



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
Movilidad

CARACTERIZAR EL TRANSPORTE DE CARGA EN BOGOTÁ Y LOS MUNICIPIOS ALEDAÑOS

CONTRATO 2019-1816

INFORME ETAPA VI RESUMEN EJECUTIVO DE RESULTADOS

VERSIÓN 0

JUNIO DE 2021



ICOVÍAS

TPD
INGENIERIA



CONSORCIO ICOVÍAS - TPD

Elaborado por:

CONSORCIO ICOVIAS - TPD

ICOVIAS

Carrera 20 N° 137 – 56

Bogotá D.C, Colombia

Tel:(+57) 1 6313244

TPD INGENIERIA S.A.

Calle 35 N° 7 - 25 of.1501

Bogotá D.C, Colombia

Tel:(+57) 1 3231705 – 3231707

Elaborado para:

SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD

Calle 13 No. 37 - 35

Bogotá D.C, Colombia

Tel:(+57) 1 3649400

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	6
1. CARACTERIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE CARGA	7
2. ANÁLISIS CARACTERIZACIÓN NODOS	33
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Composición vehicular Total día entrando y saliendo – Cordón regional	10
Tabla 2. Composición vehicular entrando y saliendo – Cordón externo	13
Tabla 3. Composición vehicular 5:30-13:30 – Cordón intermedio	17
Tabla 4. Composición vehicular 5:30-13:30 – Cordón interno	21
Tabla 5. Interacción de los viajes entre zonas en la hora pico de ciudad	24
Tabla 6. Interacción de los viajes entre zonas en la hora pico de carga	25
Tabla 7. Participación de los principales productos transportados – Total (2015 – 2020)	27
Tabla 8. Productos transportados en el cordón regional	28
Tabla 9. Productos transportados en el cordón externo	28
Tabla 10. Productos transportados en el cordón intermedio	29
Tabla 11. Productos transportados en el cordón interno	29
Tabla 12. Balance Entrevistas	33
Tabla 13. Atributos relacionados con el proceso logístico – Total nodos	41
Tabla 14. Proyectos relacionados con el proceso logístico – Total nodos	42

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Ubicación de los puntos de aforo.....	7
Figura 2. Perfil volumen horario total – Cordón regional.....	8
Figura 3. Participación por punto en el cordón regional (total 00:00 – 24:00)	9
Figura 4. Perfil volumen horario entrando y saliendo – Cordón regional.....	10
Figura 5. Perfil volumen horario total día – Cordón externo	11
Figura 6. Participación por punto en el cordón externo (total 00:00 – 24:00)	12
Figura 7. Perfil volumen horario entrando y saliendo Total día – Cordón externo.....	13
Figura 8. Perfil horario en el cordón externo (Años 2015 y 2020).....	14
Figura 9. Perfil volumen horario Estaciones maestras - Cordón intermedio.....	14
Figura 10. Perfil volumen horario entrando y saliendo Estaciones maestras – Cordón intermedio	15
Figura 11. Perfil horario Total 5:30 – 13:30 – Cordón intermedio	15
Figura 12. Participación por punto en el cordón intermedio (total 05:30 – 13:30)	16
Figura 13. Perfil horario en el cordón intermedio de 5:30 a 13:30 (Años 2015 y 2020)	17
Figura 14. Perfil volumen horario Estaciones maestras – Cordón interno	18
Figura 15. Perfil volumen horario entrando y saliendo Estaciones maestras – Cordón interno	19
Figura 16. Perfil volumen horario 5:30-13:30 – Cordón interno	19
Figura 17. Participación por punto en el cordón interno (total 05:30 – 13:30)	20
Figura 18. Perfil horario en el cordón interno de 5:30 a 13:30 (Años 2015 y 2020)	21
Figura 19. Porcentaje de variación de los volúmenes (Años 2015 y 2020)	22
Figura 20. Viajes en camión por hora	22
Figura 21. Comparación de viajes por categoría (Años 2015 y 2020).....	23
Figura 22. Viajes generados y atraídos por ZAT en el periodo pico de carga (Año 2020) 24	
Figura 23. Participación según ocupación del vehículo en los viajes (2015 – 2020)	25
Figura 24. Participación de los viajes por motivo (2015 – 2020)	26
Figura 25. Participación de los viajes por tipo de combustible (2015 – 2020).....	26

Figura 26.	Total de viajes en origen para productos alimenticios manufacturados	30
Figura 27.	Total de viajes en destino para productos alimenticios manufacturados	31
Figura 28.	Total de viajes en origen para insumos de construcción	32
Figura 29.	Total de viajes en destino para insumos de construcción.....	32
Figura 30.	Disponibilidad de área por nodo	34
Figura 31.	Composición del parque automotor disponible por nodo	35
Figura 32.	Nivel de motorización y capacidad vehicular por nodo	36
Figura 33.	Número de viajes promedio al mes por establecimiento y nodo	37
Figura 34.	Participación tipo de vehículo en viajes de abastecimiento y distribución por nodo.....	38
Figura 35.	Forma de distribución por nodo	38
Figura 36.	Promedio Toneladas por establecimiento por nodo	39
Figura 37.	Participación del costo de transporte como porcentaje del costo total	40

INTRODUCCIÓN

La Secretaría Distrital de Movilidad como cabeza del sector en la ciudad de Bogotá, realiza un seguimiento periódico a las dinámicas urbanas que influyen en el flujo de personas y mercancías en el territorio. Es así que mediante contrato N° 2019-1816, la Secretaría Distrital de Movilidad otorgó al Consorcio ICOVÍAS-TPD el desarrollo de la consultoría que tienen por objeto Caracterizar el transporte de carga en Bogotá y los municipios aledaños.

El contrato N° 2019-1816 contempla el desarrollo de seis (6) etapas, así:

- Etapa I. Planeación de la ejecución de la consultoría
- Etapa II. Revisión de fuentes de información secundaria y complementaria.
- Etapa III. Definición de la metodología para la caracterización del transporte de carga en Bogotá D.C. y los municipios aledaños.
- Etapa IV. Recolección de la información, seguimiento y validación del trabajo de campo.
- Etapa V. Caracterización del transporte de carga.
- Etapa VI. Estrategia de divulgación de resultados.

El presente documento corresponde al resumen ejecutivo de resultados de la caracterización del transporte de carga obtenida para el año 2020 y la comparación de algunos de estos resultados con lo observado en el año 2015.

Cabe indicar que la toma de información del año 2020 se realizó en una ventana de tiempo en donde la ciudad de Bogotá, al igual que el resto del país, se encontraban en un periodo de reactivación económica después de 6 meses de aislamiento por la pandemia del Covid-19.

Para la lectura de resultados comparados entre los años 2015 y 2020 es importante tener en consideración los siguientes aspectos:

- Se consideran solo las estaciones que por su ubicación, flujos registrados y periodos de aforo son comparables.
- La restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá varió con el decreto 077 de marzo de 2020, respecto a la norma vigente en el año 2015 (decretos 520 y 690 de 2013), principalmente al modificar el valor del peso bruto vehicular máximo de los vehículos a los cuales les aplica la restricción pasando de 7 a 8,5 toneladas y modificando el horario de la restricción al pasar de entre las 6:30 y las 8:30 horas, a un horario de restricción entre las 6:00 y las 8:00 horas.

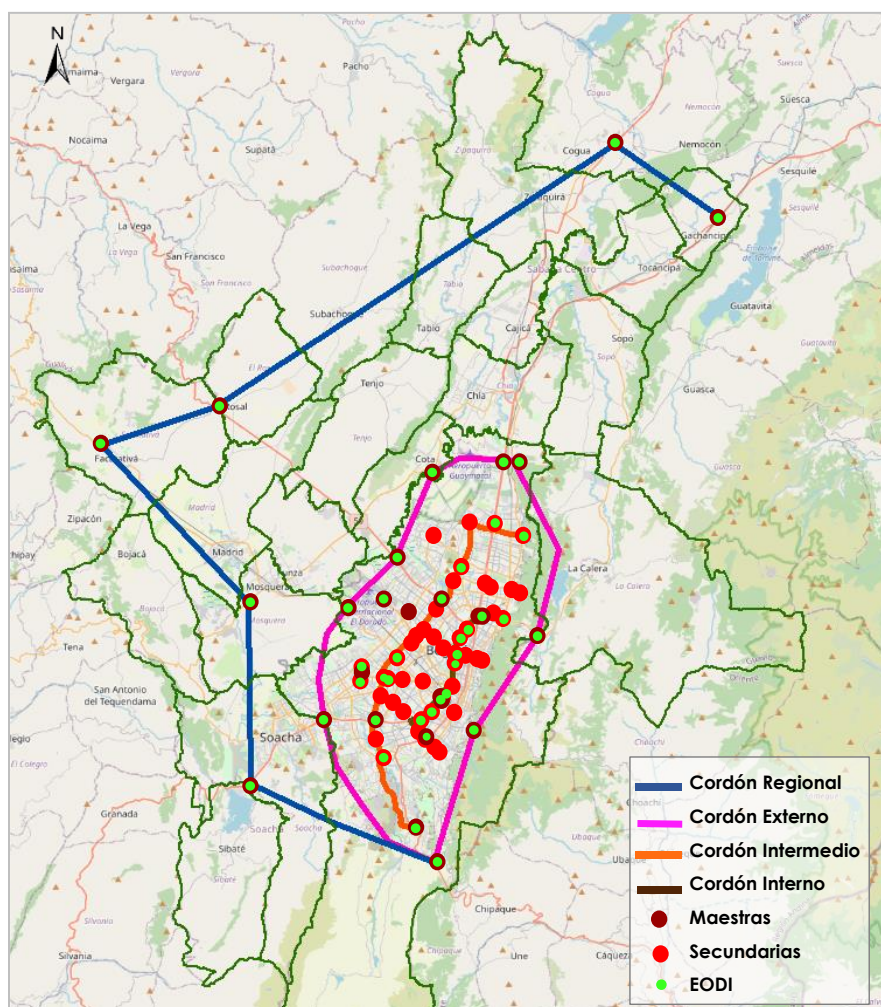
1. CARACTERIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE CARGA

La caracterización del transporte de carga se realizó a partir de la recolección de volúmenes vehiculares de camiones en 82 puntos y la recolección de encuestas origen destino por interceptación en 41 de estos puntos. De los puntos de aforo 26 corresponden a estaciones maestras de 24 horas y 56 a estaciones secundarias de 8 horas (periodo de las 5:30 a las 13:30 horas), para un día hábil.

La tipología vehicular considerada en el registro de información corresponde a las siguientes cuatro categorías: camión de 2 ejes pequeño (C2P), camión de 2 ejes grande (C2G), camión de 3 ejes (C3) y camión de 4 ejes y más ejes ($\geq$ C4).

La ubicación de los puntos de aforo e interceptación, se observa en la siguiente figura.

