

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

Ingeniería Civil



PRACTICA SUPERVISADA

Informe Técnico Final

Estudio de generación de viajes, estacionamientos e impacto de tránsito en un centro comercial

Alumno:	Lorenzo Mondejar
Tutor docente:	Ing. Jorge Galarraga
Supervisor externo:	Ing. Alejandro Tanco
Entidad receptora:	Instituto Superior de Ingeniería del Transporte
Año:	2015

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos que me acompañaron y me ayudaron en todo momento en este proceso.

En primer lugar, a mis padres, hermanos y familiares, que me apoyaron desde siempre, haciendo mucho más fácil transcurrir este camino. También a mis compañeros y amigos, por todos esos momentos que vivimos juntos a lo largo de esta carrera.

Por último, a los integrantes del tribunal encargado de evaluar este trabajo, en especial a los Ingenieros Jorge Galarraga y Marcelo Herz, por brindarme la posibilidad de realizar este trabajo, y por dedicar su tiempo y capacidad para guiarme en la realización del mismo.

INDICE

RESUMEN	7
SECCION I: ENCUADRE DEL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	
1. MARCO DE DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	9
1.1 AMBITO DE DESARROLLO DE LA PRACTICA SUPERVISADA	9
1.2 OBJETIVO DE LA PRACTICA SUPERVISADA	9
1.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRACTICA SUPERVISADA	10
SECCION II: MARCO TEORICO	
2. MARCO TEORICO	12
2.1 GENERALIDADES SOBRE POLOS GENERADORES DE VIAJES	12
2.2 GENERACION DE VIAJES	13
2.2.1 Generación de viajes para centros comerciales	13
2.2.2 Área de Influencia	17
2.3 ESTACIONAMIENTO	18
2.3.1 Oferta y Demanda	18
2.3.2 Análisis de la congestión	19
2.4 IMPACTO EN EL TRÁNSITO	22
2.4.1 Análisis de capacidad vial. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas	22
SECCION III: PARTE PRÁCTICA	
3. ANALISIS DE ANTECEDENTES Y RELEVAMIENTOS	32
3.1 DESCRIPCION DEL CASO DE ESTUDIO	32
3.2 INFORMACION SECUNDARIA Y DISPONIBLE DE ENCUESTAS Y CONTEOS	35
3.2.1 Información disponible de encuestas y conteos	36
3.2.2 Información secundaria disponible	47
3.3 RELEVAMIENTOS COMPLEMENTARIOS	48
4. GENERACION DE VIAJES	49
4.1 TASAS DE GENERACION DE VIAJES	49
4.1.1 Tasa de generación de viajes vehiculares	49
4.1.2 Tasa de generación de viajes para otros modos	54
4.2 AREA DE INFLUENCIA	56
5. DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO	63
5.1 DISTRIBUCION DE DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO	63
5.2 PLAYA CUBIERTA	64

5.2.1	Análisis de Oferta y Demanda	64
5.2.2	Análisis de la congestión en el ingreso	71
6.	IMPACTO EN EL TRANSITO	77
6.1	NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION SEMAFORIZADA	79
7.	CONCLUSIONES	90
7.1	CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TAREAS REALIZADAS	90
7.2	CONCLUSIONES RESPECTO A LA PRÁCTICA SUPERVISADA	91
8.	BIBLIOGRAFIA	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - MODELO CET-SP (2011)	16
Tabla 2.2 – PARAMETROS DE ENTRADA ANALISIS CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	25
Tabla 2.3 – CALCULO DE FACTORES DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACION	27
Tabla 3.1 - PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO NUEVOCENTRO SHOPPING	35
Tabla 3.2 – INFORMACION SECUNDARIA DISPONIBLE	47
Tabla 4.1 - DISTRIBUCION ESTACIONAMIENTO VIERNES	49
Tabla 4.2 - DISTRIBUCION ESTACIONAMIENTO DOMINGO	49
Tabla 4.3 - GENERACIÓN DE VIAJES VIERNES HORA PICO	50
Tabla 4.4 - GENERACIÓN DE VIAJES DOMINGO HORA PICO	50
Tabla 4.5 - TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES HORA PICO	51
Tabla 4.6 - COMPARACION DE GENERACION DE VIAJES VIERNES	51
Tabla 4.7 - COMPARACION DE GENERACION DE VIAJES – DOMINGO	52
Tabla 4.8 - FACTORES HORA PICO	52
Tabla 4.9 - TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DIARIA	52
Tabla 4.10 - VIAJES SEMANALES	53
Tabla 4.11 - GENERACION DE VIAJES PARA TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA	53
Tabla 4.12 – DISTRIBUCION MODAL VIERNES	54
Tabla 4.13 – DISTRIBUCION MODAL DOMINGO	54
Tabla 4.14 - VIAJES GENERADOS TOTALES VIERNES	55
Tabla 4.15 - VIAJES GENERADOS TOTALES DOMINGO	55
Tabla 4.16 - DISTRIBUCION DE VIAJES SEGÚN ZONA PARA VIERNES	58
Tabla 4.17 - DISTRIBUCION DE VIAJES SEGÚN ZONA PARA DOMINGO	58
Tabla 4.17 - DISTRIBUCION MODAL POR ZONAS VIERNES	59
Tabla 4.18 - DISTRIBUCION MODAL POR ZONAS DOMINGO	60
Tabla 5.1 - DISTRIBUCION DE ESTACIONAMIENTO VIERNES	63
Tabla 5.2 - DISTRIBUCION DE ESTACIONAMIENTO DOMINGO	63
Tabla 5.3 - HORA PICO DE INGRESO Y EGRESO	64
Tabla 5.4 - INGRESOS Y EGRESOS EN HORA PICO	64
Tabla 5.5 - DISTRIBUCION DE INGRESOS Y EGRESOS	66
Tabla 5.6 - ESTADIA MAXIMA, MINIMA Y PROMEDIO	67
Tabla 5.7 - PROPORCION DE VEHICULOS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ESTADIA	67
Tabla 5.8 - OCUPACION MAXIMA	69
Tabla 5.9 - INDICE DE ROTACION	69
Tabla 5.10 - DURACION MEDIA	70
Tabla 5.11 - INDICE DE ROTACION	70
Tabla 5.12 - DURACION MEDIA	70
Tabla 5.13 - ANALISIS DE LA CONGESTION DE INGRESO A PLAYA CUBIERTA PARA VIERNES	72
Tabla 5.14 - ANALISIS DE LA CONGESTION DE INGRESO A PLAYA CUBIERTA PARA DOMINGO	74
Tabla 6.1 - TIPO DE VIAJE DIA VIERNES	77
Tabla 6.2 - TIPO DE VIAJE DIA DOMINGO	77

Tabla 6.3 - VOLUMENES MEDIDOS	78
Tabla 6.4 - FASES DEL SEMAFORO	78
Tabla 6.5 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO	79
Tabla 6.6 - FLUJO DE SATURACION PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO	80
Tabla 6.7 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO	80
Tabla 6.8 - NIVEL DE SERVICIO PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO	81
Tabla 6.9 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	82
Tabla 6.10 - FLUJO DE SATURACION PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	82
Tabla 6.11 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	83
Tabla 6.12 - NIVEL DE SERVICIO PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	83
Tabla 6.13 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA DOMINGO SIN IMPACTO DEL POLO	84
Tabla 6.14 - FLUJO DE SATURACION PARA DOMINGO SIN IMPACTO DEL POLO	84
Tabla 6.15 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA DOMINGO SIN IMPACTO DEL POLO	85
Tabla 6.16 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA DOMINGO SIN IMPACTO DEL POLO	85
Tabla 6.17 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO	86
Tabla 6.18 - FLUJO DE SATURACION PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO	86
Tabla 6.19 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO	87
Tabla 6.20 - NIVEL DE SERVICIO PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO	87
Tabla 6.21 - FASES DEL SEMAFORO	88
Tabla 6.22 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	88
Tabla 6.23 - NIVEL DE SERVICIO PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Imagen satelital Nuevocentro Shopping	32
Figura 3.2 – Ubicación de Nuevocentro Shopping en relación a barrios aledaños	33
Figura 3.3 – Ubicación de Nuevocentro Shopping en relación a la ciudad de Córdoba	34
Figura 3.4 – Formulario para la realización de encuestas	37
Figura 3.5 – Ubicación de puestos para la realización de conteos	38
Figura 3.6 – Puesto 1 Duarte Quirós	38
Figura 3.7 – Puesto 4 Duarte Quirós	39
Figura 3.8 – Puesto 5 Duarte Quirós	39
Figura 3.9 – Planilla puestos 1,4 y 5	40
Figura 3.10 – Puesto 6 Río Negro	41
Figura 3.11 – Puestos 7 y 8 Caseros	41
Figura 3.12 – Planilla puestos 6, 7 y 8	42
Figura 3.13 – Puestos 2 y 3 Duarte Quirós	43
Figura 3.14 – Planilla puesto 2 Duarte Quirós, para medición de transito pasante	44
Figura 3.15 – Planilla puesto 2 Duarte Quirós, para medición de carga y descarga de taxis, y tránsito peatonal	45
Figura 3.16 – Planilla puesto 3 Duarte Quirós, para medición de carga y descarga de taxis, y tránsito pasante	46
Figura 3.17 – Puesto para relevamiento transito pasante en Río Negro	48
Figura 4.1 – Viajes vehiculares en hora pico a lo largo de la semana	53
Figura 4.2 – Viajes generados en hora pico para los diferentes modos	56
Figura 4.3 – Imagen satelital zonas 1, 2 y 3	57
Figura 4.4 – Distribución de viajes según zonificación	58
Figura 4.5 – Distribución modal según zonificación para viernes	61
Figura 4.6 – Distribución modal según zonificación para domingo	61
Figura 5.1 – Distribución de demanda de estacionamiento	63
Figura 5.2 – Variación de la ocupación a lo largo del día	68
Figura 5.3 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 240 veh/seg para viernes	72
Figura 5.4 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 360 veh/seg para viernes	73
Figura 5.5 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 450 veh/seg para viernes	73
Figura 5.6 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 240 veh/seg para domingo	74
Figura 5.7 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 300 veh/seg para domingo	75
Figura 5.8 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 360 veh/seg para domingo	75
Figura 6.1 – Esquema de la intersección analizada	78

RESUMEN

El presente es el informe técnico final correspondiente a la Práctica Supervisada del alumno Lorenzo Mondejar, matrícula 366233906, plan de estudios 20105. El informe se titula “Estudio de Generación de Viajes, Estacionamiento e Impacto de Tránsito en un Centro Comercial”. La práctica ha sido realizada en el Instituto Superior de Ingeniería del Transporte, bajo la supervisión externa del Ingeniero Alejandro Tanco, y el Ingeniero Civil Jorge Galarraga como tutor interno designado por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

La Práctica Supervisada ha sido llevada a cabo entre los meses de Diciembre de 2014 y marzo de 2015. El estudio evalúa la generación de viajes del centro comercial Nuevocentro Shopping, la demanda y oferta de estacionamiento, y el impacto que produce el polo en el tránsito vehicular.

El informe consta de tres partes principales. En primer lugar se presenta el encuadre del desarrollo de la Práctica Supervisada. Este capítulo está compuesto por la descripción del ámbito del proyecto, los objetivos planteados y las actividades realizadas.

En el siguiente apartado se expone el marco teórico en el cual se ha basado el trabajo realizado durante la Práctica, mencionando la bibliografía consultada y los conceptos fundamentales para la realización del estudio. Se definen los Polos Generadores de Viajes, con sus distintos tipos, sus impactos y su generación de viajes. Se definen conceptos sobre análisis de demanda y oferta de estacionamientos, así como también conceptos sobre el análisis de la congestión en una línea de espera. Por último, se especifica la metodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en una intersección semaforizada.

La tercera parte del informe presenta el proceso de relevamiento y estudio los resultados obtenidos, así como también las conclusiones a las cuales se arribaron luego de analizar dichos resultados. Está dividido en 5 capítulos, los cuales corresponden a el análisis de antecedentes y relevamientos, generación de viajes, demanda de estacionamiento impacto en el tránsito, y conclusiones.

SECCIÓN I

ENCUADRE DEL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

1. MARCO DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

1.1 AMBITO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

La Practica Supervisada se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de distintas actividades relacionadas con la actividad profesional de la Ingeniería Civil, en el Instituto Superior de Ingeniería del Transporte, perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba.

El trabajo se centra en el estudio del comportamiento de un centro comercial, en su carácter de Polo Generador de Viajes. Para esto, se centró la atención en el estudio del centro comercial *Nuevocentro Shopping*, ubicado en la ciudad de Córdoba.

1.2 OBJETIVO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Se ha planteado para el desarrollo de la práctica los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Interacción permanente con un grupo de profesionales de la Ingeniería.
- Desarrollo personal y profesional en un ámbito de trabajo cotidiano, se previó lograr principalmente comprender la importancia del desarrollo personal y su correlación con el desarrollo profesional durante la actividad de trabajo.
- Desarrollar habilidades para el análisis de datos de transporte, ejecución de relevamientos de campo e impacto de Polos Generadores de Viajes.
- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

1.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Se comenzó con la recopilación de la información disponible, tanto proveniente de relevamientos realizados por parte de los alumnos de la Cátedra de Transporte I, como también de información provista por el personal del *Nuevocentro Shopping*.

A partir de allí, se procedió con el análisis y procesamiento de la información recopilada. En primer lugar se procesó la información proveniente de los censos y encuestas realizados por los alumnos de la Cátedra de Transporte I. En segundo lugar, se procesó la información secundaria provista por el *Nuevocentro Shopping*.

Una vez que se analizó la información disponible, se planificaron, y posteriormente se ejecutaron relevamientos complementarios, con el objetivo de completar la información existente.

Luego de esto, se procedió a estimar la tasa de generación de viajes para diferentes escenarios y modalidades. En primer lugar se estimó la tasa de generación de viajes

vehiculares los días viernes y domingo, correspondientes a la hora pico. Los valores obtenidos se compararon con tasas de generación de viajes vehiculares para centros comerciales propuestas por diferentes autores. A partir de estos resultados, se determinó una tasa de generación de viajes vehiculares diaria para los días viernes y domingo. Posteriormente, se determinó una tasa de generación de viajes vehiculares en la hora pico para los diferentes días de la semana. Finalmente, se estimó una tasa de generación de viajes en la hora pico para los días viernes y domingo, para los distintos modos de transporte.

Una vez determinada la tasa de generación de viajes, se procedió a estimar un área de influencia, relacionada con los viajes generados y con los distintos modos de transporte empleados.

Luego de esto, se realizó un estudio de la demanda de estacionamiento en el centro comercial. En primer lugar se estudió la distribución de estacionamiento en las diferentes playas, para luego hacer un estudio específico de la playa cubierta, utilizando la información provista por el Nuevocentro Shopping. Dentro de este estudio específico, se analizó la oferta y la demanda, así como también la congestión en el ingreso a la playa.

Posteriormente, se analizó el impacto que produce el centro comercial en el tránsito, lo que se determinó realizando un análisis de capacidad y nivel de servicio en la intersección semaforizada correspondiente al cruce de las calles Duarte Quirós y Río Negro.

Finalmente, se confeccionó el presente Informe Técnico Final.

SECCIÓN II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES SOBRE POLOS GENERADORES DE VIAJES

Se denominan Polos Generadores de Viajes (PGV) a locales o instalaciones de distinta naturaleza que tienen en común el desarrollo de actividades de porte y escala capaces de ejercer gran atracción de población, producir un contingente significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de mercancías, embarque y desembarque de personas, promoviendo, en consecuencia, impactos potenciales. Los centros comerciales, hipermercados, hospitales, Universidades, estadios, terminales de mercancías y de transporte público, así como las áreas protegidas de tráfico de pasaje con múltiples instalaciones productoras de viajes son algunos tipos de PGV. (Red Ibero-Americana de Estudio de Polos Generadores de Viajes, 2015).

El CET-SP (1983, apud Portugal 2012) define a los PGV como desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, generando consecuencias negativas en la circulación de su entorno inmediato, pudiendo perjudicar la accesibilidad de toda una región, o agravar las condiciones de seguridad de vehículos y peatones. También, edificaciones o instalaciones que ejercen un gran atractivo sobre la población mediante la oferta de bienes o servicios, generando un elevado número de viajes con substanciales interferencias en el tráfico del entorno y la necesidad de grandes espacios para estacionamiento, o carga y descarga.

El término desarrollos generadores de viajes, sugiere que no sólo se busca contemplar los impactos en el sistema vial y en la circulación, sino también los que en la estructura urbana son causados por el desarrollo a mediano y largo plazo. En este sentido, es importante que los PGV tengan su concepción ampliada, considerando sus potenciales impactos en los sistemas viales y de transporte (congestiones, accidentes y repercusiones naturales en el ambiente), en la estructura urbana como también el desarrollo socioeconómico y en la calidad de vida de la población.

Los PGV pueden ser clasificados de acuerdo con su tipo y magnitud, e incluso de acuerdo con la intensidad de los probables impactos en:(a) micropolos, para impactos aislados y pequeños, pero cuando se agrupan se pueden volver bastante significativos; (b) macropolos, construcciones individuales, cuyos impactos causados son mayores y expresivos, mereciendo en consecuencia, una atención especial. O de flujos vehiculares, esto es: (a) bajo (menos de 500 viajes vehiculares en la hora pico), (b) moderado (de 500 a 1.000 viajes en la hora pico) y (c) alto (más de 1.000 viajes en la hora pico) (CET-SP, ITE).

La definición de qué es un PGV depende de las especificaciones locales y debe ser establecida por cada municipio. En la ciudad de Córdoba, la definición de PGV no está explícita en ninguna legislación como tal, pero una serie de normativas incluye los distintos casos: para proyectos públicos se exige una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), mientras que para proyectos privados, debe cumplir con las exigencias enunciadas en la Ordenanza 8256 que rige el uso de suelo, y también con las exigencias de las ordenanzas 9843 y 9847, correspondientes a supermercados y grandes superficies comerciales, y a proceso de Evaluación de Impacto Ambiental respectivamente.

Se señala que las concentraciones de actividades pueden promover ganancias comparativas y competitivas, fruto de las economías de escala, que pueden favorecer a los clientes interesados en ella y a sus promotores. Entretanto, cuando esas concentraciones son excesivas o instaladas en locales incompatibles, pueden provocar la saturación de la infraestructura colectiva y disfunciones sociales.

Debido a esta dualidad, es fundamental que la implementación de un PGV sea apreciada a través de la realización de estudios apropiados, técnicamente respaldados, para prever y tratar los impactos, disminuyendo aquellos de naturaleza negativa, a niveles aceptables, y maximizando los de carácter positivo. Siempre en sintonía con las directrices de desarrollo socioeconómico definidas por el Plan Director (Rector), sirviendo de referencia y de criterio en la elección de adecuadas ubicaciones y adecuados proyectos de PGV. Se espera de esta forma garantizar los intereses del promotor y de los clientes del establecimiento, al mismo tiempo que se preservan los intereses de la sociedad bajo una perspectiva auto sostenible.

2.2 GENERACION DE VIAJES

Una de las cuestiones importantes a la hora de evaluar el potencial impacto que puede traer aparejado la implantación de un PGV, es determinar los viajes generados por el mismo. Este estudio de la generación de viajes, se debe realizar tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

De más está decir que predecir dicho comportamiento es una tarea compleja. Diferentes autores plantean metodologías para la realización de una estimación del volumen de viajes generados por un PGV, teniendo en cuenta diferentes variables, que permiten en cada caso explicar los fenómenos de generación. A continuación se analizarán diferentes modelos para estimar la generación de viajes, correspondientes a centros comerciales, o *shopping centers*.

2.2.1 Generación de viajes para centros comerciales

Los centros comerciales son comúnmente contemplados en diferentes estudios de generación de viajes, debido a su capacidad de generar viajes, pero también debido a la proliferación de este tipo de emprendimientos. En este apartado se presentarán diferentes modelos para la determinación de los viajes generados por un centro comercial. Dichos modelos fueron calibrados en base a estudios, realizados para cada caso en diferentes ciudades o regiones, obteniéndose diferentes resultados en cada caso. Es muy importante, a la hora de decidir qué modelo utilizar para predecir el comportamiento de un futuro establecimiento, tener en claro cuál es la semejanza entre la realidad de mi lugar de implantación, y al realidad del lugar para el cual fue generado el modelo.

En primer lugar, se presenta la metodología elaborada por Goldner (1994, apud Portugal 2012). Este modelo proviene de una tesis de doctorado, cuyo título es "*Una Metodología de Impactos de Shopping Centers sobre el sistema viario urbano*", y fue elaborado en base a la información aportada por 90 *shopping centers* afiliados a ABRASCE (Asociación Brasileña de *Shopping Centers*) en todo el país. Se relevó la siguiente información:

- El Área de Ventas (AV), la cual variaba entre 15000 y 62000 m², con una media de 34250 m².

- El número de cajones para estacionamiento, que variaba entre 900 y 3760, con una media de 1860 cajones.
- El número de empleados del centro comercial, el cual variaba entre 1000 y 6000.
- 14 emprendimientos estaban dentro de la malla urbana, mientras que solo 1 está fuera de la misma.
- El 73% posee un área residencial dentro de los 500 m, 13% posee área residencial entre 500 y 1000 m, y el porcentaje restante posee un área residencial a más de 1000 m.

