



*Centro Tecnológico de Transporte,
Tránsito y Seguridad Vial
Secretaría de Extensión Universitaria
Universidad Tecnológica Nacional*

.....

Ciudad de Buenos Aires, 22 de marzo de 2012

“PROBLEMÁTICAS DE LOS PASOS A NIVEL DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TRÁNSITO VIAL Y DEL TRANSPORTE PÚBLICO FERROVIARIO”

ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

Ing. Yampolsky, Guillermo Eduardo

Ingeniería en Relevamientos Viales S.A.



Introducción

Partición Modal en el AMBA

Modo	1970	1992	1997	2008 *
Ferrocarril	7	4,7	6,1	5,3
Colectivo	54,3	46,4	33,5	35,2
Subterráneo	5,4	2,4	2,9	3,5
Automóvil Privado	15,4	27,3	36,6	39,5
Taxis	6,8	7,7	7,9	3,5
Motos y Bicicletas	3	3,4	4,4	
A Pie	8,1	8	8,6	

Fuente: Estudio de Transporte y Circulación Urbana. Plan Urbano Ambiental. Años 1970, 1992, y 1997.

Fuente: Año 2008 Elaboración Propia en base al Estudio Estratégico Preliminar Accesos a la Región Metropolitana de Buenos Aires. El Transporte Ferroviario y los Subterráneos. Academia Nacional de Ingeniería. Octubre 2011.

Introducción

Comparación de los pasajeros en 2000, 2010 y en el año del máximo registrado

Línea	Cantidad de pasajeros año 2000	Cantidad de pasajeros en año 2010	Máximo alcanzado y Año	Relación entre 2010 y el máximo
Mitre	81.731.509	60.705.609	89.578.000 1971	67,8%
Sarmiento	111.518.129	100.121.793	124.429.000 1975	80,5%
Urquiza	25.115.427	22.495.408	28.307.109 2004	79,5%
Belgrano Norte	36.552.511	42.676.093	45.830.200 2008	93,1%
San Martín	49.591.786	49.955.545	51.016.000 1980	97,9%
Belgrano Sur	16.343.350	12.760.576	16.343.350 2000	78,1%
Roca	155.041.358	130.819.414	155.344.676 1999	84,2%
	475.894.070	419.534.438	510.848.335	82,1%

Fuente: Estudio Estratégico Preliminar Accesos a la Región Metropolitana de Buenos Aires. El Transporte Ferroviario y los Subterráneos. Academia Nacional de Ingeniería. Octubre 2011.

¿Cuáles serían algunas soluciones a la problemática del tránsito y transporte del AMBA?

- Potenciar el Transporte Público de Pasajeros:

- Ferrocarril:

- Mejora de las frecuencias
- Calidad del servicio
- Material rodante

- Subterráneo:

- Mejora de las frecuencias
- Calidad del servicio
- Material rodante
- Ampliación de la red de subtes.

- Colectivos:

- Mejora de la velocidad comercial
- Tiempos de viaje.
- Calidad del servicio

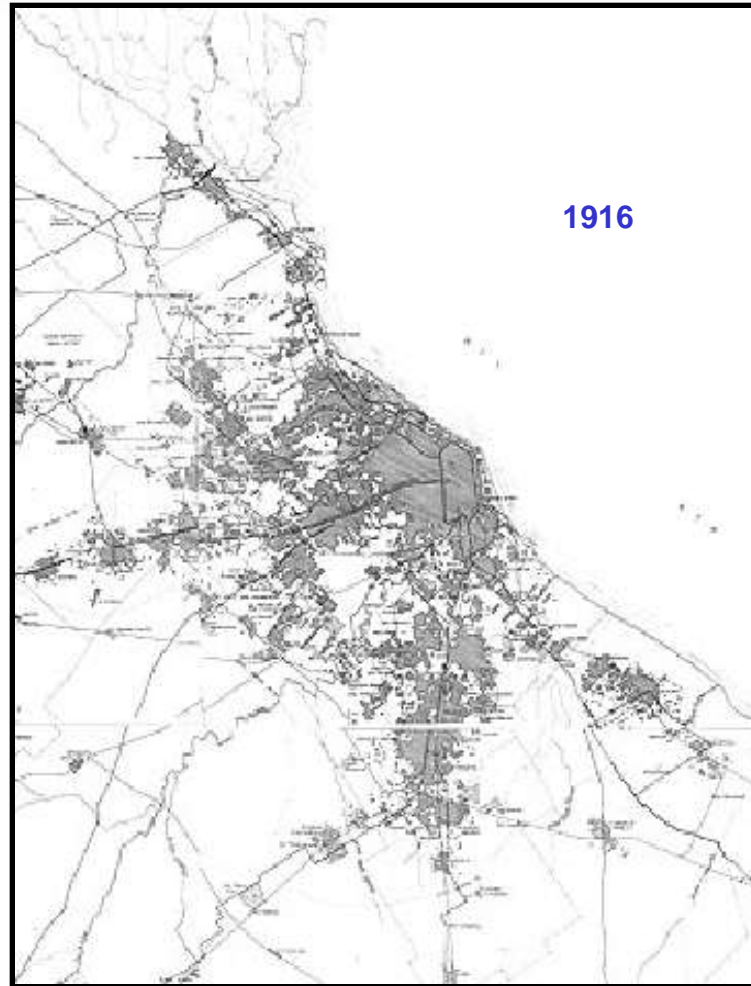
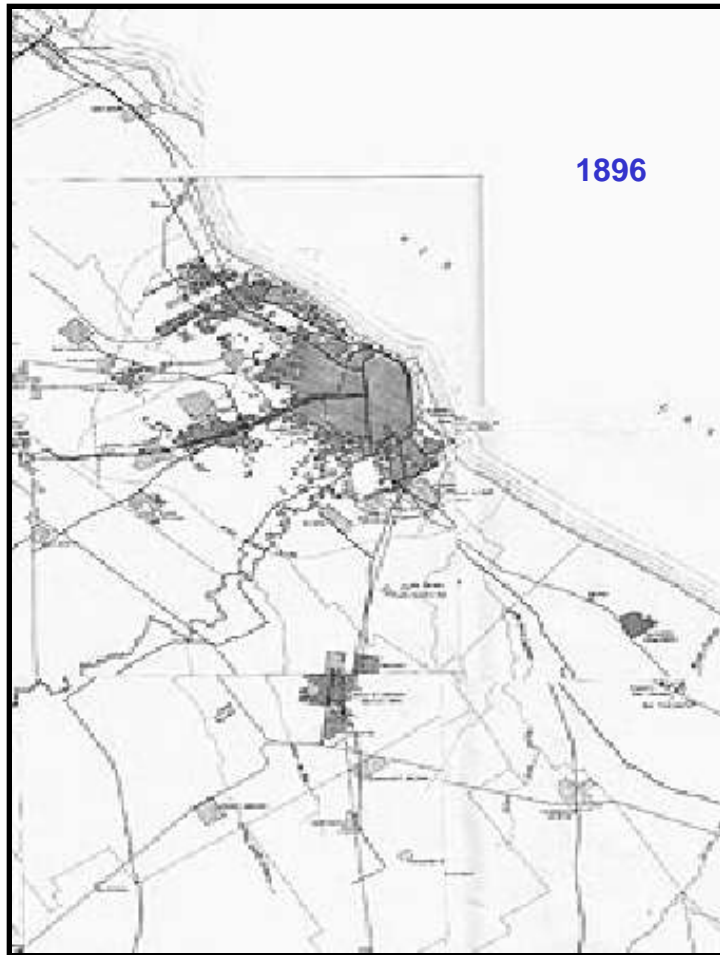
- **Desincentivar el transporte privado e individual.**



Introducción a la problemática de los PAN

- El actual funcionamiento de los sistemas de barreras en los Pasos a Nivel (PAN) del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) constituirá en el futuro cercano, de no mediar acciones que lo contrarresten, una limitante a las mejoras en el transporte público del AMBA y, paradójicamente afectará en mayor medida a los usuarios del ferrocarril metropolitano.
- Este modo no podrá mejorar sus servicios en determinados ramales de alta frecuencia en horas pico por la fuerte limitación que imponen los tiempos de cierre de barreras de los PAN, obligando a sus pasajeros a derivarse a otros modos públicos o al vehículo particular.
- Esto continuará afectando los tiempos de viaje de los usuarios de la red vial por las demoras que sufren en los PAN cada vez que son detenidos por una barrera baja.

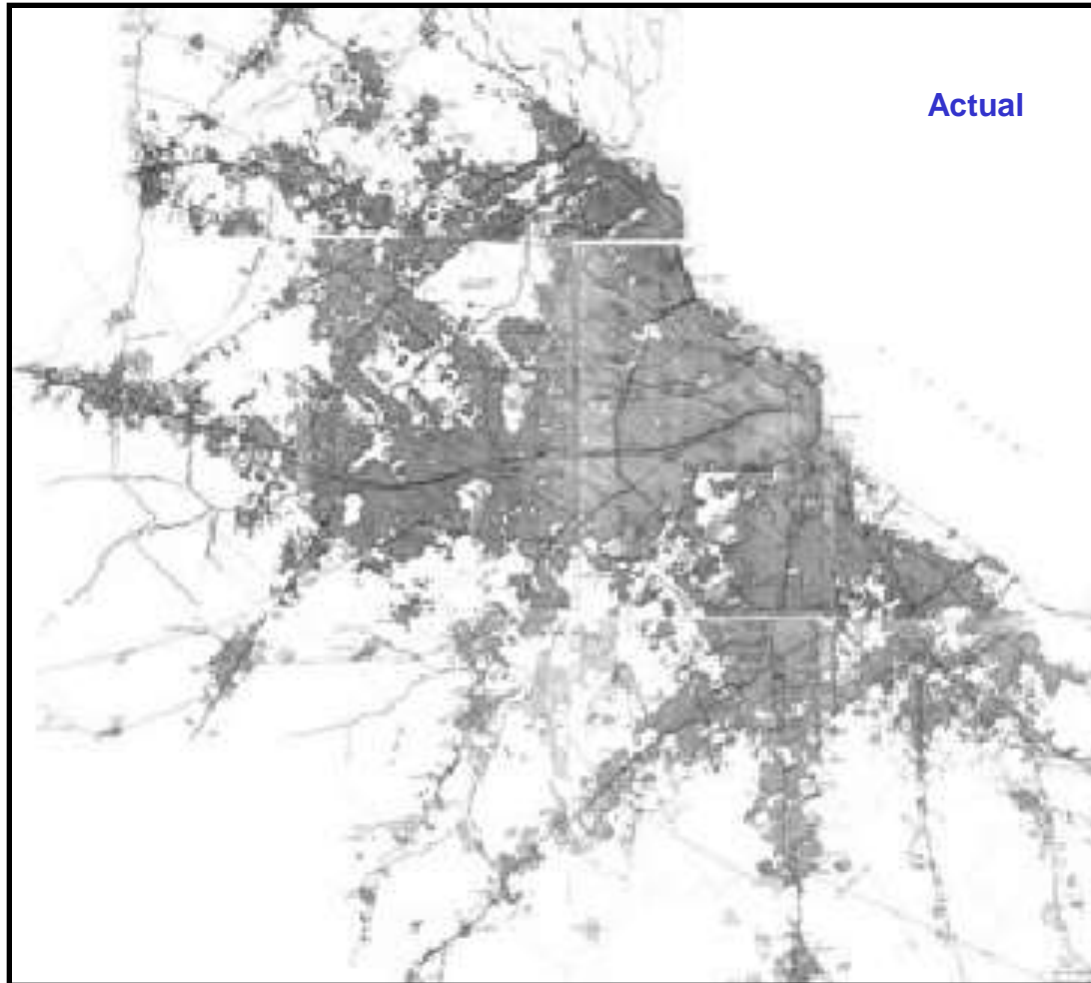
Mancha urbana. Años 1896 – 1916.