Figura 1. Ubicación de los puntos de aforo



Fuente: Elaboración propia

Para la recolección y análisis de la información se consideraron cuatro cordones que permiten conocer la interacción de los flujos entre las zonas que enmarcan, siendo estos:

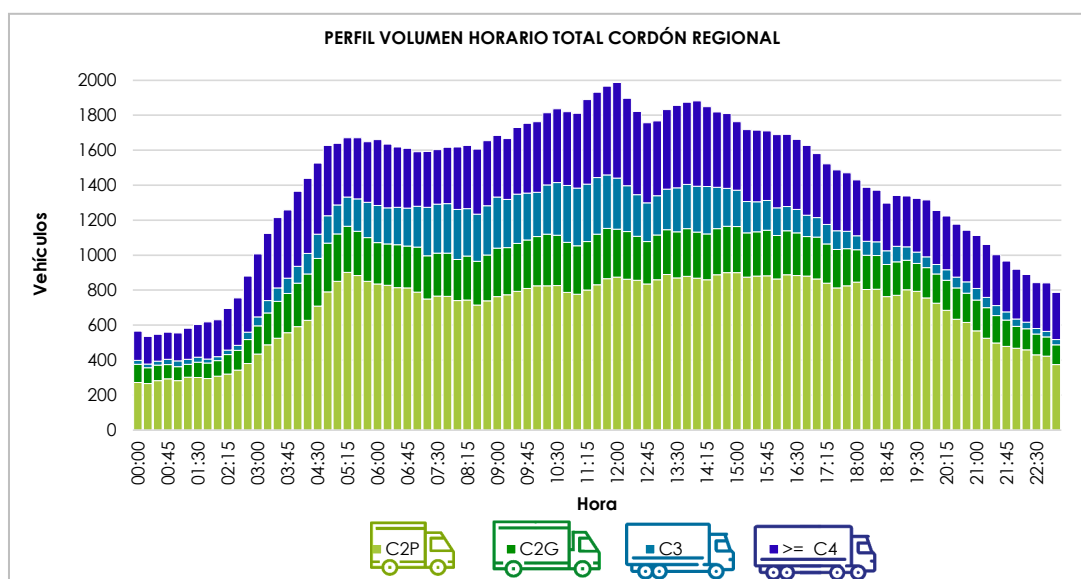
- **Cordón interno.** Recoge la zona central de la ciudad, enmarcada desde la Avenida NQS hasta los cerros orientales desde la Calle 100 hasta la Avenida Primero de Mayo.
- **Cordón Intermedio.** Planteado por la Calle 170 y Avenida Boyacá hasta Carrera 1 con Diagonal 78 Bis Sur. Correspondiendo este límite en la mayor parte de su extensión con el límite de restricción de la medida de carga actual (Decreto 077 de 2020).
- **Cordón externo.** Este cordón recoge los volúmenes que entran o salen a la ciudad de Bogotá por sus principales vías de acceso: Autopista Norte, vía a Cota, Calle 80, Calle 13, Autopista Sur, vía a Villavicencio, vía a Choachí, vía a La calera y Vía a La Caro por la Carrera 7.

A continuación, se presentan los principales resultados encontrados en la caracterización del transporte de carga.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento horario del volumen total de camiones en los seis puntos de aforo del cordón regional, notándose un volumen máximo en el periodo de las 12:00 a 13:00 horas y observándose una concentración máxima aproximadamente desde las 9:00 hasta las 16:00 horas cuando comienza a decrecer el volumen general de camiones.

En este cordón se identifica una participación mayoritaria para los camiones de 2 ejes pequeños siendo de 49,2%, seguido por los camiones de 4 o más ejes con el 24,9%.

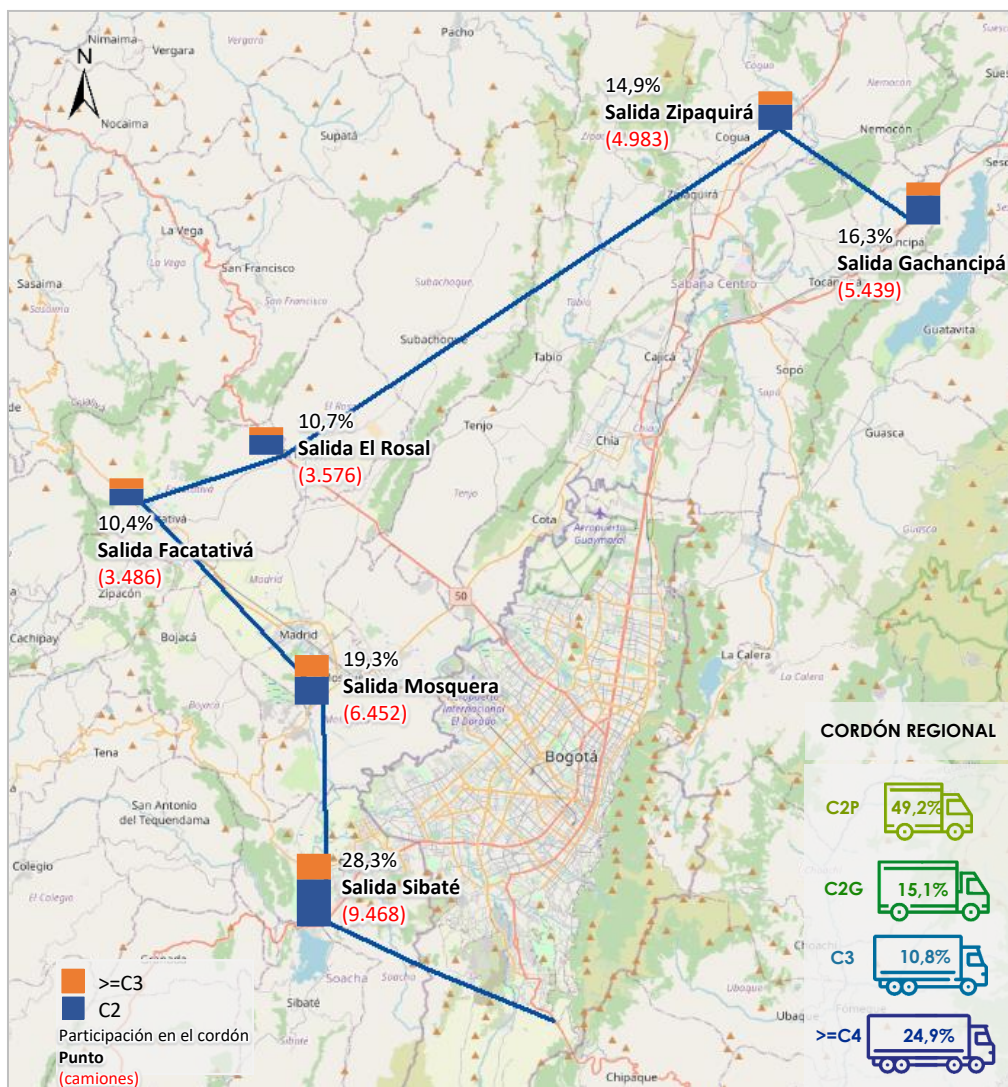
Figura 2. Perfil volumen horario total – Cordón regional



Fuente: Elaboración propia

Como se presenta en la siguiente figura, la participación del volumen total diario de camiones en los puntos de aforo es mayor en la salida de Sibaté con el 28,3% y menor en la salida de Facatativá y El Rosal con una participación similar en ambas, cercana al 10% en cada una. Los dos puntos ubicados hacia el sur de la capital, salida Sibaté y salida Mosquera, agregan el 47,6% del total del volumen diario observado en el cordón regional, siendo estos dos puntos los que recogen los flujos de carga provenientes o que se dirigen al sector sur del país, que incluye la carga del puerto de Buenaventura.

Figura 3. Participación por punto en el cordón regional (total 00:00 – 24:00)



Fuente: Elaboración propia

La distribución por tipo de vehículo de los flujos observados en el cordón regional, entrando a la región y saliendo al resto del país es similar en todas las categorías como se observa en la siguiente tabla. Respecto al total de vehículos al día circulando en cada sentido analizado, son prácticamente iguales.

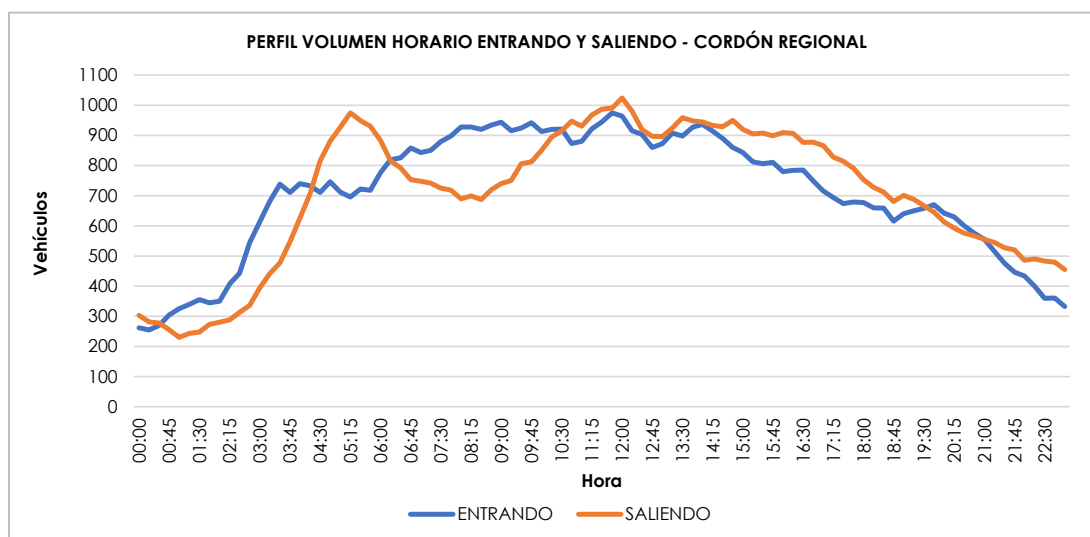
Tabla 1. Composición vehicular Total día entrando y saliendo – Cordón regional

TIPO DE VEHICULO	ENTRANDO		SALIENDO	
	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN
C2P	8.205	49,2%	8.240	49,3%
C2G	2.520	15,1%	2.508	15,0%
C3	1.803	10,8%	1.805	10,8%
>=C4	4.150	24,9%	4.173	24,9%
TOTAL	16.678	100%	16.726	100,0%

Fuente: TPD Ingeniería

Al comparar los perfiles horarios entrando y saliendo, se observa que a la madrugada es mayor el volumen entrando, aunque las salidas tengan el pico de las 5:15 a 6:15. Después de las 10:45 de la mañana en general es mayor el volumen de vehículos saliendo respecto a los de entrada.

