geográficas típicas del lugar. Accidente geográfico que fue uno de los principales motivos que llevó al asentamiento de los poblados de Concordia y Salto. Esos saltos de agua recurrentemente nombrados en la escena local constituyen una expresión cargada de sentido para los actores locales, se encuentran impregnados de un alto significado y constituyen una referencia relevante en la perspectiva del desarrollo de las comunidades locales.



Figura I.3: Complejo hidroeléctrico de Salto Grande

### I.4.1. Las Comunicaciones

Este fenómeno demográfico reflejaba la dinámica de desarrollo de Concordia en estos años. A su vez, las comunicaciones, juegan un rol como servicio de apoyo a las actividades económico comerciales y sociales comunitarias, en estas primeras fases del desarrollo urbano. Antes de iniciarse este siglo el Consejo Deliberante de Concordia trató varios proyectos de instalación de un servicio telefónico.

En oportunidad de considerarse la petición de un empresario local para la inclusión de una línea de teléfonos en la ciudad, se propuso modificar el proyecto, a los efectos de que contemplara la instalación de una línea de teléfonos que uniera a las ciudades de Concordia y Salto. Claramente los gobernantes de la época veían en la integración de ambas ciudades mejores oportunidades para fortalecer el proceso de desarrollo local.

Un año más tarde, en 1886, el consejo autorizó a la misma empresa para que instale una línea física de teléfonos uniendo las ciudades.

En consecuencia, estas acciones se orientaban a construir un nexo entre las localidades casi en forma natural, por encima de otras iniciativas de este corte que pudieran darse con los pequeños poblados de la zona cercana a Concordia. En efecto, las acciones tendientes a establecer relaciones interurbanas entre Concordia y Salto ya se comenzaban a expresar con acento en estos años a través de ésta y otras iniciativas, impulsadas por actores empresariales.

#### **I.4.2. Espacios e identidad. Tensiones político-culturales**

La ciudad entrerriana, desde 1979, está unida con la República Oriental del Uruguay por la obra de ingeniería de la represa hidroeléctrica de Salto Grande, que afianza y complejiza las relaciones económicas y políticas que la han teñido históricamente, como se ha mencionado en el apartado anterior. Concordia desarrolla una economía relacionada con la citricultura y la forestación –podemos también agregar que en los últimos años las plantaciones de Arándano han ido tomando relevancia– y su mercado se liga directamente con las zonas rurales. Dichas actividades productivas la convierten en una de las tantas ciudades receptoras del trabajo golondrina, con altas tasas de rotación de su población. Esta característica le da ciertas especificidades a la ciudad, mostrando una trama de relaciones tensas entre quienes son originarios concordenses y quienes no lo son.

Otro hecho importante, es la firma del tratado de Asunción que formalizó la instalación del MERCOSUR, como marco de unas nuevas relaciones de integración entre los países del Cono Sur, y luego de su puesta en funcionamiento en el año 1991, se han fortalecido los intercambios basados en la vecindad entre los países miembros, acentuando los procesos actuales de integración que en determinados entornos subnacionales ya se daban históricamente.[2]

Por otro lado, la crisis económica de 2001 ha incrementado y a su vez generado una heterogeneidad de migrantes que se han asentado en la ciudad:

Se puede ejemplificar esta idea con los siguientes dichos extraídos de un diario local: *“En el año 2005 se estimaba un promedio de 667 uruguayos que transitaban diariamente el puente de Salto Grande por diferentes razones (trabajo, visita familiar, estudio, compras, turismo, etc.), cantidad que fluctúa en el tiempo según la situación económica de cada pueblo. Asimismo se estimaba que vivían en la ciudad entre 2.800 y 3.000 uruguayos/as de los/las cuales sólo 350 personas están registradas en el Consulado de dicho país como residentes”*. [5]

Ese mismo año, la confluencia de uruguayos a la ciudad de Concordia era dada como una de las causantes del aumento de la pobreza de dicha ciudad en un artículo publicado por “El Diario” (Paraná): *“...el intendente Cresto al ser consultado sobre los índices de pobreza e indigencia que divulgó el INDEC, –sostuvo que– ‘los de afuera*

*consiguen trabajo y los de acá no, siguen llegando continuamente gente por el tipo de actividad que se realiza en Concordia, como la citricultura y la madera' y citó como ejemplo a los uruguayos".[6]*

*"(...) y, la ciudad ya no es la misma. El menemismo trajo muchos pobres de las villas de Buenos Aires que llenaron de carritos el centro y aumentó la delincuencia, son todos del norte o de otros países porque además a los uruguayos les convenía venir por el cambio y luego porque ellos entraron en crisis (Funcionario público,2009)."*

## **I.5. Cronología del Puente Interurbano Concordia - Salto**

A continuación se detallan algunos sucesos referentes al Puente Vecinal, desde el surgimiento de las primeras ideas hasta el año 2005. El resumen está basado en los expedientes de diversos diarios, el archivo histórico de la ciudad de Concordia, sesiones de comisiones vecinales, ordenanzas municipales, proyectos, entre otros. En el Anexo se pueden consultar los expedientes.

### **Año 1988**

**18-agosto** Se suprime por parte de G.N. el cobro de la Tasa de Migraciones en Puente Salto Grande y se incorpora el sistema de computadoras para agilizar los trámites migratorios.

### **Año 1995**

**17-abril** En una reunión de la mesa roraria del Rotary Club Concordia, junto con el Rotary Club Salto hablan de impulsar un proyecto del rotario Julio Galindo (R.C. Concordia), para construcción de un puente vecinal entre ambas ciudades. La propuesta es apoyada por Miguel Bevilacqua (presidente del R.C. Concordia).

**29-mayo** La Comisión Rotaria Binacional Pro Puente Salto Concordia, es recibida por el Intendente y Gobernador Jorje Busti, y se presentan los estudios preliminares realizados por la UTN. Se habla de un proyecto que consiste en la concesión de obra pública.

**29-sep** Los rotarios de ambos países presentan el proyecto al Presidente de la R.O.U. Sanguinetti, en la ciudad de Salto.

**17-octubre** El Arq. Francisco Taibi, en representación de Busti, junto a una delegación de rotarios, visitan la CARU, con sede en Paysandú, presentan el proyecto, y hacen entrega de una carpeta con los antecedentes y fundamentos para el proyecto de construcción.

**14-noviembre** El intendente (Salto) Malaquina, dicta una resolución mediante la cual se declara “de interés departamental” la iniciativa del Rotary Club de construir un puente vecinal.

## **Año 1996**

**17-mayo** Se realiza en CTMSG la 22va Reunión del Comité de Fronteras. Donde se trata el tema y el MTOP anuncia que el proyecto está terminado.

**19-junio** La delegación argentina del Comité Rotario se reúne en Paraná con el gobernador Jorge Busti, en donde además de dar un informe de los avances, se pide que se declare al proyecto de interés provincial. El gobernador decide otorgar dos pasantías que se harían efectivas desde la Dirección de Hidráulica de la Provincia a los alumnos de la UTN UAC, Juan Mac Dougal y Aníbal Dri, que se encontraban trabajando en el anteproyecto del puente.

**10-junio** El Gobernador de Entre Ríos, Jorge Busti mediante el Decreto Provincial Nro 2281, declara de interés provincial el proyecto del puente Salto - Concordia.

**29-julio** Se reúnen en el edificio municipal de Concordia Cresto y Malaquina, para firmar la declaración de Concordia, de manera que establezca el compromiso de apoyar la iniciativa.

**2,9-septiembre** Se realiza el primer Censo y encuesta de opinión pública sobre interés por el Puente Vecinal. El censo se realiza en el puente de Salto Grande, por orden del Secretario de Obras y Servicios públicos de la Provincia, Arq. Taibi. A su vez, se da a conocer la primera opinión adversa, por parte del ex-presidente del Centro Comercial de Salto, Zunini, donde argumenta que la gente de Concordia cruza a Salto para robar caballos, motos y electrodomésticos.

**20-septiembre** Se encomiendan por notas reversales a los correspondientes organismos técnicos del MTOP<sup>1</sup> y la Secretaría de Obras Públicas de Argentina, los estudios de prefactibilidad.

---

<sup>1</sup>MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Uruguay.

**21-septiembre** Montevideo, Uruguay. Los presidentes de ambos países (Menem y Sanguinetti), firman la suscripción a cuatro acuerdos, entre los que se destacan:

- Complemento al acuerdo de abastecimiento de gas natural argentino a la ROU del 8 de julio de 1991.
- Acuerdo por Notas sobre el proyecto de Puente Salto-Concordia.

Ambos mandatarios encomiendan evaluar la posibilidad técnica y económica de la construcción de un puente interurbano que una las ciudades de Concordia y Salto.

**14-octubre** Salto. Queda formada la *Comisión de Seguimiento* para los estudios de factibilidad del Puente Vecinal. Está formada por Manuel Barreiro (Uy), Carlos Varela (Ar), Francisco Taibi (Gobierno E.R.), representantes de Clubes Rotarios de ambas ciudades como así también la CARU.

## **Año 1997**

**18-febrero** Firma del acta acuerdo por parte de ambas intendencias (Cresto y Malaquina). Donde dice que se realizará la obra por concesión de obra pública.

**18-marzo** El ministro Cáceres anuncia el comienzo del proceso de licitación para la realización del estudio de la obra. En tanto el secretario del ministerio de obras y servicios (Entre Ríos) Taibi hace entrega de la nota firmada por el Ministerio de Economía y Obras Públicas de Argentina, informando a Cáceres que se da la *conformidad a la propuesta para que los estudios técnicos y económicos del puente sean encarados por el Uruguay*. Ocupándose Argentina de los aspectos institucionales y concesionales.

**17-noviembre** Después de la asignación al grupo SALCON en la licitación para que se realicen los estudios técnicos, se habla de la elevación del primer informe del estudio básico de factibilidad.

## **Año 1998**

**10 y 11-marzo** Se realizan las reuniones informativas en Concordia y Salto, donde el Consorcio SAL-CON, donde explica las etapas cumplidas de los estudios de factibilidad. Dando seis lugares posibles para su construcción.

**21-julio** En una reunión en la intendencia Municipal de Salto, con presencia de los intendentes, el secretario de Obras públicas de Entre Ríos, miembros del Rotary Club, entre otros, Cresto presenta formalmente la iniciativa que consisten colocar las cabeceras en Av. San Lorenzo (Concordia) y Av. Pascual Harriague (Salto).

**septiembre** Se presentan los resultados de una encuesta que el MTOP habría encomendado a CIFRA, acerca de la opinión pública ante el puente Salto- Concordia. Los resultados de la encuesta de CIFRA fueron:

- Beneficioso: para el 75 % de los Concordienses y para el 47 % de los Salteños.
- Principales Razones de Apoyo: para los Concordienses porque profundizara la Integración del MERCOSUR. Para los Salteños, porque aumentará las fuentes de trabajo y profundizará el turismo.
- Los que se Oponen: en Salto el 29 % en Concordia el 7 %. Las razones en Salto el posible aumento de la delincuencia y la pérdida de la tranquilidad. En Concordia motivos comerciales.

## Año 1999

**15-marzo** Se culmina el estudio de factibilidad (SALCON), con tres trazos posibles, Cáceres anuncia que posteriormente corresponde a la CARU firmar las notas reversales que acuerdan realizar la obra en un tratado del río Uruguay.

**junio** El CCISC<sup>2</sup> crea el PROGRAMA DE LIBRE COMERCIO E INTEGRACIÓN VECINAL SALTO-CONCORDIA, el cual es declarado tiempo después, el 25 de junio, de interés municipal según Ordenanza Ref/Expte N° 82887-P-N° 1382.

**3-septiembre** Intendencia de Salto. En un acto público Cáceres hace entrega oficial a los intendentes de ambas ciudades y a la CARU, el informe final sobre el puente, elaborado por la consultora Ariel nieto y Asociados. Finalizando así el compromiso asumido por Uruguay al momento de la firma de las cartas reversales por parte de ambos presidentes. Al no asistir la CARU a la reunión, se comienza a hablar de que CTM se encargue del control del puente.<sup>3</sup>

**20-septiembre** Se realiza un acto similar en Concordia.

## Año 2000

**17-enero** Se entrega al Señor Gobernador de la Provincia de Entre Ríos Dr. Sergio Montiel una carpeta con el resumen de lo actuado y se le solicitó una entrevista a fin de interiorizarlo e interesarlo en el proyecto.

---

<sup>2</sup>CCISC: Centro de Comercio, Industria y Servicios de Concordia

<sup>3</sup>Es de hacer notar que la CARU actualmente administra los puentes Paysandú-Colón y Fray Bentos-Puerto Unzué. No tiene jurisdicción aún en el puente de la represa de Salto Grande debido a que se considera que la obra no está terminada, ya que falta el canal de navegación y la esclusa para el pasaje de peces.

**22-febrero** Representantes del Rotary son recibidos por la Sra. Susana Paoli de Ava Presidenta del CAFESG a quien se pone al tanto de todo lo actuado y de la necesidad de que el Sr. Gobernador de Entre Ríos se ponga al frente de este proyecto.

**6-abril** Manuel Barreiro junto al ministro Cáceres remiten a la Secretaría de Obras Públicas del gobierno nacional argentino, la documentación del estudio de factibilidad, quedando a cargo de este país, la confección del pliego de condiciones para llamar a licitación de la obra.<sup>4</sup>

## **Año 2001**

Se mantienen algunas reuniones, sin embargo, se realizan con menos frecuencia, entre los funcionarios de ambos países.<sup>5</sup>

**15-noviembre** Se reúnen los intendentes de ambas ciudades, Malaquina y Orduna, dando los últimos toques al texto ESTATUTO INTEGRACIONAL, que regirá en ambas ciudades.

**30-noviembre** El canciller Rodríguez (AR), junto a Opertti, firma en Montevideo convenios vinculados a la construcción del puente y la libre circulación de personas en ambos países. Es entonces cuando se firman las notas reversales (ver figuras I.4 a I.7), donde encomiendan a la CARU<sup>6</sup> preparar la documentación necesaria sobre el proyecto.

---

<sup>4</sup>A la fecha se está a la espera de que el gobierno argentino mediante la Secretaría de Obras Públicas de la Nación efectúe los pliegos y el llamado a licitación para la construcción del Puente mediante el régimen de Concesión de Obra Pública.

<sup>5</sup>Llegando a finales del año 2000 (4 y 5 de diciembre) se hablaba de la firma en Montevideo, de un tratado binacional para la construcción del Puente, por parte de los gobiernos Nacionales de ambos países, sin embargo, este hecho no se concretó.

<sup>6</sup>CARU: Comisión Administradora del Río Uruguay.

*Ministro de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto*

Montevideo, 30 de Noviembre de 2001

Señor Ministro:

Tengo el honor de dirigirme a Vuestra Excelencia con relación a vuestra Nota del día de hoy, la que textualmente dice:

Señor Ministro:

Tengo el agrado de dirigirme a Vuestra Excelencia con referencia al proyecto para la construcción de un puente a través del Río Uruguay que vincule las ciudades de Salto, en la República Oriental del Uruguay y Concordia, en la República Argentina, cuyos estudios de prefactibilidad se encomendaron por Notas Reversales del 20 de setiembre de 1996, a los correspondientes organismos técnicos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (República Oriental del Uruguay) y de la Secretaría de Obras Públicas del entonces Ministerio de Economía (República Argentina).

Con respecto a ello, el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Oriental del Uruguay encomiendan a la Comisión Administradora del Río Uruguay, conforme a lo dispuesto en el Estatuto del Río Uruguay, lo siguiente:

- a) Preparar la documentación necesaria sobre el proyecto, de conformidad con lo establecido en el artículo 7 y siguientes del Estatuto del Río Uruguay, suscripto en la ciudad de Salto, República Oriental del Uruguay, el 26 de febrero de 1975;
- b) Redactar el Pliego de Bases y Condiciones de la Licitación Internacional respectiva y el Contrato de Concesión bajo la modalidad de Concesión de Obra Pública, no otorgándose subsidios ni avales por parte de los Estados;

A S. E. el Sr. Ministro de  
Relaciones Exteriores  
de la República Oriental del Uruguay  
D. Didier OPERTTI  
Montevideo

Figura I.4: Notas Reversales, página 1

c) Proceder al Llamado a Licitación, de carácter público internacional, para la concesión de la obra y su correspondiente adjudicación;

d) Supervisar el cumplimiento de los correspondientes contratos de obra y explotación;

e) Habilitar la obra vial y supervisar el contrato de explotación;

f) Ambos Gobiernos se comprometen a llevar a cabo las actividades necesarias para alcanzar lo comprometido en el presente acuerdo, y en tal sentido prestarán por intermedio de sus respectivas Reparticiones competentes a la Comisión Administradora del Río Uruguay, la colaboración de personal técnico, administrativo, economista y jurídico necesario. Todo ello sin perjuicio de lo expresado en el literal b);

g) Desempeñar todas aquellas otras funciones que las Partes convengan en otorgarle, por medio del canje de notas u otras formas de acuerdo.

Si lo expuesto anteriormente fuese aceptable para el Gobierno de la República Argentina, tengo el honor de proponer que la presente Nota y la de Vuestra Excelencia, donde conste dicha conformidad, constituyan un Acuerdo entre nuestros dos Gobiernos, el que entrará en vigor en la fecha de su Nota de respuesta.

Saludo a Vuestra Excelencia con mi más alta y distinguida consideración."

Sobre ese particular, tengo el agrado de manifestar el consentimiento del Gobierno argentino con lo antes transcrito y convenir que la presente y la Nota de V.E. constituyan un Acuerdo entre nuestros dos Gobiernos sobre la materia, el que entrará en vigor en el día de hoy.

Saludo a Vuestra Excelencia con mi más distinguida consideración.

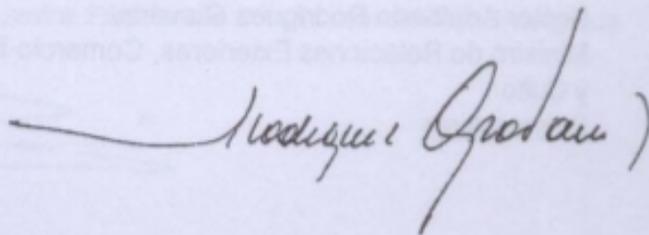


Figura I.5: Notas Reversales, página 2

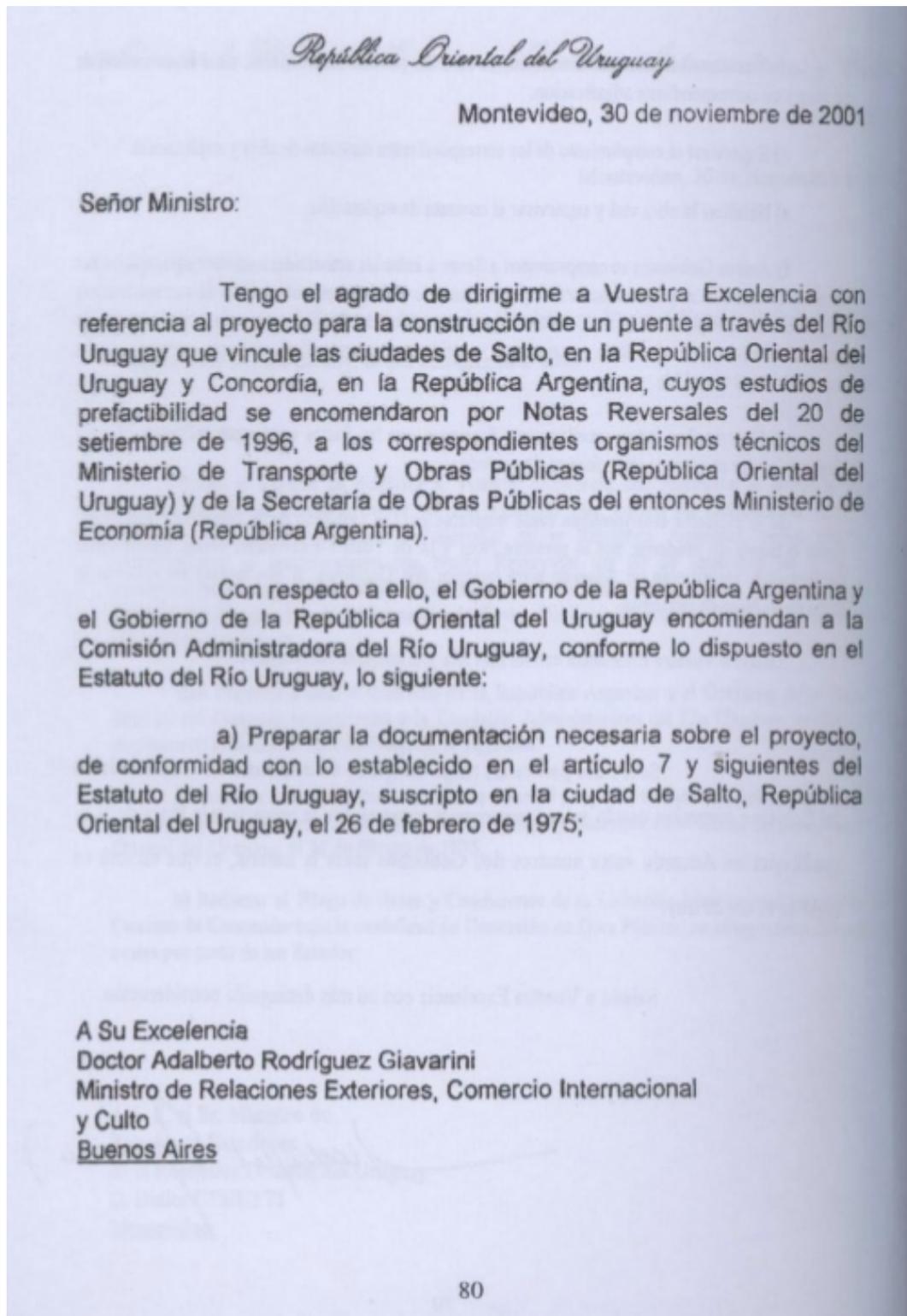


Figura I.6: Notas Reversales, página 3

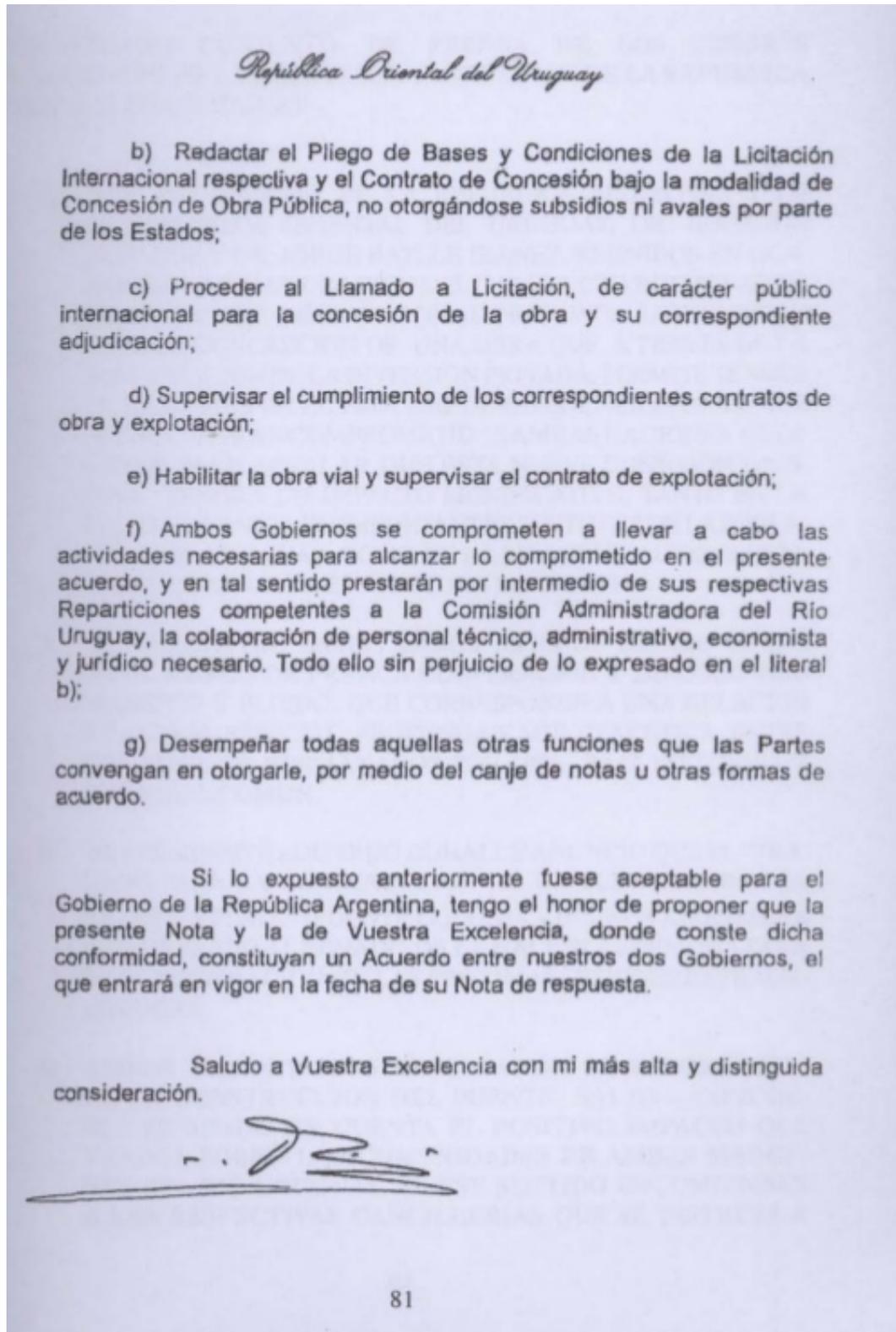


Figura I.7: Notas Reversales, página 4

## Año 2002

**Enero** Se realiza en la UTN, Unidad Académica Concordia, una reunión de directivos y docentes de dicha casa de estudios, junto a sus similares de la UdelaR - Regional Norte, con el propósito de estudiar posibilidades de desarrollo de proyectos conjuntos.<sup>7</sup>

**13-febrero** Un grupo de instituciones de la ciudad de Concordia presentan su aprobación a la construcción del Puente Concordia-Salto. Entre las instituciones se puede mencionar: Universidad Tecnológica Nacional, Universidad Nacional de Entre Ríos, Clubes Rotarios de Concordia, Colegio de Ingenieros Especialistas, Unión de Obreros de la Construcción, ASODECO, Colegio de Ingenieros Civiles, entre otras.

**6-diciembre** Los presidentes de Argentina y Uruguay, Eduardo Duhalde y Jorge Batlle, reunidos en la inauguración del gasoducto Buenos Aires-Montevideo, en un comunicado conjunto, encomiendan a las respectivas cancillerías que se instruya a la CARU para que culmine la definición de las características del llamado a licitación para el puente.<sup>8</sup>

## Año 2003

**30-septiembre** Se realiza en Montevideo el primero de dos talleres, llamados PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE INTERNACIONAL SALTO-CONCORDIA, en dicho taller, se encontraban presentes los presidentes municipales, representantes del BID<sup>9</sup>, la CARU, autoridades de la UTN, el consultor designado por el BID, que hará los estudios correspondientes, entre otros. Los temas tratados fueron basados en el acuerdo firmado en Noviembre de 2001, donde encomendaran a la CARU la confección del pliego para el llamado a licitación, y con la finalidad de avanzar en las definiciones sobre las características que debiera tener la vinculación vecinal.

**9-octubre** El senador Busti junto al directivo de CTMSG Cresto, se comunican con el presidente Nestor Kirchner, a fin de interesarlo por el proyecto.

**17-diciembre** En una reunión entre los intendentes Malaquina y Cresto, al tratar el tema de las cabeceras, hacen notar que a pesar de que se habla de dos alternativas (calle Salto Uguayo y por San Lorenzo), es mejor que la evaluación sea por parte las empresas que van a financiar el proyecto, teniendo en cuenta el costo.

---

<sup>7</sup>La UTN participa de la iniciativa del puente vecinal desde el año 1995.

<sup>8</sup>En ese entonces, la CARU se encontraba realizando las gestiones ante el Fondo para el Desarrollo de la Cuenca del Plata, referido a las obras de dragado y señalización del río Uruguay, en el tramo comprendido entre Punta Gorda y Concordia-Salto.

<sup>9</sup>BID: Banco Iberoamericano de Desarrollo.

## Año 2004

**6-febrero** Los municipios de Concordia y Salto firman acta acuerdo<sup>10</sup> por el puente vecinal, donde se ponen de acuerdo acerca de las cabeceras del lado argentino, tal y como se hablo en diciembre de 2003, mencionan en la Segunda Cláusula que las trazas mas convenientes son las correspondientes a:

- En la margen derecha el Bv. San Lorenzo y en la margen izquierda próximo a la Av. Harriague,
- En la margen derecha Bv. Salto Uruguayo y en la margen izquierda la Av. Paraguay.

Además concuerdan en que por el puente no podrán transitar vehículos pesados.

**30-marzo** El diputado nacional Hugo Cettour presenta en la Cámara de diputados de la Nación el proyecto de Declaración 1350-D-04, en el cual solicita que se declare de Interés Parlamentario la construcción y operación del Puente Carretero Binacional<sup>11</sup>.

**1-abril** Los consultores contratados por el BID, comienzan con las entrevistas a los intendentes, para la actualización de las condiciones que imperan en la zona en relación al puente. El trabajo que estarían llevando a cabo es de un nuevo análisis de factibilidad, habida cuenta de la crisis que afectó a ambos países.

**19-abril** A diez años de los primeros impulsos para la realización de un puente vecinal, se decide conformar una COMISIÓN PRO PUENTE VECINAL SALTO CONCORDIA, la misma queda constituida como sigue:

- Presidencia: Rotary Club Concordia
- Vicepresidencia 1ra: ASODECO
- Vicepresidencia 2da: Colegio de Arquitectos
- Secretaría: CCISC
- Tesorería: Consejo Profesional de Ciencias Económicas
- Vocales: Todas las entidades inscriptas<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup>Se puede consultar el Acta-Acuerdo en la nota publicada en El Heraldó el día 7-2-2004.

<sup>11</sup>Se puede ver una copia del Proyecto de Declaración en nota informativa publicada por El Heraldó el 11-mayo-2004.

<sup>12</sup>Ver listado de instituciones presentes en nota informativa, diario El Heraldó, 23-9-2004.

**26-abril** En la segunda reunión de la Comisión, el diputado nacional Hugo Cettour expone el proyecto de ley que contempla entre otras cosas el traslado de los centros aduaneros y de migraciones hasta Ruta 14 y Ruta 3 en ambos países respectivamente, a su vez, solicita que sea de interés parlamentario la construcción del puente Concordia-Salto. En la reunión también se declara en una 1ra resolución al intendente Cresto, como Presidente Honorario de la Comisión Pro Puente Vecinal.

**3-mayo** La senadora nacional Laura Martínez Pass de Cresto mediante un proyecto de comunicación dentro del cual se incluye la creación de un Documento Binacional que permita un tránsito fluido entre los habitantes fronterizos de ambas orillas del río Uruguay, además solicita en Buenos Aires al Poder Ejecutivo Nacional, que se dé impulso a la construcción del Puente.

**11-junio** Se realiza el 2do Taller PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE INTERNACIONAL SALTO-CONCORDIA.

**15-junio** Roberto Niez en una entrevista, comenta el Programa de Libre Comercio e Integración Vecinal Salto-Concordia, y pone de manifiesto que la fecha estimada para su puesta en vigencia podría ser en un transcurso de 10 años.

## **I.6. Plan de articulación**

A continuación se presenta en líneas generales, una propuesta para elaborar un plan de articulación para las diferentes instituciones y actores que participan o tienen influencia en la zona de frontera.

### **I.6.1. Definición de la misión**

Actualmente la claridad y voluntad política existente entre Argentina y Uruguay sobre la necesidad de promocionar toda la integración en la zona de frontera, facilita enormemente a los articuladores.

Los acontecimientos expuestos en, justifican ampliamente la realización de una propuesta preliminar que facilite una experiencia delimitada donde se pongan todos los instrumentos disponibles para lograr una forma de intervención en zona fronteriza que puedan ser la referencia para una réplica posterior en otras zonas.

En función de que las actividades ya están en marcha intentaremos realizar una propuesta para ser revisada y de modo que sirva de base para futuros proyectos. Por ello, intentaremos la concreción de una definición de visión, objetivos, metas y propuestas, a partir del marco jurídico existente.

## Visión

Las Direcciones de Cancillería (Asuntos Limítrofes) promueven una política de integración integral fronteriza programada a nivel nacional como herramienta que colabore con los planes de desarrollo de ambos países.

La *Misión* podría definirse de la siguiente manera:

Consolidar una política de estado en integración transfronteriza (internacional específica) en conjunto con las instituciones competentes con una coordinación sistemática con los organismos nacionales, locales y binacionales, con la articulación y promoción de la misma desde las dos cancillerías.

## I.6.2. Análisis F.O.D.A.

### Diagnóstico

a) Se identificaron las siguientes **fortalezas** internas:

- Contrapartes nacionales interesadas y determinadas a cumplir con la misión de integración en zona de frontera. Organismos centrales, Comités de frontera, municipios e intendencias.
- Organismos binacionales implantados y en funcionamiento (Organismos centrales, Comités de frontera, municipios e intendencias)
- Grupo de Integración Productivo del Mercosur como instrumento de organización y promoción
- La organización local de algunas instituciones
- Claridad en la formulación de las demandas.

b) También fueron identificadas las siguientes **debilidades** internas:

- Política de integración recientemente impulsada.
- Resistencias al cambio en algunas de las autoridades locales superposición y confusión de funciones.
- Dificultades en la articulación de las diferentes instituciones para implementar las políticas y medidas tomadas
- Falta de vinculación entre las diferentes áreas de intervención en zona de frontera
- Existencia de formalismo y burocracia.( trámites aduaneros, etc)
- Desconocimiento y falta de aplicación de las nuevas reglamentaciones.

- Falta de vinculación entre los aspectos de promoción y las habilidades y capacidades existentes en la zona.
  - Superposición y confusión de funciones.
- c) Como **oportunidades** se identificaron:
- Situación macro – económica.
  - Voluntad política de integración y confirmación de la validez del Mercosur como herramienta.
  - Situación política regional estable.
- d) Finalmente se pueden mencionar las siguientes **amenazas** que impiden o dificultan los logros:
- Dificultad institucional de coordinación al ser actores institucionales de dos realidades vecinas pero diferentes, determinadas en su mayor parte por un marco jurídico nacional en el caso de Uruguay, y provinciales, con un estatuto federal y autonomía en el caso de Argentina, en la provincia de Entre Ríos,
  - Resistencia al cambio,
  - Imagen y señales erróneas externas al ministerio,
  - “Personalización” de la función,
  - Competencia con los otros países en la integración productiva,
  - Cambios electorales con nuevas autoridades: falta de experiencia,
  - Sobreposición de funciones y roles externos a los mecanismos de integración existentes y del ministerio de Relaciones Exteriores (y afinar la metodología para lograr la integración)

## I.7. Medios de Transporte

En esta sección se mencionarán algunos antecedentes referidos a los medios de transporte en las últimas décadas.

### I.7.1. Situación del transporte como limitante del desarrollo

La provincia de Entre Ríos forma parte de la Mesopotamia Argentina, posee límites con varias provincias Argentinas y con la República Oriental del Uruguay. Tiene una extensión de 78.781  $km^2$ , esta dividida en diecisiete departamentos y cuenta con una población de 1.158.147 habitantes (Censo 2001). Las ciudades de mayor población

son Paraná (235.967 hab.) que es la capital provincial, luego la continúa Concordia (138.099 hab.) y en tercer lugar se encuentra Gualeguaychú (75.916 hab.).

Las características geográficas de la provincia, separada del resto del país por el río Paraná, produjeron un marcado aislamiento que se extendió hasta fines de la década de 1960 en que tienen su origen las grandes obras de infraestructura vial que facilitaron su integración. Hasta entonces, la única forma de comunicación se realizaba mediante la navegación tanto del río Paraná como del Uruguay, mediante las alternativas de servicios que ofrecían conectividad a diferentes localidades del país así como a la República de Uruguay. Esta fue la mejor forma de comunicación con que contó la región hasta la llegada del ferrocarril cuando en el año 1908.

### **Red Vial Carretera**

En 1932 se creó la Dirección Nacional de Vialidad responsable de llevar adelante la planificación, construcción, señalamiento y numeración de los caminos nacionales y fomentar la adopción de un sistema uniforme para todo el país. La provincia de Entre Ríos se vio beneficiada principalmente con el trazado de las rutas nacionales 12 y 14 que estructuraron la región mesopotámica de sur a norte, una, recostada sobre el río Paraná y la otra, sobre el río Uruguay. Sin embargo, la falta de calidad de las mismas se prolongó durante años y el asfaltado de los primeros tramos se inició en 1946. En 1989 el gobierno nacional decidió recurrir al sistema de concesión de obra pública para financiar el mantenimiento y mejoramiento de una parte de la red vial troncal. El programa que implicó la reparación, remodelación, ampliación y mantenimiento de 9.900 kilómetros de esa red, incluyó tramos de las RN 12 y 14. La primera década del siglo XXI encontró a la provincia desarrollando la autopista sobre el tramo sur de la RN 14.

La construcción del túnel subfluvial y de puentes, optimizaron la conectividad provincial integrándola a la nación así como a la República Oriental del Uruguay .

### **Red Vial Ferroviaria**

En 1993 los servicios ferroviarios interurbanos de pasajeros, como consecuencia de la política nacional imperante, fueron entregados a las provincias. Esa decisión motivó que el gobierno de Entre Ríos los suspendiera. A pesar de esa decisión y a cargo del Ferrolub Central Entrerriano de Villa Elisa, en 1995 comenzó a circular el tránsito histórico de Entre Ríos realizando un recorrido entre la localidad de Villa Elisa y Caseros desde donde se conecta a través de un servicio de ómnibus con el histórico Palacio San José.

Mediante el Decreto 1261/2004, el Estado Nacional resolvió re-assumir la prestación de los servicios interurbanos de transporte ferroviario de pasajeros cuyo trazado sea de carácter ínter jurisdiccional. Sin embargo, los servicios ferroviarios de pasajeros de carácter local, a desarrollar en el interior de las provincias, podrán ser prestados por

los gobiernos provinciales en cuyos territorios se asienten los ramales. A partir de esta decisión el ramal del ferrocarril General Urquiza que atraviesa la provincia de Entre Ríos con destino final en Posadas, provincia de Misiones, reinició sus servicios aunque sin contribuir aún a la mejora de su calidad.

### **Transporte Aereo**

El transporte aéreo atravesó por diferentes ciclos de postergación y suspensión de los servicios. Las ciudades de Paraná y Concordia fueron los destinos históricamente comprendidos en las rutas aéreas nacionales prestados por las empresas Aerolíneas Argentina/Austral aunque con recurrentes suspensiones alcanzando desde fines de la década de 1990 la suspensión definitiva.

En 1967 ante el aislamiento que presentaba Entre Ríos, el gobierno provincial decidió crear LAER (su primer nombre empleado hasta el año 1986 fue LAPER, Líneas Aéreas Provinciales de Entre Ríos), empresa que utilizaba aviones de pequeño porte.

En sus inicios brindó el servicio de correo entre Paraná, Villaguay, Concordia, Córdoba, Concepción del Uruguay, La Paz, Rosario y Buenos Aires. En 1973 suspende sus vuelos. En 1983 como consecuencia del cierre temporario de las comunicaciones a través del puente Zárate Brazo Largo y del Túnel Subfluvial, debido a las grandes inundaciones, la provincia estableció un servicio entre la ciudad de Gualeguay y Buenos Aires. Finalizada la catástrofe, los vuelos son suspendidos. En 1986 son reanudados brindando un servicio entre Paraná, Gualeguaychú y Buenos Aires. Años más tarde, sumó entre sus destinos a Goya y Reconquista. Desde 1998 amplió sus rutas a las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Chaco y Montevideo, en Uruguay. Desde el año 2002 suspendió sus servicios de forma intermitente. En 2006 administrada por la empresa Regional Argentina, reinició sus vuelos entre Paraná y Buenos Aires y Concordia y Buenos Aires.

A la fecha de hoy, Entre Ríos dispone de dos aeropuertos. El aeropuerto de Concordia Comodoro Pierrestegui que se encuentra a trece kilómetros de la ciudad; el mismo cuenta con una terminal de pasajeros de  $257m^2$  organizada en un solo nivel y arriban vuelos de cabotaje. El otro aeropuerto es General Justo José de Urquiza (de carácter internacional) el que se ubica a quince kilómetros del centro de la ciudad de Paraná. Cuenta con una terminal de pasajeros de  $3,400m^2$ . Existen además, otros trece aeródromos públicos menores. El primero no está concesionado y el siguiente es explotado por Aeropuertos Argentina 2000.

### **Otros medios de transporte**

El 8 de julio de 1991, los presidentes de Argentina y Uruguay firman un acuerdo de abastecimiento de gas natural argentino a la República Oriental del Uruguay, luego, el 23 de septiembre de 1996, en un texto de diez carillas, los presidentes de ambos países,

Menem y Sanguinetti, firman cuatro acuerdos, entre los cuales se destaca el *Complemento al acuerdo de abastecimiento de gas natural argentino a la ROU del año 1991*, hechos que a la fecha no se han concretado. Actualmente la ciudad de Salto no cuenta con gas natural, hecho que puede comprobarse por ejemplo en la industria gastronómica que usa hornos a leña, este será uno de los factores a considerar en el presente proyecto. Otro antecedente de este medio de transporte se da en las presentaciones del estudio de factibilidad realizado por orden del Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Uruguay, donde se consultaba al ministro de Transporte y Obras Públicas de Uruguay, Ing Lucio Cáceres, acerca de la posibilidad de incluir en el proyecto del puente vecinal, el pasaje del gasoducto de un país al otro, hecho que se consideraría en el estudio económico.<sup>13</sup>

Respecto a los medios de transporte de información, se puede mencionar que antes de iniciarse este siglo el Consejo Deliberante de Concordia trató varios proyectos de instalación de un servicio telefónico. En oportunidad de considerarse la solicitud de un empresario local para la instalación de una línea de teléfonos en la ciudad, se propuso modificar el proyecto, a los efectos de que contemplara la instalación de una línea de teléfonos que uniera a las ciudades de Concordia y Salto. Un año más tarde, en 1886, el consejo autorizó a la misma empresa para que instale una línea física de teléfonos uniendo las ciudades.

---

<sup>13</sup>Ver nota diario El Heraldó- 25 marzo de 1999.

## I.7.2. Movimientos de personas

A continuación se exponen los datos de movimientos mensuales de pasajeros que ingresan y egresan a alguno de los dos países a través del *punto de control* ubicado en la única vía terrestre (carretera - ferroviaria) actual que vincula las ciudades, es decir, es tránsito que circula por el puente sobre la Represa de Salto Grande. Los datos por un período de 10 años (1999 a 2009) fueron obtenidos de las autoridades que se encargan de los movimientos migratorios, principalmente la Dirección Nacional de Migraciones de Uruguay[3].

Los movimientos se encuentran clasificados por punto de control, y por nacionalidad del pasajero, esta información fue procesada para este trabajo, contabilizando únicamente los movimientos de personas que sean de alguna de las siguientes nacionalidades: Argentina, Uruguay, Brasileña, Chilena y Paraguaya de los cuales predominan las nacionalidades Argentina y Uruguay. Finalmente, luego de procesar los datos, a modo de validación, se los cruzó con la información que brinda la DNM del Ministerio del Interior (Argentina)<sup>14</sup> [4], de donde se comprueba muy poca diferencia, que se debe principalmente a que el movimiento de personas expuestos en las siguientes tablas corresponde a personas de las 5 nacionalidades mencionadas mientras que los valores de la DNM argentina corresponden a personas de todas las nacionalidades. Esta información se ampliará en el capítulo siguiente (INVENTARIO) donde se realiza un análisis más profundo, a su vez, esta información se usará en la elaboración de la matriz de origen y destino para la estimación de la demanda de transporte. (Ver figuras I.8 a I.13)

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Enero			Febrero			Marzo		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
<b>1999</b>	14767	11817	26584	7306	8584	15890	4999	6093	11092
<b>2000</b>	15380	10975	26355	9428	10979	20407	6258	6433	12691
<b>2001</b>	14387	12801	27188	9022	10220	19242	6000	5725	11725
<b>2002</b>	7180	6583	13763	5535	5958	11493	6012	5829	11841
<b>2003</b>	9867	8493	18360	6471	7738	14209	5295	6347	11642
<b>2004</b>	11563	8692	20255	6108	7718	13826	2884	3157	6041
<b>2005</b>	11585	9930	21515	6315	7634	13949	5416	5838	11254
<b>2006</b>	12489	9540	22029	14491	25856	40347	13526	16395	29921
<b>2007</b>	21085	17082	38167	16849	17964	34813	4254	4738	8992
<b>2008</b>	22910	16043	38953	12053	12190	24243	14240	12414	26654
<b>2009</b>	26210	19028	45238	19183	19013	38196	22403	23225	45628

<sup>14</sup>Fuente: asientos del Banco de Datos del Registro Nacional de Ingresos y Egresos de Personas al Territorio.

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Abril			Mayo			Junio		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
1999	6345	5718	12063	5798	6187	11985	4987	6349	11336
2000	6520	6720	13240	5091	5950	11041	5484	6010	11494
2001	9163	8943	18106	7736	7538	15274	6241	5692	11933
2002	4768	5378	10146	5454	5673	11127	5582	5716	11298
2003	7015	7425	14440	3613	3604	7217	4135	4346	8481
2004	5363	5600	10963	3103	3350	6453	2916	3154	6070
2005	3351	3878	7229	3974	4098	8072	3646	3630	7276
2006	16708	13972	30680	4782	5128	9910	3726	4416	8142
2007	3824	3868	7692	4603	4856	9459	4001	4472	8473
2008	12770	16132	28902	21001	28895	49896	17648	23020	40668
2009	25050	25105	50155	23171	22380	45551	20246	19585	39831

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Julio			Agosto			Septiembre		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
1999	11218	10203	21421	7205	7662	14867	6722	6409	13131
2000	10475	11018	21493	8252	7785	16037	7478	7332	14810
2001	13453	9721	23174	10496	10033	20529	8817	8298	17115
2002	8529	7994	16523	6240	6185	12425	5431	5362	10793
2003	8326	7481	15807	6334	7240	13574	5298	5395	10693
2004	5752	5893	11645	4275	4841	9116	4303	4603	8906
2005	7694	6830	14524	5284	5179	10463	5354	5496	10850
2006	8401	7774	16175	6224	6123	12347	6354	6300	12654
2007	3663	3903	7566	5776	5707	11483	8144	7057	15201
2008	24349	27695	52044	23357	26297	49654	17414	21018	38432
2009	24005	22539	46544	25425	25577	51002	32539	29259	61798

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
1999	6898	7121	14019	5799	5900	11699	6158	5021	11179
2000	7333	8184	15517	7266	6930	14196	9615	7091	16706
2001	10241	8634	18875	8301	6493	14794	6214	6210	12424
2002	6045	6131	12176	5270	5058	10328	6751	5376	12127
2003	6466	6339	12805	3098	3344	6442	5270	3531	8801
2004	4476	4225	8701	3797	4577	8374	5089	3763	8852
2005	6108	6561	12669	4744	5051	9795	7356	4496	11852
2006	6272	8894	15166	6329	6074	12403	12296	6399	18695
2007	8113	7098	15211	8038	7410	15448	12821	6656	19477
2008	20179	22281	42460	18332	21440	39772	20681	18413	39094
2009	38636	36133	74769	30555	28054	58609	31464	27381	58845

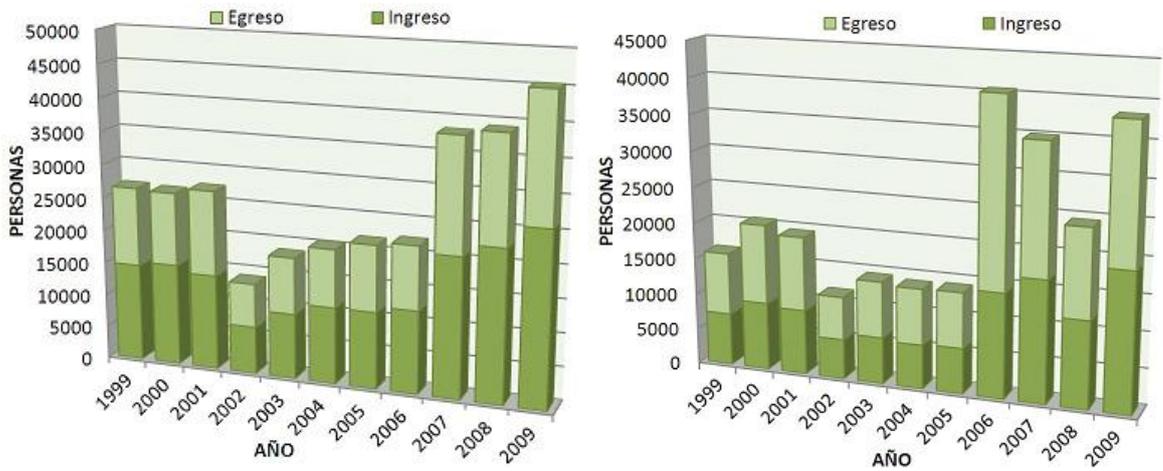


Figura I.8: Movimiento durante meses de Enero y Febrero

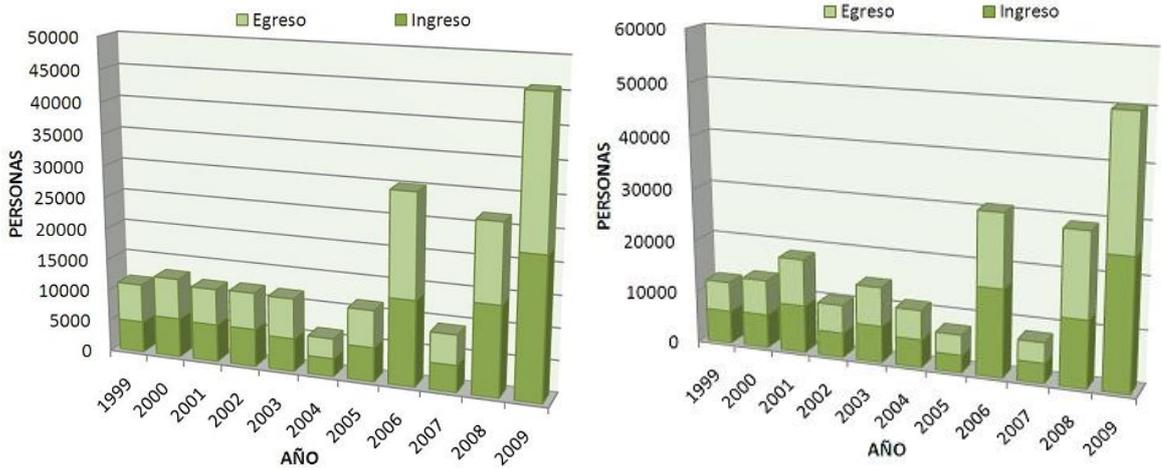


Figura I.9: Movimiento durante meses de Marzo y Abril

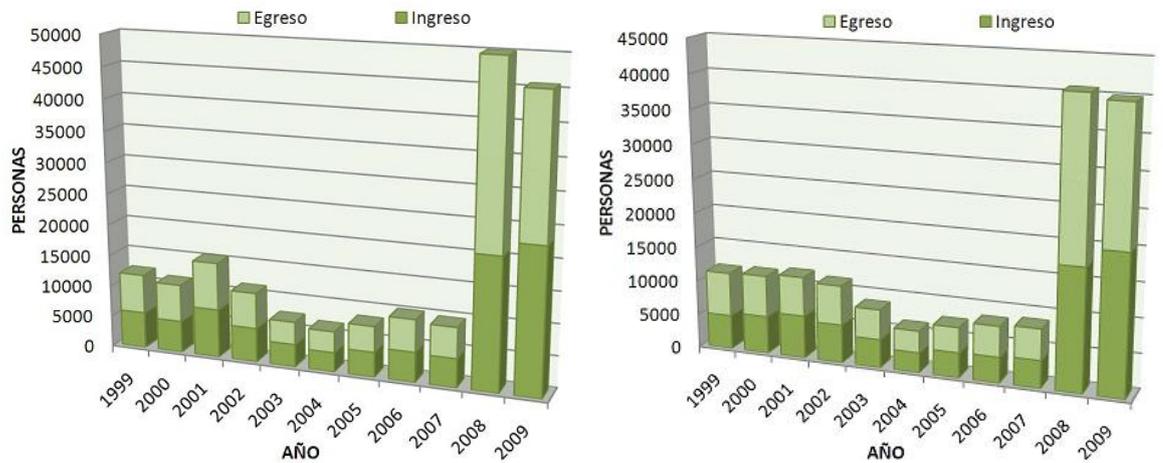


Figura I.10: Movimiento durante meses de Mayo y Junio

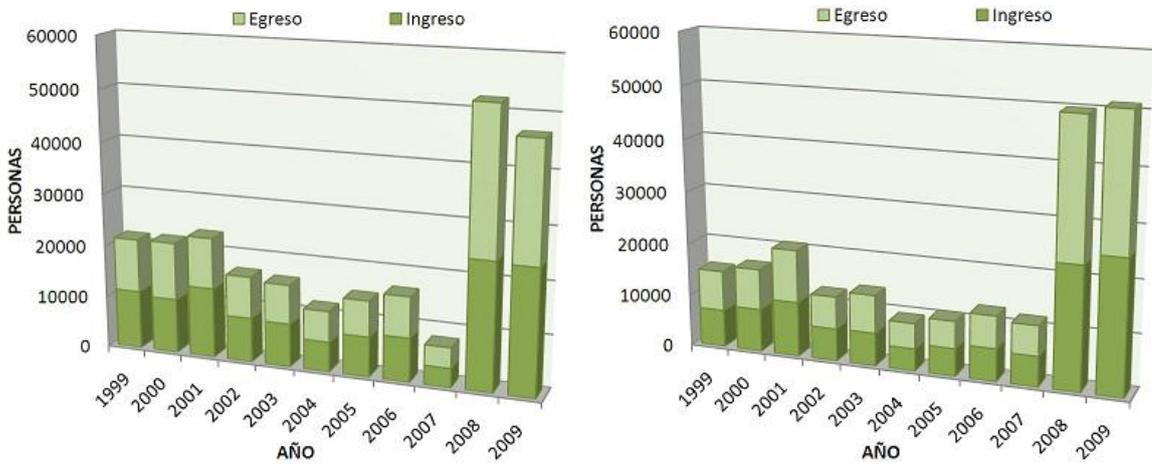


Figura I.11: Movimiento durante meses de Julio y Agosto

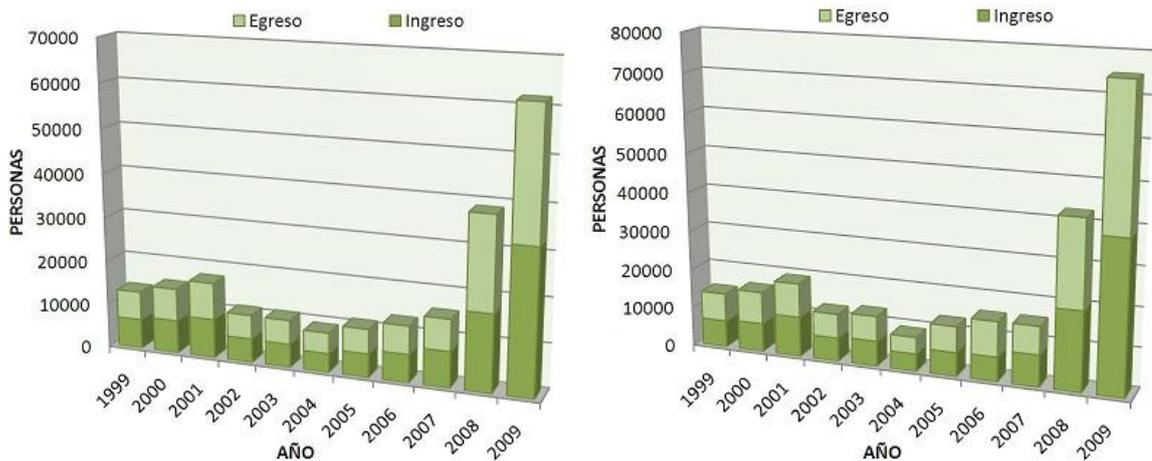


Figura I.12: Movimiento durante meses de Septiembre y Octubre

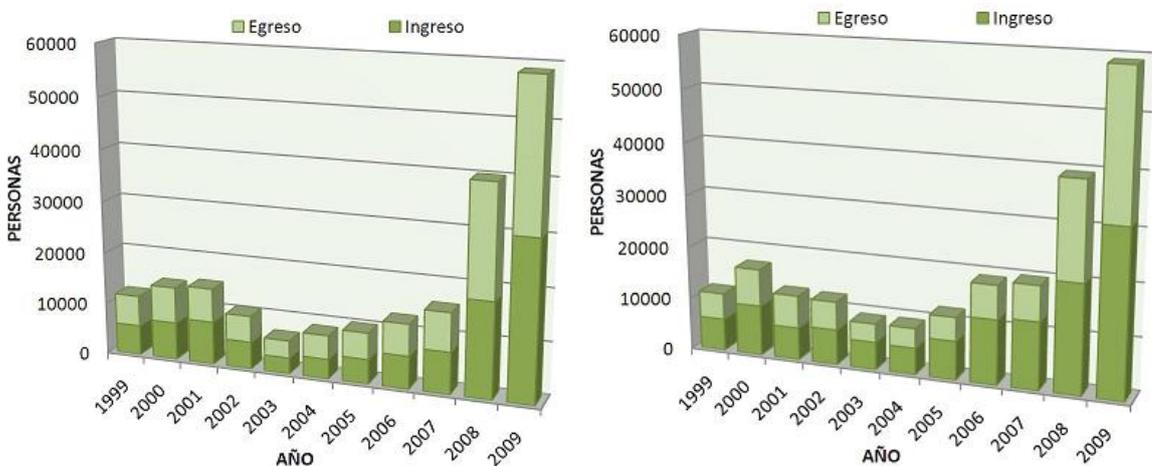


Figura I.13: Movimiento durante meses de Noviembre y Diciembre

## I.8. Población

El departamento de Concordia cuenta con  $3.683\text{km}^2$  de extensión y para el año 1991 contaba con una relación de 37 habitantes por  $\text{km}^2$ , por otra parte, el departamento de Salto con  $14.163\text{km}^2$ , que en 1996 registra una densidad de población de  $8\text{ hab}/\text{km}^2$  y una superficie superficie del departamento cuatro veces mayor al anterior.

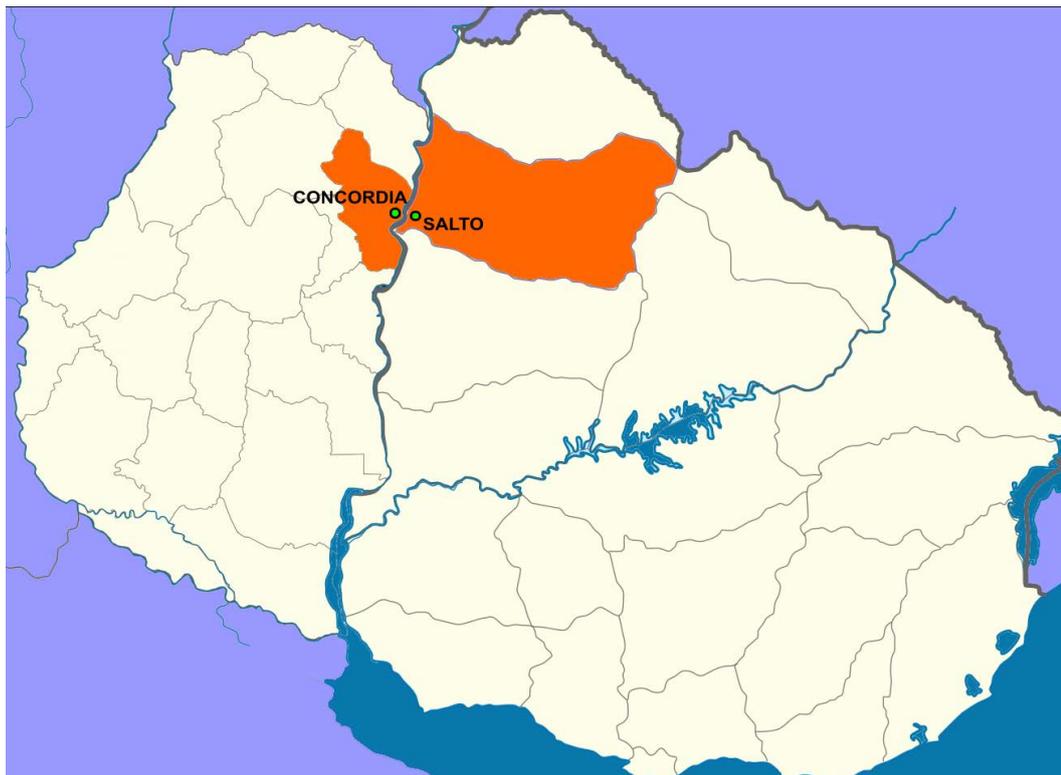


Figura I.14: Microregión Concordia - Salto

En cuanto a la organización político-administrativa de los departamentos que se estudian, se tiene:

- El departamento de Concordia circunscripto en el gobierno provincial - Entre Ríos - y formando parte de un sistema federativo nacional en Argentina, es decir, articulado entre tres niveles de conducción y decisión política.
- El departamento de Salto formando parte de un sistema unitario nacional, materializada en la forma del Estado uruguayo. Un escenario articulando en dos niveles fundamentales de conducción y decisión política, el ámbito de la administración departamental y el ámbito estatal nacional de gobierno, que actualmente se encuentra en un lento proceso de descentralización.

El espacio local referido al municipio de Concordia tiene una superficie de  $226\text{ km}^2$ . La densidad de población de  $542\text{ hab}/\text{km}^2$  por el año 1997, indica una alta concentración de población en este entorno urbano. Comparando esta situación respecto a la localidad

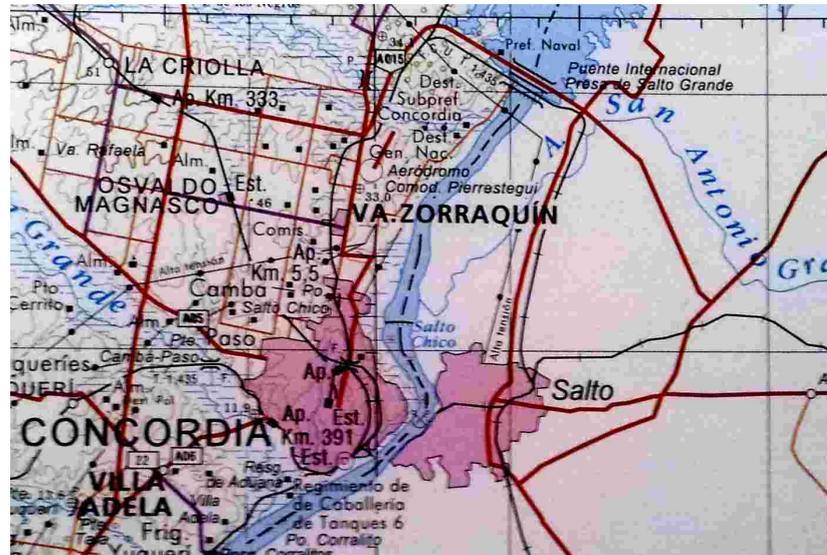


Figura I.15: Comparación superficies de localidades, Concordia y Salto.

de Salto-ciudad + territorio-adyacente, se puede establecer igual porción de superficie, que da para el año 1996 una densidad equivalente a  $421hab/km^2$ .

Actualmente, la densidad de población en Concordia es de  $753hab/km^2$  (2010), la densidad equivalente para la ciudad de Salto y territorio adyacente ( $226km^2$ ) es de  $518hab/km^2$  (2011).<sup>15</sup>

Este indicador aporta una idea de la importante distribución de personas en el territorio objeto de estudio, y en ese sentido puede suponer la existencia de fuertes intercambios sociales, comunicación de experiencias y circulación de conocimientos, sobre esta dimensión micro-espacial particularmente dinámica.

La incidencia que tiene este hecho sobre el desarrollo de las respectivas sociedades locales, es que la concentración de población y actividades económicas productivas en la dinámica del territorio, representa un conglomerado de población y actividades que sí bien puede realizar importantes aportes al desarrollo de las sociedades en la microregión, también representan una fuente de demanda por servicios y generan una carga ambiental, producto del más intenso uso de los recursos naturales la ocupación del suelo con fines de residencia y producción.

Desde el punto de vista geográfico la microregión se encuentra representada hacia el lado oriental de la costa del río Uruguay, por la porción de territorio perteneciente al departamento de Concordia, que comprende al municipio <sup>16</sup> y áreas adyacentes de los municipios de La Criolla, Osvaldo Magnasco, Calabacilla mas Estancia Grande y Estación Yerúa que en conjunto suman un total de 180.368 habitantes.

<sup>15</sup>Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE) - Censos 2011 - Uruguay, INDEC - Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 - Argentina.

<sup>16</sup>En la provincia de Entre Ríos se considera "municipio" a todo centro de población que en una superficie de  $75 km^2$  contenga más de 1.500 habitantes.

Por la costa oriental, la porción del departamento de Salto que incluye además de la ciudad de Salto las localidades de: Arenitas Blancas; Colonia 18 de Julio; Parque José Luis (Salto Grande); Colonia Garibaldi; Barrio Albisu; San Antonio; Termas del Daymán. Representan en conjunto un total de 124.878 personas residentes para ese mismo año (2011).

En la actualidad Salto se ha convertido en uno de los espacios locales más dinámicos del litoral, en cuanto a características de localización de actividades económicas productivas. Por ejemplo, registrando sistemáticamente una de las tasas de desocupación más bajas e igualmente bajos índices de violencia y crimen, aspectos que resultan altamente positivos especialmente asociados con las actividades productivas que articulan con los mercados externos, caso del turismo termal y otras modalidades vinculadas con las tendencias de tercerización en la recomposición interna del sistema económico local y regional. A juzgar por la configuración y ordenamiento territorial se puede decir que, en general, el departamento y, en particular, la ciudad de Salto, cuentan con buena accesibilidad, conectividad e integración de los movimientos de personas, empresas y productos, dados por el trazado de los ejes viales y puentes internacionales y nacionales, sistemas de transportes por carretera.

### **I.8.1. Principales rasgos de la microregión Concordia-Salto.**

Aquí se realiza un resumen de los rasgos más destacados en las distintas dimensiones - según el conjunto de datos cuantitativos correspondiente a la información estadística mostrada anteriormente - en el territorio de Concordia-Salto.

#### **Rasgos sociodemográficos**

En la microregión, estos procesos se caracterizan en primera instancia por:

- Una tendencia de crecimiento de la población de ritmo acelerado en las zonas urbanas y fundamentalmente de las capitales departamentales con sus entornos de inmediación.
- Alta concentración de población en las ciudades capitales y sus espacios próximos. Fenómeno que se observa más acentuado en Concordia, 45 % más en intensidad respecto a lo expresado en Salto.
- De acuerdo a las tasas de crecimiento, la población urbana del departamento de Concordia crece en forma ascendente a niveles y ritmo más importantes que en Salto.

#### **Rasgos socioculturales**

- Existen unas buenas condiciones de dotación y prestación escolar en la microregión, y aunque tiene aspectos por mejorar constituye un sólido sistema de apoyo

para procesos de superación y mejoramiento sociocultural, principalmente en los primeros años de instrucción.

- En la microregión, Concordia dispone significativamente de una mayor proporción de población con nivel de primaria completa. Situación que se repite con relación a la educación secundaria.
- Respecto a la formación Universitaria, Salto cuenta con una mayor proporción de población con estudios completos.

### Condiciones de vida y salud

- Con relación a la atención en salud y respecto a la situación existente entre las localidades, contrasta el hecho de que la población de la ciudad de Salto tiene significativamente mayor acceso a servicios de salud.
- En la ciudad de Salto en torno a nueve de cada diez habitantes tiene cobertura en salud, mientras que en el Municipio de Concordia seis de cada diez residentes tienen acceso a ese servicio.

## I.9. Parque Automotor

Para el departamento de Salto, se dispone de la información del parque automotor al año 2011.<sup>17</sup> Para la ciudad de Concordia, se dispone de los valores para la última década. Debido a que la tasa de crecimiento del parque automotor esta estrechamente ligada al crecimiento de del P.B.I y al ingreso per-capita de la población, en los últimos años ha tenido variaciones acentuadas al ritmo de las fluctuaciones económicas de Argentina. Con lo que resulta difícil establecer una proyección a largo plazo para las tasas de crecimiento. Esta información se mostrará en el capítulo siguiente, junto a las consideraciones que se tuvieron para realizar las respectivas proyecciones.

---

<sup>17</sup>Fuente: Anuario Estadístico de Transporte 2013

## Bibliografía

- [1] Diario "El Litoral". "Concordia - Salto". Año 111 - Nro.25019.
- [2] G., Ampliación de la conciencia de pertenencia: hacia una autoidentificación regional, en *Identidad, Integración y Creación Cultural en América Latina*. pp. 353-417, Capítulo 12, "El desafío del MERCOSUR", Ed. Belgrano/ Unesco, Buenos Aires, 1997.
- [3] Fernández Saldaña, J. – Miranda, C., op. cit., p. 38.
- [4] ACEVEDO, Eduardo. 1959. José Artigas. Su obra cívica. Montevideo: Imprenta Atenas.
- [5] <http://www.diariojunio.com.ar/noticias.php?ed=1&di=0&no=9795>, 2005.
- [6] <http://www.diariojunio.com.ar/noticias.php?ed=1&di=0&no=979>
- [7] Medina L. M, Recopilación Histórica de Concordia. Editores del Litoral Srl., Concordia, Argentina, 1977. p. 105.
- [8] "Espacios fronterizos e identidad. Tensiones y estrategias político-culturales en la ciudad de Concordia". Marcela Alejandra País Andrade. RUNA XXXI, (2), pp 175-190, 2010 FFyL - UBA - ISSN 0325-1217.
- [9] <http://www.anp.com.uy/>
- [10] Gabriel Ríos Gonçalves, *Identidad, Cultura y Desarrollo de fronteras, Microregión Salto (Ur.) – Concordia (Arg.)*, Editorial Academica Espanola ( 08.07.2013 ), ISBN-13:978-3-8484-6961-1
- [11] Fernández Moyano - Vique, R., *Breve Historia de Salto: su gente y sus historias*. Realizado por Impresora Salto, Tipografía Oriental, Arlos S.A, Salto, Uruguay, 1991. p. 377.
- [12] Medina, L. M. op.cit., p. 125.
- [13] [www.turismoconcordia.com.ar](http://www.turismoconcordia.com.ar)
- [14] Noticia Diario PRENSA - 2010
- [15] <http://www.dnm.minterior.gub.uy/>
- [16] <http://www.migraciones.gov.ar>

## II. Inventario

### II.1. Aspectos Generales

En el presente capítulo, se brinda la información necesaria de ambas ciudades, desde el año 2006 hasta la actualidad, a fin que permita realizar un estudio de los distintos aspectos críticos que hoy presentan. Se detallarán los antecedentes que tengan relación con el proyecto en cuestión y su área de influencia, como son la recopilación de las diferentes obras, construcciones, y estudios existentes del puente interurbano. Elementos que permitan identificar y caracterizar el lugar de emplazamiento, incluyendo la detección de aspectos ambientales críticos.