Año 1896 – 1916.

Fuente:

Mancha urbana. Actual

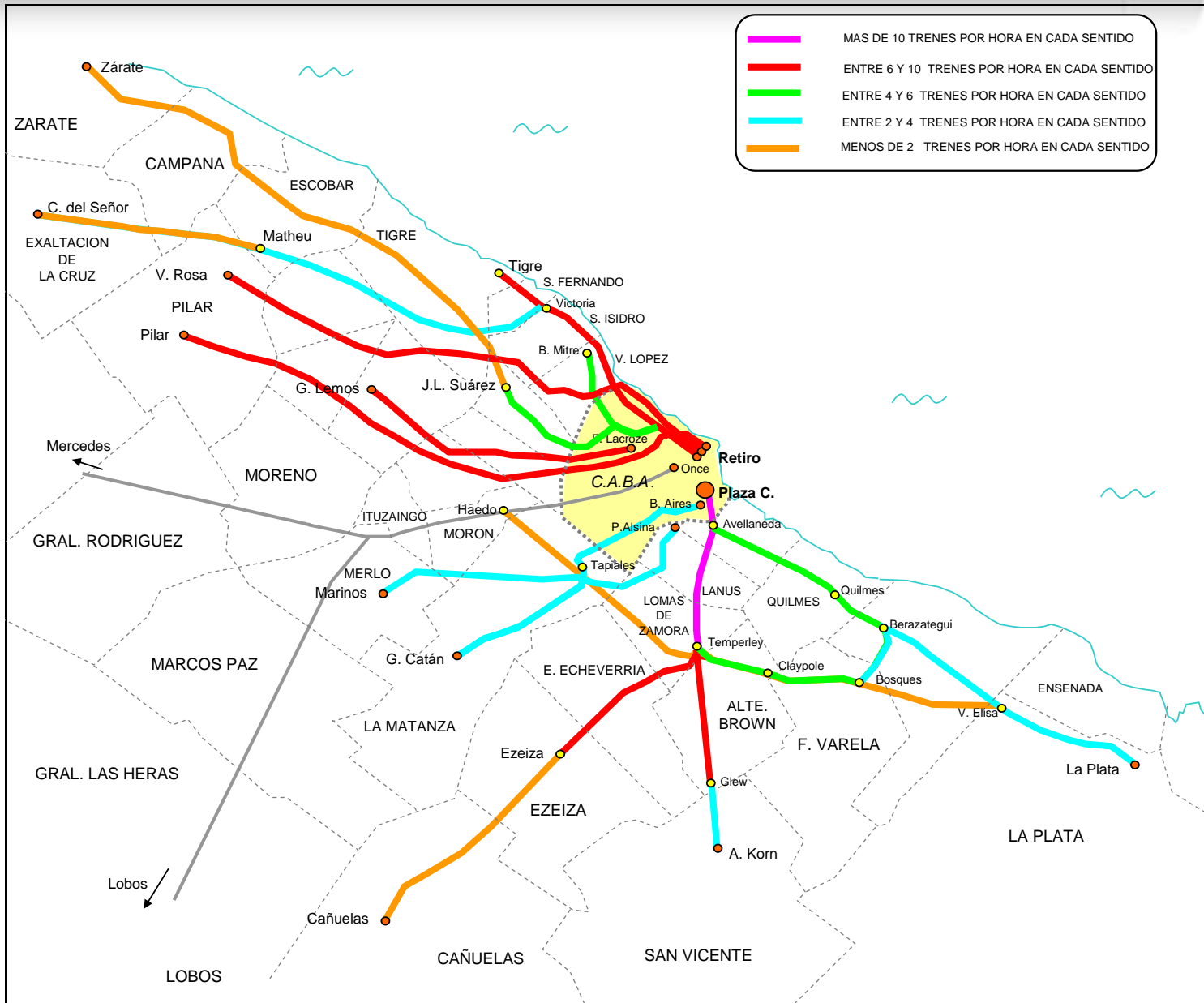


Fuente:
Actual.

http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es

Red Ferroviaria Metropolitana de Pasajeros

Trenes Suburbanos por Sector en Hora Pico



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

Servicios en días hábiles de los ferrocarriles del AMBA

RAMAL / TRAMO	TRENES DE PASAJEROS DEL SERVICIO METROPOLITANO					TRENES FUERA DE SERVICIO (VACIOS) DEL SERVICIO METROPOLITANO			TRENES INTERURBANOS DE PASAJEROS	TRENES DE CARGA	LOCOMOTORAS LIVIANAS	TOTAL DIARIO DE CIRCULACIONES		
	HORA PICO		TOTAL DIARIO			TOTAL DIARIO						TOTAL DIARIO		
	Intervalo entre trenes en cada sentido (min)	Trenes por hora en cada sentido	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL DIARIO	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo		
RETIRO - TIGRE	9,5	6,3	200	160	110	4	4	4	0	2	0	206	166	116
VICTORIA - MATHEU	60,0	1,0	34	34	20	4	4	2	0	2	0	40	40	24
MATHEU - CAPILLA DEL SR.	120,0	0,5	14	14	14	4	4	2	0	2	0	20	20	18
RETIRO - J. L. SUAREZ	13,0	4,6	160	134	90	4	4	2	4	4	4	180	150	104
J. L. SUAREZ - ZARATE	60,0	1,0	34	20	16	2	2	2	4	4	4	52	34	30
COGHLAN - B. MITRE	16,0	3,8	106	100	84	2	2	2	0	0	0	108	102	86
RETIRO - VILLA ROSA	9,5	6,3	180	180	180	4	4	4	0	2	4	194	190	190
F. LACROZE - GRAL. LEMOS	8,0	7,5	164	108	78	4	4	4	0	0	0	168	112	82
F. LACROZE - ZARATE									2	4	2	10	8	8
RETIRO - PILAR	10,0	6,0	180	160	120	4	4	4	2	4	2	194	172	132
BS. AIRES - TAPIALES	23,0	2,6	126	126	100	4	4	4	0	2	2	136	134	108
TAPIALES - G. CATAN	45,0	1,3	84	64	52	4	4	4	0	2	2	94	72	60
P. ALSINA - MARINOS	33,0	1,8	56	56	48	2	2	2	0	0	0	58	58	50
P. CONSTITUCION - TEMPERLEY	4,5	13,4	568	406	184	12	8	6	10	4	0	614	438	214
TEMPERLEY - HAEDO	60,0	1,0	32	32	30	0	0	0	0	4	0	40	38	36
TEMPERLEY - EZEIZA	12,0	5,0	188	146	92	4	2	2	4	8	2	208	162	108
EZEIZA - CAÑUELAS	45,0	1,3	40	40	40	2	2	2	4	8	2	58	56	56
TEMPERLEY - GLEW	12,0	5,0	190	148	92	4	2	2	6	0	2	204	158	102
GLEW - A. KORN	48,0	1,3	30	24	18	4	2	2	6	0	2	44	34	28
TEMPERLEY - CLAYPOLE	11,1	5,4	250	162	60	4	4	4	0	2	2	260	170	68
CLAYPOLE - BOSQUES	13,6	4,4	220	142	60	4	4	4	0	2	2	230	150	68
BERAZATEGUI - BOSQUES	25,0	2,4	88	76	60	0	0	0	0	2	2	84	80	64
BOSQUES - GUTIERREZ	50,0	1,2	40	34	30	0	0	0	0	0	0	40	34	30
GUTIERREZ - VILLA ELISA		0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVELLANEDA - BERAZATEGUI	13,6	4,4	176	152	146	4	4	4	0	2	2	186	160	154
BERAZATEGUI - LAPLATA	30,0	2,0	88	76	86	4	4	4	0	2	2	98	84	94