Figura 4. Perfil volumen horario entrando y saliendo – Cordón regional

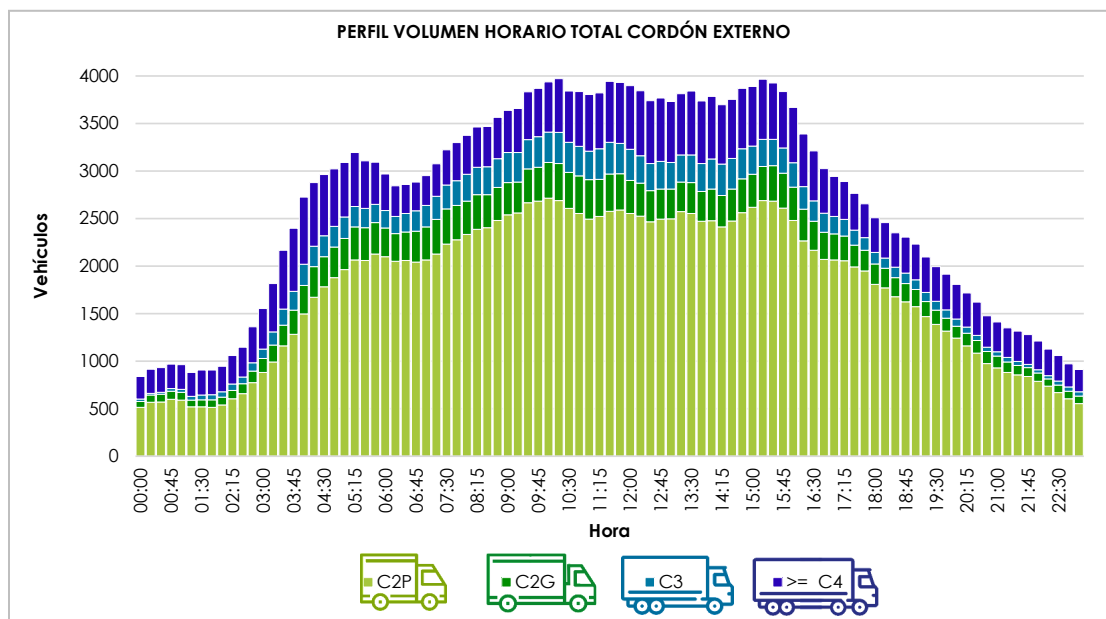


Fuente: Elaboración propia

De forma similar a lo observado en el cordón regional, el perfil horario del volumen total de camiones en el cordón externo que incluye nueve estaciones maestras, presenta una concentración máxima aproximadamente desde las 9:30 hasta las 16:30 horas donde comienza a decrecer gradualmente, con un máximo en el periodo de las 10:00 a 11:00 de la mañana. Se resalta también en este cordón la disminución del volumen en el periodo asociado a la restricción de circulación de camiones en Bogotá en el periodo de la mañana, siendo notorio principalmente para los camiones de cuatro y más ejes.

En este cordón que corresponde a las vías de acceso y salida a la ciudad de Bogotá, la mayor participación con el 66,6% corresponde a camiones C2P, seguido por los camiones de cuatro y más ejes con el 17,1%.

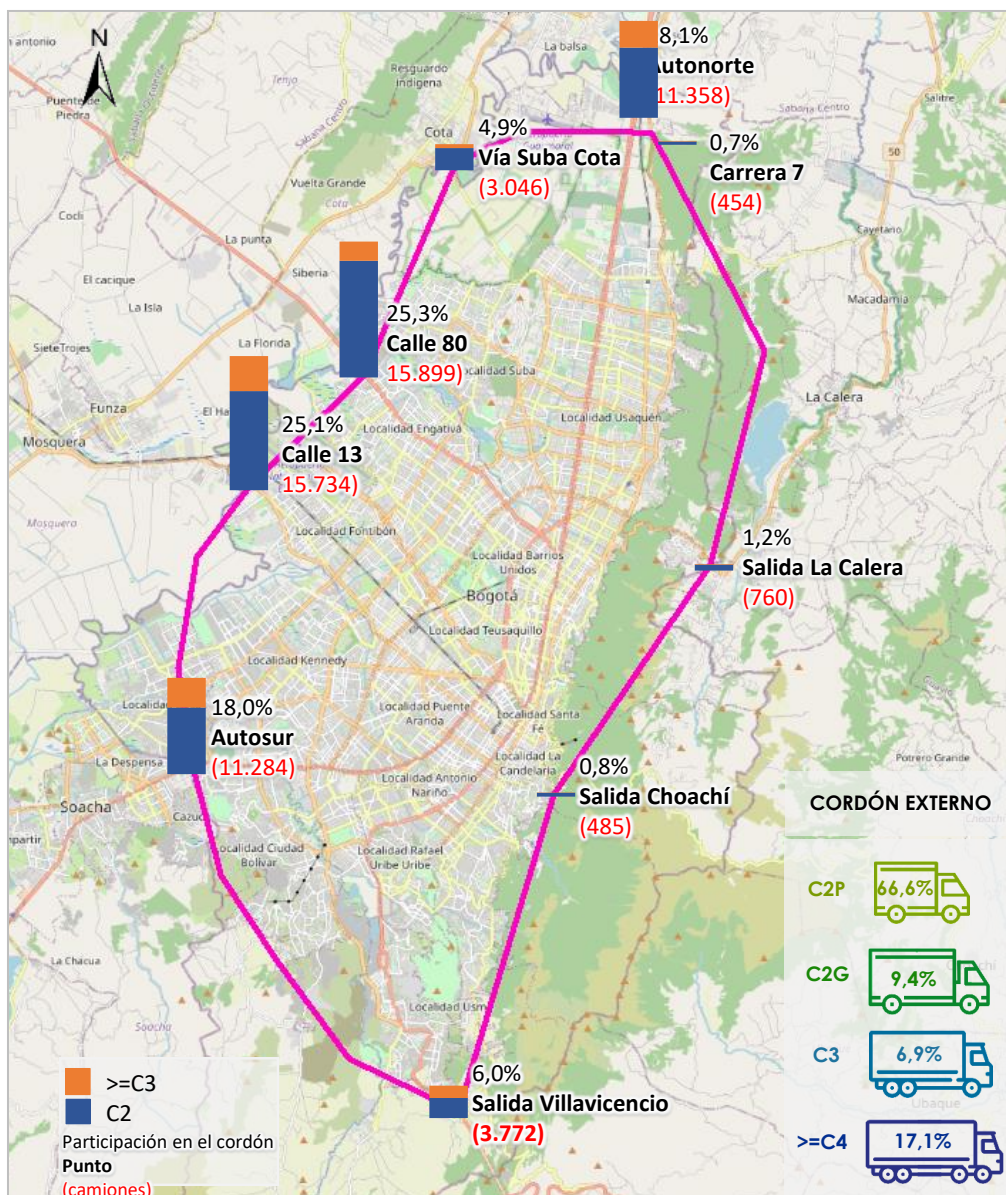
Figura 5. Perfil volumen horario total día – Cordón externo



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la participación del volumen por punto, como se observa en la siguiente gráfica, el 50% del volumen registrado en el día en el cordón externo, circula por los corredores de la Calle 80 y la Calle 13, correspondiendo aproximadamente al 25% en cada uno, evidenciando la participación de los viajes de la región occidental cercana a la ciudad de Bogotá.

Figura 6. Participación por punto en el cordón externo (total 00:00 – 24:00)



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la siguiente tabla, la participación de los camiones C2P entrando es levemente mayor, mientras que en las demás categorías es mayor en los flujos saliendo. Aunque el porcentaje de participación es mayor entrando, cabe indicar que el número de vehículos es mayor saliendo en esta tipología. El volumen total diario de vehículos saliendo es ligeramente mayor al volumen entrando.

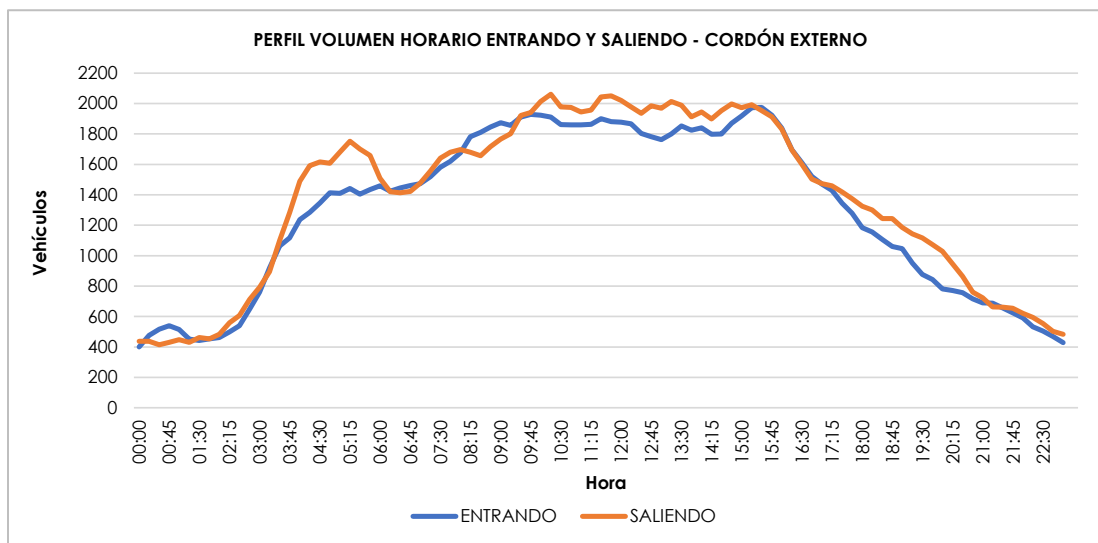
Tabla 2. Composición vehicular entrando y saliendo – Cordón externo

TIPO DE VEHÍCULO	ENTRANDO		SALIENDO	
	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN
C2P	20.704	67,9%	21.117	65,3%
C2G	2.769	9,1%	3.133	9,7%
C3	2.103	6,9%	2.258	7,0%
>=C4	4.899	16,1%	5.809	18,0%
TOTAL	30.475	100%	32.317	100%

Fuente: Elaboración propia

En general a lo largo del día el volumen de camiones saliendo es mayor que entrando, excepto en los periodos de 0:15 a 2:15 y de 8:15 a 10:30, como se observa en la siguiente figura.

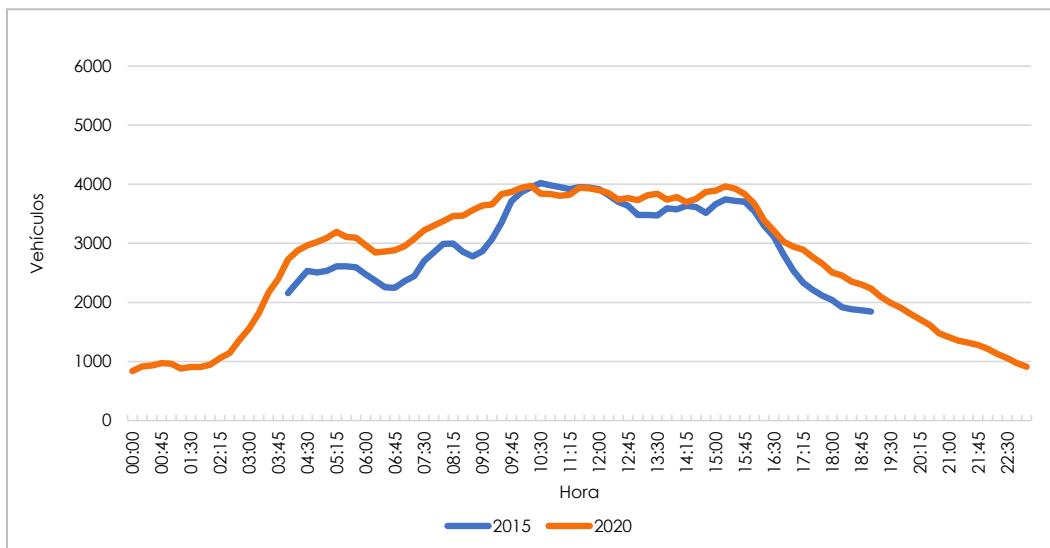
Figura 7. Perfil volumen horario entrando y saliendo Total día – Cordón externo



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento horario del volumen de camiones en el cordón externo, presenta unos volúmenes máximos entre las 10:15 y 13:00 horas para el año 2015 y entre las 10:00 y las 16:30 para el año 2020. Para el año 2020 se observan menos periodos marcados de concentración, notándose una tendencia más estable a lo largo del día respecto a lo observado en el 2015.