Cabe mencionar, que en los estudios existentes referidos al Puente Interurbano que se mencionarán mas adelante, se enfocarán los datos al las dos alternativas que se eligieron como las más convenientes, tal y como lo dice el acta acuerdo por el puente vecinal del día 6 de febrero de 2004, que firmaron los municipios de Concordia y Salto donde se ponen de acuerdo acerca de las cabeceras del lado argentino, y uruguayo respectivamente (ver figura II.8 en la sección de este capítulo: CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE AMPLAZAMIENTO), las cuales corresponden a:

- En la margen derecha el Bv. San Lorenzo y en la margen izquierda próximo a la Av. Harriague,
- En la margen derecha Bv. Salto Uruguayo y en la margen izquierda la Av. Paraguay.

### II.2. Características de Concordia

#### II.2.1. Límites

Como se puede ver en la figura II.1, la ciudad de Concordia, capital del departamento, limita al Norte con el departamento de Federación, al Sur con el departamento de Colón, al Este con el Río Uruguay que la separa de Salto, República Oriental del Uruguay, y al Oeste con el departamento de Federal y San Salvador. La superficie total del departamento es de  $3.410km^2$ .

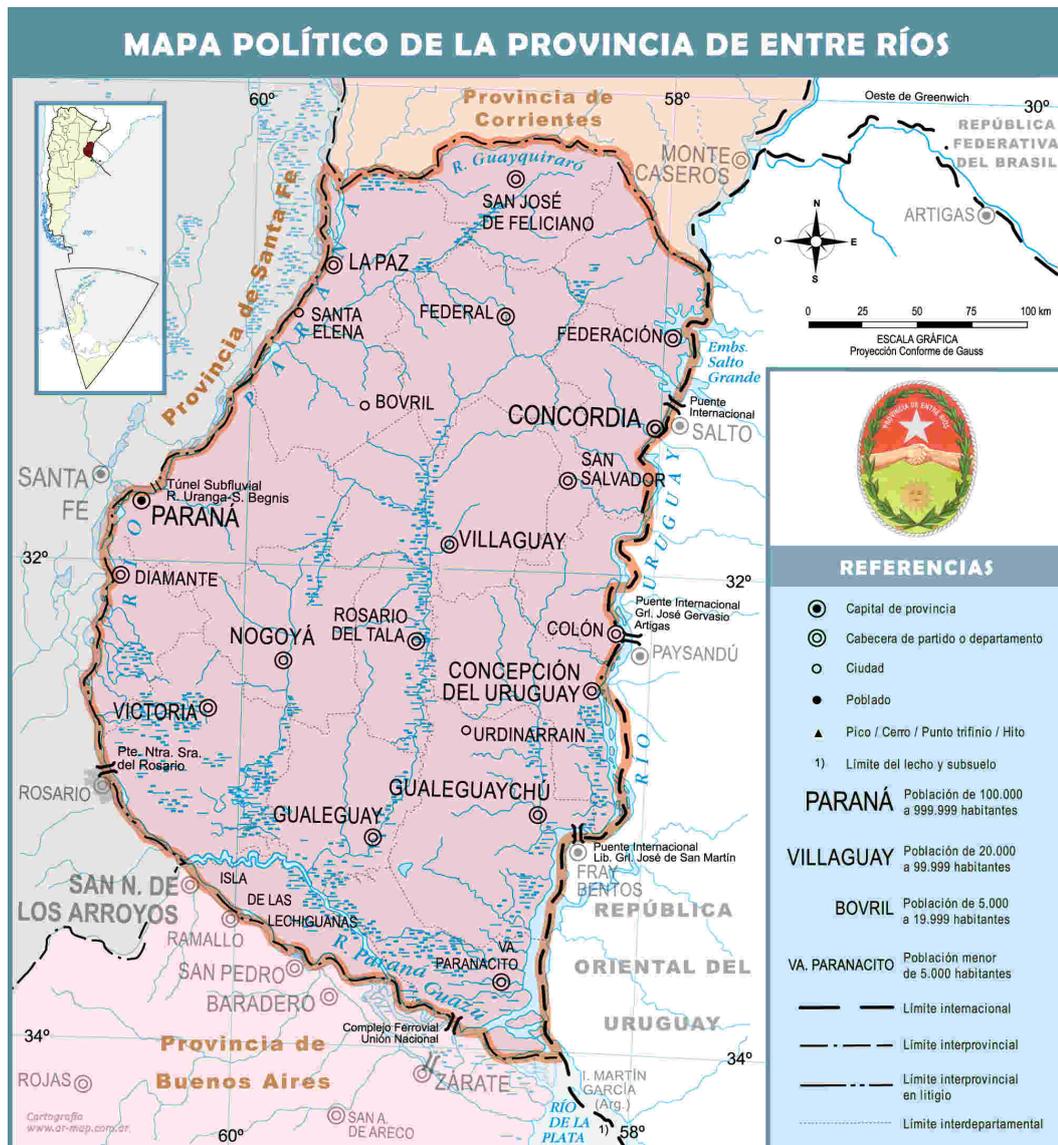


Figura II.1: Mapa político de la provincia de Entre Ríos-Argentina

## II.2.2. Principales vías de comunicación

Conforma un importante nodo vial, la red de rutas pavimentadas<sup>1</sup> que conectan Concordia con los centros más importantes del país son:

- a) La Ruta Nacional N°14 que corre paralela al río Uruguay, vincula toda la región mesopotámica y conecta hacia el sur con las ciudades entrerrianas de Colón, Concepción del Uruguay, Gualeguaychú y a través del puente Zarate - Brazo Largo, con la provincia de Buenos Aires y Capital Federal a 451 Km de distancia, recorriendo la Rutas Nacionales N°12 y N°14.

<sup>1</sup>Ver figura II.2, fuente: Instituto Geográfico Militar, Mapa Proyección conforme de Gauss

También vincula los países del Mercosur incluyendo la conexión con la ciudad de Salto-Uruguay por la Ruta Nacional AU-015, a través del Puente Internacional de la Represa de Salto Grande, ambas ciudades están separadas a 40Km medidos desde sus respectivos centros urbanos.

Hacia el norte sirve de acceso a Federación, Chajarí internándose luego en la provincia de Corrientes hasta llegar a Misiones, y con los Países limítrofes Paraguay y Brasil.

- b) Ruta Nac. N°18 que conecta la ciudad de Concordia con la capital provincial, Paraná, de la que dista aproximadamente 262 Km. A través del túnel subfluvial se accede a Santa Fe y Córdoba entre otras ciudades importantes.

Con la ciudad de Rosario se comunica a través del nuevo puente Nuestra Señora del Rosario inaugurado en el 2004 pasando por la ciudad de Victoria, en nuestra provincia.

- c) Las Ruta Provinciales N°4 y N°22 permiten la vinculación con la región centro-Norte de la provincia de Entre Ríos.

		Cuadro de distancias [km]															
Salida	/ Destino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Buenos Aires		330	301	438	516	518	478	234	240	526	470	320	364	487	430	388
2	Colón	330		44	121	618	190	170	178	104	278	290	468	11	288	110	32
3	C. del Uruguay	301	44		145	628	214	199	150	76	298	268	478	40	295	129	62
4	Concordia	438	121	145		627	85	70	281	205	251	261	477	110	297	120	112
5	Córdoba	516	618	628	627		712	675	602	659	504	360	516	673	349	515	697
6	Chajarí	518	190	214	85	712		51	348	274	207	300	562	180	382	189	185
7	Federación	478	170	199	70	675	51		335	279	249	315	525	159	345	174	165
8	Gualedguay	234	178	150	281	602	348	335		86	301	226	452	175	261	175	207
9	Gualedguaychú	240	104	76	205	659	274	279	86		328	322	385	100	329	190	121
10	La Paz	526	278	298	251	504	207	249	301	328		168	378	269	174	168	232
11	Paraná	470	290	268	261	360	300	315	226	322	168		210	239	30	155	222
12	Rosario	320	468	478	477	516	562	525	452	385	378	210		210	167	365	490
13	San José	364	11	40	110	673	180	159	175	100	269	239	210		300	101	21
14	Santa Fé	487	288	295	297	349	382	345	261	329	174	30	167	300		185	324
15	Villaguay	430	110	129	120	515	189	174	175	190	168	155	365	101	185		71
16	Villa Elisa	388	32	62	112	697	185	165	207	121	232	222	490	21	324	71	

Constituye también un importante nodo ferroviario, al que ingresan vías férreas provenientes de Misiones, Corrientes, Concepción del Uruguay, Villaguay, Paraná, Basavilaso y la Rep. Oriental del Uruguay, que son parte del viejo Ferrocarril Urquiza, cuya trocha nace en Asunción del Paraguay y termina en la Estación F. Lacroze en la ciudad de Buenos Aires.

Concordia dispone de un aeropuerto (*Comodoro Pierrestegui*) que se encuentra a 13km de la ciudad, el mismo cuenta con una terminal de pasajeros de 257m<sup>2</sup> organizada en un solo nivel. Actualmente no está habilitado para vuelos regulares, únicamente para recibir charters de empresas privadas.

El puerto de Concordia actualmente no tiene actividad comercial, solo es un puerto con servicio de lanchas de pasajeros hacia la ciudad de Salto. Como se vio en el capítulo

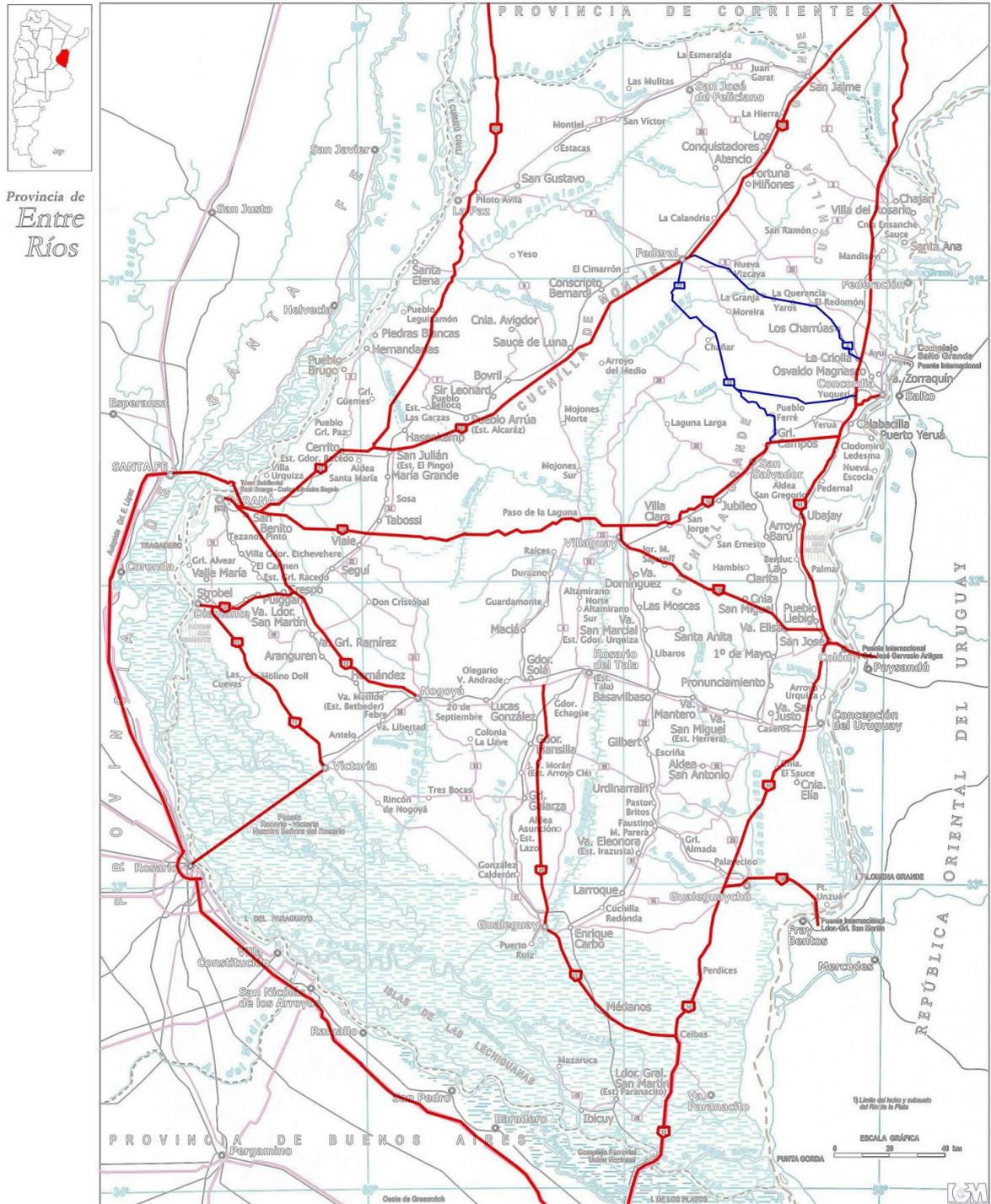


Figura II.2: Red Vial de la Provincia

anterior, esta vía de comunicación fue muy utilizada en años anteriores, pero en la actualidad ha sido desactivado a pesar de las gestiones de diferentes entidades que solicitan su reactivación. Cabe destacar que el río Uruguay es navegable hasta el Puerto de Concordia. Solo requiere del dragado del canal, obra a concretarse en 2015. Por otra

parte el balizamiento de los pasos de Corralito y Hervidero, proyecto a cargo de la CARU y finalizado hacia fines del 2011, requiere el correspondiente mantenimiento debido a las fluctuaciones del río, particularmente las grandes crecientes en los últimos años, hoy día el balizamiento se repara y mantiene con mayor frecuencia.

### II.2.3. Turismo

Reconocida en el país desde 1963 como Capital Nacional de la Citricultura, Concordia también es popular por sus complejos termales, sus playas, la variada vegetación y la cordialidad de sus pobladores. Con más de 160.000 habitantes, brinda diversos atractivos como por ejemplo el Parque San Carlos, el Jardín Botánico, los Museos, la Represa de Salto Grande, las Playas sobre el río, arroyos y el Lago, la Costanera, la concurrida Peatonal y muchísimas otras seductoras propuestas para el ocio y la recreación.[13]

En sí, Concordia es una típica ciudad del interior, con la belleza particular que poseen las localidades costeras, lo que la transforma en sitio elegido para descansar en el marco agreste y natural que la conforma.

El centro cívico de Concordia es el punto de partida para todos los circuitos que se pueden realizar. La plaza 25 de Mayo, el Palacio Municipal, el Museo Regional, el Museo de Artes Visuales y la peatonal son las áreas de la ciudad más concurridas por los turistas que la visitan.

La costanera, al este del lugar, invita a ser recorrida deslumbrando a quien la visita por poseer interesantes sitios de esparcimiento. La práctica de deportes náuticos y la pesca deportiva del dorado, surubí, tararira, pejerrey, boga y anguila son las actividades más elegidas para desarrollar en este sector.

Concordia posee un complejo termal con aguas que surgen de los 1170 metros de profundidad, a  $46^{\circ}C$  con un alto contenido mineral, que hacen que sea el sitio ideal para quienes desean escapar de las grandes metrópolis, encontrando el recreo y la tranquilidad que brinda la naturaleza pródiga.

A 15 minutos del centro de la ciudad el visitante puede acceder al Balneario Vertiente de la Concordia, disfrutar de un predio de 25 Has. rodeado de tupidas arboledas e ingresar a la zona de playa para pasar gratos momentos familiares desde su ribera.

Otro sitio de interés turístico es el Parque Rivadavia, en cuyo interior se encuentran las ruinas del Castillo de San Carlos, erigido en 1888, además de obras escultóricas de notable envergadura.

A 21 km. de la ciudad se encuentra el Complejo Hidroeléctrico argentino-uruguayo Salto Grande que cautiva la atención del visitante por la magnífica obra de ingeniería.

## **II.3. Actividades - Demanda de viajes**

Se puede clasificar la demanda según el motivo del viaje urbano, entre los motivos prevalecen los siguientes:

- a) Educación
- b) Trabajo
- c) Compras
- d) Paseo con fines específicos
- e) Paseo en general

### **II.3.1. Viajes por educación o trabajo**

Estos tipos de viajes, poseen importante rigidez en el tiempo. De modo que al introducir una nueva alternativa de transporte, no es razonable pensar que los habitantes cambien a corto plazo de trabajo o institución educativa. Sin embargo, a largo plazo, es de esperar que el cambio que impondría el proyecto, permitiría que los ciudadanos locales tengan un mayor número de alternativas al momento de elegir sea por primera vez o por cambios en su situación, como son por ejemplo la elección de universidad, empresa ó lugar de trabajo, entre otros.

### **II.3.2. Viajes por motivo de ocio**

Para estos viajes, se deben tomar las zonas de atracción como alternativas, y luego agregar las nuevas zonas de atracción disponibles, que corresponden a las de la ciudad vecina. Estos 3 últimos motivos conllevan una importancia significativa, ya que son los que en función de las atracciones de los diferentes destinos, aumentarían a corto plazo el flujo de tránsito generado por el cambio de destino.

## **II.4. Modo de transporte interurbano**

Actualmente los modos de transporte interurbano utilizados para trasladarse desde un centro urbano al otro se puede clasificar en dos:

- Modos públicos
- Modos privados

### II.4.1. Modos públicos

Los modos públicos disponibles para que se realice el cruce del río Uruguay están constituidos por las lanchas que unen los puertos de Concordia y Salto, un servicio de ómnibus por sobre la Represa de Salto Grande, y un servicio de tren por sobre el puente Salto Grande.

A través de las entrevistas realizadas a las empresas que prestan el servicio, se presentan las siguientes características para estos modos de transporte.

#### Viajes en lancha entre los puertos de Concordia y Salto

El servicio de lanchas entre ambos puertos cuenta con 4 viajes diarios en sentido Concordia-Salto, y 5 viajes en sentido Salto-Concordia. La duración del viaje (incluyendo acceso/egreso de terminales) es de 30 minutos, cuya mitad corresponde a tiempos de esperas y/o demoras. El costo a la fecha es de \$15,00 (pesos argentinos) por pasajero, y una tarifa de \$7,00 (pesos argentinos) para menores (de 3 a 10 años)<sup>2</sup>. Para la ocupación promedio de este servicio, se puede obtener a partir del dato brindado por Prefectura y la DNM<sup>3</sup>, respecto al movimiento mensual de pasajeros:

- 1900 pasajeros que salen del puerto de Concordia,
- 1800 pasajeros que entran al país (Argentina) a mediante este punto de control.

Cabe destacar que al año 1998 fecha en la que se realiza el estudio del Consorcio SALCON, referido a la interconexión Vial Salto-Concordia, se relevó el movimiento de pasajeros en esos últimos 5 años (1993-1998) mostrando un total de 27.000 pasajeros/año, comparando el valor con el movimiento mensual relevado en 2012 que es de 45.000 pasajeros/año, se aprecia un incremento del 65 %. La ocupación media de cada viaje en la actualidad es de 15 pasajeros/viaje.

Los horarios de salidas para viajes en lancha son:

#### Concordia - Salto

8:35 - 12:00 - 15:00 - 18:30 (lunes a viernes)

8:35 - 12:00 - 15:15 - 18:45 (sábados y feriados)

#### Salto - Concordia

8:35 - 10:00 - 11:45 - 15:00 - 18:30 (lunes a viernes)

9:00 - 12:15 - 15:00 - 18:30 (sábados y feriados)

El servicio se interrumpe a lo largo del año los días: Domingos, viernes santos, 1ro de Mayo, Navidad y Año Nuevo.

<sup>2</sup>Los datos corresponden a una entrevista realizada en enero de 2012

<sup>3</sup>La Prefectura Naval Argentina como Autoridad Portuaria, y DNM corresponde a la Dirección Nacional de Migraciones.

### Viajes en ómnibus por sobre la Represa de Salto Grande

Actualmente el servicio de ómnibus Salto-Concordia es realizado por diferentes empresas, La empresa argentina FLECHA BUS con los siguientes horarios:

**Salto - Concordia** 14:00 y 20:30 hs (Lunes a Sábado)

**Concordia - Salto** 11:30 y 18:30 hs (Lunes a Sábado)

La empresa uruguaya CHADRE

**Salto - Concordia** 08:00 y 14:00 hs (Lunes a Sábado)

**Concordia - Salto** 12:00 y 18:00 hs (Lunes a Sábado)

La frecuencia de los viajes es de 4 por día en cada sentido (8 viajes totales), y el precio del pasaje es de \$20,00<sup>4</sup>.

### Tren Binacional: “Tren de los Pueblos Libres”

Luego de la cumbre binacional “El Tren de los Pueblos Libres” [14] volvió a rodar hacia la ciudad de Salto, desde Concordia. La frecuencia de ese servicio, es de 3 veces por semana, el mismo parte de la ciudad de Pilar (Bs.As.) a las 8:30hs y que llega a Concordia a las 16:00hs de donde parte hacia Salto, estación a la que arriba a las 17:30hs. En cuanto a los costos del pasaje (ver figura II.4): Pilar-Concordia \$80.00 ; Concordia-Paso de los Toros (ROU) \$40.00 y Concordia-Salto \$10:00. En rigor, actualmente es el más barato de los transportes hacia la ciudad de Salto.



Figura II.3: Tren Binacional cruzando el puente carretero-ferroviario sobre la Represa de Salto Grande

<sup>4</sup>La tarifa corresponde a enero de 2012

**Tarifas**  
 Pasajes Ida  
 En Pesos Argentinos

**Tren Binacional ARGENTINA URUGUAY**  
[www.trenbinacional.com](http://www.trenbinacional.com)

**TARIFAS PROMOCIONALES**

	Constitución (FF.CC. Roca)	C. Pellegrini esq. Sta. Fe	Retiro (FF.CC. Mitre)	El Motivo	Pilar	Zárate	E.Carbo	Urdinarrain	Basavilbaso	Villaguay E	San Salvador	Concordia	Salto	Quebracho	Paysandú	Guichón	Paso de Los Toros
Constitución (FF.CC. Roca)							\$ 45	\$ 60	\$ 65	\$ 80	\$ 90	\$ 100	\$ 112	\$ 114	\$ 120	\$ 135	\$ 150
C. Pellegrini esq. Sta. Fe							\$ 45	\$ 60	\$ 65	\$ 80	\$ 90	\$ 100	\$ 112	\$ 114	\$ 120	\$ 135	\$ 150
Retiro (FF.CC. Mitre)							\$ 45	\$ 60	\$ 65	\$ 80	\$ 90	\$ 100	\$ 112	\$ 114	\$ 120	\$ 135	\$ 150
El Motivo							\$ 45	\$ 60	\$ 65	\$ 80	\$ 90	\$ 100	\$ 112	\$ 114	\$ 120	\$ 135	\$ 150
Pilar							\$ 35	\$ 50	\$ 55	\$ 70	\$ 80	\$ 90	\$ 102	\$ 104	\$ 110	\$ 125	\$ 140
Zárate							\$ 25	\$ 40	\$ 45	\$ 59	\$ 69	\$ 79	\$ 96	\$ 100	\$ 106	\$ 121	\$ 136
E.Carbo	\$ 45	\$ 45	\$ 45	\$ 45	\$ 35	\$ 25		\$ 16	\$ 21	\$ 35	\$ 45	\$ 54	\$ 62	\$ 67	\$ 92	\$ 107	\$ 132
Urdinarrain	\$ 60	\$ 60	\$ 60	\$ 60	\$ 50	\$ 40	\$ 16		\$ 10	\$ 24	\$ 35	\$ 44	\$ 54	\$ 69	\$ 84	\$ 99	\$ 124
Basavilbaso	\$ 65	\$ 65	\$ 65	\$ 65	\$ 55	\$ 45	\$ 21	\$ 10		\$ 20	\$ 32	\$ 40	\$ 50	\$ 65	\$ 80	\$ 95	\$ 120
Villaguay E	\$ 80	\$ 80	\$ 80	\$ 80	\$ 70	\$ 59	\$ 35	\$ 24	\$ 20		\$ 11	\$ 20	\$ 32	\$ 47	\$ 62	\$ 81	\$ 100
San Salvador	\$ 90	\$ 90	\$ 90	\$ 90	\$ 80	\$ 69	\$ 45	\$ 35	\$ 32	\$ 11		\$ 12	\$ 24	\$ 39	\$ 54	\$ 73	\$ 92
Concordia	\$ 100	\$ 100	\$ 100	\$ 100	\$ 90	\$ 79	\$ 54	\$ 44	\$ 40	\$ 20	\$ 12		\$ 12	\$ 27	\$ 40	\$ 59	\$ 90
Salto	\$ 112	\$ 112	\$ 112	\$ 112	\$ 102	\$ 96	\$ 57	\$ 47	\$ 45	\$ 31	\$ 21	\$ 12		\$ 15	\$ 30	\$ 41	\$ 70
Quebracho	\$ 114	\$ 114	\$ 114	\$ 114	\$ 104	\$ 100	\$ 67	\$ 69	\$ 65	\$ 47	\$ 39	\$ 27	\$ 15		\$ 15	\$ 26	\$ 55
Paysandú	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 110	\$ 106	\$ 92	\$ 82	\$ 80	\$ 63	\$ 53	\$ 42	\$ 30	\$ 15		\$ 21	\$ 50
Guichón	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 125	\$ 121	\$ 107	\$ 99	\$ 95	\$ 81	\$ 73	\$ 59	\$ 41	\$ 26	\$ 21		\$ 27
Paso de Los Toros	\$ 150	\$ 150	\$ 150	\$ 150	\$ 140	\$ 136	\$ 138	\$ 129	\$ 127	\$ 113	\$ 103	\$ 90	\$ 70	\$ 65	\$ 50	\$ 29	

Figura II.4: Tarifas del Tren Binacional Argentina-Uruguay

## II.4.2. Modos privados

Los modos privados para realizar el cruce lo constituyen principalmente los automóviles o vehículos livianos, y en mucho menor medida, las motos.

## II.5. Características de Salto

El 16 de junio de 1837, por la ley N° 158 se divide el departamento de Paysandú, que hasta entonces abarcaba todo el norte del río Negro:

- Creación del departamento de Salto. Abarcaba entonces también lo que es hoy el departamento de Artigas.
- Creación del departamento de Tacuarembó. Abarcaba también lo que hoy es el departamento de Rivera.

El 18 de setiembre de 1884, la ley 1.754, sancionada por Santos el día 20 crea:

- El departamento de Treinta y Tres, separando su territorio del de Cerro Largo y Minas 4.

- El departamento de Artigas, sobre territorio que correspondía previamente al departamento de Salto. Se establece como capital la Villa de San Eugenio, que en 1915 pasa a la categoría de ciudad y toma el nombre de Artigas.

A la fecha, Uruguay se encuentra dividido administrativamente en 19 departamentos. La capital departamental Salto, es una de las ciudades con mayor población del interior del país, y la principal a nivel departamental. Otras localidades del departamento son Constitución, Belén, ambas situadas sobre la margen del río Uruguay y San Antonio, un sector citrícola y vitícola.

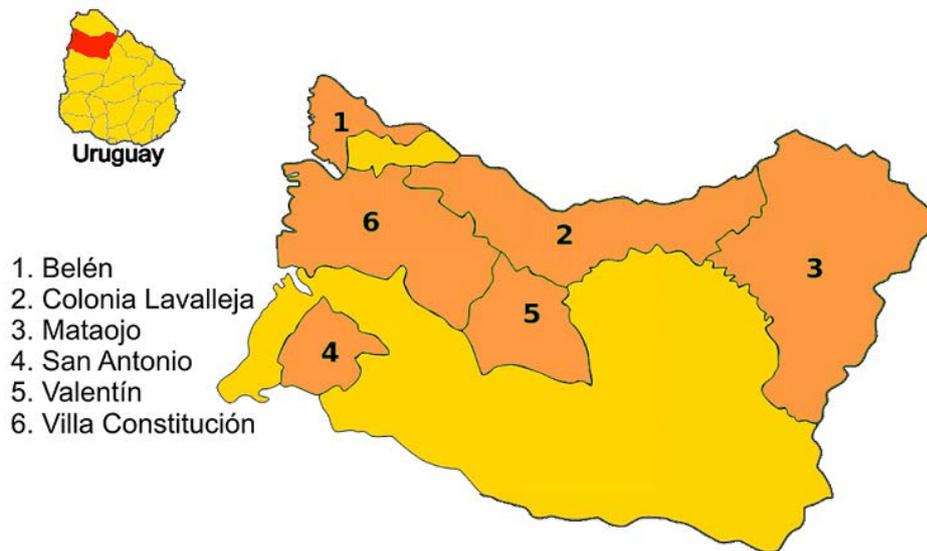


Figura II.5: División política del departamento de Salto

## II.5.1. Principales vías de comunicación

### Red Vial Carretera

El departamento de Salto representa el 4% del total de la red vial de carreteras de Uruguay, ocupando además el último lugar a nivel nacional según la cantidad de kilómetros de red por km<sup>2</sup> de superficie. En cuanto a la calidad de la red, el 55% es de calidad media (tratamiento bituminoso), el 35% es de calidad superior (carpeta asfáltica) y el 10% es de calidad inferior (tosca). En la figura II.6 se observa la red vial primaria y secundaria del país.

Las rutas nacionales que atraviesan el departamento son las rutas 3, 4 y 31.

- La ruta 3, atraviesa el departamento de sur a norte, en la zona oeste, de forma paralela al río Uruguay; sirve de enlace directo con los departamentos de Río Negro, Flores, y San José hacia el sur; y con el departamento de Artigas y Brasil hacia el norte. Sirve además de acceso a la ciudad de Salto, y a través de un ramal

secundario conecta con la represa de Salto Grande y con la República Argentina, otros ramales secundarios permiten el acceso a las localidades de Constitución y Belén.

- La ruta 31, recorre el departamento en sentido oeste-este, partiendo de la ciudad de Salto, conecta esta ciudad con la ciudad de Tacuarembó, y permite el acceso a localidades como San Antonio, Rincón de Valentín, Biassini, entre otras.
- La ruta 4, atraviesa el departamento en sentido sur-norte, en la zona central. Existe un tramo desde la ruta 31 hacia el sur, de características más precarias, y otro tramo hacia el norte de la ruta 31 que conecta con la ciudad de Artigas, y permite el acceso a las localidades de Migliaro y Lluveras.

		Cuadro de distancias [km]															
Salida	/ Destino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Montevideo		640	378	309	177	601	496	340	134	278	501	390	286	387	183	46
2	Bella Unión	640		281	391	567	135	163	794	749	391	318	346	646	527	490	593
3	Paysandú	378	281		110	286	325	118	683	487	110	342	231	614	435	229	332
4	Fray Bentos	309	391	110		207	435	228	615	422	31	452	341	546	622	201	268
5	Colonia	177	567	286	207		611	404	491	301	176	549	429	427	507	218	151
6	Artigas	601	135	325	435	611		207	651	748	435	183	211	503	392	418	555
7	Salto	496	163	118	228	404	207		682	605	228	335	224	534	428	348	450
8	Chuy	340	794	683	615	491	651	682		271	583	130	148	496	259	493	351
9	Punta del Este	134	749	487	422	301	748	605	271		391	572	509	212	325	298	155
10	Mercedes	278	391	110	31	176	435	228	583	391		452	341	514	590	170	237
11	Rivera	501	318	342	452	549	183	335	130	572	452		111	373	262	318	455
12	Tacuarembó	390	346	231	341	429	211	224	148	509	341	111		320	207	207	344
13	Treinta y Tres	286	646	614	546	427	503	534	496	212	514	373	320		113	424	282
14	Melo	387	527	435	622	507	392	428	259	325	590	262	207	113		418	378
15	Durazno	183	490	229	201	218	418	348	493	298	170	318	207	424	418		137
16	Canelones	46	593	332	268	151	555	450	351	155	237	455	344	282	378	137	

## Red Ferroviaria

Los tramos ferroviarios abiertos al tráfico en el departamento son los que forman parte del eje Paso de los Toros-Salto-Salto Grande-Concordia. La línea Salto-Baltasar Brum-Bella Unión fue clausurada en 1992 y se encuentra abandonada y en malas condiciones.

El transporte por ferrocarril se limita al movimiento de carga, y cuenta en el departamento con dos estaciones operativas que son las de la ciudad de Salto y la de Salto Grande. Estas dos estaciones representan conjuntamente un 3,3 % del movimiento ferroviario total del país en toneladas de carga de mercaderías<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Fuente: Barrenechea, P., Rodríguez, A., Troncoso, C. (2008). Cuadernos para el desarrollo local. Diagnóstico económico del departamento de Salto

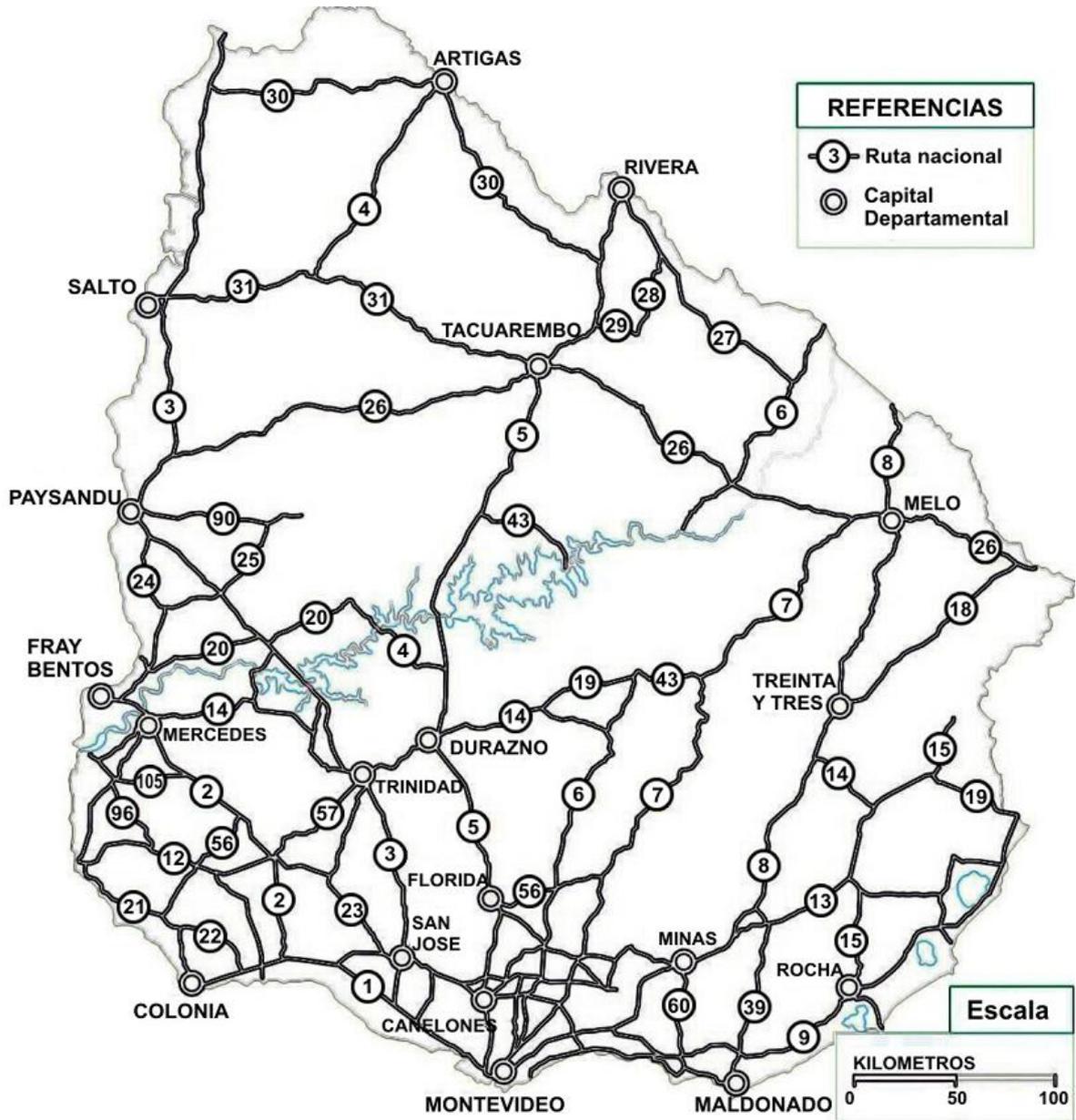


Figura II.6: Red vial carretera de Uruguay

### Transporte Aéreo

El departamento cuenta con un aeropuerto de categoría internacional, el aeropuerto de Nueva Hespérides, ubicado al sur de la capital departamental, apto para aviones con capacidad para 100 pasajeros<sup>6</sup>. En esta terminal opera la compañía BQB, con vuelos regulares a Montevideo, Asunción, Foz de Iguazú y Buenos Aires<sup>7</sup>.

<sup>6</sup>Ver nota informativa: por Ana De Salvo, (24 de julio del 2012). "Amplían aeropuerto de Salto". Diario uruguayo: EL DIARIO. Consultado el 25 de mayo de 2013.

<sup>7</sup>Ver notas informativas: Nota 1, Por Marta Ecurra, (4 de setiembre de 2012). Aviones de BQB conectan Asunción con Montevideo. Diario digital:PORTAL DE AMERICA. Consultado el 25 de mayo



Figura II.7: Red ferroviaria de Uruguay

### II.5.2. Turismo

El clima en esta región es cálido y húmedo en verano, con temperaturas que oscilan en torno a los 20°C y que alcanzan picos de 38°C. Salto es un pujante centro turístico, productivo, comercial y ecológico. Entre sus principales atractivos se encuen-

de 2013.

Nota 2, “*Empresa BQB inaugura vuelos a Foz de Iguazú, y en marzo a Curitiba con escala en Rivera*”. Diario digital: LA RED 21 (20 de febrero de 2013). Consultado el 25 de mayo de 2013.

tran confortables y bien equipados centros termales estatales y privados, como Arapey, Dayman o el Hotel Spa Horacio Quiroga. Importantes hoteles, chalets y conjuntos de bungalows se encuentran en las inmediaciones de las aguas termales, lo cual hace más fácil y frecuente su uso.

Cuenta también con el complejo recreativo Acuamanía y el Parque Acuático. En la ciudad se pueden realizar bellos paseos por la costanera norte o sur, paseos de compra por la calle Uruguay o bien se puede visitar los importantes museos. El Museo del Hombre y la Tecnología y el del teatro Larragaña merecen una visita. Salto cuenta con apacibles espacios verdes entre plazas, parques y paseos que ofrecen la fresca sombra de los árboles para guarecer al turista – sobre todo en verano. 17kilómetros al norte de la ciudad, se puede visitar la represa hidroeléctrica Salto Grande, a donde es posible acceder para comprender el aprovechamiento del recurso hídrico para producir energía.

## II.6. Infraestructura y servicios

En los últimos años, en la ciudad salteña se han extendido algunos servicios básicos que tienden a organizar la estructura urbana en contigüidad con el área semirural. La construcción de rotondas, el mejoramiento de las avenidas de acceso y la ampliación de iluminación pública en la ciudad, han ordenado y potenciado otras funciones y actividades urbanas, mejorando a la vez su imagen.

El alcantarillado y cordón cuneta, como soporte para el desarrollo de las demás infraestructuras en los barrios, ha permitido mejorar considerablemente la calidad de vida en los mismos, haciendo más eficiente la prestación de servicios públicos.

En Concordia, la construcción de accesos a la ciudad, han contribuido a mejorar la conectividad con el entorno territorial y otras localidades. Igualmente, las obras de protección costera y de entubamiento y recuperación de los arroyos interiores a la trama urbana, acercan mejor calidad de vida en ambiente y residencia, además de elevar la funcionalidad e imagen de la ciudad.

Aunque se han realizado importantes obras de extensión y actualización de redes de saneamiento en ambas localidades, existen aún carencias de cobertura de este servicio, principalmente sometido a la presión que ejerce el proceso de expansión de las mismas. Las dos ciudades cuentan con un importante sistema de bulevares y avenidas de acceso, con capacidad para absorber intenso tránsito vehicular. Este tópico del ordenamiento del tránsito ha sido uno de los temas de mayor centralidad en la gestión de los municipios. La regulación del tránsito urbano se realiza en las principales arterias de ambas ciudades por el sistema de semáforos. Del mismo modo, el alumbrado público se ha ampliado considerablemente en la zona urbana, con una importante cobertura en los barrios periféricos.

## II.7. Características del Lugar de Emplazamiento

La zona del proyecto esta ubicada en el sector este de la Ciudad de Concordia, en la margen derecha del Río Uruguay.

A 20 Km aguas abajo del complejo hidroeléctrico de Salto Grande. En la figura II.8 se muestran las plantas urbanas de Concordia y Salto, están marcadas las principales avenidas de la red vial urbana así como también las posibles ubicaciones de las cabeceras<sup>8</sup>. La ciudad de Concordia constituye el asentamiento más importante de la región con una población estimada en 170.033 habitantes<sup>9</sup>.

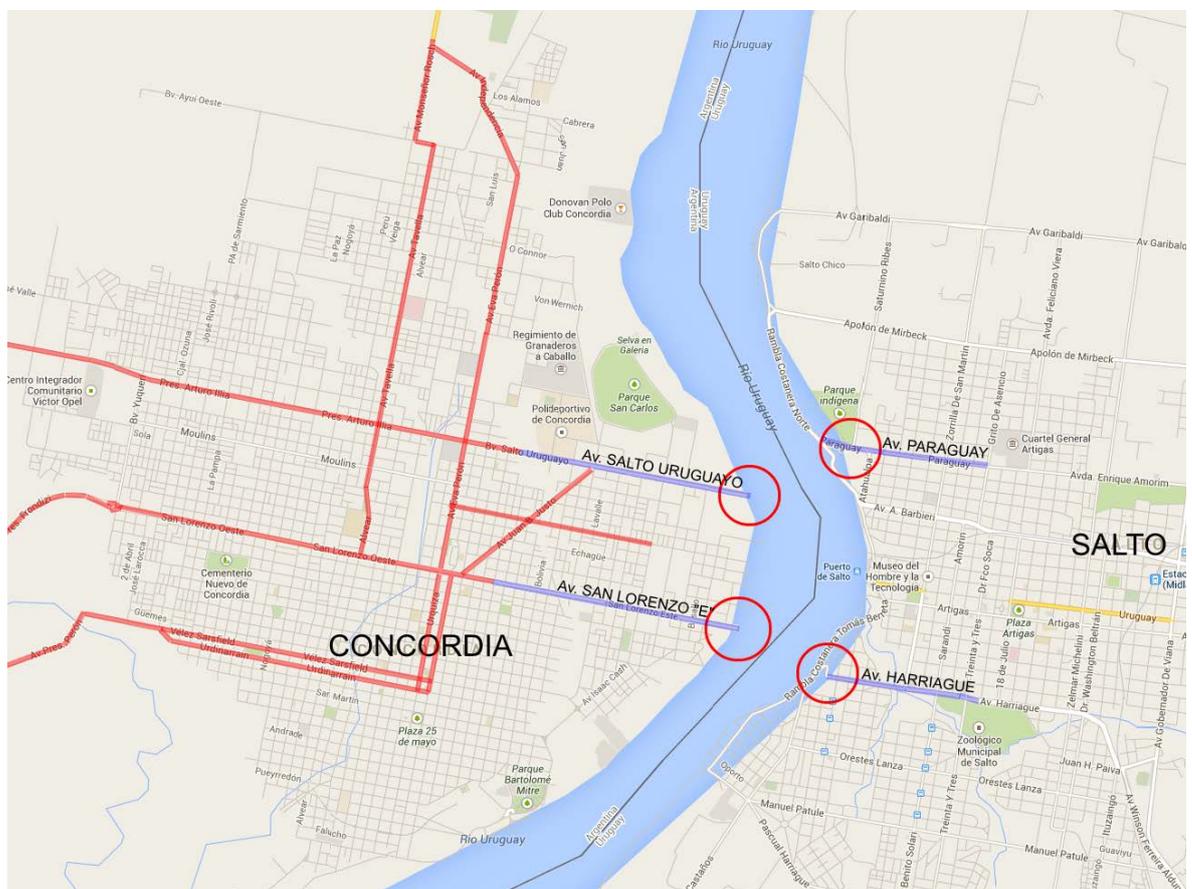


Figura II.8: Planta urbana de ambas ciudades, Concordia y Salto - Ubicación probable de las cabeceras

<sup>8</sup>La ubicación de las cabeceras son las presentadas en el acta acuerdo de febrero de 2004, ambas se discutirán mas detalladamente en el capítulo Prefactibilidad

<sup>9</sup>Censo 2010-INDEC

## II.8. Perfil del Suelo

En base a la información recopilada de proyectos anteriores, entre los antecedentes se encuentran perfiles de suelo a lo largo de secciones del río transversales del río que fueran elaborados para el proyecto de la Represa de Salto Grande, luego de analizarlos, a los efectos de tener una referencia sobre la profundidad de las excavaciones, realizar el predimensionado de las fundaciones de las pilas y estribos del puente, y el material a excavar entre otras cosas, se tomó como referencia el perfil que corresponde a una sección del río en la zona del Parque Rivadavia (Concordia).

Esta información está disponible para su revisión, entre la información recopilada. A continuación se muestra el perfil de suelo de interés para el caso (ver figuras II.9 a II.10) designado en la lámina como *PERFIL ABAJO*.

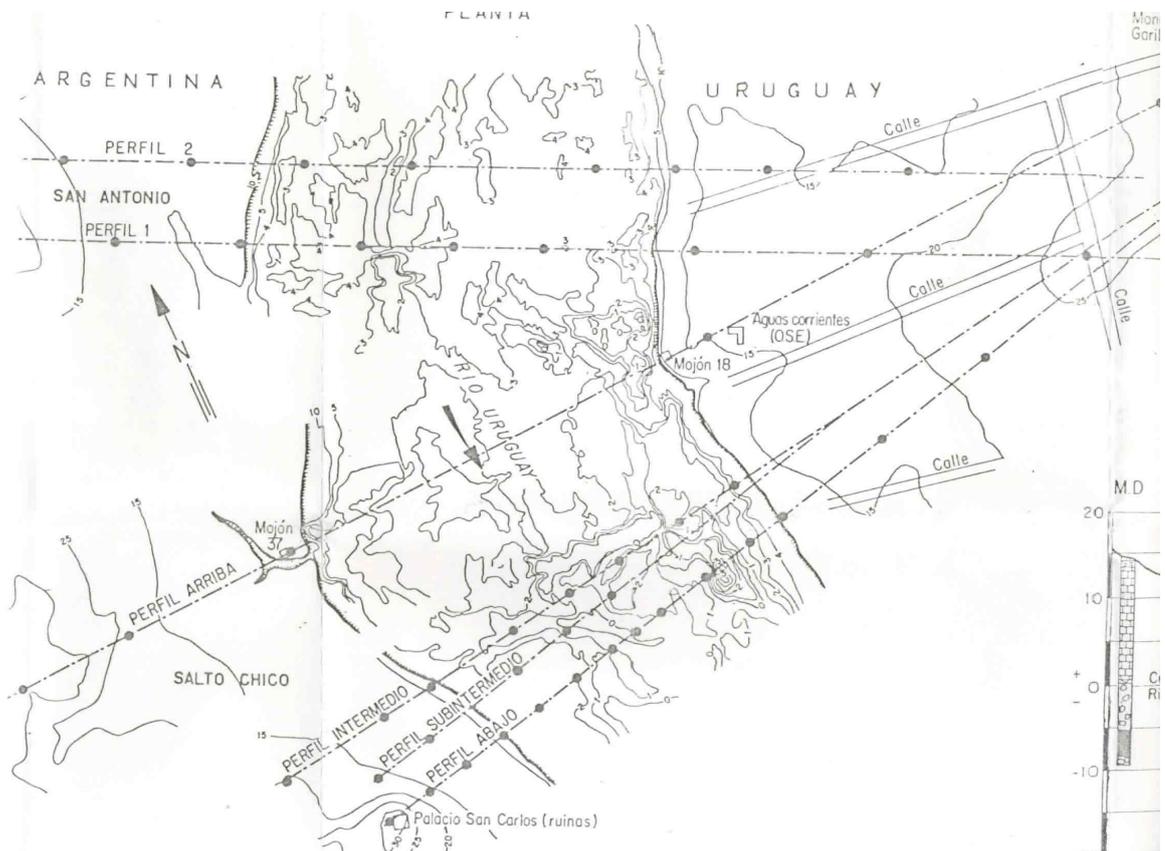
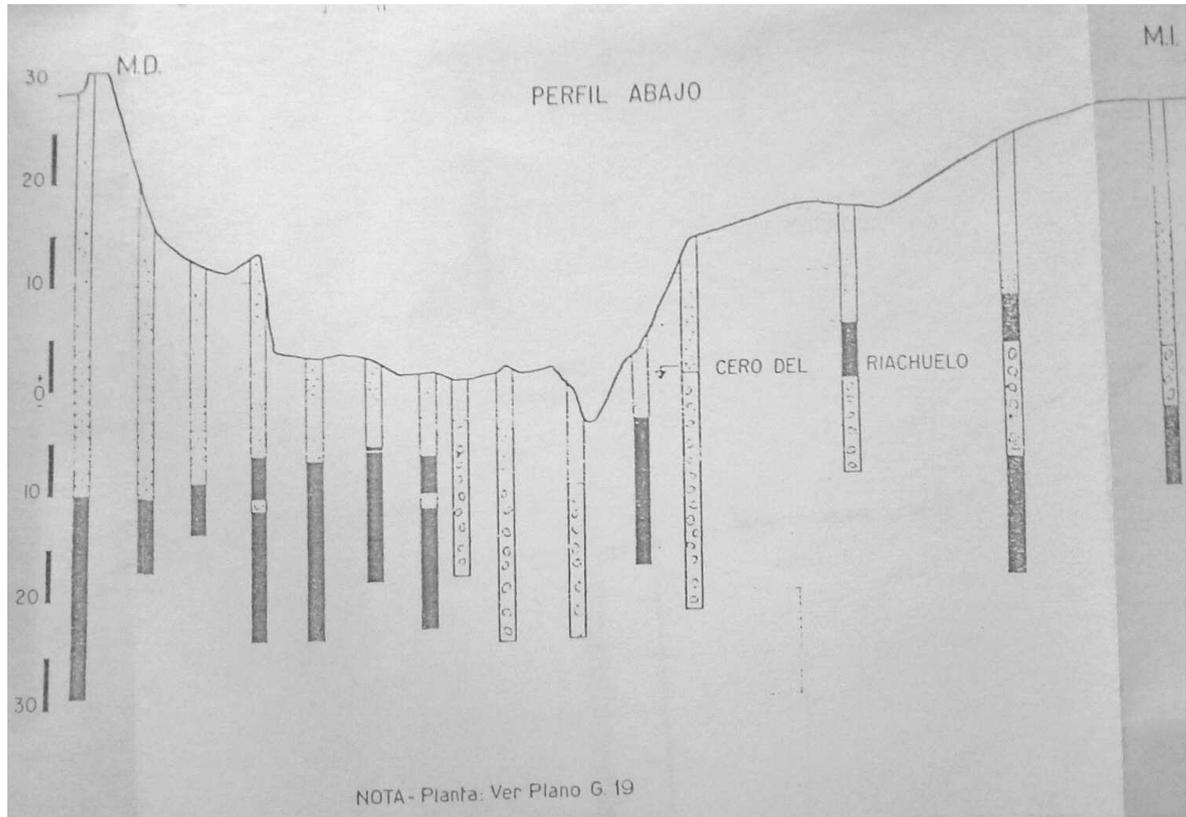


Figura II.9: Planta con la ubicación de las perforaciones efectuadas en estudios de factibilidad de la Represa de Salto Grande.



REFERENCIAS

 Terrenos areno-limo-arcillosos	 Rodados recientes y conglomerado Mioceno
 Arenisca	 Aglomerado brechoso Mioceno
 Basaltos V y VI	 Basaltos II y IV
 Basaltos I y III	

Figura II.10: Corte longitudinal con el perfil de suelo de las perforaciones.

## II.9. Topografía

Para la topografía se realizaron trabajos de campaña usando nivel óptico y cinta métrica para relevar la zona de las cabeceras del puente en ambas márgenes, con los datos obtenidos de la medición se constuyeron los perfiles longitudinal de la rasante proyectada y los transversales para poder hacer el cálculo de los volúmenes de suelo involucrado en los terraplenes de avance en las cabeceras.

Por otra parte, entre la información recopilada en los antecedentes de otros proyectos, se cuenta con el Relevamiento Batimétrico Salto Chico, del cual se tienen no solo las curvas de nivel, sino que se cuenta con los datos de la medición, el plano está disponible para su consulta en formato digital (archivo .dwg de AutoCad georreferenciado, ver ANEXO INVENTARIO). La batimetría del río corresponde al PROYECTO CARU - UE, *Desarrollo Regional y Mejora de la Navegabilidad del Río Uruguay*, y fue elaborada por la FICH<sup>10</sup> de la Universidad Nacional del Litoral, quien estuvo a cargo de los trabajos de campaña es el Ing. José Huespe, a quien se agradece su aporte para este trabajo.

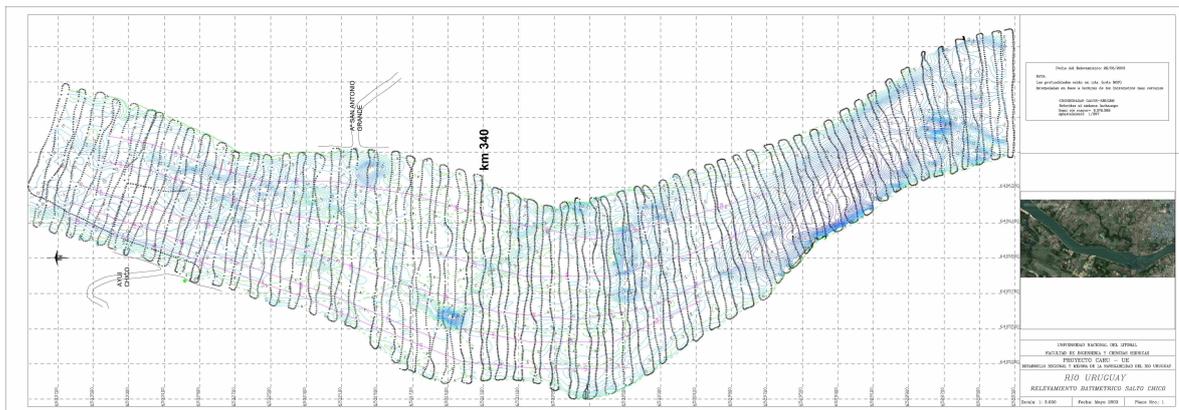


Figura II.11: Baimetría del tramo Salto Chico.

## II.10. Aspectos Hidrológicos

Dada la extensión del proyecto, y la carga que demanda, no se realizó el modelo hidrológico de simulación, no obstante, se deja a disposición para futuros estudios la batimetría del tramo, con la cual se pueden construir los perfiles del río en una longitud de 300m aguas arriba y aguas abajo, datos requeridos para construir un modelo hidrológico e incluso un modelo hidrodinámico con el emplazamiento del puente través de alguno de los softwares disponibles en el mercado (por ejemplo HEC-HMS), objeto de otro estudio.

En las siguientes subsecciones se dan unas pautas referentes a los aspectos legales del río Uruguay.

### Regulación del Río Uruguay

Los desbordes periódicos del río Uruguay debido a las precipitaciones en la cuenca superior del río, provocan inundaciones en diferentes sectores urbanos de Concordia y Salto. Analizando los hidrogramas de crecida, se observa que la Represa de Salto

<sup>10</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.

Grande, al estar a 17km aguas arriba del sector produce un efecto que modera los picos de crecida, disminuyendo los niveles máximos, sin embargo, esto aumenta los niveles medios y la frecuencia con que ocurren las crecidas.

Estas inundaciones han provocado grandes pérdidas económicas, una parte debido a los daños en la infraestructura urbana (red de agua y cloaca, iluminación, comunicaciones, red vial, espacios verdes, entre otros), también en las construcciones privadas (viviendas, comercios, clubes). Por otro lado, los gastos de logística que comprenden los traslados, asistencia social, atención de la emergencia y pérdida de mobiliario.

En la ciudad de Concordia, el Código de Ordenamiento Urbano, establece textualmente:

*1. Queda prohibida la realización de obras, así como su habilitación para usos urbanos, en todo el ámbito territorial del Ejido de Concordia, ubicado por debajo de la Cota 14 m., referida al hidrómetro del Puerto de Concordia.*

*2. Queda prohibida la localización de equipamientos públicos y de conjuntos habitacionales con financiación oficial en todo el ámbito territorial del Ejido de Concordia, ubicado bajo la Cota 17 m. referida al hidrómetro del Puerto local.*

*Sólo se admitirán por debajo de esa cota, equipamientos destinados al esparcimiento, recreación, seguridad y defensa o a otros equipamientos exclusivamente en los casos en que su radio de captación exija localizarlos en esas áreas. Para estos casos los edificios correspondientes deberán tener el nivel de piso por encima de la cota de máxima creciente.*

Sin embargo, según los datos catastrales, por debajo de la cota +14,00 se encuentran en la zona 643 parcelas, de las cuales 566 son privados y 77 publicas. Estas últimas corresponden mayormente a propiedades para usos portuarios. Esta situación ha motivado que se plantearan, diversas alternativas de solución, que van desde obras de defensas contra inundaciones hasta proyectos de erradicación hasta determinada cota.

## **II.11. Descripción de la Situación Actual**

### **II.11.1. Aspectos legales**

El ente encargado de la regulación del río Uruguay en diferentes ámbitos es la COMISIÓN ADMINISTRADORA DEL RÍO URUGUAY (CARU).

Se debe tener en cuenta también, la vigencia del “REGLAMENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PUENTES Y OTRAS OBRAS BINACIONALES DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS EN EL RÍO URUGUAY, dicha reglamentación, dispone de 13 artículos separados en 3 capítulos, donde se describen los requerimientos generales

para la autorización, los requisitos para el diseño de puentes y las obligaciones de los autorizados.

Entre los requerimientos mínimos, el proyecto de trazado debe contemplar:

- Estudio de factibilidad correspondiente
- Estudio sobre el impacto ambiental

Además de los siguientes requisitos mínimos del proyecto:

- Memoria descriptiva
- Planos generales y de detalles
- Especificaciones técnicas
- Cálculos métricos, presupuesto (deberá efectuarse en dólares estadounidenses), análisis de precios.
- Plazos de construcción
- Estudio de navegación
- Descripción del método constructivo previsto para las fundaciones, pilas, superestructura y accesos.

### **II.11.2. Medio Ambiente**

En Concordia, hay una serie de disposiciones reglamentarias para la edificación y localización de actividades, asociadas con la protección del medio ambiente y definición de zonas de reserva ecológica.

En Salto se han llevado a cabo obras para la protección de la erosión en las costas del río Uruguay en toda la zona del radio urbano. Además, como parte del Plan Director se ha venido programando una serie de controles normativos para evitar la contaminación sonora y polución del aire en el espacio urbano.

Los gobiernos locales y otros agentes privados de Salto y Concordia han suscrito un compromiso para la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente. Asimismo, en ambas ciudades, en los planes de ordenamiento urbano notoriamente se han encarado obras de infraestructura que tienden a recuperar espacios verdes, zonas inundables y cuencas de arroyos interiores.

Por otra parte, si bien se ha manifestado preocupación respecto a los usos de suelos, no existen definiciones en lo que refiere a la recuperación de aquellos sobre explotados por la producción intensiva. En ese sentido, las ciudades presentan todavía condiciones medio ambientales equilibradas, con unas acciones sociales, políticas y económicas productivas, proclives a constituir transformaciones en el territorio que no afecten su durabilidad y estabilidad hacia el futuro.

### II.11.3. Navegabilidad del Río Uruguay

De acuerdo a la primer etapa del proyecto “Desarrollo Regional y Mejora de la navegabilidad del Río Uruguay”<sup>11</sup>, particularmente en la *tarea N°6* denominada “Definición de las características de la flota y del canal de navegación”. Se describe una síntesis de los avances alcanzados en relación a esta tarea (Junio 2002 para el tramo Nueva Palmira - Concepción del Uruguay, y Septiembre 2002 para el tramo Represa de Salto Grande - Santo Tomé).

Se ha convenido dividir la ruta de navegación en tres tramos, perfectamente identificados. El primero de ellos denominado *Tramo I* desde Punta Gorda (Km. 0) hasta el puerto de Salto (Km. 338), donde se efectúa actualmente navegación pero se pretende mejorarla, al respecto la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) cuenta con un proyecto de dragado que ha sido contemplado como antecedente de este proyecto. El segundo, denominado *Tramo II*, desde Salto (Km. 338) hasta la Represa de Salto Grande (km. 349), donde la misma no se realiza, respecto a esto, en la bibliografía y antecedentes recopilados se pueden ver los planos (ver figuras II.12 y II.13) referidos al proyecto de navegabilidad del tramo donde se ubica la Represa de S.G. haciendo el cruce a través de la esclusa de navegación, obra que está inconclusa, y por tal motivo la administración de este paso (el puente carretero-ferroviario del complejo hidroeléctrico) la realiza la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande en lugar de la CARU (actual autoridad administradora del Río Uruguay y todos los puentes ubicados en el mismo).

El tercero denominado *Tramo III*, desde la represa de SG (km. 349) hasta Santo Tomé (km. 772), el cual se ya se ha estudiado a nivel de prefactibilidad y se incluye, junto con el Tramo I, en la mencionada síntesis.

La CARU, conforme al estatuto del Río Uruguay, efectúa una tarea regular de verificación del estado de la vía navegable y analiza la mejor forma de mantenerla en condiciones de navegabilidad. En base a ello, entre los antecedentes más recientes, se cuenta con un proyecto de dragado en el año 2009, cuyo financiamiento fue gestionando y prevía como mínimo las siguientes dimensiones de canal para cada uno de los subtramos:

- Entre Colón-Paysandú (km 220.1) y Concordia-Salto (km 338.2), los canales dragados en los pasos deberían tener como mínimo 60 m de ancho de solera y como mínimo 9 pies de profundidad, referidas a los ceros hidrométricos interpolados.
- Para el tramo III, el análisis de los antecedentes, permiten identificar en forma general la presencia de numerosos pasos críticos con lecho de materiales compactos (canto rodado y arcillas), y muy duros (roca), con escasos pasos de materiales sueltos (arenas y gravas). Otras limitaciones a la navegación estarían dadas por la presencia de los dos puentes internacionales, cuyos gálibos horizontales (distancia entre pilas), y verticales (luz libre entre pelo de agua y vigas del tablero), presentarían restricciones en ancho, para un supuesto convoy de barcazas; y en altura, para el puente de mando de los remolcadores. Dentro del

---

<sup>11</sup>Documento: NAVEGACION – SINTESIS, autor: Ing. H. Prendes.

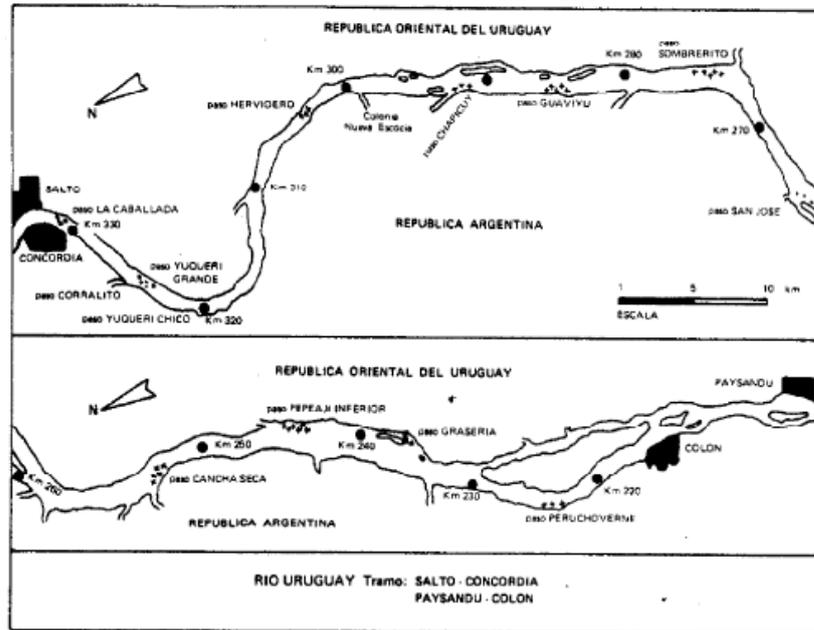


Figura II.12: Antiguo plano del canal de navegación tramo Salto - Paysandú.

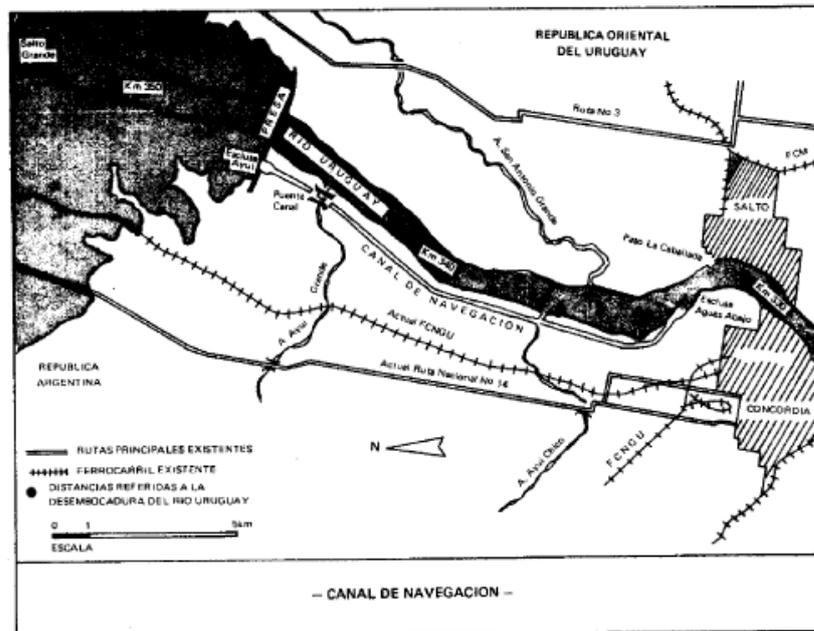


Figura II.13: Canal de navegación proyectado para para sortear la Represa de Salto Grande.

embalse, si bien las profundidades generadas por la represa serían suficientes, es necesario señalar la ruta para evitar el contacto con zonas de escasa profundidades (islas sumergidas); y dotar al tramo con zonas de amarre, para suspender la navegación durante tormentas de vientos que generen oleaje prohibitivo para la navegación.

Por otra parte, como dato actualizado, hacia marzo de 2014 se aprueba el inicio de dragado del río Uruguay, en un comunicado en el que se instruyera a la CARU a que inicie el proceso de obra de dragado y balizamiento entre el Km. 0 y el Km. 187.1 del río a 25 pies de profundidad, incluyendo el canal de acceso al puerto de Concepción del Uruguay. Teniendo en cuenta el informe técnico que fuera realizado por la consultora EIH-INCO CIV y aprobado por la CARU en julio de 2013.

El proyecto contempla también el dragado y balizamiento del canal entre el Km. 187.1 y Km. 206.8 del puerto de Paysandú con una profundidad final de 19 pies. Se espera que esto permita la navegación de buques marítimos Panamax de 224m de eslora y 32m de manga hasta el puerto de Concepción del Uruguay, y buques fluviales de hasta 190m de eslora y 17 pies de calado puedan llegar sin inconvenientes hasta Paysandú<sup>12</sup>.

### **Análisis de la flota de la región**

El conocimiento de los distintos tipos de embarcaciones que navegan las hidrovías de la región constituye un dato de partida relevante para definir las embarcaciones tipo, sobre cuya base se deberían establecer las dimensiones del canal navegable. Las distintas características que el río presenta a lo largo de su desarrollo, determinan que no exista una única embarcación de diseño para toda la extensión de la ruta.

Es bien conocido que el tramo inferior posibilita en la actualidad, aunque con cargas parciales, la navegación de ultramarinos hasta los puertos de Fray Bentos y Concepción del Uruguay. Aguas arriba las profundidades naturales disponibles en el canal de navegación se restringen en forma significativa, permitiendo sólo la navegación de trenes de barcazas o buques fluviales.

Para el Tramo III, desde el punto de vista de la morfología de su cauce, los relevamientos batimétricos efectuados en los diferentes estudios ponen de manifiesto la presencia de importantes pasos de navegación con fondos conformados por materiales resistentes. Ello sugiere en principio considerar un calado para la navegación de 7 pies, en acuerdo con los estudios estadísticos de niveles desarrollados para el tramo. Calados mayores involucrarían volúmenes de dragados y consecuentemente costos cuyos efectos financieros deberían analizarse a la luz del tráfico comercial esperado.

Para el análisis de las barcazas con calados compatibles con las profundidades disponibles en el tramo en estudio resulta de interés clasificar las mismas de acuerdo a su eslora, manga y capacidad de carga. De este modo se podrá establecer un orden de dimensiones típicas que caracterizarían a la barcaza de diseño con calado máximo de 7 pies.

Considerando la eslora, se identifica una longitud dominante del orden de los 40m, sensiblemente menor que la que caracteriza a las barcazas tipo Mississippi de 10 pies de calado. El rango de esloras entre 30 y 50m involucra al 90 % del total de la flota con calados inferiores a 7 pies, con lo que se van a tener en cuenta los siguientes valores:

---

<sup>12</sup>La previsión es que la zona sea navegada por 100 buques al año.