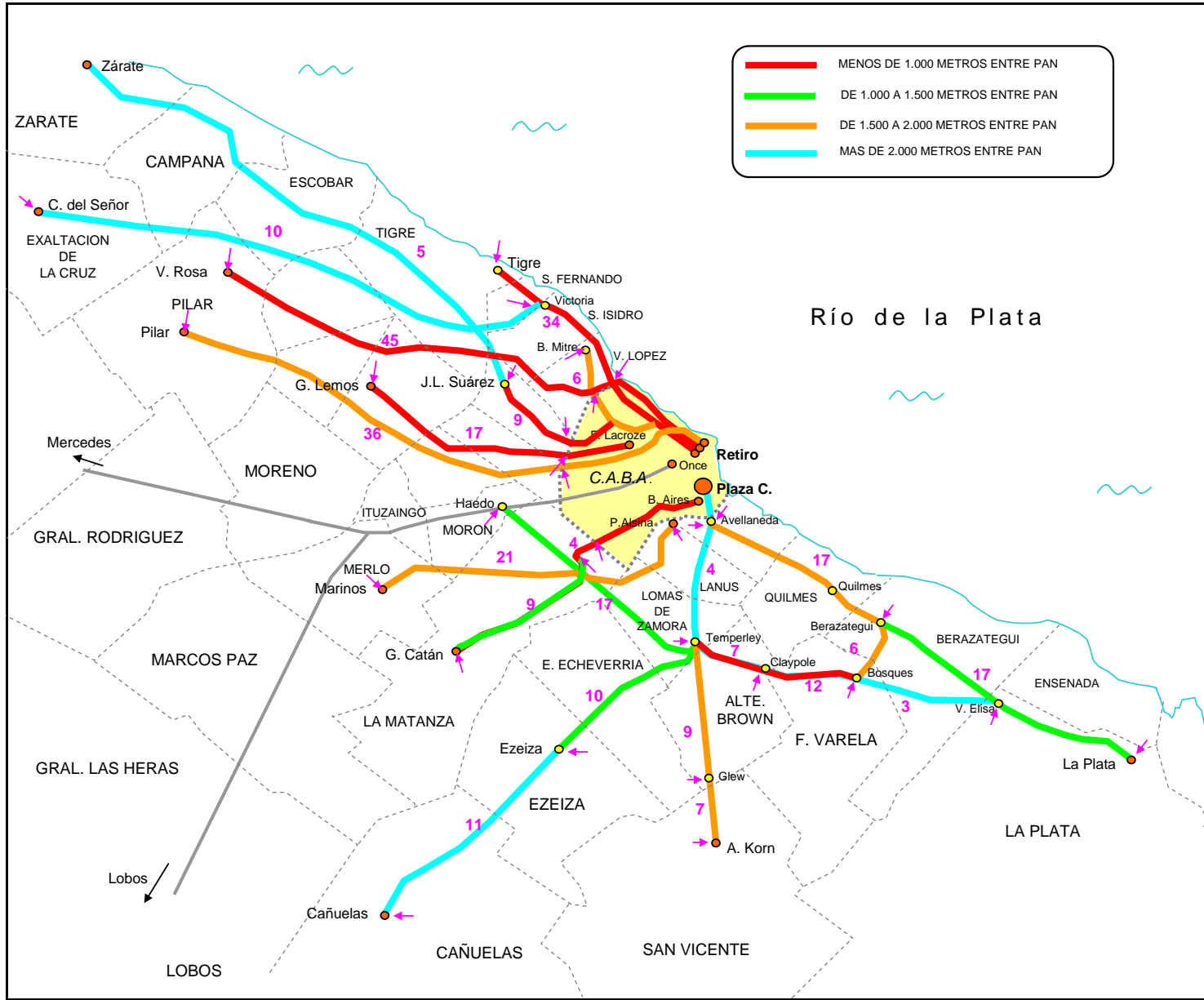
Caracterización de la situación actual de los PAN del AMBA y GCBA

Línea	A Nivel			Bajo Nivel			Alto Nivel			TOTAL		
	AMBA	CBA	%	AMBA	CBA	%	AMBA	CBA	%	AMBA	CBA	%
Belgrano Norte	46	0	2,2	8	3	25,0	8	4	50,0	62	7	11,3
Belgrano Sur	62	17	27,4	8	7	87,5	10	4	40,0	80	28	35,0
Mitre	130	30	23,1	36	20	55,6	18	5	27,8	184	55	29,9
Roca	189	0	0,0	42	12	28,6	18	1	5,6	249	13	5,2
San Martín	59	23	39,0	12	8	66,7	5	3	60,0	76	34	44,7
Sarmiento	152	22	14,5	7	3	42,9	21	14	66,7	180	39	21,7
Urquiza	30	10	33,3	1	0	0,0	6	0	0,0	37	10	27,0
TOTAL	668	102	15,4	114	53	45,6	86	31	36,0	868	186	21,4

Fuente: Elaboración propia. 2005 en base a datos CNRT.

Red Ferroviaria Metropolitana de Pasajeros Concesionada

Densidad de PAN



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

Protección de los PAN Vehiculares por Línea y Ramal (AMBA)

Línea	Ramal	PAN			
		Automática	Manual	Sin Barrera	Total
BELGRANO NORTE	RETIRO - VILLA ROSA	41	0	5	46
BELGRANO SUR	BS AS - G. CATAN	24	2	6	32
	PTE. ALSINA - M. C. G. BELGRANO	1	19	16	36
MITRE	COGHLAN - MITRE	6	6	0	12
	RETIRO - TIGRE	51	0	0	51
	RETIRO - ZARATE	2	33	9	44
	VICTORIA - CAP DEL SEÑOR	11	0	12	23
ROCA	AVELLANEDA - LA PLATA	17	19	3	39
	BERAZATEGUI - BOSQUES	1	0	6	7
	BOSQUES - VILLA ELISA	0	2	11	13
	PLAZA C. - TEMPERLEY	0	5	0	5
	TEMPERLEY - A. KORN	5	6	5	16
	TEMPERLEY - BOSQUES	3	7	10	20
	TEMPERLEY - CAÑUELAS	3	14	25	42
	TEMPERLEY - HAEDO	9	8	5	22
SAN MARTIN	RETIRO - PILAR	49	7	4	60
SARMIENTO	MERLO - LOBOS	1	19	32	52
	ONCE - MERCEDES	83	4	12	99
URQUIZA	LACROZE - LEMOS	27	0	3	30
TOTAL AMBA		334	151	164	649

Protección de los PAN Vehiculares por Línea y Ramal (Ciudad de Buenos Aires)

Línea	Ramal	PAN			
		Automática	Manual	Sin Barrera	Total
BELGRANO NORTE	RETIRO - VILLA ROSA	1	0	0	1
BELGRANO SUR	BS AS - G. CATAN	17	0	0	17
	PTE. ALSINA - M. C. G. BELGRANO	---	---	---	0
MITRE	COGHLAN - MITRE	2	4	0	6
	RETIRO - TIGRE	12	0	0	12
	RETIRO - ZARATE	0	12	0	12
	VICTORIA - CAP DEL SEÑOR	---	---	---	0
ROCA	AVELLANEDA - LA PLATA	---	---	---	0
	BERAZATEGUI - BOSQUES	---	---	---	0
	BOSQUES - VILLA ELISA	---	---	---	0
	PLAZA C. - TEMPERLEY	0	0	0	0
	TEMPERLEY - A. KORN	---	---	---	0
	TEMPERLEY - BOSQUES	---	---	---	0
	TEMPERLEY - CAÑUELAS	---	---	---	0
	TEMPERLEY - HAEDO	---	---	---	0
SAN MARTIN	RETIRO - PILAR	23	0	0	23
SARMIENTO	MERLO - LOBOS	---	---	---	0
	ONCE - MERCEDES	21	1	0	22
URQUIZA	LACROZE - LEMOS	10	0	0	10
TOTAL CIUDAD DE BUENOS AIRES		86	17	0	103

La red vial y la operatoria de los PAN

La capacidad de un PAN está relacionada y afectada por:

- La capacidad (C) del cruce;
- Tiempo de cierre de barreras (tmcb);
- Accidentes.



La red vial y la operatoria de los PAN. Capacidad de un tramo de arteria y de un paso a nivel (vehículos/hora/carril)

Tipo de pavimento	Pendiente	Tipo de ingreso al cruce	
		Recto	Recto + Giro
Losetas de Hormigón	Horizontal	1.150	1.000
	Pendiente	1.030	900
Pavimento Asfáltico	Horizontal	900	850
	Pendiente	800	750

PAN Pavimento Asfáltico



INGENIERÍA EN RELEVAMIENTOS VIALES S.A.