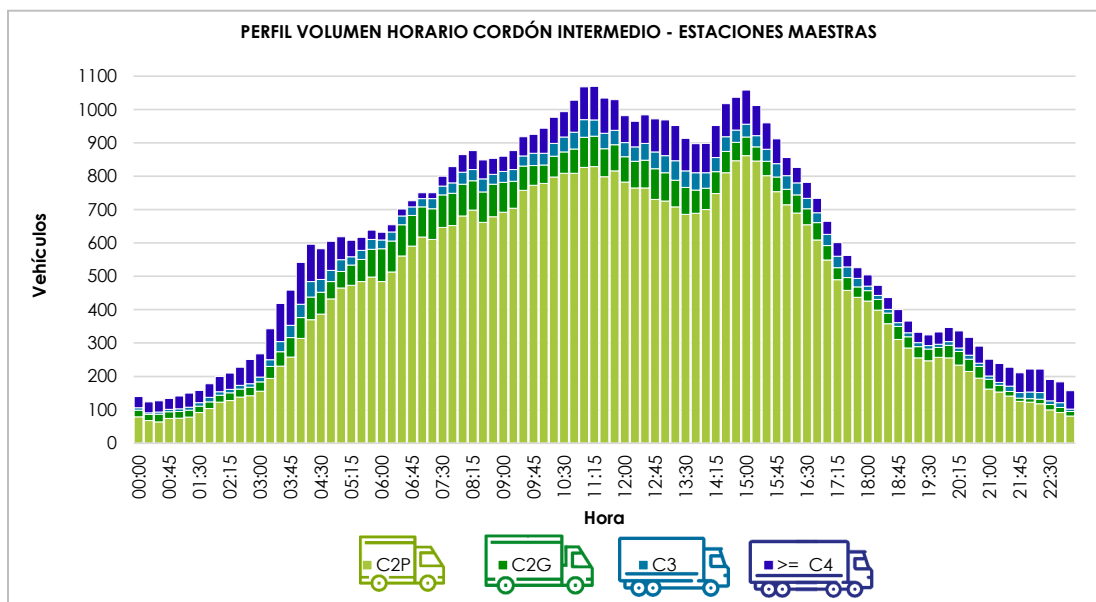
Figura 8. Perfil horario en el cordón externo (Años 2015 y 2020)



Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

En el cordón intermedio, como se presenta en la siguiente figura, el perfil del volumen horario diario en las tres estaciones maestras analizadas, tiene una tendencia creciente a lo largo de la mañana, con dos periodos máximos de 11:15 a 12:15 y de 15:00 a 16:00 horas.

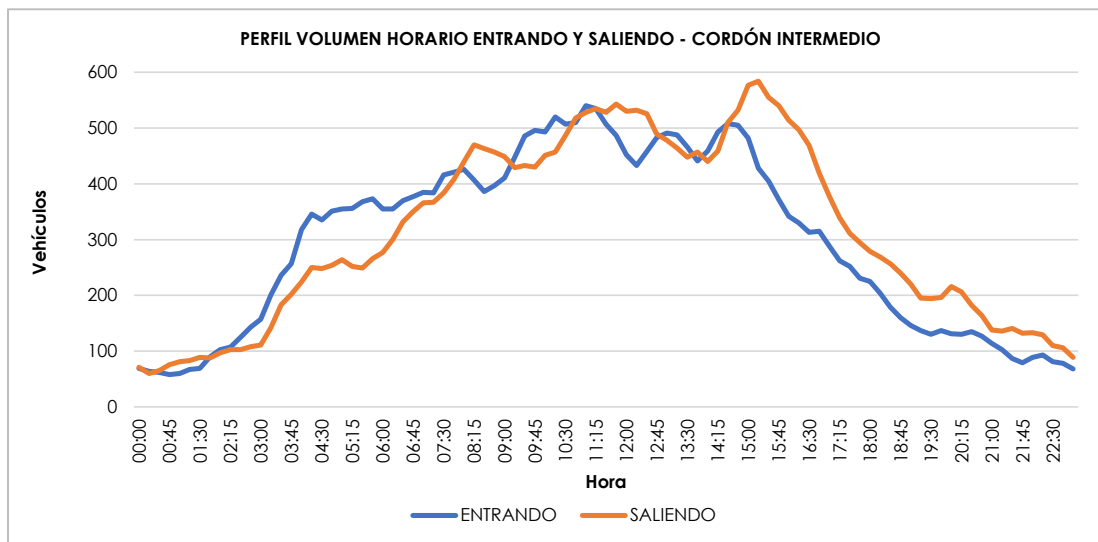
Figura 9. Perfil volumen horario Estaciones maestras - Cordón intermedio



Fuente: Elaboración propia

Al comparar los volúmenes horarios entrando y saliendo de las estaciones maestras en este cordón, es mayor el flujo entrando en horas de la mañana y menor en horas de la tarde.

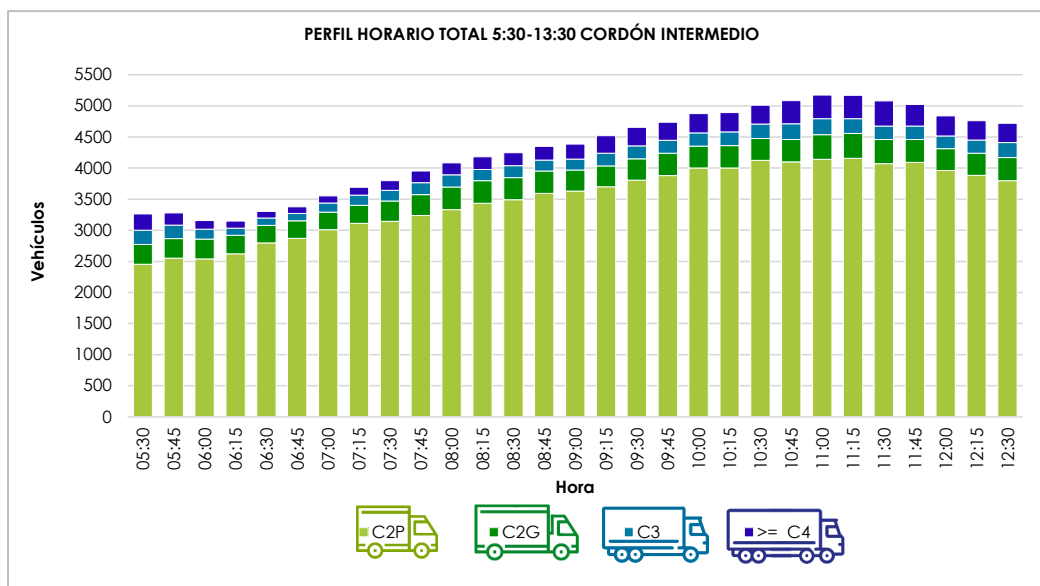
Figura 10. Perfil volumen horario entrando y saliendo Estaciones maestras – Cordón intermedio



Fuente: Elaboración propia

Al tomar el flujo de todas las estaciones que cruzan el cordón intermedio (15 estaciones), como se observa en la figura a continuación, el perfil horario del volumen de camiones tiene un crecimiento moderado a lo largo de la mañana llegando a un periodo máximo que prácticamente se extiende entre las 10:30 y 12:45.

Figura 11. Perfil horario Total 5:30 – 13:30 – Cordón intermedio



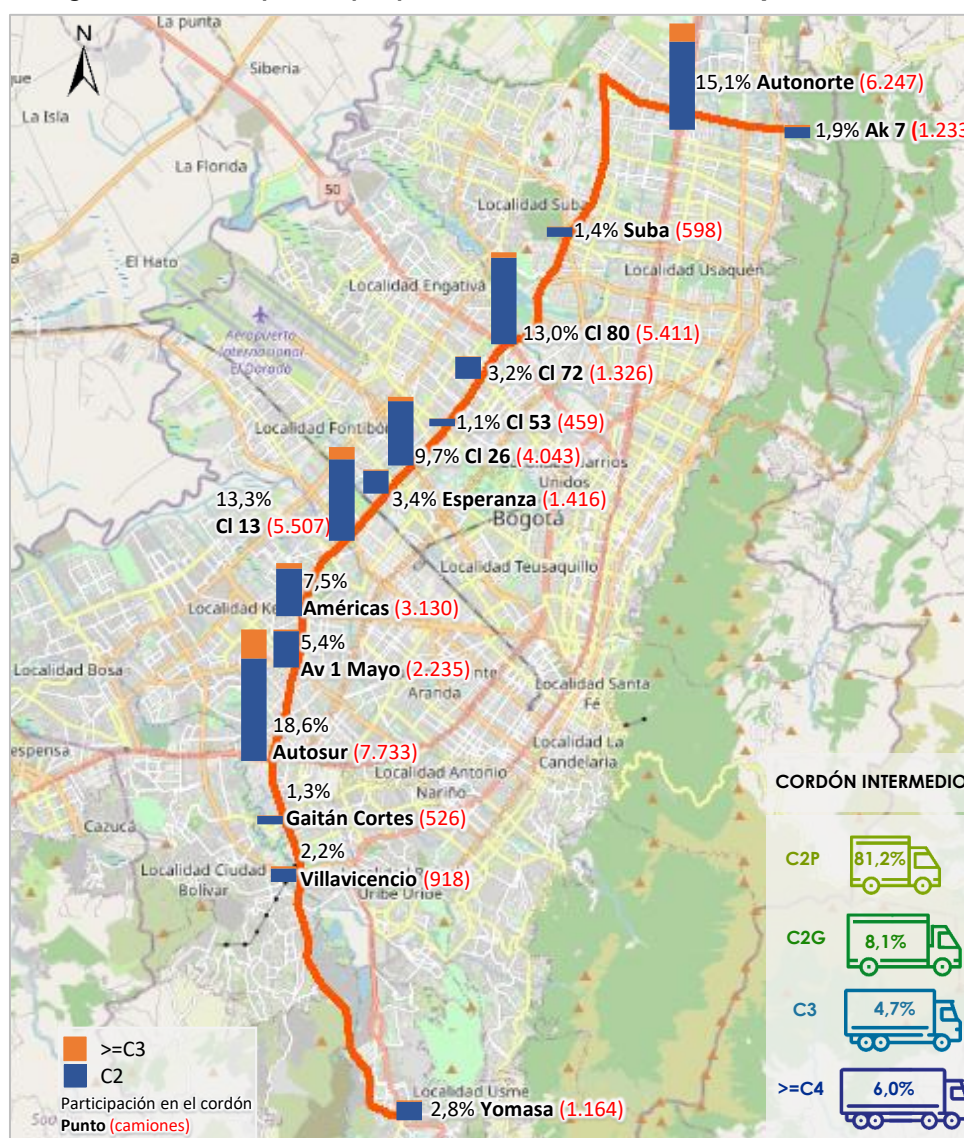
Fuente: Elaboración propia

De los puntos de aforo considerados, la mayor participación respecto al total de volúmenes que cruzan el cordón intermedio, se observa en los puntos de los corredores de la Autopista

Sur, Autopista Norte, Calle 13 y Calle 80, sumando estos cuatro puntos el 60% del volumen total registrado, como se observa en la siguiente figura.