- Eslora: 40 m
- Manga:10 m
- Puntal: 2.4 m
- Capacidad de carga: 600 ton

#### **II.11.4. Concordia: Normativa vigente**

Desde el punto de vista del uso del suelo, la normativa vigente en Concordia contempla la subdivisión en distritos, a través del Código de Ordenamiento Urbano de Concordia 2004, texto ordenado según Ordenanza municipal N°32.692.

##### **Uso del suelo**

Teniendo en cuenta la probabilidad de que el proyecto demande expropiación de tierras, se transcriben seguidamente algunos párrafos del Código de Ordenamiento urbano de la ciudad de Concordia, relacionados con la subdivisión de tierras. Además se menciona también el art. 17 de la Constitución Nacional que tiene relación estrecha con estos hechos.

#### **Código de Ordenamiento Urbano - TITULO 2. DE LA SUBDIVISIÓN DE TIERRAS**

##### **Sección 2.1 De la propuesta**

El propietario de una parcela indivisa puede proponer a la Municipalidad la modalidad según la cual ésta puede ser dividida, conforme a las exigencias de estas normas y previo cumplimiento de la consulta prevista en el punto 2.1.1

En la propuesta se establecerá que todas las superficies destinadas a vías circulatorias y otros espacios de usos públicos pasarán al dominio de la Municipalidad, mediante Acta de Cesión, sin erogaciones ni compromisos para la misma.

Asimismo, cuando se trata de subdivisiones por urbanización, el propietario se obligará a no proceder a la venta de las parcelas resultantes que no cuenten con los servicios de infraestructura básica siguiente:

- a) *Agua corriente y desagües cloacales*
- b) *Energía eléctrica*
- c) *Transitabilidad de calles*
- d) *Alumbrado publico*

### **2.1.1. Consulta previa a la autoridad técnica de aplicación.**

La Autoridad Técnica de Aplicación del presente Código deberá evacuar, por escrito y dentro del término de VEINTE (20) días hábiles administrativos, la Consulta Previa a que se refiere el artículo anterior, definiendo los criterios morfológicos a utilizar en cuanto a vías circulatorias (y perfilado), así como a la localización y morfología parcelaria de los restantes espacios públicos.

### **2.1.2. Transferencia del dominio de los espacios públicos**

Hecha la presentación, emitido el dictamen técnico de factibilidad y aprobada la subdivisión - si correspondiere -, se instrumentará la cesión, a título gratuito, a favor de la Municipalidad, de los espacios destinados a vías circulatorias y equipamientos públicos, mediante Acta de Cesión, suscripta por él o los titulares del dominio, de conformidad con lo preceptuado en el Artículo N° 1.810 del Código Civil. La Municipalidad remitirá estas actuaciones a la Dirección General del Notariado, Registro y Archivos, para la toma de razón de las transferencias del dominio.

### **2.1.4. Prohibiciones para subdividir**

Queda prohibido el parcelamiento en áreas ubicadas por debajo de la Cota + 14,00 metros, referida a la escala hidrométrica local ubicada en el Puerto de Concordia, con excepción del DISTRITO PDS, denominado ÁREA PROTEGIDA POR LA DEFENSA SUR conformada mediante zonas con restricciones (Ordenanza N° 32.253).

### **2.1.5. Espacios a ceder**

La obligación de los propietarios que propongan subdivisiones de tierras mediante urbanizaciones, de ceder a la Municipalidad libre de todo cargo y a elección de ésta, los espacios destinados a usos públicos, incluirá la totalidad de las superficies requeridas para vías públicas por aplicación de estas normas, como también un porcentaje de la extensión total del título a subdividir, con destino al desarrollo de equipamientos públicos, cubiertos o descubiertos. Dicho porcentaje es del 10 %, con excepción de los Distritos R4, E2, I, en los que se establece un porcentaje del 6 %.

### **2.1.9. Subdivisión de inmuebles ribereños**

En las subdivisiones de inmuebles ribereños, la donación a efectuar se deberá compatibilizar con el estudio realizado por el C.F.I. y Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. En la Subárea SA1, cuando se trate de la subdivisión de inmuebles ribereños de arroyos, los propietarios estarán obligados a ceder al Municipio con destino a uso público y libre de todo cargo, una franja de 10m. de ancho, a cada lado del curso de agua. En las restantes sub-áreas del Ejido, la obligación se extenderá a 20 m. con idéntico fin.

### **2.1.10. Borde del río Uruguay**

En urbanizaciones o loteos que bordeen el Río Uruguay, deberá cederse una franja de terreno de 35m. de ancho, con destino a la apertura de una vía de libre circulación de uso público.

**Artículo 17** (Constitución Nacional). *“La propiedad es inviolable, y ningún habitante de la Nación puede ser privado de ella, sino en virtud de sentencia fundada en ley. La expropiación por causa de utilidad pública, debe ser calificada por ley y previamente indemnizada...La confiscación de bienes queda borrada para siempre del Código Penal argentino. Ningún cuerpo armado puede hacer requisiciones, ni exigir auxilios de ninguna especie”*

### II.11.5. Salto: Normativa vigente

La Junta Departamental de Salto el 11 de diciembre de 1997 en su Decretos N°5.943/97 y 5.944/97, pone vigencia *El Plan Director* para la ciudad de Salto, normativa que regula las acciones urbanísticas de la ciudad y su micro-región. Esta norma está orientada principalmente a los usos del suelo, las edificaciones urbanas, la subdivisión de la tierra y la calidad ambiental. Por otro lado, en octubre de 2012 se adjudicó al estudio SPRECHMANN & CAPANDEGUY de Montevideo, la realización de un nuevo plan director para la ciudad de Salto y termas del Daymán. Este proyecto tiene la finalidad de producir un plan director para los próximos 20 años, donde se incluye un área de construcción en altura a la vez que Salto crezca como ciudad turística.

### II.11.6. Movimientos diarios

En las siguientes tablas (ver también figuras II.14 a II.17) se muestran los movimientos mensuales de pasajeros que circulan por el puente sobre la Represa de Salto Grande desde el año 2010 a 2013, los valores fueron obtenidos de la Dirección Nacional de Migraciones de Uruguay (Sección Estadística), y comparados con los valores expuestos por la DNM del Ministerio del Interior (Argentina)<sup>13</sup>. De donde se comprueba muy poca diferencia, que se debe principalmente a que el movimiento de personas expuestos en las siguientes tablas corresponde a personas de las 5 nacionalidades de mayor tasa de movimiento (en orden decreciente: Uruguayos, Argentinos, Brasileños, Paraguayos y Chilenos), mientras que los valores de la DNM argentina corresponden a todas las nacionalidades.

En las mismas se puede ver un incremento considerable respecto a los valores expuestos en el capítulo de ANTECEDENTES, en donde, hasta el año 2005 rara vez se superaba los 20.000 pasajeros por mes (sólo se daba para el mes de enero); y para los últimos años (2008 y 2009) los valores rondaban los 45.000 pasajeros mensuales.

Aquí se ve que en 2010, se supera prácticamente siempre los 50.000 mensuales, hacia 2011 los valores se duplican la mayoría de veces, y esta tendencia se sostiene en 2012 y 2013, alcanzándose en el último año valores de 130.000 personas mensuales que cruzan por este punto de control.

<sup>13</sup>Fuente: asientos del Banco de Datos del Registro Nacional de Ingresos y Egresos de Personas al Territorio.

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Enero			Febrero			Marzo		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
2010	35039	30090	65129	25966	27150	53116	26957	29616	56573
2011	41337	32223	73560	35072	30045	65117	51392	46326	97718
2012	75559	70817	146376	62866	63420	126286	49272	50251	99523
2013	93917	91665	185582	80436	86339	166775	89988	87272	177260
2014	92187	90797	182984	78375	86913	165288			

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Abril			Mayo			Junio		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
2010	28062	25186	53248	26208	24343	50551	21491	23471	44962
2011	54482	50961	105443	45840	44195	90035	46413	45347	91760
2012	63599	59543	123142	47823	48742	96565	45615	45455	91070
2013	61411	66182	127593	61728	63580	125308	62847	66700	129547

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Julio			Agosto			Septiembre		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
2010	28382	25695	54077	24009	25686	49695	28510	27313	55823
2011	57335	55357	112692	49192	48483	97675	50418	48534	98952
2012	60473	59207	119680	53040	49896	102936	56546	55850	112396
2013	69248	69309	138557	58769	59126	117895	57112	66109	123221

Movimiento mensual de personas en el Puente Salto Grande									
	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total	Ingreso	Egreso	Total
2010	30949	28103	59052	26688	26624	53312	26496	22467	48963
2011	52406	51618	104024	50649	49016	99665	56668	51204	107872
2012	53982	55156	109138	56869	58414	115283	69458	60230	129688
2013	66250	66525	132775	69125	69112	138237	70156	62523	132679

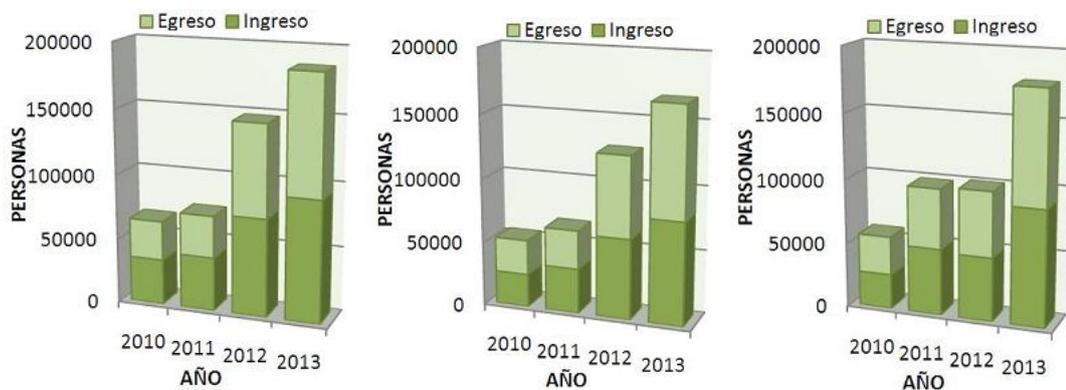


Figura II.14: Movimiento durante meses de Enero a Marzo

Como resumen de la información se conformó un gráfico de barras tridimensional

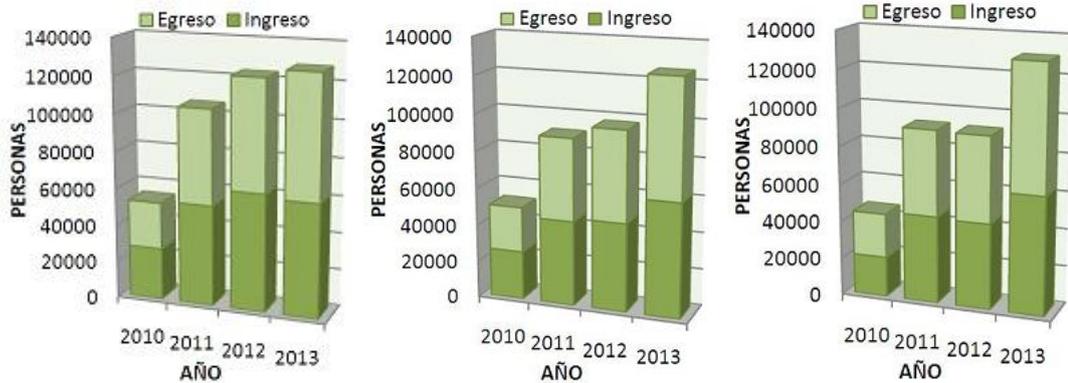


Figura II.15: Movimiento durante meses de Abril y Junio

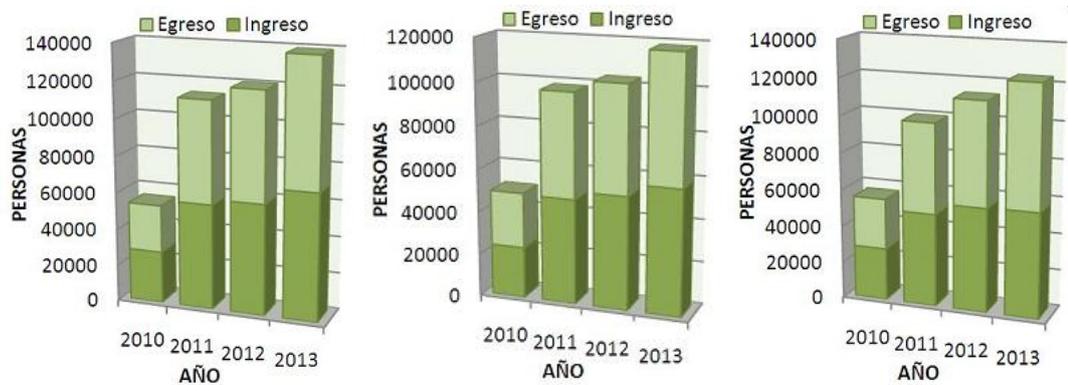


Figura II.16: Movimiento durante meses de Julio a Septiembre

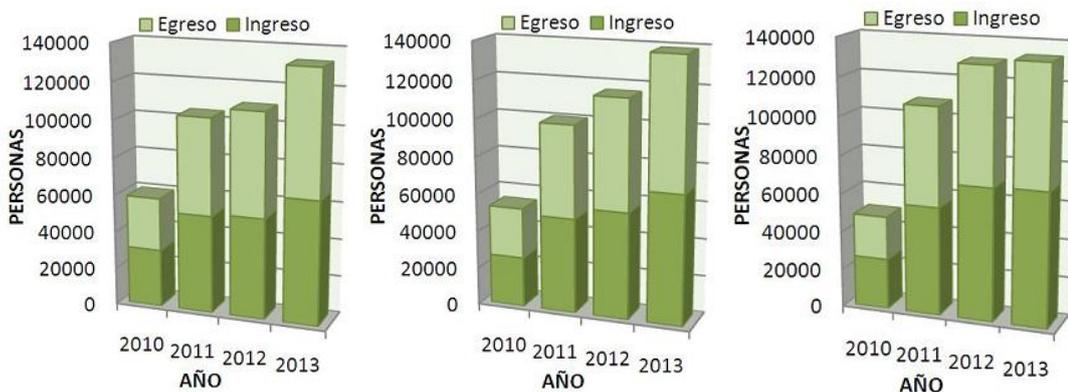


Figura II.17: Movimiento durante meses de Octubre a Diciembre

(ver figura II.18) en donde se representan en los 3 ejes, el número de pasajeros, en función del mes y del año. Allí se puede ver la evolución histórica del movimiento sobre el puente, en base al gráfico se puede decir, que en primer lugar se ve como vio afectado el movimiento fronterizo en los 2000 a 2003, en donde la crisis económica, en Argentina afectó indudablemente al país vecino, incluso disminuyendo a veces los movimientos dados para el año 1999; en segundo lugar, se ve un crecimiento exponencial, a partir de

2007-2008 donde los valores saltan repentinamente cambiando en crecimiento que se venía dando, misma situación que se presenta en el incremento del parque automotor que se dió en toda la provincia de Entre Ríos, y particularmente en la ciudad de Concordia, segunda luego de Paraná, capital provincial. Es donde ambos países logran salir un poco de la crisis que se venía dando luego del año 2000.

Se puede ver que año a año, el mes con mas movimiento es el mes de Enero y Febrero, por tal motivo se los ha colocado hacia el fondo del gráfico, para no tapar los demás meses que tienen menos movimiento. Como mes representativo del movimiento de pasajeros se puede tomar cualquiera del rango entre marzo-junio. Para el mes de julio, se ve afectado por el receso, y se produce un movimiento migratorio por motivos de paseos, por tal motivo se dan valores mayores. Como año representativo a tomar como año base en los cálculos se puede adoptar el año 2011, ya que son valores apenas menores que los últimos dos años, pero mucho mayores que los de 2010. Este tema se discute nuevamente en el capítulo de PREFACTIBILIDAD al momento de determinar la matriz Orígen-Destino del año base.

Finalmente, para tener una idea mas clara, se expone también los valores en todos los años, para el mes de abril (representativo del año), el movimiento de personas pero de las dos nacionalidades que mas porcentaje tienen (prácticamente el 90 % del total que pasa por este punto de control), uruguayos y argentinos (ver figura II.19). En este gráfico se puede ver que predomina la migración de personas con nacionalidad uruguaya a pesar de que Salto es una ciudad con menos población que Concordia, recordar que al ser mes de abril, se descarta el movimiento que proviene del recambio turístico que se da en enero y febrero, en donde claramente Argentina, dada su superficie supera en mucho el número de habitantes de Uruguay, y en vacaciones hace uso de este puente, ya que es uno de los pasos con menos movimiento, lo que conduce a menos esperas y/o demoras en los trámites migratorios y controles. Sin embargo este tránsito no es de interés para este proyecto ya que su destino no es Concordia o Salto, sino diferentes puntos de ambos países. Por el mismo motivo tampoco se eligió el mes de julio, y marzo se descartó por el evento de *Semana Santa* en Argentina, y la *Semana de Turismo* en Uruguay, además de que abril es el de los meses con menos movimientos.

Para cerrar, se ve que para los últimos 3 años, el movimiento migratorio de nacionalidad uruguaya casi llega a duplicar en cantidad al argentino, principalmente por el cambio de precio que hay de una ciudad a otra, que en lo general es de casi el 100 % de diferencia, misma situación que se da para el precio del combustible que es el mayor generador de movimiento en los últimos años. Esta información se corresponde con las diferentes entrevistas realizadas por quien escribe, a algunos habitantes de Salto, y el movimiento diario que se aprecia en el lugar, donde se ven mas autos con matrícula uruguaya que argentina.

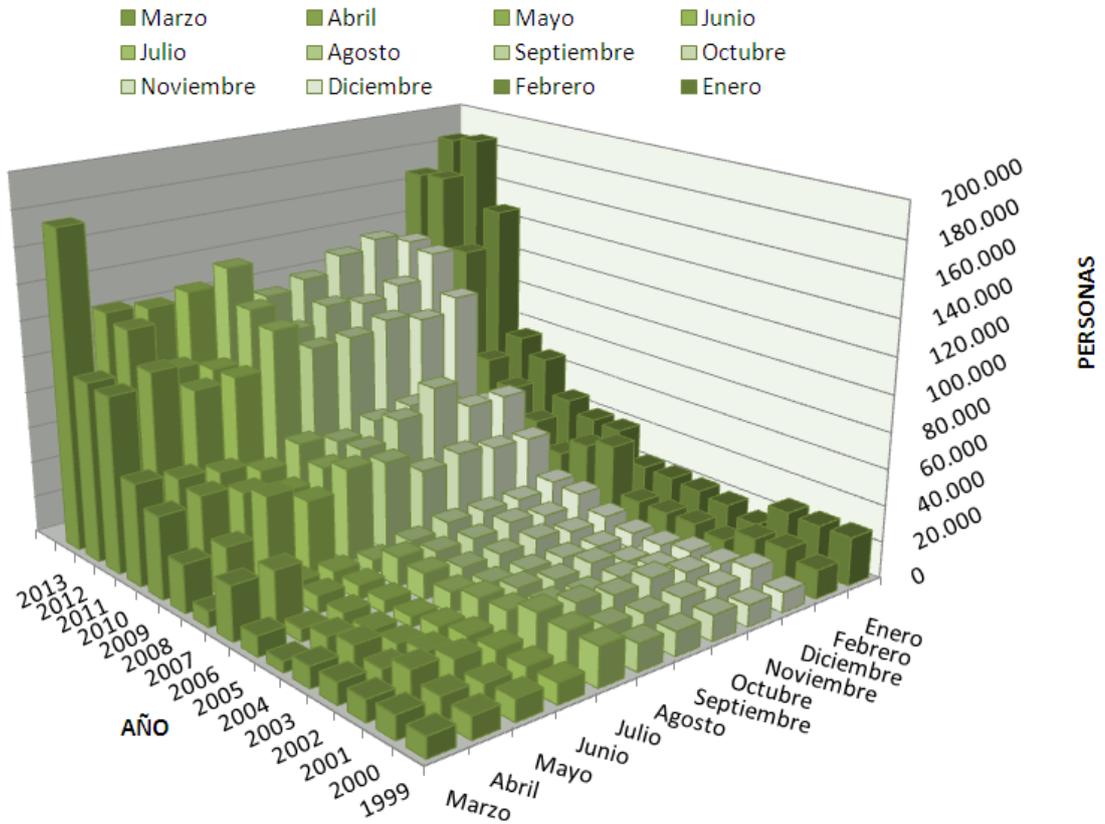


Figura II.18: Movimiento total de pasajeros, por mes y por año

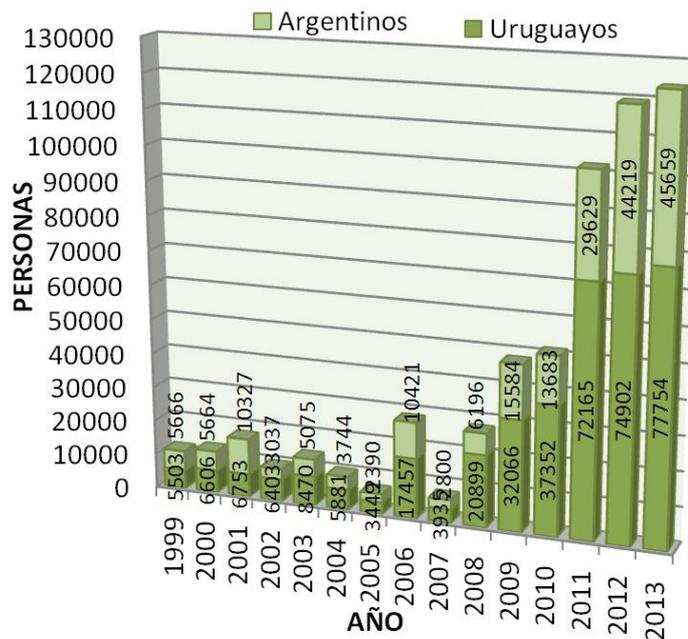


Figura II.19: Movimiento en el mes de Abril según nacionalidad.

Estos información junto a otros criterios que se adoptarán, van a ser usados en los siguientes capítulos para establecer una tasa de crecimiento para el tránsito (movimiento de pasajeros), ya que una gran parte de esto se derivaría al nuevo puente.

## II.11.7. Población

En las siguientes tablas se muestran los datos de población<sup>[2][1]</sup> para ambas ciudades. Para Concordia<sup>14</sup> estos datos están referidos a la población en el municipio y en el caso de Salto la unidad es el departamento por no disponerse de datos referidos a una delimitación menor que coincida con la definición territorial usada para del escenario microregional. Se considera entonces, una superficie equivalente a la de Concordia donde se concentra la población puesto que resulta mas representativo de la densidad de población actual de la ciudad. Estos Datos serán la base para la proyección de la población de ambas ciudades, tarea que se describe en el capítulo III PREFACTIBILIDAD.

Ciudad de Concordia				Ciudad de Salto			
Año	Población	Superficie	Densidad	Año	Población	Superficie	Densidad
1970	72136	226	319,2	1975	73897	221	334
1980	93618	226	414,2	1985	80823	221	366
1991	122561	226	542,3	1996	93117	221	421
2001	141.971	226	628,2	2004	99072	221	448
2010	169459	226	749,8	2011	104028	221	471

Departamento Concordia				Departamento Salto			
Año	Población	Superficie	Densidad	Año	Población	Superficie	Densidad
1970	110401	3.683	30,0	1975	103074	14163	7,28
1980	123190	3.683	33,4	1985	108487	14163	7,66
1991	138.980	3.683	37,7	1996	117597	14163	8,30
2001	157.291	3.259	48,3	2004	123120	14163	8,69
2010	170033	3.259	52,2	2011	124878	14163	8,82

<sup>14</sup>En la superficie del departamento, el cambio es debido a que cede tierras para la creación del departamento de San Salvador. Ley provincial 8.981 del 8/12/1995.

## II.11.8. Antecedentes - Proyectos anteriores

En numerosas ocasiones se han planteado diferentes proyectos referidos a la vinculación entre ambos países, o más precisamente entre ambas ciudades vecinas. A continuación se hace una breve descripción de los más relevantes para este proyecto de fin de carrera.

### Primeros proyectos

Entre los primeros proyectos encontramos uno que data del año 1964, donde se expone un puente flotante entre Salto y Concordia, que no entorpecería el de la, entonces proyectada, *represa hidroeléctrica*. Dicho proyecto tendría un costo de 1.500.000 de dólares estadounidenses, y su construcción se planteaba en un plazo de 1 año. El autor de dicho proyecto, que también habría planteado el proyecto de un puente flotante entre Paysandú y Colón fue el técnico Leonel Viera.

El puente se integraría con “cajones” flotantes de 5m de anchura por 15m de longitud y 2.50m de altura, que irían divididos en compartimientos estancos y exteriormente recubiertos por una gruesa chapa de acero inoxidable. Los “cajones” que se contruirían en tierra y luego serían botados al agua se comprimirían unos con otros hasta formar unidades de 325m de longitud. El puente por tanto, constaría de 2 de esas unidades, reposando en cada orilla respectivamente y unidas ambas en el centro del río por un arco central de 100m cuya *clave* estaría situada a 7m de altura sobre el nivel del agua; el arco sería parabólico, y estaría asegurado con un *tensor* situado a 3m de profundidad.

### Estudios de la UTN - Facultad Regional Concordia

Hacia comienzos de 1995 se divulgó la idea de construir un puente entre ambas ciudades, la idea como se describió en el resumen de hechos importantes, fue la que más a trascendido, ha sido objeto de estudio en muchos momentos. Principalmente después de que el Poder Ejecutivo de Entre Ríos, el 10 de julio de 1996 bajo el decreto N°2281 declara de interés provincial el Puente vecinal Salto-Concordia, luego de vista la gestión del Comité Internacional Rotario distrito 4960.

Declarando como unidad operativa, en representación de la Provincia de Entre Ríos a la Dirección de hidráulica y Recursos Hídricos, quien conviene con la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia (en ese entonces Unidad Académica Concordia) en el año 1996, firma un convenio con el Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, la realización de trabajos tendientes a determinar la pre-factibilidad y realización del anteproyecto de **Puente Fronterizo CONCORDIA - SALTO**. Las tareas que se realizaron contemplaban:

- a) Estudio de los lotes afectados a expropiación: determinación del área a expropiar y de la superficie edificada; evaluación económica del área a expropiar.

- b) Proyectos alternativos de Enlaces Viales en la cabecera del puente y la red vial de la ciudad. Influencia de la implantación de la cabecera del puente (sobre calle Los Vascos) en la actual red vial de la ciudad.
- c) Resolución del acceso regional y estudio de las vinculaciones de la trama vial en la zona de influencia del puente.
- d) Factibilidad de la construcción de un nuevo puente vehicular sobre el arroyo Manzores a la altura de calles Asunción o Coldaroli. Descripción del lugar y zona de influencia. Criterios generales de diseño.
- e) Estudios preliminares Topográficos, Hidráulicos y anteproyecto de estructura. instalaciones generales - Presupuesto.

### **Informes elaborados por la Comisión Técnica**

Alrededor de esas fechas, la Comisión Técnica designada por el H. Consejo Deliberante e integrada por representantes de los Municipios de Salto y Concordia, el 26 de Junio de 1996 realiza un Primer Informe, que contempla el análisis referido a la localización de las cabeceras con respecto a cada una de las ciudades, estudiando principalmente los aspectos fundamentales, que fueron:

- a) Análisis Topográfico,
- b) Sectores Urbanos afectados,
- c) Red vial y Accesibilidad,
- d) Impacto Paisajístico.

A criterio de quien escribe, este informe debe inevitablemente tenerse en cuenta, atendiendo a que ha sido elaborado por una comisión integrada por personal técnico local, de ambas ciudades, es decir, personal idóneo y que conoce mucho el área de estudio, situación que en otros proyectos no se da debido a que es elaborado por estudios de otras ciudades, que si bien establecen instancias de entrevistas con personal local, no llegan a conocer 100 % la realidad local donde se ubica el proyecto.

A pesar de la fecha del informe, y como fue el crecimiento de ambas ciudades, los análisis realizados en este informe fueron usados de puntapié en otros proyectos.

### **Proyecto: Integración Urbana entre Salto - Concordia**

El arquitecto de Concordia Daniel Lescano, elaboró de forma individual un proyecto de integración urbana, que llamó *Propuesta para una Integración de las dos Ciudades de Cara al Siglo XXI*. El proyecto, de Noviembre del 1996, planteaba la creación de un eje institucional en el sentido este-oeste que uniera funcional y espacialmente ambas ciudades.

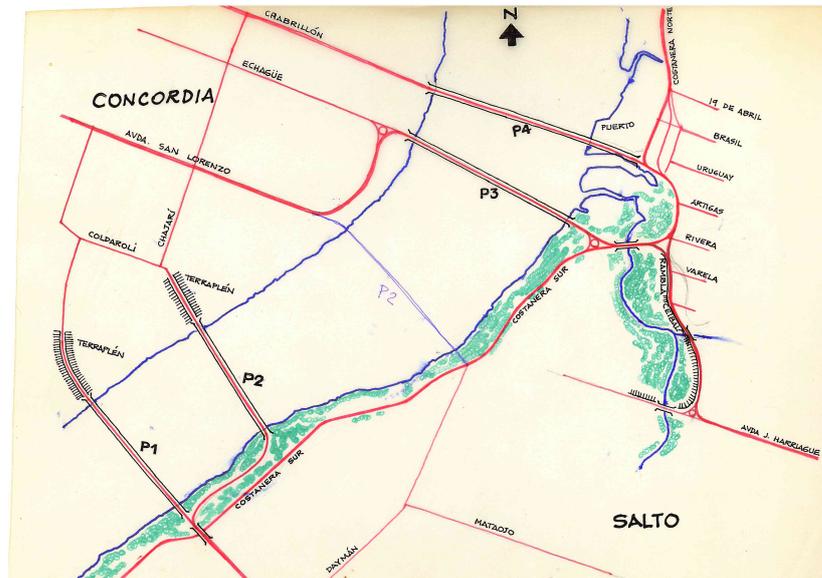


Figura II.20: Planos elaborados por la Comisión Técnica. Fuente: Junta Departamental de Salto.

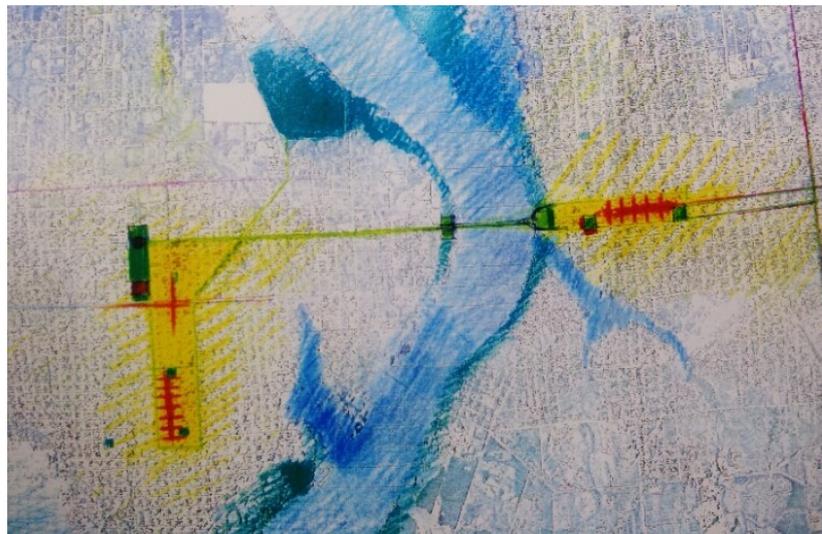


Figura II.21: Eje Institucional en sentido este-oeste

Entre otros ítems, se pueden destacar, que la localización de las cabeceras se proponía en calle Chabrillón (Concordia) y conectar directamente en calle Uruguay (Salto), planteando una redefinición del sector del puert salteño (como puerto turístico), creando un sector peatonal; ensanche de veredas en cale Uruguay buscando limitar el uso del auto, permitiendo olamente su circulación, prohibiendo el estacionamiento, hacer el recorrido zigzagueante para circular con la velocidad mínima.

Planteaba a su vez la creación de algunos Parques menores, el cambio de mano de algunas calles como Brasil (Salto), y establecer un símbolo en la intersección de calle Chabrillón con 25 de Mayo (actualmente calle Próspero Bovino) que sería un elemento

con altura tal de que sea detectable desde cualquier punto de la ciudad. Consideraba la integración de dos ciudades en una sola.

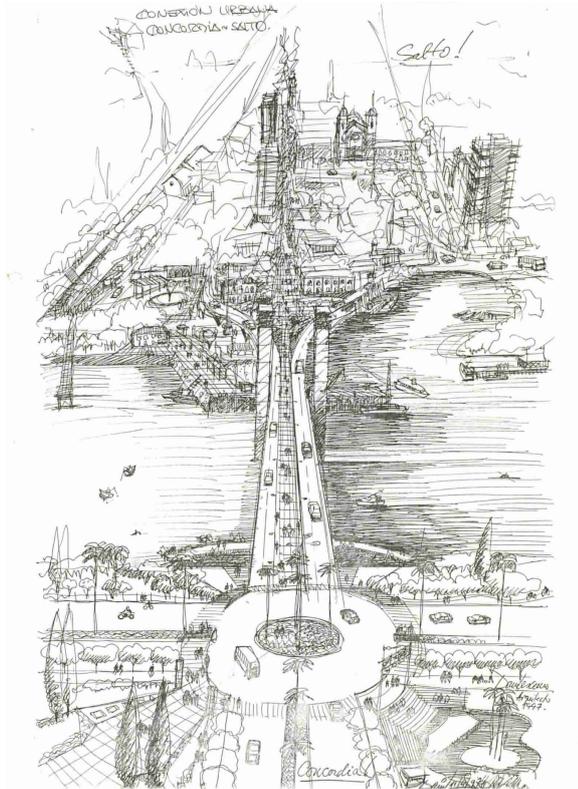


Figura II.22: Croquis del Puente urbano propuesto por el Arq. Lescano.

Este proyecto además de interesante, fue muy bien recibido por la Junta Departamental de Salto, por el equipo técnico que integraba la Comisión, tal como lo refleja una de las versiones taquigráficas que tratan del proyecto. El proyecto de Daniel Lescano “Propuesta para una integración de dos ciudades de cara al siglo XXI” obtuvo *Mención Especial* en el *Taller de Urbanística Latinoamericana TIUL Waseda University of Tokio* en el año 1999 (Ver figuras II.22 y II.21).

### **Proyecto: Interconexión Vial, Consorcio SALCON**

En marzo de 1997, se inicia el proceso de licitación (Lic. N° 18/97) para realización del estudio *Análisis de Alternativas y Factibilidad de la Interconexión Vial entre Salto y Concordia a través del Río Uruguay*, un proyecto que costó cerca de 250.000 dólares, y fue llevado a cabo por el Consorcio SALCON, integrado por: *Ing. Nieto & Consultores Asociados* e *Ingenieros & Economistas Consultores Asociados*. El proyecto fue encargado por el MTOP de Uruguay luego de un acuerdo realizado por ambos países.

Este fue uno de los proyectos más completos referidos al puente, y que más trascendencia ha tenido. El informe cuenta con dos volúmenes, uno con un texto principal y

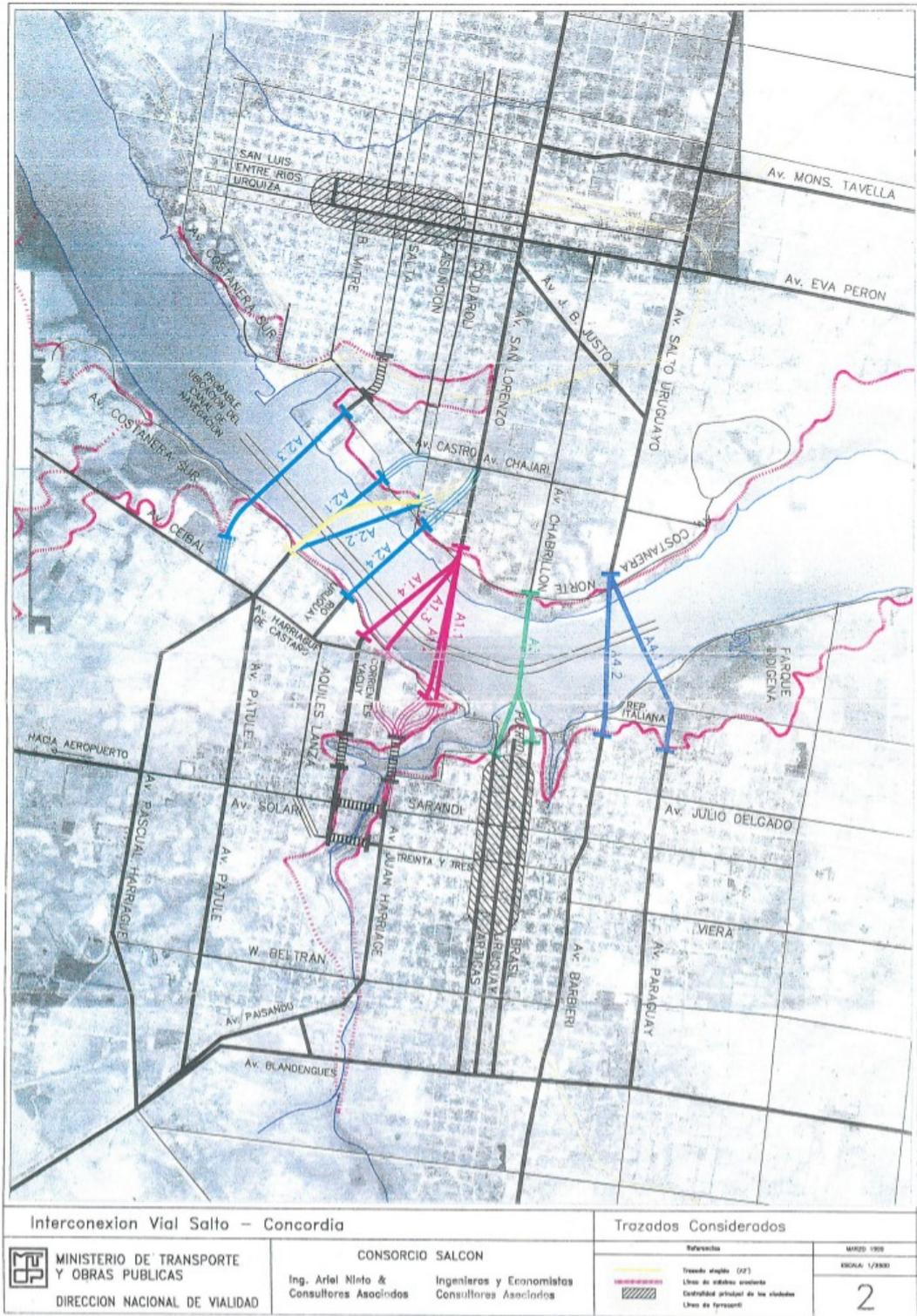


Figura II.23: Trazados considerados en el estudio de Factibilidad del Consorcio SALCON.

otro con anexos de detalle. Aquí se recopilan antecedentes del proyecto, se dan detalles del estudio realizado, se realiza el cálculo de la demanda de tránsito (estudio central

del informe), se evalúan deferentes alternativas (análisis de factibilidad y selección de la alineación del puente), luego se realiza un anteproyecto de ingeniería del trazado seleccionado, finalmente se hace la evaluación financiera y económica del proyecto en forma preliminar, y e presentan las recomendaciones de actuación.

Se analizó el Tránsito Derivado y el Tránsito generado obteniendo los siguientes resultados para el año 2000:

- a) Tránsito Derivado, suponiendo peaje cero, el total de viajes en ambos sentidos(TPDA<sup>15</sup>):
  - Autos 967
  - Omnibus 13
  - Motos 32
- b) Tránsito Derivado, suponiendo cobro de Peaje:
  - Autos (1,50 U\$\$) 967
  - Omnibus (7,50 U\$\$) 13
  - Motos (0,50 U\$\$) 32
- c) Tránsito Generado, peaje cero, TPDA:
  - Autos (1,50 U\$\$) 4721
  - Omnibus (7,50 U\$\$) 75
  - Motos (0,50 U\$\$) 2390
- d) Tránsito Generado, suponiendo cobro de peaje:
  - Autos (1,50 U\$\$) 2535
  - Omnibus (7,50 U\$\$) 45
  - Motos (0,50 U\$\$) 1450

Para el análisis de las trazas posibles se tuvieron en cuenta los estudios realizados por ambas intendencias, los estudios de la Facultad de Ingeniería de Uruguay, los estudios de la Universidad Tecnológica Nacional (FRCON), la calidad de los Accesos Inmediatos, la Interconexión con la Red de Transporte, los impactos Ambientales sobre el entorno.

Se consideraba que la alternativa más conveniente es la A2.2 (Concordia: Av. San Lorenzo y Av. Chajarí mediante una digonal a construir; Salto: Inmediaciones del Ex. frigorífico Cybarán). Los datos técnicos mas relevantes del anteproyecto de ingeniería son:

---

<sup>15</sup>TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual

- Se adoptó un gálibo tal que la cota del puente resulta 27,50m sobre el cero de Salto.
- El ancho total del puente es de 13,40m (8,40m para circulación de vehículos, 2,40m para circulación de motos y bicicletas, 1,60m para circulación de peatones).
- Costo estimado por el consultor U\$S 13.376.474.-
- El proyecto presenta una rentabilidad económica muy importante (TIR del 15 % como mínimo).
- Es viable su realización por el régimen de *Concesión de Obra Pública*.
- Se remarca la necesidad de que el tránsito por el futuro puente debería ser lo más fluido posible (libre de controles).

### **Taller: “Proyecto de Construcción de Puente Internacional Salto-Concordia”**

Bajo el patrocinio del BID en el Marco de la Iniciativa IIRSA, en septiembre de 2003 y junio de 2004, se realizaron dos talleres referidos al proyecto de construcción del puente internacional donde técnicos y especialistas expusieron las diferentes ideas. A su vez el representante del BID, Emilio Sawada, trató sobre antecedentes y conclusiones del del proyecto.

En el segundo taller los consultores Ariel Nieto y Pedro Buonomo hablaron sobre la propuesta “Revisión y actualización del Estudio de prefactibilidad del proyecto”. Este segundo taller tuvo como objetivo la presentación de los estudios complementarios necesarios y que fueran sugeridos en oportunidad del llevarse a cabo el primer taller en la Montevideo.

### **Proyecto: Nuevo Puente Internacional Concordia - Salto**

En fines de 2010, el empresario salteño Alejandro Ancel presenta un proyecto ante los ediles que forman la Comisión de Relaciones Internacionales e Integración de la Junta Departamental de Salto, para que dicha ciudad sea la capital uruguaya del Corredor Biocénico Central. Este proyecto contempla la construcción de un nuevo Puente Internacional entre Concordia y Salto. Ancel imprimió un libro con su propuesta en julio de 2011, el cual contiene un gran resumen de mucho material sobre el tema.

En octubre de 2011 el empresario expuso el proyecto en el “X Foro del MERCOSUR”, realizado en Salto. En la figuras II.25 y II.26 se muestran las trazas propuestas.

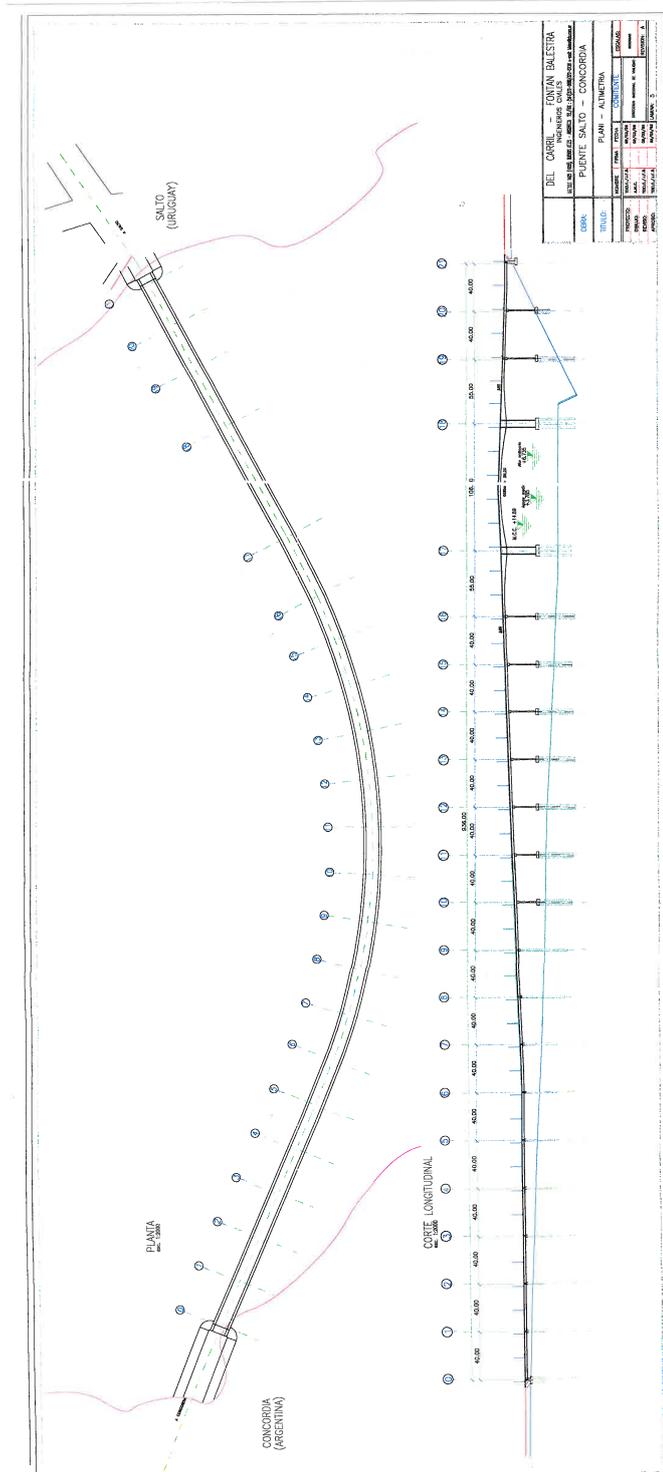


Figura II.24: Planta y Vista longitudinal del trazado estudiado (Proyecto del Consorcio SALCON).



Figura II.25: Mapa de la ruta alternativa que pasaría por Salto.



Figura II.26: Ubicación del nuevo puente internacional carretero que es parte de la propuesta.

## II.11.9. Mecanismos de financiamiento

Como antecedentes del proyecto se tiene el patrocinio del BID<sup>16</sup> en el taller “Proyecto de Construcción del Puente Interurbano Salto-Concordia” realizado en Montevideo el 30 de septiembre de 2003 el cual estuvo en el marco de iniciativa del IIRSA<sup>17</sup>.

El elemento sobresaliente de esa reunión fue justamente el tratamiento de la infraestructura a escala regional Suramericana, de forma tal que toda la geografía común tenga un nexo de comunicaciones y obras de infraestructura que la conviertan en un espacio de vinculaciones mucho más amplio y atractivo del que existe en la actualidad para encarar los proyectos de desarrollo económico y social que la región necesita. En este marco, este ejercicio relacionado con el Puente Concordia- Salto cuenta con la asistencia financiera del BID y la participación de otros organismos financieros regionales como FONPLATA y la CAF.

A su vez las obras se podrían ejecutar mediante Contrato de Obra Pública, pero teniendo como Organismos encargados, a la CARU o directamente a las Municipalidades de Concordia y Salto.

A través de créditos externos de organismos financieros como el BID, BIRF<sup>18</sup>, Banco Mundial, con o sin aportes parciales de los tesoros de ambas naciones.

---

<sup>16</sup>Banco Interamericano de Desarrollo.

<sup>17</sup>Integración de la Infraestructura Regional Suramericana, la iniciativa regional surge como consecuencia de la Cumbre de Jefes de Estados en Brasilia en agosto de 2000.

<sup>18</sup>Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

## Bibliografía

- [1] Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. (INDEC)
- [2] Censo de Poblacion y Vivienda 1996 y 2004. (INE)
- [3] <http://www.dnm.minterior.gub.uy/>
- [4] <http://www.migraciones.gov.ar>
- [5] <http://www.welcomeuruguay.com>

## III. Prefactibilidad

En este capítulo se realizan los estudios referidos a la proyección de la población, el parque automotor y la determinación del Tránsito Medio Diario Anual, para el posterior estudio de la factibilidad económica del proyecto.

### III.0.10. Población

En esta sección se realizará una proyección de la población para la ciudad de Concordia. Se debe determinar la población futura para los años 2017, 2017 y 2027, que corresponden a la fecha prevista para la puesta en servicio de las obras, junto a los los períodos de diseño de 10 y 20 años respectivamente. Los métodos que se usarán para realizar esta tarea son:

- a) Método de la Tasa Geométrica Decreciente,
- b) Método de Relación - Tendencia,

Se cuenta con los datos relevados y expuestos en el CAPÍTULO II - INVENTARIO, a los que se agregan las poblaciones de la provincia y país, Entre Ríos y Argentina. También se tienen los valores de la población estimada para Argentina, publicación: “*Estimaciones y proyección de población total del país*” (versión revisada - Buenos Aires-1995) INDEC-CELADE, Serie de Análisis Demográfico N° 5, 1950-2050. (Ver tablas 1 y 2)

Censo	Año	Nación	Provincia	Ciudad
		Argentina	Entre Ríos	Concordia
1° Censo	1980	27.949.480	908.313	93.618
2° Censo	1991	32.615.528	1.020.257	122.561
3° Censo	2001	36.260.130	1.158.147	141.971
4° Censo	2010	40.117.096	1.235.994	169.459

Tabla 1: Datos relevados de la Población.

Año	Población
1995	34.768.455
2000	37.031.803
2005	39.301.755
2010	41.473.702
2015	43.497.670
2020	45.347.004
2025	47.160.326
2030	48.896.059
2035	50.514.392
2040	51.993.533
2045	53.327.911
2050	54.522.337

Tabla 2: Población estimada para Argentina.

### III.0.11. Proyecciones de la población

Se desea hacer una proyección de la población a 30 años, que se usará en el estudio del Tránsito Generado. La proyección demográfica se debe basar en la información de los censos nacionales de población y vivienda, complementada con la información confiable que puede recabarse en otras fuentes.

#### Método de la Tasa Geométrica Decreciente

El método de las Tasas Geométricas Decrecientes es apto para localidades que han sufrido un aporte inmigratorio o un incremento poblacional significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como, por ejemplo, la instalación de parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, etc. y **cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.**

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales. Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en los datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 ; i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo:

$i_I$  = Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal,

$i_{II}$  = Tasa media anual de variación de la población durante el último período censal,

$n_1$  = Número de años del período censal entre el primero y segundo censo,  
 $n_2$  = Número de años del período censal entre el segundo y último censo,  
 $P_1$  = Número de habitantes correspondiente al primer censo en estudio,  
 $P_2$  = Número de habitantes correspondiente al penúltimo censo en estudio,  
 $P_3$  = Número de habitantes correspondiente al último censo en estudio.

Si  $i_{II} > i_I$  se escoge  $i_{II}$ , por el contrario, si  $i_{II} < i_I$  se elige  $i = \frac{i_{II} + i_I}{2}$ .

De acuerdo a los datos, resultan los siguientes (Ver tabla 3) valores para las tasas:

$$n_1 = 2001 - 1991 = 10 ; n_2 = 2010 - 2001 = 9$$

$P_1 = P_{1991}$	$P_2 = P_{2001}$	$P_3 = P_{2010}$	$i_I$	$i_{II}$	$i_{adop}$
122.561	141.971	169.459	0,0148	0,0199	<b>0,0173</b>

Tabla 3: Población y tasas medias anuales.

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de  $n_1$  años, se debe efectuar la proyección con la tasa media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3(1 + i)^{n_a}$$

$$P_0 = P_a(1 + i)^{n_0}$$

$$P_n = P_0(1 + i)^n$$

$i$  = Tasa media anual de proyección,

$n_a$  = Número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto,

$n_0$  = Número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del mismo,

$n_2$  = Número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección,

$P_a$  = Estimación de población existente a la fecha de ejecución del proyecto,

$P_0$  = Estimación de población al año previsto para la habilitación de la obra,

$P_n$  = Estimaciones de población al año “ $n$ ”.

Se supuso que el comienzo del proyecto en 2015, y el término junto a la habilitación de la obra en 2017. De aquí se obtienen los 2 períodos respectivamente:  $P_{10} = P_{2027}$  ;  $P_{20} = P_{2037}$  ;  $n_a = 2015 - 2010 = 5$  ;  $n_0 = 2017 - 2015 = 2$  ;  $n_{(P_{2027})} = 10$  ;  $n_{(P_{2037})} = 20$ .

Ciudad	$i$	$P_3 = P_{2010}$	$P_a = P_{2015}$	$P_0 = P_{2017}$	$P_{10} = P_{2027}$	$P_{20} = P_{2037}$
Concordia	0,0173	169.459	184.665	191.123	226.962	269.521

Tabla 4: Resultados para el método de Tasa Geométrica Decreciente.

### Método de Relación-Tendencia

- El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento, y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.
- Se obtienen los valores de población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas. En todos los casos, se deben utilizar las proyecciones efectuadas por el INDEC:

$P_{T1}$  = población del país según el antepenúltimo censo nacional,

$P_{T2}$  = población del país según el penúltimo censo nacional,

$P_{T3}$  = población del país según el último censo nacional,

$P_{T0}$  = población del país proyectada al año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ),

$P_{Tn1}$  = población del país proyectada al año  $n_1$  del período de diseño,

$P_{Tn2}$  = población del país proyectada al año final  $n_2$  del período de diseño.

Las poblaciones del país  $P_{T0}$ ,  $P_{Tn1}$  y  $P_{Tn2}$  pueden extraerse de la publicación *Estimaciones y Proyecciones de Población Total del País* (versión revisada), INDEC-CELADE, serie de Análisis Demográfico N° 5, Buenos Aires, 1995. En dicha publicación se considera la población al 30 de junio de cada año y se encuentran valores desde el año 1950 al 2050<sup>1</sup>.

- Se obtienen los valores de población total de la provincia, resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas:

$p_1$  = población total de la provincia según el antepenúltimo censo nacional,

$p_2$  = población total de la provincia según el penúltimo censo nacional,

$p_3$  = población total de la provincia según el último censo nacional,

$p_0$  = población total de la provincia proyectada al año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ),

$p_{n1}$  = población total de la provincia proyectada al año  $n_1$  del período de diseño,

$p_{n2}$  = población total de la provincia proyectada al año final  $n_2$  del período de diseño.

<sup>1</sup>Cada vez que se aplique este método es conveniente consultar en dicho organismo oficial la última publicación sobre estimaciones.

De ser necesario, para la determinación de  $p_0$ ,  $p_{n1}$  y  $p_{n2}$  se aplica un criterio similar al utilizado para calcular la población total del país en los mismos años.

Se tienen los siguientes datos:

País		Provincia	
$P_{T1} = P_{1991}$	32.615.528	$p_1 = P_{1991}$	1.020.257
$P_{T2} = P_{2001}$	36.260.130	$p_2 = P_{2001}$	1.158.147
$P_{T3} = P_{2010}$	40.117.096	$p_3 = P_{2010}$	1.235.994

Tabla 5: Población total del país y la provincia según los tres últimos censos nacionales.

- d) Se relacionan los datos históricos de la provincia y del país para cada año, obteniéndose:

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}}; R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}}; R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

- e) Se extrae el logaritmo decimal de las relaciones  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ , y se determinan las siguientes relaciones para los dos períodos intercensales históricos:

$$I_1 = \log R_2 - \log R_1 \text{ (para } N_1 \text{ años del 1er período intercensal)}$$

$$I_2 = \log R_3 - \log R_2 \text{ (para } N_2 \text{ años del 2do período intercensal)}$$

- f) Se determina la relación provincia/país para el año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ), utilizando la siguiente expresión:

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I_1 C_{10} + I_2 C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

Siendo:

$$R_4 = \frac{p_0}{P_{T0}} = \text{relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el año inicial del período de diseño } (n = 0),$$

$C_{10}$ ,  $C_{20}$  = coeficientes de ponderación calculados según la tabla 6:

$A_1$  = año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional,

$A_2$  = año en que se realizó el penúltimo censo nacional,

$A_3$  = año en que se realizó el último censo nacional,

$B_0$  = año previsto para la habilitación de la obra,

$B_1$  = año en que finaliza el 1er subperíodo de  $n_1$  años,

$B_2$  = año final del período de diseño.

- g) Se determina la relación provincia/país para los dos subperíodos de diseño de  $n_1$  y  $n_2$  años, por las siguientes expresiones:

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I_1 C_{11} + I_2 C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

Períodos intercensales	Período desde el último censo hasta el año inicial		
	Subperíodos de diseño		
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$
$N_1 = A_2 - A_1$	$C_{10} = \frac{1}{\left(A_3 + \frac{n_0}{2}\right) - \left(A_1 + \frac{N_1}{2}\right)}$	$C_{11} = \frac{1}{\left(B_0 + \frac{n_1}{2}\right) - \left(A_1 + \frac{N_1}{2}\right)}$	$C_{12} = \frac{1}{\left(B_1 + \frac{n_2}{2}\right) - \left(A_1 + \frac{N_1}{2}\right)}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$C_{20} = \frac{1}{\left(A_3 + \frac{n_0}{2}\right) - \left(A_2 + \frac{N_2}{2}\right)}$	$C_{21} = \frac{1}{\left(B_0 + \frac{n_1}{2}\right) - \left(A_2 + \frac{N_2}{2}\right)}$	$C_{22} = \frac{1}{\left(B_1 + \frac{n_2}{2}\right) - \left(A_2 + \frac{N_2}{2}\right)}$

Tabla 6: Coeficiente de ponderación.

$A_1 =$	1991	$B_0 =$	2017
$A_2 =$	2001	$B_1 =$	2027
$A_3 =$	2010	$B_2 =$	2037

Tabla 7: Años censales y de diseño.

Períodos intercensales	Período último censo-año inicial		
	Subperíodos de diseño		
	$n_0 = 7$	$n_1 = 10$	$n_2 = 10$
$N_1 = 10$	$C_{10} = 0,0571429$	$C_{11} = 0,03846$	$C_{12} = 0,0277778$
$N_2 = 9$	$C_{20} = 0,125$	$C_{21} = 0,06061$	$C_{22} = 0,037736$

$$\log R_6 = \log R_5 + \frac{I_1 C_{12} + I_2 C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$R_5 = \frac{P_{n1}}{P_{Tn1}}$  = relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el final del primer subperíodo de diseño,

$R_6 = \frac{P_{n2}}{P_{Tn2}}$  = relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el final del segundo subperíodo de diseño,

$C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$  = coeficiente de ponderación calculados según indica la tabla 6.

h) Para las poblaciones de la localidad y la provincia se definen relaciones<sup>2</sup> similares a las establecidas en **c), d), e)**.

$$L_1 = \frac{P_1}{p_1}; L_2 = \frac{P_2}{p_2}; L_3 = \frac{P_3}{p_3}$$

$$I'_1 = \log L_2 - \log L_1 \text{ (para } N_1); I'_2 = \log L_3 - \log L_2 \text{ (para } N_2)$$

$$\log L_4 = \log L_3 + \frac{I'_1 C_{10} + I'_2 C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log L_5 = \log L_4 + \frac{I'_1 C_{11} + I'_2 C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

<sup>2</sup>Los coeficientes de ponderación son siempre los de la tabla 6.

$$\log L_6 = \log L_5 + \frac{I'_1 C_{12} + I'_2 C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

i) se obtienen las relaciones de población provincia/país y localidad/provincia para el período de diseño:

$$R_4 = \frac{p_0}{P_{T0}} = 10^{\log R_4}; \quad n = 0$$

$$R_5 = \frac{p_{n1}}{P_{Tn1}} = 10^{\log R_5}; \quad n = n_1$$

$$R_6 = \frac{p_{n2}}{P_{Tn2}} = 10^{\log R_6}; \quad n = 20$$

$$L_4 = \frac{P_0}{p_0} = 10^{\log L_4}; \quad n = 0$$

$$L_5 = \frac{P_{n1}}{p_{n1}} = 10^{\log L_5}; \quad n = n_1$$

$$L_6 = \frac{P_{n2}}{p_{n2}} = 10^{\log L_6}; \quad n = 20$$

j) Se obtienen los valores de población de la provincia para el período de diseño:

$$p_0 = R_4 P_{T0}; \quad n = 0$$

$$p_{n1} = R_5 P_{Tn1}; \quad n = n_1$$

$$p_{n2} = R_6 P_{Tn2}; \quad n = 20$$

k) De igual manera se deben proyectar las poblaciones del departamento o partido según corresponda, y de la localidad:

$$P_0 = L_4 p_0; \quad n = 0$$

$$P_{n1} = L_5 p_{n1}; \quad n = n_1$$

$$P_{n2} = L_6 p_{n2}; \quad n = 20$$

En las tablas 8 a 11 se muestran: la relación entre *Provincia-País*, junto a las proyecciones para la provincia, las relaciones *Localidad-Provincia*, y las proyecciones de población para la localidad.

$R_1 = 0,0312813$	$R_4 = 0,0302543$	$p_0 = 1.338.373$
$R_2 = 0,0319400$	$R_5 = 0,0298351$	$p_{n1} = 1.427.749$
$R_3 = 0,0308097$	$R_6 = 0,0294817$	$p_{n2} = 1.506.691$

Tabla 8: Relación provincia-país y Proyecciones de población para la provincia.

$P_1 = P_{1991}$	$P_2 = P_{2001}$	$P_3 = P_{2010}$	$L_1$	$L_2$	$L_3$
122.561	141.971	169.459	0,12013	0,12258	0,13710

Tabla 9: Relaciones localidad-provincia.

$I'_1$	$I'_2$	$\log(L_4)$	$\log(L_5)$	$\log(L_6)$	$L_4$	$L_5$	$L_6$
0,0088	0,0486	-0,8268	-0,7937	-0,7619	0,1490	0,1608	0,1730

Tabla 10: Relaciones localidad-provincia en el período de diseño.

$P_0$	$P_{n1}$	$P_{n2}$
199.409	229.601	260.660

Tabla 11: Resultados proyección de la población.

### III.0.12. Parque Automotor

#### Parque registral inscripto

Para la ciudad de Concordia se pudo recopilar los datos referidos a la cantidad de autos incriptos sean éstas, inscripciones iniciales, o bien, transferencias. Los datos aquí expuestos fueron obtenidos de la DNRPA<sup>3</sup>, se tiene el parque automotor, discriminado temporalmente por año, así como las inscripciones iniciales mes a mes, durante el período enero de 1998 a diciembre de 2013.

#### Automóviles y vehículos livianos

A nivel provincial, se cuenta con la cantidad total de inscripciones en Entre Ríos (ver tabla 12), y para el último período (2010 a 2013) se puede observar la variación del parque activo total, registrado en toda la provincia.

Siguiendo con la provincia, en la tabla 13 se expone el parque automotor total provincial<sup>4</sup>, y en la tercera columna están calculadas las tasas de crecimiento por año.

En la tabla 14 se muestran las inscripciones de autos (unidades 0km), el parque

<sup>3</sup>DNRPA: Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor (Rep. Argentina).

<sup>4</sup>Cabe destacar que para el período 2002/2009, las cantidades expuestas, consignan el parque jurídico registral inscripto en los Registros Seccionales de cada provincia a las fechas indicadas, sin embargo el parque circulante o “vivo”, sería un 33 % inferior a esas cifras.

Año	Inscripciones iniciales Entre Ríos												Total Inscrip.
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1998	1.370	746	817	796	650	733	857	745	746	619	490	242	8.811
1999	638	529	588	506	396	395	378	432	480	473	529	390	5.734
2000	1.223	739	697	560	578	560	667	633	556	734	490	246	7.683
2001	762	297	313	290	290	258	311	315	272	223	162	63	3.556
2002	312	140	208	184	134	91	88	117	101	131	97	55	1.658
2003	283	138	177	187	192	235	279	286	327	419	310	270	3.103
2004	795	503	544	574	532	642	673	635	610	520	461	195	6.684
2005	1.389	696	664	711	795	792	759	724	764	663	521	245	8.723
2006	1.644	810	902	742	855	878	814	859	815	838	590	278	10.025
2007	2.259	916	1.160	1.020	1.165	987	1.168	1.325	1.137	1.070	841	393	13.441
2008	2.370	1.156	1.119	1.319	1.374	1.176	1.451	1.333	1.336	1.255	750	348	14.987
2009	1.975	957	1.025	933	895	998	1.111	962	1.064	860	828	413	12.021
Estadística Anual de Parque Activo (en condiciones registrales para circular)													
2010	317.979	320.048	321.219	322.714	324.034	325.338	326.740	328.415	329.870	331.565	333.010	334.421	13.154
2011	335.363	338.457	340.073	341.840	344.536	347.494	350.589	353.758	356.330	358.968	361.426	362.503	21.712
2012	366.660	368.750	371.604	373.731	376.640	379.092	381.586	384.195	386.444	388.857	390.789	392.565	20.724
2013	396.033	398.187	401.895	403.072	406.092	408.436	411.191	413.730	416.744	419.660	421.739	423.227	21.755

Tabla 12: Inscripciones mensuales de unidades 0km en la provincia, y parque activo en la provincia.

Año	Parque automotor E.R.	Crecimiento anual
2002	291.939	1,82 %
2003	295.042	1,06 %
2004	327.739	11,08 %
2005	336.462	2,66 %
2006	346.500	2,98 %
2007	359.941	3,88 %
2008	392.235	8,97 %
2009	404.256	3,06 %
Parque Activo (en condiciones registrales para circular)		
2010	334.421	-
2011	362.503	8,40 %
2012	392.565	8,29 %
2013	423.227	7,81 %

Tabla 13: Parque automotor de la provincia de Entre Ríos.

automotor de la ciudad<sup>5</sup>, y en la última columna la tasa de crecimiento anual. Como es de esperar, el mayor número de compras de vehículos se da en el mes de enero, con motivos de viajes en el receso del verano. Por otro lado, se aprecia un incremento considerable del parque en el año 2004, al mermar la crisis que venía afectando al país, y los planes nacionales que se largaron, fomentando el recambio de unidades usadas por unidades 0km. En los años 2007 y 2008, se da otro salto en las ventas de automóviles que se mantiene, aunque en menor intensidad, hasta la actualidad. La tasa de crecimiento

<sup>5</sup>Desde 2010 en adelante, las cifras corresponden al *parque automotor activo* (en condiciones registrales para circular).

en el parque activo en Concordia en los últimos 3 años se mantiene cerca del 7,5 %, que comparando con la provincia, se dan variaciones muy similares.

Año	Inscripciones iniciales en la localidad Concordia												Total	Total Concordia	Crec. Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
1998	53	26	33	32	27	29	45	36	33	26	22	19	381	31.630	-
1999	45	28	22	17	21	23	16	7	24	23	35	21	282	32.541	2,88 %
2000	50	22	21	22	15	22	29	20	13	38	9	9	270	33.201	2,03 %
2001	33	10	13	9	11	7	9	5	6	8	3	4	118	33.437	0,71 %
2002	7	5	9	10	2	3	1	9	3	5	2	3	59	33.816	1,13 %
2003	17	1	6	11	3	4	9	14	8	9	11	5	98	34.104	0,85 %
2004	28	11	14	21	17	19	31	21	18	17	20	3	220	37.063	8,68 %
2005	56	18	31	18	27	26	24	31	21	22	19	12	305	37.966	2,44 %
2006	56	33	32	26	36	28	24	32	26	29	19	14	355	39.028	2,80 %
2007	95	39	45	44	30	29	45	55	23	25	39	8	477	40.366	3,43 %
2008	97	36	50	57	43	46	54	46	49	34	22	7	541	42.751	5,91 %
2009	65	35	38	26	31	38	43	38	41	39	31	12	437	43.937	2,77 %
2010	83	55	68	41	46	51	75	51	79	46	58	49	702	36.550	-
2011	122	68	65	77	74	108	102	97	94	89	81	33	1.010	39.332	7,61 %
2012	119	93	155	64	103	90	89	80	88	96	74	31	1.082	42.854	8,95 %
2013	119	69	99	79	104	70	94	89	98	96	79	39	1.035	46.125	7,63 %

Tabla 14: Parque automotor de Concordia.

Sin embargo, entre diciembre/2013 - febrero/2014 se aplicó un impuesto especial para los autos de alta gama, donde el Gobierno Nacional apunta a quitarle el atractivo a las importaciones y a aumentar la recaudación. La Ley N° 24.674, sanionada el 19 de diciembre de 2013[12] modifica la ley de impuestos internos para aumentarlos considerablemente para una serie de vehículos, con esto, los autos cuyo precio de venta sin impuestos sea de entre 100.000 y 170.000\$AR pagan 30 % de impuestos internos, mientras que si la unidad supera los 170.000\$AR pagan un 50 %, para el caso de los motovehículos abarca las motos que superen el monto de \$AR 22.000. A la luz de esto, se pueden citar diferentes notas informativas, donde la industria automotriz, advierte que este impuesto alcanza el 70 % de los modelos que se venden en el país. Esto se ve reflejado en la merma de inscripciones iniciales en la provincia, como se puede ver en la tabla 15.

Es de esperar una baja en las ventas de vehículos, a su vez en las políticas de estado, se busca siempre incentivar el uso masivo del transporte público, con esto aclarado, en la proyección del parque automotor se asumirá conservadoramente una tasa de crecimiento del 6 % anual.

Año	Inscrip. iniciales Entre Ríos			
	Ene	Feb	Mar	Abr
2013	3.292	1.713	2.165	2.218
2014	3.373	1.427	1.405	1.432

Tabla 15: Comparación registros mensuales en la provincia.

Año	Inscripciones iniciales motovehículos												Total inscrip.
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1998	24	27	30	28	30	24	41	33	34	28	35	11	345
1999	24	23	29	27	15	22	18	30	26	25	25	28	292
2000	27	22	36	30	26	29	17	37	27	29	25	24	329
2001	39	37	58	21	50	25	34	28	20	17	12	9	350
2002	6	12	17	20	18	3	7	9	11	6	7	5	121
2003	4	4	8	5	2	10	10	9	8	20	9	12	101
2004	8	18	17	9	16	15	18	19	27	28	27	25	227
2005	18	27	34	37	29	27	42	32	51	47	64	52	460
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	202	176	159	170	216	180	177	210	218	277	236	233	2.454
2008	308	285	247	305	271	261	267	229	245	270	223	180	3.091
2009	246	201	229	176	228	210	170	190	215	230	226	199	2.520
2010	226	229	303	385	382	378	304	307	377	347	434	449	4.121
2011	539	482	497	446	507	449	416	410	420	391	409	360	5.326
2012	410	335	415	321	406	300	316	308	254	336	291	296	3.988
2013	383	344	307	492	392	262	312	333	294	329	326	264	4.038

Tabla 16: Incripciones motovehículos Concordia.