PAN Pavimento Asfáltico

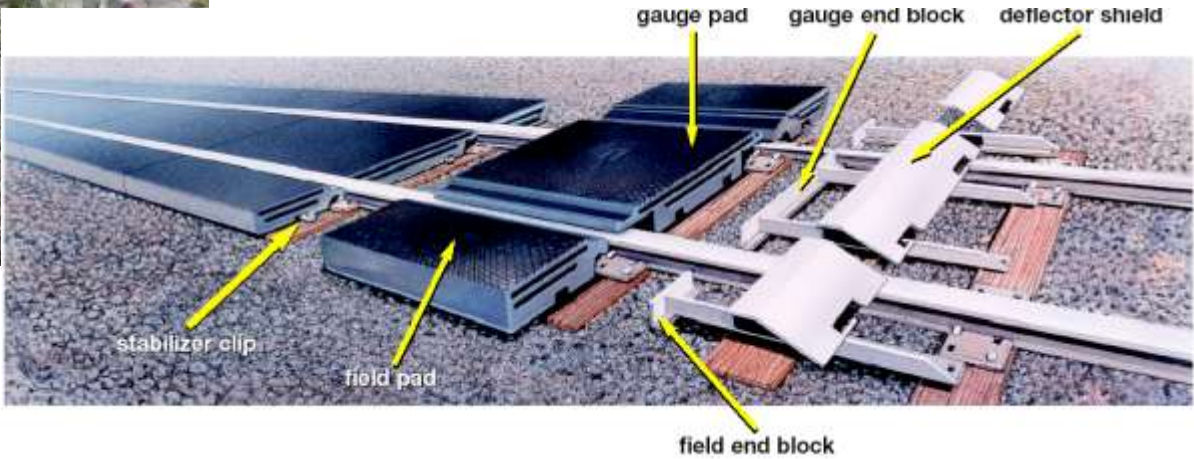


PAN Loseta de Hormigón

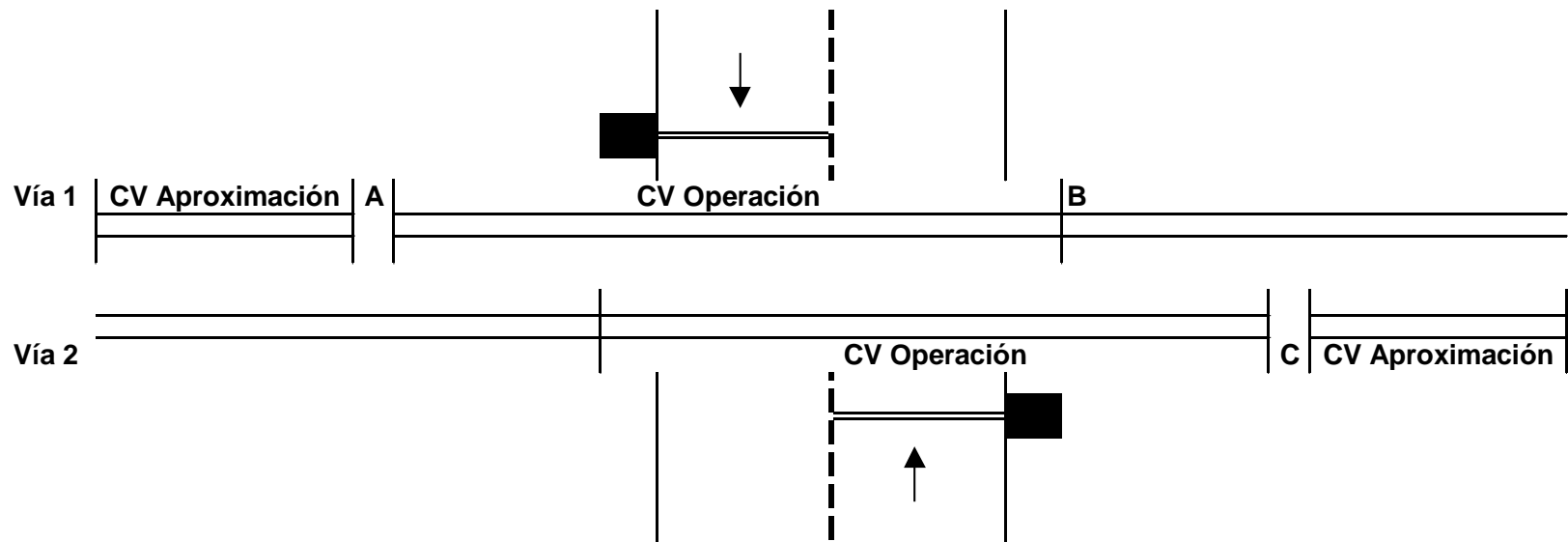


INGENIERÍA EN RELEVAMIENTOS VIALES S.A.

PAN Loseta de Caucho (Hirail)



Tiempos de operación de las barreras automáticas



Velocidad de Diseño: Velocidad de los trenes más rápidos del sector (90 a 120 Km/h según el ramal).

Longitud del sector de operación (LSO): 1+2+3;

Largo del sector de aproximación (LSA): 4+5;

Longitud total del sector de detección (LSD): LSO + LSA

Tiempos de operación de las barreras automáticas

Tiempo de señal Fono luminosa activada únicamente (T_F)	Mayor a 5 segundos (típico 10 s.)
Tiempo de Bajada de brazos de barrera, luego de T_F (compatible con las condiciones del cruce a fin de evitar roturas) (T_B)	Entre 5 y 10 segundos (típico 8 s.)
Tiempo de Despeje (desde que bajaron totalmente los brazos hasta que llega el tren) (T_D)	<p>Entre 12 y 15 segundos (según valor de <u>dc: distancia entre rieles extremos</u>)</p> <p>$dc < 5 \text{ m}$ $T_D = 12 \text{ s}$</p> <p>$5 \text{ m} < dc < 10 \text{ m}$ $T_D = 14 \text{ s}$</p> <p>$10 \text{ m} < dc < 15 \text{ m}$ $T_D = 16 \text{ s}$</p>
Tiempo de Subida de los brazos (el mínimo que permita el mecanismo) (T_S)	Entre 4 y 6 segundos (típico 5 s)
Tiempo de Espera por aproximación (mínimo que debe transcurrir desde que los brazos se ponen verticales hasta que se reinicia el ciclo de anuncio) (T_E)	Típico 5 segundos

Surge que el tiempo total desde que se activa la señal fono luminosa hasta que el tren transpone el PAN y las barreras quedan verticales, se ubica en el orden de los **45 segundos** (incluye 7 segundos para transponer el cruce de un tren a 90 km/h), de acuerdo a lo requerido por las normas de seguridad vigentes.

Tiempos Máximos (Pliegos de Condiciones Particulares de las Concesiones en el Art 19):

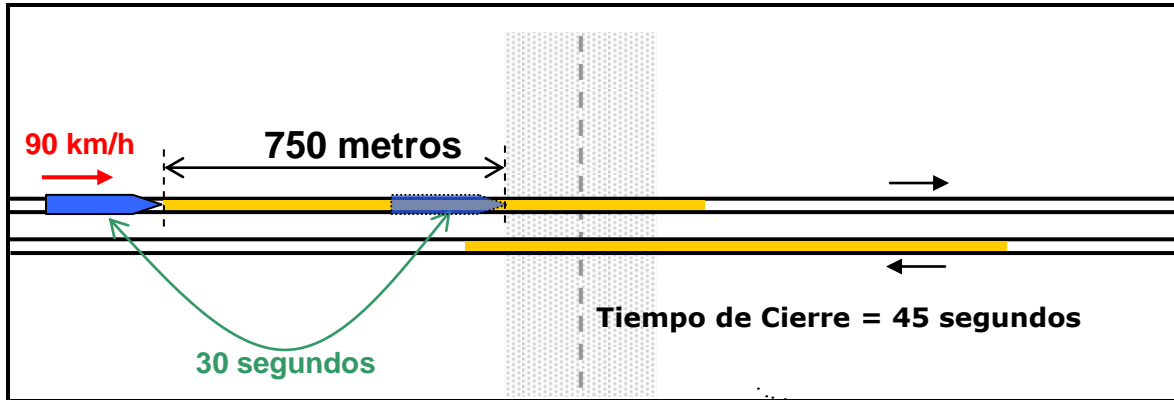
Ferrocarril	Sector	Porcentaje
Sarmiento	Once - Castelar	60%
Mitre	Retiro - Monroe	60%
Roca	Constitución - Temperley	60%
Resto		50%

Durante un lapso de 15 minutos dentro de la hora pico no deberá excederse esos porcentajes, incrementados en un 10%.

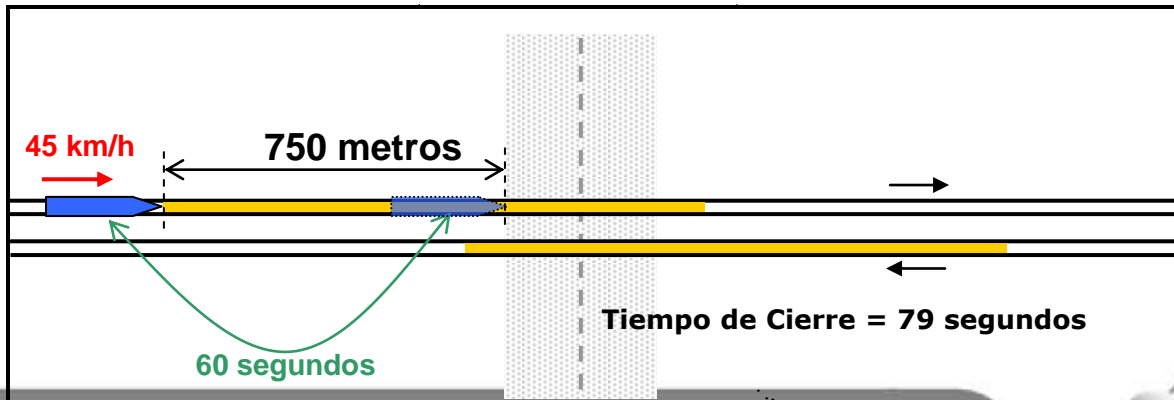


Tiempos de Cierre (detección de distancia constante)

Caso en el que el móvil se aproxima a la velocidad de diseño



Caso en el que el móvil se aproxima a una velocidad inferior a la de diseño



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

La red vial y la operatoria de los PAN Demoras en los PAN

	Interurbano de Pasajeros	Metropolitano de Pasajeros	Metropolitano de Pasajeros	Carga de 40 vagones
Velocidad Media del Tren (Km/h)	70	45	35	30
TF= Tiempo de Fonoluminosa (s)	7	7	7	7
TB= Tiempo de Bajada de Brazos (s)	8	8	8	8
TD= Tiempo de Despeje (s)	24	45	62	75
Tiempo desde activación de la fonoluminosa hasta llegada del tren al cruce (s)	39	60	77	90
TC= Tiempo de Cruce del PAN por el Tren (s)	10	14	17	18
TS= Tiempo de Subida de brazos de barrera (s)	5	5	5	5
Tiempo Total de Barrera Cerrada (s)	54	79	99	113

Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

La red vial y la operatoria de los PAN Demoras en los PAN

RAMAL / TRAMO	CODIGO DE PAN	PROGRES. PAN (Km)	TIPO DE PROTECCION	T. MEDIO DE BARRERA BAJA POR PASO DE TREN (mm:ss)	MINUTOS E/ TRENES HORA PICO	TRENES EN CADA SENTIDO HORA PICO	T. MEDIO DE PAN CERRADO HORA PICO (*) (mm:ss)
RETIRO-TIGRE	002	11,601	B. AUT.	02:28	9,5	6,3	31:08
	003	12,303	B. AUT.	02:19	9,5	6,3	29:16
	007	13,707	B. AUT.	03:02	9,5	6,3	38:21
	008	14,015	B. AUT.	02:26	9,5	6,3	30:44
	009	14,341	B. AUT.	03:21	9,5	6,3	42:19
	014	17,376	B. AUT.	03:03	9,5	6,3	38:32
	015	18,391	B. AUT.	01:58	9,5	6,3	24:54
	022	22,588	B. AUT.	02:06	9,5	6,3	26:32
	024	23,334	B. AUT.	02:53	9,5	6,3	36:22
	025	23,913	B. AUT.	02:20	9,5	6,3	29:26
VICTORIA-MATHEU	027	24,737	B. AUT.	02:37	9,5	6,3	33:05
	028	24,929	B. AUT.	03:02	9,5	6,3	38:19
	327	23,545	B. AUT.	05:23	60,0	1,0	10:46
	329	36,700	B. AUT.	04:52	60,0	1,0	09:44
RETIRO-J. L SUAREZ	330	46,215	B. AUT.	03:51	60,0	1,0	07:42
	331	51,933	B. AUT.	04:37	60,0	1,0	09:14
	044	16,411	B. MAN.	02:15	13,0	4,6	20:51
	045	16,965	B. MAN.	01:37	13,0	4,6	14:58
	047	18,025	B. MAN.	01:50	13,0	4,6	16:55
J. L. SUAREZ - ZARATE	048	19,697	B. MAN.	01:49	13,0	4,6	16:49
	049	21,182	B. MAN.	02:04	13,0	4,6	19:02
COGHLAN - B. MITRE	323	40,579	B. AUT.	02:33	60,0	1,0	05:06
	037	14,844	B. AUT.	02:34	16,0	3,8	19:15
RETIRO - VILLA ROSA	039	15,657	B. AUT.	01:50	16,0	3,8	13:45
	108	16,675	B. AUT.	01:58	9,5	6,3	24:47
	118	28,893	B. AUT.	02:29	9,5	6,3	31:22
	123	33,026	B. AUT.	02:14	9,5	6,3	28:13
	125	34,365	B. AUT.	02:00	9,5	6,3	25:13
	136	44,150	B. AUT.	02:17	9,5	6,3	28:51
	142	51,434	B. AUT.	01:36	9,5	6,3	20:13

Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

La red vial y la operación de los PAN Demoras en los PAN

RAMAL / TRAMO	CODIGO DE PAN	PROGRES. PAN (Km)	TIPO DE PROTECCION	T. MEDIO DE BARRERA BAJA POR PASO DE TREN (mm:ss)	MINUTOS E/ TRENES HORA PICO	TRENES EN CADA SENTIDO HORA PICO	T. MEDIO DE PAN CERRADO HORA PICO (*) (mm:ss)
F. LACROZE - GRAL. LEMOS	197	16,524	B. AUT.	02:55	8,0	7,5	43:38
	199	18,157	B. AUT.	02:19	8,0	7,5	34:49
RETIRO - PILAR	225	19,062	B. AUT.	01:06	10,0	6,0	13:07
	233	26,988	B. AUT.	02:10	10,0	6,0	26:02
	245	37,892	B. AUT.	00:58	10,0	6,0	11:31
	246	39,200	B. AUT.	01:24	10,0	6,0	16:48
	247	40,005	B. AUT.	06:50	10,0	6,0	22:00
	258	56,131	B. MAN.		10,0	6,0	
PUENTE ALSINA - MARINOS	288	15,408	B. MAN.	01:32	33,0	1,8	05:35
	292	19,971	B. MAN.	01:41	33,0	1,8	06:07
	293	20,838	B. MAN.	01:45	33,0	1,8	06:22
PLAZA C. - TEMPERLEY	077	12,728	B. MAN.	01:33	4,5	13,3	41:33
	078	13,260	B. MAN.	02:42	4,5	13,3	12:00
	079	14,878	B. MAN.	04:19	4,5	13,3	55:16
	080	15,272	B. MAN.	02:21	4,5	13,3	02:31
	346	15,685	B. MAN.	01:36	4,5	13,3	42:50
TEMPERLEY - HAEDO	223	18,661	B. MAN.	01:15	60,0	1,0	02:30
	213	37,656	B. MAN.	01:46	60,0	1,0	03:32
	214	37,931	B. MAN.	00:43	60,0	1,0	01:26
	212	38,487	B. AUT.	01:47	60,0	1,0	03:34
	211	40,101	B. AUT.	01:11	60,0	1,0	02:22
TEMPERLEY - EZEIZA	067	20,948	B. MAN.	02:06	12,0	5,0	21:00
	070	25,567	B. MAN.	03:46	12,0	5,0	37:35
	071	26,115	B. MAN.	01:22	12,0	5,0	13:40
EZEIZA - CAÑUELAS	313	60,362	B. MAN.	02:24	45,0	1,3	06:25
TEMPERLEY - GLEW	052	19,198	B. MAN.	04:06	12,0	5,0	41:05
	054	20,633	B. MAN.	01:05	12,0	5,0	10:53
	058	26,297	B. MAN.	01:10	12,0	5,0	11:45
TEMPERLEY - CLAYPOLE	081	18,537	B. MAN.	01:50	11,1	5,4	19:55
BERAZATEGUI - BOSQUES	150	29,619	B. AUT.	02:25	25,0	2,4	11:36
AVELLANEDA - BERAZATEGUI	154	11,470	B. MAN.	02:05	13,5	4,4	18:31
	157	14,295	B. MAN.	01:53	13,5	4,4	16:40
	158	15,629	B. AUT.	00:45	13,5	4,4	06:40
	161	17,384	B. MAN.	01:40	13,5	4,4	14:51
	162	18,341	B. AUT.	01:04	13,5	4,4	09:24
BERAZATEGUI - LA PLATA	167	23,382	B. MAN.	02:21	13,5	4,4	20:50
	180	51,036	B. MAN.	04:06	30,0	2,0	16:24
	181	51,099	B. MAN.	04:06	30,0	2,0	16:24
	182	51,868	B. MAN.	01:26	30,0	2,0	05:44
	183	52,018	B. MAN.	02:01	30,0	2,0	08:04

Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.



(*) SIN SOLAPAMIENTO DE TRENES EN AMBOS SENTIDOS

La red vial y la operatoria de los PAN Demoras en los PAN

–Demora total (D) por cada ciclo de bajada de barreras:

$$D = \lambda \times tmcb^2 / 2 \times (1 - \rho)$$

Siendo:

- D = Demora total para todo el tránsito por ciclo (veh-h)
- λ = Tasa media de llegadas (tránsito horario: veh/h)
- s = Capacidad del paso a nivel
- $\rho = \lambda / s$
- tmcb = tiempo medio de cierre de barreras (h).

La red vial y la operatoria de los PAN

Otros Parámetros

Tiempo desde que la barrera es abierta hasta que el último vehículo que integra la cola cruza el paso a nivel (t_0):

$$t_0 = \frac{\lambda \times bb}{s - \lambda}$$

Proporción de vehículos detenidos (P_s):

$$P_s = \frac{\text{vehículos detenidos}}{\text{veh totales por ciclo}}$$

$$P_s = t_0 / \rho \times C$$

Longitud máxima, promedio de cola, etc.

Primera Conclusión

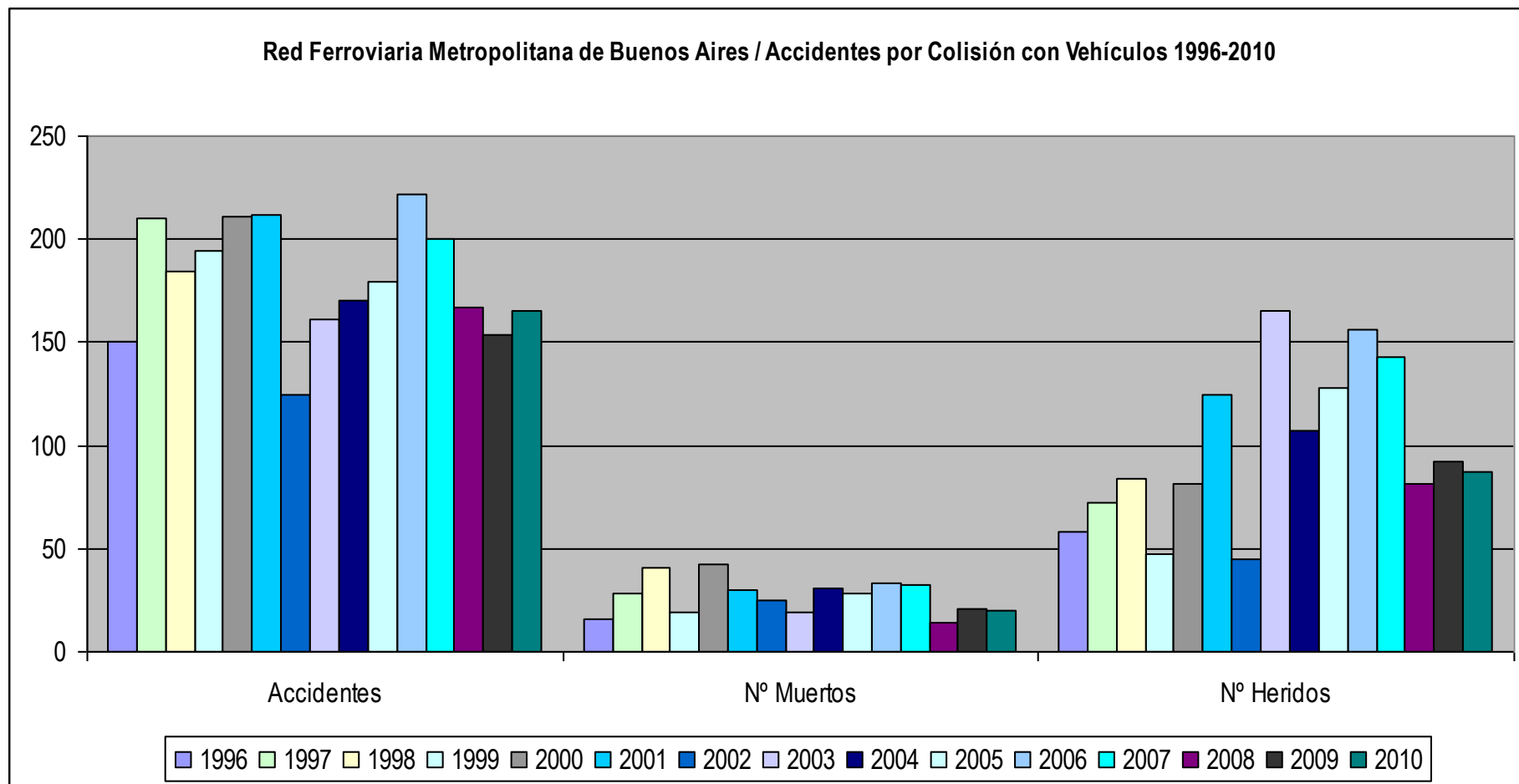
- Resumiendo, el tráfico ferroviario está acotado por el tiempo de cierre de las barreras, el que fue determinado en base a normativas del propio ferrocarril.
- Esto afecta la capacidad ferroviaria y la del sistema de transporte del AMBA.