En cuanto a la participación de los camiones en el volumen diario en el cordón intermedio, es mayoritaria para los camiones de 2 ejes pequeños llegando al 81,2% que sumado al 8,1% de los camiones de 2 ejes grande, agregan el 89,3% del total de camiones. La baja participación de los camiones de 3 y más ejes es consistente con las medidas de restricción a la circulación de los vehículos de carga dispuestas por la administración distrital, teniendo en cuenta que el cordón intermedio coincide en buena parte de su trayecto con el límite de la restricción.

Figura 12. Participación por punto en el cordón intermedio (total 05:30 – 13:30)



Fuente: Elaboración propia

El volumen total de camiones observado en las 15 estaciones consideradas en el periodo de las 5:30 a 13:30 horas, es mayor para el volumen entrando. A nivel de categoría vehicular, es mayor la participación en los camiones de 2 ejes grandes entrando, como se presenta en la siguiente tabla. Al observar las cifras en número de vehículos, para los camiones C2P aunque es mayor la participación saliendo, el número de camiones C2P entrando es superior al volumen saliendo.

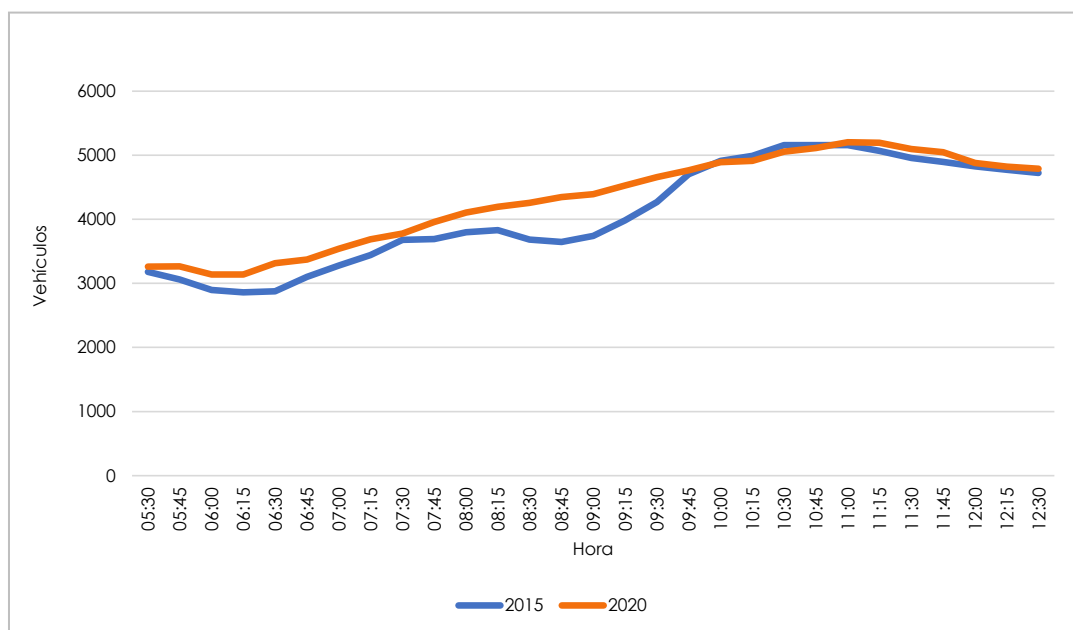
Tabla 3. Composición vehicular 5:30-13:30 – Cordón intermedio

TIPO DE VEHÍCULO	15 ESTACIONES			
	ENTRANDO		SALIENDO	
	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN	VOLUMEN	PARTICIPACIÓN
C2P	14.222	80,8%	13.459	81,7%
C2G	1.564	8,9%	1.182	7,2%
C3	796	4,5%	804	4,9%
>=C4	1013	5,8%	1.038	6,3%
TOTAL	17.595	100%	16.483	100%

Fuente: Elaboración propia

Similar a lo observado en el cordón externo, en el cordón intermedio para el año 2020 la curva tiene una tendencia con menor sinuosidad a la observada en el 2015, llegando a un periodo máximo que para el año 2020 se encuentra desplazado un poco más hacia el mediodía, respecto a lo observado en el año 2015, como se aprecia en la siguiente figura.

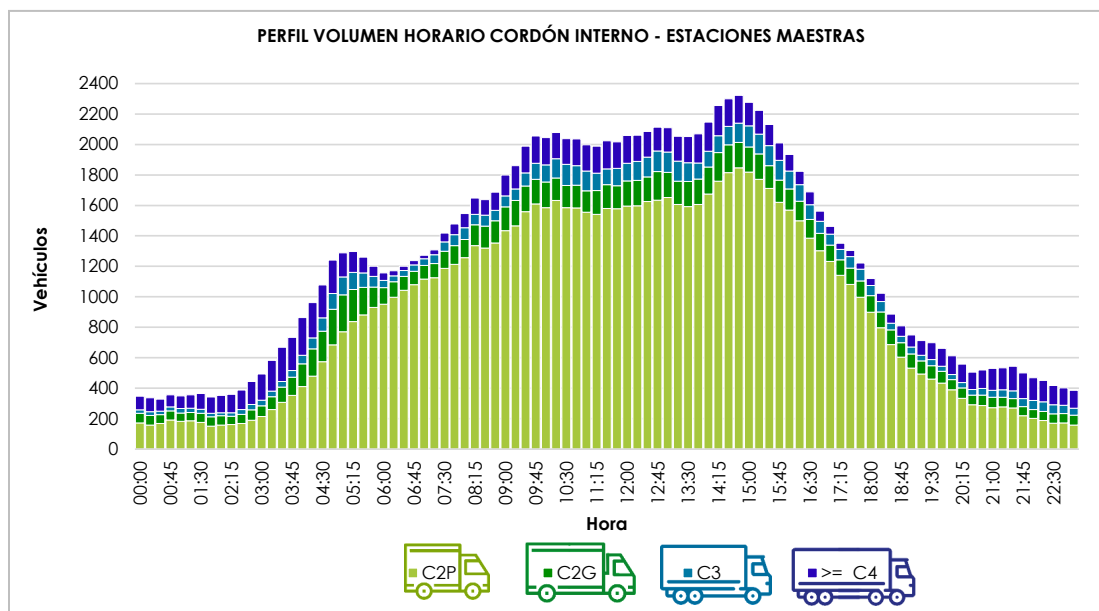
Figura 13. Perfil horario en el cordón intermedio de 5:30 a 13:30 (Años 2015 y 2020)



Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

El perfil del volumen de camiones en el cordón interno, que se muestra en la siguiente figura, permite identificar un volumen máximo de camiones desde las 9:45 a las 16:30 con un periodo pico marcado en horas de la tarde, entre las 14:45 y 15:45. Para la jornada de la mañana similar a lo observado en el cordón externo, también se observa un pico máximo entre las 5:15 y 6:15 horas, y una disminución del volumen en el periodo de restricción de circulación de camiones notorio en las categorías de camiones de 2 ejes grande y superiores.

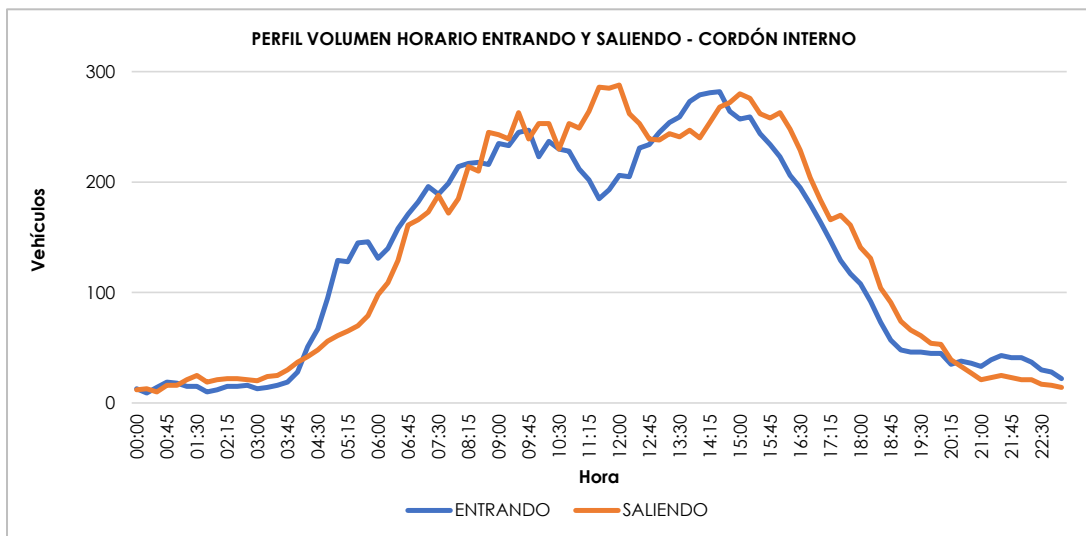
Figura 14. Perfil volumen horario Estaciones maestras – Cordón interno



Fuente: Elaboración propia

Al contrastar las curvas horarias entrando y saliendo, en la jornada de la mañana es mayor el volumen entrando y en la tarde es mayor el volumen saliendo, en el cordón interno. En el periodo del medio día se observa un contraste marcado donde el volumen entrando disminuye mientras que volumen saliendo aumenta.

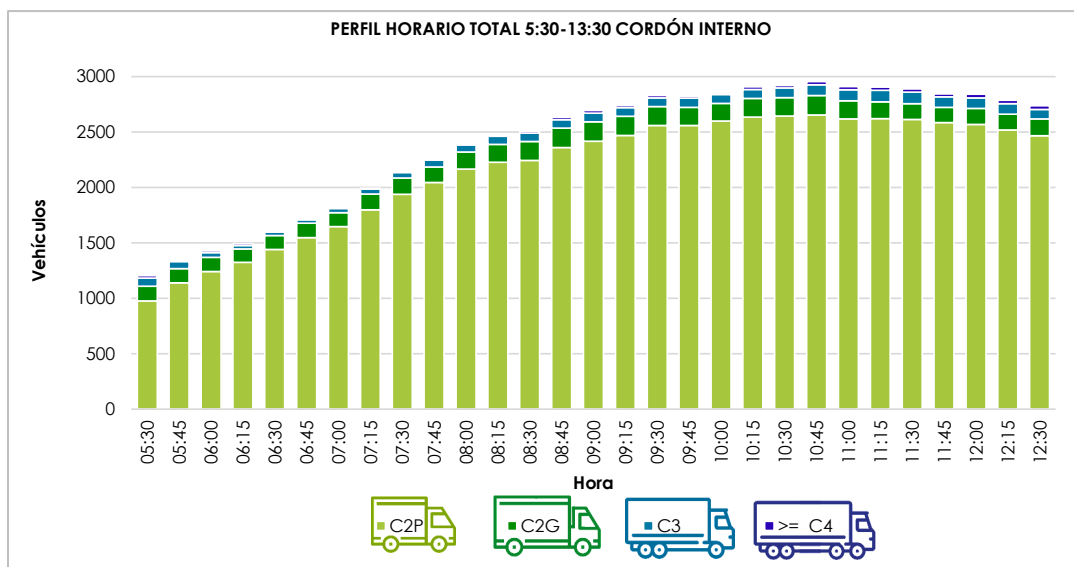
Figura 15. Perfil volumen horario entrando y saliendo Estaciones maestras – Cordón interno



Fuente: Elaboración propia

El volumen de camiones en las 23 estaciones del cordón interno, en el horario de las 5:30 a las 13:30 tiene una tendencia creciente a lo largo de la mañana con un periodo de concentración máxima entre las 10:15 y 12:15, observado una hora máxima de las 10:45 a 11:45.