## Motovehículos

En la tabla 16 se exponen las inscripciones de unidades nuevas en la ciudad de Concordia, para 2006, no se disponen de datos. Por otro lado, en 2007, el número de ventas se incrementa cerca del 400 %, luego se observa un crecimiento mantenido, hasta la actualidad.

Siguiendo con análisis de datos, en la tabla 17, se muestra la evolución del parque de motovehículos. La cantidad consignada expresa el parque registral inscripto, no obstante, dicha cantidad difiere del parque circulante o denominado “vivo”. A su vez, la inscripción registral de motovehículos se inicia a partir del 22/05/89, por lo que las cifras expuestas son las correspondientes a todos los trámites registrados a partir de dicha fecha. No se disponen de los datos del registro de Concordia anteriores al 2009, para la provincia tampoco se cuenta con los datos en el período 2005-2008. Analizando la información se puede decir, que en cuatro años (2009-2012) se duplicó el parque de motovehículos.

Del mismo modo que los autos, las motos mantienen un ritmo de venta en niveles récord. En los últimos años el parque de estos vehículos se duplicó en la provincia: hacia 2009, la cantidad de motovehículos era de 116.440, y para 2012, llegó a la suma de 206.280 motos. Es decir que en la provincia, hay una motocicleta cada 6 habitantes, por encima de la media nacional, que según la ACARA<sup>6</sup> es de una cada 10 personas. El número hace ver que son las que predominan en las calles.[13]

Como dato adicional, se tiene que en provincia de Santa Fe, hay una moto cada 5

<sup>6</sup>ACARA: Asociación de Concesionarias de Automóviles de la República Argentina.

Año	Total Concordia	Total Entre Ríos	Crecim. localidad	Crecim. provincia
1998	-	34.530	-	-
1999	-	36480	-	5,65 %
2000	-	38103	-	4,45 %
2001	-	44.736	-	17,41 %
2002	-	45.542	-	1,80 %
2003	-	47.628	-	4,58 %
2004	-	49.474	-	3,88 %
2009	19.933	116.440	-	-
2010	24.054	143.997	20,67 %	23,67 %
2011	29.380	179.612	22,14 %	24,73 %
2012	33.368	206.280	13,57 %	14,85 %
2013	37.406	233.413	12,10 %	13,15 %

Tabla 17: Parque motovehículos Ciudad de Concordia y provincia Entre Ríos.

habitantes, y en Córdoba, una cada 6, mientras que en Buenos Aires hay una moto cada 12 personas. Por otra parte, durante 2012 se registraron 30.746 motos en Entre Ríos, comparando los valores, en el departamento de Concordia en 2012 se registran 4598<sup>7</sup> inscripciones, y en Paraná 4723 compras de motovehículos, luego continúa el departamento de gualeguaychú con 4257, y 2628 en Concepción del Uruguay. En Paraná las ventas fueron de 4595 en 2011, y 3403 en 2010.

Desde el sector, se sostiene que el alto nivel de comercialización experimentado desde 2006 se debe fundamentalmente a las amplias facilidades y financiación que se otorgan al cliente: una buena relación entre precio y poder adquisitivo, cuotas bajas y fijas, y planes de pago en dos o mas años.

El parque de estos rodados de distintas cilindradas crece a mas del 15 % anual y en el primer mes del año, por día se registran 14 motos (2012). Cabe destacar que en las estadísticas, sobresale la participación de las motos en los accidentes de tránsito. Ya que la aparente facilidad en su conducción incentiva peligrosamente su uso.[13]

Luego de consultar los datos más recientes, de las inscripciones durante los primeros meses de 2014, las ventas han mermado, esto hace pensar que la tasa de crecimiento seguirá bajando, como lo ha hecho desde 2013. Se adoptará una tasa de crecimiento del **12 %** anual para la proyección de parque de motovehículos.

### III.0.13. Proyecciones del parque automotor

Luego de aplicar la fórmula de interés compuesto a los últimos datos del parque automotor y de motovehículos con las tasas de crecimiento adoptadas en los parrafos

<sup>7</sup>Esta cantidad corresponde a las inscripciones en el departamento de Concordia, que difieren de las expuestas en la tabla 16, que son únicamente las del Registro "A", de la ciudad de Concordia.

anteriores, resultan las proyecciones del volúmen de autos y motos para la ciudad de Concordia (ver tabla 18).

Año	Automoviles	Motos
2013	46.125	28.055
2015	51.826	35.192
2017	58.232	44.144
2022	70.848	64.862
2027	86.197	95.304
2032	104.872	140.033
2037	127.593	205.755

Tabla 18: Proyecciones para la ciudad de Concordia.

## III.1. Situación Margen Izquierda - Salto

### III.1.1. Población

Se determinará la población futura para los años 2017, 2027 y 2037, que corresponden a la fecha prevista para la puesta en servicio de las obras, junto a los los períodos de diseño de 10 y 20 años respectivamente. Para realizar esta tarea se usarán: Los métodos que se usarán para realizar esta tarea son:

- Curva logística o Método de Saturación.
- Método de la Tasa Geométrica Decreciente,
- Método de Relación - Tendencia,

Se cuenta con los datos relevados y expuestos en el CAPÍTULO II - INVENTARIO.

### III.1.2. Proyecciones de la población

Se desea hacer una proyección de la población a 30 años, que se usará en el estudio del Tránsito Generado. Los datos relevados son:

Censo	Año	País	Departamento	Ciudad
		Uruguay	Salto	Salto
1º Censo	1975	2.788.429	103.074	73.897
2º Censo	1985	2.955.241	108.487	80.823
3º Censo	1996	3.137.188	117.597	93.117
4º Censo	2004	3.241.003	123.120	99.072
5º Censo	2011	3.286.314	124.878	104.028

Tabla 19: Datos relevados de la población.

### Método de la Curva Logística

Con la aplicación de este método se obtienen buenos resultados en poblaciones estabilizadas y consolidadas, este es el caso de la ciudad de Salto. La ecuación de la curva logística para períodos anuales se expresa en la siguiente forma:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{(b-an)}}$$

donde:

$P_n$  = población del año  $n$ ,

$K$  = constante que representa el valor máximo de  $P_n$ , valor de saturación,

$a$  = constante que determina la forma de la curva,

$b$  = constante que determina la forma de la curva,

$e$  = base de los logaritmos neperianos,

$n$  = número de años considerados.

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por medio de los *puntos elegidos*, para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén en la línea de la tendencia. De este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permiten determinar los tres parámetros de la curva ( $K$ ,  $a$  y  $b$ ).

Para simplificar la resolución del sistema de ecuaciones se pueden elegir tres puntos de las abscisas que se encuentren equidistantes (tiempo) y se ubica el comienzo del tiempo ( $t$ ) en el primero de ellos, de esta forma se obtienen tres puntos en correspondencia con los tres pares de valores tiempo-población ( $t, p$ ):

$$(0, P_1) ; (t_2, P_2) ; (2t_2, P_3)$$

Las fórmulas utilizadas para obtener los valores de las constantes son las siguientes<sup>8</sup>:

$$K = \frac{2P_1P_2P_3 - P_2^2(P_1 + P_3)}{P_1P_3 - P_2^2}$$

$$a = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{(K - P_2)P_3}{(K - P_3)P_2} \right)$$

$$b = \ln \left( \frac{K - P_1}{P_1} \right)$$

En este caso se tiene:

$$(0, P_1) = (0, P_{1991}) ; (t_2, P_2) = (10, P_{2001}) ; (2t_2, P_3) = (20, P_{2011})$$

Se interpola linealmente para obtener las poblaciones en 1991 y 2001, o bien, se puede usar la fórmula del interés compuesto:

$P_{1985}$	$P_{1991}$	$P_{1996}$
80.823	<b>87.313</b>	93.117
$P_{1996}$	$P_{2001}$	$P_{2004}$
93.117	<b>96.795</b>	99.072

Luego se pueden calcular los 3 pares ordenados, en la tabla 21 se muestran los resultados obtenidos por este método.

$$(n_1, P_{n1}) = (26, P_{2017}) ; (n_2, P_{n2}) = (36, P_{2027}) ; (n_3, P_{n3}) = (46, P_{2037})$$

<sup>8</sup>Este método funciona siempre que  $P_3 > P_2 > P_1$ .

$P_{1991}$	$P_{2001}$	$P_{2011}$	$K$	$a$	$b$
87.313	96.795	104.028	119.974	0,045	-0,983

Tabla 20: Parámetros de la curva logística.

Ciudad	$P_{2017}$	$P_{2027}$	$P_{2037}$
Salto	107.379	111.595	114.472

Tabla 21: Resultados de proyección de población.

### Método de Tasa Geométrica Decreciente

Como se mencionó antes, el método de las Tasas Geométricas Decrecientes es apto para localidades cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales. Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en los datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 ; i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo:

$i_I$  = Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal,

$i_{II}$  = Tasa media anual de variación de la población durante el último período censal,

$n_1$  = Número de años del período censal entre el primero y segundo censo,

$n_2$  = Número de años del período censal entre el segundo y último censo,

$P_1$  = Número de habitantes correspondiente al primer censo en estudio,

$P_2$  = Número de habitantes correspondiente al penúltimo censo en estudio,

$P_3$  = Número de habitantes correspondiente al último censo en estudio.

Si  $i_{II} > i_I$  se escoge  $i_{II}$ , por el contrario, si  $i_{II} < i_I$  se elige  $i = \frac{i_{II} + i_I}{2}$ .

De acuerdo a los datos, resultan los siguientes (Ver tabla 22) valores para las tasas:

$$n_1 = 2004 - 1996 = 8 ; n_2 = 2011 - 2004 = 7$$

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de  $n_1$  años, se debe efectuar la proyección con la

$P_1 = P_{1996}$	$P_2 = P_{2004}$	$P_3 = P_{2011}$	$i_I$	$i_{II}$	$i_{adop}$
93.117	99.072	104.028	0,0078	0,0070	<b>0,0070</b>

Tabla 22: Población y tasas medias anuales.

tasa media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3(1 + i)^{n_a}$$

$$P_0 = P_a(1 + i)^{n_0}$$

$$P_n = P_0(1 + i)^n$$

$i$  = Tasa media anual de proyección,

$n_a$  = Número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto,

$n_0$  = Número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del mismo,

$n_2$  = Número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección,

$P_a$  = Estimación de población existente a la fecha de ejecución del proyecto,

$P_0$  = Estimación de población al año previsto para la habilitación de la obra,

$P_n$  = Estimaciones de población al año “ $n$ ”.

Se supuso que el comienzo del proyecto en 2015, y el término junto a la habilitación de la obra en 2017. De aquí se obtienen los 2 períodos respectivamente:  $P_{10} = P_{2027}$ ;  $P_{20} = P_{2037}$ ;  $n_a = 2015 - 2011 = 4$ ;  $n_0 = 2017 - 2015 = 2$ ;  $n_{(P_{2027})} = 10$ ;  $n_{(P_{2037})} = 20$ .

Ciudad	$i$	$P_3 = P_{2011}$	$P_a = P_{2015}$	$P_0 = P_{2017}$	$P_{10} = P_{2027}$	$P_{20} = P_{2037}$
Salto	0,0070	104.028	106.971	108.473	116.307	124.707

Tabla 23: Resultados para el método de Tasa Geométrica Decreciente.

### Método de Relación-Tendencia

- El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento, y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.
- Se obtienen los valores de población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas. En todos los casos, se deben utilizar las proyecciones efectuadas por el INE<sup>9</sup>:

<sup>9</sup>INE: Instituto Nacional de Estadística.

- $P_{T1}$  = población del país según el antepenúltimo censo nacional,  
 $P_{T2}$  = población del país según el penúltimo censo nacional,  
 $P_{T3}$  = población del país según el último censo nacional,  
 $P_{T0}$  = población del país proyectada al año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ),  
 $P_{Tn1}$  = población del país proyectada al año  $n_1$  del período de diseño,  
 $P_{Tn2}$  = población del país proyectada al año final  $n_2$  del período de diseño.

Las poblaciones del país  $P_{T0}$ ,  $P_{Tn1}$  y  $P_{Tn2}$  pueden extraerse de la publicación *Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay* (Revisión 2005), INE, Montevideo - Uruguay, 2005. En dicha publicación se considera la población al 30 de junio de cada año y se encuentran valores desde el año 1996 al 2050.<sup>10</sup>

- c) Uruguay se divide en Departamentos, de modo que se deben obtener los valores de población total del departamento, resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas:

- $p_1$  = población total del departamento según el antepenúltimo censo nacional,  
 $p_2$  = población total del departamento según el penúltimo censo nacional,  
 $p_3$  = población total del departamento según el último censo nacional,  
 $p_0$  = población total del departamento proyectada al año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ),  
 $p_{n1}$  = población total del departamento proyectada al año  $n_1$  del período de diseño,  
 $p_{n2}$  = población total del departamento proyectada al año final  $n_2$  del período de diseño.

De ser necesario, para la determinación de  $p_0$ ,  $p_{n1}$  y  $p_{n2}$  se aplica un criterio similar al utilizado para calcular la población total del país en los mismos años.

Se tienen los siguientes datos:

	<b>Pais</b>	<b>Departamento Salto</b>	
$P_{T1} = P_{1996}$	3.137.188	$p_1 = P_{1996}$	117.597
$P_{T2} = P_{2004}$	3.241.003	$p_2 = P_{2004}$	123.120
$P_{T3} = P_{2011}$	3.286.314	$p_3 = P_{2011}$	124.878

Tabla 24: Población total del país y departamento según los tres últimos censos nacionales.

- d) Se relacionan los datos históricos del departamento y el país para cada año, obteniéndose:

<sup>10</sup>Cada vez que se aplique este método es conveniente consultar en dicho organismo oficial la última publicación sobre estimaciones.

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}}; R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}}; R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

- e) Se extrae el logaritmo decimal de las relaciones  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ , y se determinan las siguientes relaciones para los dos períodos intercensales históricos:

$$I_1 = \log R_2 - \log R_1 \text{ (para } N_1 \text{ años del 1er período intercensal)}$$

$$I_2 = \log R_3 - \log R_2 \text{ (para } N_2 \text{ años del 2do período intercensal)}$$

- f) Se determina la relación departamento/país para el año inicial del período de diseño ( $n = 0$ ), utilizando la siguiente expresión:

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I_1 C_{10} + I_2 C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

Siendo:

$$R_4 = \frac{p_0}{P_{T0}} = \text{relación entre las poblaciones del departamento y el país para el año inicial del período de diseño}(n = 0),$$

$C_{10}$ ,  $C_{20}$  = coeficientes de ponderación calculados según la tabla 6:

$A_1$  = año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional,

$A_2$  = año en que se realizó el penúltimo censo nacional,

$A_3$  = año en que se realizó el último censo nacional,

$B_0$  = año previsto para la habilitación de la obra,

$B_1$  = año en que finaliza el 1er subperíodo de  $n_1$  años,

$B_2$  = año final del período de diseño.

$A_1 = 1996$	$B_0 = 2017$
$A_2 = 2004$	$B_1 = 2027$
$A_3 = 2011$	$B_2 = 2037$

Tabla 25: Años censales y de diseño.

Períodos intercensales	Período último censo-año inicial	Subperíodos de diseño	
		$n_1 = 10$	$n_2 = 10$
$N_1 = 8$	$C_{10} = 0,0714286$	$C_{11} = 0,04545$	$C_{12} = 0,031250$
$N_2 = 7$	$C_{20} = 0,1538462$	$C_{21} = 0,06897$	$C_{22} = 0,040816$

- g) Se determina la relación departamento/país para los dos subperíodos de diseño de  $n_1$  y  $n_2$  años, por las siguientes expresiones:

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I_1 C_{11} + I_2 C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log R_6 = \log R_5 + \frac{I_1 C_{12} + I_2 C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$R_5 = \frac{P_{n1}}{P_{Tn1}}$  = relación entre las poblaciones del departamento y el país para el final del primer subperíodo de diseño,

$R_6 = \frac{P_{n2}}{P_{Tn2}}$  = relación entre las poblaciones del departamento y el país para el final del segundo subperíodo de diseño,

$C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$  = coeficiente de ponderación calculados según indica la tabla 6.

h) Para las poblaciones de la ciudad y el departamento se definen relaciones<sup>11</sup> similares a las establecidas en **c)**, **d)**, **e)**.

$$L_1 = \frac{P_1}{p_1}; L_2 = \frac{P_2}{p_2}; L_3 = \frac{P_3}{p_3}$$

$$I'_1 = \log L_2 - \log L_1 \text{ (para } N_1); I'_2 = \log L_3 - \log L_2 \text{ (para } N_2)$$

$$\log L_4 = \log L_3 + \frac{I'_1 C_{10} + I'_2 C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log L_5 = \log L_4 + \frac{I'_1 C_{11} + I'_2 C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log L_6 = \log L_5 + \frac{I'_1 C_{12} + I'_2 C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

i) Se obtienen las relaciones de población departamento/país y ciudad/departamento para el período de diseño:

$$R_4 = \frac{P_0}{P_{T0}} = 10^{\log R_4}; \quad n = 0$$

$$R_5 = \frac{P_{n1}}{P_{Tn1}} = 10^{\log R_5}; \quad n = n_1$$

$$R_6 = \frac{P_{n2}}{P_{Tn2}} = 10^{\log R_6}; \quad n = 20$$

$$L_4 = \frac{P_0}{p_0} = 10^{\log L_4}; \quad n = 0$$

$$L_5 = \frac{P_{n1}}{p_{n1}} = 10^{\log L_5}; \quad n = n_1$$

$$L_6 = \frac{P_{n2}}{p_{n2}} = 10^{\log L_6}; \quad n = 20$$

<sup>11</sup>Los coeficientes de ponderación son siempre los de la tabla 6.

j) Se obtienen los valores de población del departamento para el período de diseño:

$$p_0 = R_4 P_{T0} ; \quad n = 0$$

$$p_{n1} = R_5 P_{Tn1} ; \quad n = n_1$$

$$p_{n2} = R_6 P_{Tn2} ; \quad n = 20$$

k) De igual manera se deben proyectar las poblaciones del departamento o partido según corresponda, y de la localidad:

$$P_0 = L_4 p_0 ; \quad n = 0$$

$$P_{n1} = L_5 p_{n1} ; \quad n = n_1$$

$$P_{n2} = L_6 p_{n2} ; \quad n = 20$$

La relación entre *Departamento-País*, y las proyecciones para el departamento resultan:

$R_1 = 0,03748$	$R_4 = 0,03817$	$p_0 = 131.253$
$R_2 = 0,03799$	$R_5 = 0,03838$	$p_{n1} = 135.877$
$R_3 = 0,03800$	$R_6 = 0,03861$	$p_{n2} = 140.229$

Tabla 26: Relación departamento-país y Proyecciones para el departamento.

Las relaciones *Ciudad-Departamento* son:

$P_1 = P_{1996}$	$P_2 = P_{2004}$	$P_3 = P_{2011}$	$L_1$	$L_2$	$L_3$
93.117	99.072	104.028	0,79183	0,80468	0,83304

Tabla 27: Relaciones ciudad-departamento.

$I'_1$	$I'_2$	$\log(L_4)$	$\log(L_5)$	$\log(L_6)$	$L_4$	$L_5$	$L_6$
0,0070	0,0150	-0,0668	-0,0550	-0,0435	0,8573	0,8810	0,9048

Tabla 28: Relaciones ciudad-departamento en el período de diseño.

Las proyecciones de población para la ciudad resultan:

$P_0$	$P_{n1}$	$P_{n2}$
112.529	119.713	126.878

Tabla 29: Resultados proyección de la población.

### III.1.3. Parque Automotor

#### Parque registral inscripto

Para el caso de Salto, se dispone del parque automotor total de Uruguay, discriminado por departamento (ver tabla 30). Para establecer la tasa de crecimiento para la proyección del parque automotor, se han consultado otras fuentes, esto se describe en el siguiente numeral.

Tabla 30: Parque automotor de Uruguay, año 2010

DEPARTAMENTO	Autos y Utilitarios		Vehículos de Carga		Buses	Taxis y Remises		Motos	TOTAL
	Nafta	Gasoil	Cam	Rem		Nafta	Gas		
Artigas	6.916	3.600	970	859	97	12	54	23.821	36.329
Canelones (09)	54.612	28.637	9.228	9.211	1.217	62	201	132.163	235.331
Cerro Largo	9.952	4.746	1.205	434	184	89	134	35.735	52.479
Colonia (07)	26.865	16.966	3.631	1.403	270	13	137	46.535	95.820
Durazno (09)	11.136	5.980	1.259	1.572	100	36	52	22.318	42.453
Flores	11.834	6.022	2.205	1.071	120	15	13	12.862	34.142
Florida (09)	9.346	4.673	1.590	1.819	72	0	72	23.499	41.071
Lavalleja	9.413	4.781	1.714	1.924	301	18	62	23.908	42.121
Maldonado (09)	50.272	24.352	3.817	624	531	22	150	73.347	153.115
Montevideo	148.908	35.535	23.586	8.327	4.044	198	3.135	130.809	354.542
Paysandú (07)	18.320	7.141	3.011	878	162	2	147	40.593	70.254
Río Negro (09)	6.968	3.268	1.264	333	93	21	78	13.720	25.745
Rivera (09)	4.042	3.114	783	952	136	7	145	7.183	16.362
Rocha (07)	10.007	5.270	1.185	783	140	13	107	18.275	35.780
Salto	15.675	6.489	1.595	510	287	35	23	49.150	73.764
San José (04)	18.112	11.563	2.319	1.040	367	0	39	22.733	56.173
Soriano	9.608	5.231	1.707	1.642	111	24	23	33.907	52.253
Tacuarembó (09)	2.950	1.916	466	615	76	23	38	19.502	25.586
Treinta y Tres	6.064	2.084	3.105	60	0	0	977	16.355	28.645
<b>Totales al 2010</b>	<b>431.000</b>	<b>181.368</b>	<b>64.640</b>	<b>34.057</b>	<b>8.308</b>	<b>590</b>	<b>5.587</b>	<b>746.415</b>	<b>1.471.965</b>
<b>Estimado al 2011</b>	<b>475.800</b>	<b>200.230</b>	<b>71.360</b>	<b>37.600</b>	<b>8.308</b>	<b>590</b>	<b>5.587</b>	<b>825.000</b>	<b>1.624.475</b>

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) - Dirección Nacional de Transporte, con datos de las Intendencias. Referencias: (04) Datos hasta el 2004 / (07) Datos hasta el 2007 / (09) Datos hasta el 2009.

#### Automóviles y vehículos livianos

Se consultó en AUTO DATA, *Consultoría y Asesoramiento Profesional en Automotores*, de donde se obtuvo la estadística de ventas del Uruguay por marcas y por mes; de los automóviles, comerciales livianos y utilitarios; para los dos últimos años (2012-2013), se pueden ver en la tabla 31. A su vez para el período de 2001 a 2013, se tienen las ventas totales (todas las marcas) anuales de vehículos livianos. (tabla 32)

Tabla 31: Ventas de vehículos livianos por mes en Uruguay

Año	Mes												Acumulado
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2012	3.309	3.823	4.671	3.576	4.381	4.350	4.047	4.628	8.253	3.353	3.984	4.858	53.233
2013	4.277	3.910	4.194	4.384	5.139	4.641	4.553	5.012	4.407	5.494	5.466	5.853	57.333

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de AutoData.

Tabla 32: Estadísticas de ventas anuales en Uruguay

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Veh.	14.228	5.228	4.367	9.401	15.408	15.154	19.064	25.944	25.977	42.672	51.383	53.233	57.333
Crec.	-	-63,26 %	-16,47 %	115,27 %	63,90 %	-1,65 %	25,80 %	36,09 %	0,13 %	64,27 %	20,41 %	3,60 %	7,70 %

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de AutoData.

Además de los datos estadísticos citados antes, se debe tener en cuenta, que en principios de 2014, se denunciaron matriculas de autos “a distancia”, principalmente en los departamentos que tienen una tasa de matriculación por encima de su tasa poblacional, con lo que se comenzará con la auditoría de los empadronamientos de automóviles, para establecer si pertenecen o no a otros departamentos. Esto se da por motivos de un presunto beneficio para el dueño del vehículo, que es el empadronamiento rápido, evitándose ir a la intendencia a hacer los trámites porque el rodado es matriculado en una automotora desde Canelones o Montevideo[14]. Esto hace pensar que el parque automotor “activo”, es mayor al parque registrado en el departamento de Salto.

### III.1.4. Proyecciones del parque automotor

Debido a que para el departamento de Salto, no se encuentra disponible la última información (2012 y 2013), se propone calcular el crecimiento del parque de autos y motos en el período (2010-2011), y además relacionarlos con la población total del departamento. Analizando la tabla 33, se puede ver, que en 2011, hay un automóvil cada 5 habitantes y una moto cada 2 habitantes.

Por otra parte, se puede ver que la tasa de crecimiento del parque automotor, se mantuvo por sobre el 9 % anual (automóviles y motovehículos), estos son valores altos, si se lo compara con el crecimiento en el país para ese período, que fue del 6,06 %, a su vez, a nivel país, se expusieron los datos de las ventas de unidades nuevas, que para el período 2010-2011 fue 20,41 %, este último dato se es menor que el crecimiento anterior, y la tasa continuó descendiendo hasta 2012, donde comienzan a subir las ventas nuevamente. El crecimiento promedio de las ventas en los últimos dos años fue del 5,6 %. Esto hace suponer, que sería errado considerar una tasa del 9 % para el crecimiento del parque automotor. Se adoptará a tal efecto, una tasa, del 6 % para la ciudad de Salto. Al mismo tiempo, valiéndose de los datos de la población para la Ciudad, y los datos expuestos para el *Departamento* se estimará el total del parque

vehicular la capital del mismo (ver tabla 34).

Tabla 33: Crecimiento parque automotor departamento de Salto

Vehículos	Año		Crecimiento	Tasa de movilidad (2011)
	2010	2011		
<b>Autos y camionetas</b>	22.222	24.257	9,16%	5,1 $\frac{hab}{veh}$
<b>Motos y ciclomotores</b>	49.150	53.854	9,57%	2,3 $\frac{hab}{veh}$

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de MTOP, DNT, INE.

Año	Automoviles	Motos
2013	22.705	50.407
2015	25.511	56.638
2017	28.664	63.638
2022	38.359	85.162
2027	51.333	113.966
2032	68.695	152.513
2037	91.929	204.096

Tabla 34: Proyecciones para la ciudad de Salto.

## III.2. Determinación de la demanda de pasajeros

De acuerdo a la información recopilada para los capítulos anteriores, se puede decir que el objetivo del proyecto, es el de transformar los viajes interurbanos entre Concordia y Salto en viajes del tipo urbano. En los proyectos viales las categorías clásicas de demanda de transporte, son las denominadas viajes **derivados** y viajes **generados**.

### III.2.1. Características de los viajes

Se deben considerar todos los tipos de viaje que realizan las personas que se encuentran en la zona de influencia del proyecto, para las situaciones de referencia en el análisis, que son dos, situación con y sin proyecto. En un principio, se descartan del presente análisis los viajes nuevos que se podrían generar por turistas que una vez establecidos en alguna de las ciudades, viajen a la otra a través del puente, de todas formas, este número sería muy bajo respecto a los demás.

La primera clasificación consiste en separar las dos situaciones:

- Situación Sin proyecto (S)
- Situación Con proyecto (C)

La segunda clasificación que se puede realizar, es pensar en los viajes Interurbanos (I), y los viajes Urbanos (U). La tercera distinción es considerar los viajes que para ser efectuados se requiere Cruzar el río (C) y los que No Cruzan el río (N).

Con base a las tipologías mencionadas, surge la siguiente identificación de viajes:

#### Situación sin Proyecto

Es la suposición de que el puente nuevo no se construya.

**SIN:** Para la situación **sin** proyecto, son los viajes **interurbanos**, que **no** cruzan el río. Por ejemplo Concordia-Concepción del Uruguay

**SIC:** Para la situación sin proyecto, son los viajes interurbanos que **cruzan** el río. Aquí se enmarcan los actuales viajes locales en lancha, tren, y los que se realizan por (via carretera) la represa de Salto Grande. Y también los viajes entre otras ciudades (de ambos países) que pasan por alguno de estos medios, por ejemplo Concepción del Uruguay-Artigas, Bella Unión - Santa Fe.

**SUN:** Para la situación **sin** proyecto, son los viajes **urbanos** que **no** cruzan el río. Como sin el proyecto las dos ciudades constituyen núcleos urbanos separados, no pueden existir viajes urbanos que crucen el río (es decir que no existen los SUC).

### Situación con Proyecto

Suponiendo la existencia del puente, los tipos de viaje se clasifican en<sup>12</sup>:

**CIN:** Para la situación **con** proyecto son los viajes **interurbanos** que **no** cruzan el río. Por ejemplo Concordia- Buenos Aires.

**CICN:** Para la situación **con proyecto** son los viajes **interurbanos** que **cruzan** el río, y que son **nuevos** viajes, generados por el proyecto, pues son viajes que antes no se efectuaban. Ejemplo: Santa Fe-Tacuarembó.

**CICCD:** Para la situación con proyecto son los viajes interurbanos que cruzan el río y que antes no se hacían cruzando el río, esto es, los viajes generados por el proyecto del puente porque se cambió el destino, ejemplo: un viaje que antes era Concordia-Buenos Aires, y que pasa a ser Concordia-Montevideo.

**CICND:** Para la situación con proyecto (C) son los viajes interurbanos (I) que cruzan (C) el río y que **no derivan** (ND) al proyecto, i.e. son los viajes que siguen usando los medios actuales (lancha, puente vial carretero-ferroviario sobre la represa).

**CUN:** Para la situación con proyecto son los viajes urbanos que no cruzan (N) el río.

**CUCCD:** Para la situación con proyecto (C) son los viajes urbanos (U) que cruzan (C) el río, que sin el proyecto también eran viajes urbanos pero no cruzaban el río, i.e. son los viajes urbanos que **cambiaron de destino** (CD), también son viajes generados por el proyecto.

**CUCN:** Para la situación con proyecto son los viajes urbanos que cruzan el río, pero que sin el proyecto no existían, por lo que son viajes nuevos (N) generados por el proyecto.

---

<sup>12</sup>No se considera el tipo CIC, ya que en realidad pasaría a ser urbano, con lo que esto es considerado en los demás tipos de viaje urbanos

**CUCICD:** Para la situación con proyecto (C) son los viajes urbanos (U) que cruzan (C) el río y que antes eran interurbanos (I) y no se hacían cruzando el río, es decir que son viajes generados por el proyecto porque se **cambio el destino** (CD) y además pasaron a ser viajes urbanos (U). Ejemplo: un viajes que sin el proyecto era Salto-Montevideo y con el proyecto pasa a ser Salto-Concordia.

**CUCD:** Para la situación con proyecto (C) son los viajes urbanos (U) que cruzan (C) el río y que antes eran interurbanos, que utilizaban las lanchas o el trayecto por sobre la represa, por lo que son viajes **derivados** (D) al proyecto.

Como se mencionó antes, para el proyecto del Puente Interurbano Concordia-Salto se requiere fundamentar la clasificación de la demanda en las categorías clásicas (derivación y generación). Para esto, continuando con el análisis se puede decir que al tratarse de un proyecto nuevo, el mismo, no posee tránsito existente, con lo que de la clasificación de tránsito clásica, sólo quedan dos categorías, el tránsito derivado de otros modos de transporte y el generado por el proyecto.

Para efectuar la clasificación, se debe entender primero que los viajes interurbanos que acualmente curzan el río los cuales se han identificados como **SIC** y que *derivarían* en el nuevo proyecto son los llamados como **CUCD**, que se calcularán en forma específica debido a su importancia.

Lo segundo, es tratar de determinar la cantidad de viajes que se realizarían entre ambas ciudades si existiera el nuevo puente, para esto, en la clasificación se mencionan varios tipos de tránsito *generado*, los que se pueden agrupar como sigue:

- a) Los viajes que sin el proyecto se realizaban a otros destinos y que por la existencia dle puente se realizan a destinos que implican la utilización del puente, son los llamados viajes generados por cambio de destino (CICCD, CUCCD, CUCICD).
- b) Los viajes nuevos que con el proyecto se realizarían entre ambas ciudades, que antes no se realizaban a ningún sitio y que, por tanto, incrementan el número total de viajes (CICN y CUCN).

En la clasificación, los viajes CICCD, CUCICD, CICN y CUCN son de muy poca magnitud, así que resulta razonable optar por una postura conservadora, y no considerarlos. El estudio del tránsito generado se centrará en la determinación del los viajes del tipo CUCCD, y para el tránsito derivado, determinar los viajes del tipo CUCD.

### **III.3. Tipos de Tránsito a considerar**

#### **III.3.1. Tránsito generado**

Como se dijo, el mas relevante de los tipos de viaje es el CUCCD, los viajes urbanos que cambiaron el destino de manera que ese cambio implique la utilización del proyecto. Para esto se debe comenzar por estimar el total de viajes urbanos en Salto y Concordia, presentes y proyecciones para años futuros, lo que en la clasificación se han denominado como el tipo de viajes SUN, para luego a través de algún modelo, determinar del total de viajes cuales se hacen cruzando el río (usando el proyecto) y cuales no.

#### **III.3.2. Tránsito derivado**

A los efectos de calcular el tránsito derivado al proyecto es necesario comenzar por estimar el tránsito sin proyecto, (SIC), para luego mediante un modelo de derivación obtener los viajes del tipo CUCD. Es decir que SIC se compone de los viajes que se derivan y los que no derivan (CUCD y CICND).

#### **III.3.3. Análisis de la producción de viajes**

Se deben determinar con la mayor precisión posible los viajes que sin el proyecto realizan los habitantes de la zona de influencia, particularmente los de Concordia y Salto, sean estos viajes SIC o SUN. Puede decirse en base a las definiciones realizadas, que la demanda del proyecto estará estrechamente ligada a la cantidad de viajes en la situación sin proyecto ya que parte de esa cantidad se constituirá en demanda del proyecto a través de la derivación de otro modo de transporte o por el cambio de destino de viajes urbanos que existen actualmente.

#### **Producción de viajes interurbanos**

Relevamiento y/o medición del tráfico. Para estos se cuenta con el la estimación del TMDA<sup>13</sup>, disponible a través de la Dirección Nacional de Vialidad. Por otra parte, también se dispone de la cantidad de viajes en lancha entre los puertos de Concordia y Salto, obtenidos a partir de las entrevistas realizadas en los distintos lugares, como se mostró en la sección MODOS DE TRANSPORTE INTERURBANOS del inventario.

Luego del relevamiento para conocer el tránsito<sup>14</sup> sigue la asignación del tráfico,

---

<sup>13</sup>TMDA: Tránsito Medio Diario Anual

<sup>14</sup>Por tráfico se entiende el movimiento de personas o mercancías, mientras que por tránsito se entiende el movimiento de vehículos, en especial carreteros. La metodología desarrollada en este trabajo puede ser aplicada indistintamente a tráfico o tránsito.

ésta consiste en determinar el itinerario que seguirán los usuarios entre los recorridos alternativos posibles que se les ofrece dentro del corredor. Para este proyecto el modelo de equilibrio de red es algo sofisticado ya que las alternativas son múltiples. Habitualmente los usuarios tienden a seguir el itinerario de menor resistencia (distancia, costo o tiempo), lo que significa que la asignación debería ser todo o nada<sup>15</sup>.

Este método en ciertas ocasiones, cuando existen pocas alternativas, no arroja resultados confiables, dado que los usuarios no evalúan sus costos de la misma manera y si bien la mayoría seguirá el camino de mínima resistencia habrá algunos que utilizarán otros itinerarios, sin embargo, cuando la red es compleja, como en el presente estudio, la asignación todo o nada resulta más representativa dado que los errores tienden a compensarse.

El más utilizado es el *modelo Logit* que utiliza como variables el costo total<sup>16</sup> de recorrer itinerarios alternativos y su correspondiente tiempo. Estos modelos calculan la probabilidad de que un usuario elija un itinerario determinado. Los modelos Logit se clasifican en binarios, cuando las alternativas son dos y multinomiales, cuando las alternativas son más de dos. La calibración de los modelos Logit es un proceso complicado y para ello se debe contar con software econométrico especial. No obstante estos modelos se pueden calibrar aproximadamente<sup>17</sup> mediante el proceso de aproximaciones sucesivas o de prueba y error, y consiste en determinar el parámetro  $\beta$  que mejor represente las condiciones dato.

---

<sup>15</sup>Todo o nada significa que un flujo determinado es asignado en su totalidad al itinerario de mínima resistencia.

<sup>16</sup>Se considera como costo total al resultante de sumar el costo de operación de vehículos, el valor del tiempo de viaje, el peaje y todo otro costo incurrido directamente en ocasión del viaje.

<sup>17</sup>Cuando el modelo es de tipo binario se puede calibrar exactamente.

## III.4. Estudio del tránsito

### III.4.1. La Teoría de la utilidad aleatoria

Los modelos de elección discreta están basados en la teoría de la utilidad aleatoria, dichos modelos afirman que:

*La probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa es función de sus características y de la relativa atractividad de la alternativa.*

Para representar la atractividad de la alternativa se utiliza el concepto de utilidad (éste es un artificio teórico convenientemente definido como lo que el individuo intenta maximizar). Las alternativas por sí solas no producen utilidad, sino que la utilidad se deriva de las características de las alternativas y de las características de los individuos.

En el problema de modelización de la demanda de transporte en un contexto de alternativas discretas, es preciso tener en cuenta los aspectos relevantes que rodean el proceso de toma de decisiones de los individuos. Entre los más importantes cabe señalar los siguientes:

- definición de la unidad que toma decisiones
- determinación del conjunto de elección
- selección de los atributos que explican la utilidad de cada alternativa  $j$
- determinación de la regla de decisión que sigue la unidad tomadora de decisiones.

El individuo es la unidad típica de toma de decisiones, pero alternativamente también puede considerarse a un grupo, como la familia o el hogar. Cada uno de ellos puede representar una única unidad de decisión. Es importante señalar que aunque estudiemos la predicción de la demanda agregada, hay que tener en cuenta las diferencias entre los individuos en el proceso de decisión, debido principalmente a la existencia de distintos patrones de gustos. Dado un conjunto universal de alternativas  $C$ , el conjunto de elección de un individuo  $n$  ( $C_n$ ) está determinado por aquellas que éste tiene disponibles; a su vez, este es un subconjunto del conjunto universal ( $C_n \subset C$ ) y representa la región factible en el problema de optimización del consumidor, definida a partir de las distintas restricciones del individuo.

En un contexto de elección modal, el conjunto universal aquí, estaría determinado por todos los modos de transporte existentes para realizar un viaje entre el par origen-destino (Concordia-Salto). Por ejemplo, un individuo particular podría no tener disponible alguna de las alternativas (por ejemplo, si no tiene permiso de conducir no tendría disponible la alternativa *auto* como conductor; si la parada de omnibus más cercana está a una distancia superior a un kilómetro probablemente no sería factible para él ir en *omnibus*, etc) y esto debe ser tomado en cuenta a la hora de determinar su conjunto de elección.

Identificadas las distintas alternativas, cada una de ellas es evaluada en términos de un vector de atributos que representan sus características. Así, por ejemplo, los atributos para el auto pueden ser tiempo, coste y confort; para el bus, tiempo, coste, frecuencia y confort. Para cada alternativa, los distintos atributos toman diferentes valores. El individuo elige, dados los valores de los atributos, aquella alternativa que considera mejor, estableciendo una regla de decisión que describe el mecanismo interno utilizado para procesar la información disponible y realizar la elección. Los procesos de decisión pueden ser compensatorios, esto es, cambios en uno o más atributos pueden ser compensados por cambios en otros; o no compensatorios, donde los buenos atributos de una alternativa no permiten compensar los malos. Los procesos de naturaleza compensatoria definen una función de utilidad que exprese el atractivo de la alternativa en términos de sus características.

Así pues, se define una función de utilidad que presenta dos componentes: una parte observable, determinada por el vector de características o atributos medibles de la alternativa y el vector de características socioeconómicas del individuo; y una componente no observable o aleatoria, definida para incorporar las distintas fuentes de aleatoriedad que han sido identificadas; en primer lugar, cualquier atributo no observado. El vector de atributos de las alternativas es normalmente incompleto, no es posible medir el conjunto total de elementos que el individuo considera en sus decisiones. Otra fuente de aparente aleatoriedad es la variación en los gustos no observada; la función de utilidad puede tener elementos no observados que varían entre individuos.

De este modo, la utilidad de una alternativa está representada por una variable aleatoria que se descompone en la suma de dos componentes:

- la componente observable, determinística o medible ( $V_{jn}$ )
- la componente no observable o término aleatorio ( $\epsilon_{jn}$ )

según se establece en la siguiente expresión:

$$U_{jn} = V_{jn} + \epsilon_{jn}$$

El axioma fundamental en esta teoría establece que una alternativa  $j$  será preferida a una alternativa  $i$  si la utilidad de la alternativa  $j$  ( $U_{jn}$ ) es mayor que la utilidad de la alternativa  $i$  ( $U_{in}$ ). Es decir que al ser la utilidad una variable aleatoria, el individuo  $n$  elegirá la alternativa  $j$  en su conjunto de opciones disponibles,  $C_n$ , con probabilidad igual a:

$$P(j|C_n) = P[V_{jn} + \epsilon_{jn} \geq V_{in} + \epsilon_{in}, \forall i \in C_n]$$

Para obtener un modelo de utilidad aleatoria específico, es necesario suponer una distribución de probabilidad conjunta para el término de perturbación aleatoria. En función de las distintas hipótesis formuladas acerca de la distribución de los errores se podrán derivar distintos modelos de elección discreta. En la especificación de la parte observable se distinguen los atributos que caracterizan a la alternativa  $j$  para el individuo  $n$ , estas son, tiempo de viaje, costo de viaje, confort, seguridad, etc. Normalmente, se utilizan funciones que sean lineales en los parámetros, donde las variables pueden

entrar en forma polinómica, esto es en realidad una simplificación adicional, y es considerar que  $V$  es una combinación lineal de parámetros.

Como se dijo, el término aleatorio  $\epsilon$  se agrega a la parte determinística para representar los efectos netos de los factores omitidos. El término  $\epsilon$  explicaría que dos personas iguales elijan alternativas distintas y que una persona elija una alternativa que no es la mejor si se considera exclusivamente los factores incluidos en la parte determinística de la ecuación. En ese sentido, para poder calcular la probabilidad de elegir una alternativa, es necesario asignarle al término  $\epsilon$  una determinada distribución.

### III.4.2. Modelos de elección discreta

Si consideramos la hipótesis de que los errores distribuyen independientemente con la *función Gumbel* de distribución con media cero y varianza  $\sigma^2$ , obtenemos el modelo Logit Multinomial o Logit Simple (*MNL*). De acuerdo a este modelo, para poder predecir si una alternativa es elegida, el valor de su utilidad se ha de comparar con el valor de las utilidades de las opciones alternativas y transformarse en un valor de probabilidad entre 0 y 1. Para ello, existe una gran variedad de transformaciones matemáticas, cuyas gráficas tienen forma de S y de entre las cuales se destaca la siguiente:

$$P_{jn} = \frac{e^{\beta V_{jn}}}{\sum e^{\beta V_{jn}}}, \text{ donde } \beta = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}}$$

El parámetro  $\beta$  no se puede estimar por separado del resto de los parámetros definidos en la función de utilidad, y para muchos propósitos se puede suponer, sin pérdida de generalidad, que  $\beta$  toma valor 1.

El modelo MNL descansa sobre el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IIA<sup>18</sup>). Este se expresa prácticamente en que el cociente entre las probabilidades de elección de dos alternativas  $i$  y  $j$  es constante y sólo depende de las utilidades de ambas alternativas, así, es independiente de las utilidades del resto de las alternativas. Por lo tanto, el modelo falla si algunas alternativas están correlacionadas, o sea si son más parecidas entre sí que con otras alternativas; en cuyo caso se debe recurrir a los modelos del tipo *jerárquicos*, “nested” o de estructura anidada, donde se trata de agrupar en cada nido (nest) las alternativas que son parecidas entre sí<sup>19</sup>.

#### Procedimiento de estimación

Existen diversos procedimientos para estimar modelos de elección discreta. Los que se emplean con más frecuencia para los MNL son el método de máxima verosimilitud. Este método está basado en que una determinada muestra puede ser obtenida de varias poblaciones distintas; existe una probabilidad mayor de que sea generada por una cierta población que por otras. La idea del método de estimación se puede ilustrar

<sup>18</sup>Independence of Irrelevant Alternatives.

<sup>19</sup>El modelo más conocido del tipo *nested* es el NLogit.

considerando una muestra de  $n$  observaciones de una variable  $H = \{H_1, H_2, \dots, H_n\}$  representativa de una población caracterizada por un vector de parámetros  $\theta$ , por ejemplo, su media y varianza. La variable  $H$  es una variable aleatoria que tiene asociada una función de densidad,  $f(H, \theta)$ , que depende de los valores de los parámetros  $\theta$ . Siendo independientes en la muestra los valores de la variable  $H$ , se puede escribir la función de densidad conjunta:  $f(H_1, H_2, \dots, H_n|\theta) = f(H_1|\theta)f(H_2|\theta)\dots f(H_n|\theta)$ , donde se  $f$  se interpreta como una función con los  $H$  variables, y un vector de parámetros  $\theta$  fijo.

Considerando a  $f$  como función de  $\theta$ , en la expresión anterior se obtiene la función de verosimilitud  $L(\theta)$ . Al maximizar con respecto a  $\theta$ , se obtienen los estimadores por máxima verosimilitud. Estos representan los parámetros que reproducen con mayor probabilidad la muestra observada.

En el caso de una muestra de  $N$  elecciones discretas independientes, la función de verosimilitud está representada por el producto de las probabilidades de que cada individuo elija la alternativa efectivamente seleccionada:

$$L(\theta) = \prod_{n=1}^N \prod_{A_j \in A(n)} (P_{jn})^{g_{jn}}$$

Siendo  $g_{jn} = 1$  si  $A_j$  es elegida por  $n$ , o  $g_{jn} = 0$  en los otros casos.

Habitualmente conviene maximizar el logaritmo natural de la función de verosimilitud  $L(\theta)$ , porque se obtiene el mismo resultado y es más manejable. La nueva función es:

$$l(\theta) = \log L(\theta) = \sum_{n=1}^N \sum_{A_j \in A(n)} g_{jn} \log P_{jn}$$

El conjunto de parámetros obtenidos al maximizar la log-verosimilitud sigue una distribución asintóticamente Normal,  $N(\theta, \sigma^2)$ , siendo la expresión de la varianza:

$$\sigma^2 = \frac{-1}{E \left( \frac{\partial^2 l(\theta)}{\partial \theta^2} \right)}$$

La obtención de los parámetros implica la aplicación de procedimientos numéricos iterativos. Cuando la función de utilidad es lineal en los parámetros, el método converge rápidamente y siempre existe un máximo único. Esto es una ventaja para la estimación del modelo pues es fácil disponer de software apropiado.

Una cuestión a destacar es que no se puede utilizar como medida de bondad del ajuste el  $R^2$  del método de mínimos cuadrados ordinarios, quedando basado en los residuos estimados, porque si el MNL especifica constantes específicas para cada alternativa, se puede asegurar que siempre reproduciría las cuotas de mercado de cada una de ellas. La constante específica recoge el efecto de variables que no han sido consideradas en la especificación del modelo a estimar. Así no es apropiado comparar la suma de probabilidades de elegir una alternativa con el número total de observaciones

de las alternativas que fueron elegidas como medida de bondad del ajuste porque esta condición siempre se cumple si el MNL especifica constantes para todas las alternativas.

Otra simplificación en el proceso de estimación del modelo, se la puede explicar como sigue, suponiendo solo dos alternativas (modelo Logit Binario) cuyas utilidades son funciones lineales, del costo y tiempo:

$$U_{auto} = C_{auto} + \beta_1 Costo_{auto} + \beta_2 tiempo_{auto}$$

$$U_{bus} = C_{bus} + \beta_1 Costo_{bus} + \beta_2 tiempo_{bus}$$

Donde el primer término corresponde a la constante específica del modo:  $C_{auto}, C_{bus}$ . Como puede verse en la expresión del modelo, el factor relevante es la diferencia entre ambas utilidades:

$$U_a - U_b = (C_a - C_b) + \beta_1(Costo_a - Costo_b) + \beta_2(tiempo_a - tiempo_b)$$

y de ello se derivan las siguientes conclusiones:

- No es posible estimar ambos parámetros  $C_{auto}$  y  $C_{bus}$ , sin embargo, sí su diferencia; por esta razón no se pierde generalidad si una de las dos constantes es cero, estimando la otra con respecto a ella (esto se verifica obviamente para cualquier número de alternativas, i.e. los modelos MNL).
- Si  $Costo_a$  o  $Costo_b$  ( $tiempo_a$  o  $tiempo_b$ ) tuvieran el mismo valor para ambas alternativas, el coeficiente genérico afectado no podría ser estimado en tanto en cuanto se multiplicaría siempre por un valor igual a cero. Lo mismo sucede también en el caso de variables relativas al nivel de servicio cuando presentan valores comunes para dos o más alternativas (p. ej., la tarifa de transporte público en un mercado regulado). En ambos casos, tales variables pueden aparecer, como máximo, en todas las alternativas menos en una.

Para el modelo de derivación, se tomara como valor base el de la Moto, es decir, en la función utilidad ( $U_{moto}$ ) la constante ( $C_{moto}$ ) vale cero, y se estiman las demás en relación a ésta.

### III.4.3. Producción de viajes urbanos

Los modelos de producción de viajes urbanos tienen como finalidad obtener la cantidad de viajes que se realizan en el presente y en el futuro en cada zona de estudio (variable dependiente), a través de la identificación de variables explicativas (variable independiente) y de la proyección de éstas últimas en el escenario futuro de estudio.

### III.4.4. Modelos de producción de viajes urbanos

La definición de Generación de viajes en el transporte urbano dice: *es el proceso mediante el cual se cuantifican los viajes realizados por las personas que residen o*

*desarrollan actividad en una determinada área urbana, o por vehículos relacionados con dicha área.*

La secuencia anterior también puede ser puesta de la siguiente manera, incluyendo la pregunta que cada una de las etapas intenta responder:

- a) Estudio de la población, la economía del área y las actividades que se desarrollan. ¿Cuál será la magnitud de esas actividades?
- b) Estudio del uso del suelo. ¿Dónde estarán localizadas esas actividades?
- c) Etapa de generación de viajes. ¿Cuántos viajes generarán esas actividades?
- d) Etapa de distribución de viajes. ¿Hacia donde se dirigirán esos viajes?
- e) Etapa de división modal. ¿Qué modo de transporte utilizarán esos viajes?
- f) Etapa de asignación de viajes. ¿Qué itinerario seguirán esos viajes?

Los volúmenes de viajes generados son en general muy difíciles de determinar y proyectar directamente. Cierta información que caracteriza a las zonas puede ser más fácil y eficientemente proyectada que los mismos extremos de viaje y constituyen lo que se denominan variables explicativas, pues explican la generación de viajes. Esta información se refiere al uso del suelo, a las características socioeconómicas de las zonas del área en estudio y a las características del sistema de transporte. Los modelos de generación viajes están formados por relaciones funcionales entre los viajes generados y las variables explicativas, de manera que conociendo el valor de las variables explicativas en un horizonte futuro se puede estimar aceptablemente la demanda futura de viajes.

Los viajes pueden ser caracterizados por dos atributos que deberán ser tenidos en cuenta durante el proceso de su estudio. Estos atributos son: propósito y horario.

El propósito de viaje está compuesto por dos elementos: base y motivo. Como base se entiende el lugar en que comienza o termina un viaje distinguiendo entre basados en el hogar y no basados en el hogar, siendo los basados en el hogar los que tienen uno de sus extremos en el hogar del individuo que viaja. Los no basados en el hogar son los que en ninguno de sus extremos se encuentra el hogar. Como motivo se consideran los siguientes: trabajo, compras, estudio y otros motivos. De acuerdo a la práctica habitual los propósitos de viaje considerados son los siguientes:

- Basados en Hogar-Trabajo (BHT)
- Basados en Hogar-Estudio (BHE)
- Basados en Hogar-Compras (BHC)
- Basados en Hogar-Otros motivos (BHO)
- No Basados en el Hogar (NBH)

Los cinco propósitos enumerados no necesariamente deberán ser tenidos en cuenta en su totalidad, en algunos casos puede ser suficiente considerar 4 propósitos (BHT, BHE o BHC, BHO y NBH) y hasta 3 (BHT, BHO y NBH) según el tamaño y las

características del área en estudio. Los BHT y NBH deberán estar siempre presentes mientras que los BHE, BHC y BHO pueden mantenerse separados o combinarse según su importancia relativa. Para cada uno de los propósitos considerados se desarrollará un modelo de generación que cuantifique los viajes generados con ese propósito.

### **Variables que explican la generación de viajes**

Aquí se listan algunas de las variables explicativas que se tendrán en cuenta para los modelos.

**Ingreso familiar.** Esta característica es una de las más importantes en la determinación de la cantidad de viajes por hogar o por individuo y la modalidad de los mismos. A mayor ingreso mayor número de viajes por unidad de tiempo y mayor cantidad de viajes en automóvil.

**El tamaño familiar.** (Número de integrantes del hogar) también influye positivamente en la generación de viajes. En otras palabras la frecuencia de viajes por hogar aumenta con el tamaño del mismo.

**Poseción de automóvil.** Está directamente relacionada con el nivel de ingreso familiar y con el tamaño del hogar. En general una familia de menor grado de motorización genera menor frecuencia de viajes.

### **III.4.5. Métodos de generación de viajes**

Existen dos grandes modelos de producción de viajes: el de regresioón lineal y el de análisis por categorías. Ambos métodos son válidos para su aplicación en el presente proyecto, sin embargo debido a que en el primer método, los coeficientes de la regresión son constantes en el tiempo, lo cual es una hipótesis difícil de sostener, en el análisis por categorías, en base a las observaciones que surgen de encuestas, colocadas en cada categoría, se calculan sus valores medios para cada una de ellas, y éstos son los que se suponenn constantes en el tiempo, lo que si puede variar es el número de unidades de cada categoría (por ejemplo, el número de hogares, el número de individuos, es decir la población, etc.)

### III.4.6. Método de Clasificación Cruzada o Análisis de Categorías

#### Introducción

El método consiste en estimar la respuesta (p. ej., el número de viajes producidos por cada hogar por un motivo dado) como una función de los atributos del hogar, y se basa en la hipótesis de que las tasas de generación de viajes son relativamente estables en el tiempo para determinadas categorías de hogares. Estas tasas se determinan empíricamente y para esto generalmente se necesita contar con una gran cantidad de datos; de hecho un elemento crítico en el procedimiento es el número de hogares en cada grupo. Un problema serio es la necesidad de estimar el número de hogares en cada categoría a futuro.

#### Especificación del modelo

Sea  $t^p(h)$  el número promedio de viajes realizados por miembros de un hogar de tipo  $h$  con motivo  $p$  (en un cierto período de tiempo). Los tipos de hogares son definidos en base a la estratificación seleccionada; por ejemplo, una clasificación basada en  $m$  categorías relativas al tamaño del hogar y  $n$  categorías relativas a clases de tasa de motorización determinará  $m \times n$  tipos  $h$  de hogar. Para calcular las tasas correspondientes a cada celda, el método estándar consiste en asociar los hogares, en los datos de calibración, a cada una de las celdas y calcular, en cada caso, el número de desplazamientos observados  $T^p(h)$  por motivo. La tasa de viajes  $t^p(h)$  es, por tanto, igual a la razón entre el número total de desplazamientos en la celda  $h$  para cada motivo y el número de hogares  $H(h)$  en aquella celda. Matemáticamente es:

$$t^p(h) = \frac{T^p(h)}{H(h)}$$

Para obtener una buena estimación, el método consiste en elegir las categorías de forma que la desviación estándar de la distribución de frecuencias sea mínima. El método tiene las siguientes ventajas:

- a) Las clases son independientes del tamaño de las zonas del área de estudio.
- b) Las relaciones pueden tener forma diferente de clase a clase (de hecho, el efecto de una modificación en el tamaño del hogar puede ser diferente en función del número de coches que posea la familia)

**Producciones.** El análisis por categorías, para la determinación de la producción de viajes, se basa en la estratificación de  $n$  variables independientes en dos o más grupos, creando una matriz  $n$ -dimensional conteniendo los valores de la variable dependiente, en este caso las tasas de producción de viajes por propósito y por hogar.

Los valores de la variable dependiente son los promedios calculados a partir de los datos aportados por la encuesta domiciliaria de Origen y Destino (O-D).

Las variables independientes se eligen de manera de minimizar las desviaciones estándar de las tasas calculadas. Las variables independientes habitualmente utilizadas son: i) tamaño del hogar; ii) tenencia de automóvil; iii) ingreso familiar; y iv) grado de accesibilidad.

### **III.4.7. Distribución de viajes**

La etapa de distribución de viajes recibe como entrada las cantidades de viajes producidos y atraídos por zona, calculadas en la etapa anterior de generación.

El resultado de la etapa de distribución de viajes es la producción de las denominadas matrices de origen y destino de viajes. Dichas matrices contienen en sus celdas la cantidad de viajes por unidad de tiempo (por hora, por día, etc.) entre las zonas del Area de Estudio. Existirán tantas matrices como propósitos de viaje se hayan definido y por lo tanto el proceso de distribución debe ser realizado para cada una de ellos.

## III.5. Tránsito Derivado

### III.5.1. Modos de transporte disponibles

Los modos de transporte a considerar para obtener las funciones de utilidad del modelo de tránsito derivado corresponden a los actuales, y los nuevos modos que surgen del uso del nuevo proyecto. se cuenta entonces con las siguientes alternativas<sup>20</sup>:

- a) Auto por la represa de Salto Grande,
- b) Bus por la represa SG,
- c) Lancha a través de ambos puertos (Concordia-Salto),
- d) Moto por la represa SG,
- e) Auto por nuevo puente,
- f) Bus por el nuevo puente,
- g) Moto por nuevo puente.

Aquí se debe mencionar que a priori las alternativas disponibles difieren en cuanto a los tiempos, costos<sup>21</sup>, y comodidad; con lo que es de esperar que se cumpla la hipótesis acerca del supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IIA<sup>22</sup>) que requieren los modelos MNL, en caso de que los indicadores estadísticos no resultaran satisfactorios, se debe recurrir a la agrupación de modos de transporte similares, y elaborar un modelo tipo anidado NLogit (*nested logit*).

Como se mencionó en las secciones anteriores, las funciones de utilidad para cada modo se tomarán como combinaciones lineales de los atributos (costo y tiempo) de cada alternativa, y una constante específica para cada modo, donde se agrupan los efectos promedio de las variables no incluidas<sup>23</sup> en la expresión de la función utilidad.

Para construir los modelos, estimando los parámetros y constantes específicas de cada modo, aplicando la función *Log likelihood* (en el método de Máxima Verosimilitud), se deben recolectar datos anivel de usuario; esto se hace mediante la recolección de información de encuestas de dos tipos:

- Encuestas de preferencia revelada (PR),
- Encuestas de preferencia declarada (PD).

---

<sup>20</sup>No se considera el modo de transporte por Ferrocarril sobre la represa de Salto Grande debido a que en el año 2013 se discontinuó nuevamente su servicio que había sido reactivado luego de 30 años en 2010, con motivo del Bicentenario de Argentina.

<sup>21</sup>Al año 2014, el precio del servicio de lancha, es el mismo que para el bus por la represa, sin embargo es de esperar que esta situación cambie, debido a que históricamente han diferido siempre en el orden de un 30 % siendo siempre más caro el servicio por bus.

<sup>22</sup>Independence of Irrelevant Alternatives.

<sup>23</sup>por ejemplo: confort de cada servicio, o también en el caso de los modos públicos, la frecuencia del servicio, ya que son atributos que influyen en menor medida a la hora de optar por alguna alternativa.

En las encuestas de preferencia revelada (PR) los usuarios revelan acerca de su comportamiento actual, es decir que son las elecciones reales de los usuarios. Las preferencias declaradas (PD) son las que los usuarios declaran acerca de cual sería su decisión frente a situaciones hipotéticas.

Como en el proyecto del Puente Interurbano se va a introducir tres alternativas a las existentes en la actualidad, se debe hacer uso de las encuestas PD.

Para el presente trabajo se tomarán de base los resultados de las encuestas hechas para el trabajo INTERCONEXIÓN VIAL SALTO-CONCORDIA realizado por el Consorcio SALCON, Ing. Ariel Nieto & Consultores Asociados - Ingenieros & Economistas Consultores Asociados.

A continuación se describen las tareas realizadas en el trabajo citado en el párrafo anterior:

Con el objetivo de conocer las características de los viajes que se realizan actualmente a través de los modos disponibles, se realizaron 120 encuestas a los pasajeros de las lanchas, que cruzan el río, 60 por cada sentido. Respecto a los servicios de ómnibus se realizaron 120 encuestas (60 por cada sentido, Concordia-Salto) en ambas terminales y durante el trayecto. En la represa de SG, se entrevistaron a todos los automóviles y motos que usaron el puente durante períodos de 8 horas, en días diferentes durante la semana (lunes a viernes), representativo de días hábiles, y un sábado; a su vez, distribuidos en sesiones de 8hr a 12hr y de 20hr a 24hr. Al mismo tiempo, se realizaron las preguntas de PD.

### **III.5.2. Calculo de la Demanda**

Para los costos y tiempos, se tienen en cuenta los costos directos percibidos por quien escribe, debido a la frecuencia semanal de los viajes realizados por motivos de trabajo, por los diferentes modos (en auto, moto, ómnibus y lancha) y un promedio de los tiempos, en diferentes horarios del día. Además estos valores difieren en muy poco de los considerados en el trabajo citado<sup>24</sup>. También para tener información relevante, más precisa acerca de las características de cada uno de los modos disponibles actualmente. Dichos valores se describieron en el capítulo II-Inventario.

#### **Matriz Origen-Destino**

Para la elaboración de la matriz de O/D para el año base de análisis, se cuenta con los datos de movimiento mensual de pasajeros, cuyo resumen se expuso en los Antecedentes y el Inventario. A esta matriz de O/D de viajes totales, se la debe desglosar por motivo de viaje separados en dos grandes grupos; por un lado los viajes con motivo de Educación y Trabajo, y en el segundo grupo los viajes con motivos de recreación, paseos ya sean específicos, o generales. Las categorías se denominarán como sigue:

---

<sup>24</sup>Proyecto: INTERCONEXIÓN VIAL SALTO-CONCORDIA, Autor: Consorcio SALCON.

- Viajes por Trabajo (incluye: trabajo, negocios y por educación),
- Viajes por Otros motivos (incluye: paseos y todos los otros motivos no considerados en la categoría anterior).

Para poder construir las matrices O/D separadas por motivo se requiere información de las encuestas de intercepción (PR), de donde también se obtienen los *orígenes* y *destinos* de cada pasajero entrevistado. A los efectos del presente trabajo se han usado los porcentajes correspondientes al Proyecto del Consorcio SALCON, aplicado a los valores totales del año 2011, que es el año tomado como base, puesto que es el más representativo entre los últimos 4 años ya que la cantidad de viajes se ha visto alterada en el último período (desde finales del año 2012 a principios 2014) considerablemente por las políticas de estado de ambos países así como también por las ordenanzas locales aplicadas de forma temporal.

Matriz año Base, Motivo: Trabajo			
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Uruguay
Salto	-	111.401	-
Concordia	108.486	-	-
Resto Argentina	-	-	-
Resto Uruguay	-	11.754	-
Matriz año Base, Motivo: Otros			
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Uruguay
Salto	-	475.511	-
Concordia	422.857	-	19.835
Resto Argentina	39.670	-	-
Resto Uruguay	-	-	-
<b>Total 2011</b>		<b>1.189.513</b>	

Tabla 35: Matrices de Origen y Destino para año 2011, según motivo del viaje.

En la tabla 35 se exponen los valores de base, cada celda de la matriz contiene la cantidad total de pasajeros que realizaron viajes entre el origen  $O$  y el destino  $D$  durante el año 2011 por todos los modos disponibles. A éstas matrices se le aplicarán los modelos de elección modal (MNL)

## Red de transporte

De acuerdo a los estudios anteriores, los registros muestran que los viajes de larga distancia representan un porcentaje muy bajo (del orden del 5%) y que además es de esperarse que pocos de ellos deriven en el nuevo puente. Sin pérdida de validez, se los agrupa en sólo dos categorías:

- Salto-Resto de Argentina ( $d_{media} = 400km$ )

- Concordia-Resto de Uruguay ( $d_{media} = 400km$ )

Para la red vial (Concordia y Salto), se toma de base la información relevada para el Capítulo II-Inventario, así como también la información recopilada sobre las tarifas de los modos públicos, la existencia o no de peajes en la red vial y los correspondientes precios. Los valores de costo y tiempo, se usarán en los modelos MNL y en el estudio económico. Las características de la red de transporte se muestran en la tabla 36.

Autos	Distancia [km]	Tiempo [min]	Demoras [min]	Costo Op. [US\$]	Peajes [US\$]
Salto - Concordia	40	45	7	3,57	0,00
Concordia - Salto	40	45	7	3,57	0,00
Salto - Argentina	300	280	15	25,00	3,00
Uruguay - Concordia	300	280	15	25,00	6,00
Motos	Distancia [km]	Tiempo [min]	Demoras [min]	Costo Op. [US\$]	Peajes [US\$]
Salto - Concordia	40	45	5	1,67	0,00
Concordia - Salto	40	45	5	1,67	0,00
Omnibus	Distancia [km]	Tiempo [min]	Demoras [min]	Tarifa [US\$]	Peajes [US\$]
Salto - Concordia	40	60	15	4,60	0,00
Concordia - Salto	40	60	15	4,60	0,00
Lanchas	Distancia [km]	Tiempo [min]	Demoras [min]	Tarifa [US\$]	Peajes [US\$]
Salto - Concordia	40	15	15	3,45	0,00
Concordia - Salto	40	15	15	3,45	0,00

Tabla 36: Características de la red de transporte.

### III.5.3. Modelo de tránsito derivado

Como se señaló antes, se usarán los modelos de elección discreta, particularmente el de elección modal múltiple, Modelo Logit Multinomial (MNL, debido a sus siglas en inglés). Cabe recordar, que al elegir la distribución de Gumbel para los errores, se obtenía el modelo MNL, y a partir de ahí, la probabilidad de que un usuario elija un determinado modo de transporte para ir desde el origen  $O$  al destino  $D$ , viene dado por su utilidad con la siguiente expresión:

$$P(j) = \frac{e^{U_j}}{\sum_{i=1}^n e^{U_i}}$$

Donde  $U_i$  es la utilidad del modo de transporte  $i$  (auto, bus, lancha ó moto). Las expresiones para las utilidades, se tomarán como combinación lineal de los atributos, tomando como base el modo de transporte *Moto por la represa*.

Las funciones de utilidad para los modos disponibles en la actualidad son:

$$\begin{aligned}U_{auto} &= C_a + \alpha_1 \text{costo}_a + \alpha_2 \text{tiempo}_a \\U_{bus} &= C_b + \alpha_1 \text{costo}_b + \alpha_2 \text{tiempo}_b \\U_{lancha} &= C_l + \alpha_1 \text{costo}_l + \alpha_2 \text{tiempo}_l \\U_{moto} &= C_m + \alpha_1 \text{costo}_m + \alpha_2 \text{tiempo}_m\end{aligned}$$

Cabe destacar que las constantes específicas de cada modo reflejan la atraktividad de cada modo si los atributos de todos los demás modos fueran iguales. Por otra parte al usar los mismos coeficientes para las cuatro funciones de utilidad (coeficientes  $\alpha$ ) se esta asumiendo implícitamente que los usuarios valoran de la misma forma el tiempo y el costo en los diferentes modos de transporte.

Para determinar los coeficientes a través del metodo de Máxima Verosimilitud, se puede usar diversos softwares estadísticos. En este trabajo se usará el software LIMDEP<sup>25</sup>. Para obtener el modelo MNL se precisa de las encuestas de intercepción, particularmente las de Preferencia Revelada (PR). A continuación se describirá la metodología para la estimación usando el programa, así como sus comandos. Sin embargo, debido a las diferentes políticas de estado observadas en los últimos años y macroeconomía de la región, por ejemplo la situación tan dispar que se observa en los costos de combustibles, que ha llegado a ser de un 100% de diferencia, genera una cantidad masiva de viajes de una ciudad a la otra sólo con motivo de abastecimiento de combustible para su uso cotidiano; otro ejemplo de alteración en el número de viajes solo en períodos determinados, es la vigencia de la ordenanza *cerro kilo*.

Por lo antedicho, a los efectos de la estimación del tránsito, se usarán los coeficientes obtenidos en el proyecto del Consorcio SALCON, con la funciones de utilidad, se calculan las probabilidades, es decir, se hace el reparto modal entre las alternativas, luego se calcula la tasa de crecimiento histórico del tráfico, para proyectar en el horizonte de estudio, luego se hace el reparto modal, obteniendo de esta forma el tránsito derivado al nuevo puente. En una etapa definitiva del proyecto, se pueden realizar encuestas de intercepción, y con las mismas calibrar a la fecha las funciones de utilidad, y usando las planillas del presente trabajo, derivar el tránsito al proyecto. De todas formas, es de esperar que los coeficientes de utilidad no difieran en gran medida de los usados aquí.

## Procedimiento de estimación

Las encuestas se deben organizar como se muestra en la tabla 37, donde las observaciones deben ordenarse por modo, reservando para cada una, 4 filas, de esta manera, el “1” indica que el usuario eligió el respectivo modo de transporte según el ordinal de la fila (1ra fila, auto; 2da fila, bus; 3ra fila, lancha; 4ta fila, moto), es decir que por cada grupo de 4 filas, el software registra una sola observación de *modo de transporte*, con el *costo* y *tiempo* del mismo.

---

<sup>25</sup>Limdep es un software diseñado para el análisis econométrico, sus siglas devienen de Limited Depended.