El modelo considera como variables explicativas el porte del establecimiento, a través del Área de Ventas (AV), y el tipo de PGV (*shopping center*).

Fueron elaboradas ecuaciones para *shopping centers* sin supermercado, y con supermercado, dentro de la malla urbana. Las ecuaciones finales fueron:

Shopping dentro de malla urbana sin supermercado, para día viernes:

$$V_v = 0,2597 X + 433,1448 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,6849$$

Shopping dentro de malla urbana sin supermercado, para día sábado:

$$V_v = 0,308 X + 2057,3977 \quad (2)$$

$$R^2 = 0,7698$$

Shopping dentro de malla urbana con supermercado, para día sábado:

$$V_v = 0,304 X + 1732,7276 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,8941$$

Donde V_v es el volumen de vehículos atraídos y X es el Área de Ventas en m^2 .

El modelo indica valores de viajes para la hora pico para *shoppings* dentro de la malla urbana. Para viernes, esta ocurre entre las 19 hs y las 20 hs, con un valor del 10,11% del total del día. Para sábado, ocurre entre las 18 hs y las 19hs, con un valor de 9,88% del total del día.

En segundo lugar, se presenta la metodología elaborada por Cárdenas (2003, apud Portugal 2012). Pertenece a una tesis de doctorado, cuyo título es "*Generación de Viajes y Demanda de Estacionamiento en Shopping Centers del Interior del estado de San Pablo*", y que, como su nombre sugiere, trata específicamente de estimaciones de producción de viajes y demanda de estacionamiento en PGV de tipo *shopping centers*.

Los *shopping centers* sobre los cuales está basado este trabajo están localizados en ciudades de mediano porte del interior del estado de San Pablo. Las pesquisas se realizaron en 6 centros comerciales. Se relevaron los siguientes datos:

- Área del terreno, área total cubierta y área de ventas.
- Oferta de cajones de estacionamiento.
- Demanda de cajones de estacionamiento.
- Vehículos ingresando los días sábado y domingo
- Actividades realizadas en el centro comercial.

La variable explicativa utilizada fue el Área de Ventas (AV).

Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

Para día viernes:

$$V_v = 0,2147 X + 409,2308 \quad (4)$$

$$R^2 = 0,90813721$$

Para día sábado:

$$V_v = 0,273 X + 1190,423 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,86294673$$

Donde V_v es el volumen de vehículos atraídos y X es el Área de Ventas en m^2 .

El modelo indica valores de viajes para la hora pico, para viernes, el valor es de 13,69% entrando, y 12,67% saliendo. Para sábado, el valor es de 12,51% entrando y 10,90% saliendo.

En tercer lugar, se presenta la metodología elaborada en el Boletín Técnico 46 del CET-SP (2011, apud Portugal 2012). El título es “*Modelo de Atracción de Automóviles por Shopping Centers*”. Para el desarrollo de los modelos, se utilizaron datos de 24 centros comerciales, todos ellos ubicados en el municipio de San Pablo.

La variable explicativa para la generación de viajes es el Área Computable, que se define como Área Construida Total menos las áreas de garaje, áticos y cajas de agua.

El modelo se destaca debido a la gran cantidad de información que provee en cuanto a la dimensión temporal. En la tabla 2.1 se resumen la información que provee el modelo, incluyendo la tasa de generación de viajes atraídos diarios, para todos los días de la semana, y el porcentaje de entradas y salidas para todos los días de la semana, para cada hora, de 8hs a 24 hs. También provee el número de cajones de estacionamiento necesarios.

Tabla 2.1 - Modelo CET-SP (2011)								
Cajones de estacionamiento								
Cajones = 0,0352 x Área Computable (m2)								
Demanda de Atracción Diaria (8 hs a 24 hs)								
	Lunes a Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Demanda	0,092 x Área Computable		0,105 x Área Computable		0,147 x Área Computable		0,114 x Área Computable	
Distribución horaria								
Día	Lunes a Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
08 hs - 09 hs	2,3%	0,6%	2,3%	0,7%	1,0%	0,4%	0,7%	0,3%
09 hs - 10 hs	3,6%	1,1%	3,5%	1,1%	2,7%	1,0%	1,5%	0,8%
10 hs - 11 hs	5,8%	2,6%	5,9%	2,6%	5,6%	2,3%	2,8%	1,6%
11 hs - 12 hs	7,1%	4,5%	6,8%	4,5%	7,1%	4,2%	4,9%	2,7%
12 hs - 13 hs	10,5%	5,8%	10,6%	5,8%	8,6%	5,6%	8,7%	3,6%
13 hs - 14 hs	9,8%	8,5%	9,8%	8,7%	9,7%	6,8%	12,4%	5,1%
14 hs - 15 hs	8,9%	9,0%	8,5%	9,4%	9,8%	8,0%	13,2%	8,0%
15 hs - 16 hs	8,5%	8,4%	8,1%	8,3%	9,3%	9,6%	12,4%	11,5%
16 hs - 17 hs	7,6%	8,7%	7,4%	8,4%	9,1%	9,6%	12,0%	12,2%
17 hs - 18 hs	7,6%	8,3%	7,5%	8,0%	8,8%	9,5%	10,8%	12,0%
18 hs - 19 hs	9,0%	8,3%	8,8%	8,0%	8,8%	9,4%	11,3%	12,3%
19 hs - 20 hs	9,9%	8,8%	10,1%	8,6%	9,1%	8,7%	9,4%	11,9%
20 hs - 21 hs	8,6%	9,9%	9,9%	9,8%	8,9%	8,8%	5,2%	12,6%
21 hs - 22 hs	3,8%	9,8%	5,7%	10,0%	5,2%	9,3%	2,6%	8,3%
22 hs - 23 hs	0,9%	7,7%	1,7%	9,7%	1,7%	9,1%	0,7%	4,1%
23 hs - 24 hs	0,2%	2,3%	0,9%	4,1%	0,8%	4,5%	0,3%	2,6%

Por último, se presenta el modelo presentado por el ITE (2012). Dicho modelo fue elaborado por el Instituto de Ingenieros de Transporte de los Estados Unidos.

La variable explicativa para la generación de viajes es el Área de Ventas, en este caso en pies cuadrados.

Las ecuaciones son las siguientes:

Para día viernes:

$$\ln(V_v) = 0,65 \ln(X) + 5,83 \quad (6)$$

Para día sábado:

$$V_v = 16,63 X + 4214,46 \quad (7)$$

Donde V_v es el volumen de vehículos atraídos y X es el Área de Ventas en miles de ft^2 .

El modelo indica valores de viajes para la hora pico, para viernes, el valor es de 8,4% entrando, y 9,2% saliendo. Para domingo, el valor es de 15,8% entrando y 14,7% saliendo.

2.2.2 Área de Influencia

Cuando se habla de estudios de generación de viajes, se menciona que debían ser tanto cuantitativos como cualitativos. Uno de los aspectos cualitativos a estudiar es el área de influencia que abarca dicha generación.

Normalmente, los impactos pueden ser comprendidos en dos áreas, una más restricta, donde los impactos más críticos pueden ser percibidos con mayor claridad, denominada área crítica, y otra que envuelve un número significativo de viajes generados por el PGV, llamada área de influencia.

De acuerdo con Kneib (2004, apud Portugal 2012), el área de influencia es aquella que sufre alteraciones debido a la implantación de un determinado emprendimiento, que pueden ocurrir en la estructura urbana, en el uso y ocupación del suelo, y en los sistemas viales y de circulación.

El objetivo del área de influencia es delimitar espacialmente los viajes generados por un determinado PGV. Generalmente, el área de influencia se determina a través de dos variables:

- Líneas isocotas: son líneas de distancias iguales.
- Líneas isócronas: son líneas que representan tiempos iguales.

Una propuesta relacionada al área de influencia, es su clasificación en primaria, secundaria y terciaria.

Giustina e Cybis (2006, apud Portugal 2012) analizan algunas metodologías de delimitación de área de influencia de *shopping centers*, con base en la generación de viajes. El estudio evidencia que para la delimitación del área de influencia primaria, se considera un tiempo de viaje de aproximadamente 10 minutos, donde está concentrado el

mayor número de viajes generado por el PGV (entre 37% y 52%). En el área de influencia secundaria, el tiempo de viaje es de 10 a 20 minutos, donde están concentrados entre el 24% y el 40% de los viajes. En el área de influencia terciara, el tiempo estimado de viaje está entre 20 y 30 minutos, con un numero de viajes de atracción del polo de aproximadamente el 20%.

2.3 ESTACIONAMIENTO

Los tres elementos básicos que componen la planta física de cualquier sistema de transporte son el vehículo, la vía y la terminal. Para el sistema de transporte por calles, la terminal es un espacio de estacionamiento que indica el comienzo o el final de un determinado viaje. Para que un sistema de transporte automotor sea eficiente deberá disponer de espacios adecuados de estacionamiento, en todos aquellos lugares donde se generen viajes, pues de lo contrario los efectos resultantes son las demoras, la congestión y los costos adicionales asociados.

2.3.1 Oferta y Demanda

Para conocer las características de estacionamiento de determinada zona, es necesario llevar a cabo ciertos inventarios y estudios, que permitan establecer la demanda de espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la oferta de espacios existentes. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007).

Se entiende por oferta, los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. Para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles.

Se entiende por demanda, la información de dónde se estaciona la gente, por cuanto tiempo, o su variación horaria dentro y fuera de la vía pública. Representa la necesidad de espacios para estacionarse, o el número de vehículos que desean estacionarse con cierta duración o para un objetivo específico. Esta información se obtiene mediante un conteo de vehículos que entra y sale de la zona en estudio, en caso de ser un lugar de estacionamiento privado. En caso de ser estacionamiento en la vía pública, se obtiene mediante el conteo de vehículos estacionados.

Estas cifras comparadas con las del estudio de la oferta indicaran el número de vehículos que circulan en busca de estacionamiento durante ciertos periodos del día.

Se han encontrado tiempos de estacionamiento cercanos a una hora para asuntos rápidos, como hacer compras. Para diferentes tipos de actividades, como negocios, los usuarios emplean desde la media hora hasta las cuatro horas.

Conocida a oferta y la demanda, se puede determinar el Índice de Rotación, que para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado. Para varios espacios de estacionamiento, el Índice Promedio de Rotación I_r , en vehículos por cajón, se calcula como:

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} = \frac{\text{Numero de vehiculos que se estacionan}}{\text{Numero de espacios para estacionarse}}$$

Para un determinado periodo de estudio, el índice de rotación de un estacionamiento puede expresarse como:

$$I_r = \frac{V_i + V_e}{C} \quad (8)$$

Donde V_i corresponde al número de vehículos estacionados al inicio del estudio, V_e corresponde al número de vehículos que entran durante el periodo en estudio, y C corresponde a la capacidad de estacionamiento en número de cajones.

Si la demanda se especifica para una hora absoluta o como un promedio horario, las unidades del Índice de rotación son:

$$I_r = \frac{\text{vehiculos/hora}}{\text{cajon}} \quad (9)$$

Por lo anterior, se define la duración D_e , absoluta o media de estacionamiento como:

$$D_e = \frac{1}{I_r} = \frac{1}{\frac{\text{vehiculos/hora}}{\text{cajon}}} = \frac{\text{horas} \cdot \text{cajon}}{\text{vehiculo}} \quad (10)$$

2.3.2 Análisis de la congestión

Uno de los objetivos de los ingenieros de transporte, es el de planear, diseñar y operar los sistemas viales de manera eficiente, tal que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas.

En los periodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se va tornando deficiente, con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestionamiento con las consiguientes demoras y colas asociadas.

Las demoras y colas, resultado del congestionamiento, es un fenómeno de espera comúnmente asociado a muchos problemas de tránsito.

La teoría de colas, mediante el uso de algoritmos y modelos matemáticos, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno. En general, las situaciones de demoras y colas las ocasiona la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan porque la capacidad del sistema varíe con el tiempo al darse el servicio por periodos.

En general, la capacidad de un sistema es el número máximo de entidades que pueden ser procesados por unidad de tiempo. De allí que, la congestión ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada, y porque la demanda colocada y el proceso mismo tienen carácter aleatorio.

Si se considera un sistema con una capacidad de μ entidades por unidad de tiempo, conocida como tasa de servicio. La capacidad es la tasa máxima, y su inverso es el

intervalo máximo. Entonces, puede decirse que cada entidad consume un tiempo promedio t_p en ser servido de:

$$t_p = \frac{1}{\mu} \quad (11)$$

Si las entidades llegan a una tasa λ por unidad de tiempo, entonces el tiempo total de procesamiento t_T por entidad será:

$$t_T = t_p$$

Para $\lambda \leq \mu$, y

$$t_T = \infty$$

Para $\lambda > \mu$

Si $\lambda > \mu$, puede ocurrir que: el sistema colapse, es decir, que exista una completa congestión tal que no se procesen unidades; que se forme una cola de espera que crece cada vez más; o que bajo condiciones de estado no estacionarias, cuando λ es mayor μ sólo por un intervalo de tiempo, la cola que se forma eventualmente se disipa.

Por otra parte, si λ y/o μ son variables aleatorias, incluso cuando $\lambda \leq \mu$ las colas pueden formarse.

Por lo anterior, en cualquier condición de estado, el tiempo total de procesamiento t_T , por unidad, es igual al tiempo promedio de procesamiento t_p más el tiempo de demora t_D .

Se genera una cola cuando los usuarios llegan a una estación de servicio cualquiera. La prestación del servicio para cada llegada toma cierto tiempo y puede ofrecerlo una o más estaciones. Hay tres situaciones posibles: una cola con una estación de servicio, una cola con varias estaciones de servicio, y varias colas con varias estaciones de servicio.

Los vehículos llegan al sistema a una tasa de llegadas λ , entran a la estación de servicio si está desocupada, donde son atendidos a una tasa media de servicios μ , equivalente a la tasa de salida. Si la estación de servicio está ocupada se forman en la cola a esperar ser atendidos.

Frecuentemente, tanto la tasa de llegadas como la de servicio varían, causando que también varíe la formación de colas. Se define la cola como el número de vehículos que esperan ser servidos, sin incluir aquellos que están siendo atendidos.

Se requiere tener en cuenta la naturaleza del comportamiento de un sistema de filas de espera, puesto que tanto las llegadas como los servicios varían con el tiempo. El comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla dependen de la representación explícita de los elementos que conforman el proceso. Estos son:

- Las llegadas: pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo). Su distribución puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

- Los servicios: pueden ser expresados como tasas de flujo o intervalos Su distribución también puede ser de tipo probabilístico o determinístico.
- El procedimiento de servicio o disciplina de la cola: el procedimiento consiste generalmente en que el primero que llega es el primero que sale.

El régimen que define las características de un fenómeno de espera se denota por tres valores alfanuméricos, de la siguiente manera:

a / b / c

Donde a identifica el tipo de llegadas, b el tipo de servicios, y c el número de estaciones de servicio.

A continuación se describe el modelo de análisis probabilístico correspondiente al régimen M/M/1, que supone llegadas y salidas de tipo probabilístico, con una estación de servicio. Se describe este modelo porque es el que se aplica para el caso que se presenta en el capítulo 5.

Las relaciones que se muestran a continuación, corresponden a condiciones de estado estacionario, es decir, cuando los patrones de llegadas y de servicios se sostienen por largos periodos. Para que esto se cumpla, debe darse que $\lambda \leq \mu$. Se asume que las llegadas están distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson, los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial, y la disciplina de servicio es el que llega primero es servido primero.

Probabilidad de tener n vehículos en el sistema:

$$p(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \quad (12)$$

Número promedio de vehículos en el sistema:

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (13)$$

Longitud promedio de la línea de espera:

$$\bar{Q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (14)$$

Tiempo promedio gastado en el sistema:

$$\bar{t}_s = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (15)$$

Tiempo promedio de espera en la fila:

$$\bar{t}_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (16)$$

Porcentaje de utilización del servicio:

$$P = \frac{\lambda}{\mu} (100) \quad (17)$$

Porcentaje de encontrar el sistema inactivo:

$$I = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) (100) \quad (18)$$

Probabilidad de tener que gastar un tiempo t en el sistema:

$$p(t) = (\mu - \lambda)e^{-(\lambda - \mu)t} \quad (19)$$

Probabilidad de gastar un tiempo t o menos en el sistema:

$$P(t_s \leq t) = 1 - e^{-\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\mu t} \quad (20)$$

Probabilidad de tener que esperar un tiempo t o menos en el sistema:

$$P(t_q \leq t) = 1 - \frac{\lambda}{\mu} e^{-\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\mu t} \quad (21)$$

2.4 IMPACTO EN EL TRÁNSITO

Los impactos generados por un PGV en el tránsito y la circulación, son los primeros en ser destacados, seguramente por el hecho de que se perciben inmediatamente.

En el estudio denominado “*Polos Generadores de Trafico*”, realizado por el CET (1983, apud Portugal 2012), se mencionan los siguientes impactos:

- Impactos sobre la circulación, tales como congestionamientos, dificultades de acceso al polo y conflictos entre tráfico pasante y tráfico destinado al PGV.
- Mala accesibilidad al emprendimiento.
- Aumento del número de accidentes.
- Impactos sobre el estacionamiento.

En este trabajo, se estudia dicho impacto sobre la calle de acceso al centro comercial, y para realizar dicho estudio, se analizó el funcionamiento de una intersección semaforizada.

2.4.1 Análisis de capacidad vial. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas

Una corriente de tránsito funciona aceptablemente bien cuando la capacidad del sistema supera la magnitud del flujo, circulando a una velocidad razonable; es decir, cuando el sistema tiene la suficiente capacidad para alojar el flujo vehicular presente, sin demoras excesivas para los usuarios. Cuando los valores de los flujos vehiculares se aproximan a la capacidad, el tránsito se torna inestable y la congestión se hace presente.

Para determinar la capacidad de un sistema vial es necesario conocer sus características físicas o geométricas, y también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones de operación sujetas a los dispositivos de control y al medio circundante.

Un estudio de la capacidad de un sistema vial es cuantitativo y cualitativo, ya que permite evaluar la suficiencia y la calidad del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios.

La capacidad vial es una medida de eficiencia con la que el sistema vial presta servicio a una determinada demanda. Se define teóricamente como la tasa máxima de flujo que puede soportar una calle.

La infraestructura vial puede ser de circulación continua o discontinua. Cuando la circulación es continua no hay elementos externos al flujo de tránsito, mientras que cuando es discontinua, hay elementos fijos que producen interrupciones periódicas de flujo, independientemente de la cantidad de vehículos, tales como los semáforos. Dependiendo del tipo de infraestructura vial, será el procedimiento para el cálculo de la capacidad y calidad de operación.

Ahora bien, se dijo que no solo era un estudio cuantitativo sino también cualitativo. Para medir la calidad del flujo vehicular, se introduce el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y su percepción por parte de los conductores o pasajeros. Se distinguen factores internos y externos que afectan al nivel de servicio. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como el ancho de carril, la distancia libre lateral, etc.

La capacidad se define para condiciones prevalecientes, que son factores que al variar modifican dicha capacidad. Se agrupan en tres tipos generales:

- Condiciones de la infraestructura vial: son las características físicas de la calle, el desarrollo de su entorno, las características geométricas, y el tipo de terreno donde se aloja la infraestructura vial.
- Condiciones del tránsito: es la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, su composición, distribución direccional y distribución por carril.
- Condiciones de los controles: hace referencia a los dispositivos para el control de tránsito, como semáforos y señales restrictivas.

Ahora bien, para obtener esta condición prevaleciente, se parte de una condición de base, la cual corresponde a una situación óptima. Para pasar de esta a una condición prevaleciente, se la multiplica por un factor de ajuste.

Para realizar un análisis de capacidad y nivel de servicio, se han establecido los criterios básicos:

- El flujo y la capacidad, se expresan en vehículos mixtos por hora, para cada tramo de la calle

- El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la calle. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, debido a variaciones en el flujo o en la capacidad.
- Se han fijado valores de densidades, velocidades medias, demoras y relaciones de flujo a capacidad, que definen los niveles de servicio para diferentes tipos de infraestructura vial. Para el caso de intersecciones semaforizadas, la medida de eficiencia que utiliza el HCM (2010) es la demora por controles.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el cálculo del nivel de servicio en intersecciones semaforizadas, utilizada en el capítulo 6 del presente trabajo. Dicha metodología estaba basada en la presentada en el HCM (2010).

En primer lugar, se comenta que no todos los accesos de una intersección funcionarían en las mismas condiciones, por lo tanto el análisis se realiza, para cada acceso en forma separada.

La capacidad en este caso no está totalmente correlacionada con el nivel de servicio, por lo que ambos conceptos deben estudiarse separadamente. El análisis de capacidad implica el cálculo de la relación volumen / capacidad para movimientos críticos en carriles, mientras que el análisis de nivel de servicio se basa en la demora media de los vehículos detenidos por la acción de los semáforos.

El nivel de servicio se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración. Específicamente, se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones, para un periodo de análisis de 15 minutos.