Figura 16. Perfil volumen horario 5:30-13:30 – Cordón interno



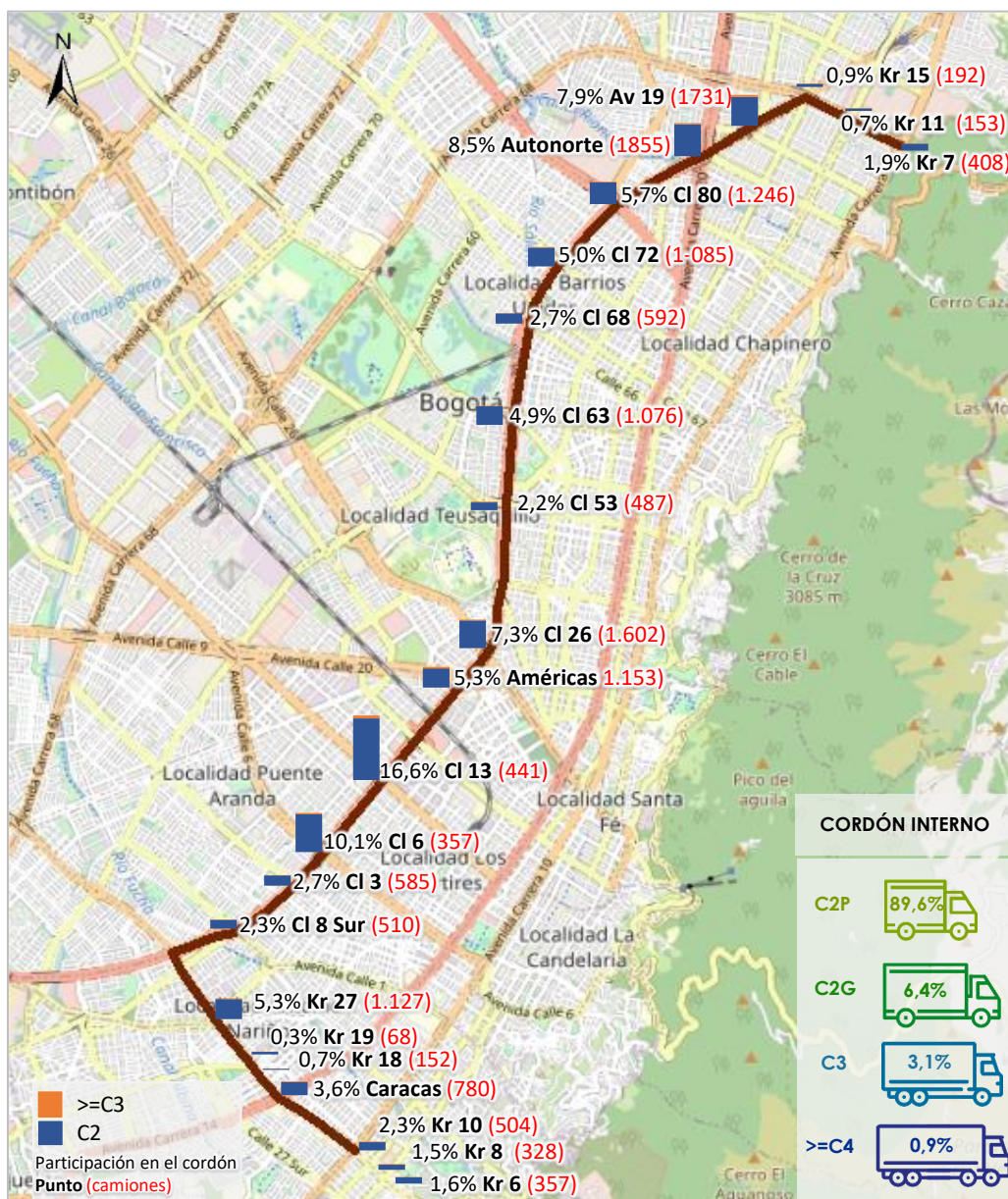
Fuente: Elaboración propia

La distribución del volumen en los puntos considerados en el cordón interno, tiene una participación mayoritaria en el corredor de la Calle 13 con una participación que alcanza el 16,6% del total. La Calle 6, Autopista Norte, Avenida 19 y Calle 26, le siguen en

participación respecto al volumen de camiones que cruzan el cordón interno, como se observa en la siguiente figura de participación por punto en el cordón.

Del volumen observado en las 23 estaciones de este cordón para el periodo de las 5:30 a 13:30 horas, se encuentra que los camiones de 2 ejes pequeños tienen la mayor participación llegando al 89,6% del total. Como era de esperarse el volumen de camiones de 3 y más ejes que cruzan este cordón es mínimo en la zona central de la ciudad.

Figura 17. Participación por punto en el cordón interno (total 05:30 – 13:30)



Fuente: Elaboración propia

Para el periodo de aforo de las 5:30 a 13:30 en las 23 estaciones consideradas, es similar el volumen total entrando y saliendo. En cuanto a la proporción por tipo de vehículo en el total de cada flujo, se observa variación para los camiones C2G y C3, siendo mayor la participación de los camiones C2G en el flujo entrando y menor para los camiones de tres ejes en ese mismo movimiento.

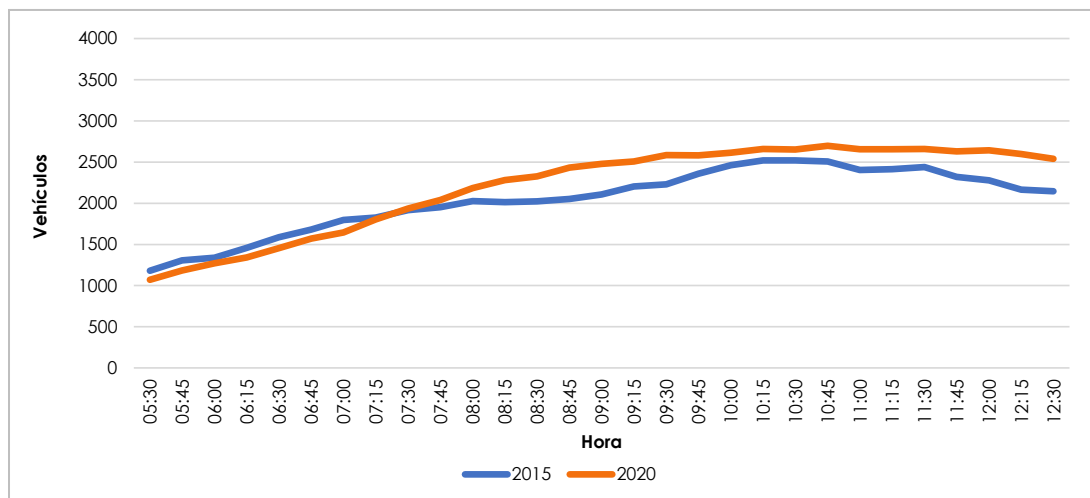
Tabla 4. Composición vehicular 5:30-13:30 – Cordón interno

TIPO DE VEHÍCULO	23 ESTACIONES			
	ENTRANDO		SALIENDO	
	VEHÍCULOS	PARTICIPACIÓN	VEHÍCULOS	PARTICIPACIÓN
C2P	8.440	89,4%	8.436	89,9%
C2G	669	7,1%	540	5,8%
C3	256	2,7%	329	3,5%
>=C4	79	0,8%	83	0,9%
TOTAL	9.444	100%	9.388	100%

Fuente: Elaboración propia

Respecto al perfil horario general del volumen de camiones en el cordón interno se observa en la siguiente figura que para el año 2020 la curva tiene una tendencia con menor sinuosidad a la observada en el 2015, con un volumen mayor para el año 2020 después de las 7:15 horas de la mañana.

Figura 18. Perfil horario en el cordón interno de 5:30 a 13:30 (Años 2015 y 2020)



Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

En la siguiente figura se presenta la variación observada en los volúmenes de los cordones entre el año 2015 y 2020. Aunque en general se observa un incremento en el número de camiones en todos los cordones, la mayor variación se observa en los camiones de tres ejes, cuyo volumen disminuye especialmente en los cordones intermedio e interno. Para los camiones de dos ejes se observa un incremento en los tres cordones siendo mayor en el cordón externo.

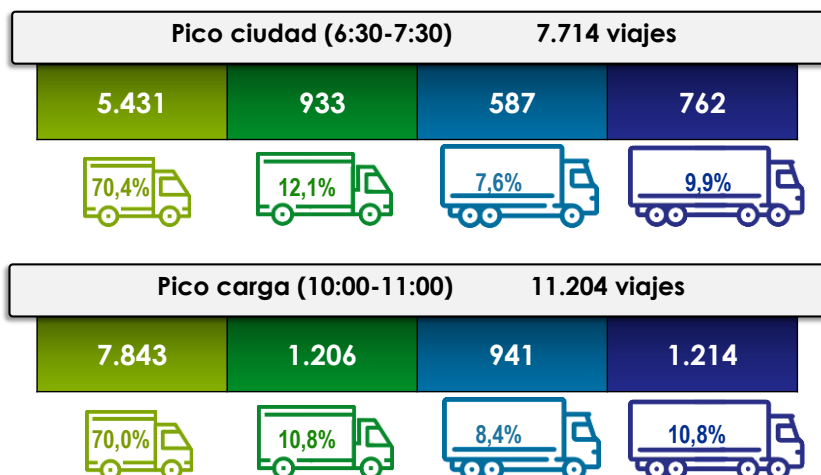
Figura 19. Porcentaje de variación de los volúmenes (Años 2015 y 2020)

EXTERNO (4:00 – 20:00)									
2015			2020			VARIACIÓN			
C2		33.516	40.894	22%	27.500	30.382	10%	14.742	16.530
C3		5.557	3.951	-29%	2.981	1.642	-45%	1.080	546
C4		8.730	8.301	-5%	2.048	2.188	7%	219	154
TOTAL		47.803	53.146	11%	32.529	34.212	5%	16.041	17.230

Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

A partir de los estudios de campo se generaron las matrices para cuatro categorías de vehículos de carga: C2P, C2G, C3 y >=C4 para los dos períodos típicos del día, siendo estos la hora pico de la ciudad que corresponde al periodo de las 6:30 a 7:30 de la mañana y la hora pico de carga, estando esta entre las 10:00 y las 11:00 de la mañana. El total de viajes del área de estudio por tipología de camión en cada uno de los periodos se presenta en la siguiente figura.