La red vial y la operatoria de los PAN

Accidentes por Colisión de Vehículos (Años 1996 a 2010)

Fuente CNRT



Fuente: CNRT

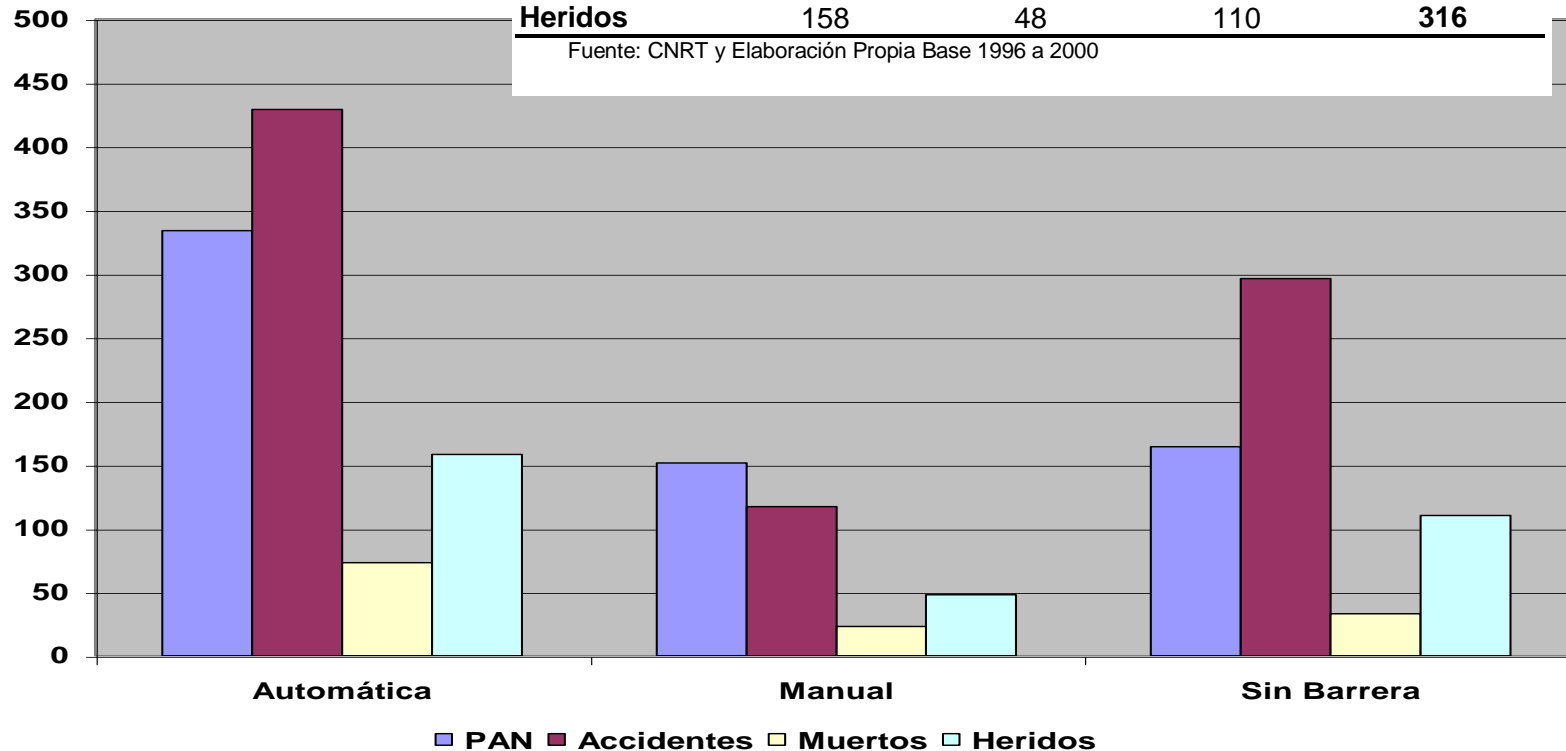
La red vial y la operatoria de los PAN

PAN y Accidentes por Señalamiento

(Años 1996 a 2000)

	Automática	Manual	Sin Barrera	Total PAN
PAN	334	151	164	649
Accidentes	429	117	296	842
Muertos	73	23	33	129
Heridos	158	48	110	316

Fuente: CNRT y Elaboración Propia Base 1996 a 2000



La red vial y la operatoria de los PAN Pasos con Accidentes por Señalamiento (Años 1996 a 2000)

Tipo	Tipo de Cruce			Total
	Automático	Manual	Sin Barrera	
% PAN c/Acc vs. AMBA	58%	29%	52%	50%

Fuente: CNRT 2000

La operatoria de las barreras y la red ferroviaria

Capacidad del sistema ferroviario:

- Señalamiento lateral (define los intervalos mínimos entre la circulación por la misma vía de dos trenes consecutivos),
- Estaciones y
- Tiempos Máximos de barrera cerrada (Artículo 19 de los PCPC).

El sistema se limita cuando:

$$\sum tbb (\%) \geq 50\% \text{ ó } 60\%$$

La operatoria de las barreras y la red ferroviaria

- En ciertos tramos donde el sector está trabajando en el límite de su capacidad, el número de trenes a correr en el futuro será inferior a lo que permite el señalamiento lateral, siendo los tiempos de cierre de barrera la limitación principal a la capacidad de trenes a correr en las horas pico de la demanda, en ramales con intenso tráfico ferroviario.
- Un único PAN crítico en un ramal principal de una línea puede saturar el sistema ferroviario, con lo que carecería de sentido que un sector de vía posea 4 vías con cruces a nivel, ya que la capacidad operativa de las mismas no podrá ser aprovechada.

Propuestas

¿Es necesario eliminar todos los PAN del AMBA separando el nivel de las redes ferroviaria y vial?

Plantearlo para la totalidad de la red ferroviaria del AMBA carece de sentido ya que:

- Un estudio de factibilidad desaconsejaría la solución, y reflejaría que parte de las inversiones no serían rentables;
- Resulta impracticable para toda la red ferroviaria del AMBA por la inversión que demandarían las obras;
- Los vecinos no están de acuerdo en su realización;
 - Casos "Sapitos en GCBA" y Bajo Nivel Monte Grande.
 - Audiencias Públicas y Amparos de vecinos.
- Debería realizarse manteniendo los servicios ferroviarios en operación;
- En una economía de recursos escasos estos deben ser optimizados.

Propuestas

¿Cómo serían los lineamientos para resolver el problema?

Se identifican 3 propuestas, que se enuncian a continuación.

- Optimización de los tiempos de cierre de las barreras.
 - Barreras Automáticas (Sistema de Tiempo Constante en lugar de Sistema de Distancia Constante).
 - Barreras Automáticas (Rediseño de Circuitos). Solución relativamente económica y fácil de implementar).
 - Barreras Manuales.
- Progresiva eliminación de los cruces ferroviarios a nivel mediante cruces a distinto nivel.
- Llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel.

Propuesta:

Llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel

- **Ferrocarril Sarmiento:** Soterramiento del ramal hasta estación Moreno.

Con esta obra se eliminará por completo la interferencia entre el sistema vial y el ferroviario.



Propuesta:

Llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel

- **Ferrocarril San Martín:** prolongación del viaducto hasta La Paternal, con lo cual se eliminarían 8 pasos a nivel, incluyendo los correspondientes a dos de las más importantes avenidas de ingreso y egreso al Área Central, las avenidas Córdoba y Corrientes.

Mas allá del punto donde concluya la obra la línea San Martín continuará teniendo PAN que de mantenerse el sistema de barreras operando como en la actualidad limitarán su capacidad.

Sí resuelve la interferencia en 8 PAN.

Propuesta:

Progresiva eliminación de los cruces ferroviarios a nivel mediante cruces a distinto nivel

- Construcción de cruces a distinto nivel aislados, preferentemente bajo nivel, para lograr menor impacto en el área urbana.
- Se debe llevar a cabo en los cruces entre tramos centrales de la red ferroviaria y arterias de la red vial primaria y principal.
- Las características de esta solución permiten la construcción progresiva, dando prioridad a los lugares más conflictivos y afectando mínimamente los servicios ferroviarios, y ser financiados por organismos viales y municipios.