Los niveles de servicio definidos son los siguientes:

1. Nivel de servicio A: operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos no se detienen durante la fase verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas.
2. Nivel de servicio B: operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
3. Nivel de servicio C: operación con demoras de entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos comienzan a malograrse.
4. Nivel de servicio D: operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.
5. Nivel de servicio E: operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.
6. Nivel de servicio F: operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

La metodología de análisis consta de siete pasos:

1. Parámetros de entrada:

Se debe introducir la información presentada en la tabla 2.2

Tabla 2.2 – PARAMETROS DE ENTRADA ANALISIS CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	
Tipo de condición	Parámetro
Geométricas	Tipo de Área
	Número de carriles N
	Ancho promedio de carriles W
	Pendiente G%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT
	Longitud de bahías Ls
	Estacionamiento
Transito	Volumen de demanda por movimiento V (veh/h)
	Tasa de flujo de saturación base So (veh/h/carril)
	Factor de la hora de máxima demanda FHMD
	Porcentaje de vehículos pesados HV%
	Tasa de flujo peatonal en el acceso Vped (peatones/h)
	Autobuses locales que paran en la intersección Nb (autobuses/h)
	Actividad de estacionamiento Nm (maniobras/h)
	Tipo de llegadas AT
	Proporción de vehículos que llegan en verde P
	Velocidad de aproximación Sa (km/h)
Semáforos	Longitud de ciclo C (seg)
	Tiempo de verde G(seg)
	Amarillo+Todo rojo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y(seg)
	Operación accionada o prefijada
	Botón Peatonal
	Verde mínimo peatonal Gp (seg)
	Plan de fases
Periodo de análisis T(h)	

2. Agrupación de carriles

Se deben establecer en la intersección grupos de carriles apropiados, considerando tanto la geometría de la intersección como la distribución de los movimientos vehiculares. En general, se deberán establecer grupos de carriles separados cuando se disponga de

bahías exclusivas para giros. Cuando se tienen carriles de giro compartidos, se deberá evaluar la operación en el carril para decidir si efectivamente funciona como carril exclusivo de giro o no.

3. Determinación de la tasa de flujo

Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante los 15 minutos a través del factor de la hora de máxima demanda:

$$v_p = \frac{V}{FHMD} \quad (22)$$

Donde v_p es la tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados en vehículos/hora, V es el volumen horario en vehículos/hora, y $FHMD$ el factor de la hora de máxima demanda, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$FHMD = \frac{V}{4V_{15}} \quad (23)$$

Donde V es el volumen horario, y V_{15} es el volumen horario para los 15 minutos más cargados.

4. Determinación de la tasa de flujo de saturación

La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la intersección bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo.

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento, su composición vehicular, maniobras de estacionamiento, paradas de autobuses y conflictos con peatones y ciclistas. Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los accesos, en términos del número y ancho de carriles, pendientes y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, la asignación de tiempos y el tipo de operación.

Se puede determinar mediante estudios de campo, o calcular por la siguiente expresión:

$$s_i = s_o(N)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})(f_{Lpb})(f_{Rpb}) \quad (24)$$

Donde s_i es la tasa de flujo de saturación, s_o es el flujo de saturación base en vehículos por hora por carril, N es el número de carriles, f_w el factor de ajuste por ancho de carril, f_{HV} el factor de ajuste por vehículos pesados, f_g el factor de ajuste por pendiente de acceso, f_p el factor de ajuste por estacionamiento, f_{bb} el factor de ajuste por bloqueo de buses, f_a el factor de ajuste por tipo de área, f_{LU} el factor de ajuste por utilización de carriles, f_{LT} el factor de ajuste por vueltas a la izquierda, f_{RT} el factor de ajuste por vueltas a la derecha, f_{Lpb} el factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas, f_{Rpb} el factor de ajuste derecho peatones y ciclistas. El cálculo de los factores mencionados se puede ver en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 – CALCULO DE FACTORES DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACION			
Factor	Formula	Definición de variables	Notas
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$	W = ancho de carril (m)	W ≥ 2,4 Si W ≥ 4,8 analizar como dos carriles
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	%HV= porcentaje de vehículos pesados	E _T = 2 autos por pesado
Pendiente	$f_G = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G = porcentaje de pendiente del acceso	-6 ≤ %G ≤ +10
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N= número de carriles Nm= numero de maniobras de estacionamiento por hora	0 ≤ Nm ≤ 180 f _p ≥ 0,05 f _p = 1 sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 NB}{3600}}{N}$	N = número de carriles NB = numero de buses que paran por hora	0 ≤ NB ≤ 250 f _{bb} ≥ 0,05
Tipo de área	f _a = 0,9 en CBD f _a = 1 en otras áreas	CBD = distrito central de negocios	
Utilización de carriles	$f_{LU} = \frac{v_g}{Nv_{g1}}$	v _g = tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril v _{g1} = tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo N = número de carriles	
Vueltas a la izquierda	Carril exclusivo: f _{LT} = 0,95 Carril compartido: $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 P_{LT}}$	P _{LT} = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles	
Vueltas a la derecha	Carril exclusivo: f _{RT} = 0,85 Carril compartido: f _{RT} = 1 - 0,15P _{RT} Carril simple: f _{RT} = 1 - 0,135P _{RT}	P _{RT} = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles	
Bloqueo por y peatones y bicicletas	Ajuste LT: f _{Lpb} = 1 - P _{LT} (1 - A _{pbt})(1 - P _{LTA}) Ajuste RT: f _{Lpb} = 1 - P _{RT} (1 - A _{pbt})(1 - P _{RTA})	P _{LT} =proporción vueltas a la izquierda en el grupo de carriles A _{pbt} = ajuste a la fase permitida P _{LTA} = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida P _{RT} =proporción vueltas a la derecha en el grupo de carriles P _{RTA} = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida	

5. Determinación de la capacidad y la relación volumen capacidad

La capacidad en una intersección con control con semáforos se define para cada acceso o grupo de carriles, como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes de tránsito, calle y del semáforo. Se calcula mediante la ecuación:

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right) \quad (25)$$

Donde c_i es la capacidad del grupo de carriles en vehículos/hora, s_i es la tasa de flujo de saturación del grupo de carriles en vehículos/hora, g_i es el tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles en segundos, y C es el ciclo del semáforo en segundos.

La relación volumen a capacidad, denominada grado de saturación, se calcula como:

$$X_i = \frac{v_i}{c_i} \quad (26)$$

Donde v_i es la tasa de flujo de demanda, y c_i es la capacidad del grupo de carriles.

Reemplazando la (25) en la (26):

$$X_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)} = \frac{\left(\frac{v}{s} \right)_i}{\left(\frac{g_i}{C} \right)} \quad (27)$$

En esta expresión, al cociente $\left(\frac{v}{s} \right)_i$ se lo denomina relación de flujo.

Valores superiores a 1 en el grado de saturación indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

6. Determinación de las demoras

Los valores derivados de los cálculos representan la demora media por control experimentada por los vehículos que llegan en el periodo de análisis. La demora por control incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola. Se calcula como:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (28)$$

Donde d es la demora media por control en segundos/vehículo, d_1 la demora uniforme en segundos/vehículos, PF el factor de ajuste por coordinación, d_2 la demora incremental en segundos/vehículo, y d_3 la demora por cola inicial en segundos/vehículo.

Para determinar el factor de ajuste por coordinación, se tiene en cuenta la proporción de vehículos que llegan en verde. Se calcula de la siguiente manera:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} \quad (29)$$

Donde P es la proporción de vehículos que llegan en verde, g/C es la proporción de tiempo verde disponible, y f_{PA} es el factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan en verde.

El valor de P se puede estimar como:

$$P = Rp \left(\frac{g}{C}\right) \quad (30)$$

Donde Rp es la relación de pelotón, la cual se puede estimar conociendo el tipo de arribo. Esta relación toma valores entre 0 y 2, correspondiendo 0 a una progresión muy pobre, 1 a arribos aleatorios, y dos a una progresión excepcional, con excelente coordinación.

La demora uniforme d_1 , es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningún ciclo. Se calcula como:

$$d_1 = \frac{0,5 C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X) \frac{g}{C}\right]} \quad (31)$$

La demora incremental d_2 toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresature. Se expresa como:

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIC}{cT}} \right] \quad (32)$$

Donde T es la duración del periodo analizado, en 0,25 h, k es el factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas (se toma un valor de 0,50 para intersecciones prefijadas), e I es un factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba.

La demora por cola inicial d_3 es aquella que se da cuando existe una cola residual antes del período de análisis T. se calcula con la siguiente expresión:

$$d_3 = \frac{1800 Q_b(1 + u)t}{cT} \quad (33)$$

Donde Q_b es la cola inicial al principio del periodo T en vehículos, c es la capacidad en vehículos/hora, T es la duración del periodo analizado en 0,25 h, t es la duración de la demanda insatisfecha en hora, y u es el parámetro de demora.

La demora en cualquier acceso, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del mismo, de la siguiente manera:

$$v_a = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i} \quad (34)$$

Donde A es el número de carriles en el acceso, d_a la demora en el acceso en segundos/vehículo, d_i la demora en el grupo de carriles i en segundos/vehículo, y v_i el volumen ajustado en el grupo de carriles i en vehículos/hora.

La demora en la intersección también se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la misma, de la siguiente manera:

$$v_I = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^I v_A} \quad (35)$$

Donde I es el número de accesos en la intersección, d_i la demora en la intersección en segundos/vehículo, d_A la demora en el acceso A en segundos/vehículo, y v_A el volumen ajustado en el acceso A en vehículos/hora.

7. Determinación del nivel de servicio

Una vez calculada la demora promedio, se determina el nivel de servicio, comparando con los valores enunciados previamente. Se obtiene para cada grupo de carriles, para cada acceso, y para la intersección como un todo.

SECCIÓN III

PARTE PRÁCTICA

3. ANALISIS DE ANTECEDENTES Y RELEVAMIENTOS

3.1 DESCRIPCION DEL CASO DE ESTUDIO

En el presente informe se describe el estudio realizado sobre el Nuevocentro Shopping, centro comercial ubicado en la ciudad de Córdoba. Los objetivos perseguidos con la realización de este estudio son:

- Determinar una tasa de generación de viajes que represente la realidad de la ciudad de Córdoba, y que luego pueda ser utilizada en futuros estudios y proyectos.
- Relacionar la generación de viajes producida, con un área de influencia ejercida por el centro comercial.
- Estimar las necesidades de estacionamiento que puede generar un establecimiento con las características de *shopping center*.
- Analizar el impacto que produce la implantación de un centro comercial, en su condición de polo generador de viajes, en el tránsito pasante, con el objetivo de proponer medidas para mitigarlo.

A continuación, se presentaran las características principales del centro comercial estudiado.

El centro comercial estudiado es denominado “*Nuevocentro Shopping*”. Se encuentra ubicado en la ciudad de Córdoba, capital de la provincia de Córdoba, Argentina.

Se encuentra sobre la calle Duarte Quirós al 1400, en el barrio Quintas de Santa Ana. Lo rodean las calles Misiones, Caseros y Río Negro. En las figuras 3.1 a 3.3 se muestra la ubicación del mismo a diferentes escalas.



Figura 3.1 – Imagen satelital Nuevocentro Shopping



Figura 3.2 – Ubicación de Nuevocentro Shopping en relación a barrios aledaños



Figura 3.3 – Ubicación de Nuevocentro Shopping en relación a la ciudad de Córdoba

El centro comercial posee una superficie cubierta de 64.000 m², con un área de ventas de 26.000 m², 155 locales comerciales y stands, y 1500 empleados de comercio.

Se destaca en el mismo la presencia de tiendas ancla de diferente tipo, que abarcan una gran parte de la superficie del shopping. Estas son la tienda *Falabella*, con una superficie de 7.500 m²; el supermercado *Disco*, con una superficie de 1900 m²; el complejo de cines *Hoyts*, con una superficie de 2400 m².

Otro dato destacado es la presencia muy cercana del hotel perteneciente a la cadena internacional Sheraton.

El centro comercial abre de lunes a domingo a las 10:00 hs, los locales comerciales cierran todos los días a las 22:00 hs, mientras que el patio de comidas y los cines continúan abiertos hasta las 01:00 hs del día siguiente, exceptuando viernes, sábados y vísperas de feriado, días en los que se dan funciones de traspasnoche, permaneciendo abierto hasta más tarde.

El establecimiento posee distintos sectores destinados a playas de estacionamiento. Una de ellas es con tarifa, es la denominada playa cubierta; los demás son sin cobro. A continuación, en la tabla 3.1, se muestran los diferentes sectores de las distintas playas, con sus capacidades.

Tabla 3.1 - PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO NUEVOCENTRO SHOPPING			
	SECTOR	Subtotal	TOTAL
PLAYAS SIN COBRO	NIVEL TERRAZA	253	474
	PLAYA OESTE	221	
	AMPLIACION PLAYA OESTE		
	CUBIERTA OESTE -1	265	765
	CUBIERTA OESTE -2		
	CUBIERTA OESTE -3		
	AMPLIACION CUB. OESTE -1		
	AMPLIACION CUB. OESTE -2		
	AMPLIACION CUB. OESTE -3		
Playas pagas	CUBIERTA ESTE NIVEL 0	500	
	CUBIERTA ESTE NIVEL -1		
	CUBIERTA ESTE NIVEL -2		
		1239	1239

Se destaca por ultimo un dato muy relevante, y es que todos los accesos vehiculares al centro comercial se encuentran sobre la calle Duarte Quirós, mientras que para egresar, se puede hacer por las calles Duarte Quirós, Rio Negro o Caseros.

3.2 INFORMACION SECUNDARIA Y DISPONIBLE DE ENCUESTAS Y CONTEOS

Parte de la información disponible fue la presentada en el apartado anterior. Sin embargo, para realizar este trabajo se dispuso información variada, proveniente de distintas fuentes.

Las dos fuentes principales de información fueron: en primer lugar, información provista por personal del *Nuevocentro Shopping*; y en segundo lugar, información proveniente de conteos y encuestas realizadas en el mismo centro comercial.

A continuación, se detallará la información disponible en cada uno de los casos.

3.2.1 Información disponible de encuestas y conteos

Las encuestas y conteos fueron realizadas por alumnos de la Cátedra de Transporte I de la Carrera de Ingeniería Civil, dictada en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, perteneciente a la Universidad Nacional de Córdoba. Esta actividad se realizó como parte de un trabajo práctico que los alumnos debían elaborar para aprobar la materia. Los estudiantes realizaron las tareas de relevamiento supervisados por el personal docente a cargo.

Los días en que fueron llevados a cabo los relevamientos fueron el viernes 3 de octubre de 2014, de 18 hs a 20 hs, y domingo 5 de octubre de 2014, de 19 hs a 21 hs.

Se realizaron, como bien se explico, dos tipos de relevamientos: encuestas en el interior del *Nuevocentro shopping*, y conteos de vehículos ingresando y egresando de las distintas playas de estacionamiento.

Las encuestas, se realizaron en diferentes sectores del establecimiento, escogidas estratégicamente. Dichas ubicaciones fueron: Patio de Comidas, y pasillos frente a Disco, Falabella Planta Baja, Falabella Planta Alta y Cines.

Las preguntas a realizar fueron las siguientes:

Preguntas a realizar

- 1.- *¿En qué vino?*
- 2.- *¿En qué barrio vive?*

Solo para autos

- 3.- *Número de ocupantes*
- 4.- *Estacionó en playa del Shopping, en la calle o lo dejaron y no estacionaron. Si estacionó en el Shopping: T (terrazza) C (cubierta) O (oeste)*
- 5.- *¿Para venir al Shopping, Ud. salió de su casa y vuelve a su casa?
Si la respuesta es NO*
- 6.- *¿El Shopping le quedaba de paso, o se tuvo que desviar?*

Esta información permitió obtener una distribución modal; permitió mediante una zonificación, obtener una distribución de viajes según la distancia al centro comercial, y junto a esto relacionar dicha distancia con el modo de transporte utilizado; permitió obtener una tasa de ocupación media para los viajes en automóvil; también se obtuvo una distribución de estacionamientos en las distintas playas; y por último, se obtuvo una distribución de los tipos de viajes atraídos.

Como resultado, se obtuvieron 810 encuestas el día viernes, y 778 encuestas el día domingo.

En la figura 3.4 se muestra el formulario utilizado para la realización de las mismas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA															
CATEDRA DE TRANSPORTE I - FCFyN															
Estudio: POLOS GENERADORES DE VIAJES										Lugar: NUEVOCENTRO SHOPPING					
Ubicación: _____					Nombre Operador: _____										
FECHA: _____					HORA: _____					GRUPO: _____					
Encuesta Nº	MODO							Bº de residencia	SI VINO EN AUTO						
	P	B	M	O	T-R	A	Nº		ESTACIONAMIENTO			HOGAR-HOGAR			
	a pie	bici	moto	ómnibus	taxi, remise	auto	Ocupantes		Playa Shopping (T-C-O)	En la calle	Lo dejaron	Si	No		
													De Paso	Se Desvío	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Preguntas a realizar
 1.- ¿En qué vino?
 2.- ¿En qué barrio vive?
Solo para autos
 3.- Número de ocupantes
 4.- Estacionó en playa del Shopping , en la calle o lo dejaron y no estacionaron. Si estacionó en el Shopping: T (terrazza) C (cubierta) O (oeste)
 5.- Para venir al Shopping , Ud. salió de su casa y vuelve a su casa?
 Si la respuesta es NO
 6.- ¿El Shopping le quedaba de paso, o se tuvo que desviar?

Ubicación:
 Disco - Falabella PB - Falabella PA - Cines - Patio de Comidas

Figura 3.4 – Formulario para la realización de encuestas

Los conteos de vehículos ingresando y egresando del centro comercial, se organizaron en puestos ubicados estratégicamente. En la figura 3.5 se pueden ver las distintas ubicaciones elegidas para los puestos.



Figura 3.5 – Ubicación de puestos para la realización de conteos

Como se ve en la figura 3.5, se eligieron 8 puestos. A continuación se detalla que se midió en cada uno de ellos.

Puesto 1: Sobre Duarte Quirós.

Se contaron vehículos entrando a playa subterránea y terraza. En la figura 3.6 se observa en forma más detallada la ubicación del mismo.

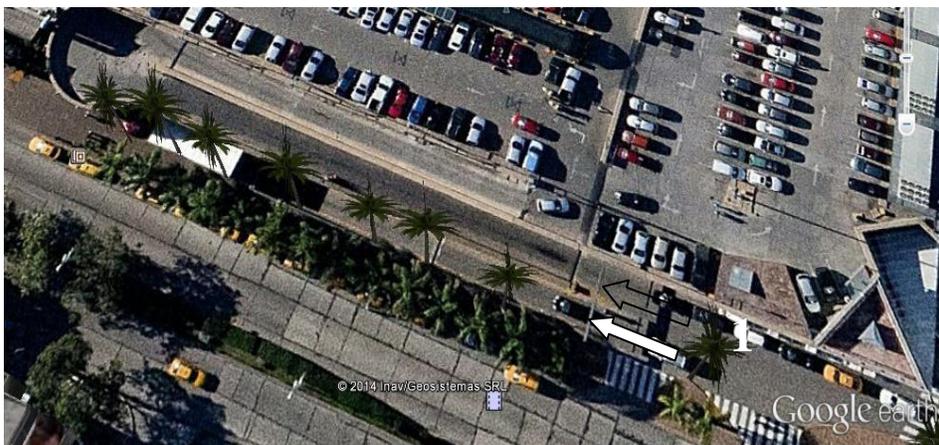


Figura 3.6 – Puesto 1 Duarte Quirós

Puesto 4: Sobre Duarte Quirós.

Se contaron vehículos saliendo de playa subterránea y terraza. Se muestra en la figura 3.7.



Figura 3.7 – Puesto 4 Duarte Quirós

Puesto 5: Sobre Duarte Quirós.

Se midieron vehículos entrado a la playa Oeste. Se muestra en la figura 3.8.

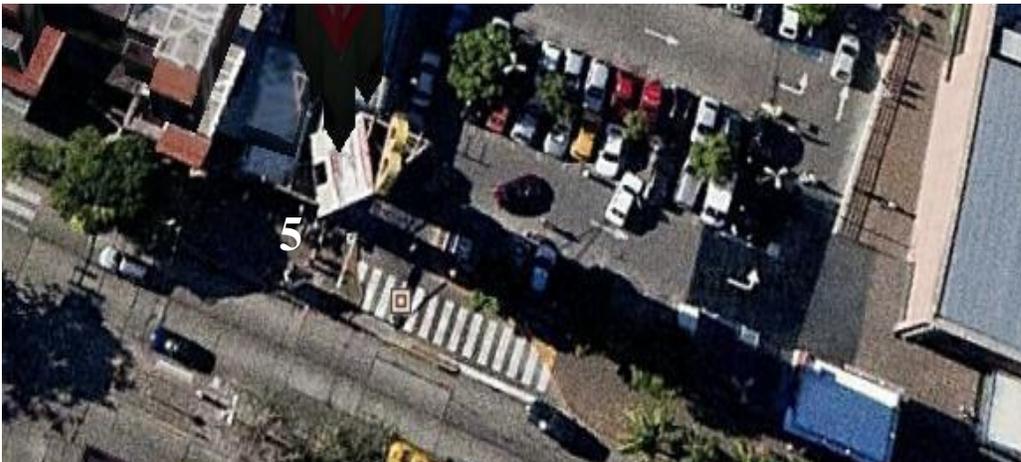


Figura 3.8 – Puesto 5 Duarte Quirós

En la figura 3.9 se muestra la planilla utilizada para los puestos 1,4 y 5.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA					
	CATEDRA DE TRANSPORTE I				
Estudio: POLOS GENERADORES DE VIAJES					
Lugar:	NUEVO CENTRO SHOPPING				
Ubicación:	DUARTE QUIRÓS PUESTO N°	-	Nombre Operador:	Grupo:	
Fecha:	ENTRADA / SALIDA (tachar el que no corresponde)		Hora de inicio		
Clima:			Hora de finalización:		
	PLAYA:		PLAYA:		
MINUTOS	AUTOS PARTICULARES	OTROS	AUTOS PARTICULARES	OTROS	OBSERVACIONES
00 - 10					
10 - 20					

Figura 3.9 – Planilla puestos 1,4 y 5

Puesto 6: Salida sobre Río Negro

Se contaron vehículos saliendo del centro comercial, y tránsito pasante por calle Río Negro. Se muestra en la figura 3.10.