Figura 20. Viajes en camión por hora



Fuente: Elaboración propia

Los resultados para el periodo pico de la ciudad, se resumen en la tabla a continuación, en la que se puede notar que en general se presenta un incremento cercano al 30% en los viajes en camión en los 5 años, teniendo el mayor crecimiento los viajes en camiones de 2 ejes, mientras que para la tipología C3, se observa una disminución en el número de viajes, consistente con la disminución observada en los volúmenes para esta tipología.

En cuanto a los resultados para el periodo pico de carga, el crecimiento general de los viajes corresponde al 21%, donde de forma similar al pico de ciudad se presenta el mayor crecimiento para los camiones de dos ejes y una disminución mayor para los de tres ejes, que puede estar dada por el uso que tienen estos vehículos en su mayoría en la construcción como volquetas, mixer, mezcladoras y planchones, que quizá por la emergencia sanitaria vieron disminuidos los viajes que se realizan en la ciudad.

Una hipótesis adicional, tendría que ver con la relación costo/beneficio de estos equipos logísticos una vez la restricción de carga permite que los vehículos pequeños tengan mayores libertades de circulación en la ciudad en diferentes periodos del día.

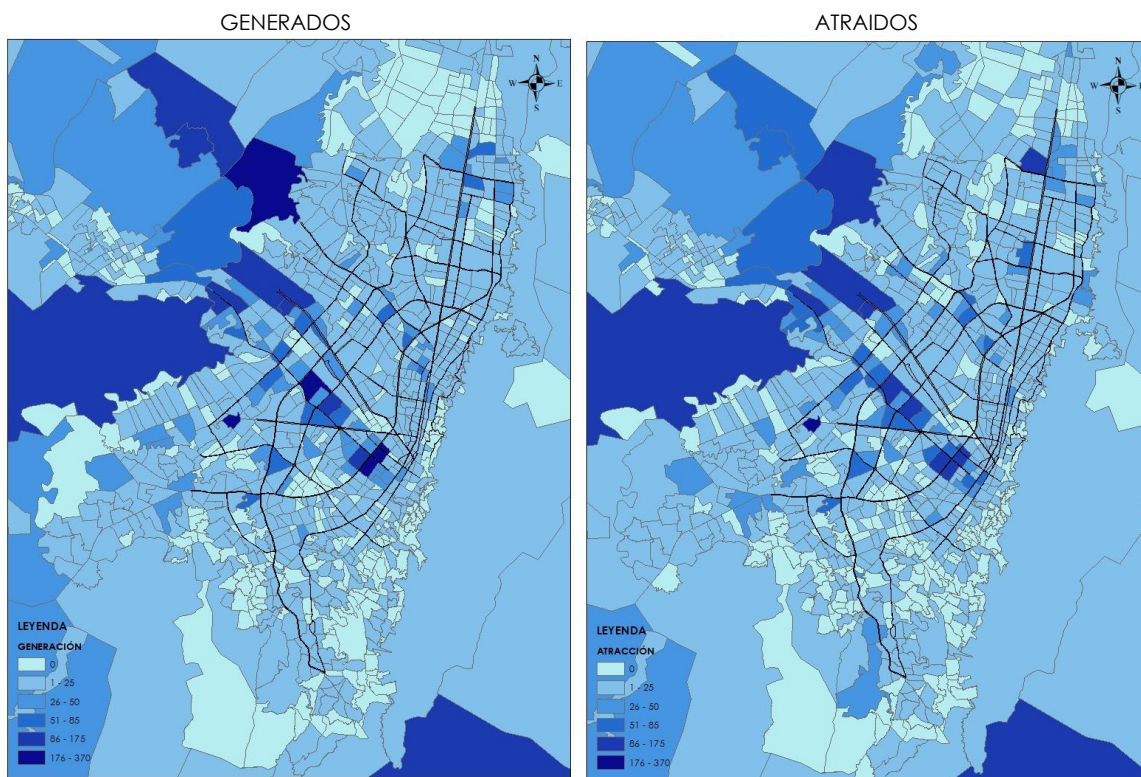
Figura 21. Comparación de viajes por categoría (Años 2015 y 2020)

PICO CIUDAD (6:30 – 7:30)				PICO CARGA (10:00 – 11:00)				
		2015	2020	DIFERENCIA		2015	2020	DIFERENCIA
C2		4.208	5.694	35%		6.381	8.315	30%
C3		400	380	-5%		913	705	-23%
C4		398	448	13%		878	884	1%
TOTAL		5.006	6.522	30%		8.172	9.904	21%

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la generación y atracción de viajes en el periodo pico de carga se concentra principalmente en las zonas del borde occidental de Bogotá, así como a lo largo de la Calle 13 al interior de Bogotá, la zona del aeropuerto, Corabastos y el sector de Toberín al norte de la ciudad, correspondiendo estas zonas a sectores con actividades económicas de comercio e industria principalmente.

Figura 22. Viajes generados y atraídos por ZAT en el periodo pico de carga (Año 2020)



Fuente: Elaboración propia

Para analizar la participación de los viajes de los camiones en las horas de máxima demanda, se definieron tres zonas, siendo estas: la ciudad de Bogotá, los 18 municipios del área de influencia y el resto del país, observándose como se muestra en las dos tablas a continuación, que la relación entre Bogotá y los 18 municipios del primer anillo corresponde al 27,6% de los viajes en camión de la hora pico de la ciudad y el 27,8% de los viajes de la hora pico de carga. Por su parte la relación de Bogotá con la zona definida como resto del país, corresponde al 12,9% y 10,4% respectivamente para la hora pico de la ciudad y la hora pico de carga.

Tabla 5. Interacción de los viajes entre zonas en la hora pico de ciudad

ORIGEN/DESTINO	BOGOTÁ	18 MUNICIPIOS	RESTO PAIS	TOTAL
BOGOTÁ	3.611	1.108	454	5.173
18 MUNICIPIOS	1.024	280	288	1.592
RESTO PAIS	541	271	135	948
TOTAL	5.176	1.659	878	7.714

ORIGEN/DESTINO	BOGOTÁ	18 MUNICIPIOS	RESTO PAIS
BOGOTÁ	46,8%	14,4%	5,9%
18 MUNICIPIOS	13,3%	3,6%	3,7%
RESTO PAIS	7,0%	3,5%	1,8%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Interacción de los viajes entre zonas en la hora pico de carga

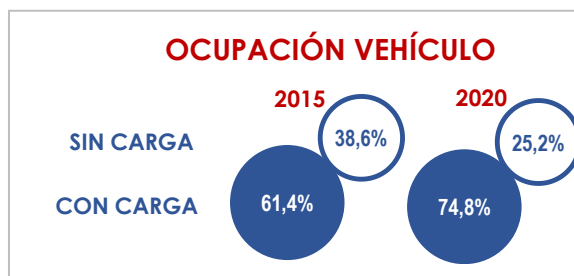
ORIGEN/DESTINO	BOGOTÁ	18 MUNICIPIOS	RESTO PAIS	TOTAL
BOGOTÁ	5.724	1.524	593	7.842
18 MUNICIPIOS	1.589	364	385	2.339
RESTO PAIS	567	326	131	1.024
TOTAL	7.881	2.214	1.109	11.204

ORIGEN/DESTINO	BOGOTÁ	18 MUNICIPIOS	RESTO PAIS
BOGOTÁ	51,1%	13,6%	5,3%
18 MUNICIPIOS	14,2%	3,3%	3,4%
RESTO PAIS	5,1%	2,9%	1,2%

Fuente: Elaboración propia

La participación de los viajes según la ocupación del camión, se incrementó para los que llevan carga al pasar de un 61,4% para el año 2015 a un 74,8% para el año 2020. Por tipología vehicular, los vehículos tipo C2P tienen la mayor proporción de viajes con carga con el 75,5% en su categoría, seguido por los vehículos de 4 y más ejes con el 74,6% en su categoría.

Figura 23. Participación según ocupación del vehículo en los viajes (2015 – 2020)

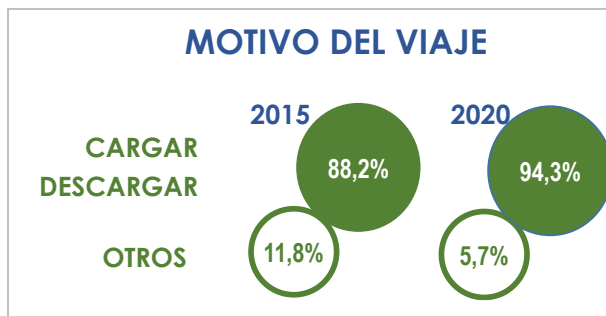


Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

La participación de los viajes que transportan carga peligrosa, en los viajes que llevan carga, disminuyó respecto al año 2015 al pasar de 4,3% a 2,9% para el año 2020.

Por motivo de viaje, se observa un incremento de los viajes asociados a cargue y descargue, pasando de una participación de 88,2% a 94,3% entre los años 2015 y 2020.

Figura 24. Participación de los viajes por motivo (2015 – 2020)



Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

En cuanto al combustible que utilizan los vehículos tipo camión, el 95,2% de los vehículos utilizan como combustible el ACPM (Diésel), seguido por el gas y la gasolina con el 2% y 1,7% respectivamente. Como se observa en la siguiente figura, es mayor la participación del tipo de combustible gas y gasolina en los vehículos tipo C2P, en el año 2020.

Figura 25. Participación de los viajes por tipo de combustible (2015 – 2020)

2015	2020				
ACPM/GAS	0,01%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
GAS/ELÉCTRICO	0,03%	0,05%	0,0%	0,0%	0,0%
ELÉCTRICO	0,07%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ACPM/ELÉCTRICO	0,4%	0,3%	0,5%	0,3%	0,9%
3,6% GAS/GASOLINA	0,7%	0,9%	0,1%	0,0%	0,1%
8,0% GASOLINA	1,7%	2,1%	0,4%	0,1%	0,3%
3,5% GAS	2,0%	2,5%	0,9%	0,3%	0,6%
85,9% ACPM(DIÉSEL)	95,2%	94,0%	98,1%	99,3%	98,0%

Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

Respecto a los productos transportados, para el total de viajes en camiones en los puntos entrevistados, la participación de los principales productos transportados se mantiene en 7 de los 10 principales grupos de productos, aunque no en el mismo orden de participación. Los dos principales productos cambian de orden entre los dos años, incrementándose para el año 2020 la participación en el transporte de productos manufacturados alimenticios y disminuyendo la de los insumos de construcción. Los productos observados en tercer y cuarto lugar también incrementaron su participación en 2020.

La participación del transporte de líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos), papel y cartón, y plástico y sus manufacturas, incrementan su participación en el año 2020 y entran al grupo de los 10 principales productos transportados.