Modo	Costo	Tiempo												
1	3,22	32	1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	0	2,8	75	1	3	75	1	3	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	4	32
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48
1	3,22	37	1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	0	2,8	75	1	3	75	1	3	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	4	20
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48
1	3,22	50	1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	0	2,8	75	1	3	75	1	3	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	4	25
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48
1	3,22	35	1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	0	2,8	75	1	3	75	1	3	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	1	1,27	48
1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	1	2,6	70	1	3	75	1	3	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	1	1,26	45
1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	1	2,6	71	1	3	75	0	2,8	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	3	30	0	3,5	30
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	1	1,3	50
1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35
0	2,8	75	1	2,6	65	1	3	75	0	2,8	75	0	2,8	75
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	3	30	0	3,5	30
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	1	1,29	49
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35	0	3,22	35			
0	2,8	75	1	2,6	75	1	3	75	0	2,8	75			
0	3,5	30	0	3,5	30	0	3,5	30	1	3	30			
0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48	0	1,27	48			

Tabla 37: Pre-procesamiento de datos para la estimación de los modelos a través del software LIMDEP.

Las funciones de utilidad obtenidas para los viajes con motivo de *Trabajo* son:

$$\begin{aligned}
 U_{auto} &= 8,400 - 0,1729 \text{ costo}_a - 0,0427 \text{ tiempo}_a \\
 U_{bus} &= 7,800 - 0,1729 \text{ costo}_b - 0,0427 \text{ tiempo}_b \\
 U_{lancha} &= 5,550 - 0,1729 \text{ costo}_l - 0,0427 \text{ tiempo}_l \\
 U_{moto} &= 6,300 - 0,1729 \text{ costo}_m - 0,0427 \text{ tiempo}_m
 \end{aligned}$$

Las funciones de utilidad obtenidas para los viajes con motivo *Otros* son:

$$\begin{aligned}
 U_{auto} &= 9,300 - 0,1706 \text{ costo}_a - 0,0342 \text{ tiempo}_a \\
 U_{bus} &= 8,200 - 0,1706 \text{ costo}_b - 0,0342 \text{ tiempo}_b \\
 U_{lancha} &= 6,100 - 0,1706 \text{ costo}_l - 0,0342 \text{ tiempo}_l \\
 U_{moto} &= 5,450 - 0,1706 \text{ costo}_m - 0,0342 \text{ tiempo}_m
 \end{aligned}$$

## Nuevos modos de transporte

Como se mencionó antes, a las alternativas de modos de transporte disponibles, se agregarán las correspondientes al nuevo proyecto (auto, bus y moto por el nuevo puente). Mediante la muestra obtenida de las encuestas *PD* realizada a los usuarios que cruzan por el puente sobre la Represa de Salto Grande, se estimaron las constantes específicas de cada modo (de las respectivas funciones de utilidad) para los nuevos modos, para poder calcular las *tasas marginales de sustitución* para las constantes modales específicas de autos y motos.

En economía, en la teoría del consumidor, se denomina relación marginal de sustitución (*RMS*) al número de unidades de un bien a las que está dispuesto a renunciar un consumidor a cambio de una cantidad adicional del otro bien, manteniendo constante el nivel de utilidad, es decir, mide la relación de intercambio entre dos bienes que mantiene constante la utilidad del consumidor. También se podría decir que es la valoración subjetiva que realiza un consumidor de un bien en términos del otro bien.[19]

Con lo que para calcular la *RMS*, se elige la variable costo como cambio, entonces se calcularon las relaciones entre las constantes específicas y los coeficientes de costo del mencionado modelo. Es decir que, por ejemplo si la expresión de utilidad para el modo auto por puente (i.e.  $U_{autop}$  del modelo *MNL*) obtenida a través de las encuestas *PD* como se dijo antes tiene como expresión:

$$U'_{autop} = C'_{autop} + \alpha'_1 costo + \alpha'_2 tiempo$$

entonces la manera de calcular la *RMS* y su valor son:

$$RMS = \frac{\alpha'_1}{C'_{autop}} = -0,018$$

Las tasas marginales de sustitución a aplicar para determinar las funciones de utilidad para los nuevos modos fueron (Motivo Trabajo, y Otros respectivamente):

$$\begin{array}{l|l} RMS_{autop} = -0,01764 & RMS_{autop} = -0,01681 \\ RMS_{motop} = -0,02524 & RMS_{motop} = -0,02992 \end{array}$$

Para el caso de los ómnibus, como no se realizó encuesta *PD* a los pasajeros, las *RMS* se tomaron como promedio ponderado entre los valores anteriores.

Luego, la función de utilidad para el nuevo modo (por ejemplo auto por el puente) será:  $U_{autop} = C_{autop} + \alpha_1 costo + \alpha_2 tiempo$ , con  $\alpha_1, \alpha_2$ , determinados para las utilidades de los modos existentes, y la constante específica se calcula a través de la *RMS*, a saber: como  $RMS = \frac{\alpha'_1}{C'_{autop}} = -0,018$ , y también  $\frac{\alpha_1}{C_{autop}} = -0,018$ , entonces

$$C_{autop} = \frac{\alpha_1}{-0,01764} = \frac{-0,1729}{-0,01764} = 9,80$$

Las constantes para las nuevas alternativas, según motivo *Trabajo* y *Otros* fueron respectivamente:

$$\begin{array}{l|l} C_{autop} = 9,800 & C_{autop} = 10,150 \\ C_{busp} = 7,450 & C_{busp} = 7,650 \\ C_{motop} = 6,850 & C_{motop} = 5,700 \end{array}$$

Finalmente las funciones de utilidad obtenidas para las alternativas nuevas (del proyecto), para viajes con motivo de *Trabajo* son:

$$\begin{array}{l} U_{autop} = 9,800 - 0,1729 \text{ costo}_a - 0,0427 \text{ tiempo}_a \\ U_{busp} = 7,450 - 0,1729 \text{ costo}_b - 0,0427 \text{ tiempo}_b \\ U_{motop} = 6,850 - 0,1729 \text{ costo}_m - 0,0427 \text{ tiempo}_m \end{array}$$

Las funciones para los viajes con motivo *Otros* son:

$$\begin{array}{l} U_{autop} = 10,150 - 0,1706 \text{ costo}_a - 0,0342 \text{ tiempo}_a \\ U_{busp} = 7,650 - 0,1706 \text{ costo}_b - 0,0342 \text{ tiempo}_b \\ U_{motop} = 5,700 - 0,1706 \text{ costo}_m - 0,0342 \text{ tiempo}_m \end{array}$$

### III.5.4. Aplicación del Modelo

A continuación se aplicarán los modelos para obtener el tránsito que derivará al nuevo puente. Para realizar esto, se necesita de las matrices de origen y destino de año 2011 (considerado como año base), las cuales se proyectarán a los años futuros, pero previamente se deben calcular las matrices de costo y tiempo, según motivo (trabajo/otros).

Luego se calculan las matrices de utilidad, para, en base a éstas se calculan las matrices de probabilidad que se usan para el reparto modal, y en consecuencia, se tendrá año a año el tránsito que se deriva al proyecto.

## Matriz de Costos

En base al relevamiento de distancias, costos de combustible (costo más significativo en los viajes), tarifas de los modos de transporte públicos, y un promedio de ocupación de los modos disponibles, se elaboraron las matrices de costo actualizadas a la fecha, éstas se muestran en las tablas 38 a 45. Los precios están convertidos en dólares estadounidenses.

Costo Modos Privados					Costo Tarifa Modos Públicos				
Costos de Operación		Peajes (AR)		Peajes (UY)	Salto - Concordia		Concordia - Salto		
<b>Autos</b>	0,12	\$US/km	2	4	\$US/Veh	<b>Bus</b>	5	5	\$US/pasajero
<b>Motos</b>	0,06	\$US/km	0	0	\$US/Veh	<b>Lancha</b>	4	4	\$US/pasajero

Tabla 38: Costos modos privados y públicos.

Distancias				Cantidad de peajes en Rutas		Coeficientes de Ocupación			
		UY	AR	Motivo	Trabajo	Otros			
<b>Concordia-Salto</b>	40 km	Sin Puente					<b>Autos</b>	2	2,7
<b>Larga Distancia</b>	400 km	Sin Puente					<b>Motos</b>	1	1,5
<b>Concordia-Salto</b>	6 km	Con Puente					<b>Bus</b>	30	30
<b>Larga Distancia</b>	360 km	Con Puente					<b>Lanchas</b>	15	15

Tabla 39: Distancias según escenario y destino, peajes y coeficientes de ocupación considerados.

Matriz: Costos, Motivo: Trabajo, Modo: Auto					Matriz: Costos, Motivo: Otros, Modo: Auto				
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay		Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay
<b>Salto</b>	-	\$2,40	\$26,00	-	<b>Salto</b>	-	\$1,78	\$19,26	-
<b>Concordia</b>	\$2,40	-	-	\$26,00	<b>Concordia</b>	\$1,78	-	-	\$19,26
<b>Larga dist. (AR)</b>	\$26,00	-	-	-	<b>Larga dist. (AR)</b>	\$19,26	-	-	-
<b>Larga dist. (UY)</b>	-	\$26,00	-	-	<b>Larga dist. (UY)</b>	-	\$19,26	-	-

Tabla 40: Matriz de Costos Auto (sin puente).

Matriz: Costos, Motivo: Trabajo, Modo: Motos			Matriz: Costos, Motivo: Otros, Modo: Motos		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
<b>Salto</b>	-	\$2,40	<b>Salto</b>	-	\$1,60
<b>Concordia</b>	\$2,40	-	<b>Concordia</b>	\$1,60	-

Tabla 41: Matriz de Costos Moto.

Matriz: Costos, Motivo: Todo, Modo: Omnibus			Matriz: Costos, Motivo: Todo, Modo: Lancha		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	\$5,00	Salto	-	\$4,00
Concordia	\$5,00	-	Concordia	\$4,00	-

Tabla 42: Matriz costos modos públicos.

Matriz: Costos, Motivo: Trabajo, Modo: Auto					Matriz: Costos, Motivo: Trabajo, Modo: Auto				
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay	Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay
Salto	-	\$0,36	\$23,60	-	Salto	-	\$0,27	\$17,48	-
Concordia	\$0,36	-	-	\$23,60	Concordia	\$0,27	-	-	\$17,48
Larga dist. (AR)	\$23,60	-	-	-	Larga dist. (AR)	\$17,48	-	-	-
Larga dist. (UY)	-	\$23,60	-	-	Larga dist. (UY)	-	\$17,48	-	-

Tabla 43: Matriz de Costos Auto (con puente).

Matriz: Costos, Motivo: Trabajo, Modo: Motos			Matriz: Costos, Motivo: Otros, Modo: Motos		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	\$0,36	Salto	-	\$0,24
Concordia	\$0,36	-	Concordia	\$0,24	-

Tabla 44: Matriz de Costos Moto (con puente).

Matriz: Costos, Motivo: Todo, Modo: Omnibus		
Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	\$0,75
Concordia	\$0,75	-

Tabla 45: Matriz costos modos públicos (con puente).

## Matriz de Tiempos

Se analizaron los tiempos de viaje promedio, así como también las velocidades medias, considerando dos escenarios, la situación con el nuevo proyecto en servicio y la situación actual, sin puente. Los datos de base para calcular las matrices se muestran en las tablas 46 y 47, mientras que de la tabla 48 a 50 se muestran los resultados de las matrices de tiempo, para los dos escenarios (con y sin puente), cabe notar que las matrices corresponden a todos los motivos de viaje (Trabajo y Otros motivos).

Velocidades promedio de operación					Origen/Destino	Distancias	Escenario
Modo	En ruta	Mixto	Puente Interurbano		Concordia-Salto	40 km	Sin Puente
Auto	80	53	45	km/h	Larga Distancia	400 km	Sin Puente
Moto	-	50	40	km/h	Concordia-Salto	6 km	Con Puente
					Larga Distancia	360 km	Con Puente

Tabla 46: Velocidades y distancias promedio.

Tiempo viaje modos públicos				Esperas/Trámites		
Modo	Existentes	Puente Interurbano		En ruta	En puente	
Bus	60	8	min	Auto	5	5 min
Lancha	15	-	min	Moto	2,5	2,5 min
				Bus	15	10 min
				Lancha	15	- min

Tabla 47: Tiempos de operacion y esperas.

Matriz: Tiempos, Modo: Auto			Matriz: Tiempos, Modo: Motos		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	50,28	Salto	-	50,50
Concordia	50,28	-	Concordia	50,50	-
Larga dist. (AR)	305,00	-			
Larga dist. (UY)	-	305,00			

Tabla 48: Matrices de Tiempo modos privados (sin puente).

Matriz: Tiempos, Modo: Omnibus			Matriz: Tiempos, Modo: Lancha		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto		75,00	Salto	-	30,00
Concordia	75,00	-	Concordia	30,00	-

Tabla 49: Matrices de Tiempo modos públicos (sin puente).

## Matriz de Utilidades

Definidas las matrices de *costo* y *tiempo*, se pueden calcular las utilidades de cada modo de transporte, entre cada par origen/destino, y según motivo del viaje. Las expresiones de las funciones de utilidad son las mostradas en la sección anterior, aquí se agrupan los valores en matrices (por modo y motivo del viaje) para facilitar el proceso de calculo de las probabilidades.

Matriz: Tiempos, Modo: Auto			Matriz: Tiempos, Modo: Omnibus			Matriz: Tiempos, Modo: Motos		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	13,00	Salto	-	18,00	Salto	-	11,50
Concordia	13,00	-	Concordia	18,00	-	Concordia	11,50	-
Larga dist. (AR)	280,00	-						
Larga dist. (UY)	-	280,00						

Tabla 50: Matrices de Tiempo (con Puente).

Modelo MNL <sub>1</sub>		Modelo MNL <sub>2</sub>	
Motivo: Trabajo		Motivo: Otros	
$\alpha_1$	-0,1729	$\alpha_1$	-0,1706
$\alpha_2$	-0,0427	$\alpha_2$	-0,0342
$C_a$	8,4000	$C_a$	9,3000
$C_b$	7,8000	$C_b$	8,2000
$C_l$	5,5500	$C_l$	6,1000
$C_m$	6,3000	$C_m$	5,4500
$C_{ap}$	9,8000	$C_{ap}$	10,1500
$C_{bp}$	7,4500	$C_{bp}$	7,6500
$C_{mp}$	6,8500	$C_{mp}$	5,7000

Tabla 51: Coeficientes funciones de Utilidad

Utilidades, Modo: Auto Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Auto Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	5,84	Salto	-	7,28
Concordia	5,84	-	Concordia	7,28	-
Larga dist. (AR)	-9,12	-	Resto Argentina	-4,42	-
Larga dist. (UY)	-	-9,12	Resto Uruguay	-	-4,42

Utilidades, Modo: Bus Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Bus Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	3,73	Salto	-	4,78
Concordia	3,73	-	Concordia	4,78	-

Utilidades, Modo: Lancha Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Lancha Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	3,58	Salto	-	4,39
Concordia	3,58	-	Concordia	4,39	-

Utilidades, Modo: Moto Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Moto Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	3,73	Salto	-	3,45
Concordia	3,73	-	Concordia	3,45	-

Tabla 52: Matrices de utilidad para los modos de transporte actuales.

## Cálculo de Probabilidades

Con los matrices de utilidad se pueden calcular las probabilidades de elección de cada alternativa de transporte entre el origen ( $i$ ) y el destino ( $j$ ), que serán directa-

Utilidades, Modo: Auto Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Auto Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	9,18	Salto	-	9,66
Concordia	9,18	-	Concordia	9,66	-
Larga dist. (AR)	-6,24	-	Resto Argentina	-2,41	-
Larga dist. (UY)	-	-6,24	Resto Uruguay	-	-2,41

Utilidades, Modo: Bus Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Bus Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	6,55	Salto	-	6,91
Concordia	6,55	-	Concordia	6,91	-

Utilidades, Modo: Moto Motivo: Trabajo			Utilidades, Modo: Moto Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	6,30	Salto	-	5,27
Concordia	6,30	-	Concordia	5,27	-

Tabla 53: Matrices de utilidad para los nuevos modos de transporte (con puente).

mente los porcentajes a usar para el reparto modal y posterior cálculo del tránsito que derivará al puente interurbano Concordia-Salto.

Probabilidades de elección Modo: Auto, Motivo: Trabajo					Probabilidades de elección Modo: Auto, Motivo: Otros				
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay	Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay
Salto	-	4,65 %	5,13 %	-	Salto	-	10,70 %	11,45 %	-
Concordia	4,65 %	-	-	5,13 %	Concordia	10,70 %	-	-	11,45 %
Larga dist. (AR)	5,13 %	-	-	-	Larga dist. (AR)	11,45 %	-	-	-
Larga dist. (UY)	-	5,13 %	-	-	Larga dist. (UY)	-	11,45 %	-	-

Probabilidades de elección Modo: Omnibus, Motivo: Trabajo			Probabilidades de elección Modo: Omnibus, Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	0,39 %	Salto	-	0,71 %
Concordia	0,36 %	-	Concordia	0,67 %	-

Probabilidades de elección Modo: Lancha, Motivo: Trabajo			Probabilidades de elección Modo: Lancha, Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	0,26 %	Salto	-	0,38 %
Concordia	0,22 %	-	Concordia	0,32 %	-

Probabilidades de elección Modo: Moto, Motivo: Trabajo			Probabilidades de elección Modo: Moto, Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	0,19 %	Salto	-	0,09 %
Concordia	0,19 %	-	Concordia	0,09 %	-

Tabla 54: Matrices de probabilidades de los modos de transporte existentes.

Probabilidades de elección Modo: Auto, Motivo: Trabajo					Probabilidades de elección Modo: Auto, Motivo: Otros				
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay	Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Argentina	Resto Uruguay
Salto	-	4,65 %	5,13 %	-	Salto	-	10,70 %	11,45 %	-
Concordia	4,65 %	-	-	5,13 %	Concordia	10,70 %	-	-	11,45 %
Larga dist. (AR)	5,13 %	-	-	-	Larga dist. (AR)	11,45 %	-	-	-
Larga dist. (UY)	-	5,13 %	-	-	Larga dist. (UY)	-	11,45 %	-	-

Probabilidades de elección Modo: Omnibus, Motivo: Trabajo			Probabilidades de elección Modo: Omnibus, Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	0,39 %	Salto	-	0,71 %
Concordia	0,36 %	-	Concordia	0,67 %	-

Probabilidades de elección Modo: Moto, Motivo: Trabajo			Probabilidades de elección Modo: Moto, Motivo: Otros		
Origen/Destino	Salto	Concordia	Origen/Destino	Salto	Concordia
Salto	-	0,19 %	Salto	-	0,09 %
Concordia	0,19 %	-	Concordia	0,09 %	-

Tabla 55: Matrices de probabilidades de los nuevos modos de transporte por el puente.

### III.5.5. Resultados

Con las matrices de probabilidad de elección modal calculadas, es posible estimar el tránsito que derivará en el nuevo puente. Para esto, solo basta con multiplicar la matriz de origen-destino del año base (año 2011) por la matriz de probabilidades. Con este proceso queda clasificado el movimiento de pasajeros según motivo del viaje y modo de transporte utilizado. El resultado del proceso de distribución de viajes según probabilidad de elección se muestra en la tabla 56.

Hay que tener en cuenta que el resultado mostrado en la tabla anterior corresponde a movimiento de personas, es decir que resta aplicar los coeficientes de ocupación según el motivo del viaje y dividir entre 365 días que tiene un año para poder obtener de esta forma el Tránsito Medio Diario Anual que derivará al puente.

Además de esto se deben ir proyectando el movimiento de pasajeros de acuerdo a las estadísticas mostradas en el capítulo II INVENTARIO, estableciendo una tasa de crecimiento que en este caso, se adoptó un criterio conservador comenzando con una tasa del 11 % los primeros cuatro años, luego decrece a 9 %, 7 %, 3 % y finalmente para los últimos años del período de análisis una tasa de crecimiento del 2 % anual (ver tabla 59).

Movimiento de Personas 2011	Motivo		Total	Transito Derivado 2011	Motivo		Total
	Trabajo	Otros			Trabajo	Otros	
<b>Autos Represa</b>	10823	103018	113840	<b>Autos Represa</b>	5,30 %	11,70 %	10,5 %
<b>Omnibus Represa</b>	828	6213	7041	<b>Omnibus Represa</b>	4,45 %	9,42 %	8,3 %
<b>Motos Represa</b>	410	848	1259	<b>Motos Represa</b>	5,02 %	10,55 %	7,8 %
<b>Lanchas</b>	530	3165	3696	<b>Lanchas</b>	-	-	-
<b>Autos Puente</b>	193515	777680	971195	<b>Autos Puente</b>	94,70 %	88,30 %	89,5 %
<b>Omnibus Puente</b>	17766	59760	77526	<b>Omnibus Puente</b>	95,55 %	90,58 %	91,7 %
<b>Motos puente</b>	7767	7189	14956	<b>Motos puente</b>	94,98 %	89,45 %	92,2 %
	<b>Total</b>		1189513				

Tabla 56: Resultados de la distribución del tránsito por motivo de viaje y modo de transporte año 2011.

A los efectos de entender el procedimiento de cálculo, en las tablas 57 a 58 se muestran los resultados del proceso para el año 2015.

Matriz O/D año 2015, Motivo: Trabajo			
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Uruguay
Salto	-	162.717	-
Concordia	158.459	-	-
Resto Argentina	-	-	-
Resto Uruguay	-	17.168	-
Matriz O/D año 2015, Motivo: Otros			
Origen/Destino	Salto	Concordia	Resto Uruguay
Salto	-	694.551	-
Concordia	617.642	-	28.972
Resto Argentina	57.943	-	-
Resto Uruguay	-	-	-
<b>Total 2015</b>		<b>1.737.451</b>	

Tabla 57: Matrices de Origen y Destino para año 2015, según motivo del viaje.

Movimiento de Personas 2015	Motivo		Total	Coeficientes Ocupación		TMDA Desglosado por modo		
	Trabajo	Otros		Trab.	Otr.	Total		
<b>Autos Represa</b>	15808	150472	166280	2	2,7	22	153	175
<b>Omnibus Represa</b>	1210	9075	10285	30	30	1	1	2
<b>Motos Represa</b>	599	1239	1838	1	1,5	2	3	5
<b>Lanchas</b>	775	4623	5398					0
<b>Autos Puente</b>	282656	1135911	1418567	2	2,7	388	1153	1541
<b>Omnibus Puente</b>	25950	87287	113237	30	30	3	8	11
<b>Motos puente</b>	11345	10501	21846	1	1,5	32	20	52
	<b>Total</b>		1737451			<b>TMDA derivado año 2015</b>		<b>1604</b>

Tabla 58: Resultados de la distribución del tránsito y TMDA para año 2015.

Año	Pasajeros	Crecimiento anual
2014	1.565.271	11 %
2015	1.737.451	11 %
2016	1.928.571	11 %
2017	2.140.714	11 %
2018	2.376.192	11 %
2019	2.590.050	9 %
2020	2.823.154	9 %
2021	3.077.238	9 %
2022	3.354.189	9 %
2023	3.656.066	9 %
2024	3.911.991	7 %
2025	4.185.830	7 %
2026	4.478.839	7 %
2027	4.792.357	7 %
2028	5.127.822	7 %
2029	5.281.657	3 %
2030	5.440.107	3 %
2031	5.603.310	3 %
2032	5.771.409	3 %
2033	5.944.551	3 %
2034	6.063.442	2 %
2035	6.184.711	2 %
2036	6.308.405	2 %
2037	6.434.574	2 %
2038	6.563.265	2 %
2039	6.694.530	2 %
2040	6.828.421	2 %
2041	6.964.989	2 %
2042	7.104.289	2 %
2043	7.246.375	2 %
2044	7.391.302	2 %
2045	7.539.128	2 %
2046	7.689.911	2 %
2047	7.843.709	2 %

Tabla 59: Proyección del Movimiento de personas por año.

Los resultados finales para el Transito Derivado, proyectados a 30 años se muestran en la tabla 60.

Proyecciones del Transito Medio Diario Anual												
<b>Modo Transporte/Año</b>	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
<b>Autos Puente</b>	1541	1710	1899	2107	2297	2503	2728	2974	3241	3468	3710	
<b>Omnibus Puente</b>	11	12	13	15	16	17	20	21	22	24	26	
<b>Motos puente</b>	52	57	63	70	76	83	90	99	107	114	122	
<b>Modo Transporte/Año</b>	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
<b>Autos Puente</b>	3971	4249	4545	4682	4822	4967	5116	5269	5375	5482	5591	
<b>Omnibus Puente</b>	28	29	31	33	33	34	35	37	37	38	38	
<b>Motos puente</b>	131	139	149	154	159	163	168	173	176	180	183	
<b>Modo Transporte/Año</b>	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	
<b>Autos Puente</b>	5703	5818	5934	6052	6174	6297	6423	6552	6683	6816	6953	
<b>Omnibus Puente</b>	39	40	41	42	42	43	44	45	46	47	47	
<b>Motos puente</b>	188	191	194	199	202	207	210	215	219	223	228	

Tabla 60: Resultados finales del TMDA Derivado.

## III.6. Tránsito Generado

### III.6.1. Definición de categorías

Los modos de transporte que se consideraron para el análisis del tránsito generado fueron:

- Auto
- Colectivo
- Moto o bicicleta
- Viajes a pie

Dado que se disponen datos estadísticos de censos, y en base a las preguntas que tienen mejor aceptación por los encuestados, no se tomo como variable el ingreso por hogar, sino que se tomo la cantidad de personas empleadas por hogar (con trabajo estable), junto a la cantidad de integrantes en cada hogar y la posesión de vehiculo (auto o moto).

Las categorías adoptadas son:

- a) Integrantes del hogares
  - hasta 2 integrantes por hogar
  - 3 y 4 integrantes
  - más de 4 integrantes
- b) Número de personas que tienen trabajo estable en el hogar
  - 0 y 1 trabajador
  - mas de 1 trabajador
- c) Posesión de vehículo
  - ningún vehículo
  - dispone de motocicleta
  - dispone de auto o de auto y motocicleta

Las encuestas se realizaron de forma personal algunas aprovechando el contacto que se tiene con personas de ambas nacionalidades por parte de quien escribe, y se aprovechó también de las ventajas que brindan hoy en día las redes sociales, en las que se puede enviar el formulario de encuesta usando los servicios gratuitos de GOOGLE DRIVE. Los resultados de las encuestas se pueden ver en las tablas 61 y 62. A su vez, se pueden comparar estos resultados obtenidos con las encuestas continuas a hogares que realiza el INE y el INDEC, dichos índices (tamaño de hogares y posesión de vehículo por hogar) están a disposición en el Anexo de este tercer capítulo.

<b>Encuesta a personas de Concordia</b>				
<b>Hogares con 1 o 2 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	23	5	26	<b>54</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	2	4	7	<b>13</b>
<b>TOTAL</b>	25	9	33	<b>67</b>
<b>Hogares con 3 y 4 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	28	4	11	<b>43</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	17	4	6	<b>27</b>
<b>TOTAL</b>	45	8	17	<b>70</b>
<b>Hogares con más de 4 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	5	3	14	<b>22</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	6	3	8	<b>17</b>
<b>TOTAL</b>	11	6	22	<b>39</b>

Tabla 61: Resultados de las encuestas a ciudadanos de Concordia.

<b>Encuesta a personas de Salto</b>				
<b>Hogares con 1 o 2 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	10	8	34	<b>52</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	3	2	3	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>	13	10	37	<b>60</b>
<b>Hogares con 3 y 4 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	10	10	7	<b>27</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	17	11	6	<b>34</b>
<b>TOTAL</b>	27	21	13	<b>61</b>
<b>Hogares con más de 4 integrantes</b>				
	AUTO	MOTO	SIN VEHICULO	TOTAL HOGARES
<b>0 o 1 Trabajadores</b>	3	2	3	<b>8</b>
<b>más de 1 Trabajadores</b>	13	6	7	<b>26</b>
<b>TOTAL</b>	16	8	10	<b>34</b>

Tabla 62: Resultados de las encuestas a ciudadanos de Salto.

### III.6.2. Viajes totales por categoría

Los resultados de las encuestas deben ser expandidos a la población total, a su vez, se les preguntó acerca de la cantidad de viajes por diferentes motivos que realiza en promedio cada hogar. De manera que al expandir a la población total de cada ciudad, se cuenta con la cantidad mensual por hogar de viajes urbanos que se realizan dentro de cada ciudad. Los viajes separados por categorías de hogar y por motivo del viaje se

exponen en las tablas 63 y 64.

<b>Concordia - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en AUTO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>21979</b>	102224	116625	87981	<b>306831</b>	<b>14,0</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>4778</b>	969	2179	1643	<b>4791</b>	<b>1,0</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>21024</b>	8767	14137	10665	<b>33568</b>	<b>1,6</b>
<b>Total</b>	<b>47781</b>	111960	132941	100290	<b>345190</b>	<b>7,2</b>
<b>Concordia - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en MOTO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>21979</b>	709	849	640	<b>2197</b>	<b>0,1</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>4778</b>	11509	10125	7638	<b>29272</b>	<b>6,1</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>21024</b>	0	1721	1299	<b>3020</b>	<b>0,1</b>
<b>Total</b>	<b>47781</b>	12218	12695	9577	<b>34490</b>	<b>0,7</b>
<b>Concordia - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en COLECTIVO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>21979</b>	4253	818	617	<b>5689</b>	<b>0,3</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>4778</b>	5608	921	695	<b>7223</b>	<b>1,5</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>21024</b>	24065	9013	6800	<b>39877</b>	<b>1,9</b>
<b>Total</b>	<b>47781</b>	33926	10752	8112	<b>52789</b>	<b>1,1</b>

Tabla 63: Viajes urbanos mensuales por modo en la ciudad de Concordia.

<b>Salto - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en AUTO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>11952</b>	58672	85051	64161	<b>207884</b>	<b>17,4</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>8186</b>	3679	3373	2545	<b>9597</b>	<b>1,2</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>12607</b>	3117	3988	3008	<b>10113</b>	<b>0,8</b>
<b>Total</b>	<b>32746</b>	65468	92412	69714	<b>227594</b>	<b>7,0</b>

<b>Salto - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en MOTO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>11952</b>	6581	5787	4365	<b>16732</b>	<b>1,4</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>8186</b>	48332	36562	27582	<b>112476</b>	<b>13,7</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>12607</b>	1552	2369	1787	<b>5707</b>	<b>0,5</b>
<b>Total</b>	<b>32746</b>	56464	44717	33734	<b>134915</b>	<b>4,1</b>

<b>Salto - Viajes por categorías [viajes/mes]</b>						
<b>Viajes en COLECTIVO</b>						
	<b>N° Hogares</b>	<b>Compras</b>	<b>Paseo Fin Específico</b>	<b>Paseo en General</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio/hogar</b>
<b>Hogares con Auto</b>	<b>11952</b>	3632	2008	1515	<b>7155</b>	<b>0,6</b>
<b>Hogares con Moto</b>	<b>8186</b>	6165	8175	6167	<b>20506</b>	<b>2,5</b>
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	<b>12607</b>	35257	35904	27086	<b>98248</b>	<b>7,8</b>
<b>Total</b>	<b>32746</b>	45053	46087	34768	<b>125909</b>	<b>3,8</b>

Tabla 64: Viajes urbanos mensuales por modo en la ciudad de Salto.

### III.6.3. Proyección de viajes

Los resultados expuestos antes, permiten proyectar los viajes urbanos de cada ciudad considerando la diferencia entre las tasas de movilidad de cada categoría de hogar.

De acuerdo a la información recopilada en este capítulo, y las proyecciones hechas para la población y el parque automotor de cada ciudad, se calculan las tasas de crecimiento de cada categoría de hogar. Es decir que si se mantienen las tasas de crecimiento históricas el número de hogares que no dispone de movilidad (auto o moto) va a disminuir. Los datos estadísticos que se usarán para la proyección de viajes se exponen en la tabla 65. Con estas tablas y los viajes por categorías, se pueden proyectar los viajes urbanos en todo el período de diseño, esto es, los viajes hasta el año 2047 (ver tablas 66 y 67).

Cabe destacar que en cada categoría se sostuvo la hipótesis de que las tasas de generación de viajes se mantienen constantes en el tiempo, esta hipótesis es en general conservadora e influye mucho en el resultado final de las proyecciones.

CONCORDIA - PROYECCIÓN HOGARES							
	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>Hogares con Auto</b>	21979	26654	32325	37384	43236	48826	53834
<b>Hogares con Moto</b>	4778	7301	10184	12946	15702	18163	20025
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	21024	18104	14170	11333	8066	5728	4670
<b>Total</b>	47781	52059	56679	61663	67004	72717	78530
<b>Tasa Crec. Población</b>	1,73 %	1,72 %	1,70 %	1,68 %	1,65 %	1,55 %	1,42 %
<b>Tasa Crec. Autos</b>	6,00 %	4,00 %	4,00 %	3,00 %	3,00 %	2,50 %	2,00 %
<b>Tasa Crec. Motos</b>	12,00 %	9,00 %	7,00 %	5,00 %	4,00 %	3,00 %	2,00 %
<b>Tasa Crec. Hogar c/ Auto</b>	5,90 %	3,93 %	3,93 %	2,95 %	2,95 %	2,46 %	1,97 %
<b>Tasa Crec. Hogar c/ Moto</b>	11,80 %	8,85 %	6,88 %	4,92 %	3,94 %	2,95 %	1,97 %
SALTO - PROYECCIÓN HOGARES							
	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>Hogares con Auto</b>	11952	14521	16817	18554	20471	22042	23733
<b>Hogares con Moto</b>	8186	9480	10979	12411	13693	14744	15875
<b>Hogares Sin Vehículo</b>	12607	9991	7403	5483	3577	2295	859
<b>Total</b>	32746	33992	35199	36448	37741	39081	40468
<b>Tasa Crec. Población</b>	0,75 %	0,75 %	0,70 %	0,70 %	0,70 %	0,70 %	0,70 %
<b>Tasa Crec. Autos</b>	6,00 %	4,00 %	3,00 %	2,00 %	2,00 %	1,50 %	1,50 %
<b>Tasa Crec. Motos</b>	6,00 %	3,00 %	3,00 %	2,50 %	2,00 %	1,50 %	1,50 %
<b>Tasa Crec. Hogar c/ Auto</b>	5,96 %	3,97 %	2,98 %	1,99 %	1,99 %	1,49 %	1,49 %
<b>Tasa Crec. Hogar c/ Moto</b>	5,96 %	2,98 %	2,98 %	2,48 %	1,99 %	1,49 %	1,49 %

Tabla 65: Parámetros para la proyección de los viajes urbanos.

PROYECCION DE VIAJES CONCORDIA							
Compras	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
AUTO	111960	132998	158317	181222	207635	233161	256389
MOTO	12218	18445	25572	32390	39217	45324	49973
COLECTIVO	33926	34449	34428	35401	36028	37322	39266
AUTO	71 %	72 %	73 %	73 %	73 %	74 %	74 %
MOTO	8 %	10 %	12 %	13 %	14 %	14 %	14 %
COLECTIVO	21 %	19 %	16 %	14 %	13 %	12 %	11 %
Paseos con fin Específico	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
AUTO	132941	156936	185694	211889	242000	271214	297925
MOTO	12695	17982	23988	29805	35603	40842	44896
COLECTIVO	10752	10160	9241	8745	8094	7774	7866
AUTO	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %
MOTO	8 %	10 %	11 %	12 %	12 %	13 %	13 %
COLECTIVO	7 %	5 %	4 %	3 %	3 %	2 %	2 %
Paseos en General	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
AUTO	100290	118391	140087	159848	182563	204602	224753
MOTO	9577	13565	18096	22485	26859	30810	33869
COLECTIVO	8112	7666	6972	6598	6106	5865	5934
AUTO	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %
MOTO	8 %	10 %	11 %	12 %	12 %	13 %	13 %
COLECTIVO	7 %	5 %	4 %	3 %	3 %	2 %	2 %
TOTAL	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
AUTO	345190	408325	484098	552958	632198	708977	779067
MOTO	34490	49992	67657	84680	101679	116976	128737
COLECTIVO	52789	52276	50640	50745	50228	50960	53066

Tabla 66: Proyección de viajes urbanos en el período de diseño para Concordia.

### III.6.4. Determinación del tránsito generado

De acuerdo a lo establecido en secciones anteriores, de todos los tipos de tránsito que podría generar el proyecto, el de mayor relevancia es el tránsito urbano que cambiaría el destino de sus viajes actuales por nuevos destinos en la otra ciudad. Por lo tanto, a partir de los viajes urbanos que actualmente se realizan dentro de ambas ciudades, se determinará que parte de los mismos podría “derivar” hacia nuevos destinos al otro lado del río, una vez que el puente esté disponible, generando así tránsito para el proyecto.

Se determinaron los diferentes lugares o zonas de destino que atraen más viajes urbanos, para luego obtener a través de la realización de una prueba de preferencia declarada (PD), medidas de atracción de nuevos destinos al otro lado del río. Esto permitió estimar a través de la aplicación de modelos de distribución de viajes similares a los usados para el *tránsito derivado*, “tasas” de sustitución de viajes (RMS o tasa marginal de sustitución) que en lugar de tener como destino una zona o lugar en la propia ciudad de origen, cruzan el río utilizando esta obra, pues como destino del tipo de viaje en cuestión, resulta más atractiva una zona o lugar en la otra ciudad.

PROYECCION DE VIAJES SALTO							
Compras	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>AUTO</b>	43898	78012	89316	98014	107531	115397	123853
<b>MOTO</b>	54507	65194	74988	84164	92557	99467	106901
<b>COLECTIVO</b>	34132	39493	34081	30317	26535	24219	21570
<b>AUTO</b>	33 %	43 %	45 %	46 %	47 %	48 %	49 %
<b>MOTO</b>	41 %	36 %	38 %	40 %	41 %	42 %	42 %
<b>COLECTIVO</b>	26 %	22 %	17 %	14 %	12 %	10 %	9 %
Paseos con fin Específico	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>AUTO</b>	61258	110396	126531	138879	152447	163652	175699
<b>MOTO</b>	42620	51246	58566	65442	71740	76952	82554
<b>COLECTIVO</b>	35595	40361	34873	31125	27300	24962	22288
<b>AUTO</b>	44 %	55 %	58 %	59 %	61 %	62 %	63 %
<b>MOTO</b>	31 %	25 %	27 %	28 %	29 %	29 %	29 %
<b>COLECTIVO</b>	26 %	20 %	16 %	13 %	11 %	9 %	8 %
Paseos en General	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>AUTO</b>	46212	83281	95453	104768	115003	123456	132545
<b>MOTO</b>	32152	38660	44181	49369	54120	58052	62277
<b>COLECTIVO</b>	26853	30448	26308	23481	20595	18832	16814
<b>AUTO</b>	44 %	55 %	58 %	59 %	61 %	62 %	63 %
<b>MOTO</b>	31 %	25 %	27 %	28 %	29 %	29 %	29 %
<b>COLECTIVO</b>	26 %	20 %	16 %	13 %	11 %	9 %	8 %
TOTAL	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>AUTO</b>	151368	271689	311300	341661	374981	402505	432097
<b>MOTO</b>	129279	155100	177735	198975	218416	234470	251732
<b>COLECTIVO</b>	96580	110302	95262	84923	74430	68012	60672

Tabla 67: Proyección de viajes urbanos en el período de diseño para Salto.

Esta forma de estimación del tránsito generado por el proyecto, tiene una ventaja muy importante respecto de los métodos sintéticos o agregados (gravitatorio, tasas de generación), y es que el cálculo se hace sobre la base de los viajes que efectivamente se realizan en la actualidad y de su evolución esperada. Mientras tanto, en los métodos sintéticos, siempre se tiene muy alto grado de dependencia con muchas variables exógenas (como por ejemplo cambios en uso del suelo), que explican la generación de viajes y cuya evolución futura también resulta de difícil predicción. Por este hecho, es usual que los resultados a los que se llega utilizando métodos sintéticos, sean fuertemente cuestionados por defecto o por exceso.

Un inconveniente de la metodología aplicada es que no permite estimar los nuevos viajes o generados “puros”, es decir los que hoy no se hacen a ninguna parte y surgen por el hecho de la implantación del puente. Sin embargo, frente al alto grado de incertidumbre que inevitablemente se tiene de este tipo de tránsito generado, se prefirió realizar todos los esfuerzos necesarios para obtener un alto grado de precisión en el tipo de tránsito anteriormente señalado cuya base es más sólida, y sobre todo real.

La estimación del tránsito generado por cambio de destino se hizo aplicando la *teoría de la utilidad aleatoria* a los resultados de las encuestas realizadas, y que se

sintetiza en la aplicación de un modelo de tipo *multinomial-logit* (MNL).

A continuación, se describen las tareas desarrolladas para realizar la caracterización del patrón actual de viajes urbanos en Concordia y Salto, así como los trabajos realizados en cada una de las diferentes etapas del proceso de especificación y estimación de los modelos y los resultados obtenidos para el período de análisis del estudio.

### III.6.5. El mercado actual de viajes urbanos

Como se dijo en los capítulos anteriores el mercado total se puede agrupar en cuatro motivos de viaje específicos que son:

- a) Trabajo/ Estudio (T/E)
- b) Compras (C)
- c) Paseos con un fin específico (PFE)
- d) Paseos en general (PG)

A los efectos del análisis, no se incluyeron en el mismo los viajes por motivo de trabajo/estudio. Esto se debe a que no es razonable esperar, a corto plazo, cambios significativos en los lugares actuales de trabajo/estudio/vivienda de los habitantes de Salto o Concordia. Los otros tres restantes motivos revisten una importancia significativa y son los que, en función de la atractividad de los diferentes lugares de destino al otro lado del río, alimentarán a corto plazo el flujo de tránsito generado por cambio de destino.

Asimismo, se deben identificar los barrios o zonas de origen y lugares específicos de destino de los viajes, así como el modo de transporte utilizado.

En función de la expansión de los resultados de las encuestas a la población total de hogares de Concordia y Salto, fue posible construir las matrices de viajes mensuales por motivo/modo y por motivo/destino ya presentadas.

### III.6.6. Red urbana y costos de transporte

En función de la elección de destinos para los viajes, y los que más se repiten en diferentes encuestas, se eligieron como representativos los que más viajes atraían, agrupando los restantes en la categoría *otros*. Al mismo tiempo fue necesario preguntar en la encuesta la localización aproximada (entre que calles) de cada hogar ya que luego es necesario elaborar una red urbana de viajes. Para esta tarea se definieron **cuatro zonas** en cada ciudad, en las que según el número de viajes originados en cada zona, se consideró como baricentro de viajes una esquina específica en cada zona, la zonificación para la ciudad de Concordia se puede ver en la figura III.1.

Los baricentros de origen de viajes adoptados para cada zona son:

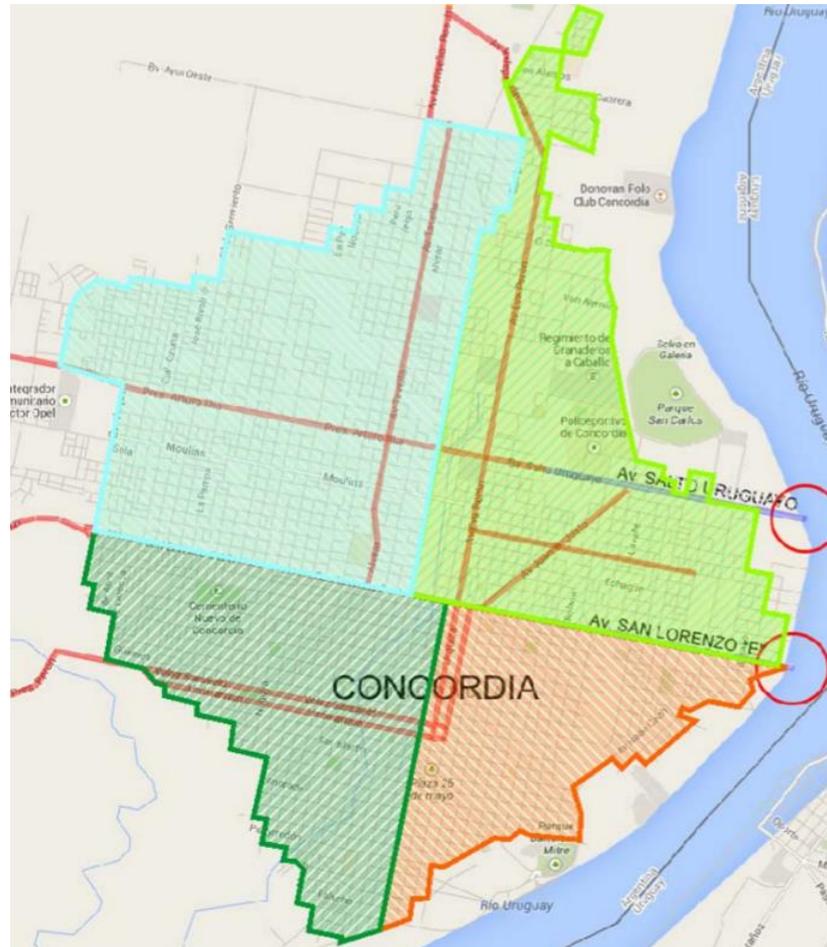


Figura III.1: Definición de zonas de origen para los viajes urbanos de Concordia.

- ZONA 1: Calle San Juan esquina Alberdi
- ZONA 2: Calle Aristóbulo del Valle esquina Laprida
- ZONA 3: Avenida Tavella esquina Presidente Illia
- ZONA 4: Avenida Gerardo Yoya (ex Juan B. Justo) esquina Chabrilón

Para construir la red urbana, solo resta medir la distancia entre el baricentro y cada destino de viaje según el motivo (compras, paseos generales y específicos), esta es una tarea relativamente sencilla si se usa la bondades de las herramientas informáticas disponibles como por ejemplo GOOGLE MAPS.

Para los viajes de cualquier motivo, cuyo destino no aparece específicamente definido debido al menor número de viajes (Otros), se tomó una distancia igual al promedio de las distancias de cada zona a los demás destinos específicos del mismo motivo de viaje.

De esta forma se construyeron las matrices de distancias para los viajes urbanos de Concordia y Salto por cada motivo (ver tablas 68 a 73)

<b>Motivo: COMPRAS</b>				
	Peatonal	Carrefour	San Lorenzo	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,51	3,37	2,05	2,16
<b>ZONA 2</b>	0,63	3,65	1,19	3,01
<b>ZONA 3</b>	3,17	1,48	1,20	2,40
<b>ZONA 4</b>	2,47	1,75	1,85	2,20

Tabla 68: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Concordia.

<b>Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO</b>			
	Centro	Costanera	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,48	1,68	2,30
<b>ZONA 2</b>	0,69	2,91	2,10
<b>ZONA 3</b>	3,19	5,36	3,50
<b>ZONA 4</b>	2,44	3,65	2,80

Tabla 69: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Concordia.

<b>Motivo: PASEOS GENERALES</b>						
	Costanera	Lago-Termas	San Carlos	Parque Liquidambar	Centro	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,68	22,00	3,43	9,10	0,48	3,1
<b>ZONA 2</b>	2,91	21,00	4,40	9,10	0,69	3,6
<b>ZONA 3</b>	5,36	18,80	2,61	6,90	3,19	4,2
<b>ZONA 4</b>	3,65	20,00	1,45	8,10	2,44	2,8

Tabla 70: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Concordia.

<b>Motivo: COMPRAS</b>				
	Centro	Este	Baga Shopping	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,6	3,5	1	2
<b>ZONA 2</b>	0,5	1,6	1,2	1,1
<b>ZONA 3</b>	1,8	2,2	3	2,3
<b>ZONA 4</b>	1,5	0,5	1,5	1,2

Tabla 71: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Salto.

<b>Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO</b>					
	Costanera N	Puerto	Centro	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	2,5	1,2	1,6	10	1,8
<b>ZONA 2</b>	1,5	1	0,5	12	1
<b>ZONA 3</b>	0,8	2	1,8	13	1,5
<b>ZONA 4</b>	3	2,5	1,5	9	2,3

Tabla 72: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Salto.

Motivo: PASEOS GENERALES						
	Costanera N	Costanera S	Parque Harriague	Lago	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	2,5	1	1,2	7,5	10	4
<b>ZONA 2</b>	1,5	1,5	1	6,5	12	4,5
<b>ZONA 3</b>	0,8	2,5	2,8	5	13	5
<b>ZONA 4</b>	3	3	1,3	6	9	4,5

Tabla 73: Matriz de distancias [km] dentro en la red urbana de Salto.

En correspondencia con la definición anterior se calcularon los costos de transporte para viajes entre zonas y destinos específicos, por cada motivo de viaje. Para ello, a partir de los resultados de las encuestas, se consideró la disponibilidad de vehículo propio en el hogar (auto y/o moto), conjuntamente con la realización o no de viajes en los mismos y la ocupación promedio por motivo de viaje. En el caso de viajes en el vehículo propio, el costo de transporte por pasajero se calculó como el costo de operación unitario percibido<sup>26</sup>, por la distancia entre cada zona o destino. Para el caso de hogares que no disponen de vehículo propio, el costo de transporte por pasajero se calculó como el promedio de las tarifas de colectivos y taxis, para viajar entre la zona de destino específicos.

Los costos así obtenidos se cargaron en el procesamiento de las encuestas para utilizarlos en la estimación de los modelos de elección de destino de viajes que se usaron para el cálculo del tránsito generado por el puente, como se describiremos a continuación. En las tablas 74 a 85 se muestran las matrices de costo elaboradas, cabe tener en cuenta que se agregaron los costos con los nuevos destinos para cada ciudad, al otro lado del río suponiendo el uso del puente con la ubicación de las cabeceras que se describen en las secciones posteriores.

Motivo: COMPRAS				
	Peatonal	Carrefour	San Lorenzo	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,089	0,590	0,359	0,378
<b>ZONA 2</b>	0,110	0,639	0,208	0,527
<b>ZONA 3</b>	0,555	0,259	0,210	0,420
<b>ZONA 4</b>	0,433	0,307	0,324	0,385

Tabla 74: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Concordia.

<sup>26</sup>Se debe tener en cuenta que la elección de cada modo de transporte queda fuertemente determinada por el costo percibido por el usuario, es decir, no se tienen en cuenta los costos de operación indirectos o no percibidos directamente por el usuario, por ejemplo el costo del seguro automotor.

Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO			
	Centro	Costanera	Otros
ZONA 1	0,084	0,294	0,403
ZONA 2	0,121	0,510	0,368
ZONA 3	0,559	0,939	0,613
ZONA 4	0,427	0,639	0,491

Tabla 75: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Concordia.

Motivo: PASEOS GENERALES						
	Costanera	Lago-Termas	San Carlos	Parque Liquidambar	Centro	Otros
ZONA 1	0,294	3,854	0,601	1,594	0,084	0,543
ZONA 2	0,510	3,679	0,771	1,594	0,121	0,631
ZONA 3	0,939	3,294	0,457	1,209	0,559	0,736
ZONA 4	0,639	3,504	0,254	1,419	0,427	0,491

Tabla 76: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Concordia.

Motivo: COMPRAS				
	Centro	Este	Baga Shopping	Otros
ZONA 1	1,279	1,524	1,822	1,324
ZONA 2	1,440	1,717	1,980	1,402
ZONA 3	1,163	1,407	1,787	1,151
ZONA 4	0,946	1,191	1,489	0,929

Tabla 77: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Concordia y destino en Salto.

Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO					
	Costanera N	Puerto	Centro	Termas	Otros
ZONA 1	1,016	1,104	1,279	3,047	1,470
ZONA 2	1,226	1,279	1,440	3,202	1,286
ZONA 3	1,004	0,985	1,163	2,926	1,288
ZONA 4	0,718	0,771	0,946	2,715	0,911

Tabla 78: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Concordia y destino en Salto.

Motivo: PASEOS GENERALES						
	Costanera N	Costanera S	Parque Harriague	Lago	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,016	1,384	1,489	3,924	3,047	1,314
<b>ZONA 2</b>	1,226	1,559	1,682	4,099	3,202	1,305
<b>ZONA 3</b>	1,004	1,265	1,337	3,914	2,926	1,454
<b>ZONA 4</b>	0,718	1,055	1,156	3,609	2,715	1,261

Tabla 79: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Concordia y destino en Salto.

Motivo: COMPRAS				
	Centro	Este	Baga Shopping	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,280	0,613	0,175	0,350
<b>ZONA 2</b>	0,088	0,280	0,210	0,193
<b>ZONA 3</b>	0,315	0,385	0,526	0,403
<b>ZONA 4</b>	0,263	0,088	0,263	0,210

Tabla 80: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Salto.

Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO					
	Costanera N	Puerto	Centro	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,438	0,210	0,280	1,752	0,315
<b>ZONA 2</b>	0,263	0,175	0,088	2,102	0,175
<b>ZONA 3</b>	0,140	0,350	0,315	2,277	0,263
<b>ZONA 4</b>	0,526	0,438	0,263	1,577	0,403

Tabla 81: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Salto.

Motivo: PASEOS GENERALES						
	Costanera N	Costanera S	Parque Harriague	Lago	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,438	0,175	0,210	1,314	1,752	0,701
<b>ZONA 2</b>	0,263	0,263	0,175	1,139	2,102	0,788
<b>ZONA 3</b>	0,140	0,438	0,491	0,876	2,277	0,876
<b>ZONA 4</b>	0,526	0,526	0,228	1,051	1,577	0,788

Tabla 82: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] viajes con origen y destino en Salto.

Motivo: COMPRAS				
	Peatonal	Carrefour	San Lorenzo	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,485	1,740	1,650	1,620
<b>ZONA 2</b>	1,530	1,785	1,680	1,665
<b>ZONA 3</b>	1,605	1,860	1,755	1,740
<b>ZONA 4</b>	1,635	1,890	1,785	1,770

Tabla 83: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Salto y destino en Concordia.

<b>Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO</b>			
	Centro	Costanera	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,752	1,857	1,903
<b>ZONA 2</b>	1,797	1,888	1,948
<b>ZONA 3</b>	1,872	1,963	2,023
<b>ZONA 4</b>	1,903	2,008	2,054

Tabla 84: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Salto y destino en Concordia.

<b>Motivo: PASEOS GENERALES</b>						
	Costanera	Lago-Termas	San Carlos	Parque Liquidambar	Centro	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,117	2,288	1,465	1,253	1,117	1,419
<b>ZONA 2</b>	1,163	2,336	1,510	1,284	1,163	1,465
<b>ZONA 3</b>	1,238	2,416	1,586	1,359	1,238	1,540
<b>ZONA 4</b>	1,268	2,448	1,616	1,404	1,268	1,570

Tabla 85: Matriz de costos promedio [\$US/pasajero] nuevos viajes con origen en Salto y destino en Concordia.

### III.6.7. Desarrollo de los modelos MNL

Con las matrices de costos, elaboradas se cargaron los costos en el procesamiento de las encuestas, de forma que se usen como datos de entrada para estimar los coeficientes que multiplican el costo y las constantes específicas para cada modelo a con la ayuda del software LIMDEP.

Con los coeficientes y constantes estimados a través del método de máxima verosimilitud, quedan definidas las funciones de utilidad para cada modelo, así por ejemplo, la utilidad que tendrá el destino *Carrefour* (por ejemplo en el MNL para viajes con motivo de compras en la ciudad de Concordia) es

$$U_{Carrefour} = C_{Carrefour} + \alpha_1 Costo_{Carrefour}$$

donde  $C_{Carrefour}$  es la constante específica para el destino *Carrefour* dentro del modelo de viajes con motivo de compras en la ciudad de Concordia (otra constante diferente será la que le corresponde en el modelo con motivo compras, pero con origen en la ciudad de Salto), y  $\alpha_1$  es el coeficiente que multiplica al costo, este será el mismo para todas las funciones de utilidad de este modelo (MNL, motivo: compras, origen: ciudad de Concordia).

De la estimación de los coeficientes y las constantes específicas, esta función de utilidad queda expresada como:

$$U_{Carrefour} = 3,635 - 2,686 Costo_{Carrefour}$$

es decir que según la zona de origen del viaje, este destino tendrá su respectiva utilidad, lo que da una medida de la atracción que tiene este destino respecto a los otros. Cabe mencionar que se tomó como base el destino *Otros*.

Por otra parte se determinaron modelos para los nuevos destinos, en base a la encuestas según que ciudadano cambiaría su destino a otro cruzando el río en caso de tener el puente, asignando un peaje de \$US1.00, este valor forma parte del costo que el usuario percibe, o también llamado *impedancia*, estos dos modelos auxiliares (uno por cada ciudad) son mas sencillos que los que se hicieron para estimar el tránsito derivado, y son los que permiten determinar las *RMS* o tasas marginales de susitución de un destino por otro, de forma que se puedan calcular las constantes para los destinos en la ciudad vecina, manteniendo fijo el coeficiente de costo, completando los modelos MNL para viajes con cada motivo determinado que se usarán para los destinos dentro de esa ciudad, y los nuevos destinos que se agregan cruzando el río a través del nuevo puente. Los valores de las constantes y coeficientes de costo para los modelos se dan en las tablas 86 y 87.

<b>CONCORDIA</b>		<b>Nuevos Destinos</b>	
<b>Constantes COMPRAS</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-2,686	<b>CENTRO</b>	0,691
<b>PEATONAL</b>	2,910	<b>ESTE</b>	0,994
<b>CARREFOUR</b>	3,635	<b>BAGASHOPPING</b>	1,286
<b>SAN LORENZO</b>	1,647	<b>OTROS</b>	0,990
<b>OTROS</b>	0,000		
<b>Constantes PASEOS FIN ESPECÍFICO</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-2,079	<b>COSTANERA</b>	-0,958
<b>CENTRO</b>	1,412	<b>PUERTO</b>	-0,004
<b>COSTANERA</b>	3,430	<b>CENTRO</b>	1,491
<b>OTROS</b>	0,000	<b>TERMAS</b>	1,522
-	-	<b>OTROS</b>	0,513
-	-	-	-
<b>Constantes PASEOS GENERALES</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-1,212	<b>COSTANERA N</b>	0,711
<b>COSTANERA</b>	1,976	<b>COSTANERA S</b>	0,619
<b>LAGO</b>	1,352	<b>PARQUE HARRIAGUE</b>	1,026
<b>SAN CARLOS</b>	0,684	<b>LAGO</b>	0,787
<b>PARQUE LIQUIDAMBAR</b>	0,534	<b>TERMAS</b>	0,740
<b>CENTRO</b>	1,252	<b>OTROS</b>	0,777
<b>OTROS</b>	0,000	-	-

Tabla 86: Constantes y coeficientes para los modelos MNL de viajes con origen en Concordia.

<b>SALTO</b>		<b>Nuevos Destinos</b>	
<b>Constantes COMPRAS</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-2,648	<b>PEATONAL</b>	2,496
<b>CENTRO</b>	1,354	<b>CARREFOUR</b>	3,211
<b>ESTE</b>	1,653	<b>SAN LORENZO</b>	1,252
<b>BAGASHOPPING</b>	1,941	<b>OTROS</b>	2,320
<b>OTROS</b>	0,000		
<b>Constantes PASEOS FIN ESPECÍFICO</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-1,542	<b>CENTRO</b>	0,676
<b>COSTANERA</b>	-0,204	<b>COSTANERA</b>	2,172
<b>PUERTO</b>	0,503	<b>OTROS</b>	1,424
<b>CENTRO</b>	1,612	-	-
<b>TERMAS</b>	1,635	-	-
<b>OTROS</b>	0,000	-	-
<b>Constantes PASEOS GENERALES</b>			
<b>Coefficiente COSTO</b>	-1,263	<b>COSTANERA</b>	1,687
<b>COSTANERA N</b>	1,452	<b>LAGO</b>	1,037
<b>COSTANERA S</b>	1,357	<b>SAN CARLOS</b>	0,342
<b>PARQUE HARRIAGUE</b>	1,781	<b>PARQUE LIQUIDAMBAR</b>	0,185
<b>LAGO</b>	1,532	<b>CENTRO</b>	0,933
<b>TERMAS</b>	1,483	<b>OTROS</b>	0,837
<b>OTROS</b>	0,000	-	-

Tabla 87: Constantes y coeficientes para los modelos MNL de viajes con origen en Salto.

Con las funciones de utilidad definidas, el procedimiento para determinar el tránsito generado es análogo al realizado para el tránsito derivado, con la diferencia que para estos modelos, la variable es solo el costo del viaje, con lo que en función de la red urbana y las matrices de costo para cada ciudad, con los destinos dentro de ella, y agregando los nuevos desinos en la ciudad vecina, se determinan la utilidades para cada destino (ver tablas 88 a 93), con esas matrices se pueden calcular las matrices de probabilidad, que corresponden a la distribución de los viajes generado.

Las matrices de probabilidad se muestran en las tablas 94 a 101, en donde se puede observar que se calculo las probabilidades totales de elegir un viaje con destino en una ciudad o cruzando el río (esta última es la que se usará para obtener el TMDA Generado). Cada probabilidad total se calculó como un promedio entre las cuatro zonas.

Matriz de Utilidad, Motivo: COMPRAS								
	Destinos en Concordia				Destinos en Salto			
	Peatonal	Carrefour	San Lorenzo	Otros	Centro	Este	BagaShopping	Otros
<b>ZONA 1</b>	2,67	2,05	0,68	-1,02	-2,74	-3,10	-3,61	-2,57
<b>ZONA 2</b>	2,61	1,92	1,09	-1,42	-3,18	-3,62	-4,03	-2,77
<b>ZONA 3</b>	1,42	2,94	1,08	-1,13	-2,43	-2,78	-3,51	-2,10
<b>ZONA 4</b>	1,75	2,81	0,78	-1,04	-1,85	-2,21	-2,71	-1,50

Tabla 88: Utilidades viajes con origen en Concordia

Matriz de Utilidad, Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO								
	Destinos en Concordia				Destinos en Salto			
	Centro	Costanera	Otros	Costanera N	Puerto	Centro	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,24	2,82	-0,84	-3,07	-2,30	-1,17	-4,81	-2,54
<b>ZONA 2</b>	1,16	2,37	-0,76	-3,51	-2,66	-1,50	-5,14	-2,16
<b>ZONA 3</b>	0,25	1,48	-1,27	-3,04	-2,05	-0,93	-4,56	-2,16
<b>ZONA 4</b>	0,52	2,10	-1,02	-2,45	-1,61	-0,48	-4,12	-1,38

Tabla 89: Utilidades viajes con origen en Concordia

Matriz de Utilidad, Motivo: PASEOS GENERALES												
	Destinos en Concordia					Destinos en Salto						
	Costa	Lago	San Carlos	Liquidam.	Centro	Otros	Costa N	Costa S	P. Harriag.	Lago	Termas	Otros
<b>ZONA 1</b>	1,62	-3,32	-0,04	-1,40	1,15	-0,66	-0,52	-1,06	-0,78	-3,97	-2,95	-0,82
<b>ZONA 2</b>	1,36	-3,11	-0,25	-1,40	1,11	-0,76	-0,78	-1,27	-1,01	-4,18	-3,14	-0,81
<b>ZONA 3</b>	0,84	-2,64	0,13	-0,93	0,57	-0,89	-0,51	-0,91	-0,59	-3,96	-2,81	-0,99
<b>ZONA 4</b>	1,20	-2,89	0,38	-1,19	0,73	-0,59	-0,16	-0,66	-0,38	-3,59	-2,55	-0,75

Tabla 90: Utilidades viajes con origen en Concordia

Matriz de Utilidad, Motivo: COMPRAS								
	Destinos en Salto				Destinos en Concordia			
	Centro	Este	BagaShopping	Otros	Peatonal	Carrefour	San Lorenzo	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,61	0,03	1,48	-0,93	-1,44	-1,40	-3,12	-1,97
<b>ZONA 2</b>	1,12	0,91	1,38	-0,51	-1,55	-1,52	-3,20	-2,09
<b>ZONA 3</b>	0,52	0,63	0,55	-1,07	-1,75	-1,71	-3,40	-2,29
<b>ZONA 4</b>	0,66	1,42	1,25	-0,56	-1,83	-1,79	-3,47	-2,37

Tabla 91: Utilidades viajes con origen en Salto

Matriz de utilidad, Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO								
	Destinos en Salto					Destinos en Concordia		
	Costanera N	Puerto	Centro	Termas	Otros	Centro	Costanera	Otros
<b>ZONA 1</b>	-0,88	0,18	1,18	-1,07	-0,49	-2,03	-0,69	-1,51
<b>ZONA 2</b>	-0,61	0,23	1,48	-1,61	-0,27	-2,10	-0,74	-1,58
<b>ZONA 3</b>	-0,42	-0,04	1,13	-1,88	-0,41	-2,21	-0,85	-1,70
<b>ZONA 4</b>	-1,01	-0,17	1,21	-0,80	-0,62	-2,26	-0,92	-1,74

Tabla 92: Utilidades viajes con origen en Salto

Matriz de Utilidad, Motivo: PASEOS GENERALES												
	Destinos en Salto						Destinos en Concordia					
	Costa N	Costa S	P. Harriag.	Lago	Termas	Otros	Cost	Lago	San Carlos	Liquidam.	Centro	Otros
<b>ZONA 1</b>	0,90	1,14	1,52	-0,13	-0,73	-0,89	0,28	-1,85	-1,51	-1,40	-0,48	-0,96
<b>ZONA 2</b>	1,12	1,02	1,56	0,09	-1,17	-1,00	0,22	-1,91	-1,57	-1,44	-0,54	-1,01
<b>ZONA 3</b>	1,27	0,80	1,16	0,43	-1,39	-1,11	0,12	-2,01	-1,66	-1,53	-0,63	-1,11
<b>ZONA 4</b>	0,79	0,69	1,49	0,20	-0,51	-1,00	0,09	-2,05	-1,70	-1,59	-0,67	-1,15

Tabla 93: Utilidades viajes con origen en Salto

Matriz de Probabilidad, Motivo: COMPRAS										
	Destinos en Concordia					Destinos en Salto				
	Centro	Carr.	S. Loren.	Otros	TOTAL	Centro	Este	BagaShop.	Otros	TOTAL
<b>ZONA 1</b>	58,33%	31,35%	8,00%	1,46%	<b>99,14%</b>	0,26%	0,18%	0,11%	0,31%	<b>0,86%</b>
<b>ZONA 2</b>	57,32%	28,58%	12,46%	1,02%	<b>99,38%</b>	0,18%	0,11%	0,07%	0,26%	<b>0,62%</b>
<b>ZONA 3</b>	15,53%	71,02%	11,10%	1,22%	<b>98,87%</b>	0,33%	0,23%	0,11%	0,46%	<b>1,13%</b>
<b>ZONA 4</b>	22,55%	65,33%	8,54%	1,40%	<b>97,82%</b>	0,62%	0,43%	0,26%	0,87%	<b>2,18%</b>
					<b>98,80%</b>					<b>1,20%</b>

Tabla 94: Probabilidades de viajes con origen en Concordia

Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO										
	Destinos en Concordia				Destinos en Salto					
	Centro	Cost.	Otros	TOTAL	Cos. N	Puerto	Centro	Termas	Otros	TOTAL
<b>ZONA 1</b>	16,28%	79,10%	2,04%	<b>97,43%</b>	0,22%	0,47%	1,47%	0,04%	0,37%	<b>2,57%</b>
<b>ZONA 2</b>	21,58%	72,29%	3,14%	<b>97,01%</b>	0,20%	0,47%	1,50%	0,04%	0,78%	<b>2,99%</b>
<b>ZONA 3</b>	19,33%	65,97%	4,21%	<b>89,51%</b>	0,72%	1,94%	5,95%	0,16%	1,73%	<b>10,49%</b>
<b>ZONA 4</b>	14,81%	71,71%	3,17%	<b>89,69%</b>	0,76%	1,76%	5,45%	0,14%	2,20%	<b>10,31%</b>
				<b>93,41%</b>						<b>6,59%</b>

Tabla 95: Probabilidades de viajes con origen en Concordia

Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS GENERALES							
	Destinos en Concordia						
	Cost.	Lago	S. Carlos	Liquid.	Centro	Otros	TOTAL
<b>ZONA 1</b>	42,51%	0,30%	8,06%	2,08%	26,58%	4,36%	<b>83,89%</b>
<b>ZONA 2</b>	38,68%	0,45%	7,75%	2,46%	30,04%	4,63%	<b>83,99%</b>
<b>ZONA 3</b>	28,50%	0,88%	14,04%	4,86%	21,90%	5,05%	<b>75,23%</b>
<b>ZONA 4</b>	31,93%	0,53%	14,00%	2,93%	20,01%	5,30%	<b>74,70%</b>
							<b>79,45%</b>

Tabla 96: Probabilidades de viajes con origen en Concordia

Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS GENERALES							
	Destinos en Salto						
	Cos. N	Cos. S	P. Harr.	Lago	Termas	Otros	TOTAL
<b>ZONA 1</b>	5,00%	2,92%	3,86%	0,16%	0,44%	3,72%	<b>16,11%</b>
<b>ZONA 2</b>	4,58%	2,79%	3,61%	0,15%	0,43%	4,45%	<b>16,01%</b>
<b>ZONA 3</b>	7,43%	4,94%	6,81%	0,24%	0,75%	4,60%	<b>24,77%</b>
<b>ZONA 4</b>	8,19%	4,97%	6,60%	0,27%	0,75%	4,53%	<b>25,30%</b>
							<b>20,55%</b>

Tabla 97: Probabilidades de viajes con origen en Concordia

Matriz de Probabilidad, Motivo: COMPRAS										
	Destinos en Salto				Destinos en Concordia					
	Centro	Este	BagaShop.	Otros	TOTAL	Centro	Carr.	S. Loren.	Otros	TOTAL
<b>ZONA 1</b>	22,16%	12,38%	52,66%	4,75%	<b>91,95%</b>	2,86%	2,98%	0,53%	1,68%	<b>8,05%</b>
<b>ZONA 2</b>	28,58%	23,14%	37,15%	5,59%	<b>94,46%</b>	1,97%	2,05%	0,38%	1,15%	<b>5,54%</b>
<b>ZONA 3</b>	27,42%	30,72%	28,27%	5,62%	<b>92,03%</b>	2,83%	2,94%	0,55%	1,66%	<b>7,97%</b>
<b>ZONA 4</b>	18,27%	39,18%	32,86%	5,42%	<b>95,73%</b>	1,51%	1,57%	0,29%	0,89%	<b>4,27%</b>
					<b>93,54%</b>					<b>6,46%</b>

Tabla 98: Probabilidades de viajes con origen en Salto

<b>Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS CON FIN ESPECÍFICO</b>										
	<b>Destinos en Salto</b>					<b>TOTAL</b>	<b>Destinos en Concordia</b>			<b>TOTAL</b>
	Cos. N	Puerto	Centro	Termas	Otros		Centro	Cost.	Otros	
<b>ZONA 1</b>	6,22 %	17,91 %	48,72 %	5,16 %	9,21 %	<b>87,22 %</b>	1,98 %	7,50 %	3,31 %	<b>12,78 %</b>
<b>ZONA 2</b>	6,83 %	15,87 %	55,04 %	2,52 %	9,59 %	<b>89,86 %</b>	1,55 %	6,01 %	2,59 %	<b>10,14 %</b>
<b>ZONA 3</b>	10,53 %	15,44 %	49,39 %	2,45 %	10,68 %	<b>88,49 %</b>	1,76 %	6,82 %	2,94 %	<b>11,51 %</b>
<b>ZONA 4</b>	5,84 %	13,55 %	53,81 %	7,26 %	8,65 %	<b>89,11 %</b>	1,68 %	6,39 %	2,82 %	<b>10,89 %</b>
						<b>88,67 %</b>				<b>11,33 %</b>

Tabla 99: Probabilidades de viajes con origen en Salto

<b>Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS GENERALES</b>							
	<b>Destinos en Salto</b>						<b>TOTAL</b>
	Cos. N	Cos. S	P. Harr.	Lago	Termas	Otros	
<b>ZONA 1</b>	16,55 %	20,97 %	30,66 %	5,93 %	3,25 %	2,78 %	<b>80,14 %</b>
<b>ZONA 2</b>	20,20 %	18,36 %	31,35 %	7,24 %	2,04 %	2,43 %	<b>81,63 %</b>
<b>ZONA 3</b>	26,22 %	16,36 %	23,40 %	11,21 %	1,82 %	2,42 %	<b>81,44 %</b>
<b>ZONA 4</b>	16,56 %	15,05 %	33,52 %	9,24 %	4,53 %	2,78 %	<b>81,67 %</b>
							<b>81,22 %</b>

Tabla 100: Probabilidades de viajes con origen en Salto

<b>Matriz de Probabilidad, Motivo: PASEOS GENERALES</b>							
	<b>Destinos en Concordia</b>						<b>TOTAL</b>
	Cost.	Lago	S. Carlos	Liquid.	Centro	Otros	
<b>ZONA 1</b>	8,88 %	1,06 %	1,49 %	1,66 %	4,18 %	2,59 %	<b>19,86 %</b>
<b>ZONA 2</b>	8,20 %	0,97 %	1,38 %	1,57 %	3,86 %	2,39 %	<b>18,37 %</b>
<b>ZONA 3</b>	8,29 %	0,98 %	1,39 %	1,58 %	3,90 %	2,42 %	<b>18,56 %</b>
<b>ZONA 4</b>	8,20 %	0,96 %	1,38 %	1,54 %	3,86 %	2,39 %	<b>18,33 %</b>
							<b>18,78 %</b>

Tabla 101: Probabilidades de viajes con origen en Salto

### III.6.8. Aplicación del Modelo

De la distribución de los viajes, nos interesa para este caso solo el porcentaje total de viajes que cambian sus destinos por uno en la otra ciudad, es decir, que usarán el nuevo puente. Finalmente con las tablas de proyección de viajes, se multiplican adecuadamente por los porcentajes de viajes que cruzan el puente y se obtienen la cantidad promedio de viajes mensuales que cruzan, para cada año de proyección, luego se les aplica los factores de ocupación según cada modo de transporte, multiplicando por los 12 meses del año y dividiendo entre la cantidad de días al año se obtiene el TMDA generado. En la tabla 102 se muestran los resultados de la aplicación del modelo.