Figura 3.10 – Puesto 6 Río Negro

Puesto 7 y 8: Salidas sobre calle Caseros

Se contaron vehículos saliendo del centro comercial, y tránsito pasante por calle Caseros. Se muestra en la figura 3.11



Figura 3.11 – Puestos 7 y 8 Caseros

A continuación, se presenta en la figura 3.12 la planilla utilizada en los puestos 6,7 y 8.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA					
	CATEDRA DE TRANSPORTE I					
Estudio: POLOS GENERADORES DE VIAJES						
Lugar:	NUEVO CENTRO SHOPPING					
Ubicación:	RIO NEGRO / CASEROS (tachar el que no corresponde)	Nombre Operador:			Grupo:	
Fecha:			Hora de inicio			
Clima			Hora de finalización:			
	CALLE		ENTRADA / SALIDA (tachar el que no corresponde)			
MINUTOS	AUTOS PARTICULARES	OTROS	AUTOS PARTICULARES	OTROS	OBSERVACIONES	
00 - 10						
10 - 20						

Figura 3.12 – Planilla puestos 6, 7 y 8

Puesto 2: Duarte Quirós en puerta principal

La figura 3.13 muestra la ubicación de los puestos 2 y 3



Figura 3.13 – Puestos 2 y 3 Duarte Quirós

Se midió:

a.- Tránsito sobre calle Duarte Quirós proveniente del Centro

La figura 3.14 muestra la planilla utilizada en el puesto 2 para medir tránsito pasante.

b.- Taxis que llegan y parten con pasajeros, y peatones

La figura 3.15 muestra la planilla utilizada en el puesto 2 para medir carga y descarga de taxis, y tránsito peatonal.

Puesto 3: Duarte Quirós en puerta principal, vereda del frente.

Se midió tránsito en Duarte Quirós en sentido hacia el centro, y taxis que llegan y parten con pasajeros. En la figura 3.16 se muestra la planilla utilizada.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y N.								
	CATEDRA DE TRANSPORTE I								
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR									
Calle	Duarte Quirós / Colón (tachar el que no corresponde)		Nombre Operador:			Grupo:			
Sentido	Al Centro / Del Centro (tachar el que no corresponde)		Hora de inicio	-----					
Fecha			Hora de finalización:	-----					
PERÍODO	Autos		Ómnibus		Motos		Bicicletas		Observaciones

Figura 3.14 – Planilla puesto 2 Duarte Quirós, para medición de tránsito pasante

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y N.					
	CATEDRA DE TRANSPORTE I					
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR						
Calle	Duarte Quirós		Nombre Operador:	Grupo:		
			Hora de inicio			
Fecha			Hora de finalización:			
			Taxis			
PERÍODO	Peatones		Descarga		Carga	Observaciones

Figura 3.15 – Planilla puesto 2 Duarte Quirós, para medición de carga y descarga de taxis, y tránsito peatonal

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y N.								
	<i>CATEDRA DE TRANSPORTE I</i>								
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR									
Calle				Nombre Operador:				Grupo:	
Sentido				Hora de inicio					
Fecha				Hora de finalización:					
					Taxis				
PERÍODO	Autos		Otros		Descarga		Carga		Observaciones

Figura 3.16 – Planilla puesto 3 Duarte Quirós, para medición de carga y descarga de taxis, y tránsito pasante

3.2.2 Información secundaria disponible

Como se comentó previamente, además de la información obtenida por las encuestas y censos realizados, fue provista a la cátedra de Transporte I información sobre el centro comercial.

Se dispuso de un archivo que contenía información general sobre el *shopping*, la cual fue mencionada en el apartado 3.1 de este capítulo, y también un registro de ingresos y egresos a la playa cubierta del centro comercial. Dicho registro fue tomado desde el día 16/09/2014 hasta el día 22/09/2014, es decir, se contó con un registro completo de ingresos y egresos a la playa cubierta, para toda una semana.

En este archivo, se disponía cada ingreso con un número, fecha y hora exacta de ingreso, fecha y hora exacta de egreso, y la estadía correspondiente.

A continuación, en la tabla 3.2, se muestra un extracto de la información proporcionada.

Tabla 3.2 - INFORMACION SECUNDARIA DISPONIBLE			
HORARIOS DE ENTRADA Y SALIDA PLAYA CUBIERTA			
desde el 16/09/2014 hasta el 22/09/2014			
Nro.	Fecha de Ingreso	Fecha de Egreso	Estadía
...
61	2014-09-16 10:16:24	2014-09-16 11:01:38	0:45
62	2014-09-16 10:23:59	2014-09-16 11:02:07	0:38
63	2014-09-16 09:58:09	2014-09-16 11:02:30	1:04
64	2014-09-16 10:02:40	2014-09-16 11:04:30	1:01
65	2014-09-16 10:22:12	2014-09-16 11:04:46	0:42
66	2014-09-16 10:34:12	2014-09-16 11:07:55	0:33
67	2014-09-16 09:59:17	2014-09-16 11:08:49	1:09
68	2014-09-16 10:06:11	2014-09-16 11:09:05	1:02
69	2014-09-16 10:23:50	2014-09-16 11:09:47	0:45
70	2014-09-16 10:21:05	2014-09-16 11:10:04	0:48
71	2014-09-16 05:56:45	2014-09-16 11:11:55	5:15
72	2014-09-16 10:26:46	2014-09-16 11:12:10	0:45
73	2014-09-16 10:44:42	2014-09-16 11:12:26	0:27
74	2014-09-16 10:22:35	2014-09-16 11:13:11	0:50
75	2014-09-16 10:07:41	2014-09-16 11:15:05	1:07
76	2014-09-16 07:07:51	2014-09-16 11:15:41	4:07
77	2014-09-16 11:02:28	2014-09-16 11:16:08	0:13
...

3.3 RELEVAMIENTOS COMPLEMENTARIOS

Además de los relevamientos realizados, buscando complementar la información disponible, se realizaron relevamientos complementarios. Estos fueron realizados el día viernes 6 de marzo de 2015, de 19:00 hs a 20:00 hs.

El relevamiento se realizó para medir dos cuestiones: en primer lugar, determinar los tiempos de verde, amarillo y rojo, para ambas fases del semáforo ubicado en la intersección de las calles Duarte Quirós y Río Negro; en segundo lugar, determinar el volumen y la composición del tránsito pasante por la calle Río Negro.

En la figura 3.18 se muestra la ubicación de puesto en el cual se realizaron dichos relevamientos.

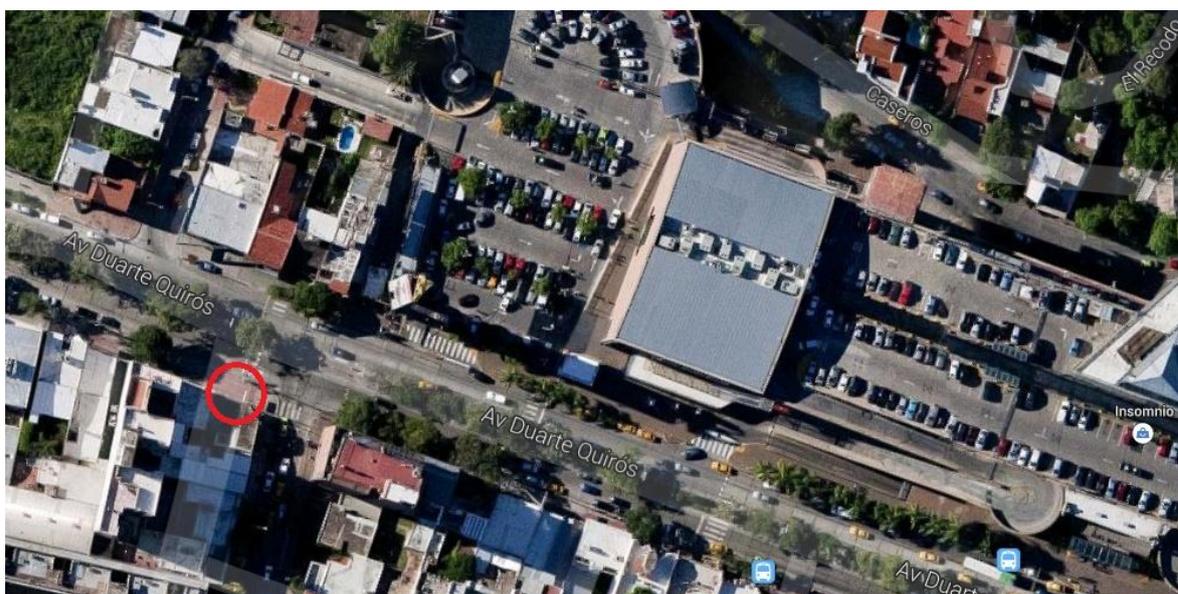


Figura 3.17 – Puesto para relevamiento tránsito pasante en Río Negro

También se aclara que se utilizaron diferentes herramientas para obtener información, entre las que se destaca la herramienta Wikimapia, para medir las distancias entre el centro comercial y cada uno de los barrios registrados en las encuestas; y la herramienta Google Maps, para medir el ancho de carril de las calles Duarte Quirós y Río Negro, así como también la distancia desde la intersección semaforizada a las paradas de transporte público.

4. GENERACION DE VIAJES

4.1 TASAS DE GENERACION DE VIAJES

4.1.1 Tasa de generación de viajes vehiculares

En primer lugar se buscó determinar la tasa de generación de viajes vehiculares para los días relevados, es decir, para viernes y domingo, para la hora pico. Para esto, se utilizaron los resultados obtenidos de los conteos. La información proveniente de los conteos permitía obtener ingresos y egresos en las playas cubierta, terraza y oeste, así como también información sobre la carga y descarga de taxis y remises. Sin embargo, analizando las encuestas realizadas, se determinó que tanto la proporción de vehículos que estacionan en la calle, y como la correspondiente a las personas que fueron llevadas en vehículo, son significativas. Debido a esto, se utilizó el porcentaje de vehículos que estaciona en la calle, y el porcentaje de personas que fueron llevadas en vehículo, tanto para el día viernes como para el domingo, para considerar también estos viajes generados. Los porcentajes utilizados se muestran en las tablas 4.1 y 4.2.

Tabla 4.1 - DISTRIBUCION ESTACIONAMIENTO VIERNES					
Distribución Estacionamiento					
T	O	C	EC	LD	Total
102	75	129	32	40	378
27,0%	19,8%	34,1%	8,5%	10,6%	

Tabla 4.2 - DISTRIBUCION ESTACIONAMIENTO DOMINGO					
Distribución Estacionamiento					
T	O	C	EC	LD	Total
110	72	139	105	11	437
25,2%	16,5%	31,8%	24,0%	2,5%	

Donde T corresponde a la playa terraza, O a la playa oeste, C a la playa cubierta, EC a que estacionó en la calle, y LD a que la persona fue llevada en vehículo, pero el conductor no estacionó ni ingresó al centro comercial.

Con los porcentajes calculados, y utilizando los valores medidos, se proyectaron valores de ingresos y egresos para vehículos estacionados en la calle, y para personas que fueron llevadas al centro comercial en vehículo.

La hora determinada como hora pico, corresponde a la hora para la cual se registraron los máximos valores de ingresos y egresos en los días relevados. Tanto para viernes como para domingo, la hora pico corresponde al período entre las 19 hs y las 20 hs. Este resultado se comparó con el valor de hora pico registrado para los ingresos y egresos en la playa cubierta. Para el día viernes, se obtuvo el mismo resultado, siendo la hora pico las 19 hs. Para el día domingo, la hora pico registrada fue a las 20 hs, sin embargo, se adoptó como valor para la determinación de la tasa de generación el de las 19 hs, ya que se consideró que los conteos eran más representativos, por contener información de todos los ingresos.

En la tabla 4.3 y 4.4 se pueden observar los viajes generados, tanto de ingresos como de egresos, para viernes y domingo respectivamente, en la hora pico.

Tabla 4.3 - GENERACIÓN DE VIAJES VIERNES HORA PICO																
Viernes																
	Ingresos							Egresos							Total	
	Cubierta	Terraza	Oeste	Calle	Lo dejaron	Taxi-Remis	Total	Cubierta	Terraza	Río Negro	Caseros	Calle	Lo dejaron	Taxi-Remis		Total
Viajes vehiculares Hora Pico	210	217	154	68	85	51	786	151	218	207	30	69	81	44	800	1586

Tabla 4.4 - GENERACIÓN DE VIAJES DOMINGO HORA PICO																
Domingo																
	Ingresos							Egresos							Total	
	Cubierta	Terraza	Oeste	Calle	Lo dejaron	Taxi-Remis	Total	Cubierta	Terraza	Río Negro	Caseros	Calle	Lo dejaron	Taxi-Remis		Total
Viajes vehiculares Hora Pico	164	174	114	166	17	45	680	145	165	160	282	157	16	35	960	1640

Una vez determinada la generación de viajes, se procedió a calcular una tasa de generación de viajes. Para determinar dicha tasa, hay diferentes criterios a la hora de elegir la variable a utilizar, como se puede ver analizando los casos citados en el capítulo 2. En algunos casos se utiliza la variable Área Total Construida (ATC), y en otros la variable Área de Ventas (AV), la cual corresponde al área comercial del establecimiento. Dicha área, como ya se citó en el capítulo 3, es de 26000 m².

En la tabla 4.5 se pueden observar las tasas obtenidas para viajes vehiculares en hora pico, tanto para viernes como para domingo.

	Viajes vehiculares Hora Pico	Tasa de Generación hora pico
Viernes	1586	0,0610
Domingo	1640	0,0631

Una vez calculadas las tasas de generación, se pueden comparar los valores de generación de viajes obtenidos, con valores generados utilizando tasas propuestas por diferentes autores. Se eligieron tasas que representan diferentes realidades, tanto las propuestas para latinoamericana, como la propuesta por el ITE (2012), la cual representa la realidad de los Estados Unidos. La elección de los distintos modelos responde a las condiciones para las cuales fueron obtenidos los mismos. Se eligieron aquellos que se hayan determinado en condiciones similares a las presentadas en nuestro caso, especialmente en cuanto al porte de los centros comerciales analizados. Los modelos utilizados fueron descritos en el capítulo 2 del presente trabajo.

En la tabla 4.6 figuran los valores calculados mediante las distintas tasas de generación, para el día viernes.

Tabla 4.6 - COMPARACION DE GENERACION DE VIAJES VIERNES					
Viernes					
	Nuevocentro	Goldner (1994)	Cárdenas (2003)	CET-SP (2011)	ITE (2012)
Viajes Vehiculares Hora Pico	1586	1453	1579	1323,84	1194
		-8%	0%	-17%	-25%

Analizando los resultados, se observa una similitud entre la generación de viajes obtenida en el estudio, y la obtenida utilizando diferentes tasas de generación. Se destaca una mayor similitud con los valores obtenidos utilizando modelos determinados en ciudades latinoamericanas, en este caso de Brasil.

En la tabla 4.7 se presentan los resultados para el día domingo.

Tabla 4.7 - COMPARACION DE GENERACION DE VIAJES - DOMINGO			
Domingo			
	Nuevocentro	CET-SP (2011)	ITE (2012)
Viajes Vehiculares Hora Pico	1640	1766	1310
		8%	-20%

La conclusión a la cual se arriba analizando los resultados es que la tasa provista por el CET-SP (2011, apud Portugal 2012) provee valores más cercanos que la provista por el ITE (2012), debido a que está basada en estudios realizados en Latinoamérica, por lo que el comportamiento es similar al dado en la ciudad de Córdoba, para este caso en particular.

Se aclara igualmente, que para el caso del modelo provisto por el ITE (2012), los viajes generados para el domingo son menores que los calculados para el día sábado. Para el sábado, utilizando este modelo, se obtuvo un valor de 1707 viajes, el cual es más cercano al medido para el Nuevocentro Shopping el domingo, que es para este caso el día con mayor generación de viajes.

Luego de determinar la tasa de generación de viajes para la hora pico, se estimo la generación de viajes vehiculares para todo el día. Para realizar esto, se calculo cual era la participación de los viajes en hora pico en el total del día, utilizando la información disponible de la playa cubierta. A partir de estos porcentajes de hora pico, se proyectaron los viajes totales. La tabla 4.8 muestra los porcentajes calculados.

Tabla 4.8 - FACTORES HORA PICO				
	Hora pico	Viajes hora pico	Viajes totales	Factor hora pico
Viernes	19	407	3806	10,69%
Domingo	19	293	2734	10,72%

En la tabla 4.9 se muestran los valores de generación de viajes obtenidos para los días viernes y domingo, así como también las tasas de generación obtenidas. Dichas tasas se calcularon de la misma manera que se calcularon las tasas para hora pico explicadas previamente.

Tabla 4.9 - TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DIARIA		
	Viajes Vehiculares Por Día	Tasa de Generación diaria
Viernes	14834	0,5705
Domingo	15302	0,5885

Una vez que se analizaron los viajes vehiculares diarios para los días viernes y domingo, se procedió a obtener los viajes vehiculares generados para todos los días de la semana, durante la hora pico.

Se utilizó la información disponible de la playa cubierta, para obtener una distribución de los viajes realizados en toda la semana. Luego, utilizando los porcentajes

calculados, se proyectaron los viajes vehiculares correspondientes a días de semana en hora pico, utilizando el valor de viajes generados del día viernes en la hora pico; y se proyectó el valor de viajes del día sábado utilizando un promedio entre los viajes para viernes y para domingo.

La tabla 4.10 muestra la distribución de viajes a lo largo de la semana para la playa cubierta, mientras que la tabla 4.11 muestra los viajes generados para cada día de la semana en hora pico, así como la tasa de generación calculada para el día correspondiente en la hora pico. La figura 4.1 muestra la generación de viajes en los distintos días de la semana.

Tabla 4.10 - VIAJES SEMANALES		
	Viajes	Total
Lunes	973	10,0%
Martes	1116	11,5%
Miércoles	1425	14,6%
Jueves	1296	13,3%
Viernes	1903	19,5%
Sábado	1665	17,1%
Domingo	1367	14,0%
Total	9745	

Tabla 4.11 - GENERACION DE VIAJES PARA TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Viajes Vehiculares hora pico	813	935	1187	1082	1586	1613	1640
Tasa de Generación	0,0313	0,0360	0,0457	0,0416	0,0610	0,0620	0,0631

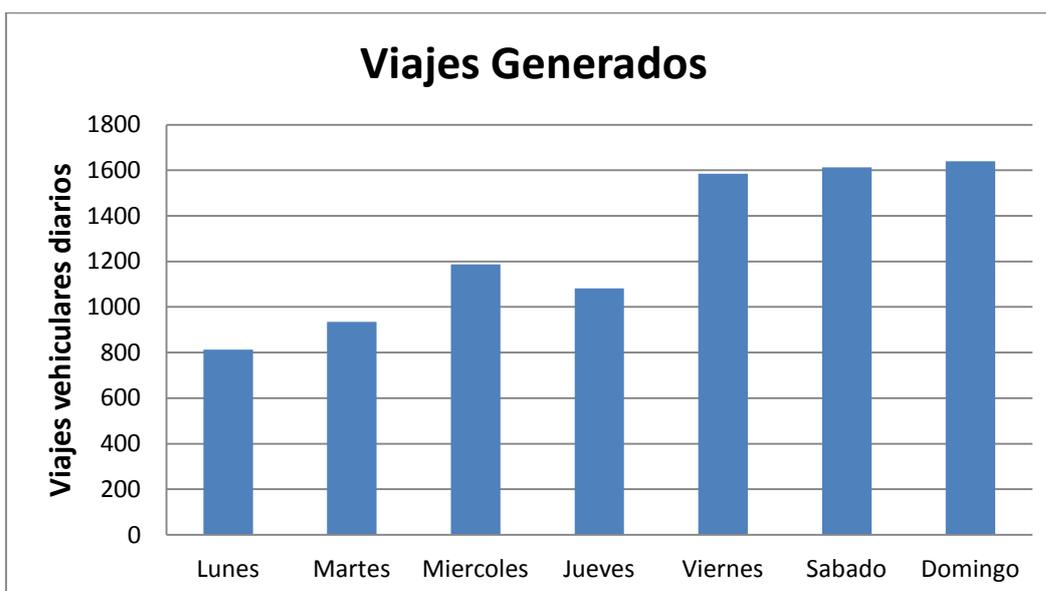


Figura 4.1 – Viajes vehiculares en hora pico a lo largo de la semana

4.1.2 Tasa de generación de viajes para otros modos

Una vez obtenidos los viajes vehiculares generados, se procedió a estimar los viajes generados en otros modos de transporte, con el objetivo de estimar los viajes totales.