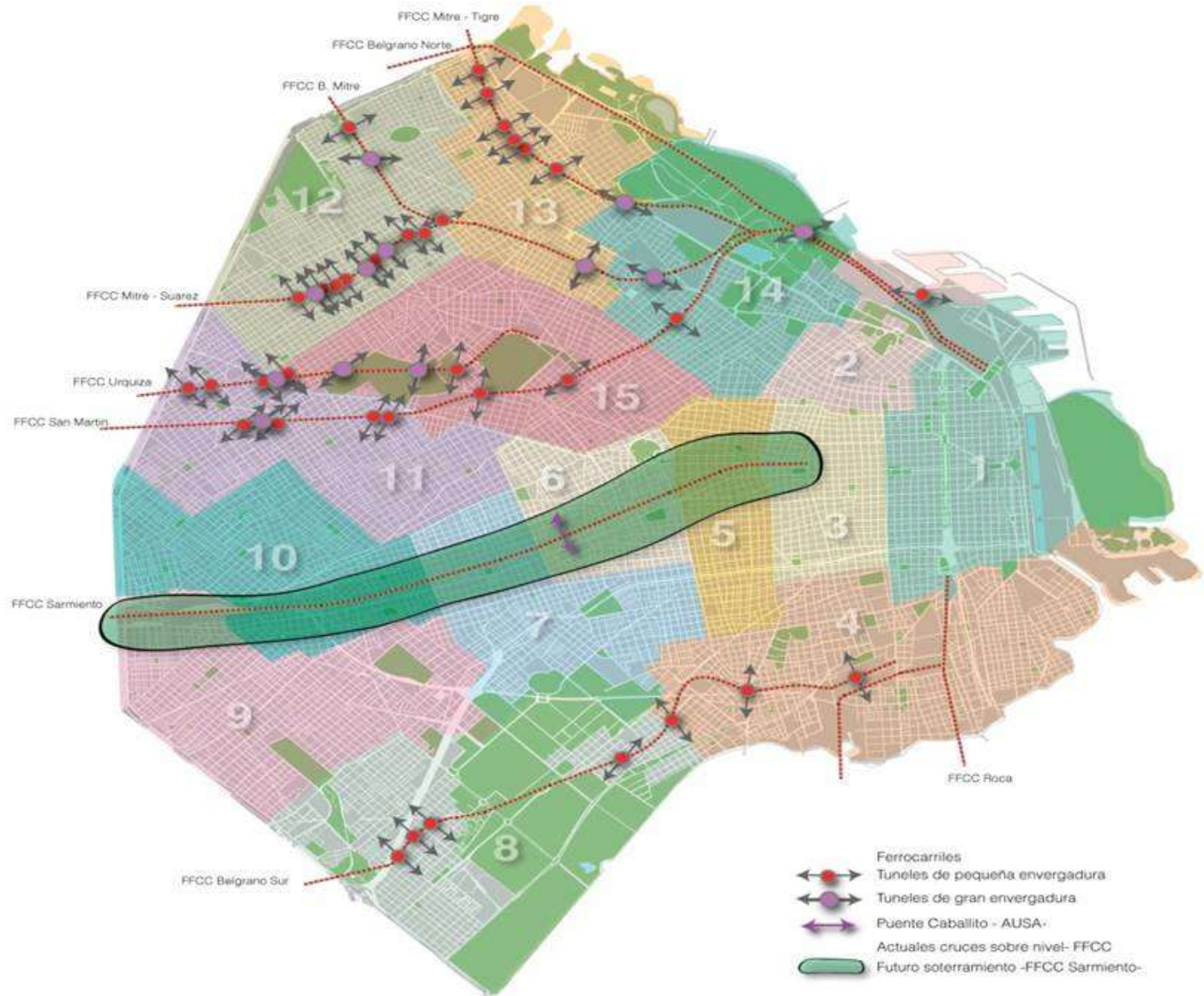
Proyectos Transporte Urbano de Buenos Aires

PTUBA

Partido	Cruce	Vía
Avellaneda	Puente de la Serna	Roca
Berazategui	Calle 21	Roca
Berazategui	Av. Italia-Av. Eva Perón	Roca
Florencio Varela	R.P. N°53 y F.C. Roca	Roca
Ituzaingó	Av. Ratti-Firpo	Sarmiento
Quilmes	Guido-Amoedo	Roca
San Fernando/Tigre	Av. Colón-Av. Alte. Brown	Mitre a Tigre
San Isidro	Av. Centenario	Mitre a Tigre
Tigre	R.P. N°23 (ex 202) y F.C. B. Norte	Mitre
Tigre	Av. Henry Ford	Mitre
Tres de Febrero	Calles Panamá-Nahuel Huapi	Urquiza
Tres de Febrero	Calle Dr. Lisandro De La Torre	San Martín



Proyectos en la Ciudad de Buenos Aires



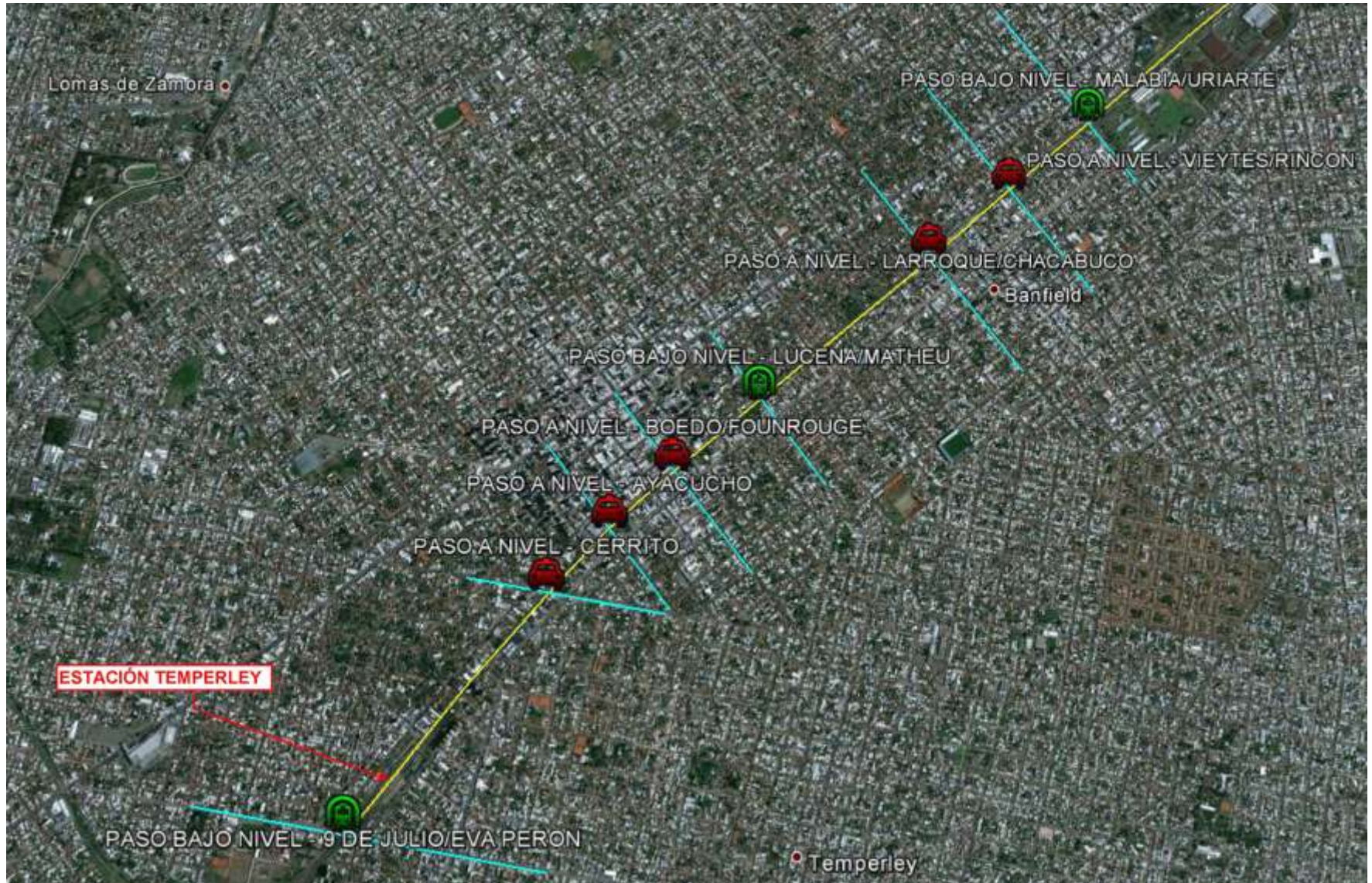
Caso Lomas de Zamora

- Construcción de un sistema de 4 pasos bajo nivel vehiculares y peatonales que eliminan los 5 PAN vehiculares existentes en el Partido de Lomas de Zamora, Ferrocarril Roca, Ramal Plaza Constitución-Temperley, con vía cuádruple, y únicos existentes en la línea hasta Temperley donde se bifurcan los ramales de la línea.

Este es el único proyecto que independizará completamente un sector de ferrocarril metropolitano de la red vial, aumentando la capacidad del sector Plaza Constitución - Temperley y por lo tanto de la línea Roca.

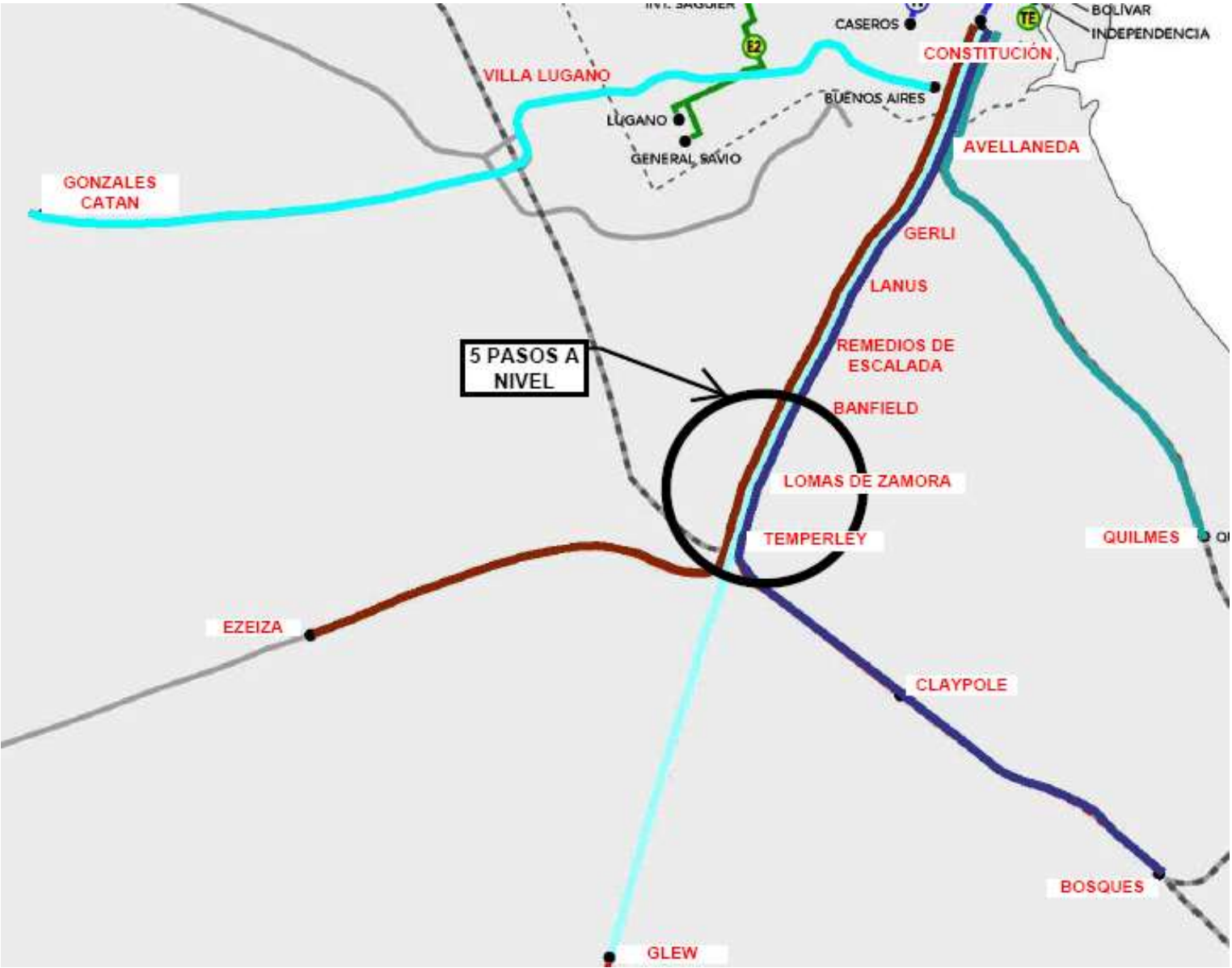


Caso Lomas de Zamora



PASOS A NIVELY BAJO NIVEL

Caso Lomas de Zamora



Caso FFCC Mitre, tramo Retiro-Coghlan

- Construcción del paso bajo nivel vehiculares y peatonales en Av. Federico Lacroze y Echeverría, y únicos existentes en la línea Mitre hasta empalme Coghlan donde se bifurcan los ramales de la línea a Mitre y a José Leon Suarez.