VIAJES mensuales por el puente							
	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>MOTO</b>	49168	69453	80954	90726	101770	111895	121693
<b>COLECTIVO</b>	17338	21470	25381	29094	32605	35610	38470
<b>AUTO</b>	14063	15500	13547	12251	10895	10094	9285
TMDA por el puente							
	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047
<b>AUTO</b>	1197	1691	1971	2209	2478	2725	2964
<b>MOTO</b>	760	941	1113	1275	1429	1561	1686
<b>COLECTIVO</b>	31	34	30	27	24	22	20

Tabla 102: Resultados del tránsito generado.

### III.7. Cabeceras

La ubicación de las cabeceras que fueran presentadas bajo el acta acuerdo firmada en febrero de 2004 define como posibles ubicaciones:

- a) Alternativa 1
  - Av. Salto Uruguayo
  - Av. Paraguay
- b) Alternativa 2
  - Av. San Lorenzo
  - Av. Pascual Harriague

En el presente trabajo se analiza la alternativa 1 (ver figura III.2). Se describen a continuación, las características de dicho lugar de emplazamiento.

Esta localización consiste en una trazado, que puede decirse hacia el norte del tejido urbano de ambas ciudades, dejando al Sur las áreas de mayor densidad de población.

En la margen derecha, la ciudad de Concordia, posee una área consolidada sobre Av. Salo Uruguayo, de la misma se puede mencionar la vinculación Av. Eva Perón, que es una parte de la Red Primaria de la ciudad, ya que por la misma se puede tanto ingresar directamente al centro como salir de la ciudad. Salto Uruguayo por su parte, cambia su nombre por Av. Presidente Illia, también a la altura de Av. Eva Perón, y luego cambia sus características transformándose en una ruta provincial (R.P. 4) conectando con otras localidades como se menciono en el inventario. El área consolidada continúa hacia el este, pasando Av. Juan B. Justo (actualmente Av. G. Yoya) donde se transforma en una calzada dividida mediante cantero central, una zona residencial, que se mantiene hasta Av. Chajarí, en donde se desdibuja su ancho, atravesando un área sin consolidar, y a dos cuadras de Av. Chajarí el área es casi rural, por donde se podría acceder al río sin mucha dificultad.

Se revela una finca importante (mansión Bovino), en el borde izquierdo de la calzada, y hacia la derecha una serie de terrenos libres y alguna precaria construcción de propiedad privada, por lo que se deduce de los datos provenientes de Catastro de la Municipalidad de Concordia, los cuales podrían tener lugar para albergar la cabecera y las instalaciones anexas. Este trazado brinda buena accesibilidad, sin tener que adecuar mucho las características de la vía conectora.

La ubicación de esta avenida, considerando la trama completa, se encuentra relativamente lejos del centro tradicional de Concordia, sin embargo la ciudad continúa su crecimiento hacia el norte, con lo que este centro se viene desplazando. Además, se encuentra relativamente cerca del *hipermercado Carrefour*, que es un gran atractor para la ciudad. También se encuentra mas cerca aún, el *Parque Rivadavia*, gran espacio de recreación, donde concurren frecuentemente una gran mayoría de la población de la ciudad.



Figura III.2: Imagen satelital con la localización de las cabeceras del puente.

Topográficamente es una zona alta, donde no habría problemas de inundaciones. Tal como lo adelantara el informe elaborado por la Municipalidad de Concordia<sup>27</sup>, la Intendencia Municipal de Salto, la Comisión Técnica mixta de Salto Grande (CTMSG) donde se describen las bondades de siete alternativas de trazado, concluyendo sobre la conveniencia de las dos alternativas mencionadas al principio de ésta sección.

En la margen izquierda, la ciudad de Salto, esta zona se ve frecuentemente afectada por las inundaciones del río Uruguay, ya que se trata de una parte en su mayoría, baja. Por Av. Paraguay hay muchos registros de inundaciones que llegan hasta calle *Italia*, con lo que será necesario realizar la elevación de los terraplenes de unión de Av. Paraguay, con la costanera hasta la ubicación del *Club Salto Grande*, al menos 500m desde la playa de *las Cavas*.

En Salto, es una zona de densidad media con cierta actividad comercial, el impacto sobre dicha avenida será positivo incluso aún cuando el tránsito no sea vecinal debido a que la avenida tiene también salida hacia Av. *Blandengues* (ex Ruta 3).

La Avenida Paraguay posee mucha circulación de atravesamiento a la misma, debido a la circulación con efecto peine que se realiza desde el norte hacia el centro usándose cada una de las calles transversales. A la altura de calle *Italia*, la morfología urbana adquiere una importante consolidación, con manzanas completas de viviendas unifamiliares, afectadas a Barrio el Cerro, no detectándose grandes áreas que pudieran albergar ningún tipo de cabeceras, a menos que se proceda al rellenado de los grandes bajos en los laterales de Av. Paraguay y en intersección con la costanera.

<sup>27</sup>La memoria técnica de ese informe se encuentra disponible en el Anexo del capítulo ANTECEDENTES

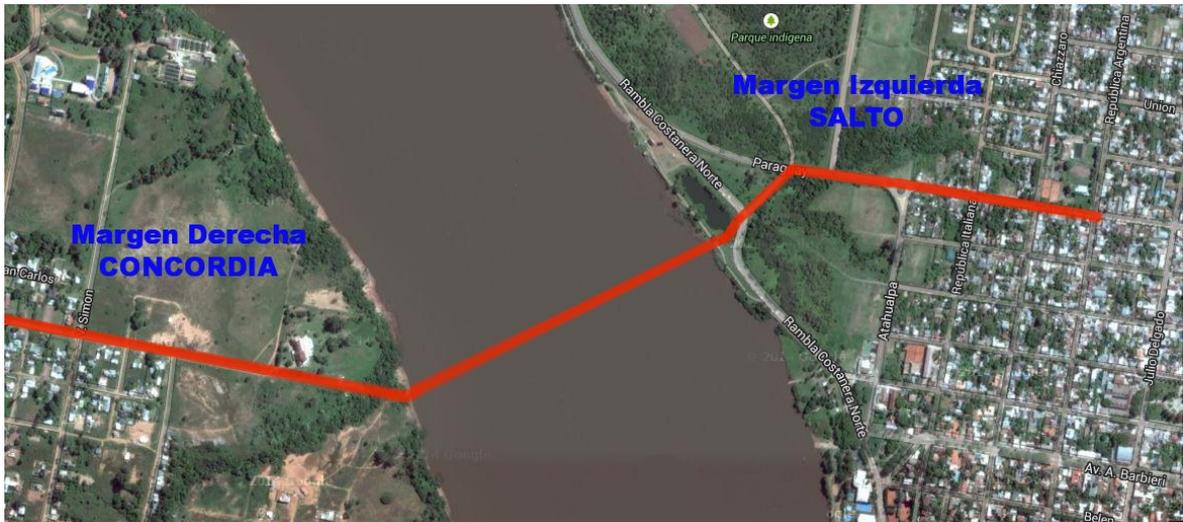


Figura III.3: Esquema de la traza que tendrá el proyecto.

## III.8. Canal de Navegación

### III.8.1. Alternativas de Navegación

#### Alternativas a considerar

Para el subtramo Colón- Paysandú (km 219.6) – Concordia-Salto (km 338) se consideró solo la posibilidad de una ruta barcacera, donde los diferentes buques podrán navegar sin restricciones de ancho pero sí de calado, acorde a los niveles de agua variables disponibles en las distintas épocas del año. En base al análisis de la flota disponible en la región se adoptó para el diseño a la barcaza tipo Mississippi, de 56 metros de eslora, 11 de manga y 10 pies de calado, con una capacidad de carga de aproximadamente 1500tn. Se consideró adecuado contemplar la combinación de 3 alternativas de convoyes: de 4 (2x2), 9 (3x3) y 16 (4x4) barcazas, y 3 variantes de confiabilidad: de 75 %, 85 %, y 95 % del tiempo a plena carga.

La mayoría de los antecedentes disponibles hacen referencia a una alternativa intermedia de dragar 9 pies al cero (sistema de referencia histórico), la cual resultaría aproximadamente equivalente a una condición intermedia entre las alternativas mencionadas (según criterios de diseño internacional).

Para esta etapa del estudio (Prefactibilidad) se adoptan anchos máximos libres de solera del canal de 36 m para un convoy de 3 ó 4 barcazas, y de 48 m para el de 6 ó 8 barcazas.

En cuanto a los niveles de diseño, o confiabilidad del sistema, se tuvieron en cuenta valores extremos de 50 % (navegación muy condicionada) y 90 % (diseño muy exigente), con valores intermedios (60 %, 70 %, y 80 %) que permitan considerar todas las alterativas posibles.

En base al análisis se decide tener en cuenta al diseñar el gálibo horizontal del puente, estas alternativas de navegación en el tramo contiguo a la zona del proyecto. Esto es, el diseño a proponer también cubrirá el rango de posibilidades que surgen de las alternativas descritas en los párrafos anteriores.

### III.8.2. Navegabilidad de río en el tramo

En base a estudios anteriores, se describe a continuación, una alternativa de mínimas obras que podría permitir la navegación del Salto Chico.

El paso del Salto Chico es fundamental pues el problema de este tramo muy corto (solo 3Km) afecta a toda la navegabilidad del río Uruguay. La de aguas arriba de la represa porque no tiene salida (navegación cerrada), y el tramo de aguas abajo porque resulta relativamente corto, y para algunos destinos y tipo de cargas el ahorro del flete fluvial no resultaría suficiente para compensar las demoras del transporte y los costos extras de carga y descarga en puertos, que implica este modo alternativo de transporte. Esto hace que el tramo Salto Chico-Represa sea fundamental y la solución técnica económicamente rentable del mismo se convierta en la “llave” de la hidrovía. Técnicamente sería posible resolverse sin limitaciones pero mediante obras muy costosas (alternativas de media y máxima como grandes derrocados, otros cierres con esclusas, dique compensador etc.). Estas opciones podrían resultar económicamente factibles en el futuro, cuando la navegación se desarrolle lo suficiente y demande soluciones definitivas.

Pero por el momento, y en el futuro mediato, la navegación podría iniciarse e incentivarse mediante un plan de obras económicamente muy acotadas (alternativa de mínima). Para ello es fundamental incluir el análisis de un manejo planificado del embalse y compatible con los otros propósitos de la Represa de Salto Grande.

Viendo las mediciones batimétricas del paso Salto Chico, se ha podido apreciar que con caudales importantes se podría navegar esta zona con barcas y buques fluviales de aproximadamente 7 pies de calado. También se puede advertir, no sólo que si el caudal disminuye se tendrían problemas de calado, sino además que si el caudal aumenta mucho (crecientes con valores superiores a 16-18.000 m<sup>3</sup>/s), las velocidades y direcciones de corriente en los pasos Caballada y Salto Chico posiblemente resultarían prohibitivas para la navegación con convoyes de barcas. En conclusión, no solo los estiajes impedirían navegar el Salto Chico, sino también las grandes crecientes.

Entonces, pareciera ser que la solución para navegar sin obras importantes (alternativa de mínima) este tramo determinante, está precisamente en la variable que condiciona su hidrodinámica y tirantes, es decir un caudal ni tan bajo ni tan alto. Esto se puede suplir a través de la represa de Salto Grande, cuya operación permite regularlo. Sin embargo a la fecha no se ha buscado la solución a la navegación por este camino. Los motivos pueden ser, que resulte conflictivo con el propósito de hidroelectricidad, y otro posibilidad es que el tráfico potencial inicial tan bajo no lo justificaría económicamente.

Respecto a esto último, se puede decir que el escaso tráfico inicial permitiría avanzar con dicha solución, pues la necesidad de realizar operaciones “especiales” del embalse para la finalidad navegación serían muy poco frecuentes.

Posiblemente en este tramo de río habría que cambiar la forma clásica de resolver el problema de falta de calado. En vez de adoptar un nivel de diseño (nivel de flotación con una cierta confiabilidad) y modificar la morfología del lecho (dragado o derrocado), se debería hacer a la inversa. Es decir, mantener fija la morfología (sin derrocado) y manejar los caudales, con esto se lograría mantener niveles altos generando calados suficientes, solo durante el pasaje del convoy, en situaciones de estiajes. Además, posiblemente también se podría controlar, solo durante el pasaje del convoy, que no aumenten tanto las velocidades durante las situaciones de grandes crecientes.

La manera de desarrollarlo podría ser la siguiente. Cada vez que se presenta y planifica un viaje de subida o bajada, la represa podría erogar el caudal de navegación más conveniente, por solo un período muy corto, es decir el tiempo que necesita ese convoy para pasar por Salto Chico. Luego, la represa continúa con su programa habitual de erogación de caudales. Esto es, si la situación se presenta en estiaje se debería aumentar el caudal usando escasa reserva del embalse, que se la podría recuperar rápidamente en, a lo sumo, un par de días. Si la situación es en grandes crecientes, se reduciría el caudal por un período muy corto, almacenando en el embalse un cierto volumen extra, que se podría erogar durante el resto del día.

La mayor parte del tiempo, es decir, no solo con caudales próximos al módulo, sino también en aguas bajas y crecientes no extraordinarias, la misma operación habitual actual de la central permitiría disponer, durante al menos un par de horas al día, de caudales adecuados para pasar con 7 pies de calado por Salto Chico.

Las consecuencias de esta operación especial para navegación, en términos de balance energético, posiblemente no cambiaría, pues el agua extra que se erogaría para permitir la navegación en estiajes también pasa por turbinas y genera energía, sin embargo, si se perdería el precio de oportunidad que brindan las horas pico de demanda, aunque se podría programar la navegación para que el pasaje del Salto Chico se efectúe durante esas horas pico de demanda.

Se debería analizar la afectación en variaciones diferentes de los niveles del embalse, sin embargo durante el resto del día los niveles se podrían normalizar. Estas operaciones especiales serían posiblemente muy pocas, sólo cuando un convoy requiera pasar por Salto Chico en estiaje, o gran creciente. El resto del tiempo, la misma operación habitual de la central permitirá disponer de condiciones adecuadas, al menos por el corto tiempo que demande navegar Salto Chico.

Esta cuestión habría que cuantificarla con estudios detallados pero en una primera impresión, aprovechando la manera actual y más habitual de operar la central de Salto Grande, en Salto Chico se presentarían limitaciones a la navegación (7 pies) con caudales medios diarios de estiaje con aproximadamente 25-30 % del tiempo no superados y caudales medios diarios de creciente con aprox. un 5-10 % del tiempo superados. Esto significa que actualmente durante aproximadamente el 60 % del tiempo

se podría navegar Salto Chico con convoyes de barcazas de 7 pies, sin modificar la manera de operar la central.

Además, una buena parte del resto del tiempo (40 %) se podría navegar requiriendo de una operación “especial” de Salto Grande con finalidad navegación, como más arriba se describe.

Como se puede apreciar, las operaciones “especiales” de erogación con finalidad navegación serían requeridas en muy pocas oportunidades al año, pues solo se necesitan en situaciones de crecientes o estiajes importantes, y cuando simultáneamente en ese mismo momento se presente un viaje. Cabe agregar que si el convoy está navegando hacia aguas arriba, en la mayoría de los casos lo haría vacío (sin carga, ya que la mayoría del tráfico de cargas es descendente), para ello se requiere un calado adecuado para el empujador, que podría ser de 5 o 6 pies lo cual permitiría solicitar menores exigencias y frecuencias en las operaciones “especiales” durante los estiajes.

Para continuar desarrollando esta idea habría que estudiar con mayores detalles el caudal de diseño más conveniente (uno de estiaje y otro de crecientes) los tiempos de erogación (pasaje del convoy), y las pendientes de incremento y descenso de caudales más adecuadas.

## Bibliografía

- [1] *Metodología para la Obtención del Tránsito Medio Diario Anual por Conteos Diarios*, Julián Rivera. Centro de Investigaciones Viales LEMaC, Área de Estudios del Transporte, UTN La Plata, Argentina lemac@frlp.utn.edu.ar
- [2] Tesis doctoral. Universidad de las Palmas de gran Canaria. *Análisis y predicción de la demanda de transporte de pasajeros*. Raquel Espino.
- [3] Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá. Primera edición 2009. ISBN 978-958-8513-25-6.
- [4] Demanda de Transporte Dirigida a Redes, Guía de estudio preparada por el Profesor Adjunto Ing. Luis M. Girardotti, Facultad de Ingeniería UBA.
- [5] *Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros*. Juan José Pompilio Sartori. Departamento de Economía y Finanzas Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Córdoba.
- [6] Artículo. *Diseño de un experimento de preferencias declaradas para la elección de modo de transporte urbano de pasajeros*. ISSN 0034-8066. Revista de Economía y Estadística, Cuarta Época, Vol. 44, No. 2 (2006), pp. 81-123.
- [7] Manual de usuario software econométrico LIMDEP.
- [8] Tesis Doctoral. Universidad de A Coruña. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. *Modelos de elección discreta en transportes con coeficientes aleatorios*. Autor: Alfonso Orro Arcay
- [9] Tesis Doctoral. Universidad de la Laguna. Servicio de Publicaciones. *La demanda de transporte de pasajeros en el trayecto Gran Canaria-Tenerife. Una aplicación de los modelos de elección discreta*. Autora: Rosa Marina González Marrero.
- [10] Econometric Analysis. Solutions and Applications Manual. Sixth Edition. William H. Greene. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- [11] <http://pages.stern.nyu.edu/~wgreene/DiscreteChoice.htm>
- [12] “Promulgaron la ley y ya rige el impuesto a los autos de alta gama”. Diario digital: El Cronista, <http://www.cronista.com/ultimasnoticias/Promulgaron-la-ley-y-ya-rige-el-impuesto-a-los-autos-de-alta-gama-20131231-0078.html>

- [13] [www.elentrerios.com/interes-general/una-moto-cada-seis-entrerrianos.htm](http://www.elentrerios.com/interes-general/una-moto-cada-seis-entrerrianos.htm)
- [14] “Denuncian que automotora matricula autos a distancia”. Diario: EL PAÍS, [http://www.el\\_pais.com.uy/información/auditaran-patentes-florida-intendentes-amenazan.html](http://www.el_pais.com.uy/información/auditaran-patentes-florida-intendentes-amenazan.html)
- [15] [www.autoanuario.com.uy](http://www.autoanuario.com.uy)
- [16] [www.autodata.com.uy](http://www.autodata.com.uy), Consultoría y Asesoramiento Profesional en Automotores.
- [17] Instituto Nacional de Estadística (INE). Uruguay en Cifras. Ed. 2012, Ed. 2013.
- [18] Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Dirección Nacional de Transporte. Anuario Estadístico de Transporte 2012.
- [19] Nicholson Walter, Teoría microeconómica. Principios básicos y aplicaciones. Cengage Learning - ISBN 13-978-970-686-548-9.

## IV. Factibilidad

### IV.1. Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto analizado, tiene sus límites en Av. Salto Uruguay a la altura de Av. Chajarí, en la ciudad de Concordia Entre Ríos en la margen derecha del Río Uruguay, y en la margen izquierda se conecta a la ciudad de Salto a través de la costanera norte que está vinculada con la Av. Paraguay.

A continuación, se designan como progresivas iniciales y finales respectivamente, a las siguientes coordenadas geográficas y/o rectangulares:

- Progresiva: 0.00 (Eje Av. Chajarí)
- Latitud Sur: 31° 22' 40.99"
- Longitud Oeste: 57° 59' 39.27"
- Coordenadas Gauss Kruger [Y,X]=[6405416,077 ; 6528919,25]
- Cota (I.G.M.): 45.15m (existente)
- Progresiva: 1806.88 (Intersección de la vía con el eje de Av. Paraguay)
- Latitud Sur: 31° 22' 31.27"
- Longitud Oeste: 57° 58' 35.86"
- Coordenadas Gauss Kruger [Y,X]=[6407089,135 ; 6529233,65]
- Cota (I.G.M.): 11.58m (existente)

## IV.2. Diseño geométrico

### IV.2.1. Estudios Topográficos

Para estudiar el trazado en planta y elevación del puente, se dispone de los planos en formato digital (.dxf) de ambas ciudades<sup>1</sup>, junto a la batimetría del tramo de río donde se ubica el proyecto. También se hizo el relevamiento para poder elaborar el perfil longitudinal y así proyectar la rasante.

En caso de posteriores estudios, se cuenta con el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, documentado en planos a escala 1:500, con sus respectivas curvas de nivel. El levantamiento comprende al menos 300m a cada lado del puente tanto en su dirección longitudinal como en dirección transversal, lo que resulta útil para realizar el estudio hidrológico e hidrodinámico del emplazamiento del puente en ese sector.

Con estos datos, luego de un análisis proponiendo diferentes alternativas, se definió la poligonal de base (ver figura IV.1), la misma se muestra en el plano N° 1 del ANEXO IV. Una vez definida la poligonal en planta, quedan definidas las tangentes (alineamientos horizontales) que se usarán para el cálculo de las curvas horizontales.

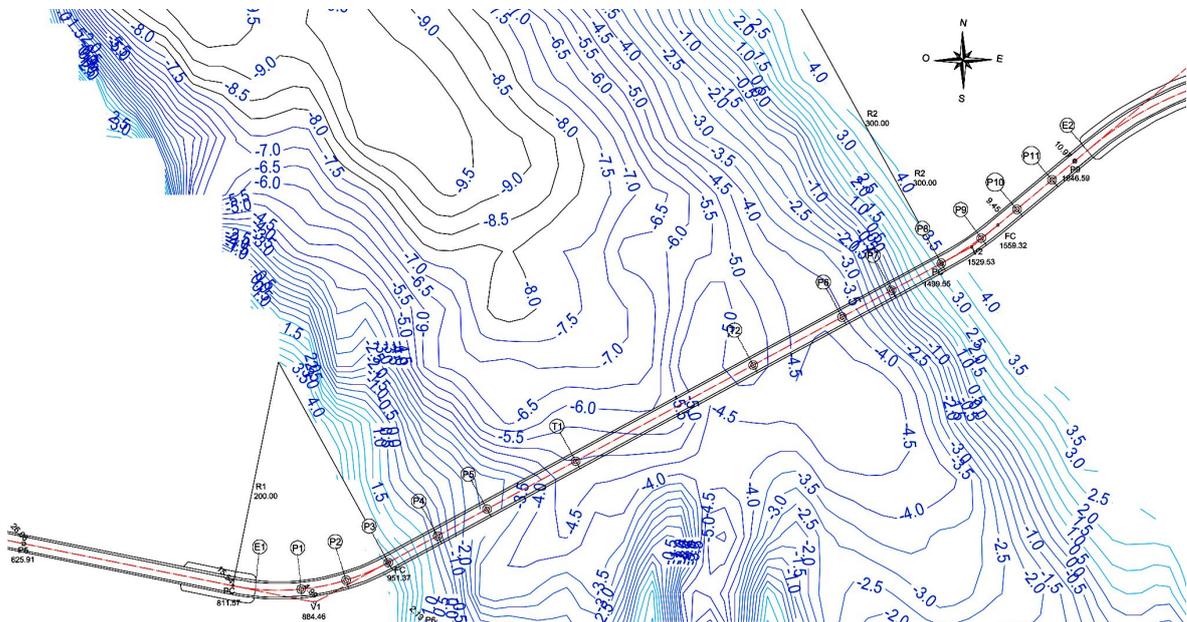


Figura IV.1: Planimetría del trazado propuesto.

<sup>1</sup>Los planos fueron brindados por los municipios de ambas ciudades.

## IV.2.2. Diseño de curvas horizontales

En base a los datos provenientes del relevamiento topográfico, se procede al diseño de las curvas horizontales. En lo que sigue se describen los elementos usado para el diseño de las curvas.

**Curvas circulares simples.** Así se denomina a un arco de círculo simple que em-palma dos tangentes.

**Peralte.** Cuando un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de la curva, al recorrer ésta aparece la fuerza centrífuga que origina dos peligros de estabilidad para el vehículo en movimiento: El peligro de deslizamiento transversal y el peligro del vuelco. El primero se presenta cuando el coeficiente de rozamiento transversal  $\mu t$  no es suficiente para que  $P$ .  $\mu t$  sea mayor que la fuerza centrífuga  $F_c$ , y el segundo se presenta cuando el momento de  $F_c$  es mayor que el momento del peso del vehículo.

Para evitar los peligros mencionados es necesario peraltar las curvas. Luego de calculado el peralte, habrá que alcanzarlo gradualmente, es decir, pasar paulatinamente de una sección recta con cierta inclinación transversal (bombeo) hasta otra sección en la curva cuya inclinación es el peralte. Para conseguir este cambio, se necesita una longitud ( $L$ ) de desarrollo del peralte.

Existen tres métodos para el desarrollo del peralte.

- a) Haciendo girar la calzada alrededor de su propio eje,
- b) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior,
- c) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

Los parámetros que determinan el diseño de la curva son (ver figura IV.2):

- $PI$  = Punto de intersección de las tangentes Principales
- $PC$  = Punto principio de curva circular
- $CC$  = Centro de la curva
- $FC$  = Punto fin de curva circular
- $R$  = Radio de la curva circular
- $T$  = Segmento de tangente principal entre  $PC$  y  $PI$
- $Ee$  = Externa de la curva total o distancia de la misma al vértice
- $\Delta$  = Ángulo entre las tangentes principales

En los accesos del puente, se diseñaron dos curvas circulares sin transición, una a cada lado del vano principal, las mismas se diseñaron en función de los datos de la poligonal base.

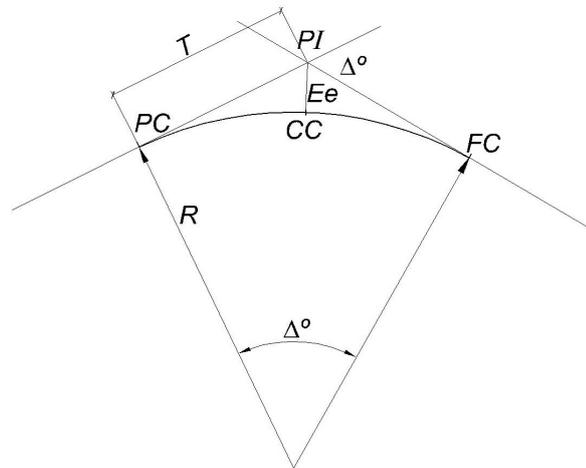


Figura IV.2: Parámetros de una curva vertical.

### Primera curva horizontal

El radio adoptado para esta curva es de  $R_1 = 200m$ . El ángulo entre tangentes es de  $\Delta_1 = 40,0491^\circ$ . Con este valor se puede ingresar en la tabla N° 1 del libro Sarrazín, o bien mediante geometría elemental, se determinan los coeficientes para longitudes unitarias.

$$tg = \tan\left(\frac{\Delta_1}{2}\right) = 0,36445 \Rightarrow \text{Tangente } (T) = 0,36445R = 72,89m$$

$$Ex = \sec\left(\frac{\Delta_1}{2}\right) - 1 = 0,06434 \Rightarrow \text{Externa } (Ee) = 0,06434R = 12,87m$$

$$d = \frac{\pi\Delta_1}{180} = 0,6990 \Rightarrow \text{Desarrollo } (D) = 0,6990R = 139,80m$$

Siendo  $T$ , la tangente a la curva,  $Ee$  la externa o distancia al vértice y  $D$  el desarrollo, o longitud de arco.

Con los valores hallados anteriormente se pueden calcular las progresivas, en efecto, sabiendo que el vértice  $V_1$  se encuentra en la progresiva  $ProgPI = 884,46m$  resultan las siguientes progresivas para el principio, centro y fin de curva:

$$ProgPC = ProgPI - T = 811,57m$$

$$ProgCC = ProgPC + \frac{D}{2} = 881,47m$$

$$ProgFC = ProgPC + D = 951,37m$$

### Segunda curva horizontal

El radio adoptado para esta curva es de  $R_2 = 300m$ . El ángulo entre tangentes es de  $\Delta_2 = 11,41362^\circ$ . Con este valor se puede ingresar en la tabla N° 1 del libro

Sarrazín, o bien mediante geometría elemental, se determinan los coeficientes para longitudes unitarias.

$$\text{tg} = \tan\left(\frac{\Delta_2}{2}\right) = 0,09993 \Rightarrow \text{Tangente } (T) = 0,09993R = 29,98m$$

$$\text{Ex} = \sec\left(\frac{\Delta_2}{2}\right) - 1 = 0,00498 \Rightarrow \text{Externa } (Ee) = 0,00498R = 1,49m$$

$$d = \frac{\pi\Delta_2}{180} = 0,1992 \Rightarrow \text{Desarrollo } (D) = 0,1992R = 59,76m$$

Siendo T, la tangente a la curva, Ee la externa o distancia al vértice y D el desarrollo, o longitud de arco.

Con los valores hallados anteriormente se pueden calcular las progresivas, en efecto, sabiendo que el vértice  $V_2$  se encuentra en la progresiva  $ProgPI = 1529,53m$  resultan las siguientes progresivas para el principio, centro y fin de curva:

$$ProgPC = ProgPI - T = 1499,55m$$

$$ProgCC = ProgPC + \frac{D}{2} = 1529,43m$$

$$ProgFC = ProgPC + D = 1559,32m$$

### IV.2.3. Perfil Longitudinal, diseño de la rasante

Una vez definido el trazado, diseño geométrico del eje longitudinal de la calzada en el plano horizontal, corresponde ajustar el mismo en el otro plano, el vertical. En esto consiste la definición de la rasante, la cual es el perfil del eje longitudinal de la calzada que representa los niveles, con respecto a un plano de comparación, a lo largo de la vía.

Para identificar los puntos que unidos mediante rectas definen la rasante a lo largo del camino, debemos, en base al relevamiento topográfico (particularmente el altimétrico), trazar el perfil longitudinal.

En el estudio de un trazado el *Perfil longitudinal* es la intersección del terreno natural con un plano vertical que pasa por el eje del camino (ver figura IV.3).

En los planos N° 1 y 2 del ANEXO IV se ve en planta el relevamiento planimétrico del camino, y el corte del perfil longitudinal proveniente del relevamiento altimétrico del camino existente en algunos tramos, en otros casos, es directamente el terreno natural, y fondo del cauce del río, se muestran dibujados en conjunto con el perfil del eje longitudinal del camino, es decir, con la definición de la rasante adoptada. Dichos planos usan una escala vertical 1:200, y escala horizontal 1:2000.

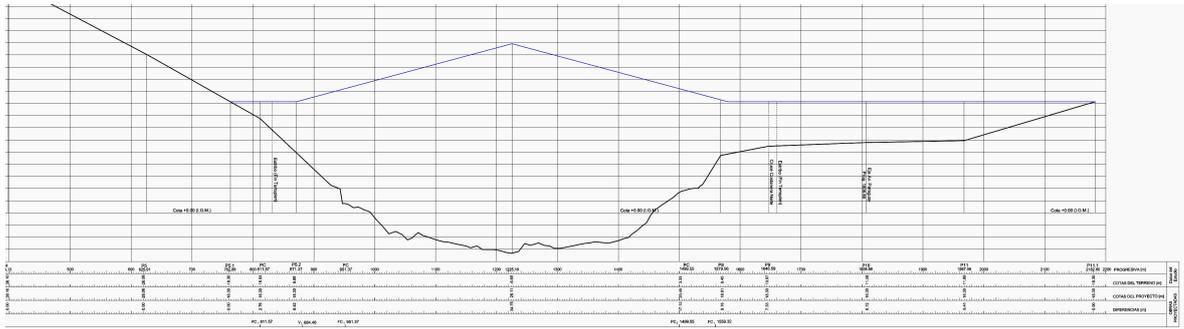


Figura IV.3: Altimetría del proyecto.

### IV.3. Cabeceras

Como se menciona en el capítulo 3 de Prefactibilidad, la cabecera en la ciudad de Salto, por Av. Paraguay, es una zona afectada por los desbordamientos periódicos del río. La topografía realizada muestra una cota de 11,58m (IGM) en la intersección del proyecto con el eje de Av. Paraguay (Prog. 1806,88m). Por tal motivo y de acuerdo a las recomendaciones de los informes que fueron elaborados por ambos municipios junto a la CTMSG, se propone un terraplén, que se comienza con el estribo del tipo cerrado, en la progresiva 1664,55m, luego de sortear el eje de Av. Costanera norte dejando un galibo vertical de aproximadamente 6,20m.

### IV.4. Tipología del Puente

Para comenzar con las primeras formas, se partió del plano con el perfil longitudinal, se imaginó una primera forma, debido a las luces a salvar se pensó en un puente atirantado, aportando a su vez una estética que resulte atractivo para ambas ciudades. Se revisaron diversas obras y proyectos.

Se partió de ese modelo estructural, proponiendo un puente atirantado (ver figura IV.4), que de acuerdo a las referencias que hay, sugieren que los resultados más óptimos desde la economía de la estructura (cantidad de tirantes y esfuerzos en los mismos) se obtienen adoptando la altura de la torre en función de la luz principal esto es:  $H_{pilon} = (0,20 \text{ a } 0,25)L_C$ . Para este caso, en que la luz del tramo, es de  $L_C = 176m$  resultaría  $H_{pilon} = 35m$  es decir que contaría con dos torres centrales de tipo "A" de 35m de altura sobre el nivel del tablero y aproximadamente 53m desde el coronamiento de la fundación.

El modelo matemático se realizó en Sap2000, sin embargo no se logró obtener los valores de deformación esperados, al mismo tiempo que la tipología estructural conlleva a costos muy elevados debido a que no es común en la región este tipo de puentes, de dimensiones tan altas, a su vez, la interferencia con el paisaje es otro factor negativo. Una característica importante en los puentes atirantados es el hecho de que los tirantes

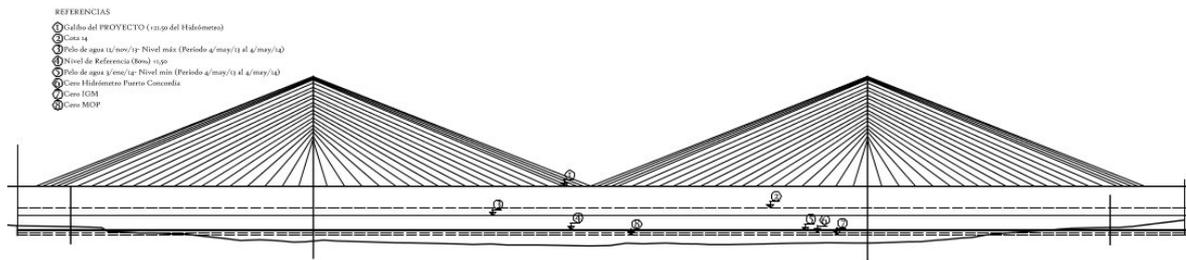


Figura IV.4: Primeros croquis de diseño

tienen una gran participación en la transmisión de las cargas, originando un aumento en la variación de tensión debido a la carga viva lo que implica a su vez la utilización de anclajes de alta resistencia a la fatiga, los cuales son costosos. En las figuras IV.6 y IV.7 se pueden ver la evolución de los modelos para el puente.

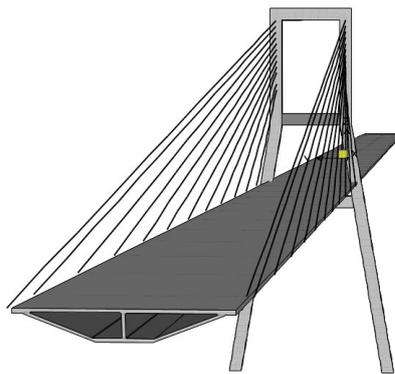


Figura IV.5: Primeros modelos de cálculo para el puente.

En base a los resultados obtenidos, y luego de profundizar el estudio de las referencias se optó por cambiar el diseño a una tipología de puente extradadoso. En la siguiente subsección se pueden ver algunas pautas que se tomaron en cuenta para el diseño.

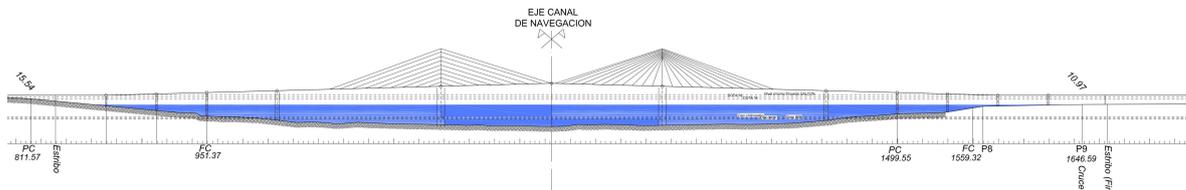


Figura IV.6: Evolución del diseño del puente.

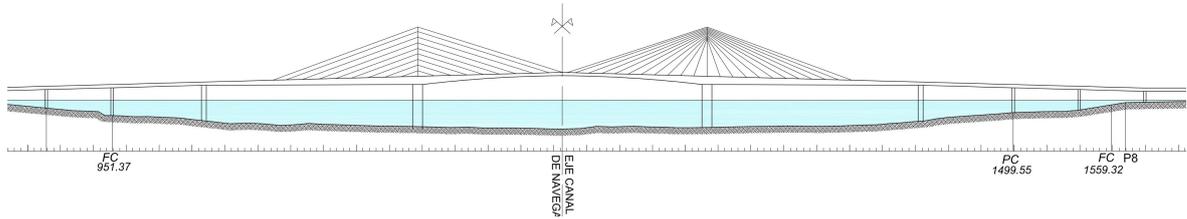


Figura IV.7: Evolución del diseño del puente.

## IV.5. Ubicación de las pilas

### IV.5.1. Modelos de calculo más evolucionados

De acuerdo a los estudios de navegabilidad del río en la zona donde se ubica el puente, se definió el gálibo horizontal y vertical para el puente.

Se fueron proponiendo diferentes longitudes para las luces de tramo, y se decidió proponer una luz del tramo principal, de 176m, la cual sería un desafío a los efectos de la modelación numérica, además de reducir el numero de pilares intermedios y la correspondiente excavación. Para los dos tramos laterales la luz propuesta era de 132m cada uno, luego continuarían en ambos laterales un tramo de 55 a 56m, finalizando con tres tramos cortos de 40m por igual en los dos laterales, finalizando en los estribos en las cabeceras. En las figuras IV.8 a IV.10 se pueden ver los modelos de calculo con elementos finitos.

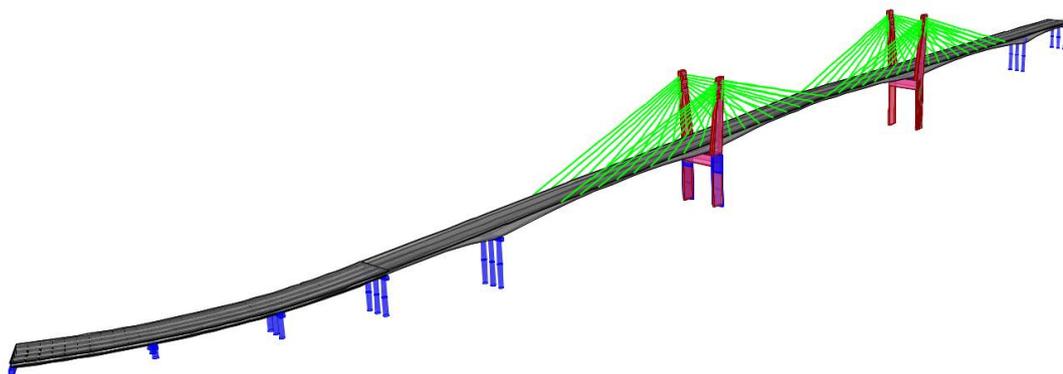


Figura IV.8: Modelo de calculo 3D para el puente.

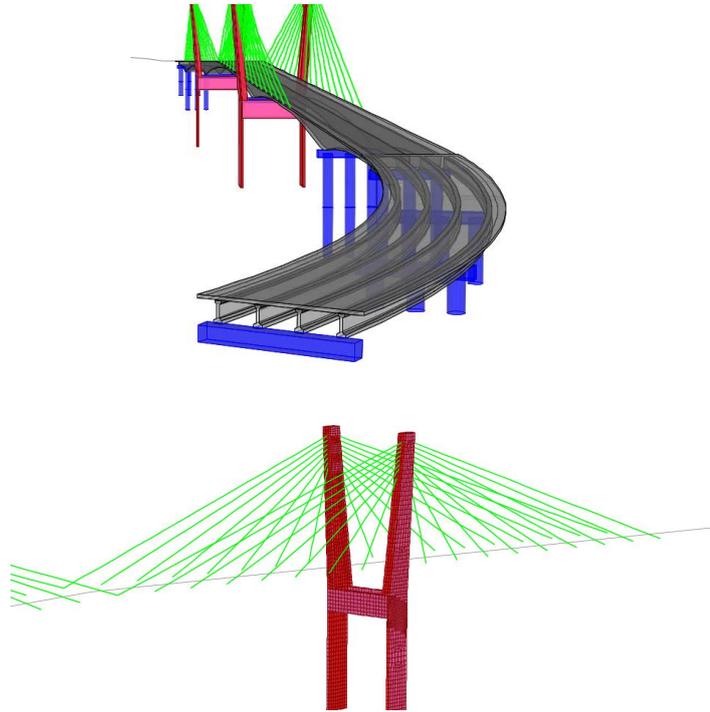


Figura IV.9: Modelo de calculo 3D para el puente.

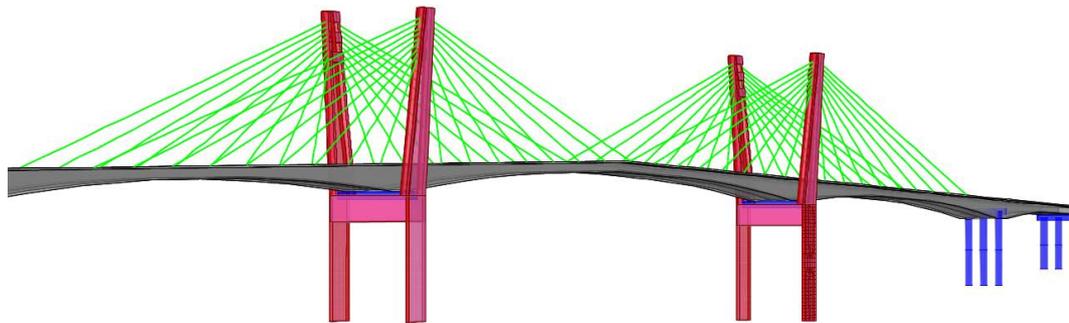


Figura IV.10: Modelo de calculo 3D para el puente.

#### IV.5.2. Antecedentes y referencias para el diseño

Los puentes extradados, son considerados una tipología intermedia entre los puentes atirantados y los de viga pretensada. Han tenido muy buenos resultados en Japón, es por esto, que en la última década se convirtieron en una tipología suficientemente atractiva como para ser considerada como solución muchas veces.

Como es sabido, la introducción del pretensado en el diseño de los puentes ha sido un gran aporte en el último siglo. Inicialmente esta técnica se realizaba a través del pretensado interno y externo. Donde el puente atirantado corresponde al límite de un

pretensado externo. En 1988, J. Mathivat propone el concepto de cables extradados, que también son tendones de pretensado externo, pero son desviados esta vez mediante torres de menor altura.<sup>2</sup>

Años más tarde, por el 1998, se construye el primer puente pretensado extradadoso en Japón. Su uso se hace mas corriente en los países asiáticos a pesar de la alta actividad sísmica que ellos presentan. Actualmente hay dos corrientes que atribuyen el origen de esta tipología a distintos ingenieros.

La primera considera que la creación del concepto se debe al Christian Menn<sup>3</sup>, cuando en 1980 propone el diseño para el Puente Ganter en Suiza (Figura IV.11) con una sobre estructura conformada por una viga cajón atirantada por cables embebidos embebidos en muros de concreto y pilares suficientemente rígidos para resistir los



Figura IV.11: Puente Ganter-1980

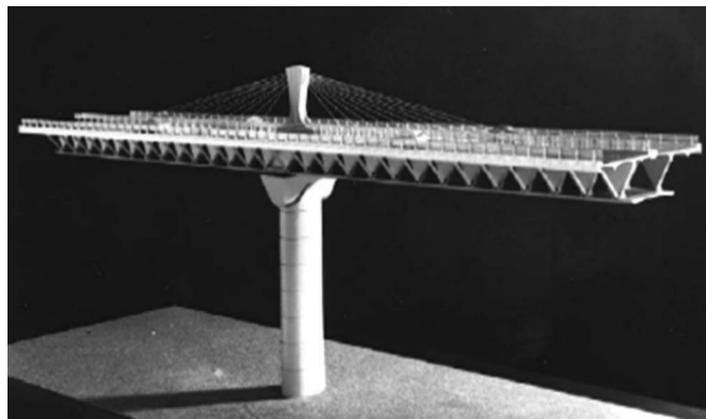


Figura IV.12: Viaducto Arrêt Darré - 1999

fuertes vientos de la zona. La configuración adoptada llevaba una innovación técnica

<sup>2</sup>Mathivat, 1988

<sup>3</sup>Christian Menn es considerado el actual líder suizo en la ingeniería de puentes

para la fecha, pero a pesar de ello, la estructura ha sido admirada por toda la comunidad ingenieril debido a su apariencia y encaje en el paisaje.

En la segunda corriente, otros autores<sup>4</sup> atribuyen el concepto y la denominación de esta tipología a Mathivat, quien ofrece como solución en el concurso del viaducto Arrêt Darré en Francia, un puente en donde se sustituían los tendones internos en el ala superior de la viga, por cables externos dispuestos en una torre de poca altura sobre las secciones de apoyo en pila y por la parte superior del tablero (Figura IV.12).

La solución presentada por Mathivat, que fue rechazada, suponía un ahorro de 30 % en materiales respecto de una solución de viga cajón y además permitía el uso efectivo de los cables, al ser tesados al mismo nivel que los tendones de preesforzado convencional<sup>5</sup>.

De acuerdo a Virlogeux (1999) el concepto propuesto por Mathivat, estaba basado en la “distorsión de las especificaciones de los códigos” en pro de un uso más eficiente de los tendones, puesto que las restricciones para la variación de los esfuerzos producidos por la carga de tráfico son mucho más rigurosas para los cables de los puentes atirantados que para los tendones de preesforzado. Sin embargo, la controversia relativa al origen de los puentes extradadosados ha sido resuelta, pues de acuerdo a Mermigas (2008), poco influyó que Menn conociera las ideas de Mathivat para los puentes extradadosados, ya que cada ingeniero reflejó en sus propuestas, las tendencias y visiones de sus respectivos países de orígenes.

El Puente de Ganter, fue ejemplo para el diseño de otros puentes similares, entre los que se destacan el Barton Creek (Estados Unidos, 1987) y el de Papagayo (México, 1991 (Fernandez, 1999)) considerados una tipología de puente con aleta trasera (Fin Back Bridge), y el de Socorridos (Portugal, 1993). Algunas desventajas como el impedimento de reemplazar los tirantes, y los costos adicionales de erección de los muros de concreto, no han permitido que estas tipologías sean ampliamente utilizadas. Por otra parte, la propuesta de Mathivat inspiró a los japoneses, quienes en 1994 construyen el Puente Odawara Blueway (Figura IV.13), considerado por algunos como (Chio, 2000; Kasuga, 2002; Ishii, 2006; Dos Santos, 2006) el primer puente extradadosado en el mundo.

Para finalizar el recorrido de proyectos con esta tipología, cabe mencionar el Puente viario de Sunniberg (Figuras IV.14 a IV.17), cerca de Klosters, Grisones, construido en 1996 a 1998, e inaugurado en 2005, diseñado por C. Menn, es un puente extradadosado, con una longitud total de 526m y una altura de 50 a 60 metros desde el fondo del valle. Este proyecto ha sido premiado en 2001 con el *Outstanding Structure Award* de la IABSE<sup>6</sup>. La luz libre en los vanos es de 140m, es una estructura que a pesar de sus dimensiones de vanos y altura de las pilas, da una sensación de ligereza extrema, dominando la esbeltez en los mástiles. Esta obra influyó en el diseño del puente para este proyecto, en [3] se pueden apreciar más imágenes, y detalles constructivos de esta obra. En [5] se realiza un análisis para el puente diseñado por Menn, sobre la

<sup>4</sup>Ogawa, Chio 2000, Hino 2005, Kasuga 2006, Ishii 2006

<sup>5</sup>Mermigas, 2008

<sup>6</sup>Asociación Internacional de Puentes e Ingeniería Estructural



Figura IV.13: Puente Odawara Blueway-1994



Figura IV.14: Puente Sunniberg - 2005

calidad estética y funcional de los elementos estructurales del proyecto, estudiando los esfuerzos y examinando el proceso constructivo.

### IV.5.3. Comparación con otras morfologías

Los puentes de hormigón con pretensado extradadoso han surgido como una nueva tipología de puentes para luces medias. Mediante la utilización del hormigón y la tecnología del pretensado, se busca, en unión con los tendones de acero como tirantes, plantear una solución marcadamente favorable hacia estas estructuras. En los puentes extradadosos, los tendones de pretensado se disponen exteriormente al canto de la sección y por la parte superior del tablero, siendo anclados en torres de poca altura, o desviados en estas por medio de sillas de anclaje ubicadas en la cima de los pilonos (Chio y Aparicio, 2002).

A partir de su configuración morfológica, los puentes extradadosos son reconocidos como puentes intermedios entre los puentes atirantados y los de pretensado de viga cajón, ver Figura IV.18. Esta aseveración se afirma también desde el punto de vista

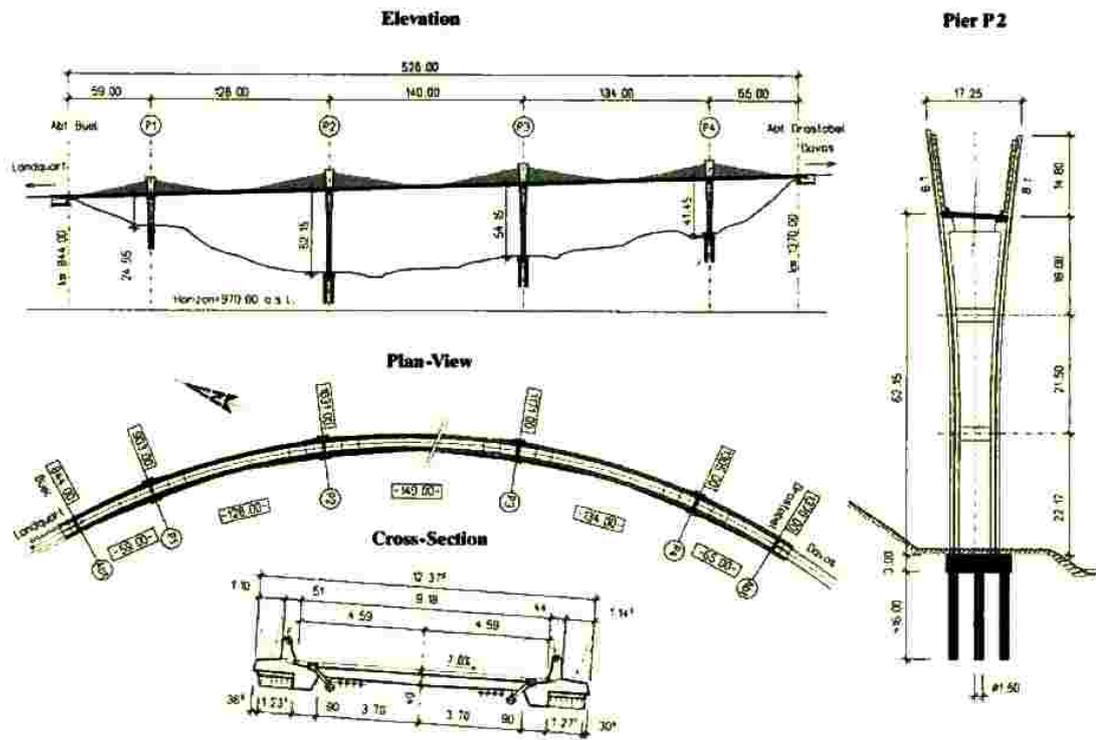


Figura IV.15: Puente Sunniberg, Planta - Vista - Sección transversal - Torre

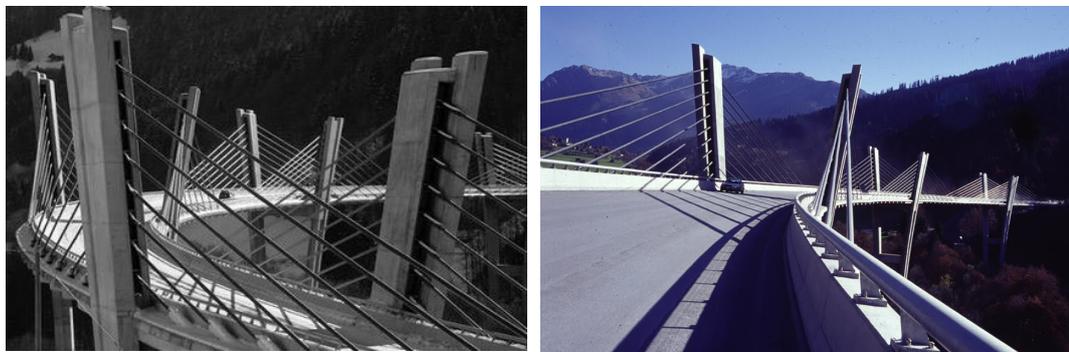


Figura IV.16: Vista de los obenques, puente Sunniberg

de la cantidad de materiales requeridos, tal como se observa en la Figura IV.19, donde Mermigas (2008) comparó el espesor promedio de concreto (volumen de concreto de la viga/área del tablero), y por otra parte Kasuga (2002) comparó la cuantía de tendones requeridos, para puentes atirantados, extradosados y puentes de viga cajón pretensados construidos por voladizos sucesivos, encontrando en ambos gráficos que el consumo de los materiales principales de los puentes extradosados, recae en una zona intermedia entre las otras dos tipologías.

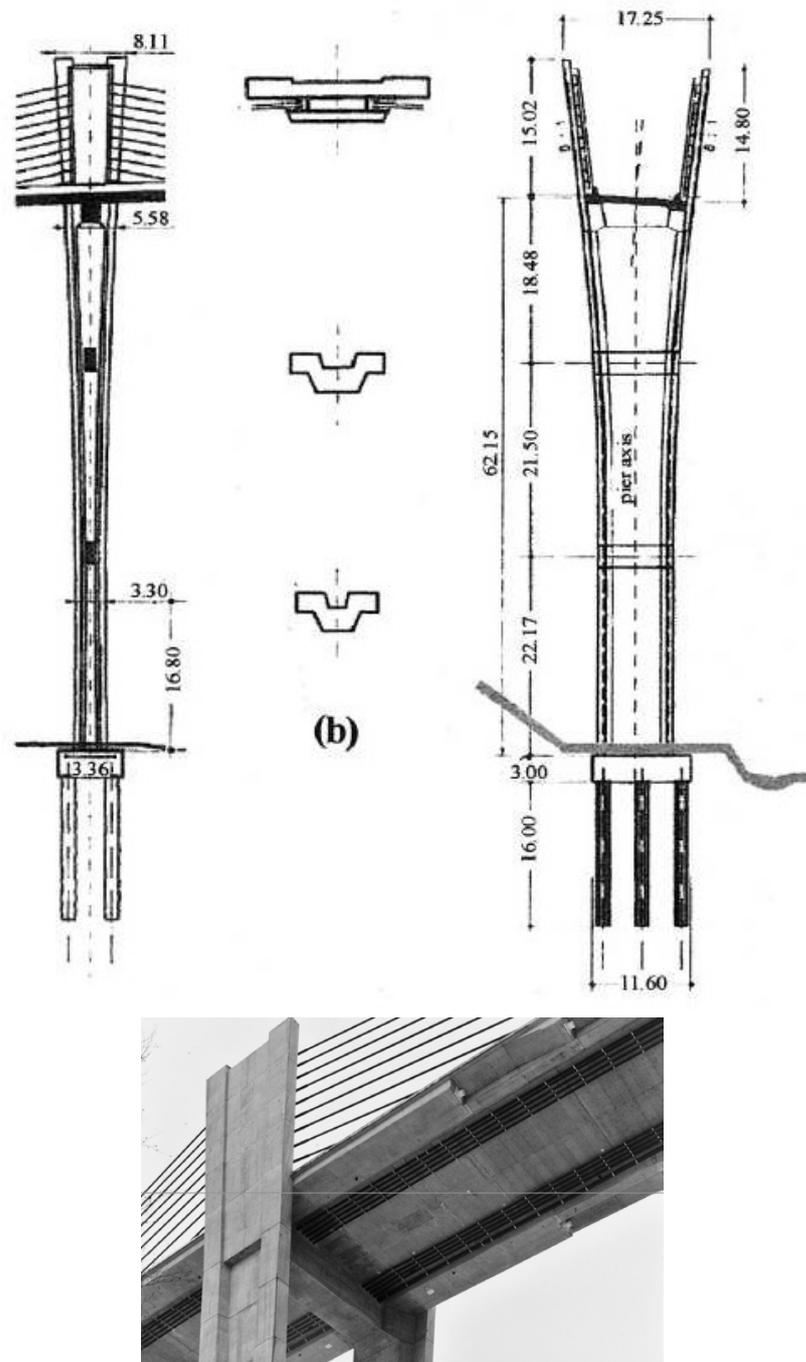


Figura IV.17: Puente Sunniberg, vista del tablero y esquema de la torre.

#### IV.5.4. Comportamiento estructural

Debido a que los puentes extradados concurren en una zona intermedia entre los puentes pretensados y los atirantados, su comportamiento estructural puede asimilarse a una de estas tipologías, dependiendo de los criterios de diseño que hayan sido adoptados en la fase de proyecto. En general, un puente extradado de tablero rígido

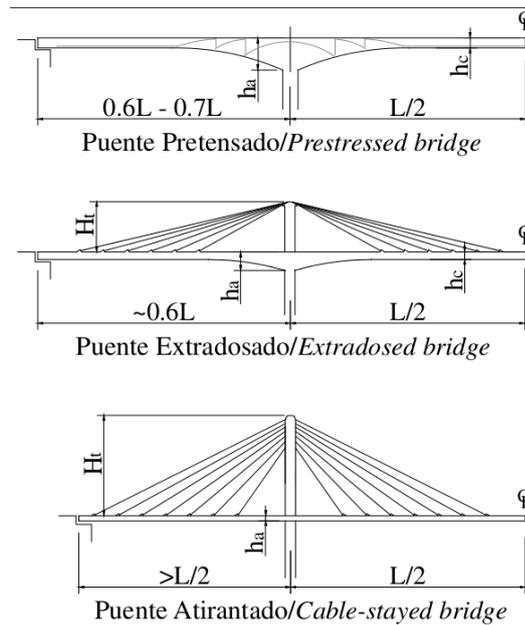


Figura IV.18: Comparación entre puentes pretensados, extradosados y atirantados.

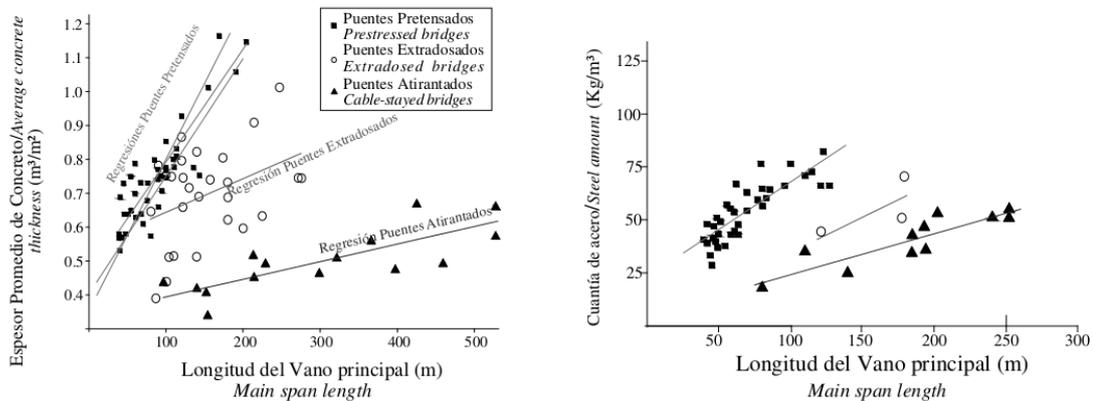


Figura IV.19: Comparación del consumo de materiales para puentes pretensados construidos por voladizos sucesivos, extradosados y atirantados: (Izquierda) Espesor promedio de hormigón (Modificado de Mermigas, 2008) . (Derecha) Cuanía volumétrica de acero (Modificado de Kasuga, 2002)

tendrá un comportamiento similar al de un puente pretensado, logrando así evitar las altas oscilaciones de tensión en los tirantes y por consiguiente los problemas de fatiga asociados a los anclajes y tendones que se tendrían en un puente extradosado de tablero esbelto, cuyo comportamiento es más similar al de un puente atirantado. Su construcción requiere del conocimiento de las tecnologías actualmente aplicadas a la construcción de puentes de hormigón pretensado de tramo recto y a los puentes atirantados, que es realizada generalmente por medio del método de voladizos sucesivos pero con la ayuda de tirantes, que no son provisionales, sino definitivos.

En los puentes con pretensado extradosado, el pretensado es mixto, una parte es

interno (dentro del canto) y el otro es extradadosado. Cada uno de ellos tendrá características propias que las hacen diferenciable en su disposición como en su comportamiento dentro del puente.

Para los puentes extradadosados cuyo comportamiento es más similar al de un puente de vigas pretensadas, las cargas permanentes son transportadas hasta la cimentación mediante la acción combinada de un mecanismo de cortante – flexión ejercido por el tablero y por la tracción ejercida por los tirantes. En el otro caso, la carga se transmite por medio de un par de fuerza axial entre los tirantes y el tablero, similar a los puentes atirantados.

### **Influencia del canto del tablero y altura de la torre**

Para un tablero de ancho constante, a medida que este se hace más esbelto, la deformada del tablero será más sensible a la carga viva, y tanto las oscilaciones de tensión en los tirantes debido a la carga viva ( $L$ ) como los esfuerzos longitudinales en las fibras superior e inferior en el tablero aumentan. Si la altura de la torre disminuye, el trabajo realizado por el tablero aumenta, lo que genera un incremento en sus esfuerzos debido a la sobrecarga. En cuanto a la oscilación de tensión en los tirantes, estas aumentan con el incremento en la altura de la torre, siendo mayor su impacto que el producido por la modificación en el canto del tablero.

La interacción entre el tablero y la torre para puentes sostenidos con tirantes se puede explicar extrapolando como: en puentes de tirantes como el puente extradadosado, la eficacia del sistema de atirantamiento depende de la rigidez relativa del tablero con respecto a la del sistema de atirantamiento. A medida que la relación entre rigideces disminuye, debido a una disminución en el canto del tablero o un aumento en la altura de la torre, la eficacia del sistema de atirantamiento aumenta, y por lo tanto la participación de los tirantes en la movilización de las cargas también, haciéndolos más sensibles ante las sobrecargas.

### **Influencia de la unión tablero-pilar**

Cuando el tablero se encuentra apoyado sobre los pilares, la acción de la sobrecarga en el vano principal produce deflexiones, hacia abajo en este vano y hacia arriba en los vanos laterales. Sin embargo, si el tablero se fija al pilar, el puente cambia a un esquema tipo pórtico donde la rigidez aportada por el pilar restringe una parte de las rotaciones de los elementos, que se refleja en una disminución de las deflexiones y momentos en los vanos laterales y central, presentando, a su vez, reducción de la variación de tensión en los tirantes.

### Influencia de las cartelas en el tablero

A diferencia de los puentes atirantados, en los extradados los tirantes situados más próximos a las torres son ineficaces frente a la compensación de las cargas permanentes. Por lo tanto, debido a que generalmente la construcción de estos puentes se hace por el método de voladizos sucesivos, en el arranque es conveniente el uso de un tablero con canto variable. Según [6] para un puente extradado con luz principal ( $L$ ) y acartelamiento tipo parabólico, al aumentar la relación entre la altura del tablero en la sección de apoyo en pila ( $h_a$ ) y la altura del tablero en el vano central ( $h_c$ ), el primer tirante puede ubicarse más lejos de la torre ( $L_b$ ), y las variaciones de tensión en estos disminuyen. La modificación de la longitud de la cartela ( $L_a$ ) no es tan influyente en la variación de la tensión en los tirantes. En cuanto al tablero, un aumento de las relaciones  $\frac{h_a}{h_c}$  y  $\frac{L_a}{L}$ , genera menores flechas, y aunque ocurre un leve aumento en los esfuerzos sobre la sección de apoyo en pila, a nivel tensional, se produce una disminución de éstas en el tablero.

### Influencia de la longitud del vano lateral

Siguiendo a [7], se puede observar que la similitud de la conducta estructural de los puentes extradados con los de viga cajón pretensados, la longitud de los vanos laterales debe elegirse de manera proporcional a éstos, generalmente entre 0.6 y 0.8 de la longitud del vano principal. Sin embargo, [6] aclama que para un puente extradado con canto constante del tablero, el uso de relaciones  $\frac{L_1}{L}$  mayores a 0.60, produce fuertes incrementos en las deflexiones, esfuerzos y tensiones en el tablero, en comparación a un puente con vanos laterales más cortos. De acuerdo a esto, la variación de la longitud del vano lateral ( $L_1$ ) tiene efectos significativos en los momentos flectores del tablero en el vano lateral, los cuales disminuyen a medida que decrece la relación  $\frac{L_1}{L}$ . En el vano central y en los tirantes, la disminución de la longitud del vano lateral produce menores deflexiones y momentos flectores, y mayores oscilaciones de tensión respectivamente, aunque en ambos casos los cambios no son significativos.

Pocas investigaciones han sido desarrolladas para definir criterios de proyecto para puentes extradados, sobre todo de los puentes extradados cuyo comportamiento estructural es más similar al de los atirantados, de aquí la necesidad de profundizar en el tema.

## IV.6. Diseño del Puente

En los puentes construidos por etapas, debido a las propiedades inherentes de los materiales empleados, las condiciones propias del lugar, la edad a la cual los elementos son cargados, la secuencia de construcción, entre otros factores, el análisis de la estructura en su configuración final, sin tener en cuenta el proceso constructivo, podría dar resultados alejados de la realidad, ya que durante las etapas de construcción, las

propiedades geométricas y mecánicas pueden variar fuertemente, y los efectos generados evolucionan significativamente después de que el puente esté construido. Para el caso de los puentes de hormigón pretensado, las deformaciones por fluencia, contracción, fisuración y envejecimiento del hormigón, junto a la relajación del acero activo, pueden modificar considerablemente la respuesta estructural.