Para esto, se utilizaron los datos obtenidos de las encuestas realizadas. A partir de estos se obtuvo una distribución modal, para los días viernes y domingo.

Los resultados son mostrados en las tablas 4.12 y 4.13.

Tabla 4.12 – DISTRIBUCION MODAL VIERNES					
Viernes					
Distribución Modal					
P	B	M	O	A	Total
222	5	9	110	464	810
27,4%	0,6%	1,1%	13,6%	57,3%	

Tabla 4.13 – DISTRIBUCION MODAL DOMINGO					
Domingo 5 de Octubre					
Distribución Modal					
P	B	M	O	A	Total
135	3	64	77	499	778
17,4%	0,4%	8,2%	9,9%	64,2%	

En donde P corresponde a viajes peatonales, B a viajes en bicicleta, M a viajes en moto, O a viajes en ómnibus y A a viajes en vehículo.

Utilizando estas distribuciones, se proyectaron los viajes generados para la hora pico, tanto para el día viernes, como para el día domingo, y a partir de ellos, se determinó la tasa de generación de viajes total para la hora pico. Teniendo en cuenta que se busca estimar viajes de personas, se multiplicó el valor de los viajes vehiculares, por el coeficiente de ocupación medio de los vehículos, dato obtenido a partir de las encuestas. Los coeficientes de ocupación media obtenidos para viernes y domingo fueron 2,28 y 2,93.

Los resultados se muestran en las tablas 4.14 y 4.15.

Tabla 4.14 - VIAJES GENERADOS TOTALES VIERNES		
Viernes		
	Viajes hora pico	Tasa de Generación
En vehículo	3615	0,1391
Peatonales	1729	0,0665
Bicicleta	38	0,0015
Moto	69	0,0027
Ómnibus	858	0,0330
Total	6310	0,2427

Tabla 4.15 - VIAJES GENERADOS TOTALES DOMINGO		
Domingo		
	Viajes hora pico	Tasa de Generación
En vehículo	4806	0,1849
Peatonales	1303	0,0501
Bicicleta	30	0,0012
Moto	614	0,0236
Ómnibus	741	0,0285
Total	7494	0,2882

De estos resultados, se observa que el porcentaje de participación de los viajes vehiculares en el total es mayor para el caso del domingo, mientras que el día viernes hay una mayor generación de viajes a pie y en ómnibus. La figura 4.2 permite visualizar los resultados.

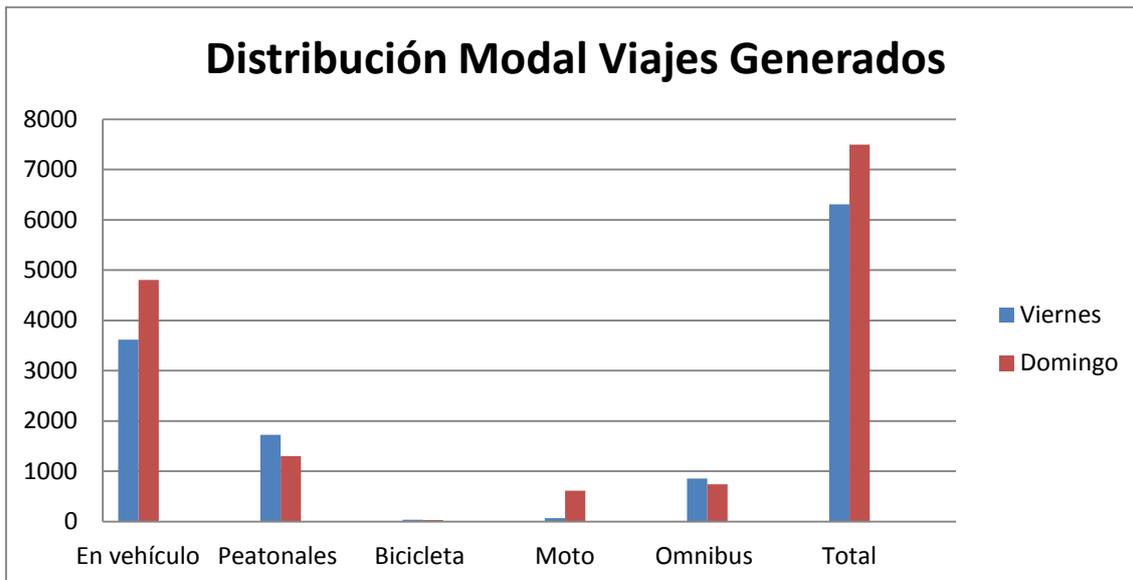


Figura 4.2 – Viajes generados en hora pico para los diferentes modos

4.2 AREA DE INFLUENCIA

La determinación del área de influencia se realizó a partir de la información obtenida de las encuestas realizadas. En dichas encuestas, cada persona especificaba su barrio de residencia.

Se realizó una zonificación, utilizando líneas isocotas, las cuales se trazaron definiendo 6 zonas, de la siguiente manera:

Zona 1: distancia menor a 1 km del centro comercial

Zona 2: entre 1 km y 2 km

Zona 3: entre 2 km y 5 km

Zona 4: entre 5 km y 10 km

Zona 5: entre 10 km y 50 km

Zona 6: distancia mayor a 50 km

La figura 4.3 muestra una imagen de la zonificación.

Teniendo en cuenta esta zonificación se asignó a cada encuestado la zona correspondiente, midiendo la distancia desde el polo hacia el centro geométrico del barrio de residencia especificado. Para realizar esta tarea se utilizó la herramienta Wikimapia, que a través de imágenes satelitales, permite identificar los distintos barrios de Córdoba, y medir distancias entre distintos puntos.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación en las tablas 4.16 y 4.17, y en la figura 4.4.

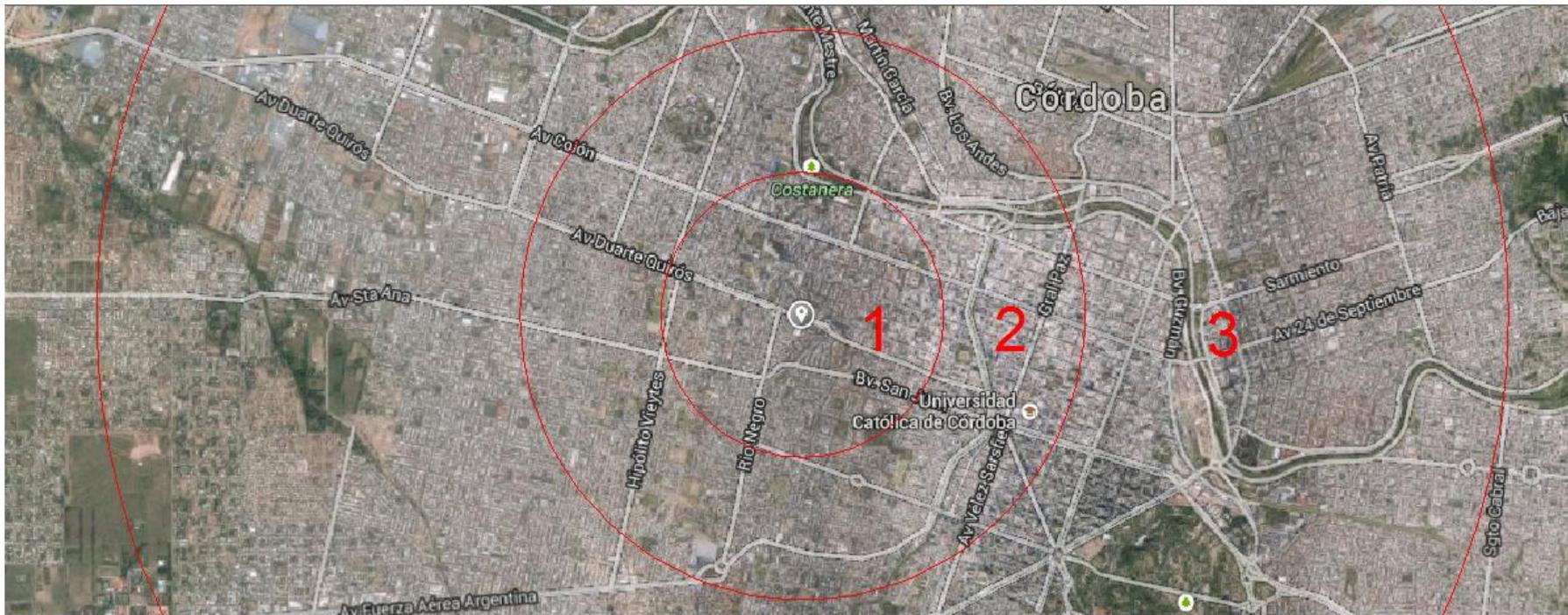


Figura 4.3 – Imagen satelital zonas 1, 2 y 3

Tabla 4.16 - DISTRIBUCION DE VIAJES SEGÚN ZONA PARA VIERNES						
Distribución viajes según zona						
1	2	3	4	5	6	Total
144	132	286	152	58	34	806
17,9%	16,4%	35,5%	18,9%	7,2%	4,2%	

Tabla 4.17 - DISTRIBUCION DE VIAJES SEGÚN ZONA PARA DOMINGO						
Distribución viajes según zona						
1	2	3	4	5	6	Total
107	80	297	206	58	26	774
13,8%	10,3%	38,4%	26,6%	7,5%	3,4%	

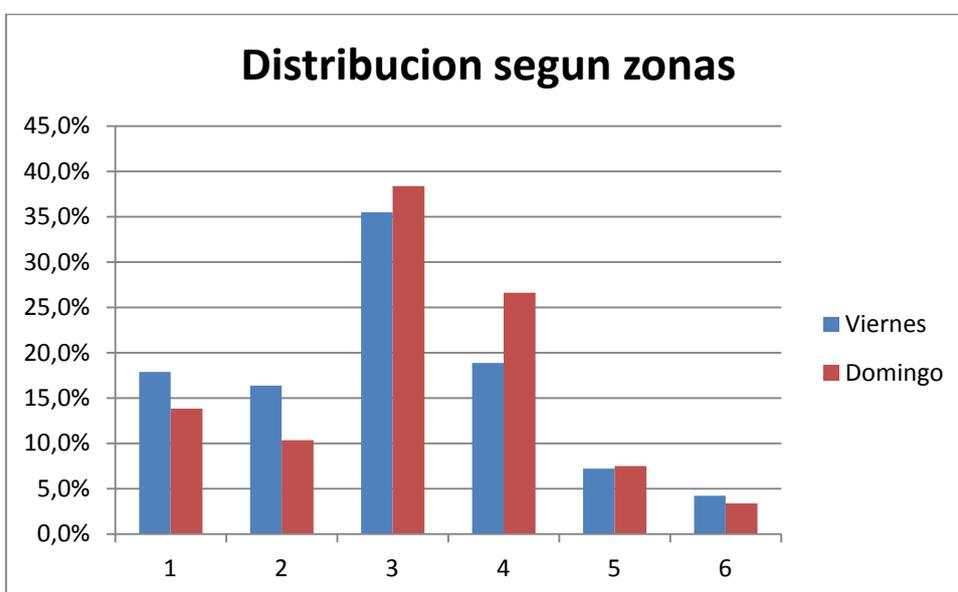


Figura 4.4 – Distribución de viajes según zonificación

Giustina e Cybis (2006) definen un criterio para delimitar el área de influencia para centros comerciales, definiendo tres áreas de influencia: primaria, secundaria y terciaria. Siguiendo un criterio similar, se puede definir un área de influencia primaria en la cual están concentrados entre un 60% y un 70% de los viajes, correspondiente a un radio de 5 km desde el centro comercial (zonas 1,2 y 3); un área de influencia secundaria, que concentra entre un 18% y un 27% de los viajes, correspondiente a la zona 4 (entre 5 km y 10 km del polo); y por ultimo un área de influencia terciaria, que concentra un 8% de los viajes, correspondiente a la zona 5 (entre 10 km y 50 km, abarca el Área Metropolitana Córdoba).

Se puede remarcar analizando la figura 4.3, que el viernes se registra una mayor proporción de viajes provenientes de las zonas 1 y 2 mientras que el domingo se incrementa la proporción de viajes provenientes de las zonas 3 y 4.

Además de delimitar un área de influencia, esta zonificación permite relacionar las distancias con los diferentes modos de transporte. Utilizando los datos obtenidos por las encuestas, se arribó a los siguientes resultados, mostrados en las tablas 4.18 y 4.19 figuras 4.5 y 4.6.

Tabla 4.17 - DISTRIBUCION MODAL POR ZONAS VIERNES						
Distribución Modal - Zona 1						
P	B	M	O	T-R	A	Total
100	2	2	4	9	27	144
69,4%	1,4%	1,4%	2,8%	6,3%	18,8%	
Distribución Modal - Zona 2						
P	B	M	O	T-R	A	Total
78	2	1	7	8	36	132
59,1%	1,5%	0,8%	5,3%	6,1%	27,3%	
Distribución Modal - Zona 3						
P	B	M	O	T-R	A	Total
24	1	2	46	57	156	286
8,4%	0,3%	0,7%	16,1%	19,9%	54,5%	
Distribución Modal - Zona 4						
P	B	M	O	T-R	A	Total
18	0	3	34	10	87	152
11,8%	0,0%	2,0%	22,4%	6,6%	57,2%	
Distribución Modal - Zona 5						
P	B	M	O	T-R	A	Total
0	0	1	14	1	42	58
0,0%	0,0%	1,7%	24,1%	1,7%	72,4%	
Distribución Modal - Zona 6						
P	B	M	O	T-R	A	Total
1	0	0	5	0	28	34
2,9%	0,0%	0,0%	14,7%	0,0%	82,4%	

Tabla 4.18 - DISTRIBUCION MODAL POR ZONAS DOMINGO						
Distribución Modal - Zona 1						
P	B	M	O	T-R	A	Total
66	1	2	1	11	26	107
61,7%	0,9%	1,9%	0,9%	10,3%	24,3%	
Distribución Modal - Zona 2						
P	B	M	O	T-R	A	Total
32	0	7	6	3	32	80
40,0%	0,0%	8,8%	7,5%	3,8%	40,0%	
Distribución Modal - Zona 3						
P	B	M	O	T-R	A	Total
26	2	32	36	29	172	297
8,8%	0,7%	10,8%	12,1%	9,8%	57,9%	
Distribución Modal - Zona 4						
P	B	M	O	T-R	A	Total
6	0	22	27	15	136	206
2,9%	0,0%	10,7%	13,1%	7,3%	66,0%	
Distribución Modal - Zona 5						
P	B	M	O	T-R	A	Total
2	0	1	5	0	50	58
3,4%	0,0%	1,7%	8,6%	0,0%	86,2%	
Distribución Modal - Zona 6						
P	B	M	O	T-R	A	Total
3	0	0	2	1	20	26
11,5%	0,0%	0,0%	7,7%	3,8%	76,9%	

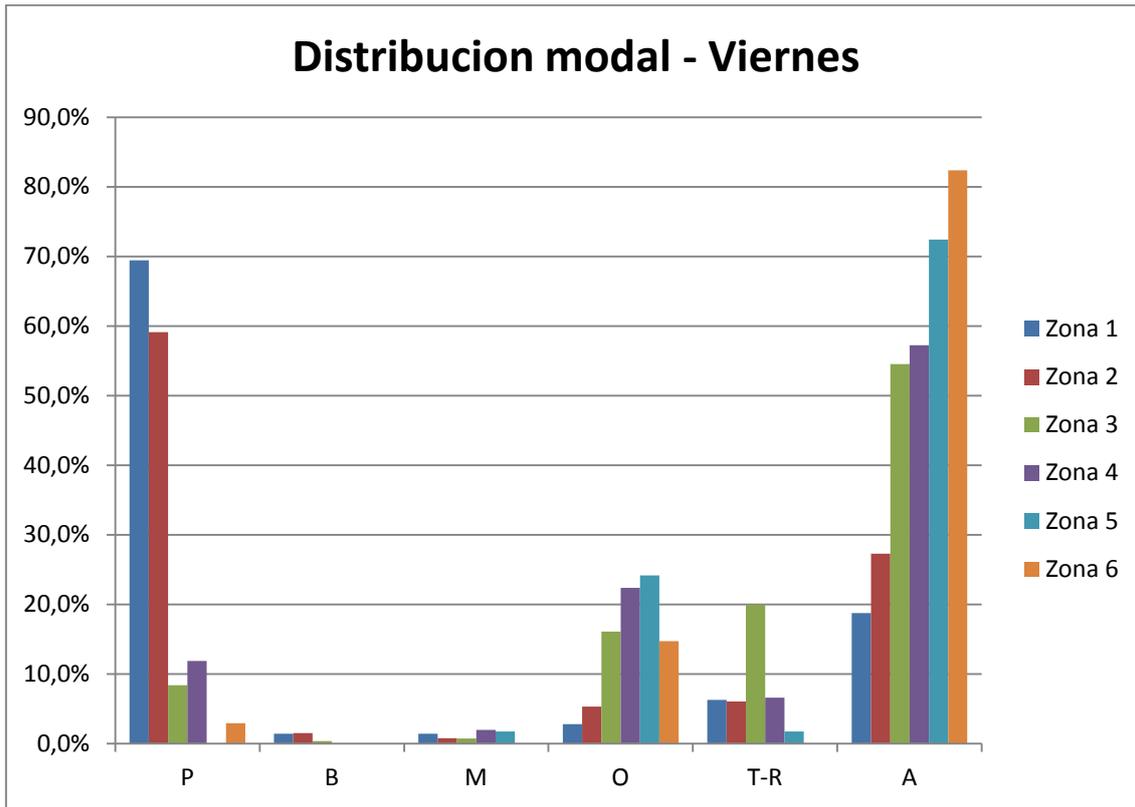


Figura 4.5 – Distribución modal según zonificación para viernes

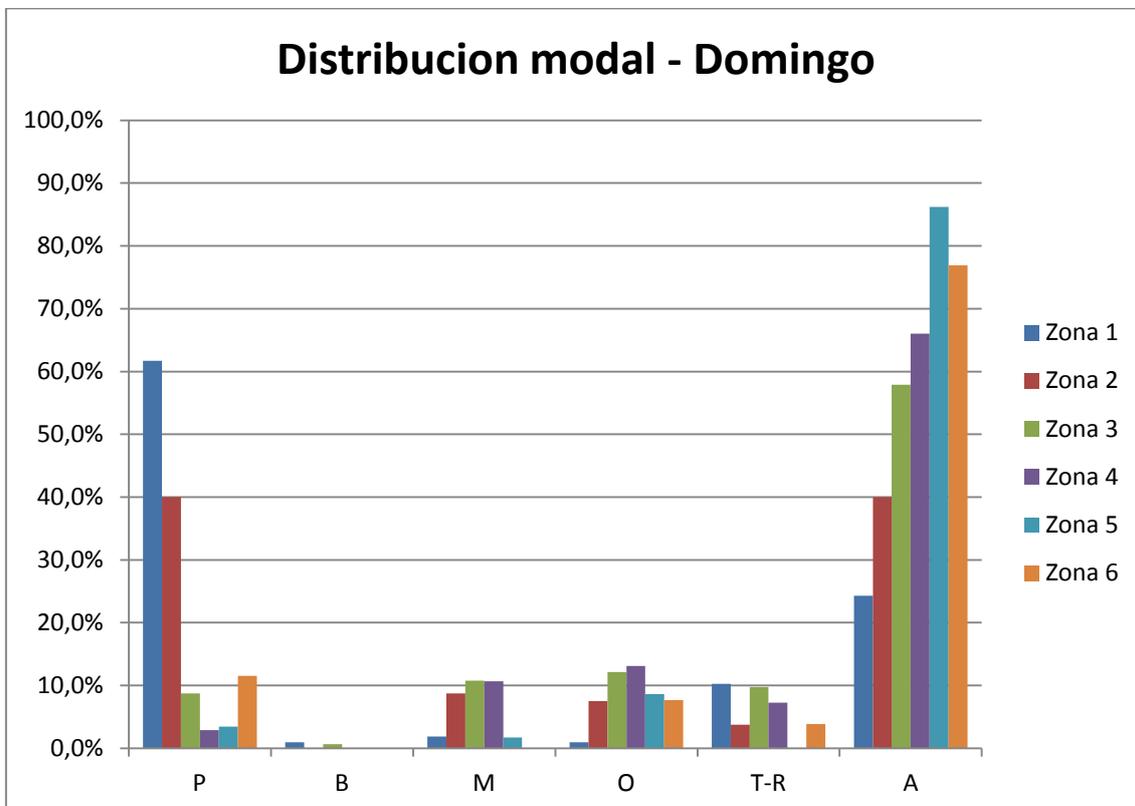


Figura 4.6 – Distribución modal según zonificación para domingo

Los resultados permiten concluir que hay una gran participación de viajes peatonales para las zonas 1 y 2, y que mientras más nos alejamos del polo, hay un crecimiento de la participación de viajes vehiculares. También se puede apreciar una menor participación de viajes peatonales para el día domingo con respecto al viernes, aspecto observado anteriormente. Esta cuestión está relacionada con la mayor proporción de viajes provenientes de la zona 1 y 2 el día viernes, y la menor proporción de los mismos el día domingo.

5. DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO

5.1 DISTRIBUCION DE DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO

Como ya se describió en el capítulo 3 del presente informe, el Nuevocentro Shopping presenta diferentes playas de estacionamiento, con diferentes características en cuanto a accesos al estacionamiento, tarifas, accesos desde el estacionamiento al shopping, y capacidad. Todas estas cuestiones llevan al usuario a elegir entre estas posibilidades, inclusive considerando también la posibilidad de estacionar en la calle.

A través de las encuestas realizadas, fue posible determinar cómo se distribuye la demanda de estacionamiento entre las distintas playas. También se obtuvo una distribución a partir de los resultados de los conteos realizados en los ingresos a las distintas playas. Los resultados obtenidos por las distintas metodologías fueron similares, sin embargo, se informan a continuación los obtenidos para las encuestas realizadas, debido a que dichas encuestas abarcan un período de tiempo mayor, por lo que se considera que los resultados son más representativos de la realidad.

En las tablas 5.1 y 5.2 y en la figura 5.1, se muestran los resultados.

Distribución Estacionamiento				
Terraza	Oeste	Cubierta	En calle	Total
102	75	129	32	338
30,2%	22,2%	38,2%	9,5%	

Distribución Estacionamiento				
Terraza	Oeste	Cubierta	En calle	Total
110	72	139	105	437
25,8%	16,9%	32,6%	24,6%	

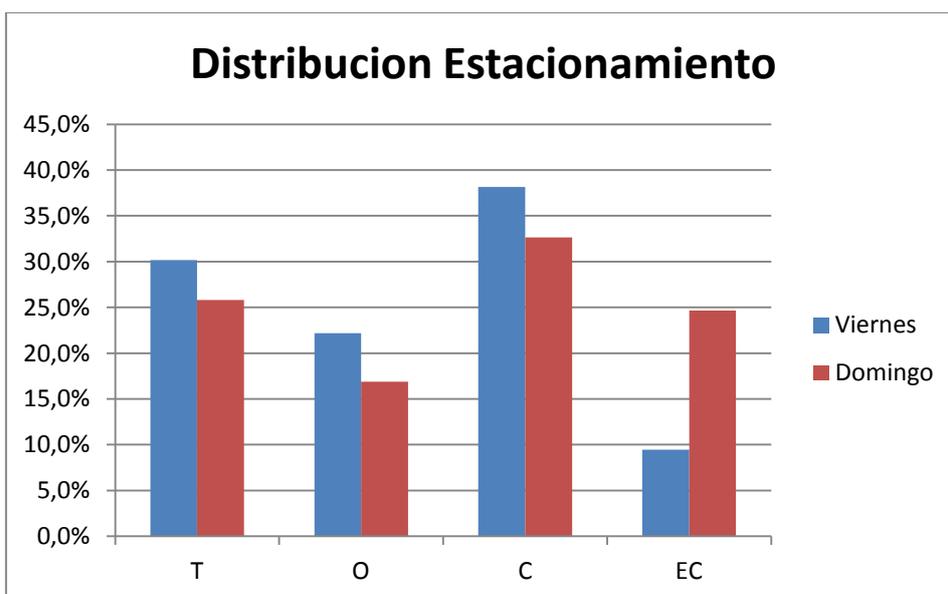


Figura 5.1 – Distribución de demanda de estacionamiento

Se concluye en primer lugar, que el día domingo aumenta considerablemente la proporción de vehículos estacionados en la calle. También se destaca que las playas con mayor participación son la cubierta y la terraza, las cuales tienen su ingreso antes que la playa oeste. La playa cubierta es la que tiene una mayor participación, lo cual puede explicarse debido a que tiene una mayor capacidad que las demás.

5.2 PLAYA CUBIERTA

En esta sección analizaremos el comportamiento de la playa cubierta. Se analizará tanto la demanda como la oferta, y también se determinará el funcionamiento del ingreso de vehículos, aplicando la teoría de colas.

5.2.1 Análisis de Oferta y Demanda

Se analizó la demanda de estacionamiento, y se lo comparó con la oferta brindada. Según se describió en el capítulo 3, la playa cubierta consta de 3 niveles, con una capacidad para 500 vehículos. Los niveles inferiores son deshabilitados durante ciertos días, pero se consideró la capacidad total.

En primer lugar, se determinaron las horas pico de ingreso y egreso de vehículos. Los resultados se muestran en la tabla 5.3.

	Hora Pico Ingreso	Hora Pico Egreso
Martes	19	20
Miércoles	19	21
Jueves	19	20
Viernes	18	20
Sábado	20	21
Domingo	19	20
Lunes	19	15
General	19	21

Se observa claramente una consistencia en los resultados, obteniéndose una hora pico de ingreso a las 19 hs y una hora pico de egreso entre las 20 hs y las 21 hs.

Luego, en la tabla 5.4, podemos observar cuantos vehículos ingresan en la hora pico, determinando la representación de los mismos en el total.

	Ingresaron	Ingresos Hora Pico		Egresos Hora Pico	
Martes	1134	132	12%	119	10%
Miércoles	1443	191	13%	171	12%
Jueves	1314	157	12%	129	10%
Viernes	1921	241	13%	211	11%
Sábado	1683	187	11%	169	10%
Domingo	1385	168	12%	155	11%
Lunes	991	107	11%	111	11%
General	9871	1112	11%	1018	10%

Analizando lo mostrado, también se observa una consistencia en cuanto al porcentaje de vehículos que ingresa y egresa en horas pico, siendo este entre un 10% y un 13% del total.

También se observa en la tabla 5.4 como varía la demanda durante los días de la semana. Se destaca una mayor demanda los días viernes y sábado, disminuyendo esta en forma importante los días lunes y martes.

En la tabla 5.5 se muestra como varía el porcentaje de ingresos y egresos a lo largo del día, para los distintos días de la semana. En dicha tabla se observa más claramente lo explicado.

Se destaca, analizando los ingresos y egresos a lo largo de todo el día, que para todos los días de la semana, hay una franja que va de 18 hs a 22 hs, en la cual se registra el mayor porcentaje de ingresos y egresos. También se destaca una segunda franja horaria para la cual se registra un número importante de ingresos y egresos, correspondiente al período entre 13 hs y 16 hs.

Tabla 5.5 - DISTRIBUCION DE INGRESOS Y EGRESOS

	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos
	9	2,4%	0,0%	2,6%	0,0%	1,2%	0,0%	3,2%	0,1%	1,8%	0,0%	1,7%	0,0%	1,5%
10	5,8%	0,9%	6,8%	1,5%	6,7%	1,1%	8,1%	2,1%	5,9%	1,0%	8,3%	1,7%	5,6%	0,8%
11	7,5%	4,1%	6,1%	6,2%	6,5%	4,5%	6,5%	6,2%	4,9%	4,2%	5,8%	4,8%	6,9%	4,0%
12	7,0%	6,9%	8,5%	4,9%	6,3%	5,9%	6,1%	5,9%	6,3%	4,4%	7,7%	5,7%	8,1%	5,5%
13	9,6%	6,7%	10,3%	7,2%	9,1%	6,0%	10,4%	5,6%	9,9%	5,5%	7,8%	6,4%	7,6%	5,9%
14	10,1%	8,1%	9,8%	8,6%	9,8%	6,3%	9,3%	9,1%	8,6%	7,3%	6,6%	6,3%	7,9%	5,6%
15	9,2%	11,2%	7,9%	9,7%	7,2%	9,3%	5,8%	9,3%	6,2%	7,9%	8,5%	7,0%	7,7%	6,8%
16	6,6%	8,3%	6,2%	7,6%	6,1%	7,9%	5,3%	6,8%	5,8%	8,7%	6,8%	7,4%	7,4%	8,2%
17	7,8%	7,8%	8,3%	6,0%	7,5%	6,4%	6,2%	6,1%	6,0%	6,7%	7,5%	7,3%	9,3%	8,6%
18	8,5%	7,8%	7,9%	8,7%	10,7%	7,6%	8,5%	4,4%	12,5%	5,7%	8,3%	7,2%	9,1%	8,3%
19	10,8%	9,1%	11,6%	7,6%	13,2%	8,2%	11,9%	8,8%	11,5%	9,7%	8,1%	7,5%	12,1%	9,0%
20	9,2%	9,6%	9,3%	10,5%	10,3%	9,4%	8,4%	9,8%	9,6%	11,0%	11,1%	9,1%	11,2%	11,2%
21	5,0%	9,8%	3,8%	8,6%	4,6%	11,9%	8,7%	9,6%	8,9%	10,5%	7,9%	10,0%	3,5%	11,2%
22	0,7%	7,7%	0,8%	8,3%	0,8%	10,8%	1,4%	8,1%	1,7%	9,6%	2,9%	9,4%	1,2%	9,0%
23	0,0%	2,2%	0,1%	1,9%	0,1%	2,4%	0,2%	2,6%	0,3%	3,2%	1,0%	3,9%	0,2%	2,7%
0	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	2,5%	0,0%	5,6%	0,0%	4,3%	0,1%	4,9%	0,5%	2,7%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	1,2%	0,1%	0,4%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%

En segundo lugar, se analizaron los tiempos de estadía de cada vehículo. Para realizar este análisis se descartaron valores de estadía que no fueran representativos del problema analizado, descartando tiempos de estadía menores a 15 minutos, y mayores a 24 horas. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.6.

Tabla 5.6 - ESTADIA MAXIMA, MINIMA Y PROMEDIO			
Estadía			
	Máxima	Mínima	Promedio
Martes	13:09	0:16	1:44
Miércoles	12:30	0:16	1:43
Jueves	13:00	0:16	1:40
Viernes	11:44	0:16	1:43
Sábado	12:47	0:16	1:47
Domingo	13:09	0:16	1:53
Lunes	13:57	0:16	1:31
General	13:57	0:16	1:42

En la tabla 5.7 se muestra que porcentaje de vehículos permaneció menos de media hora, entre media hora y una hora, entre una hora y dos horas, o más de dos horas.

Tabla 5.7 - PROPORCION DE VEHICULOS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ESTADIA								
Estadías								
	Menos de 30 minutos		Entre 30 minutos y 1 hora		Entre 1 hora y 2 horas		Más de 2 horas	
Martes	144	13%	344	30%	381	34%	265	23%
Miércoles	148	10%	400	28%	499	35%	396	27%
Jueves	172	13%	395	30%	430	33%	317	24%
Viernes	207	11%	533	28%	698	36%	483	25%
Sábado	172	10%	422	25%	592	35%	497	30%
Domingo	109	8%	282	20%	545	39%	449	32%
Lunes	141	14%	332	34%	325	33%	193	19%
General	1093	11%	2708	27%	3470	35%	2600	26%

Se aprecia que en la mayoría de los casos la estadía fue menor a dos horas, y que la mayor proporción de vehículos permaneció en el estacionamiento entre una y dos horas. Luego de analizar estos aspectos, se estudio la ocupación de la playa, y su variación a lo largo de las diferentes horas del día. Se pueden ver los resultados en la Figura 5.2.

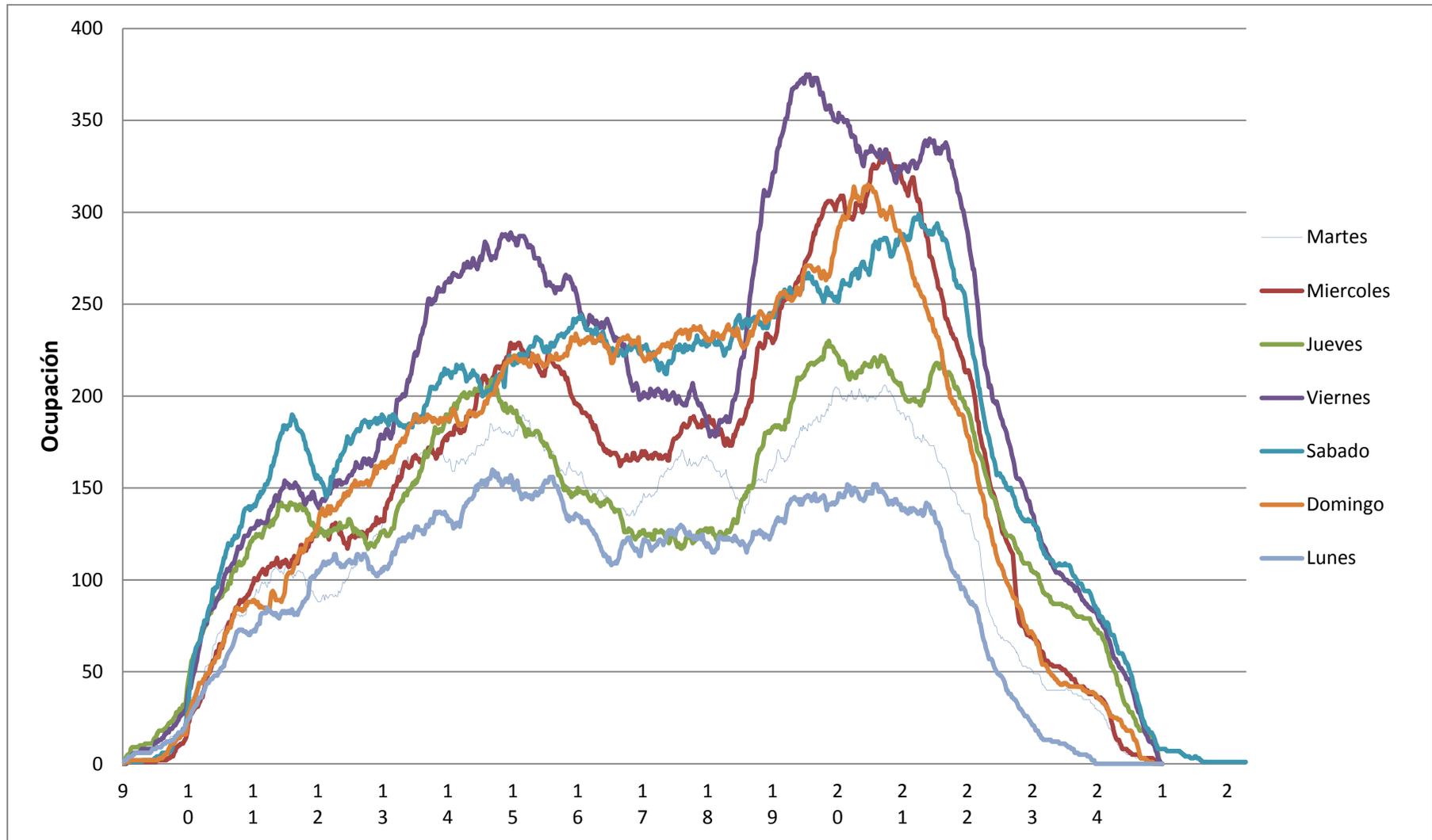


Figura 5.2 – Variación de la ocupación a lo largo del día

Analizando la figura, se observa un patrón diferente para días de semana y días de fin de semana. Durante los días de semana, se observan dos picos de ocupación, el primero entre las 13 hs y las 16 hs, y el segundo entre las 18 hs y las 22 hs, lo cual coincide con lo mencionado previamente en este capítulo. Este patrón se observa claramente para la curva representativa del día viernes. Para los días sábado y domingo, se observa una ocupación creciente a lo largo del día, que alcanza un pico alrededor de las 21 hs, y luego decrece. Esto se relaciona con lo dicho en el capítulo 4, cuando se aclaró que se utilizaban los valores del día viernes para obtener una tasa de generación de viajes para días de semana, y en cambio se utilizaba un promedio entre viernes y domingo para obtener la tasa de generación para el día sábado.

En la tabla 5.8 figuran los valores de ocupación máxima, junto con las horas en las cuales se registraron los mismos.

Tabla 5.8 - OCUPACION MAXIMA		
	Ocupación Máxima	Hora
Martes	206	20:43
Miércoles	332	20:47
Jueves	230	19:52
Viernes	375	19:31
Sábado	299	21:15
Domingo	315	20:28
Lunes	160	14:41

Luego de analizar la ocupación, se determinaron los índices de rotación diario y promedio, para cada uno de los días de la semana. El periodo de estudio considerado es de 9:00 hs a 1:00 hs del día siguiente, por lo que el periodo de tiempo considerado es de 16 hs. Los resultados se muestran en la tabla 5.9.

Tabla 5.9 - INDICE DE ROTACION				
	Vehículos	Cajones	Ir	Ir medio
Martes	1116	500	2,23	0,14
Miércoles	1425	500	2,85	0,18
Jueves	1296	500	2,59	0,16
Viernes	1903	500	3,81	0,24
Sábado	1665	500	3,33	0,21
Domingo	1367	500	2,73	0,17
Lunes	973	500	1,95	0,12

El índice de rotación Ir indica cuantos vehículos utilizaron un cajón para estacionar en el periodo de 16 horas, mientras que el índice de rotación promedio indica cuantos vehículos utilizaron un cajón por hora. Analizando estos resultados, y teniendo en cuenta que al analizar las ocupaciones máximas, nunca se alcanzo a colmar la capacidad de la playa cubierta, se concluye que la capacidad de estacionamiento de la playa es más que suficiente para satisfacer la demanda existente.

El índice de rotación nos permite también calcular la duración media en el estacionamiento. Los valores se muestran en la tabla 5.10.

Tabla 5.10 - DURACION MEDIA		
	Ir medio	D media
Martes	0,14	7,17
Miércoles	0,18	5,61
Jueves	0,16	6,17
Viernes	0,24	4,20
Sábado	0,21	4,80
Domingo	0,17	5,85
Lunes	0,12	8,22

El valor de duración media, indica, en promedio, cuántas horas permanece un vehículo en un cajón. Se observa que los valores obtenidos distan mucho de los registrados de estadía promedio. Esto se explica debido a que el valor de duración media supone todos los cajones ocupados, lo cual en la realidad no sucede. Esta diferencia tan marcada entre los valores de duración media y estadía promedio, permiten concluir lo ya mencionado, la capacidad de la playa permite cubrir la demanda de estacionamiento.

Teniendo en cuenta esto último, se realizó el mismo análisis, pero considerando como plazo de estudio las 4 horas con más ingresos, que son las comprendidas en el período entre las 18 hs y las 22 hs. Para esto, se tomaron los vehículos estacionados a las 18 hs, y se le sumaron los que ingresaron en las cuatro horas siguientes, hasta las 22 hs. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 5.11 y 5.12.

Tabla 5.11 - INDICE DE ROTACION				
	Vehículos	Cajones	Ir	Ir medio
Martes	537	500	1,07	0,27
Miércoles	747	500	1,49	0,37
Jueves	620	500	1,24	0,31
Viernes	1000	500	2,00	0,50
Sábado	824	500	1,65	0,41
Domingo	728	500	1,46	0,36
Lunes	452	500	0,90	0,23

Tabla 5.12 - DURACION MEDIA		
	Ir medio	D media
Martes	0,27	3,72
Miércoles	0,37	2,68
Jueves	0,31	3,23
Viernes	0,50	2,00
Sábado	0,41	2,43
Domingo	0,36	2,75
Lunes	0,23	4,42

Los resultados obtenidos permiten arribar a conclusiones similares. A pesar de haber aumentado el índice de rotación promedio, y por lo tanto haber aumentado la duración media, se observan valores bajos, alejados de la estadía promedio medida, con lo cual se concluye que la demanda de estacionamientos es menor a la oferta para esta playa, considerando la capacidad brindada por los tres niveles.

5.2.2 Análisis de la congestión en el ingreso

Luego de analizar la oferta y la demanda, se analizó el funcionamiento del ingreso a la playa cubierta. Para esto, se aplicó la teoría de colas probabilística, asumiendo llegadas distribuidas de acuerdo a una distribución Poisson, y tiempos de servicio exponenciales. Se determinó una tasa de llegada, utilizando los valores de ingresos a la playa medidos en la hora pico, tanto para viernes como para domingo.

Dichos valores son:

$$\lambda_v = 210 \text{ veh/hora} = 0,0583 \text{ veh/s}$$

$$\lambda_d = 164 \text{ veh/hora} = 0,046 \text{ veh/s}$$

Donde λ_v es la tasa de llegada para el viernes, y λ_d es la tasa de llegada para el domingo.

Para determinar la tasa de servicio, se tuvo en cuenta que al ingresar un vehículo, debe presionar un botón, una máquina imprime el boleto, y luego se levanta una barrera para poder ingresar. Se estima que el tiempo medio de esta operación está entre 10 y 15 segundos.

En primer lugar, se analizó el problema para el día viernes. Se tomaron tasas de servicio de 8 segundos por vehículo (450 veh/hora), 10 segundos por vehículo (360 veh/hora) y de 15 segundos por vehículo (240 veh/hora). Los resultados se presentan en la tabla 5.13, y en las figuras 5.3 a 5.5.