La reciente construcción del Bajo Nivel en Av. Monroe posibilita esta solución.

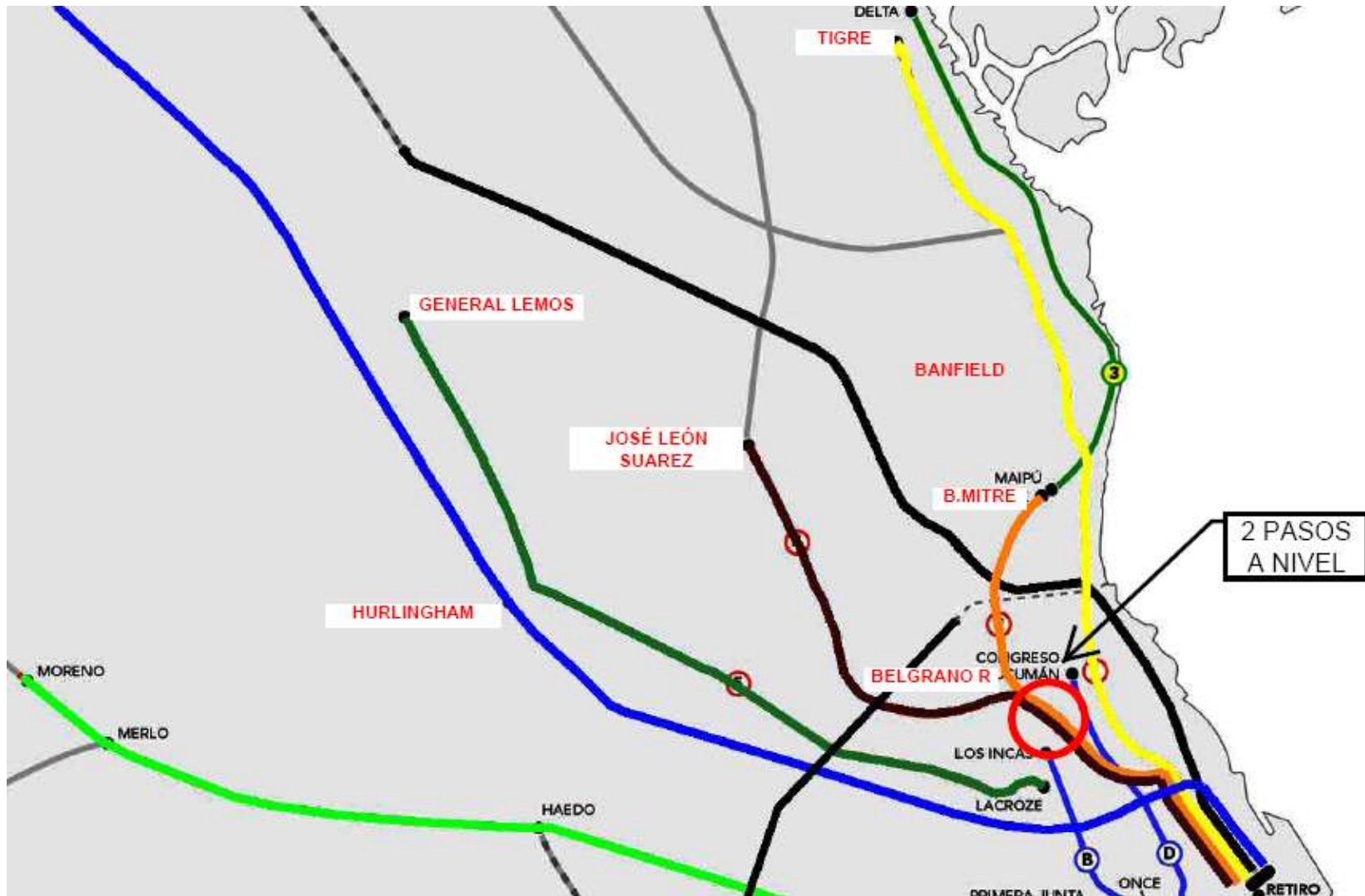
La futura construcción del Bajo Nivel en Av. Federico Lacroze dejará solamente dos PAN habilitados.

Caso FFCC Mitre, tramo Retiro-Coghlan



PASO A NIVEL Y BAJO NIVEL

Caso FFCC Mitre, tramo Retiro-Coghlan



Propuesta: ***Sistema de detección de velocidad de los trenes***

Independientemente de la velocidad de cada tren puedo optimizar los tiempos de cierre de las barreras.

Dos alternativas:

- **Barrera Automática.**
- **Reemplazar las Barreras Automáticas por Barreras Manuales.**

Propuesta:

Rediseño de los circuitos de detención adecuándolos a la velocidad real de circulación de los trenes del AMBA.

Con el rediseño de los circuitos de detención, tomando para el diseño la velocidad real de circulación de los trenes del AMBA, inferior a la del diseño actual, se disminuye la demora como en la tabla siguiente, y se disminuye la probabilidad de cruce de dos trenes en ramales con alta frecuencia :

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidad del Tren	Tiempo de Cierre (seg)	Tiempo de Cierre con 10 trenes por sentido (minutos)
90	45	79	26
60	45	59	20

Propuesta:

Casos de estaciones dentro del circuito de vías.

Desfasaje de estaciones.

En estos casos en que las estaciones quedan dentro de los circuitos de vía, mientras el tren llega a la estación las barreras bajan y estando en la estación permanecen bajas hasta que el tren sale del circuito.

Aumenta la probabilidad de cruce de dos trenes en ramales con alta frecuencia.

Propuesta: Desfasar la estaciones, como Corrientes en vías del San Martín.

De esta forma se logra que mientras que el tren esté detenido en la estación la barrera se mantenga alta, bajando previo al paso del tren por el PAN.

Propuesta:

Casos de estaciones dentro del circuito de vías. Desfasaje de estaciones.



Propuesta: Mejora de la capacidad de calzada del PAN.

Mejorar la capacidad de los cruces

Modificando los pavimentos sobre los cruces: Losetas de hormigón o de caucho (de mejor operación que el asfáltico).



Conclusiones

- El actual funcionamiento de los sistemas de barreras en los PAN del AMBA limita posibles mejoras en el transporte público del AMBA. Esto impone restricciones a las dos redes que intersectan sobre los cruces, la red vial y la ferroviaria. En el primer caso generando demoras a los vehículos con los consiguientes costos a la sociedad, y en el segundo limitando el sistema ferroviario de la región.
- Si se mantiene el sistema de barreras operando como en la actualidad el sistema ferroviario no podrá absorber, en aquellos ramales de alta demanda, los incrementos futuros de viajes, empeorando el nivel de servicio a los usuarios y promoviendo la asignación de los viajes del ferrocarril a otros modos no guiados o al vehículo particular.
- Esto producirá congestión en la red vial, la oferta ferroviaria estará en el límite máximo que permiten los tiempos de cierre de barreras, con lo cual las demoras en los PAN crecerán, siendo previsible un aumento de los accidentes en estos cruces y del impacto al medio ambiente.

Conclusiones

- Optimizando la operatoria de las barreras a valores comparables con los de la intersección semaforizada, minimizando los tiempos de cierre, este tipo de intersección podrá ser considerada como una más del AMBA, por lo que el beneficio de reemplazar un PAN aislado por otro a distinto nivel se justificaría por la reducción de accidentes, ya que el usuario vial tendrá otras demoras en intersecciones semaforizadas o tramos congestionados de la red durante su viaje.
- Carece de sentido, de no mejorarse la operación del sistema de barreras, plantear una ampliación del número de vías en un sector ya que el aumento de capacidad no podrá ser aprovechado en plenitud, salvo que se independice el sector con soluciones como las Propuestas, según el caso.

Conclusiones

- Aquí surge la siguiente pregunta: ¿es necesario eliminar este tipo de intersección urbana entre el ferrocarril y la red vial? Obviamente que no, ambos sistemas pueden convivir y en el AMBA coexisten miles de intersecciones entre calles y avenidas con intenso tránsito y no existen proyectos para que sus cruces se realicen a distinto nivel.
- Sí será necesario diferenciar el nivel en aquellos ramales de intenso tráfico como los descritos en la Propuesta, lo que no permitirá por sí solo aumentar la capacidad de la línea, o como el caso de Lomas de Zamora donde la independencia entre ambas redes logrará un aumento de la capacidad ferroviaria en los ramales de la línea Roca que corren por el sector Plaza Constitución-Temperley, o como el caso del Mitre entre Federico Lacroze y Monroe, Empalme Coghlan.

¡Muchas gracias por su atención!

Ing. Yampolsky, Guillermo Eduardo



INGENIERÍA EN RELEVAMIENTOS VIALES S.A.

www.irvsa.com.ar