Aprovechando las similitudes morfológicas con los puentes de viga cajón y los atirantados, en los puentes extradados también se ha empleado masivamente el método constructivo de los voladizos sucesivos. Para esta tipología, algunos autores presentan la importancia de incluir los efectos diferidos en el tiempo en el análisis durante construcción. Chio [6] estudió el efecto de la fluencia del concreto (creep), omitiendo el efecto de la contracción (shrinkage), en la respuesta estructural de un puente extradado de características similares al puente Odawara Blueway. Dicho autor expone una pérdida de tensión máxima del 15 % respecto de la tensión en los cables al final del proceso constructivo y concluye que en el tablero, el efecto de fluencia produce un pequeño incremento del momento flector sobre el apoyo en pila y un aumento significativo en el momento flector en los vanos laterales y en el centro del vano principal. El autor no presenta los resultados para los pilares.

## IV.7. Descripción del puente principal

A continuación se detalla la metodología implementada para elaborar el diseño preliminar del puente interurbano Concordia-Salto, se adoptó una configuración de tablero rígido acompañado de una vinculación rígida entre la torre, el tablero y los pilares. Para este tipo de puentes, diferentes autores han propuesto criterios de diseño para el predimensionamiento.

Como los puentes extradados se encuentran en un punto intermedio entre las dos tipologías de puentes mencionadas antes, los tirantes se anclan a torres de menor altura que son en general del orden de la mitad de lo requerido en los atirantados, lo que conlleva a una menor participación de los cables en la transmisión de las cargas, y esto implica una menor variación en la tensión de los mismos y menor riesgo de fatiga. El beneficio redundante es que los tirantes pueden ser llevados a niveles de tensión más elevados y que al mismo tiempo se requieran anclajes sencillos que no son tan costosos como en la otra tipología.

Los diferentes autores recomiendan que la distancia del primer tirante a la torre es del 18 % a 20 % de la luz principal. Respecto a la luz del tramo lateral Chio[6] recomienda para puentes extradados con tablero rígido, que la longitud del vano lateral no supere el 60 % de la luz principal, por otra parte para vanos centrales con longitud mayor a 140m como en el presente caso, no es posible que la longitud de los vanos laterales supere el 50 % de  $L_C$  debido a que los momentos presentes en este tipo de configuración exceden la capacidad del tablero.

En base a las recomendaciones, se decidió cambiar la longitud de los tramos lat-

erales de 132m a vanos de 88m en cada lateral, en total se tiene que el puente principal es de 352m de longitud y cuenta con 3 tramos. Aquí la luz central es de 176m, y 88m los tramos laterales materializado por dovelas tipo de 7m de longitud, y dovelas especiales como la dovela de cierre (de 2m de longitud). En el plano N° 3 del ANEXO IV se puede ver en escala 1:1000 un corte longitudinal del perfil de suelo, elaborado en base a la batimetría del tramo, y el relevamiento topográfico, en el mismo se incluye el diseño final del puente, y las luces de cada tramo.

El tablero consiste en una sección cajón bi-celular, con canto constante de 3,70m (esbeltez  $\frac{L}{47}$ ) y 15m de ancho, ver figura IV.20.

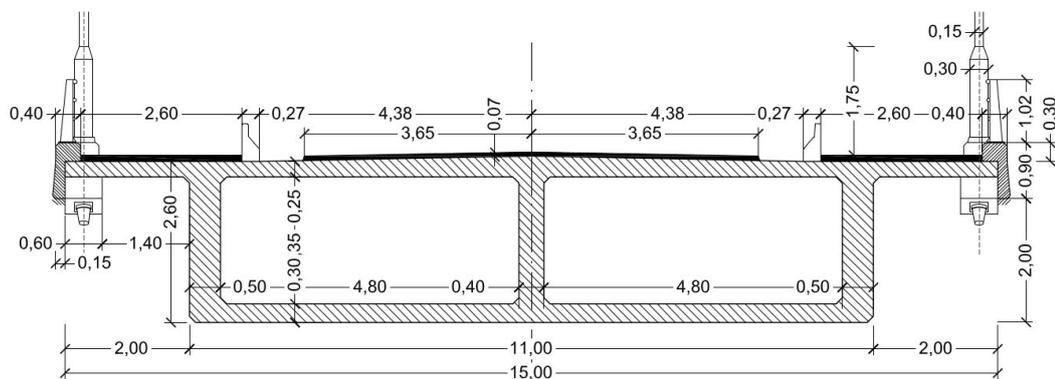


Figura IV.20: Sección transversal del puente principal.

En un prediseño, las torres se proponen de sección hueca rectangular variable, arrancando en la base (a la altura del tablero) una sección de 3,30m x 1,50m y 0,70m de espesor y haciéndose maciza en la parte mas alta donde se ubican las sillas de anclaje (ver figura IV.21)

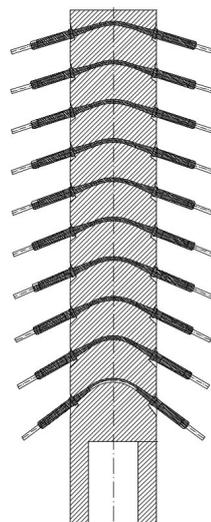


Figura IV.21: Corte transversal de las torres principales.

Se ha supuesto el puente principal simplemente apoyado en sus extremos, per-

mitiendo movimientos traslacionales en la dirección longitudinal. Los pilares se han supuesto empotrados en la cimentación y conectados rígidamente al tablero.

Los cables se disponen en dos planos laterales, cada semi-tramo de 88m, compuesto por 10 pares de tendones que pasan por una silla de anclaje (ver figura IV.22) ubicada en la torre a diferentes alturas, de manera que el desplazamiento quede impedido luego del tesado de cada obenque. El primer cable extradadosado se ancla sobre el tablero a una distancia de 16m respecto del eje de la torre y los cables restantes se ubican cada 7m, haciendo coincidir los extremos de las dovelas con los nodos de anclaje de los cables. Estos elementos están formados por tendones solicitados a una tensión promedio de  $0,42f_{pu}$ , compensando el 80% de la carga permanente, valor recomendado por diferentes autores.

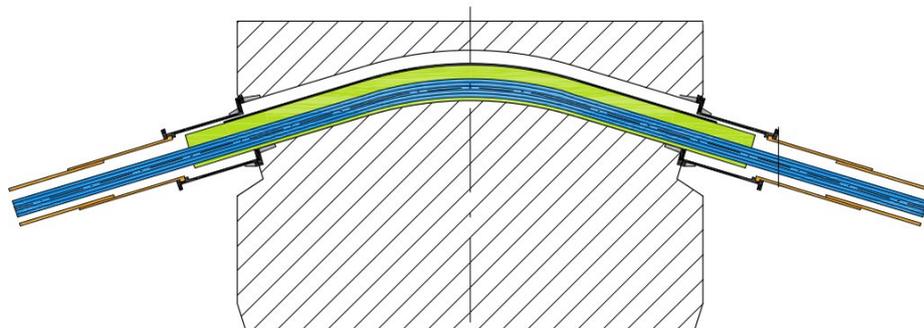


Figura IV.22: Detalle de la silla multitubo.

## IV.8. Modelo estructural

### IV.8.1. Materiales

Además de los materiales convencionales usados en la mayoría de los puentes de la zona. Cabe mencionar aquí los materiales que no son de uso común, es el caso de los cables de acero.

Los cables son elementos flexibles que debido a sus dimensiones transversales pequeñas en relación con su longitud, adquieren resistencia sólo al someterlos a tensión (tracción) dirigida a lo largo del cable. La carga de tracción se divide por igual entre los hilos del cable, permitiendo que cada hilo quede sometido a la misma tensión admisible.

La designación a usar para los componentes del cable de acero se describe a continuación: los cables están constituidos por alambres de acero, generalmente trenzados en hélice (espiral) formando las unidades que se denominan torones los cuales posteriormente son cableados alrededor de un centro que puede ser de acero o de fibra. El número de torones en el cable puede variar según las propiedades que se desean obtener.

## Alambres

El alambre es obtenido por estiramiento al reducir el diámetro del alambroón, haciéndolo pasar por dados o matrices mediante la aplicación de una fuerza axial. Las propiedades del alambre dependen básicamente de su composición química, microestructura, nivel de inclusiones, tamaño de grano, segregaciones y condiciones del proceso.

## Torones

Están formados por alambres que pueden ser todos del mismo o de diferentes diámetros, trenzados helicoidalmente sobre un alma central, y dispuestos en una o más capas.

A cada número y disposición de los alambres en cada capa se les llama *construcción* y que modernamente son fabricados generalmente en una sola operación con todos los alambres torcidos en el mismo sentido, conjuntamente en una forma paralela. En esta manera se evitan cruces y roces de los alambres en las capas interiores, que debilitan el cable y reducen su vida útil y puede fallar sin previo aviso.

Generalmente los torones están constituidos por un alambre central y seis alambres exteriores enrollados helicoidalmente sobre dicho núcleo, estos torones se producen sin recubrimiento, con recubrimiento de Zinc y/o polietileno de alta densidad, según las necesidades y aplicaciones definidas que se tenga.

## Tipos de torones

Los cables se clasifican según su diámetro, número de torones, número de alambres, tipo de alma o núcleo y construcción.

- a) Torón común de capa simple. El ejemplo más común de construcción de capa simple es el torón de siete alambres. Tiene un alambre central y seis alambres del mismo diámetro que lo rodean. La composición más común es  $1+6= 7$ .
- b) Torón Seale. Construcción que en la última capa tiene los alambres de mayor diámetro que la capa interior, dándole al Torón mayor resistencia a la abrasión. La composición más común es  $1+9+9= 19$ .
- c) Torón Filler. Se distingue por tener entre dos capas de alambres, otros hilos más finos que rellenan los espacios existentes entre las mismas. Este tipo de torón se utiliza cuando se requieren cables de mayor sección metálica y con buena resistencia al aplastamiento. La composición más común es  $1+6/6+12= 25$ .
- d) Torón Warrington. Se caracteriza por tener una capa exterior formada por alambres de dos diámetros diferentes, alternando su posición dentro de la corona. El tipo de torón más usado es  $1+6+6/6= 19$ .

- e) Torón Warrington Seale. Es una combinación de las mencionadas anteriormente y conjuga las mejores características de ambas: la conjunción de alambres finos interiores aporta flexibilidad, mientras que la última capa de alambres relativamente gruesos, aportan resistencia a la abrasión. La construcción más usual es  $1+7+7/7+14 = 36$ .

En la figura IV.23 se muestran los principales tipos de cables utilizados en puentes atirantados y en puentes extradados:

Table 5.1 Principal types of cable

Type of cable	Coupled bars 7 $\varnothing$ 36 Steel 835/1030	Uncoupled bars 26 $\varnothing$ 16	Parallel wires 128 $\varnothing$ 7	Strands 27 $\varnothing$ 15 15 mm	Locked-coil cables
Tendons	Bars $\varnothing$ 26, 5, 32, 36 mm	Bars $\varnothing$ 16 mm	Wires $\varnothing$ 6, 7 mm	Strands $\varnothing$ 0.5, 0.6, 0.7 in of 7 twisted wires	Wires with different profiles $\varnothing$ 2.9-7 mm
0.2% proof stress, $\sigma_{0.2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	835 1080	1350	1470	1570 ~ 1670	—
Ultimate tensile strength, $\beta_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	1030 1230	1500	1670	1770 ~ 1870	1000 ~ 1300
Fatigue* $\Delta\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	80	—	350	300 ~ 320	120 ~ 150
$\sigma_{max}/\beta_2$	0.60	—	0.45	0.5 ~ 0.45	~0.45
Modulus of elasticity, $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	210 000	210 000	205 000	190 000 ~ 200 000	160 000 ~ 165 000
Failure load (kN)	7339	7624	7487	7634	7310

\* Cable strength without taking into account the effect of the anchorages

Figura IV.23: Tipología de cables usados en diferentes puentes.

## IV.8.2. Modelación en CSI BRIDGE

### Tablero

Se construyeron dos modelos de acuerdo al tipo de elementos a usar para el tablero, en uno se modelo con elementos barra (tipo *frame*) y otro con elementos planos (tipo *shell*). A continuación se describe la distribución de las dovelas.

### Distribución

Cabe mencionar que la distribución de los tirantes a lo largo del tablero surgió del estudio del diagrama de momentos, buscando la compensación de las cargas perma-

nentes en cierto porcentaje, a su vez que la fuerza requerida en los obenques sea lo mas uniforme posible, inevitablemente los tirantes de estabilidad (último obenque o tirante de cierre) son con una sección mayor que los demás debido a la longitud (que al ser mayor, genera mas deformación longitudinal) y debido a la inclinación de los mismos.

Al tratarse de un puente simétrico, describimos sólo la primera parte del mismo, es decir, un vano lateral de 88m, y medio vano central de 88m. Son en total 22 tramos arrancando en la progresiva 1049,37m y finalizando en el centro de la luz del tramo principal en la Prog. 1401,37m. Los cuales tendrán la siguiente distribución:

- Se tiene un tramo con una longitud de 9,00 m;
- Luego 9 tramos de 7m (10 obenques en cada plano lateral del tablero, uno en cada extremo de dovela)
- Dos tramos conectados rigidamente a la torre central, de 16m de longitud cada uno,
- La distribución continúa en el vano central izquierdo, con 9 tramos de 7m y un tramo de 9m para cerrar con el centro de luz ( $C_L$ ) en prog. 1225,37m, a partir de donde se repite de nuevo de manera simétrica hasta llegar al pilar de la Prog. 1401,37m donde finaliza el puente principal (extradosado).

Con todo esto se llega a salvar una longitud de puente de 352m. (4x88m).

El tablero no es recto, presenta pendientes longitudinales del orden del 2,7% que se desarrollan en 176m en dirección desde Prog. 1049,37m a  $C_L$  donde la pendiente es simétrica, es decir -2,7%.

Debido a que el ancho del tablero será de 15,00m y su sección transversal no es muy peraltada, es posible que en un diseño mas preliminar se pueda utilizar Postesado.

### Modelo del tablero con elementos shell en CSI-Bridge

El propósito de esta modelación es poder determinar de una manera adecuada la armadura que necesita el tablero para resistir las cargas a las cuales va estar expuesta. Y es un modelo que refleja en mayor medida el comportamiento real de la estructura, de todas formas, para validar los resultados, se cuenta con el modelo simplificado con elementos tipo frame.

Consiste en definir al tablero como un conjunto de elementos Shell, además en la parte en la cual existe la conexión entre los obenques y el tablero, es necesario definir un elemento frame, que acorde a las características que se tiene en el puente, se debe definir la sección transversal de dicho elemento<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>Se debe tener mucho cuidado en tener una adecuada conexión entre los elementos frame y Shell.

## Modelo del tablero con elementos frame en CSI-Bridge

El objetivo principal de modelar con elementos frame el tablero es para definir las secciones muy aproximadas que tendrán los obenques.

Al modelar el tablero en CSI-Bridge se define su sección geométrica y material (ver figura). Como material para el tablero se utilizó el hormigón de 35 MPa ( $350 \frac{Kg}{cm^2}$ ), esto debido a que se necesita tener un hormigón de alta resistencia para evitar fisuraciones y/o explosión del hormigón por los posibles grandes esfuerzos de compresión existentes, además, se puede disminuir la sección transversal de cada elemento debido a que se tiene la colaboración del esfuerzo normal generado por los obenques, que reducen la excentricidad de la fuerza resultante que actúa en el tablero del puente.

## Modelo de las torres principales en CSI-Bridge

De igual manera que el tablero, las torres principales serán modeladas con hormigón de 35MPa. Las torres cuyo eje principal estará ubicado en la prog. 1137,37m y 1313,37m respectivamente, tendrán forma de H, y se encontrarán vinculadas rígidamente al tablero. Las mismas, se materializan con elementos tipo barra sin pérdida en la precisión y para simplificar los cálculos.

Sus características serán las siguientes:

- Su altura total desde la cara superior de la cimentación será de 55,96m
- Tendrá una viga de vinculación de ambos pilares, y que servirá de apoyo al tablero, y se ubica a una distancia de 24,46m desde el borde de la cimentación. (Ver planos con las dimensiones en el Anexo de este capítulo)
- Los pilares laterales de las torres tienen sección maciza de hormigón, de 3.30m x 1.50m con la mayor dimensión en sentido longitudinal del tablero. La sección se mantiene constante hasta la viga transversal de vinculación.
- A partir de los 24,46m las partes laterales de la torre (ya no se denominan pilares pues es superestructura, y se designan como columnas) tienen sección hueca de 3.30m x 1.50m (0,70m de espesor) a 3.30m x 1.50m (sección maciza) en los últimos metros hasta una el nivel 51,51m desde el coronamiento de la fundación.
- En estas columnas se anclan los obenques desde una altura de 42,46m cada 1,5m hasta llegar al coronamiento (10 tirantes hacia cada lado). (Ver plano de detalles en Anexo)

## Tirantes

Los obenques son un grupo de torones alineados, estos deben evitar el contacto directo con el medio ambiente. Para el modelado de ellos, se cuenta con elementos tipo cable, con los cuales el programa permite realizar un análisis *no-lineal*.

Los obenques sostienen al tablero, son elementos primordiales en este tipo de estructuras. Las conexiones tablero- obenque y obenque-torre se la hace a través de anclajes.

### **Características**

Los obenques, debido a que parten desde la torre a diferente altura y llegan al tablero concordando con la distribución de sus tramos como se indica en la s secciones anteriores, cada uno de ellos tiene diferente longitud. Los tirantes deben poseer fundamentalmente:

- Gran rigidez y resistencia mecánica
- Resistencia a la fatiga
- Durabilidad

La rigidez del puente atirantado depende en gran medida de la rigidez de sus tirantes, la cual depende de la tensión y flecha. Es por eso que los tirantes deben trabajar a esfuerzos elevados y en consecuencia usarse aceros de alta resistencia.

Estos elementos tensores han evolucionado considerablemente en los últimos 30 años, principalmente por la necesidad de facilitar el recambio de los mismos y lograr una mayor protección contra la corrosión. Desde cables armados, con protecciones rígidas con mortero de cemento en vainas metálicas, se ha llegado hoy en día al uso de cordones de pretensado.

### **Modelado de Obenques en CSI Bridge**

Es necesario una vez modelados el tablero y la torre ubicar los obenques. Para ello se los modelará como elementos frame, en primera instancia se procede a realizar un cálculo previo basado en las cargas que podrían existir en el puente según el código AASHTO - LRFD 2007. Y se determina las fuerzas a ser aplicadas a cada obenque. Esta tarea se describe mas detalladamente en las subsecciones siguientes.

### **IV.8.3. ANCLAJES**

Se denominan anclajes a los dispositivos de sujeción o traba de los extremos de las armaduras activas, en este caso de los torones de cada uno de los obenques. Los anclajes pueden ser activos o pasivos, según se efectúe desde ellos el tesado o esten situados en un extremo del torón por el que no se tesa.

Los anclajes constituyen parte principal en el sistema estructural del puente, deben brindar confiabilidad en cuanto a la conexión, de los anclajes depende la estabilidad y la capacidad de soportar las cargas para los cuales se está diseñando el puente.

El tipo de anclaje de escoge en base al tipo de trabajo a realizar, de ahí, los anclajes para los obenques son diferentes a los anclajes para postensado de losas u otros elementos estructurales, aclarando que tienen básicamente el mismo funcionamiento.

Al haber determinado la cantidad de torones que debe tener cada uno de los obenques del puente se escoge el anclaje. Existen varias compañías que brindan una buena SEGURIDAD y CALIDAD respecto a estos sistemas de conexión como por ejemplo VSL, DSI (Diwidag Sistem International) o FREYSSINET, sin embargo, al tener obenques que superan la cantidad de 110 torones, se procede a escoger anclajes de la última compañía mencionada.

Las características de los anclajes así como sus dimensiones comerciales se puede ver en el catálogo de FREYSSINET HD que se anexa en este capítulo.

#### IV.8.4. Método Constructivo

Los principales métodos constructivos de los puentes y viaductos extradados son conocidos:

- Cimbrado general,
- Dovelas sucesivas,
- Lanzamientos progresivos.

En este proyecto, se eligió el segundo método, por *dovelas sucesivas*, el método consiste en la construcción de la obra en segmentos (*dovelas*), formando trechos que avanzan sobre el vano a ser ganado. Existen dos técnicas básicas para la construcción de puentes mediante el sistema de dovelas sucesivas, una de ellas emplea dovelas pre-moldeadas, las cuales se levantan mediante guinches y otros equipos, y la otra técnica consiste en construcción de las dovelas *in-situ*.

Cuando las dovelas se hormigonan *in-situ*, el hormigonado se ejecuta con auxilio de encofrados deslizantes anclados en los trechos ya construidos y cuando se alcanza la resistencia de proyecto establecida, las dovelas son pos-tesadas.

En el otro caso, las dovelas son pre-moldeadas en obrador y transportada por medio de reticulados metálicos hasta la extremidad del voladizo, donde son postensadas longitudinalmente. Entre dovelas puede o no usarse adhesivo epóxi que sirve para lubricar la superficie, disminuir los efectos de las imperfecciones de las juntas entre las mismas, impermeabilizar la junta y contribuir para la transmisión de las tensiones provenientes de los esfuerzos cortantes.

La técnica mas común de construcción es aquella que comienza con la construcción de la primera dovela usando encofrados apoyados lateralmente en la pila, se estima un tiempo de 6 a 10 semanas para su terminación aunque para puentes con grandes luces como en este caso, puede prolongarse hasta 15 semanas. La idea es que en una etapa posterior un par de carros de avance se encragan de dar forma de doble ménsula o

aunque se puede hormigonar una o dos dovelas en un lateral para poder montar el segundo carro de avance, a partir de donde la construcción se realiza de manera casi simétrica.

Como es sabido, las dovelas premoldeadas presentan ventajas en la reducción de los tiempos de construcción, en los efectos ambientales, y además, se tiene un mayor grado de control en la elaboración de las dovelas. Al mismo tiempo que las pérdidas por fluencia lenta (*creep*) son menores debido a que las dovelas son cargadas cuando las mismas ya poseen una resistencia importante.

### **Fases en la construcción del puente principal**

Las principales fases que comprende la construcción del puente extradado que salva la luz de 352m a través de 3 tramos son las siguientes:

- a) Construcción de la subestructura.
- b) Construcción de la dovela de pila.
- c) Construcción del tramo libre del voladizo hasta alcanzar el primer obenque. Durante esta etapa se puede implementar un atirantamiento provisional o un postensado interno superior (al igual que los puentes-viga de hormigón postensados de sección cajón).
- d) Construcción del tramo atirantado alternando la colocación de dovelas con la instalación y tesado de los tirantes.
- e) Construcción del tramo del vano lateral destrante (sin atirantamiento) sobre encofrado o cimbra.
- f) Construcción del voladizo libre en el vano central sin atirantar antes de la dovela de cierre.
- g) Colocación de la carga permanente.
- h) Prueba de carga.

#### **IV.8.5. Algunas indicaciones para las dovelas de cierre**

La dovela de cierre del vano central es construida generalmente en una fase usando un carro de avance, sin embargo hay veces que se prefiere el uso de equipos especiales de forma que permitan retirar los carros de avance lo antes posible. Debido al poco espacio con que se cuenta, los equipos de encofrado son apoyados sobre soportes simples en ambos extremos del voladizo. En esta etapa los efectos térmicos se acentúan debido a que la luz se vuelve continua, y en cuyo caso se requiere de un refuerzo en la armadura.

Para las dovelas finales en los vanos laterales existen varias maneras de ejecutarlas, dependiendo del proyecto. Una alternativa es hormigonar la dovela sobre el estribo

apoyando de esta manera las cargas sobre éste último, y si se requiere mayor luz, se pueden construir falsos apoyos recostados sobre el estribo, también se puede construir con carro de avance implementando un apoyo provisional ajustable en el punto de equilibrio en donde los voladizos son simétricos requiriendo de otro apoyo provisional cada dos o tres dovelas.

### **Otros requerimientos durante la construcción**

Se requieren diferentes configuraciones de postensado o pretensado, según el proyecto, para poder resistir las sollicitaciones durante el proceso constructivo y bajo las cargas de servicio.

- Tendones internos de voladizo: Es un postensado interno superior, que resiste los momentos durante construcción del voladizo antes del primer tirante. Este se va anclando en las caras frontales de las dovelas.
- Tendones internos de continuidad: Se requieren para soportar los momentos positivos durante construcción, gradiente térmico y deformaciones del hormigón. Para el cierre de la estructura se dispone de un postensado inferior, para las sobrecargas de servicio se coloca en el vano central un postensado, y en el vano lateral. Para resistir la construcción del voladizo después del último obenque se implementa un postensado superior en cual se ancla sobre realts que salen de la parte superior del tablero. Por último un postensado que debe tesarse después del cierre de la estructura y cuya función es resistir las sobrecargas de servicio.

### **IV.8.6. Distribución de los esfuerzos en los tirantes**

Los puentes extradados, tienen su comportamiento algo similar al de los puentes atirantados, en donde el tablero es soportado elásticamente en varios puntos a lo largo de su extensión por cables inclinados (tirantes) fijados en la torre (mástil). Las cargas permanentes y móviles son transmitidas a la torre mediante los tirante con una estructura reticulada altamente hiperestática, con tirantes traccionados mientras que la torre y el tablero quedan comprimidos. La estructura así dispuesta es, como se dijo antes, bastante sensible a la secuencia constructiva, sin embargo debido a la flexibilidad del tablero, este acepta una gama considerable de fuerzas de instalación de los tirantes. Es importante escoger una distribución apropiada para estas fuerzas sobre carga permanente, tal que la flexión del tablero sea limitada.

Como el puente es construido por fases y es mixto (acero y hormigón), debido a que tiene piezas de hormigón como el mástil y el tablero que sufren retracción y fluencia; el puente también sufre de estos fenómenos. Esto altera las deformaciones del mismo, así como también los esfuerzos internos. Por tal motivo es importante tener una buena distribución de fuerzas en la configuración final. A su vez, conviene también que la pretensión del tablero sea dimensionada con cierto margen que tolere los desvíos inevitables de la construcción.

Teóricamente es posible encontrar una distribución de esfuerzos permanentes que aseguren desplazamientos nulos en el tablero de forma que ellos se comporten como una viga continua.

### Determinación de las fuerzas de instalación de los tirantes

Hay varios métodos para definir estas fuerzas, la elección de estos métodos está fuertemente ligada a la etapa de proyecto y la preferencia del proyectista.

En la bibliografía son usados cuatro métodos generales.

- Método del tablero articulado en todos los tirantes,
- Método de anulación de los desplazamientos,
- Método de anulación de las reacciones sobre apoyos ficticios,
- Método de anulación de los desplazamientos a lo largo del proceso constructivo.

El método del tablero articulado en todos los tirantes establece que cada tirante soporta aproximadamente el peso del trecho entre dos tirantes (dovela). Por lo tanto, si se considerara el peso propio de cada dovela, se puede obtener la fuerza inicial y el área de los tirantes. Es un método simple usado por los proyectistas como primera aproximación del problema.

Primero se implementa el modelo con articulaciones en todos los tirantes, para esto se utiliza un modelo plano con articulaciones en la unión entre los tirantes y el tablero. De esta forma son obtenidas las fuerzas en los tirantes debidas al peso propio. Luego, tomando en cuenta las propiedades de los tirantes, son calculados los gradientes de temperatura necesarios para protenderlos y así soportar sus respectivas cargas.

Para el cálculo de la temperatura son consideradas las siguientes variables:

$F$  = fuerza en el tirante debido a la carga de peso propio,

$E^*$  = módulo de elasticidad de Dischinger,

$A$  = área de la sección transversal del tirante,

$l$  = longitud del tirante,

$\Delta l$  = variación de longitud del tirante,

$\Delta T$  = variación de temperatura,

$\alpha$  = coeficiente de dilatación térmica, adoptado como  $1,17 \times 10^{-5}$ .

La variación de longitud de una barra debido a un gradiente de temperatura es:

$$\Delta l = \alpha l \Delta T$$

La variación de longitud de una barra debido a una fuerza axial  $F$  es:

$$\Delta l = \frac{Fl}{EA}$$

Igualando ambas ecuaciones resulta:

$$\alpha\Delta T = \frac{F}{EA}$$

Por lo tanto, la variación de temperatura de un tirante referente a una fuerza  $F$  es:

$$\Delta T = \frac{F}{\alpha EA}$$

El método de anulación de los desplazamientos consiste en determinar los esfuerzos en los tirantes para alcanzar la geometría deseada del puente después de la construcción. Este método está basado en el concepto de que el tablero se comporta como una viga continua, pero no considera la distribución de tensiones en la torre o en el tablero proveniente de las tensiones aplicadas. Algunos autores establecieron que la geometría final del puente debía ser independiente de las tensiones de los tirantes y debía ser definido tomando en cuenta la contra flecha del tablero.

En este método el objetivo es anular los desplazamientos verticales ( $\delta$ ) cuando el tablero está sometido a la carga permanente ( $P_{propio}$ ). Esta es una tarea en general difícil ya que la estructura es hiperestática y de esta forma si un tirante fuera tensado, las fuerzas de los tirantes vecinos se verían modificadas.

La metodología está basada en determinar el conjunto de fuerzas  $[F]$  de los tirantes tal que la flecha debido al peso propio, en la unión de los tirantes con el tablero, sea nula. La ecuación de equilibrio aquí es:

$$[F_g] = [F] + [K][\delta]$$

Siendo:

$|F_g|$  = vector de las fuerzas de los tirantes debido a la carga del peso propio,

$|F|$  = vector de fuerzas en los tirantes debido a su tensado,

$|K|$  = matriz de rigidez condensada porque considera apenas los grados de libertad correspondientes a los desplazamientos verticales en las uniones tablero/tirante,

$|\delta|$  = desplazamiento de la estructura en los puntos de unión entre los tirantes y el tablero.

El vector de las fuerzas de los tirantes  $[F]$  (estado inicial de fuerzas de pretensión), puede ser calculado de forma tal que  $[\delta]$  de  $(F + F_g)$  sea nulo. Como en este método las tensiones son simuladas por temperatura, es más práctico escribir la siguiente ecuación de compatibilidad de deformaciones:

$$[\delta] = [D][F_g] + [D][F_0] = [D][F_g] + [D_T][T]$$

donde:

$|D|$  = matriz de flexibilidad condensada porque considera unicamente como incógnitas las fuerzas en los tirantes, es la inversa de la matriz  $[K]$ ,

$|D_T|$  = matriz de flexibilidad condesnada en términos de temperatura,

$|T|$  = vector de temperatura en los tirantes.

El objetivo aquí es calcular  $[T]$  tal que  $[\delta]$  sea nulo, esto equivale a escribir:

$$[D_T][T] = -[\delta_g]$$

El método consiste en aplicar a cada tirante una carga de temperatura unitaria ( $T_i$ ). Para cada uno, se colocan en una tabla los resultados de desplazamientos verticales ( $\delta$ ) de todos los nodos que corresponden a la intersección de los tirantes con el tablero. Es importante destacar que en el caso de los tirantes de estabilidad el desplazamiento utilizado para la matriz  $[D_T]$  es aquel que está en la unión del tirante con la torre. Esto es debido a que el desplazamiento correspondiente a la intersección entre el tirante y el tablero puede ser cero (apoyo en el tirante) o muy próximo a cero.

Luego que los resultados son colocados en la tabla, se monta una matriz que contiene los desplazamientos del tablero en función de la temperatura aplicada. En esta matriz llamada  $[D_T]$ , cada columna representa los desplazamientos de todos los nodos del tablero para la carga  $[T_i]$ . Por lo tanto, la primera columna representa los desplazamientos en todos los nodos para la carga  $T_1$ .

Los desplazamientos obtenidos cuando cada uno de los tirantes esta cargado, son mequeños y conducen a un sistema de ecuaciones relativamente mal condicionado. Si se intentase resolver la ecuación  $[D_T][T] = -[\delta_g]$  invirtiendo directamente la matriz  $[D_T]$ , el resultado es malo, por lo tanto para la resolución de este problema debe recurrirse a otros procedimientos:

- El método para determinar el vector de temperaturas  $[T]$  es el de los Mínimos Cuadrados. Esta técnica procura encontrar el mejor ajuste para un conjunto de datos intentando minimizar la suma de los cuadrados de las diferencias entre la curva ajustada y los datos (esas diferencias son los residuos). Para realizar las iteraciones del problema, se puede establecer, por ejemplo que el residuo sea menor que  $1 \times 10^{-5}$ .
- A partir del primer método (validación isostática de las fuerzas en los tirantes), son obtenidos los valores de la primera iteración para la resolución.

El método de anulación de las reacciones en apoyos ficticios se basa en la idea de obtener una buena distribución de momentos anulando los desplazamientos del tablero.

Se puede asumir que el puente, cuando esta sometido a carga de peso propio, se comporta como un aviga continua y los tirantes, los apoyos donde la viga esta vinculada. Por tanto, con la carga exterior, cada tirante (representado por un apoyo), tendrá una reacción asociada. El método de anulación de las reacciones en apoyos ficticios está basado en la misma idea del método de anulación de los desplazamientos.

La idea es establecer un modelo de puente extradado sometido a su peso propio con apoyos ficticios en todos los puntos de ligación de los tirantes con el tablero. Nuevamente es aplicado a cada tirante una carga de temperatura unitaria  $[T_i]$ . Para cada uno de estos, los resultados de las reacciones en los apoyos ficticios son colocados en una tabla  $[R_g]$ . Después, se monta una matriz  $[K]$  donde cada columna representa las reacciones de todos los apoyos ficticios. Se llama matriz de rigidez condensada, ya que representa parte de la matriz de rigidez de la estructura correspondiente a los grados de libertad de las uniones tirante/tablero y en el caso de los tirantes de estabilidad tirante/torre.

La reacción en los apoyos ficticios  $[R]$  resultante de los efectos de temperatura  $[T_0]$  es dado por:

$$[K_R][T] = [R]$$

Designando el vector de las reacciones debido al peso propio de la estructura por  $[R_{g1}]$ , el vector  $[R]$  deberá ser igual a  $-[R_{g1}]$ .

Al igual que en el método de anulación de los desplazamientos, en este método son consideradas las mismas restricciones y son analizadas las mismas hipótesis.

**Método de anulación de los desplazamientos a lo largo del proceso constructivo.** Las soluciones anteriores están basadas en la configuración final de la estructura y no toman en cuenta el proceso constructivo. Esto es bastante problemático, ya que el proceso constructivo o faseamiento influye considerablemente en la distribución interna de los esfuerzos en la estructura completa. El presente método anula los desplazamientos en la última dovela en cada fase de construcción (ver figura ??).

El método de las dovelas sucesivas consiste en el montaje de módulos en las laterales de las torres, estos módulos están formados por el tablero con sus respectivos tirantes. Generalmente, estas estructuras parciales que están siendo montadas son más flexibles que la estructura final y están sometidas a cargas de construcción que son diferentes de los esfuerzos del puente en la fase final. Surge la dificultad de proyectar un proceso constructivo que asegure que no existan tensiones muy altas en ninguna de las estructuras parciales de la secuencia. Con el fin de prevenir estas tensiones, se pueden utilizar apoyos temporarios, contrapesos o ajustes transitorios en los tirantes para asegurar que las tolerancias no acumulen a tal punto que el puente no alcance su configuración final.

Para cada fase constructiva ( $i$ ) es obtenido el desplazamiento en la última dovela debido al peso propio  $\delta_{i(g_i)}$ . Luego se calcula la protensión  $P_i$  que debe ser aplicada para anular este tipo de desplazamiento, entonces  $\delta_{i(g_i)} + \delta_i(R_i) = 0$ . De esta forma son determinadas las fuerzas de protensión de los tirantes para cada fase constructiva del puente.

El programa utilizado, CSI-BRIDGE de la misma empresa que produce SAP2000, presenta el aplicativo llamado *Non-linear stage construction* que permite al usuario establecer el proceso constructivo y calcular los resultados de cada fase, facilitando la implementación de este proceso.

Para este método es necesario tomar en cuenta las sobrecargas de construcción, así como también las posibles asimetrías del puente. Cuando el vano lateral tiene una longitud mayor o menor que la mitad del vano central, se presenta una asimetría. Para estos casos, existen varios tipos de soluciones para realizar este proceso iterativo, una de ellas es el uso de contrapeso en la extremidad menor del vano.

Para la construcción de cada dovela, se utiliza un contrapeso que representa la diferencia entre los dos vanos a ser construidos. Al final de la construcción los contrapesos son retirados y los tirantes son protendidos.

### **Aplicación al modelo de puente principal**

Como se dijo, aquí la mayor dificultad que se presenta es el alto grado de hiperestatismo en este tipo de puentes, la introducción de carga en un tirante afecta a la carga presente en el resto de los tirantes y con ello la distribución de esfuerzos en la estructura.

En este caso se siguió la metodología de anular las reacciones en apoyos ficticios, considerando el puente completamente construido. Parte de la simplificación es considerar el tablero como una viga continua de apoyos móviles en los tirantes, obteniendo la carga rovocada en los tirantes a partir de la reacción de los apoyos. A diferencia del método de anulación de desplazamientos, la rasante deseada se debe obtener mediante contraflechas de ejecución.

Para una primera aproximación se realizó un modelo de barras plano, con elementos elásticos lineales, con ayuda del software P-PLAN colocando apoyos móviles en la ubicación de cada tirante, al realizar eso, se fueron moviendo los apoyos extremos buscando una distribución de momentos adecuada y en conjunto con los valores de las reacciones de vínculo, que sean lo mas uniforme posible.

Cabe notar que por ejemplo, si se aumenta la longitud del primer tramo, que va desde la torre al primer obenque, en el modelo de viga continua el peso de ese tramo, hace que la reacción de vínculo del primer apoyo sea considerablemente mayor, y no solo eso, la reacción del segundo vínculo (correspondiente al segundo par de obenques) es negativa, es decir hacia abajo, o lo equivalente en el modelo de tirantes es que se estaría comprimiendo el tensor, esfuerzo que no puede soportar dada su condición de elemento tipo cable.

Resumiendo, con este modelo plano, se logró estimar la distribución de los tirantes, y que fue la descrita en secciones anteriores, con el primer tirante a una distancia de 16m de la torre, y el vano lateral de cierre con una longitud de 9m, y la separación de los tirantes uniforme de 7m.

Con la distribución de obenques estimada, se construyó un modelo tridimensional con el programa CSI-BRIDGE, y se aplicó una carga uniformemente distribuida de  $60 \frac{KN}{m}$ , que corresponde a las cargas permanentes apenas incrementadas. Con los valores de las reacciones de vínculo ( $F[KN]$ ), y la geometría de los cables, se obtiene el ángulo

( $\alpha$ ) de inclinación de cada tirante, y ahí se descompone la reacción en la dirección del obenque obteniendo la fuerza ( $T$ [kN]) para dimensionar su sección transversal, la fuerza se calcula a través de la fórmula:

$$T = \frac{F}{\sin \alpha}$$

Cable	x1 [m]	z1[m]	x2[m]	z2[m]	x2-x1	z2-z1	alpha [rad]	F [kN]	T[kN]	T/2[kN]
1	107	23,331	186	51,51	79	28,179	0,343	3684	10964	5482
2	114	23,521	186	50,01	72	26,489	0,353	2212	6406	3203
3	121	23,712	186	48,51	65	24,798	0,364	2508	7036	3518
4	128	23,902	186	47,01	58	23,108	0,379	2531	6839	3419
5	135	24,093	186	45,51	51	21,417	0,398	2533	6542	3271
6	142	24,283	186	44,01	44	19,727	0,421	2532	6190	3095
7	149	24,473	186	42,51	37	18,037	0,454	2525	5762	2881
8	156	24,664	186	41,01	30	16,346	0,499	2429	5077	2538
9	163	24,854	186	39,51	23	14,656	0,567	1200	2232	1116
10	170	25,045	186	38,01	16	12,965	0,681	6251	9929	4965
11	186	25,912	202	38,01	16	12,098	0,647	6553	10866	5433
12	186	26,101	209	39,51	23	13,409	0,528	1199	2381	1190
13	186	26,291	216	41,01	30	14,719	0,456	2429	5514	2757
14	186	26,48	223	42,51	37	16,03	0,409	2525	6351	3176
15	186	26,669	230	44,01	44	17,341	0,375	2532	6907	3453
16	186	26,858	237	45,51	51	18,652	0,351	2533	7374	3687
17	186	27,047	244	47,01	58	19,963	0,331	2529	7770	3885
18	186	27,236	251	48,51	65	21,274	0,316	2478	7968	3984
19	186	27,425	258	50,01	72	22,585	0,304	1833	6124	3062
20	186	27,614	265	51,51	79	23,896	0,294	5298	18297	9149

Tabla 1: Fuerzas iniciales para los obenques.

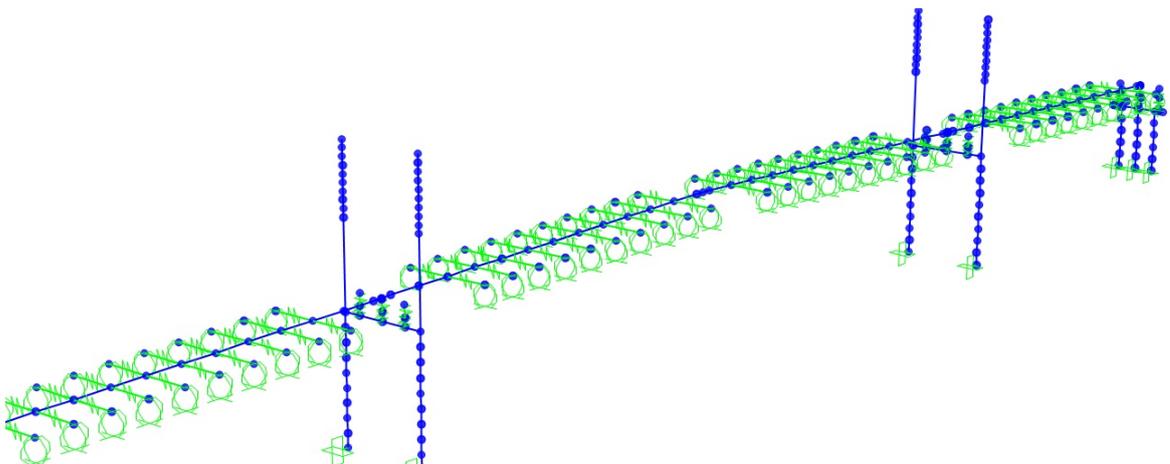


Figura IV.24: Modelo tridimensional para el cálculo de las fuerzas iniciales en los obenques.

Con estos valores iniciales, se construye el modelo tridimensional del puente con los obenques simulados con elementos tipo *cable*, luego, se debe tener en cuenta que

los obenques se encuentran vinculados al tablero en sus laterales y se debe usar los elementos tipo *link* que simulan la fuerza que los obenques transmiten al tablero, es decir, son elementos rígidos y con masa nula que conectan puntos laterales al eje del elemento *frame* que simula el tablero (matemáticamente pertenecen a él).

En SAP2000 hay diferentes formas de aplicar la tensión a los cables, puede ser a través de un gradiente térmico, una deformación impuesta, o directamente a través de una fuerza de una fuerza o protensión impuesta en el elemento. Aprovechando las bondades del software, se usó lo que se conoce como fuerza objetivo o destino (*Target Force*) en la cual el programa realiza un análisis no-lineal (*Nonlinear, P-Delta*) con las condiciones iniciales de un estado sin tensión en los cables, y el programa aplica deformaciones de manera interativa hasta lograr la fuerza destino elegida para el cable. Hay que tener en cuenta que la fuerza varía a lo largo del cable, con lo que también se debe especificar su ubicación relativa en el mismo.

Con esto, aquí es crucial notar que si bien, hay simetría en el puente, en cada mitad no la hay, esto es, no hay simetría respecto a cada torre debido a la pendiente longitudinal de la rasante, y pequeñas variaciones en la inclinación de los cables producen valores dispares en la fuerza de los tirantes, tal y como se observa en la tabla anterior.

Como se trata de una estructura hiperestática, y se está buscando una fuerza final en el tirante (el cual a su vez, se va a dimensionar para que soporte dicha fuerza), la estructura real necesariamente buscará comportarse como el modelo impuesto, dadas las capacidades estructurales que se les asigna a cada elemento.

Por otra parte, para tener el mayor equilibrio posible en las torres, lo ideal es que las fuerzas en los cables sean similares en valor absoluto, y sentidos opuestos. Con esto claro, el razonamiento que se puede seguir es el siguiente, se puede ir variando la fuerza en los cables, buscando la compensación parcial de las cargas permanentes por parte de los obenques, es decir, se puede elegir los diagramas finales de momento  $M$ , corte  $V$  y normal  $N$  que se quieran, para las cargas permanentes.

Se siguió esa metodología realizando análisis no lineales, e imponiendo la *target force* a los obenques buscando lograr obtener diagramas de esfuerzos característicos, de similares características que en otros trabajos, por ejemplo [8] y [9]. Los diagramas se pueden ver en las figuras IV.25 a IV.28. Finalmente, se verifican que las deformaciones para cargas permanentes estén en rangos aceptables. Se obtuvo una deformación máxima al centro de la luz de 44mm.

#### IV.8.7. Modelo final para el puente principal

Con las fuerzas iniciales de los obenques definidas, se construye el modelo usando elementos *shell* para el tablero. A continuación se describe el procedimiento para realizar un diseño más preliminar del puente, comenzando por la definición de los materiales hasta la cuantificación de cargas sobre el puente.

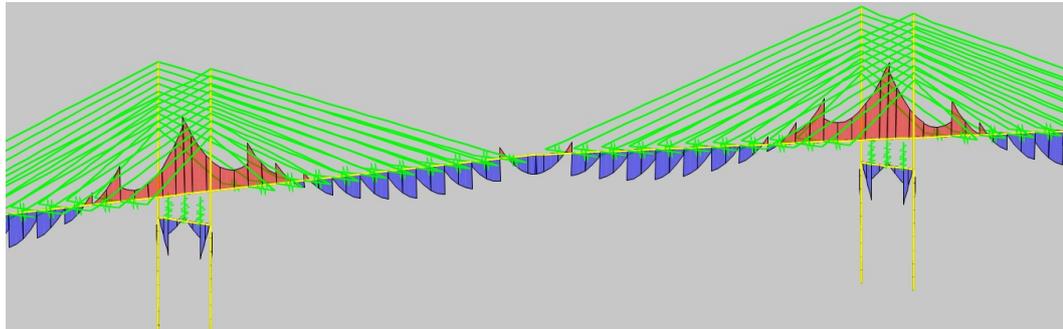


Figura IV.25: Diagramas de momentos finales del modelo con elementos frame

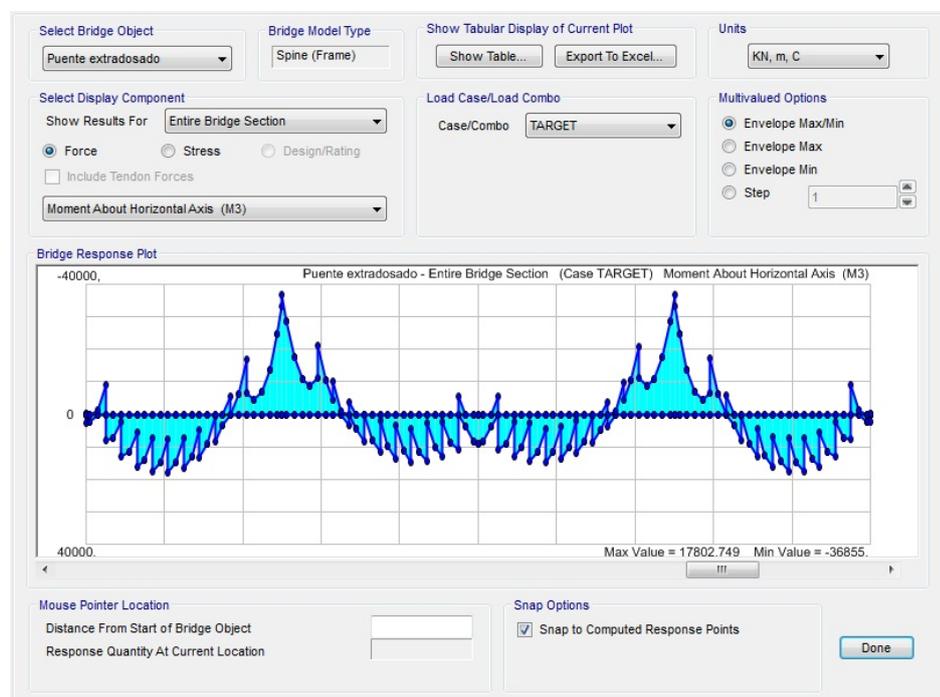


Figura IV.26: Salida del programa con la envolvente de de momentos.

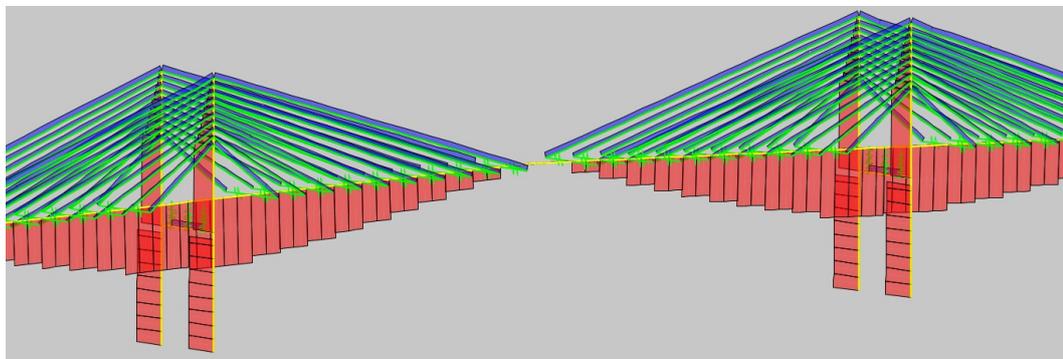


Figura IV.27: Diagramas de esfuerzos normales finales del modelo con elementos frame

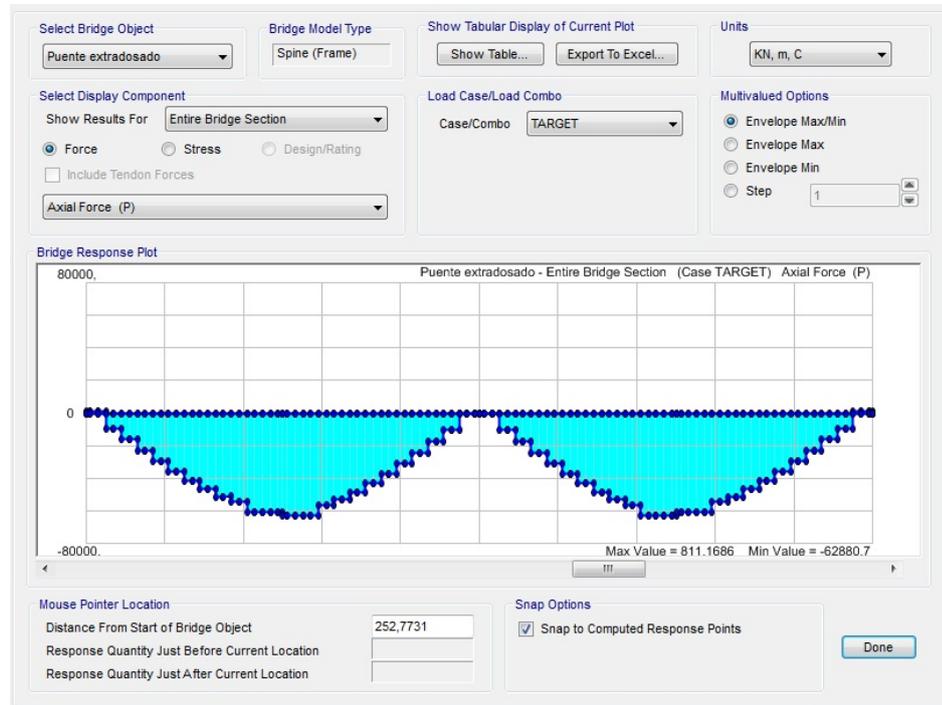


Figura IV.28: Salida del programa con la envolvente de de normales.

## Materiales

**Hormigón** Como se mencionó antes, el hormigón usado es un H35, con una resistencia  $f'_C = 350 \text{ kg/cm}^2$ . Para el módulo de elasticidad se usó la fórmula que se especifica en la norma AASHTO-LFRD, 2007:  $E_C = 0,043 \gamma_C^{1,5} \sqrt{f'_C} [MPa]$  siendo  $\gamma_C [kg/m^3]$  el peso específico del hormigón. El módulo de Poisson se asume como 0,20.

**Acero estructural.** El acero a utilizar para la armadura pasiva es el ADN420, corresponde al ASTM A616 Gr 60, cuyo límite de fluencia es  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ .

**Acero de postensado y obenques.** El acero usado para postensado es el que cumple con la norma ASTM A416 Gr 270 de baja relajación con una tensión de fluencia de  $f_u = 18,983 \text{ kg/cm}^2$ .

## Cargas sobre el puente

- **Cargas Muertas.** Son aquellas originadas por todos los elementos estructurales, algunas son incluidas en el CSI-Bridge por defecto en el patrón de cargas *DEAD*, otras como por ejemplo las veredas, carpeta de rodamiento, barandas, deben ser estimadas según los correspondientes pesos específicos.

- a) Asfalto: es una carga de superficie, aplicada a 2,40m de cada lateral. El peso específico considerado es  $2,250 \text{ kg/m}^3$  y un espesor de 7cm,

$$q_{\text{asfalto}} = 2,250 * 0,07 = 157,5 \text{ kg/m}^2$$

- b) Baranda metálica: es una carga lineal de  $q_{baranda} = 100kg/m$  y se considera aplicada en el borde.
  - c) Sistema de contención vehicular: es una carga lineal, consiste en un muro New Jersey aplicado a 2,40m de los laterales.  $q_{bar-NewJersey} = 295kg/m$ .
  - d) Vereda: es una carga de superficie, aplicada en una franja a 0,15m del borde y se distribuye en un ancho de 2,25m.  $q_{vereda} = 400kg/m^2$ .
- **Cargas vivas.** Las cargas vivas se obtienen de las Especificaciones para el Diseño de Puentes AASHTO [13].
- a) Se definieron dos carriles de diseño (*Lanes*) de 3,50m de ancho.
  - b) Carga peatonal (*PL-pedestrian load*), es una carga de superficie de  $q_{PL} = 360kg/m^2$ .
  - c) Carga en el Lane, consiste en una carga lineal pero distribuida uniformemente en un ancho de 3,00m. No se considera sujeta a efectos dinámicos.
  - d) Vehículo de diseño. Según lo establecido en [13] se deben considerar las siguientes cargas:
    - a) El efecto del tándem de diseño combinado con el efecto de la línea de carga consiste en dos ejes de 11.000kg espaciados a 1,20m (tándem) y una carga uniforme de  $970kg/m$  distribuida sobre los tramos del puente (*Lane*). Esta combinación se identifica con el vehículo HL-93M.
    - b) El efecto de un camión de diseño con espaciamiento variable entre ejes, combinado con el efecto de la línea de diseño es identificada por el vehículo tipo HL-93K.

Se carga el modelo con los 2 tipos de vehículos de diseño. Cuando los vehículos transitan sobre el puente producen vibraciones sobre la estructura y dicha vibración amplifica la carga estática de los vehículos. Para tener en cuenta este efecto se utilizan factores de amplificación de carga dinámica. El incremento por carga dinámica IM según [13] para todos los componentes en los Estados Límites (sin contar el de fatiga y fractura) es del 33 %.

- e) Fuerza de frenado. Para la fuerza de frenado, se considera una longitud del vano central (L=176m). Se toma como el mayor de los siguientes valores:

- a) 25 % del camión de diseño:

$$BR_{SL} = 0,25 * (3,500 + 14,500 + 14,500) = 8,125kg$$

- b) 25 % del tándem de diseño:

$$BR_{SL} = 0,25 * (11,000 + 11,000) = 5,500kg$$

- c) 5 % del camión de diseño del carril de carga:

$$BR_{SL} = 0,05 * ((3,500 + 14,500 + 14,500) + (176 * 970)) = 10,161kg$$

d) 5% del tándem de diseño del carril de carga:

$$BR_{SL} = 0,05 * ((11,000 + 11,000) + (176 * 970)) = 9,636kg$$

La fuerza del caso c se usará para los cálculos.<sup>8</sup>

$$BR_{neta} = BR_{SL} * N_{carriles}^o * FPM$$

$$BR_{neta} = 10,161 * 2 * 1 = 20,322kg$$

Se considera que la fuerza actúa horizontal a una distancia de 2,19m del eje de la calzada, por encima de la superficie de rodamiento en dirección longitudinal para causar los efectos de fuerza externa.

## Resultados del diseño

La deflexión máxima para cargas permanentes obtenida con este modelo es de 60,9mm. (ver figura IV.29) Con los valores de esfuerzo normal en los obenques sirven para determinar la cantidad final de torones que requiere cada tirante. En las figuras IV.30 a IV.31 se pueden apreciar los diagramas esfuerzos característicos, representan valores totales que actúan sobre el tablero, con estos diagramas se puede calcular la armadura necesaria para cada elemento.

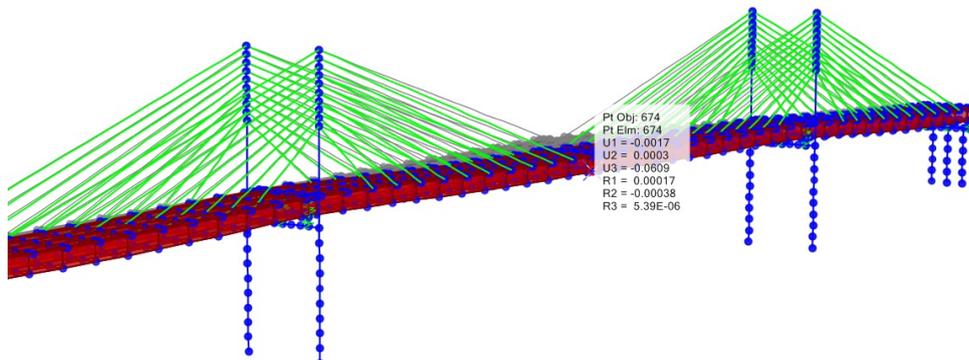


Figura IV.29: Deformada máxima del puente principal.

## Secciones finales de los obenques

Con los cálculos anteriores y la configuración final de la estructura, se calcula la cantidad final de torones necesarios, para esto, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (FREYSSINET) se consideró una carga a rotura para cada torón de 279kN que es la correspondiente a un torón de 0,62" cuyo diámetro efectivo es de 15.7mm<sup>9</sup>

<sup>8</sup>El factor de presencia múltiple FPM se considera igual a 1.

<sup>9</sup>Estos son los torones que más uso tienen en los puentes extradosados ya que son específicamente diseñados para esta tipología estructural de puentes.

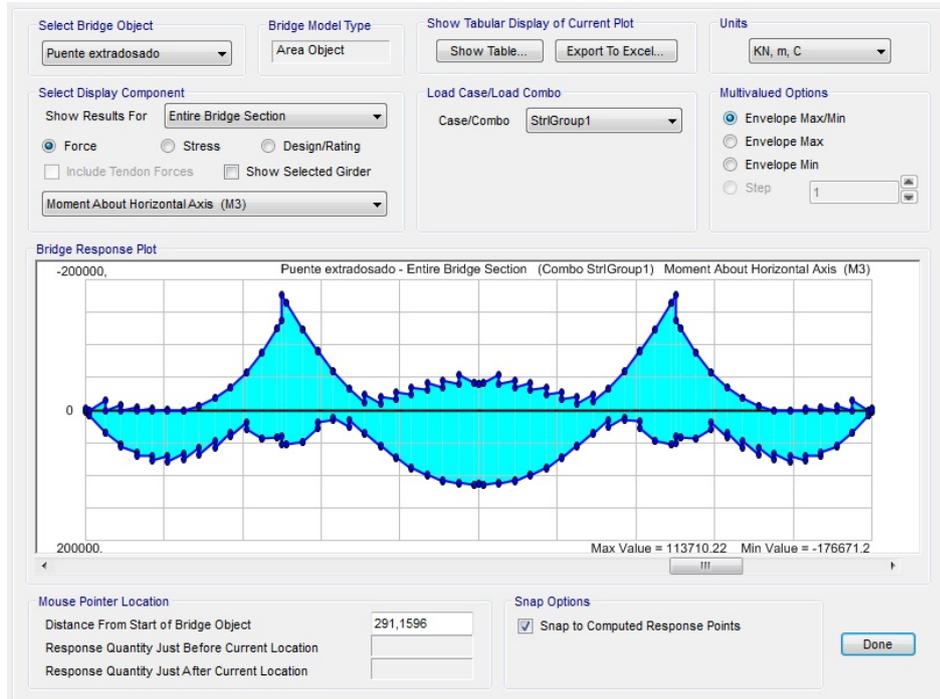


Figura IV.30: Envolvente de momentos finales en el puente principal.

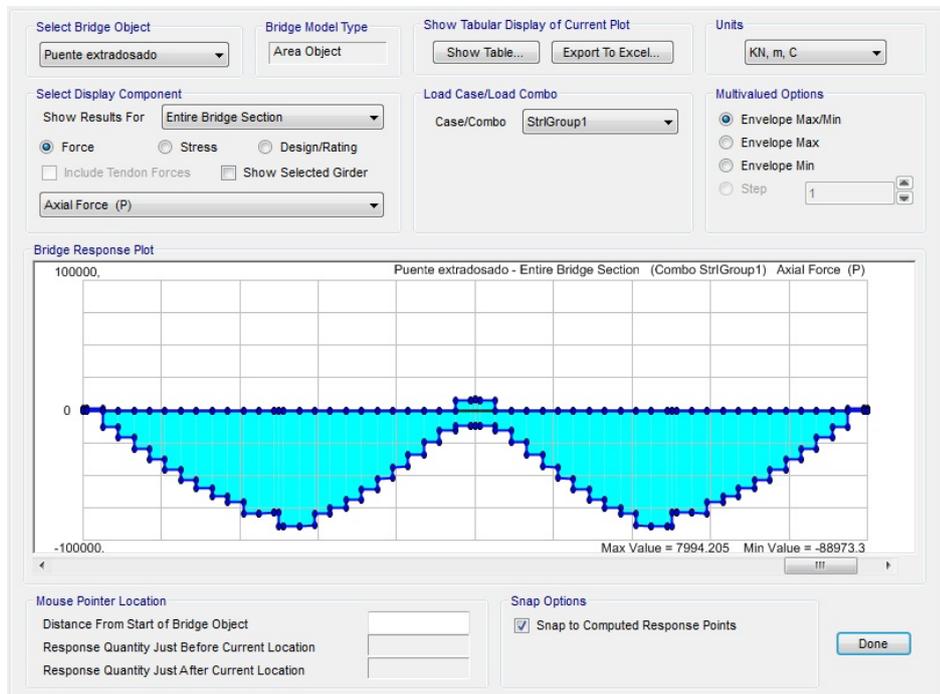


Figura IV.31: Envolvente de esfuerzos normales finales en el puente principal.

La resistencia a la rotura es de  $1860 \text{ N/mm}^2$ . Además, se está considerando un coeficiente de mayoración de 0.45 que divide a la fuerza resultante para poder determinar la fuerza final actuante en cada obengue, este factor puede leerse en el catálogo

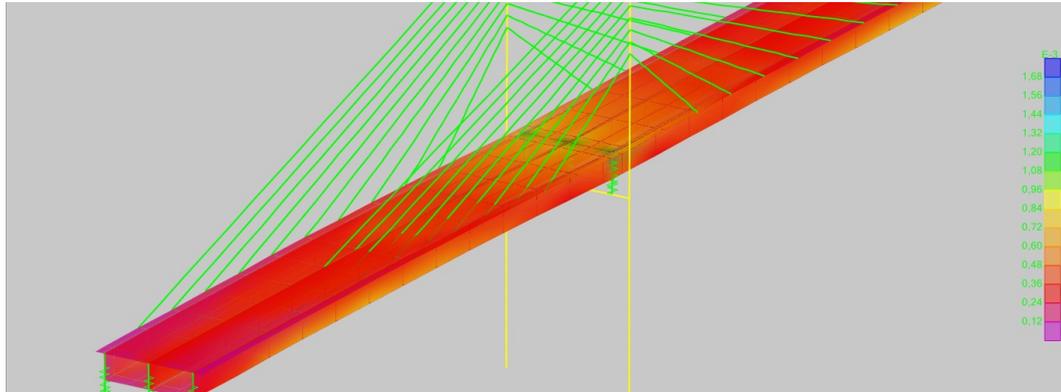


Figura IV.32: Armadura longitudinal en el tablero.

de tirantes y anclajes que está en el Anexo de este capítulo. Los resultados finales se muestran en la tabla 2, donde se computa la cantidad de kg de acero de alta resistencia necesarios para el proyecto<sup>10</sup>

F [kN]	F [kN] Final Actuante	Cantidad de torones	Masa específica [kg/m]	Peso total Obenque [kg]
5490	12.200	44	51,2	4.299
3500	7.778	28	32,7	2.507
3520	7.822	28	32,9	2.286
3420	7.600	27	31,9	1.993
3400	7.556	27	31,7	1.756
3095	6.878	25	28,9	1.393
2880	6.400	23	26,9	1.107
2600	5.778	21	24,3	829
2000	4.444	16	18,7	509
4000	8.889	32	37,3	769
4000	8.889	32	37,3	749
2000	4.444	16	18,7	497
2600	5.778	21	24,3	811
2880	6.400	23	26,9	1.084
3300	7.333	26	30,8	1.457
3400	7.556	27	31,7	1.724
3420	7.600	27	31,9	1.958
3900	8.667	31	36,4	2.490
3500	7.778	28	32,7	2.465
5400	12.000	43	50,4	4.160
			Total	34.843

Tabla 2: Cantidad final de torones para los obenques.

<sup>10</sup>Esta cantidad corresponde a 1/4 de la total necesaria, ya que son en total 80 obenques.

### Comentarios finales de la estructura

Respecto a los demás tramos del puente, se los predimensionó en base a la bibliografía y antecedentes de otras obras similares, para el caso de los tramos de puente viga se determinó la fuerza final de postensado ( $V_{\infty}$ ) necesarios para la sección propuesta, estos tendones se pueden modelar en CSI BRIDGE y adicionarle la fuerza calculada en base a los diagramas de momento, el programa calcula a su vez las pérdidas, que se verificaron en el orden del 6% de la fuerza total. Y las deflexiones máximas en el tablero obtenidas para un modelo con elementos *shell* fue del orden de los 4cm (para una luz de 40m). A los efectos de este proyecto, se usarán las secciones propuestas<sup>11</sup> para realizar el cómputo de materiales y el presupuesto para esta obra.

---

<sup>11</sup>Los detalles de las secciones propuestas se pueden ver en los planos del Anexo FACTIBILIDAD.

## IV.9. Estudios de Impacto Ambiental

Toda obra civil puede afectar al medio que lo rodea. Muchas veces esta modificación es positiva para los objetivos sociales y económicos que se trata de alcanzar, sin embargo, cuando no se hace un debido planteamiento de su ubicación, fase de construcción y etapa de operación, se puede llegar a alterar gravemente el medio ambiente. La información básica que estos estudios deben tener es:

- Análisis de la información sobre el estado de los puentes cerca a la zona del Proyecto,
- Especificación de los componentes ambientales del área de influencia del Proyecto,
- Identificación de los Impactos Ambientales Potenciales,
- Identificación de Medidas Preventivas y Correctivas, para su posterior implementación.

### IV.9.1. Legislación ambiental vigente

Para la ciudad de Concordia, se tomó de base el relevamiento de las normas aplicables, realizado por el Ing. Luis Alberto Miranda, para su Proyecto final, previo a la obtención del título Ingeniero Civil, titulado *Vinculación Vial: Puente sobre el Arroyo Manzores y Obras Complementarias*, código UTN-06221250, año 2006. Ahí se listan y describen brevemente las Normativas ambientales vigentes a aplicar a nivel provincial, así como también las ordenanzas municipales y las restricciones de calidad ambiental establecidas en el Código de Ordenamiento urbano de la ciudad de Concordia:

- **Decreto 4.390/ 44:** Aprueba modificaciones a la Reglamentación para el aprovechamiento de las aguas, disposiciones sobre tomas y canales para riego y otros usos.
- **Ley 4.841/ 71:** Establece los regímenes de caza y protección de la fauna silvestre
- **Ley 6.416/ 79 y Decreto Reglamentario 4.092/ 9:** Regula el ordenamiento del espacio en el área de influencia de la represa de Salto Grande. Establece normas de prevención de la calidad ambiental y parámetros de calidad de aguas.
- **Ley 6.599/ 80:** Se refiere al expendio, transporte y almacenamiento de plaguicidas reglamentada por **Decreto 2.739/ 82.**
- **Ley 6.752/ 81:** Conservación de suelos, adhesión a la **Ley Nacional 22.428/ 81.**
- **Decreto 2.405/ 84:** Creación de la Subsecretaria de Medio Ambiente con competencia en la preservación, recuperación y mejoramiento del ambiente en el ámbito provincial.
- **Ley 8.318/ 89:** Suelos. Regula el uso, manejo y conservación de suelos.

- **Ley 3.623** de adhesión a la **Ley nacional 13.273** de Defensa de la riqueza forestal.
- **Ley 5.581** sobre arqueología, antropología y paleontología.

#### **IV.9.2. Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales**

A continuación se identifican y analizan detalladamente los efectos ambientales negativos más significativos introducidos al entorno debido a la construcción del puente interurbano y su futura operación.

#### **IV.9.3. Componentes ambientales y actividades del proyecto**

##### **Componentes ambientales**

- a) Calidad del suelo
- b) Calidad del agua
- c) Calidad del aire
- d) Cubierta vegetal
- e) Fauna
- f) Drenaje de aguas superficiales
- g) Canteras
- h) Viviendas
- i) Salud y seguridad
- j) Patrones culturales

##### **Actividades del proyecto**

Se deben tener en cuenta las actividades que podrían causar impactos ambientales negativos, con lo que se listan a continuación:

- a) Movimiento de tierras
  - a) Desbroce, destronque y limpieza.
  - b) Excavaciones.
  - c) Material de préstamos importando.

- b) Estructura puente
  - a) Transporte material para enrocado.
  - b) Hormigón.
  - c) Construcción de vigas y tableros.
  - d) Obras hidráulicas de protección del puente.
- c) Paquete estructural, firmes.
  - a) Carpeta de rodadura de hormigón.
  - b) Terraplenes de acceso al puente.
- d) Obrador
  - a) No definido

#### IV.9.4. Valoración de los impactos

Para la valoración de los impactos se empleará un método matricial de amplia práctica en el país, utilizado para diversos tipos de proyectos, que se denomina *Matriz Modificada de Leopold*, la que puede utilizarse de diferentes formas con el propósito de visualizar y valorar los efectos ambientales de cualquier acción o conjunto de acciones que implica un determinado desarrollo.