Tasa de arribos (veh/hora)	210	210	210
Tasa de servicio (veh/hora)	240	360	450
Numero de servidores	1	1	1
Utilización	87,50%	58,33%	46,67%
P(0), probabilidad que el sistema esté vacío	0,1250	0,4167	0,5333
Lq, longitud esperada de la cola	6,1250	0,8167	0,4083
L, número esperado en el sistema	7,0000	1,4000	0,8750
Wq, tiempo esperado en la cola (segundos)	105	14	7
W, tiempo total esperado en el sistema (segundos)	120	24	15
Probabilidad que un cliente espere	0,8750	0,5833	0,4667

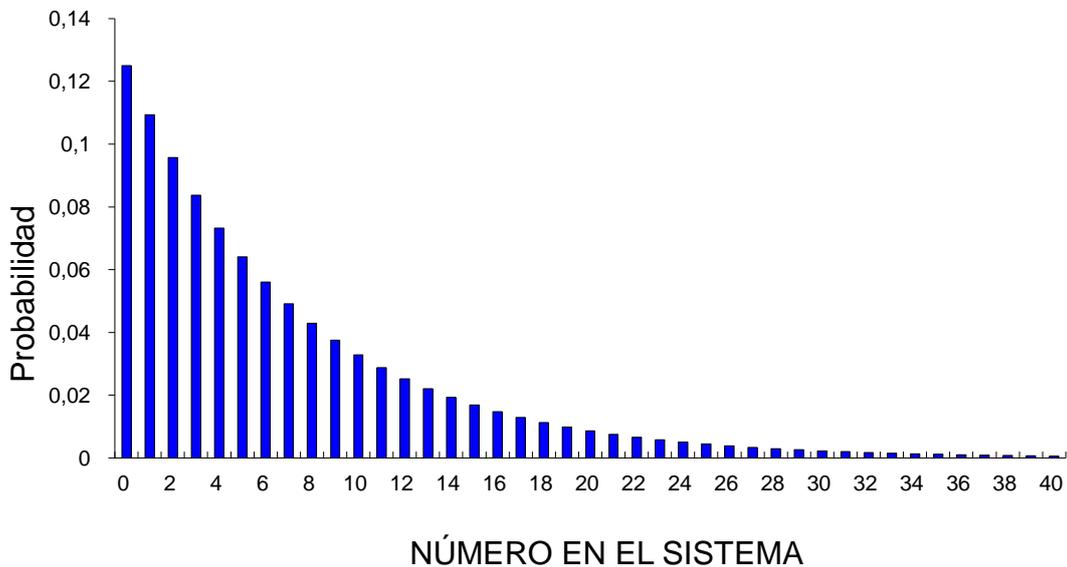


Figura 5.3 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 240 veh/seg para viernes

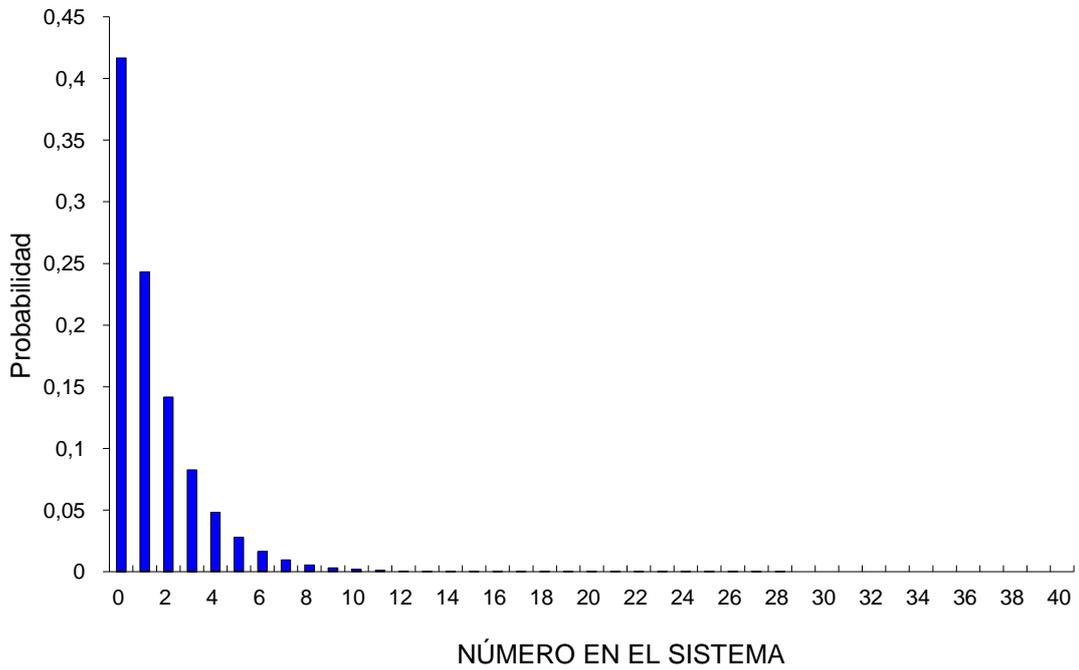


Figura 5.4 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 360 veh/seg para viernes

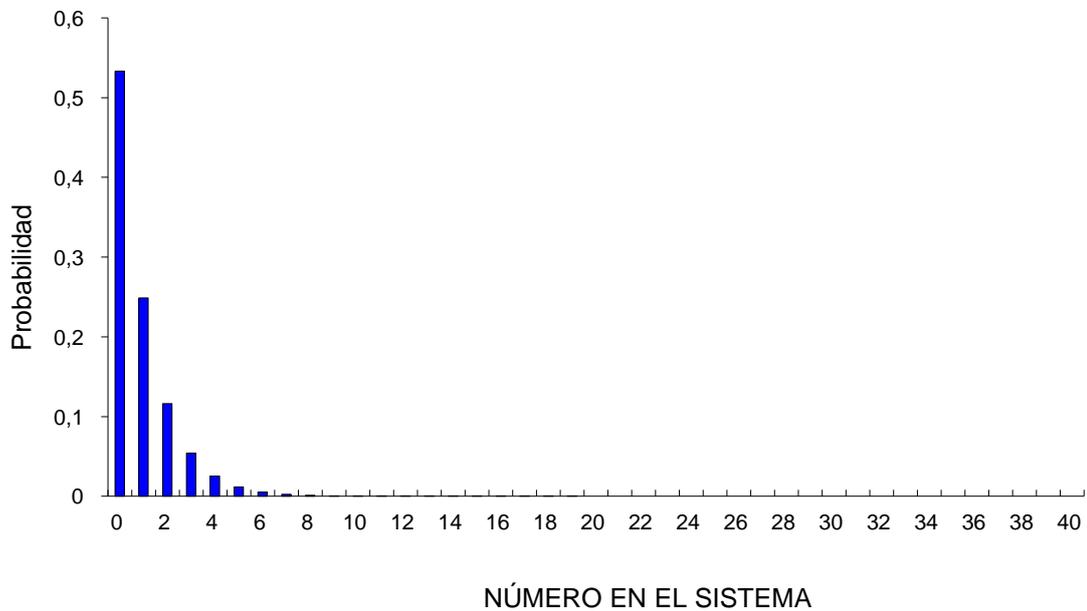


Figura 5.5 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 450 veh/seg para viernes

Analizando los resultados, se aprecia que para un servicio de 15 segundos por vehículo, el número esperado de vehículos es de 7, con una probabilidad baja de encontrar vacío el sistema. Para un servicio de 10 segundos por vehículo, el número esperado de vehículos en el sistema es apenas mayor a 1, y la probabilidad de encontrar vacío el sistema aumenta a un 41,67%. Finalmente, con un servicio de 8 segundos por vehículo, el número esperado de vehículos en el sistema es menor a 1, con lo cual no se esperan vehículos en la cola. La probabilidad de que el sistema se encuentre vacío en este caso es mayor al 50%.

Para el día domingo, se tomaron tasas de servicio de 10 segundos por vehículo (360 veh/hora), 12 segundos por vehículo (300 veh/hora) y de 15 segundos por vehículo (240 veh/hora). Los resultados se presentan en la tabla 5.14, y en las figuras 5.6 a 5.8.

Tasa de arribos (veh/hora)	164	164	164
Tasa de servicio (veh/hora)	240	300	360
Numero de servidores	1	1	1
Utilización	68,33%	54,67%	45,56%
P(0), probabilidad que el sistema esté vacío	0,3167	0,4533	0,5444
Lq, longitud esperada de la cola	1,4746	0,6592	0,3812
L, número esperado en el sistema	2,1579	1,2059	0,8367
Wq, tiempo esperado en la cola (segundos)	32	14	8
W, tiempo total esperado en el sistema (segundos)	47	26	18
Probabilidad que un cliente espere	0,6833	0,5467	0,4556

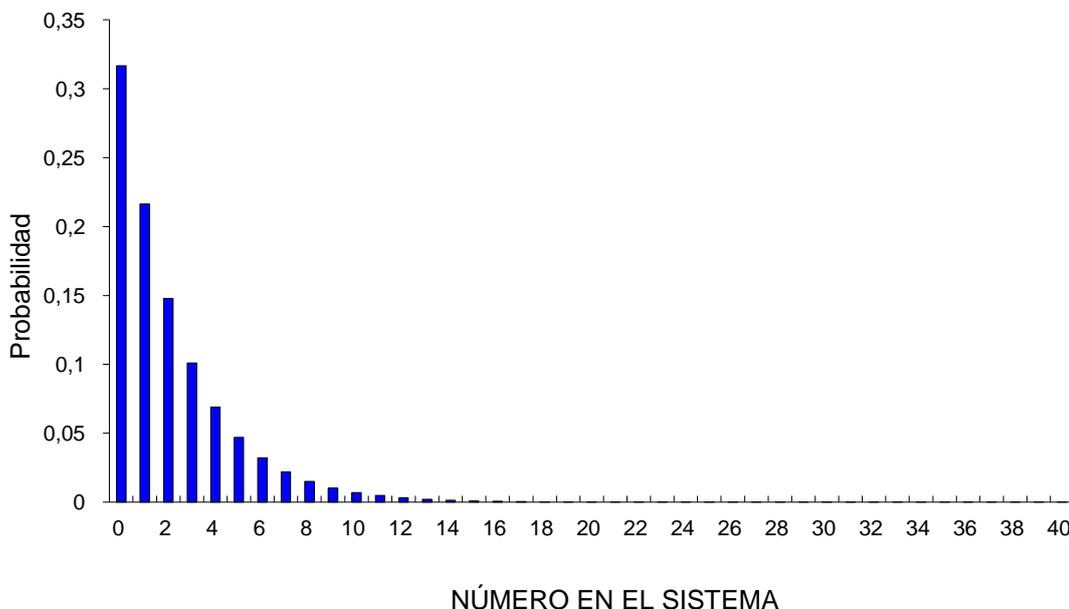


Figura 5.6 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 240 veh/seg para domingo

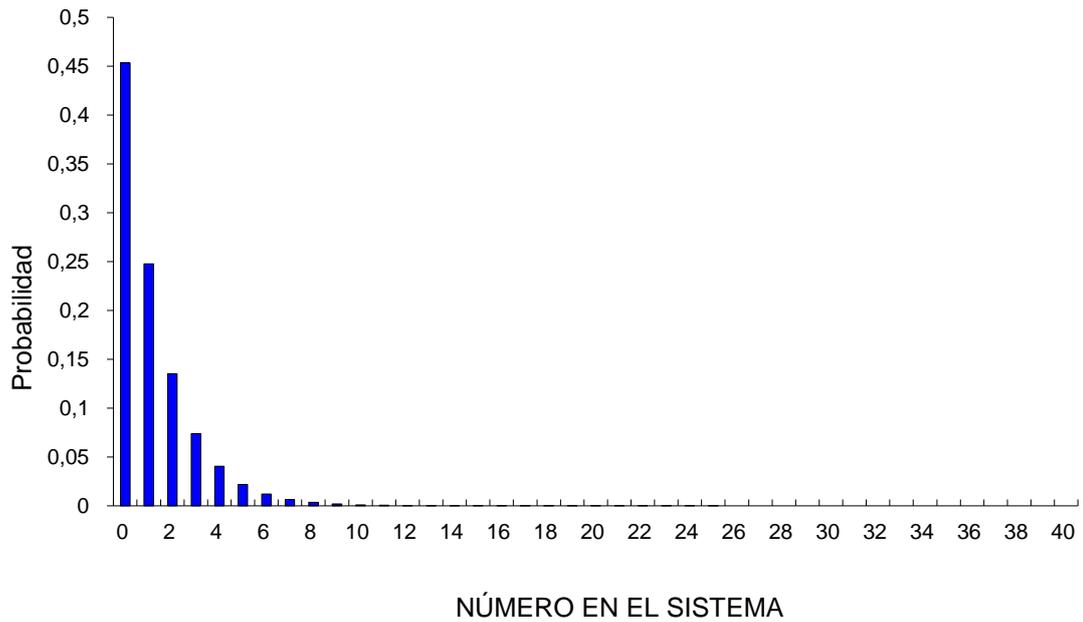


Figura 5.7 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 300 veh/seg para domingo

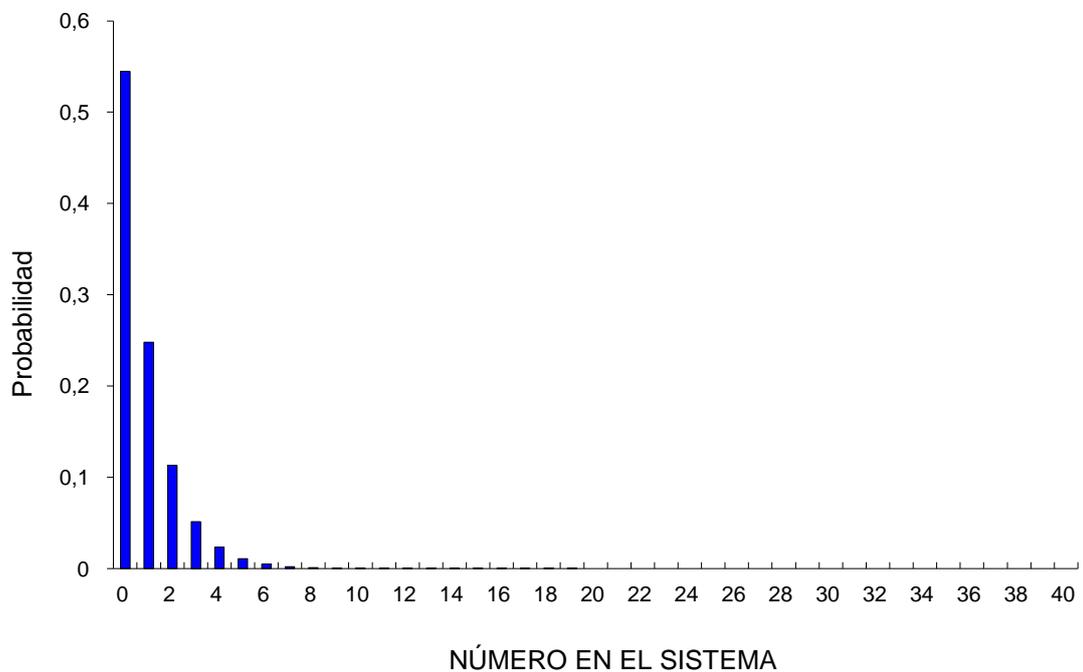


Figura 5.8 – Probabilidad de encontrar n vehículos en el sistema para tasa de servicio de 360 veh/seg para domingo

Para el caso del domingo, los resultados indican una menor congestión debido a una menor tasa de llegada de vehículos. Para un servicio de 15 segundos por vehículo, el número esperado de vehículos en el sistema es mayor a dos, con lo que se espera una longitud de cola mayor a 1. La probabilidad de que el sistema se encuentre vacío es de un 31,67%. Para un servicio de 12 segundos por vehículo, la probabilidad de encontrar el sistema vacío aumenta a un 45,33%, con un número esperado de vehículos en la cola menor a 1. Para un servicio de 10 segundos, el número de vehículos esperado en el sistema es menor a 1, por lo tanto se espera que no haya cola. La probabilidad de que el sistema se encuentre vacío es superior al 50%.

Por lo tanto después de analizar los resultados, se remarca la importancia de mantener una tasa de servicio promedio menor a 10 segundos, para brindar un servicio sin generar congestión en el ingreso a la playa.

6. IMPACTO EN EL TRANSITO

Como se desarrolló en el capítulo 2, la presencia de un polo generador de viajes, implica un impacto en el tránsito, que debe ser tenido en cuenta en el momento de planificar la creación de un establecimiento de este tipo.

En primer lugar, se analizó a partir de los resultados de las encuestas realizadas, la distribución de los tipos de viajes realizados. Los resultados se muestran en las tablas 6.1 y 6.2.

Tabla 6.1 - TIPO DE VIAJE DIA VIERNES			
Tipo de viaje			
HH	P	D	Total
268	81	29	378
70,9%	21,4%	7,7%	

Tabla 6.2 - TIPO DE VIAJE DIA DOMINGO			
Tipo de viaje			
HH	P	D	Total
342	74	23	439
77,9%	16,9%	5,2%	

Donde HH corresponde a personas que salieron de su hogar y regresan luego a su hogar, P corresponde a viajes en los que la persona pasa por allí e ingresa, pero se dirige a otro lugar, y D a viajes en donde la persona se dirige a otro lugar, pero se desvía para ingresar al shopping.

De esta información, se puede deducir que un cierto porcentaje de los viajes considerados como generados por el centro comercial, en realidad es generado por otra causa, con lo cual el impacto de dichos viajes podría no ser atribuido a la presencia del polo. En este caso, el porcentaje se estimó en un 21,4% para el viernes, y en un 16,9% para el domingo.

Luego, se buscó identificar cual es el impacto para el caso del Nuevocentro shopping. Para esto, se determinó el nivel de servicio en la intersección semaforizada correspondiente a las calles Duarte Quirós y Río Negro, pero se realizó teniendo en cuenta en un caso el volumen de vehículos que egresa del polo, y en otro caso sin tener en cuenta dicho volumen de viajes. De esta manera, se pudo identificar el impacto que produce el centro comercial en dicha intersección.

En la figura 6.1 se muestra un esquema de la intersección, y se señalan los movimientos analizados.

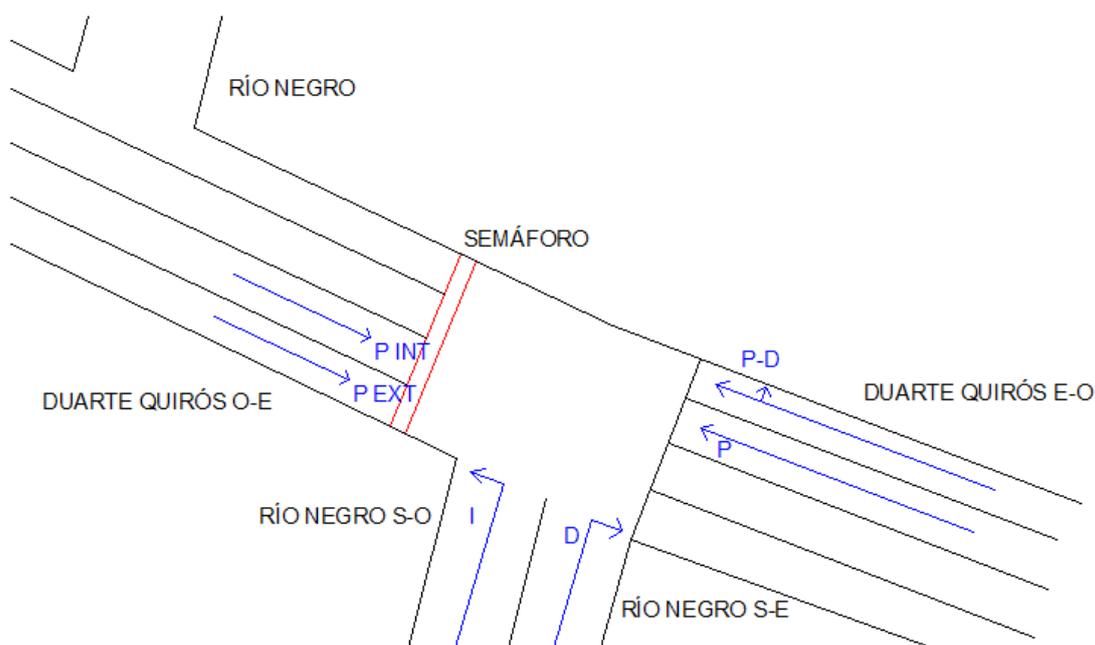


Figura 6.1 – Esquema de la intersección analizada

Para realizar dicho análisis, se utilizaron los datos obtenidos en los conteos descritos en el capítulo 3, tanto para viernes como para domingo. El análisis se realizó para la hora pico, la cual resultó ser las 19 hs para ambos días. A continuación se muestra un resumen de los conteos realizados, en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 - VOLUMENES MEDIDOS				
	Duarte Quiros E-O	Duarte Quiros O-E	Rio Negro S-N	Taxis Duarte Quiros E-O
Viernes - 19 hs	1720	1025	751	203
Domingo - 19 hs	1487	1042	463	80

Se aclara que debido a la posición de quien realizó los conteos, en el caso de los vehículos circulando por la calle Duarte Quiros en dirección E-O, se están contando los vehículos que ingresaron luego a la playa oeste, así como también los taxis que se detuvieron en el shopping. En cambio, no se cuentan los vehículos que egresan de las playas cubierta y terraza, que luego se dirigen a la intersección. Estas cuestiones se tuvieron en cuenta para determinar el valor real de vehículos que llegan a la intersección.

También se realizaron relevamientos complementarios, los cuales fueron explicados en el capítulo 3. De ellos, se obtuvo el valor de los tiempos de las distintas fases de la intersección semaforizada. Los valores medidos se presentan en la tabla 6.4.

Tabla 6.4 - FASES DEL SEMAFORO		Tiempo (segundos)		
Fase No.	Acceso	Verde	Amarillo	Rojo
1	Duarte Quiros	59	3	23
2	Río Negro	19	3	63

Se aclara que en todos los casos las fases son de tipo prefijadas.

6.1 NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION SEMAFORIZADA

Para la obtención del nivel de servicio en la intersección, se siguió la metodología presentada en el HCM 2010 (Highway Capacity Manual, 2010), la cual se describió en el capítulo 2.

En primer lugar se realizó el análisis para el día viernes, tanto considerando el impacto de la generación de viajes del polo, como sin hacerlo.

En las tablas 6.5 a 6.8 se presentan los resultados obtenidos para el día viernes, sin considerar el impacto.

Tabla 6.5 - AJUSTE DE VOLUMENES PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
Sentido de flujo vehicular	E-O		O-E		S-O	S-E
Movimientos	P	P-D	P	P	I	D
Volúmenes: V (veh/h)	750	613	513	513	290	244
Flujo ajustado vp (veh/h)	893	730	600	600	296	264
Grupo carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo del grupo: vi (veh/h)	893	730	600	600	296	264
Proporción de giros	0%	91%	0%	0%	100%	100%

Se aclara que para obtener la proporción de giros a la derecha en Duarte Quiros, se utilizaron los valores de tránsito medidos para la calle Rio Negro, considerando que un 5% de los vehículos en dicha calle proviene del acceso Río Negro S-O, y que el 95% restante proviene de la Duarte Quiros. También se aclara que se considero para la calle Duarte Quiros, en sentido E-O, una distribución por carriles de 55% para el carril izquierdo, y un 45% para el carril derecho, debido a que en este carril circulan los vehículos que giran a la derecha, mientras que en el sentido O-E, se considero una distribución de 50% para cada carril. Estas aclaraciones valen no solo para el cálculo realizado en este caso, sino también para los siguientes.

Tabla 6.6 - FLUJO DE SATURACION PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	1	1
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación base So (autos por hora por carril)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril fw	0,956	0,956	0,956	0,956	0,911	0,911
Factor de ajuste por vehículos pesados fHV	0,984	0,971	0,984	0,984	1	1
Factor de ajuste por pendiente de acceso fG	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por estacionamiento fP	1	1	1	0,8	1	0,85
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por tipo de área fa	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por utilización de carriles fLU	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda fLT	1	1	1	1	0,95	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha fRT	1	0,864	1	1	1	0,85
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas fLpb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas fRpb	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1786,7	1523,1	1787,3	1429,8	1644,6	1250,7

Tabla 6.7 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Numero de la fase	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	893	730	600	600	296	264
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1786,7	1523,1	1787,3	1429,8	1644,6	1250,7
Tiempo de verde efectivo gi (s)	59	59	59	59	19	19
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,22	0,22
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1240,2	1057,2	1240,6	992,5	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,72	0,69	0,48	0,60	0,81	0,94
Relación de flujo vi / si	0,50	0,48	0,34	0,42	0,18	0,21
Grupo de carriles critico por fase	X			X		X

Tabla 6.8 - NIVEL DE SERVICIO PARA VIERNES SIN IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Flujo del grupo: vi (veh/h)	893	730	600	600	296	264
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,22	0,22
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1240,2	1057,2	1240,6	992,5	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,72	0,69	0,48	0,60	0,81	0,94
Demora uniforme d1 (seg)	7,9	7,6	6,0	6,9	31,2	32,5
Demora incremental d2 (seg)	3,7	3,8	1,4	2,8	19,2	65,9
Demora por cola inicial d3 (seg)	0	0	0	0	0	0
Factor de corrección PF	0,244	0,244	0,244	0,244	1,000	1,000
Demora media por control del grupo di (seg)	5,6	5,6	2,8	4,4	50,4	98,3
Nivel de servicio del grupo	A	A	A	A	E	F
Demora por acceso	5,6		3,6		73,0	
Nivel de servicio por acceso	A		A		E	
Demora en toda la intersección dt (seg)	16,1					
Nivel de servicio global	B					

Como se observa, el nivel de servicio es el mejor posible para la calle Duarte Quiros, mientras que es muy bajo para la calle Rio Negro, especialmente para el carril de la derecha, en el cual los flujos de llegada exceden la capacidad. Sin embargo, los flujos de llegada para la calle Rio Negro son muy menores a los flujos para la calle Duarte Quiros, por lo que el nivel de servicio global de la intersección es C, el cual es aceptable, recordando que el nivel de servicio C corresponde a demoras de entre 20 y 35 segundos por vehículo, con una progresión de tránsito regular.

A continuación, se realizó el mismo análisis, pero considerando el impacto que ejerce el centro comercial en el tránsito. Para esto, al volumen considerado previamente, se le suman los taxis, y los egresos en playas cubierta y terraza.

Los resultados se muestran en las tablas 6.9 a 6.12.

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Movimientos	P	P-D	P	P	I	D
Volúmenes: V (veh/h)	1149	940	513	513	290	244
Flujo ajustado vp (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Grupo carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Proporción de giros	0%	91%	0%	0%	100%	100%

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación base So (autos por hora por carril)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril fw	0,956	0,956	0,956	0,956	0,911	0,911
Factor de ajuste por vehículos pesados fHV	0,988	0,979	0,984	0,984	1	1
Factor de ajuste por pendiente de acceso fG	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por estacionamiento fP	1	1	1	0,8	1	0,85
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por tipo de área fa	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por utilización de carriles fLU	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda fLT	1	1	1	1	0,95	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha fRT	1	0,863	1	1	1	0,85
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas fLpb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas fRpb	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1794,2	1533,7	1787,3	1429,8	1644,6	1250,7

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Numero de la fase	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1794,2	1533,7	1787,3	1429,8	1644,6	1250,7
Tiempo de verde efectivo gi (s)	59	59	59	59	19	19
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1245,4	1064,6	1240,6	992,5	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,97	0,93	0,48	0,60	0,81	0,94
Relación de flujo vi / si	0,67	0,64	0,34	0,42	0,18	0,21
Grupo de carriles critico por fase	X			X		X

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1245,4	1064,6	1240,6	992,5	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,97	0,93	0,48	0,60	0,81	0,94
Demora uniforme d1 (seg)	12,2	11,2	6,0	6,9	31,2	32,5
Demora incremental d2 (seg)	29,7	19,0	1,4	2,8	19,2	65,9
Demora por cola inicial d3 (seg)	0	0	0	0	0	0
Factor de corrección PF	0,244	0,244	0,244	0,244	1,000	1,000
Demora media por control del grupo di (seg)	32,7	21,7	2,8	4,4	50,4	98,3
Nivel de servicio del grupo	C	C	A	A	E	F
Demora por acceso	27,8		3,6		73,0	
Nivel de servicio por acceso	C		A		E	
Demora en toda la intersección dt (seg)	26,8					
Nivel de servicio global	C					

Analizando los resultados, se ve que se da una disminución del nivel de servicio en la calle Duarte Quiros, en el sentido E-O, para ambos carriles. Esto se explica debido a que la salida principal del mismo se encuentra sobre esta calle, por lo que una gran proporción de los vehículos que ingresan al centro comercial salen por aquí. El nivel de servicio global de la intersección cae a C, por lo que se considera que el impacto es muy significativo.

Luego de esto, se realizó el mismo análisis para el día domingo, para los dos casos mencionados. En primer lugar se muestran los resultados para el caso sin impacto, en las tablas 6.13 a 6.16.

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
Sentido de flujo vehicular	E-O		O-E		S-O	S-E
Movimientos	P	P-D	P	P	I	D
Volúmenes: V (veh/h)	639	522	458	458	259	218
Flujo ajustado vp (veh/h)	931	761	521	521	282	251
Grupo carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo del grupo: vi (veh/h)	931	761	521	521	282	251
Proporción de giros	0%	79%	0%	0%	100%	100%

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
Sentido de flujo vehicular	E-O		O-E		S-O	S-E
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación base So (autos por hora por carril)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril fw	0,956	0,956	0,956	0,956	0,911	0,911
Factor de ajuste por vehículos pesados fHV	0,985	0,991	0,975	0,975	1	1
Factor de ajuste por pendiente de acceso fG	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por estacionamiento fP	1	1	1	0,8	1	0,85
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por tipo de área fa	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por utilización de carriles fLU	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda fLT	1	1	1	1	0,95	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha fRT	1	0,882	1	1	1	0,85
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas fLpb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas fRpb	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1787,9	1586,0	1769,7	1415,8	1644,6	1250,7

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Numero de la fase	931	761	521	521	282	251
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1787,9	1586,0	1769,7	1415,8	1644,6	1250,7
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	59	59	59	59	19	19
Tiempo de verde efectivo gi (s)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Relación de verde: gi/C	1241,0	1100,8	1228,4	982,7	367,6	279,6
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	0,75	0,69	0,42	0,53	0,77	0,90
Grado de saturación Xi	0,52	0,48	0,29	0,37	0,17	0,20
Relación de flujo vi / si	X			X		X
Grupo de carriles critico por fase						

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	931	761	521	521	282	251
Flujo del grupo: vi (veh/h)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Relación de verde: gi/C	1241,0	1100,8	1228,4	982,7	367,6	279,6
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	0,75	0,69	0,42	0,53	0,77	0,90
Grado de saturación Xi	8,3	7,6	5,6	6,3	30,9	32,1
Demora uniforme d1 (seg)	4,3	3,6	1,1	2,1	15,6	45,4
Demora incremental d2 (seg)	0	0	0	0	0	0
Demora por cola inicial d3 (seg)	0,244	0,244	0,244	0,244	1,000	1,000
Factor de corrección PF	6,3	5,5	2,5	3,6	46,5	77,4
Demora media por control del grupo di (seg)	A	A	A	A	D	E
Nivel de servicio del grupo	6,0		3,0		61,1	
Demora por acceso	A		A		E	
Nivel de servicio por acceso	14,0					
Demora en toda la intersección dt (seg)						
Nivel de servicio global	B					

Nuevamente, al igual que para el día viernes en la calle Duarte Quiros el nivel de servicio es A, mientras que para la calle Rio Negro, se sigue registrando un nivel de servicio muy bajo, aunque con un nivel de servicio mejor al registrado el día viernes. La conclusión a la que se arriba es similar, se encuentra congestionado el acceso de la calle Rio Negro, sin embargo el peso del mismo en la intersección es menor. El nivel

de servicio global de la intersección es B (corresponde a demoras de entre 10 y 20 segundos por vehículo), el cual es más que aceptable para este caso.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el día domingo, considerando el impacto del polo. Se presentan en las tablas 6.17 a 6.20.

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P	P	I	D
Movimientos	P	P-D	P	P	I	D
Volúmenes: V (veh/h)	785	707	458	458	259	218
Flujo ajustado vp (veh/h)	1161	761	521	521	282	251
Grupo carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1161	761	521	521	282	251
Proporción de giros	0%	63%	0%	0%	100%	100%

Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Número de carriles	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación base So (autos por hora por carril)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril fw	0,956	0,956	0,956	0,956	0,911	0,911
Factor de ajuste por vehículos pesados fHV	0,988	0,992	0,975	0,975	1	1
Factor de ajuste por pendiente de acceso fG	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por estacionamiento fP	1	1	1	0,8	1	0,85
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por tipo de área fa	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por utilización de carriles fLU	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda fLT	1	1	1	1	0,95	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha fRT	1	0,905	1	1	1	0,85
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas fLpb	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas fRpb	1	1	1	1	1	1
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1793,3	1631,1	1769,7	1415,8	1644,6	1250,7

Tabla 6.19 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Numero de la fase	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1161	761	521	521	282	251
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1793,3	1631,1	1769,7	1415,8	1644,6	1250,7
Tiempo de verde efectivo gi (s)	59	59	59	59	19	19
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1244,8	1132,2	1228,4	982,7	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,93	0,84	0,42	0,53	0,77	0,90
Relación de flujo vi / si	0,65	0,58	0,29	0,37	0,17	0,20
Grupo de carriles critico por fase	X			X		X

Tabla 6.20 - NIVEL DE SERVICIO PARA DOMINGO CON IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1161	761	521	521	282	251
Relación de verde: gi/C	0,69	0,69	0,69	0,69	0,21	0,21
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1244,8	1132,2	1228,4	982,7	367,6	279,6
Grado de saturación Xi	0,93	0,84	0,42	0,53	0,77	0,90
Demora uniforme d1 (seg)	11,3	9,5	5,6	6,3	30,9	32,1
Demora incremental d2 (seg)	17,4	8,0	1,1	2,1	15,6	45,4
Demora por cola inicial d3 (seg)	0	0	0	0	0	0
Factor de corrección PF	0,244	0,244	0,244	0,244	1,000	1,000
Demora media por control del grupo di (seg)	20,2	10,4	2,5	3,6	46,5	77,4
Nivel de servicio del grupo	B	B	A	A	C	E
Demora por acceso	16,3		3,0		61,1	
Nivel de servicio por acceso	B		A		E	
Demora en toda la intersección dt (seg)	19,2					
Nivel de servicio global	B					

Los resultados obtenidos son similares a los dados para el día viernes. El nivel de servicio baja en la calle Duarte Quiros, para la circulación en sentido E-O, por las razones mencionadas previamente. Sin embargo, la disminución es menos crítica, ya que se alcanza un nivel de servicio B, el cual se puede considerar aceptable en este caso.

Después de analizar los resultados obtenidos, se concluye que el impacto producido por el centro comercial es muy significativo. Esto se tuvo en cuenta, y esa es la razón por la cual la congestión en el acceso por Río Negro es tan grande, debido a que el tiempo de verde allí es bajo, para darle un mayor tiempo a la Duarte Quiros, priorizando dicha calle debido a que los flujos de llegada son mucho mayores. Sin embargo, esta medida no es suficiente, especialmente para el día viernes, que se alcanzan demoras que producen un nivel de servicio C.

Se propone estirar el ciclo a 110 segundos, planteando las siguientes fases mostradas en la tabla 6.21:

Tabla 6.21 - FASES DEL SEMAFORO		Tiempo (segundos)		
Fase No.	Acceso	Verde	Amarillo	Rojo
1	Duarte Quiros	77	3	30
2	Río Negro	26	3	81

Se estudia el caso para el día viernes en la hora pico, considerando el impacto del polo, debido a que este fue el caso crítico. Los resultados se muestran en las tablas 6.22 y 6.23.

Tabla 6.22 - ANALISIS DE CAPACIDAD PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quiros				Río Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Numero de la fase	1	1	1	1	2	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Flujo de saturación ajustado si (autos por hora por carril)	1794,2	1533,7	1787,3	1429,8	1644,6	1250,7
Tiempo de verde efectivo gi (s)	77	77	77	77	26	26
Relación de verde: gi/C	0,70	0,70	0,70	0,70	0,24	0,24
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1255,9	1073,6	1251,1	1000,9	388,7	295,6
Grado de saturación Xi	0,96	0,92	0,48	0,60	0,76	0,89
Relación de flujo vi / si	0,67	0,64	0,34	0,42	0,18	0,21
Grupo de carriles critico por fase	X			X		X

Tabla 6.23 - NIVEL DE SERVICIO PARA VIERNES CON IMPACTO DEL POLO						
Accesos	Duarte Quirós				Rio Negro	
	E-O		O-E		S-O	S-E
Sentido de flujo vehicular	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Grupo de carriles	P	P-D	P INT	P EXT	I	D
Flujo del grupo: vi (veh/h)	1207	988	600	600	296	264
Relación de verde: gi/C	0,70	0,70	0,70	0,70	0,24	0,24
Capacidad del grupo de carriles ci (veh/h)	1255,9	1073,6	1251,1	1000,9	388,7	295,6
Grado de saturación Xi	0,96	0,92	0,48	0,60	0,76	0,89
Demora uniforme d1 (seg)	15,1	13,9	7,5	8,5	39,1	40,7
Demora incremental d2 (seg)	25,9	17,2	1,3	2,7	14,3	41,8
Demora por cola inicial d3 (seg)	0	0	0	0	0	0
Factor de corrección PF	0,223	0,223	0,223	0,223	1,000	1,000
Demora media por control del grupo di (seg)	29,3	20,3	3,0	4,6	53,4	82,4
Nivel de servicio del grupo	C	C	A	A	E	F
Demora por acceso	25,3		3,8		67,1	
Nivel de servicio por acceso	C		A		E	
Demora en toda la intersección dt (seg)	24,7					
Nivel de servicio global	C					

Como se observa, las demoras disminuyen tanto para el acceso de Duarte Quiros E-O, como para el acceso de Rio Negro. Los niveles de servicio de cada carril individualmente no se modifican, así como tampoco para cada acceso, o para la intersección; sin embargo, la reducción de demoras se da para todos los accesos, con lo cual afecta positivamente el funcionamiento de la intersección.

7. CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TAREAS REALIZADAS

Como se remarcó desde un principio, la complejidad que presenta el análisis de un Polo Generador de Viajes es amplia, debido a los diferentes aspectos sobre los cuales influye la presencia del mismo.

En este estudio, se encaró el análisis de un centro comercial, teniendo en cuenta dicha complejidad, lo cual permitió arribar a conclusiones relacionadas con, justamente, diferentes aspectos sobre los cuales tiene influencia el mismo.

En primer lugar, se analizó la generación de viajes, lo que permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo una tasa de generación de viajes mayor para el día domingo, tanto para la hora pico, como para los viajes generados a lo largo del día, y además teniendo en cuenta no solo viajes vehiculares, sino también viajes en los diferentes modos de transporte. Esto, sumado a las tasas de generación de viajes obtenidas para los distintos días de la semana, permite concluir que durante la semana se da el pico de viajes el día viernes, el sábado continúa aumentando la generación, llegando al pico el día domingo, el cual es el día de máxima generación de viajes.
- El modo de transporte más utilizado es el automóvil. Esta tendencia se confirmó tanto para viernes como para domingo. Sin embargo, el día viernes hay una mayor participación de otros modos, entre los que se destacan los viajes peatonales, en ómnibus, y en taxi o remis.
- Se compararon las tasas de generación de viajes obtenidas, con tasas de generación propuestas por diferentes autores. Se concluyó que las tasas de generación propuestas por autores brasileños se adaptan bien a la realidad de la ciudad de Córdoba.
- Se determinó un área de influencia primaria, correspondiente a un radio de 5 km alrededor del polo, un área de influencia secundaria, correspondiente a un radio de 10 km alrededor del polo, y un área de influencia terciaria, correspondiente a un radio de 50 km alrededor del polo.

En segundo lugar, teniendo en cuenta el hecho de que el automóvil es el modo de transporte más importante dentro de los utilizados, se analizó oferta y demanda de estacionamiento. Las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

- Hay una gran oferta de estacionamiento provista por el establecimiento, que aun en las horas más críticas, con mayor cantidad de arribos, logra satisfacer la demanda de estacionamiento.
- Aun teniendo en cuenta lo dicho en el punto anterior, se observa una proporción importante de vehículos que estacionan en la calle, especialmente el día domingo.
- En cuanto al ingreso de vehículos a la playa cubierta, se determinó que para evitar la formación de colas importantes, especialmente en horas pico, se debe mantener una tasa media de servicio menor a 10 segundos por vehículo.

Por último, se analizó el impacto que produce el centro comercial en el tránsito, arribando a las siguientes conclusiones:

- El impacto producido por el centro comercial es significativo, provocando una disminución considerable del nivel de servicio, especialmente en la calle Duarte Quirós, en sentido de circulación de vehículos provenientes del centro.
- Dicho impacto ha sido tenido en cuenta, ya que la conformación de las fases del semáforo genera grandes demoras en la calle Río Negro, priorizando un mejor nivel de servicio para la calle Duarte Quirós, ya que por allí el flujo de vehículos que circula es de más del triple. Sin embargo, se propuso un ciclo, con una determinada conformación de fases, que permite disminuir las demoras levemente.

7.2 CONCLUSIONES RESPECTO A LA PRÁCTICA SUPERVISADA

A lo largo del desarrollo de la Práctica Supervisada, se ha podido adquirir principalmente la experiencia de trabajo junto a un grupo de profesionales.

Se ha logrado crecer en la visualización global de un proyecto, no solo considerando los componentes individuales con los que se ha trabajado, sino también entendiendo la relación entre todos los elementos componentes.

Se ha podido comprender las diferentes etapas en la conformación de un estudio de este tipo, y la importancia de cada una de ellas en el producto final, pero también en la conformación de cada una de las siguientes etapas del proceso.

Se han afianzado de esta manera conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil, herramientas fundamentales que permiten ahondar en determinados temas con gran entendimiento a través de bibliografía adecuada, consulta a profesionales experimentados, y estudio y confección de nuevos análisis.

8. BIBLIOGRAFIA

- Cal y Mayor, Cárdenas (2007) "Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones". 8va edición. México.
- HCM (2010). "Highway Capacity Manual. Volume 3: Interrupted Flow". Transportation Research Boards of the National Academies. Estados Unidos.
- Institute of Transportation Engineers – ITE (2012). "Trip Generation Manual. Volume 3: Data". 9na edición. Estados Unidos.
- Portugal, Licinio da Silva (2012). "Polos Geradores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: modelos e Taxas de Geração de Viagens". Brasil.
- Red Ibero-Americana de Estudio de Polos Generadores de Viajes (2015). *redpgv.coppe.ufrj.br*.