Los impactos para el presente proyecto serán pronosticados por medio de la metodología de matrices ambientales, ya que es una de las formas de evaluación cualitativa, más apropiada para este tipo de proyectos y se adopta debido a la limitada cantidad de datos ambientales que existen en el área de influencia del proyecto.

La matriz está estructurada sobre la base de las interacciones de las principales acciones propuestas en la memoria de ingeniería y los componentes de entorno físico registrado en trabajo de campo.

Cada interacción será calificada de acuerdo a los siguientes criterios:

- *Tipo de Impacto*: Negativo (**N**) o beneficioso (**B**)
- *Certeza*: Cierto (**C**), Probable (**P**) o Desconocido (**D**)
- *Magnitud*: Alta (**A**), Media (**M**) o Baja (**B**)
- *Duración*: Temporal (**T**) o Permanente (**P**)
- *Área geográfica*: Local (**L**) o Regional (**R**)
- *Reversibilidad*: Reversible (**r**) o Irreversible (**i**)
- *Existencia de mitigación*: Sí o No

Luego de los análisis globales de la relación causa – efecto, se establece que los componentes ambientales afectados por la construcción y operación del Puente Interurbano sobre el Río Uruguay serán los siguientes:

- a) Calidad del suelo.
- b) Calidad del agua.
- c) Calidad del aire.
- d) Cubierta vegetal.
- e) Fauna.
- f) Drenaje de aguas superficiales.
- g) Canteras y terrenos de préstamo.
- h) Viviendas.
- i) Salud y seguridad.
- j) Patrones culturales.

Las actividades que producirán efectos significativos al entorno del área de influencia en cada una de los sectores que incluyen el proyecto son las siguientes:

- a) Desbroce, destronque y limpieza.
- b) Excavaciones.
- c) Materiales de préstamo importado.
- d) Colocación de Hormigón.
- e) Transporte del material para enrocado.
- f) Construcción de vigas y tableros.
- g) Obras para evitar erosión de orillas.
- h) Operación del campamento.
- i) Operación del puente.

La *Matriz Modificada de Leopold* para las condiciones actuales y para la construcción del puente sobre el Río Uruguay que uniría Concordia y Salto se indica en la tabla ???. El análisis mas detallado de los efectos ambientales derivados de la construcción y operación del nuevo puente sobre cada componente ambiental se presenta en la siguiente descripción analítica.

### **Valoración de impactos preexistentes**

Se analizan a continuación los pre-existentes en el área de influencia del puente sobre el Río Uruguay:

En la tabla 3 se indican los parámetros a ser considerados para el análisis ambiental del nuevo puente.

Componentes Ambientales.	Actividades
1. Estructura y calidad de suelo	1. Desbroce y limpieza
2. Calidad del agua	2. Excavación
3. Calidad del aire	3. Material de préstamo
4. Cubierta Vegetal	4. Hormigón
5. Fauna	5. Transporte de materiales
6. Drenaje de aguas superficiales	6. Construcción de vigas y tableros
7. Minas y canteras	7. Construcción de obras para evitar erosión
8. Viviendas	8. Ubicación del Campamento
9. Salud y seguridad	9. Operación del puente
10. Patrones Culturales	

Tabla 3: Matriz Modificada de Leopold utilizada para el análisis ambiental

## Actividades y sus impactos

A continuación se describe a cada uno de las actividades y los impactos significativos que producirán al medio del área de interés.

### Desbroce y limpieza

Los componentes ambientales afectados por el desbroce de la cobertura vegetal y material superficial son los siguientes: calidad del suelo (**a**); calidad del agua (**b**); calidad del aire (**c**) estructura vegetal (**d**); drenaje de aguas superficiales (**f**); viviendas (**h**); salud y seguridad (**i**). La valoración en función en los índices ambientales es como sigue:

- El **primer impacto** afecta a la calidad del suelo cuando se construya el puente sobre el Río Uruguay.

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL					
	1	2	3	4	6	9
<b>Desbroce</b>	1	2	3	4	6	9
<b>Tipo Impacto</b>	N	N	N	N	N	N
<b>Certeza</b>	C	C	P	C	P	P
<b>Magnitud</b>	B	B	B	B	B	B
<b>Duración</b>	P	T	T	T	T	T
<b>Ambito Geográfico</b>	L	L	L	L	R	L
<b>Reversibilidad</b>	I	R	R	R	R	R
<b>Mitigación</b>	N	S	S	S	S	S

Tabla 4: Matriz N° 1 - Desbroce

*El impacto será negativo, con certeza total de que ocurrirá, la magnitud será baja, la duración será permanente, el área afectada estará localizada (se reduce a los estribos donde se asentará el puente), el impacto será irreversible y no se puede mitigar.*

- b) El **segundo impacto** es la afectación a la calidad del agua del Río Uruguay, cuando se ejecute la obra.

*El efecto será negativo, con certeza cierta de que ocurrirá, la magnitud será baja o sea con un movimiento de tierra relativamente pequeño, la duración será temporal, el área afectada será localizada, el impacto sería reversible y si existen las medidas de mitigación posibles para aplicarse.*

La medida ambiental a aplicarse será:

- No arrojar los materiales de desbroce en el cauce del río Uruguay.

- c) El **tercer impacto** que se produce como efecto del desbroce es la producción de polvo y los gases que afectarán a la calidad del aire y en especial a los trabajadores de la construcción.

La generación de polvo afecta a la calidad del aire de la siguiente manera:

*El impacto sería negativo, grado de certeza: probable (si es que no se humedece la capa superficial del suelo en forma suficiente), la magnitud sería mediana, la duración sería baja, el ámbito geográfico sería local, el efecto negativo sería reversible y si existen medidas de mitigación aplicables.*

Las medidas de mitigación que deberán ser ejecutadas son las siguientes:

- Humedecimiento de la capa del suelo para evitar la generación de polvo.
- Calibración de la maquinaria que será utilizada en la construcción para disminuir el ruido, producción excesiva de gases y vibraciones.
- Dotación de los artículos de protección personal para los trabajadores que participen en la construcción.

- d) El **cuarto impacto** que podría producir la construcción del puente y sus vías de acceso es la afectación a la zona agrícola existente en el área de existencia. La calificación de los atributos es como sigue:

*El impacto será negativo, grado de certeza es que si ocurrirá, la magnitud será baja, el área afectada será local, el impacto será reversible y si existe medida de mitigación ejecutable.*

La medida de mitigación que se recomienda aplicar es:

- Indemnización a los propietarios afectados por las expropiaciones.

- e) El **quinto impacto** es la alteración del drenaje de las escorrentías de agua y las características del impacto son las siguientes:

*El efecto sería negativo, el grado de certeza es probable, la magnitud sería baja, la duración sería temporal, el área afectada sería regional, el impacto sería reversible y si existe medida de mitigación a aplicarse.*

La medida de mitigación que debe ejecutarse es la siguiente:

- Limpiar el material de la excavación que obstruye el cauce del Río y su costa.

- f) El **sexto impacto** tiene relación con las viviendas que se encuentran cercanas al sitio de obras.

*El impacto será negativo, con certeza total de que ocurrirá, la magnitud será baja, la duración será temporal, el área localizada, el impacto reversible y si existe medida de mitigación.*

La medida de mitigación a aplicarse será:

- Reubicar las viviendas de ser necesario.

- g) El **séptimo impacto** identificado por la acción del desbroce es la afectación al nivel de salud y seguridad de los trabajadores que participan en la construcción.

*El impacto sería negativo, la certeza probable de que ocurra, la magnitud sería baja, la duración sería temporal, el área afectada sería muy pequeña, el impacto podría ser reversible y existen medidas de mitigación factible de ser aplicadas.*

Las medidas a ser implantadas para mejorar la seguridad y precautelar la salud de los involucrados son:

- Dotación de artículos de seguridad para los trabajadores que participen en la construcción.
- Cumplir con las normas de seguridad e higiene industrial que corresponden.

## Excavación

La excavación en el área de influencia del proyecto será realizada para adecuar la base de los accesos al puente y para alcanzar el nivel de cimentación de la obra propiamente dicha.

Esta actividad del proyecto determina que se afecten los siguientes componentes ambientales: *estructura y calidad del suelo, calidad del aire y, drenaje de aguas superficiales.*

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL		
Excavación	1	3	6
Tipo Impacto	N	N	B
Certeza	C	P	C
Magnitud	B	M	B
Duración	P	T	P
Ambito geográfico	L	L	L
Reversibilidad	I	R	R
Mitigación	N	S	N

Tabla 5: Matriz N° 2 - Excavación

- a) El **primer impacto** generado por la excavación es la alteración de la estructura del suelo, el detalle de calificación es como se describe a continuación:

*El impacto será negativo, el grado de certeza es que si ocurrirá, la magnitud se califica como baja, la duración será permanente, el área afectada será localizada, el impacto se aprecia como irreversible y no existe medida de mitigación aplicable.*

- b) El **segundo impacto** que se desarrollará es la producción del polvo, gases y generación de ruido por el trabajo de la maquinaria pesada y volquetas.

*El impacto de ocurrir sería negativo, la certeza es probable, la magnitud sería mediana, la duración sería temporal, el área afectada estaría localizada, el impacto sería reversible y si existen medidas de mitigación que se pueden aplicar.*

Las medidas ambientales que se debe adoptar son las siguientes:

- Dotación de los artículos de seguridad para los trabajadores que participen en la construcción.
  - Reducción del ruido mediante una adecuada calibración de la maquinaria que se empleará para las excavaciones.
- c) El **tercer impacto** que se producirá por la excavación es la alteración del drenaje de las escorrentías superficiales del agua, cuyas características de este impacto se describen como sigue:

*El efecto será beneficioso, grado de certeza: cierto, la magnitud será baja, la*

*duración será permanente, el área afectada sería localizada, el impacto sería reversible y no existe medida de mitigación factible de aplicarse.*

### Material de Préstamo

La actividad de desbroce y disposición de materiales será relativamente pequeña, puesto que el movimiento de tierra será de pequeña escala. El desalojo producto de la ejecución del proyecto generará afectaciones a los componentes ambientales: *calidad de aire; minas y canteras; y, salud y seguridad.*

La calificación de los impactos ambientales se indican en la matriz que sigue:

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL		
Material de Prestamo	3	7	9
Tipo Impacto	N	N	N
Certeza	P	C	P
Magnitud	B	M	B
Duración	T	P	T
Ámbito geográfico	R	L	L
Reversibilidad	R	R	R
Mitigación	S	S	S

Tabla 6: Matriz N° 3 - Material de Préstamo

- a) El **primer impacto** debido al desalojo de materiales es el que se producirá sobre la calidad del aire, debido a la producción de polvo y partículas de material transportado en los camiones y la calificación se describe en el siguiente párrafo:

*El impacto sería negativo, el grado de certeza probable, la magnitud si se produjera sería baja, la duración sería temporal, el área afectada sería regional (por la dispersión del material durante el acarreo), el impacto se aprecia como reversible y si existe medida de mitigación aplicable.*

A continuación se indica la medida que se debe aplicar para reducir el impacto ambiental:

- Cubrir con una lona a los camiones que lleven los materiales desde las canteras hasta el área del proyecto.

- b) El **segundo impacto** tiene que ver con los materiales necesarios para realizar la construcción del puente, los mismos que serán proporcionados de la explotación de canteras. La calificación de los impactos es como sigue:

*El impacto será negativo; grado de certeza: cierto; la magnitud es mediana en los sitios de canteras; la duración del impacto será permanente; el área geográfica involucrada por el impacto será regional (con la presencia de vientos se esparcirá el polvo a grandes distancias); el impacto se califica como reversible y, si hay medida de mitigación practicable.*

La medida de mitigación que se deberá practicar es la siguiente:

- Explotar los materiales de construcción tomando en consideración aspectos ambientales como: controlar el drenaje de aguas de lluvia, proteger con cubiertas vegetales una vez terminada la explotación, emplear mangas en las máquinas donde sea posible hacerlo para evitar el levantamiento de polvo, humedecer constantemente las áreas abiertas o expuestas.
- c) El **tercer impacto** tiene que ver con la afectación a la salud de los trabajadores por el levantamiento de polvo en la zona de canteras:

*El efecto sería negativo, el grado de certeza es probable, la magnitud sería baja, la duración sería temporal, el efecto sobre el área afectada sería localizado, el impacto sería reversible y si existen medidas de mitigación factibles de aplicarse.*

Las medidas de mitigación del impacto se indican a continuación:

- Cubrir con lona los camiones que transportan los materiales de desalojo.
- Explotar los materiales de construcción tomando en consideración aspectos ambientales como: emplear mangas en las máquinas, donde sea posible hacerlo, para evitar el levantamiento del polvo; humedecer en forma constantes las áreas abiertas o expuestas.
- Dotación de artículos de seguridad para los trabajadores que desarrollan sus labores en las canteras.

## Hormigón

La colocación de hormigón generará efectos ambientales negativos de magnitud limitada. Los componentes que serán afectados en mayor magnitud son: *calidad del suelo, calidad del aire; y, salud y seguridad.*

En la siguiente matriz se resume los impactos ambientales.

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL		
	1	3	9
Colocación de Hormigón	1	3	9
Tipo Impacto	N	N	N
Certeza	P	C	P
Magnitud	B	B	M
Duración	T	T	P
Ambito geográfico	L	L	L
Reversibilidad	R	R	I
Mitigación	S	S	N

Tabla 7: Matriz N° 4 - Hormigón

- a) El **primer impacto** que se podría producir por una no adecuada disposición del material de rechazo sería en la estructura y calidad del suelo (material sobrante del hormigón, áridos, encofrados, etc.). Las características del impacto son las siguientes:

*El impacto sería negativo, grado de certeza: probable, la magnitud sería baja (la cantidad de rechazo sería pequeña), la duración sería temporal, el ámbito geográfico afectado sería localizado, el impacto sería reversible y si existe medida de mitigación.*

La medida de mitigación recomendada es:

- Disponer los materiales de rechazo o sobrantes en un sitio predeterminado y en forma adecuada.

- b) El **segundo impacto** es la producción de polvo, gases y generación de ruido por el trabajo de la maquinaria pesada, en las tareas de preparación y colocación del hormigón y que podría afectar a la calidad del aire.

*El impacto será negativo, grado de certidumbre cierto, la magnitud será baja, la duración será temporal, el área afectada será muy localizada, el impacto será reversible y se lo puede mitigar.*

La medida de mitigación que deberá ser aplicada es la siguiente:

- Adecuada calibración de la maquinaria que se empleará para la mezcla y manipuleo del hormigón fresco.

- c) El **tercer impacto** por la ejecución de la colocación del hormigón en las partes componentes del puente, existe un riesgo potencial respecto a la ocurrencia de accidentes laborales, cuyo detalle de calificación es el siguiente:

*El impacto sería negativo, el grado de certeza es probable, la magnitud si se produjera sería mediana, la duración sería permanente o temporal de acuerdo al grado de afectación al trabajador, el área geográfica involucrada por el impacto estaría localizada, el impacto se califica como reversible y si existen medidas de mitigación aplicables.*

Las medidas de mitigación ambiental que se deberán poner en práctica son:

- Dotación de artículos de seguridad personal para los trabajadores que participen en la construcción (guantes, cascos, gafas entre otras).
- Cumplir con las normas de seguridad previstas para el efecto.

### **Transporte de los materiales para la construcción del puente**

El transporte de materiales necesarios para las obras de construcción del puente tendrá efectos ambientales que se indican en los párrafos de abajo. Los componentes ambientales afectados serán: *calidad del aire; y, salud y seguridad.*

En la siguiente matriz se resumen los impactos ambientales:

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	
Transporte de Material enrocado	3	9
Tipo Impacto	N	N
Certeza	P	P
Magnitud	B	B
Duración	T	T
Ambito Geográfico	R	L
Reversibilidad	R	R
Mitigación	S	S

Tabla 8: Matriz N° 5 - Transporte de material

- a) El **primer impacto** debido al traslado de los materiales de construcción que se producirá es la alteración de la calidad del aire, debido a la generación de partículas sólidas por el transporte en los camiones, y a continuación se presenta el detalle de la calificación:

*El impacto sería negativo, grado de certeza: probable, la magnitud si se produjera sería baja, la duración sería temporal, el área temporal, el área afectada sería regional, el impacto se aprecia como reversible y si existe medida de mitigación aplicable.*

La medida que se deberá practicar es la siguiente:

- Tapar con la lona a los camiones que trasladen el material de enrocado desde las canteras hasta el sitio del proyecto.

- b) El **segundo impacto** es la afectación a la salud de los trabajadores por el levantamiento de polvo y los riesgos laborales en el área del proyecto:

*El efecto sería negativo, el grado de certeza es probable, la magnitud sería baja, la duración sería temporal, el efecto sería localizado, el impacto sería reversible y si existen medidas de mitigación factibles de aplicarse.*

Las medidas prácticas para mitigar el impacto son:

- Dotación de artículos de seguridad personal para los trabajadores de la construcción.
- Cumplir con las normas de seguridad previstas para el efecto.

## Construcción de Vigas y tableros

La construcción del puente, incluyendo las vigas y tableros, propiamente dicho generará afectaciones a los siguientes componentes ambientales: *estructura y calidad del suelo; minas y cantera; viviendas; salud y seguridad.*

En la siguiente matriz resume los efectos ambientales esta actividad sobre los componentes ambientales afectados.

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL			
Construcción de Vigas y Tableros del Puente	1	7	8	9
Tipo de Impacto	N	N	B	N
Certeza	C	C	C	P
Magnitud	M	M	A	B
Duración	P	P	P	T
Ambito Geográfico	L	R	R	L
Reversibilidad	I	I	I	R
Mitigación	N	S	N	S

Tabla 9: Matriz N° 6 - Vigas y Tableros

- a) El **primer impacto** se debe al movimiento de tierras que se efectuará para cimentar y construir el puente sobre el Río Uruguay. La calificación del impacto se presenta a continuación:

*El impacto será negativo, el grado de certidumbre es cierto, la magnitud se califica como mediana, la duración será permanente sobre el suelo, el área afectada estará localizada, el impacto tendrá carácter de irreversible y no existe medida de mitigación aplicable.*

- b) El **segundo impacto** será la afectación sobre las minas y canteras, en el caso de que exista la necesidad de tomar los materiales de estas fuentes. El análisis de las probables afectaciones es los siguientes:

*El efecto será negativo, el grado de certeza será cierto, la magnitud será media, la duración será permanente, el efecto sobre el área afectada será regional, el impacto será irreversible y si existe medida de mitigación factible aplicarse.*

La medida de mitigación a ser ejecutada es la siguiente:

- Explotar los materiales de construcción tomando en consideración los aspectos ambientales como: explotación en terrazas, efectuar cubiertas vegetales una vez terminada la explotación, emplear mangas en las máquinas donde sea posible hacerlo para evitar el levantamiento de polvo, humedecer constantemente las áreas abiertas o expuestas.

- c) El **tercer impacto** por la construcción del puente será lo relacionado con las viviendas, cuya calificación es la siguiente:

*El tipo de impacto será beneficioso, el grado de certeza será cierto, la magnitud será alta, la duración permanente, el área geográfica involucrada regional, el impacto se califica como irreversible y no se definen medidas de mitigación.*

- d) El **cuarto impacto** por la construcción de puente es el riesgo laboral existente por la producción de accidentes para los trabajadores y obreros, el detalle de

calificación se presenta a continuación:

*El impacto sería negativo, el grado de certeza es probable, la magnitud si se produjera sería alta, la duración sería temporal de acuerdo al grado de afectación al trabajador, el área geográfica involucrada por el impacto sería localizada, el impacto se califica como reversible y si existen medidas de mitigación aplicables.*

Las medidas que se deberán practicar son las siguientes.

- Dotación de artículos de seguridad para los trabajadores que participen en la construcción.
- Cumplir con las normas de seguridad previstas para el efecto.

#### IV.9.5. Construcción de obras para evitar la erosión

Los puentes, por lo general, se socavan en sus estructuras que están en contacto con el agua y también se erosionan las márgenes próximas a los mismos, por lo tanto se deberá realizar la construcción de obras de encauzamiento para proteger al puente y evitar su caída y destrucción.

Las estructuras pueden ser de muros de enrocado o gaviones colocados a los costados del puente, en el sentido aguas arriba y agua abajo. Los componentes ambientales afectados por la construcción de obras para evitar la erosión son las siguientes: *Fauna, drenaje de aguas superficiales; y, salud y seguridad.*

La calificación de los impactos ambientales por la presente actividad es la siguiente:

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL		
Obras para evitar la Erosión	5	6	9
Tipo Impacto	N	P	N
Certeza	P	C	P
Magnitud	B	M	B
Duración	T	P	T/P
Ambito geográfico	L	L	L
Reversibilidad	R	R	R
Mitigación	S	N	S

Tabla 10: Matriz N° 7 -Obras para evitar la erosión

- a) El **primer impacto** tendrá incidencia sobre la fauna existente en las inmediaciones del sitio seleccionado para la construcción de puente, debido a las actividades de la maquinaria que operarán para construir las obras de encauzamiento del Río Uruguay. El detalle de la calificación propuesta es el siguiente:

*El impacto sería negativo, grado de certeza: probable, la magnitud del impacto sería baja, la duración del impacto sería temporal, el ámbito afectado tendrá un carácter local, el impacto es reversible y si existe mitigación aplicable.*

La medida de mitigación sería:

- Calibración de la maquinaria que trabaja en la construcción de las obras de encauzamiento del río.
- b) El **segundo impacto** que se generará por la construcción de las estructuras para corregir el cauce, será el drenaje de las aguas de escorrentía superficial del Río Uruguay. El análisis del impacto que se plantea es como se describe a continuación:

*El impacto será positivo, grado de certidumbre: cierto, la magnitud se califica como mediana, la duración será permanente, el área afectada será local, el impacto tendrá carácter reversible y no existen medidas de mitigación practicable.*

- c) El **tercer impacto** que se generará por esta actividad constructiva es el riesgo laboral potencial para los trabajadores de la construcción. La calificación de los impactos es como sigue:

*El efecto sería negativo, grado de certidumbre: probable, la magnitud sería baja, la duración sería temporal permanente (según el tipo de accidente laboral), el efecto estaría localizado, el impacto sería reversible y si existen medidas de mitigación viable para ser ejecutadas.*

Las medidas de mitigación serán:

- Dotación de los artículos de seguridad personal para los trabajadores que participen en la construcción.
- Cumplir con las normas de seguridad que tiene el IESS para dicho efecto.

### Ubicación, funcionamiento del obrador y/o campamento

El obrador también debe ser considerado en la evaluación de los impactos ambientales, por afectar al ambiente con impactos negativos que podrían darse por su instalación, funcionamiento y remoción. El campamento servirá para alojar a una cantidad máxima de trabajadores, ya que se preferirá la contratación de obreros provenientes de ambas ciudades (Concordia y Salto).

Los componentes ambientales afectados por el campamento si se llegaran a construir son: *Calidad del suelo; calidad del agua; y, salud y seguridad.*

La calificación de los impactos ambientales por las instalaciones y operación del obrador y/o campamento es la siguiente:

- a) El **primer impacto** que se generaría por la presencia del campamento es la afectación a la calidad del suelo en el sector de su emplazamiento, debido a la producción de residuos sólidos, básicamente constituidos de materia orgánica biodegradable (desechos de la cocina, papel higiénico, material fungible, etc.) Por consiguiente. Se recomienda hacerlo mediante un relleno sanitario manual en una zona preseleccionada. La calificación se detalla a continuación:

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL		
Ubicación del campamento	1	2	9
Tipo Impacto	N	N	N
Certeza	C	C	P
Magnitud	B	B	B
Duración	T	T	T
Ambito geográfico	L	L	L
Reversibilidad	R	R	R
Mitigación	S	S	S

Tabla 11: Matriz N° 8 -Campamento

*El impacto será negativo, grado de certeza: cierto, la magnitud será de baja, la duración será temporal, el área afectada será localizada, el impacto tendrá carácter reversible y si existen medidas de mitigación practicables.*

Las medidas que se deberán aplicar serán las siguientes:

- Disponer los desechos sólidos en un relleno sanitario manual, diseñado para el efecto.
  - Venta de los aceites y grasas usados por las máquinas a plantas recicladoras de estos productos en alguna de las dos ciudades.
- b) El **segundo impacto** por la presencia del campamento se producirá sobre la calidad del agua debido a la generación de aguas servidas doméstica. La clasificación se explica a continuación:

*El impacto será negativo, grado de certeza cierto, la magnitud será de baja, la duración será temporal, el área afectada será localizada, el impacto tendrá carácter reversible y si existen medidas de mitigación practicables.*

Las medidas que deberán ejecutarse serán las siguientes:

- Disponer las excretas de las personas que habitan en el obrador y/o campamento, conforme a las técnicas sanitarias conocida como es la fosa séptica para las aguas servidas doméstica.
  - Cumplir con las normas higiénicas en preparación de alimentos y costumbres de los trabajadores para evitar la transmisión de enfermedades.
- c) El **tercer impacto** que se generará por esta actividad constructiva es el riesgo laboral potencial para los trabajadores de la construcción. La calificación de los impactos es como sigue:

*El efecto sería negativo, grado de certidumbre: probable, la magnitud sería baja, la duración sería temporal (según el tipo de evento laboral), el efecto estaría localizado, el impacto sería reversible y si existen medidas de mitigación viable para ser ejecutadas.*

Las medidas de mitigación serán:

- Dotación de los artículos de seguridad para los trabajadores que participen en la construcción.
- Cumplir con las normas de seguridad previstas para dicho efecto.

### Operación del Puente

Los gases y partículas que salen de los escapes de los automotores que circularían por la vía que une ambas ciudades, Concordia y Salto, que tienen un sentido bidireccional, disipan en el aire estos corpúsculos con mayor facilidad.

La movilización de automotores afectará a los siguientes componentes ambientales: *calidad del aire; y, salud y seguridad.*

La matriz que se indica a continuación resume los efectos ambientales de esta actividad.

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	
Operación del Puente	3	9
Tipo Impacto	N	N
Certeza	C	C
Magnitud	B	B
Duración	P	P
Ambito geográfico	L	L
Reversibilidad	R	R
Mitigación	S	S

Tabla 12: Matriz N° 9 -Operación

- a) El **primer impacto** tiene relación con la contaminación del aire en el área de influencia del proyecto por el humo, gases, y partículas que salen de los escapes de los automotores que circularán por el puente.

La calificación del impacto se presenta a continuación:

*El impacto será negativo, grado de certeza total, la magnitud será de baja (la duración de los contaminantes en aire), la duración será permanente, el área afectada será local, el impacto tendrá carácter reversible y si existe medida de mitigación practicable.*

La medida que deberá ser aplicada es:

- Controlar los humos, gases partículas que emiten los escapes de los vehículos.
- b) El **segundo impacto** afectará a la salud y seguridad de la personas por generación de contaminantes, ruido y el potencial de riesgo de accidentes de tránsito. La calificación del impacto es analizada a continuación:

*El impacto será negativo, con certeza total de que ocurra, la magnitud será baja, la duración será permanente, el área afectada será localizada, el impacto tendrá carácter reversible y si se puede mitigar.*

Las medidas que se deberán ejecutar para mitigar el efecto negativo serán las siguientes:

- Señalizar la vía en forma técnicamente bien elaborada para prevenir accidentes de tránsito.
- Formular y ejecutar programas de educación vial tanto para peatones como a automovilistas para prevenir accidentes en la vía.

#### **IV.9.6. Plan de prevención y Medidas de mitigación**

##### **Plan de Manejo ambiental**

El plan de manejo ambiental para la fase de construcción del Puente Interurbano Concordia-Salto y obras complementarias ha sido preparado con el apoyo de los términos de referencia. El plan de manejo ambiental propuesto en este trabajo contiene diferentes medidas de mitigación para prevenir, controlar y reducir al mínimo el impacto ambiental y socio-cultural que se pueden generar durante la fase constructiva y posterior fase de mantenimiento y operación.

##### **Objeto del Plan**

El *Plan de Manejo Ambiental* del Puente y obras complementarias tiene los siguientes objetivos:

- Prevenir, mitigar, neutralizar y controlar las alteraciones e impactos negativos que las actividades de construcción de las obras civiles podrían causar a los factores del entorno ambiental localizados en el área de influencia, en cuanto se refiere a los factores físicos, bióticos, paisajísticos, socio-económicos y culturales.
- Garantizar que la construcción de las obras no solo preserven la calidad ambiental del entorno, sino que contribuya de manera eficaz a mejorar la calidad del medio ambiente y calidad de influencia del proyecto.

Una vez que se ha identificado, valorado y caracterizado los impactos ambientales que ocurrirán durante las actividades de construcción del proyecto, propiedades y viviendas, alteración de patrón de drenaje, cubierta vegetal, protestas de la comunidad y la generación del polvo, son los impactos que tienen mayor peso.

En base a los resultados de las matrices se propone en este estudio que el Plan de Manejo Ambiental se oriente fundamentalmente hacia la implementación de las medidas que permitirán reducir los impactos al medio ambiente.

A continuación se describen cada una de las medidas a ser observadas por el constructor y verificadas por el fiscalizador y dueño del proyecto

## Medidas y Actividades del Plan de Manejo Ambiental

### a) Medida N° 1 **Plan de compensación por Expropiaciones**

- **Objetivos.** Efectuar las compensaciones debido a las expropiaciones (si las hay) que se deberán realizar para ejecutar la obra del Puente sobre el río Peripa
- **Posibles Impactos Ambientales Negativos.**
  - Afectaciones a la zona del área de influencia del proyecto.
  - Protestas de la comunidad.
- **Estrategias a utilizar.** Los municipios, e intendencias de ambas ciudades deberán ejecutar el proceso de expropiación, en base a la información preparada en la etapa final de proyecto y los costos previamente establecidos.

#### Actividad N° 1 **Realización del proceso de expropiaciones**

- **Acciones y Procedimientos a Desarrollar.** Las municipalidades deberán efectuar el trámite establecido por las leyes vigentes respecto al proceso de expropiación que deberá llevarse a cabo. El valor de cada expropiación para cada propietario afectado será realizado por las respectivas oficinas de Catastro de cada municipio. El proceso de expropiación deberá ser ejecutado como un paso previo al inicio a la construcción del proyecto.
- **Indicadores Verificables de Aplicación.** Proceso de expropiación hasta la notificación a las personas afectadas.
- **Resultados Esperados.** Expropiación ejecutada, con orden de demolición de viviendas y/o ocupación de solares.
- **Etapas de Ejecución de la Actividad.** Construcción

### b) Medida N° 2 **Integración Paisajística**

- **Objetivos.** Proponer los aspectos relevantes de la integración paisajística del proyecto en el entorno del proyecto del Puente sobre el río Uruguay.
- **Posibles Impactos Ambientales Negativos.**
  - Afectaciones a las especies de árboles existentes en el área de influencia directa del proyecto.
  - Pérdida de especies de flora endémicas del bosque seco Tropical.
- **Estrategias a utilizar.** Formular e implantar el programa de integración paisajística durante la ejecución de la obra.

El valor paisajístico, se verá mejorado más allá del deterioro ocurrido en la época anterior a la construcción y operación del puente. Se mitigarán los efectos nocivos adversos causados por la intervención de áreas naturales que se efectuarán para construir el nuevo puente.

#### Actividad N° 1 **Implantación del programa de integración paisajística**

- **Acciones y Procedimientos a Desarrollar.** La cantidad de vegetación que resultaría afectado asciende a 1 hectárea.

Este tramo se verá afectado por el desarrollo del proceso constructivo por lo que deberán tomarse las medidas precautelares para su protección según reglamentación municipal.

Todas estas situaciones rurales de diferente entorno paisajístico condicionan el proyecto de diferentes maneras debiendo responder el diseño a los diferentes entornos de forma armónica para lograr unidad paisajística.

- **Proyecto Paisajístico:** Se ha tratado de revalorizar la identificación de la zona intervenida por el proyecto, así el tratamiento paisajístico que se le dará, deberá ser analizada y proyectada por un experto paisajista con la finalidad de que el Proyecto se integre con el paisajismo del entorno.
- **Indicadores Verificables de Aplicación.** Áreas verdes implantadas.
- **Resultados Esperados.** Proyecto integrado con el paisajismo del entorno.
- **Etapas de Ejecución de la Actividad.** Construcción

#### Actividad N° 2 **Reforestación**

- **Acciones y Procedimientos a Desarrollar.** El establecimiento de estas áreas busca la conformación de una comunidad vegetal que incorpore al ámbito puntual del proyecto un espacio verde y recreativo que alivie escénicamente el entorno del mismo con los siguientes objetivos:
  - Mantener la cobertura vegetal alrededor del área de influencia de los desvíos temporales,
  - Restaurar el paisaje en el área afectada como medida de mitigación,
  - Iniciar el proceso de recuperación de la zona impactada.
- **El establecimiento de estos objetivos puede ocurrir en dos etapas diferentes:** La primera etapa puede darse dejando la cobertura vegetal existente y revegetalizando con las especies escogidas para una mejor protección de los taludes. Una vez instaladas las plántulas, deben ser regadas constantemente, evitando el encharcamiento, con el fin de facilitar su establecimiento. En la selección de las especies a implementar se considerarán como características principales:
  - Su follaje, textura, tono y forma,

- Su fácil adaptación a las condiciones biofísicas y climáticas del área,
- Su capacidad para proporcionar alimento a la avifauna,
- Su participación en la belleza escénica del entorno,
- Su fácil disponibilidad en viveros locales, o zonas aledañas,
- Su condición de especies melíferas y de floración llamativa.

- **Indicadores Verificables de Aplicación.** Áreas verdes implantadas.
- **Resultados Esperados.** Proyecto integrado con el paisajismo del entorno.
- **Etapas de Ejecución de la Actividad.** Construcción

c) Medida N° 3 **Instalación y operación de Obradores y/o Campamentos**

**Impacto 1:** Sobre la calidad del agua del río Uruguay.

- **Mitigación:** No arrojar basura y materiales contaminantes al cauce del río.
- **Responsable:** Constructor.

**Impacto 2:** Contaminación que afectará la calidad del aire.

- **Mitigación:** La calidad del aire será afectado por malos olores generados por material orgánico en descomposición y por aguas negras y grises producidas en los obradores.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

**Impacto 3:** Afectación a la salud, seguridad de trabajadores y ciudadanos.

- **Mitigación:** Dotación de artículos de seguridad para trabajadores. Señales de construcción para los pobladores.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

d) Medida N° 4 **Operación de Maquinarias y Equipos**

**Impacto 1:** Contaminación del aire.

- **Mitigación:** Calibrar equipos y maquinaria para evitar exceso de producción de gases contaminantes por la quema de combustible.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

**Impacto 2:** Contaminación del suelo.

- **Mitigación:** Colocar el material de desbroce y nivelación en sitios autorizados por la Inspección.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

**Impacto 3:** Contaminación del agua.

- **Mitigación:** No arrojar los materiales de desbroce y corte de taludes a la pendiente del río Uruguay.
- **Responsable:** Inspección.

**Impacto 4:** Socioeconómico.

- **Mitigación:** Dotación de artículos de seguridad para trabajadores. Señales de construcción para los pobladores.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

e) Medida N° 5 **Transporte y Descarga de materiales en Obra**

**Impacto 1:** Contaminación del aire.

- **Mitigación:** Cubrir con lona los camiones que transportan el material.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

**Impacto 2:** Contaminación del agua.

- **Mitigación:** No arrojar materiales sobrantes en las laderas del Río Uruguay.
- **Responsable:** Constructor/Inspección.

**Impacto 3:** Socioeconómico.

- **Mitigación:** Para dar seguridad a los trabajadores dotar de artículos de seguridad.
- **Responsable:** Constructor.

f) Medida N° 6 **Seguridad e Higiene Industrial** El Contratista deberá establecer las zonas de seguridad para el personal en cada cambio de turno. Por lo tanto es responsabilidad de cada encargado entregar la información pertinente al encargado de turno entrante, la misma que deberá incluir la ubicación de la zona de seguridad, previamente señalizada y con barreras, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Zonas de seguridades claramente señalizadas y con barreras para los trabajos en los diversos frentes de trabajo.
- Zonas abiertas, rellenadas o compactadas claramente señalizadas para los trabajos en tierra.
- Instruir a los trabajadores de la obra para que por ningún motivo ubicar los equipos o personal en:
  - Áreas de escape en las vías de acceso a la obra.
  - Terrenos flojos o rellenados sin compactación.
- Nunca se debe reparar un equipo en ninguna de las áreas anteriormente anotadas.

- En trabajos nocturnos (si es que está en el programa de construcción) el personal deberá utilizar chalecos reflectivos de manera obligatoria, con el objeto de facilitar su visualización y salvaguardar la seguridad los trabajadores.
- Todas las excavaciones, recuperaciones y nuevas construcciones deberán ser inspeccionados por la persona competente, para luego de la inspección iniciar los trabajos.
- Diseñar los programas tendientes a prevenir y evitar accidentes, garantizando la seguridad del personal de obra y de la comunidad.
- Deberán proveerse de los Implementos de Protección Personal específicos para cada labor, así como dotar al personal con elementos como overoles (según especificación), casco, botas industriales, entre otros. Los siguientes implementos de protección personal son indispensables para dotar a los trabajadores y técnicos de la obra, conforme a su función en la obra:
  - Protección de la cara y los ojos.
    - Se emplearán en labores en la que la cara o en que los ojos de los trabajadores puedan ser alcanzados por fragmentos despedidos actividades como suelda, etc. Se recomienda dotar de gafas especiales, cubreojos en forma de copa o mascarillas de soldador.
    - Protección de cabeza.
    - Se usarán para labores en que las personas estén expuestas a materiales y herramientas que se caigan desde alturas. Se proporcionará de cascos duros de metal, fibra de vidrio o base plástica suspendidos con una estructura de correas ajustables.
  - Protección de manos.
    - Se recomienda el uso de guantes en tareas en las que las manos estén expuestas a fricciones, golpes, cortaduras, etc. Los guantes serán de neopreno, material textil resistente o plástico.
  - Protección del sistema respiratorio.
    - Las mascarillas contra polvo se usarán al trabajar en ambientes donde se produzcan partículas en suspensión, por ejemplo, en el área de desbroce y excavación de zanjas.
  - Protección contra caídas.
    - Cuando los trabajadores bajen a revisar sitios profundos, deberán emplear cinturones de seguridad que les sostenga a la escalerilla y eviten su caída.
  - Protección para trabajo en altura.

- Cuando los trabajadores efectúen sus labores en sitios altos, la empresa Contratista deberá dotarlos de arnés que deberán ser enganchados a barras fijas o ganchos apropiados, para evitar una caída, en caso de accidentes.
  - Protección de pies.
    - Se dotará a los trabajadores de botas con puntas de acero para evitar lesiones en los pies, y botas para agua y lodo.
    - Verificar regularmente el estado de los implementos de protección personal y uniformes de los trabajadores.
    - Cumplir con las indicaciones de las normas de seguridad industrial del Reglamento de Seguridad e Higiéncia Industrial que corresponde según la norma vigente y del Código de Trabajo y sus reglamentos.
  - **Responsable:** Constructor/Inspección.
- g) Medida N° 7 **Plan de Control de Materiales de Construcción y Material de desalojo**

**Mitigación:**

- La disposición del material de desalojo será en el lugar autorizado por la autoridad ambiental competente.
- Está totalmente prohibido disponer el material de desalojo y los desechos de la construcción en los sistemas de drenaje de las aguas lluvias o cuerpo hídrico alguno ya que los contaminaría y disminuiría su capacidad de conducir el agua que se genera por las precipitaciones.
- La Inspección, o la autoridad competente deberá controlar en forma estricta el cumplimiento de la prohibición de vertimiento de material sobrante en los desagües pluviales u drenajes naturales de las precipitaciones.
- No se permitirá que permanezcan al lado de las zanjas, materiales sobrantes de las excavaciones o de las labores de limpieza y desmonte; por lo tanto el transporte de estos deberá hacerse en forma inmediata y directa de las áreas despejadas al equipo de acarreo.
- El área de almacenamiento y cargue de material de rellenos, deberá tener la protección y control necesarios. Se debe cubrir el material con plástico o lona, para evitar el lavado o arrastre por aguas lluvias o escorrentía.
- El tiempo de almacenamiento no debe ser mayor de 24 horas cuando se utilice el espacio público.
- La ubicación del material excavado no debe interferir las labores de la obra y las labores cotidianas del sector.

**Responsable:** Constructor/Inspección.

h) Medida N° 8 **Control de ruido**

**Mitigación:**

- Realizar el mantenimiento adecuado de la maquinaria, equipos y vehículos de manera que el ruido generado por la operación de los mismos no excedan las normas ambientales vigentes.
- Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo.
- No se permitirá la utilización de bocinas o pitos accionados por sistema de compresor de aire.
- Se deberá utilizar un dispositivo de sonido de alerta automático de reversa.

**Responsable:** Constructor/Inspección.

**Medidas Normativas**

- a) Señalizar el puente en forma técnicamente bien elaborada para prevenir y evitar accidentes de tránsito, de conformidad a las normas de tránsito y transporte terrestre.
- b) Controlar, conforme lo establece la Ley de Tránsito y Transporte los humos, gases y partículas que emiten los escapes de los vehículos.
- c) Cumplir con las normas higiénicas en preparación de alimentos y práctica de costumbres de los trabajadores para evitar la transmisión de enfermedades.
- d) Cumplir con las normas de seguridad para el efecto.
- e) Explotar los materiales de construcción tomando en consideración aspectos ambientales como: explotación en terrazas, efectuar cubiertas vegetales una vez terminada la explotación, emplear mangas en las máquinas donde sea posible hacerlo para evitar el levantamiento de polvo, humedecer constantemente las áreas abiertas o expuestas y otros que señalen las leyes de construcción de vías.

## IV.10. Análisis de Costos del Proyecto

En base al predimensionado de los diferentes elementos estructurales del puente, cuyas dimensiones se pueden ver en los planos del anexo a este capítulo, se computaron los volúmenes de hormigón necesarios, la cantidad de acero de los obenques, el movimiento de suelo involucrado, entre otras cosas, con estos computos, se elaboró un presupuesto en pesos argentinos (\$AR), y también en dólares estadounidenses (\$US) tal y como lo requiere el “REGLAMENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PUENTES Y OTRAS OBRAS BINACIONALES DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS EN EL RÍO URUGUAY. Cabe mencionar que sólo se han evaluado costos directos, ante la incertidumbre de los costos operativos de las empresas internacionales que podrían llegar a ejecutar la obra, a la vez que al ser una obra que involucra dos naciones los factores financieros a aplicar (impuestos, gastos financieros, etc) se deja como objeto para otro estudio.

El presupuesto se separó en dos, por una parte el puente mismo incluyendo los estribos, y por otro lado el presupuesto de las obras complementarias, que contemplan la conexión a la red vial existente en cada ciudad (desde los estribos a las avenidas que serán unidas por la obra).

Rubro	Ítem	Designación	Un.	Cant.	\$ unitario	\$US unitario	\$ parcial	\$US parcial	\$ subtotal	\$US subtotal	%
<b>Movimiento de suelo</b>											
1	1.1	Excavación Pilotes y cabezales en suelo (Trabajo en tierra)	m³	992,6	\$ 5.307,85	\$ 630,39	\$ 5.268.678	\$ 625.734			
	1.2	Excavación Pilotes en suelo (Trabajo en agua)	m³	394,3	\$ 10.615,70	\$ 1.260,77	\$ 4.185.452	\$ 497.085			
	1.3	Excavación Pilotes en roca	m³	47,1	\$ 77.811,37	\$ 9.241,26	\$ 3.667.250	\$ 435.540	\$ 13.121.380	\$ 1.558.358,67	7,53%
<b>Infraestructura Hº Aº</b>											
2	2.1	Pilotes Ø1,00m (trabajo en tierra)	m³	450,0	\$ 3.900,00	\$ 463,18	\$ 1.755.117	\$ 208.446			
	2.2	Pilotes Ø1,00m (trabajo en agua)	m³	816,6	\$ 7.800,00	\$ 926,37	\$ 6.369.168	\$ 756.433			
	2.3	Estribos	m³	275,3	\$ 5.172,00	\$ 614,25	\$ 1.423.645	\$ 169.079			
	2.4	Cabezales de pilotes (en tierra)	m³	334,7	\$ 5.172,00	\$ 614,25	\$ 1.731.120	\$ 205.596			
	2.5	Cabezales de pilotes (en agua)	m³	630,1	\$ 10.344,00	\$ 1.228,50	\$ 6.518.065	\$ 774.117			
	2.6	Pilares y dinteles	m³	1.561,2	\$ 8.830,98	\$ 1.048,81	\$ 13.786.749	\$ 1.637.381	\$ 31.583.864	\$ 3.751.053	18,12%
<b>Superestructura Hº Aº</b>											
3	3.1	Vigas Postensadas "Doble T"	m³	966,0	\$ 5.942,00	\$ 705,70	\$ 5.739.972	\$ 681.707			
	3.2	Tablero Puente viga	m³	1.246,0	\$ 5.942,00	\$ 705,70	\$ 7.403.732	\$ 879.303			
	3.3	Sección cajón (Puente Postensado)	m³	2.222,7	\$ 5.942,00	\$ 705,70	\$ 13.207.402	\$ 1.568.575			
	3.4	Sección cajón (Puente Extradosado)	m³	3.639,7	\$ 5.942,00	\$ 705,70	\$ 21.626.979	\$ 2.568.525	\$ 47.978.085	\$ 5.698.110	27,52%
<b>Puente extradosado</b>											
4	4.1	Acero para obenques (Torón, vaina PE, Tubo antibandálico, anclaje, silla multitubo)	kg	139.371,0	\$ 325,00	\$ 38,60	\$ 45.295.575	\$ 5.379.522			
	4.2	Suministro, colocación y tensionamiento acero postensado (incluye anclajes), vigas postensadas	kg	139.283,3	\$ 240,00	\$ 28,50	\$ 33.427.990	\$ 3.970.070	\$ 78.723.565	\$ 9.349.592	45,16%
<b>Superestructura</b>											
5	5.1	Barrera New Jersey	ml	828,0	\$ 1.000,00	\$ 118,76	\$ 828.000,0	\$ 98.337,3			
	5.2	Moldura lateral sobre tablero	m³	245,1	\$ 1.500,00	\$ 178,15	\$ 367.605,0	\$ 43.658,6			
	5.3	Hormigón vereda	m³	430,0	\$ 1.500,00	\$ 178,15	\$ 645.000,0	\$ 76.603,3			
	5.4	Carpetas Asfálticas	Tn	870,4	\$ 456,58	\$ 54,23	\$ 397.407,2	\$ 47.198,0			
	5.5	Baranda metálica	ml	878,0	\$ 502,54	\$ 59,68	\$ 441.233,6	\$ 52.403,0	\$ 2.679.246	\$ 318.200	1,54%
<b>Iluminación</b>											
6	6.1	Columnas completas con luminarias	un	44,0	\$ 3.278,41	\$ 389,36	\$ 144.250	\$ 17.132			
	6.2	Cable preensamblado 4x16mm	ml	880,0	\$ 72,16	\$ 8,57	\$ 63.501	\$ 7.542	\$ 207.751	\$ 24.673	0,12%
<b>Señalización</b>											
7	7.1	Señalización Horizontal termoplástica	m²	210,7	\$ 184,46	\$ 21,91	\$ 38.869	\$ 4.616			
	7.2	Señalización Vertical reflectiva	m²	1,8	\$ 3.984,72	\$ 473,24	\$ 6.997	\$ 831	\$ 45.867	\$ 5.447	0,03%
<b>Total</b>									<b>\$ 174.339.756</b>	<b>\$ 20.705.434</b>	<b>100%</b>

Figura IV.33: Presupuesto para el puente.

Rubro	Item	Designación	Un.	Cant.	\$ unitario	\$US unitario	\$ parcial	\$US parcial	\$ subtotal	\$US subtotal	%
<b>Excavaciones - Movimiento de suelo</b>											
1	1.1	Limpieza y extracción de árboles	ha	2,4	\$ 31.883,27	\$ 3.786,61	\$ 75.563	\$ 8.974			
	1.2	Excavación para zanjas de desagüe	m³	2.350,0	\$ 35,69	\$ 4,24	\$ 83.872	\$ 9.961			
	1.3	Excavación para fundación alcantarillas	m³	40,0	\$ 129,95	\$ 15,43	\$ 5.201	\$ 618			
	1.4	Terraplen con compactación especial	m³	49.200,0	\$ 73,85	\$ 8,77	\$ 3.633.417	\$ 431.522			
	1.5	Ejecución banquetas	m³	3.120,0	\$ 51,69	\$ 6,14	\$ 161.273	\$ 19.154	\$ 3.959.325	\$ 470.229	42,64%
<b>Sub Base - Base</b>											
2	2.1	Sub base de suelo seleccionado - Esp 0,20m	m³	1.886,4	\$ 221,77	\$ 26,34	\$ 418.347	\$ 49.685			
	2.2	Base de suelo seleccionado para banquetas	m³	1.108,8	\$ 221,77	\$ 26,34	\$ 245.899	\$ 29.204			
	2.3	Base de estabilizado granular - Esp 0,15m	m³	1.360,8	\$ 552,88	\$ 65,66	\$ 752.359	\$ 89.354	\$ 1.416.605	\$ 168.243	15,26%
<b>Ejecución de calzada</b>											
3	3.1	Banquetas asfálticas - Esp 0,06m	tn	748,8	\$ 685,54	\$ 81,42	\$ 513.332	\$ 60.966			
	3.2	Base de concreto asfáltico - Esp 0,07m	tn	1.620,5	\$ 685,54	\$ 81,42	\$ 1.110.924	\$ 131.939			
	3.3	Carpeta asfáltica - Esp 0,06m	tn	1.366,6	\$ 685,54	\$ 81,42	\$ 936.832	\$ 111.263			
	3.4	Riego de liga	m²	24.335,0	\$ 4,85	\$ 0,58	\$ 118.025	\$ 14.017			
	3.5	Riego de imprimación	m²	20.046,0	\$ 12,22	\$ 1,45	\$ 244.962	\$ 29.093	\$ 2.924.075	\$ 347.277	31,49%
<b>Hormigón H-21 - Desagües Pluviales y c/ cunetas</b>											
4	4.1	Para cordón cuneta y badenes	m³	248,0	\$ 1.800,00	\$ 213,78	\$ 446.400	\$ 53.017			
	4.2	Para Cámaras de captación	m³	11,1	\$ 3.900,00	\$ 463,18	\$ 43.134	\$ 5.123			
	4.3	Para Cámaras de registro	m³	3,5	\$ 1.800,00	\$ 213,78	\$ 6.210	\$ 738			
	4.4	Desagües diámetro 600 mm	ml	85,0	\$ 1.800,00	\$ 213,78	\$ 153.000	\$ 18.171	\$ 648.744	\$ 77.048	6,99%
<b>Iluminación</b>											
5	5.1	Columnas con luminarias	un	54,0	\$ 3.278,41	\$ 389,36	\$ 177.034	\$ 21.025			
	5.2	Cable preensamblado 4x16mm	ml	1.200,0	\$ 72,16	\$ 8,57	\$ 86.592	\$ 10.284	\$ 263.626	\$ 31.310	2,84%
<b>Señalización</b>											
6	6.1	Señalización horizontal termoplástica	m²	334,3	\$ 184,46	\$ 21,91	\$ 61.661	\$ 7.323			
	6.2	Señalización vertical reflectiva	m²	2,6	\$ 3.984,72	\$ 473,24	\$ 10.360	\$ 1.230	\$ 72.022	\$ 8.554	0,78%
<b>Total</b>									<b>\$ 9.284.397</b>	<b>\$ 1.102.660</b>	<b>100%</b>

Figura IV.34: Presupuesto de la conexión a la red vial urbana.

## IV.11. Evaluación Económica y Financiera del proyecto

### IV.11.1. Metodología de evaluación del proyecto

Desde la perspectiva social, la evaluación del Puente Interurbano Concordia-Salto está dirigida a cuantificar los beneficios provenientes de los ahorros por concepto de consumo de recursos que deben ser destinados para realizar el transporte de bienes y personas entre un lado y el otro del Río Uruguay en relación a la situación base. La situación base consiste en que el flujo vehicular se siga moviendo usando el puente carretero-ferroviario existente por sobre la Represa de Salto Grande, y el uso de las lanchas que cruzan el río.

En la medida que estos beneficios valorados a precios sociales y puestos en valor presente, utilizando la tasa social de descuento adoptada, sean superiores a la diferencia entre los montos de inversión del proyecto, se podrá concluir respecto de la conveniencia desde el punto de vista social de implementar la alternativa de proyecto. Esta tasa social de descuento se adoptará con un valor de 11,25 % anual.

Bajo este marco, resulta necesario definir las fuentes de beneficios y/o costos del sistema de transporte que deberán ser consideradas para realizar posteriormente la evaluación social del proyecto y que están asociadas principalmente a las siguientes componentes relacionadas con la operación y mantención de los vehículos, e infraestructura de transporte:

- a) Fuentes de Beneficios

- Reducción de los tiempos de viaje de las personas que cruzan el río.
  - Reducciones de los consumos de combustible de vehículos y transporte público.
- b) Fuentes de Costos
- Inversión y Mantenimiento del Puente, vías de acceso e infraestructuras anexas.

### **Parámetros**

- La evaluación del proyecto es a 32 años (2 años de construcción y 30 de operación).
- Valor residual es el 40 % de la inversión en el puente y accesos.
- El año base para la estimación del TMDA es el año 2017, con un flujo 3.963 vehículos

### **IV.11.2. Aspectos particulares**

Para la evaluación económica los beneficios que producirá el proyecto son los derivados de los ahorros en los costos de operación de los vehículos, producidos por el tránsito que utilizará la nueva facilidad, en lugar de las diferentes opciones actualmente disponibles, es decir, sobre el tránsito derivado al proyecto. A éstos, deben agregarse los beneficios del tránsito generado por el proyecto, medidos a través de la disposición a pagar de los usuarios por la utilización de la nueva obra.

Los beneficios están estrechamente vinculados con la demanda esperada para el proyecto. A los efectos de simplificar el análisis se ha considerado, para el cálculo de los beneficios, el TMDA sobre el puente proyectado, el que surge de los estudios realizados en el capítulo anterior (PREFACTIBILIDAD).

### **Costos**

Para conexión vial a la red urbana existente se supone un mantenimiento anual de reparación de banquetas, bacheos y sellado de grietas; y una vez cada dos a tres años la reposición de señalización (pintado de calzada). Por otra parte se considera el recapado de la carpeta asfáltica que consiste en la reconstrucción de la carpeta una vez cumplido los diez años de uso, todos los costos son los que se muestran en la tabla para calcular los indicadores económicos.

### **Beneficios tránsito derivado**

Se consideran como beneficios del proyecto los ahorros en los costos de operación de los vehículos que utilizarán la interconexión. Estos ahorros se producen sobre el

tránsito de autos, motos y ómnibus que derivan al proyecto con un recorrido de aproximadamente 30km menor que el actual. Se produce asimismo un ahorro en el costo de operación de las lanchas que cruzan el río, producto de la derivación de usuarios hacia los otros modos de transporte terrestre.

Según lo señalado fue necesario estimar los costos económicos de operación de los vehículos terrestres, los valores que resultaron del cálculo son:

- Autos: 0,3664\$US
- Motos: 0,1077\$US
- Ómnibus: 0,8428\$US

Los ahorros económicos totales sobre el tránsito derivado se calcularon entonces como la diferencia entre los costos unitarios económicos de operación aplicados sobre el TMDA de cada tipo de vehículo, en ambas situaciones de referencia (con y sin proyecto).

### **Beneficios tránsito generado**

El otro flujo de beneficios es el que aporta el tránsito que generará la interconexión. Es decir los beneficios que reciben los usuarios que no realizaban viajes entre Concordia y Salto y a causa de la implantación del puente comienzan a realizarlos.

Estrictamente los beneficios económicos producidos por el tránsito que genera el proyecto deben ser estimados a través del cálculo de la disposición a pagar, de cada tipo de usuario, por utilizar la conexión vial, recibiendo así un servicio de mejor calidad. Sin embargo, este cálculo implica la obtención de un importante base de datos socio-económicos de los potenciales usuarios del proyecto lo que es objeto de otro estudio.

Por lo tanto, se ha recurrido a una aproximación clásica y muy utilizada en la evaluación económica de proyectos. La misma consiste en estimar los beneficios económicos unitarios del tránsito generado como la mitad del ahorro en costos de operación que produce el proyecto. En la figura IV.35 se muestra el cálculo de los beneficios mientras que en la figura IV.36 se muestran la tabla para el cálculo de los indicadores económicos.

### **IV.11.3. Cálculo de indicadores**

Se calcularon los 3 indicadores clásicos en la evaluación económica de proyectos de inversión. El *Valor Neto Actual* (VAN), utilizando como tasa de descuento el valor para el costo de oportunidad del capital (adoptando un valor de 11,25 % anual), la *Tasa Interna de Retorno* (TIR) y la relación *Beneficio/Costo* (RBC).

Se construyó el flujo de costos y beneficios sobre una tabla en forma parametrizada para facilitar el análisis.

AÑO	T.M.D.A. DERIVADO			T.M.D.A. GENERADO			Beneficios Transito Derivado			Beneficios Transito Derivado			Beneficio Operación
	Autos	Omnibus	Motos	Autos	Colectivos	Motos	Autos	Omnibus	Motos	Autos	Omnibus	Motos	
0 2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 2017	1899	13	63	1197	760	31	\$ 7.518.764	\$ 118.384	\$ 73.364	\$ 2.370.424	\$ 3.460.513	\$ 17.946	\$ 13.559.395
3 2018	2107	15	70	1296	796	31	\$ 8.342.304	\$ 136.597	\$ 81.516	\$ 2.566.018	\$ 3.625.472	\$ 18.313	\$ 14.770.219
4 2019	2297	16	76	1395	832	32	\$ 9.094.576	\$ 145.703	\$ 88.503	\$ 2.761.613	\$ 3.790.430	\$ 18.680	\$ 15.899.505
5 2020	2503	17	83	1494	869	33	\$ 9.910.198	\$ 154.810	\$ 96.654	\$ 2.957.207	\$ 3.955.389	\$ 19.047	\$ 17.093.304
6 2021	2728	20	90	1593	905	33	\$ 10.801.046	\$ 182.129	\$ 104.806	\$ 3.152.801	\$ 4.120.347	\$ 19.414	\$ 18.380.543
7 2022	2974	21	99	1691	941	34	\$ 11.775.041	\$ 191.236	\$ 115.286	\$ 3.348.396	\$ 4.285.305	\$ 19.780	\$ 19.735.045
8 2023	3241	22	107	1747	975	33	\$ 12.832.182	\$ 200.342	\$ 124.602	\$ 3.459.295	\$ 4.441.429	\$ 19.282	\$ 21.077.133
9 2024	3468	24	114	1803	1010	32	\$ 13.730.949	\$ 218.555	\$ 132.754	\$ 3.570.194	\$ 4.597.553	\$ 18.784	\$ 22.268.789
10 2025	3710	26	122	1859	1044	31	\$ 14.689.106	\$ 236.768	\$ 142.070	\$ 3.681.093	\$ 4.753.677	\$ 18.285	\$ 23.521.001
11 2026	3971	28	131	1915	1078	31	\$ 15.722.491	\$ 254.981	\$ 152.551	\$ 3.791.993	\$ 4.909.801	\$ 17.787	\$ 24.849.604
12 2027	4249	29	139	1971	1113	30	\$ 16.823.184	\$ 264.087	\$ 161.867	\$ 3.902.892	\$ 5.065.926	\$ 17.289	\$ 26.235.244
13 2028	4545	31	149	2019	1145	29	\$ 17.995.145	\$ 282.300	\$ 173.512	\$ 3.997.115	\$ 5.214.139	\$ 16.958	\$ 27.679.169
14 2029	4682	33	154	2067	1178	29	\$ 18.537.573	\$ 300.513	\$ 179.334	\$ 4.091.338	\$ 5.362.353	\$ 16.627	\$ 28.487.739
15 2030	4822	33	159	2114	1210	28	\$ 19.091.879	\$ 300.613	\$ 185.157	\$ 4.185.561	\$ 5.510.567	\$ 16.296	\$ 29.289.974
16 2031	4967	34	163	2162	1243	27	\$ 19.665.982	\$ 309.519	\$ 189.815	\$ 4.279.785	\$ 5.658.781	\$ 15.965	\$ 30.119.947
17 2032	5116	35	168	2209	1275	27	\$ 20.255.921	\$ 318.726	\$ 195.637	\$ 4.374.008	\$ 5.806.995	\$ 15.635	\$ 30.966.922
18 2033	5269	37	173	2263	1306	26	\$ 20.861.699	\$ 336.939	\$ 201.460	\$ 4.480.489	\$ 5.947.128	\$ 15.288	\$ 31.843.003
19 2034	5375	37	176	2317	1337	26	\$ 21.281.387	\$ 336.939	\$ 204.953	\$ 4.586.971	\$ 6.087.261	\$ 14.942	\$ 32.512.454
20 2035	5482	38	180	2371	1368	25	\$ 21.705.035	\$ 346.045	\$ 209.611	\$ 4.693.452	\$ 6.227.394	\$ 14.596	\$ 33.196.135
21 2036	5591	38	183	2425	1398	24	\$ 22.136.602	\$ 346.045	\$ 213.105	\$ 4.799.934	\$ 6.367.528	\$ 14.250	\$ 33.877.464
22 2037	5703	39	188	2478	1429	24	\$ 22.580.047	\$ 355.152	\$ 218.928	\$ 4.906.416	\$ 6.507.661	\$ 13.904	\$ 34.582.106
23 2038	5818	40	191	2528	1456	24	\$ 23.035.370	\$ 364.258	\$ 222.421	\$ 5.004.048	\$ 6.627.648	\$ 13.700	\$ 35.267.444
24 2039	5934	41	194	2577	1482	23	\$ 23.494.652	\$ 373.365	\$ 225.915	\$ 5.101.680	\$ 6.747.635	\$ 13.495	\$ 35.956.741
25 2040	6052	42	199	2626	1508	23	\$ 23.961.852	\$ 382.471	\$ 231.737	\$ 5.199.313	\$ 6.867.622	\$ 13.291	\$ 36.656.286
26 2041	6174	42	202	2676	1535	22	\$ 24.444.890	\$ 382.471	\$ 235.231	\$ 5.296.945	\$ 6.987.609	\$ 13.087	\$ 37.360.233
27 2042	6297	43	207	2725	1561	22	\$ 24.931.888	\$ 391.578	\$ 241.053	\$ 5.394.577	\$ 7.107.597	\$ 12.882	\$ 38.079.574
28 2043	6423	44	210	2773	1586	22	\$ 25.430.763	\$ 400.684	\$ 244.547	\$ 5.489.049	\$ 7.221.756	\$ 12.676	\$ 38.799.475
29 2044	6552	45	215	2820	1611	21	\$ 25.941.516	\$ 409.790	\$ 250.369	\$ 5.583.521	\$ 7.335.916	\$ 12.469	\$ 39.533.582
30 2045	6683	46	219	2868	1636	21	\$ 26.460.188	\$ 418.897	\$ 255.027	\$ 5.677.993	\$ 7.450.075	\$ 12.262	\$ 40.274.443
31 2046	6816	47	223	2916	1661	21	\$ 26.986.779	\$ 428.003	\$ 259.685	\$ 5.772.465	\$ 7.564.235	\$ 12.056	\$ 41.023.223
32 2047	6953	47	228	2964	1686	20	\$ 27.529.207	\$ 428.003	\$ 265.508	\$ 5.866.937	\$ 7.678.394	\$ 11.849	\$ 41.779.899

Figura IV.35: Beneficios económicos del proyecto.

Los resultados muestran explícitamente la alta rentabilidad económica que alcanza el proyecto arrojando una TIR del 51,8 %, la Relación Beneficio/Costo cerca de 4, el VNA (para una tasa del 11,25 %) es de \$US 138.150.867. El proyecto es muy rentable desde el punto de vista económico, esto es para ambas ciudades (Concordia y Salto), por lo cual es conveniente continuar un análisis mas fino en futuros proyectos.

Como en la evaluación se observa que el Valor actual comienza a ser positivo antes del tercer año de operación, se efectuó un análisis considerando un peaje de \$US1.00 para los automóviles, \$US 5.00 para los ómnibus y las motos sin pago de peaje, y los gastos se recuperan dentro de los 15 años de uso del puente, esto es muy poco frente a la vida útil esperada para este tipo de obras.

AÑO	Beneficio Operación	Beneficios Actualizados	Inversión Inicial	Costo Mantenimiento	Costo Operación Puente	Costo Total	Costo Total Actualizado	Valor Residual	Valor Actual	Aux. Cálculo TIR
0	2015		-\$ 10.904.047			-\$ 10.904.047	-\$ 10.904.047		-\$ 10.904.047	-\$ 10.904.047
1	2016		-\$ 10.904.047			-\$ 10.904.047	-\$ 10.904.047		-\$ 10.904.047	-\$ 7.180.373
2	2017	\$ 13.559.395		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 1.335.322		-\$ 9.620.381	\$ 5.163.105
3	2018	\$ 14.770.219		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 1.200.290		\$ 9.526.923	\$ 3.745.680
4	2019	\$ 15.899.505		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 1.078.912		\$ 9.300.757	\$ 2.678.894
5	2020	\$ 17.093.304		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 976.814		\$ 9.053.763	\$ 1.910.406
6	2021	\$ 18.380.543		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 871.738		\$ 8.823.494	\$ 1.363.944
7	2022	\$ 19.735.045		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 783.585		\$ 8.573.444	\$ 970.891
8	2023	\$ 21.077.133		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 709.434		\$ 8.273.359	\$ 686.367
9	2024	\$ 22.268.789		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 633.120		\$ 7.897.811	\$ 479.999
10	2025	\$ 23.521.001		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 569.096		\$ 7.530.355	\$ 335.281
11	2026	\$ 24.849.604		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 511.547		\$ 7.180.098	\$ 234.198
12	2027	\$ 26.235.244		-\$ 173.070	-\$ 1.650.000	-\$ 1.823.070	-\$ 507.228		\$ 6.792.134	\$ 162.300
13	2028	\$ 27.679.169		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 413.319		\$ 6.509.019	\$ 113.943
14	2029	\$ 28.487.739		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 371.523		\$ 6.032.571	\$ 77.363
15	2030	\$ 29.289.974		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 333.953		\$ 5.584.643	\$ 52.467
16	2031	\$ 30.119.947		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 302.351		\$ 5.168.487	\$ 35.572
17	2032	\$ 30.966.922		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 269.827		\$ 4.786.064	\$ 24.132
18	2033	\$ 31.843.003		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 242.541		\$ 4.430.651	\$ 16.366
19	2034	\$ 32.512.454		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 219.590		\$ 4.069.345	\$ 11.012
20	2035	\$ 33.196.135		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 195.968		\$ 3.740.322	\$ 7.415
21	2036	\$ 33.877.464		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 176.151		\$ 3.434.707	\$ 4.988
22	2037	\$ 34.582.106		-\$ 173.070	-\$ 1.650.000	-\$ 1.823.070	-\$ 174.664		\$ 3.138.562	\$ 3.339
23	2038	\$ 35.267.444		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 142.326		\$ 2.894.875	\$ 2.256
24	2039	\$ 35.956.741		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 127.934		\$ 2.655.493	\$ 1.516
25	2040	\$ 36.656.286		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 114.997		\$ 2.435.636	\$ 1.019
26	2041	\$ 37.360.233		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 104.115		\$ 2.232.618	\$ 684
27	2042	\$ 38.079.574		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 92.915		\$ 2.047.961	\$ 460
28	2043	\$ 38.799.475		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 83.519		\$ 1.877.245	\$ 309
29	2044	\$ 39.533.582		-\$ 14.609	-\$ 1.650.000	-\$ 1.664.609	-\$ 75.616		\$ 1.720.216	\$ 207
30	2045	\$ 40.274.443		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 67.482		\$ 1.577.000	\$ 139
31	2046	\$ 41.023.223		-\$ 2.670	-\$ 1.650.000	-\$ 1.652.670	-\$ 60.658		\$ 1.445.010	\$ 93
32	2047	\$ 41.779.899		-\$ 173.070	-\$ 1.650.000	-\$ 1.823.070	-\$ 60.145	\$ 8.723.238	\$ 1.606.018	\$ 76
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 172.477.852</b>					<b>-\$ 34.614.776</b>		<b>\$ 138.150.867</b>	<b>\$ 0</b>

Figura IV.36: Evaluación Económica del proyecto.

## Bibliografía

- [1] [http://www.christian-menn.ch/english/projekte\\_e/sunniberg\\_e.htm](http://www.christian-menn.ch/english/projekte_e/sunniberg_e.htm)
- [2] <http://fp.auburn.edu/heinmic/ConcreteHistory/Pages/Sunniberg1.htm>
- [3] <http://bridge-desing-space.blogspot.com/2009/11/sunniberg-bridge.html>
- [4] <http://en.structurae.de/structures/data/index.cfm?ID=s0000072>
- [5] Luke J Drinkwater, ljd23@bath.ac.uk, University of Bath-Dept. Architecture and Civil Engineering, "Analysis of the Sunniberg bridge".
- [6] Chio G., Comportamiento Estructural y Criterios de Diseño de los Puentes con Pretensado Extradado. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- [7] Kasuga A. (2006), Extradosed Bridges in Japan. *Structural Concrete*, 7(3), 91-103.
- [8] Rodríguez M. A., Análisis del Comportamiento Estructural de Puentes Extradados Durante Construcción. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander.
- [9] Dos Santos D. M., Comportamento Estrutural de Potes com Protensao no Extradado, Sao Paulo, 2006. Dissertacao (Mestrado).
- [10] Peirotén D. R., Métodos de Definición de Cargas en Tirantes en Puentes Atirantados. Proyecto de fin de Master.
- [11] Aracelly E., Pérez B., Incidencia de la Resistencia del Hormigón a Tracción en Vigas para Puentes de Luces Medianas. Tesis de Grado.
- [12] Espinosa E., Proyecto Final Maestría en Ingeniería de Estructuras, 2012. Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- [13] AASHTO LRFD, Bridge Design Specifications. Customary U.S. Units-2012, ISBN: 978-1-56051-523-4.