Tabla 7. Participación de los principales productos transportados – Total (2015 – 2020)

SEC	PRODUCTOS	2015	SEC	PRODUCTOS	2020
1	Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	15,3%	1	Productos manufacturados alimenticios	18,8%
2	Productos manufacturados alimenticios	10,1%	2	Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	12,5%
3	Productos Agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.)	8,3%	3	Productos agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.)	10,6%
4	Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	4,9%	4	Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	9,5%
5	Metales (Acero, aluminio)	4,5%	5	Productos cárnicos	4,7%
6	Paquetes (correo)	4,4%	6	Líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos)	3,6%
7	Productos cárnicos	4,0%	7	Paquetes (correo)	3,5%
8	Desperdicio (minerales y materiales de demolición)	3,7%	8	Papel y cartón	3,5%
9	Maquinaria	3,4%	9	Plástico y sus manufacturas	3,0%
10	Muebles y otros artefactos domiciliarios (No electrodomésticos)	3,3%	10	Muebles y otros artefactos domiciliarios (no electrodomésticos)	2,9%
	Otros	38,1%	11	Metales (acero, aluminio)	2,6%
			12	Productos farmacéuticos	1,9%
			13	Trasteo / mudanza	1,8%
			14	Electrodomésticos	1,5%
			15	Madera	1,4%
				Otros	18,2%

Fuente: Elaboración propia con información contratos 2019-1816 y 2014-1470

En general los principales productos transportados por los camiones de tipo C2P, corresponden a productos manufacturados alimenticios, productos agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.) y productos manufacturados (no alimentos – no electrodomésticos), con una participación de 21,7%, 12,1% y 10,9% respectivamente del total de viajes de este tipo de vehículo.

Para los camiones de tipo C2G, el principal producto transportado corresponde a los insumos de construcción (cemento, tierra, ladrillos) representado el 22,7% de los viajes de su categoría, seguido por los productos manufacturados alimenticios con el 14,2%.

En general, el 56% de los viajes registrados en los camiones de tipo C3, corresponden al transporte de insumos de construcción (cemento, tierra, ladrillos), seguido de lejos por los viajes de desperdicio (minerales y materiales de demolición) con el 9,5%.

El producto que más se transporta en los camiones de 4 y más ejes, corresponde a los insumos de construcción (cemento, tierra, cemento) con el 26%, seguido por los productos manufacturados alimenticios con el 11% y los líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos) con el 9,2%.

En la siguiente tabla se presenta para el cordón regional, los principales productos identificados en los camiones, correspondiendo a insumos de construcción (cemento,

tierra, cemento), productos manufacturados alimenticios y productos agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.), con un 21,0%, 14,6% y 11,9% respectivamente.

Tabla 8. Productos transportados en el cordón regional

PRODUCTOS	PARTICIPACIÓN
Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	21,0%
Productos manufacturados alimenticios	14,6%
Productos agrícolas (ej: arroz, maíz, frutas, etc.)	11,9%
Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	6,6%
Otros no peligrosos	5,3%
líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos)	3,8%
Papel y cartón	2,8%
Paquetes (correo)	2,7%
Metales (acero, aluminio)	2,4%
Plástico y sus manufacturas	1,9%
Otros	26,9%

Fuente: Elaboración Propia

El 55,7% de los viajes observados en el cordón externo, que corresponde a las entradas y salidas a la ciudad de Bogotá, agrupa cuatro grupos de productos, siendo estos: 19,2% para productos manufacturados alimenticios, 15,2% para insumos de construcción (cemento, tierra, ladrillos), 11,2% para productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos) y 10% para productos agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.), como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 9. Productos transportados en el cordón externo

PRODUCTOS	PARTICIPACIÓN
Productos manufacturados alimenticios	19,2%
Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	15,2%
Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	11,2%
Productos agrícolas (ej: arroz, maíz, frutas, etc.)	10,0%
Paquetes (correo)	4,1%
Papel y cartón	4,1%
Otros no peligrosos	3,7%
Líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos)	3,6%
Productos cárnicos	2,7%
Plástico y sus manufacturas	2,6%
Otros	23,6%

Fuente: Elaboración Propia

Para el cordón intermedio marcado por la Avenida Boyacá y la Calle 170 en la ciudad de Bogotá, los productos manufacturados alimenticios tienen en general la mayor participación con el 21,6% de los viajes en camiones. Los siguientes productos en participación corresponden a los productos agrícolas (arroz, maíz, frutas, etc.) y los productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos) con el 10% y 9% respectivamente.

Tabla 10. Productos transportados en el cordón intermedio

PRODUCTOS	PARTICIPACIÓN
Productos manufacturados alimenticios	21,6%
Productos agrícolas (ej: arroz, maíz, frutas, etc.)	10,0%
Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	9,0%
Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	8,9%
Productos cárnicos	7,7%
Líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos)	4,5%
Plástico y sus manufacturas	4,3%
Muebles y otros artefactos domiciliarios (no electrodomésticos)	4,0%
Otros no peligrosos	4,0%
Paquetes (correo)	2,6%
Otros	23,3%

Fuente: Elaboración Propia

En el cordón interno, marcado por la Calle 100, Avenida NQS y Avenida Primero de Mayo al oriente en la ciudad de Bogotá, los productos manufacturados alimenticios tienen la mayor participación en general en los viajes de carga observados en camiones, siendo del 16,2%. Las otras dos categorías más transportadas corresponden a insumos de construcción (cemento, tierra, ladrillos) y productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos) con el 9,9% y 9,1% respectivamente.

Tabla 11. Productos transportados en el cordón interno

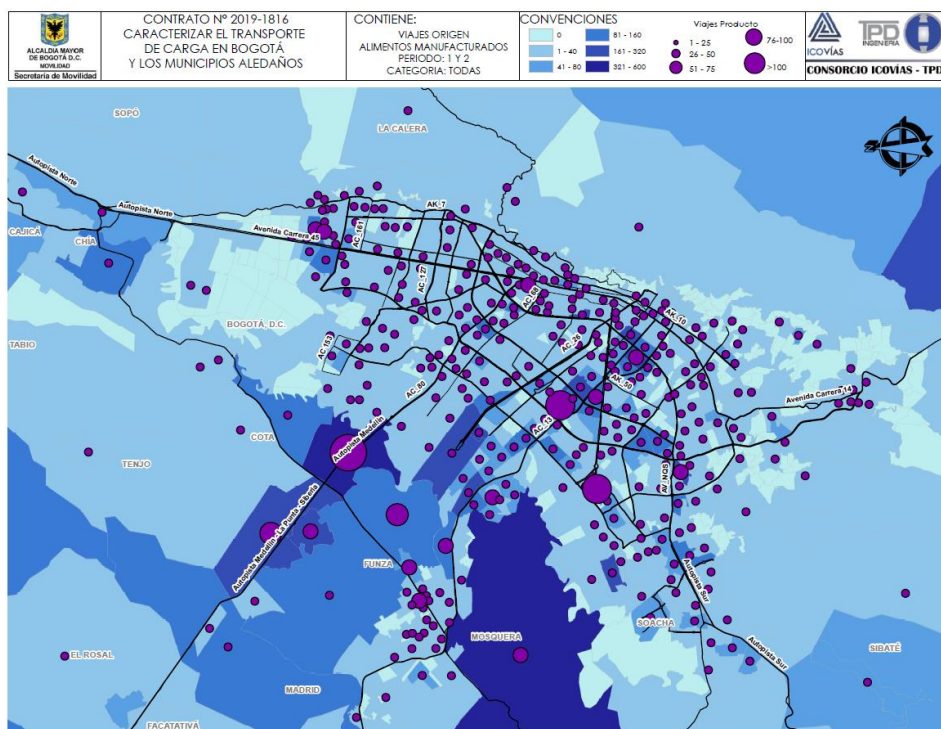
PRODUCTOS	PARTICIPACIÓN
Productos manufacturados alimenticios	16,2%
Insumos construcción (cemento, tierra, ladrillos)	9,9%
Productos manufacturados (no alimentos - no electrodomésticos)	9,1%
Productos agrícolas (ej: arroz, maíz, frutas, etc.)	6,9%
Papel y cartón	5,8%
Otros no peligrosos	5,4%
Metales (acero, aluminio)	4,7%
Muebles y otros artefactos domiciliarios (no electrodomésticos)	4,5%

PRODUCTOS	PARTICIPACIÓN
Productos cárnicos	4,3%
Trasteo / mudanza	3,6%
Otros	29,6%

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los dos principales productos con el mayor número de viajes observados para el año 2020, como se observa en la siguiente figura para los productos manufacturados alimenticios el origen de los viajes marca la importancia de los centros logísticos en el corredor de la Calle 80 y Autopista Medellín en donde existen un alto número de industrias. Así mismo, la central de abastos de Corabastos y la zona entre la Avenida Calle 13 entre Avenida Boyacá y Carrera 68 presentan una importante generación de viajes de este producto al sumar los dos periodos de análisis.

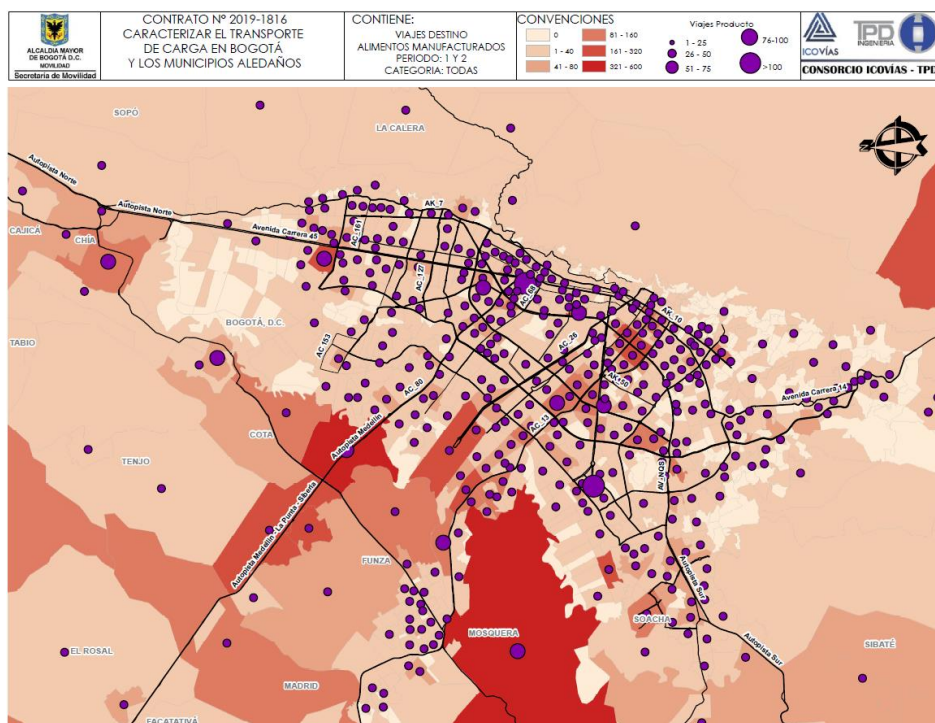
Figura 26. Total de viajes en origen para productos alimenticios manufacturados



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las EODI

La visualización de las zonas como destino de los viajes para los productos manufacturados alimenticios, resulta interesante al notar que no existen valoraciones tan altas como las de origen, y que por el contrario son viajes más pequeños que se producen hacia la zona centro y en general por toda la ciudad. Esta condición explicaría que estos viajes no tienen unos grandes atractores, pero si unas zonas definidas de generación de sus productos, por lo cual, se pueden desarrollar actividades de optimización logística en la entrega de estos productos.

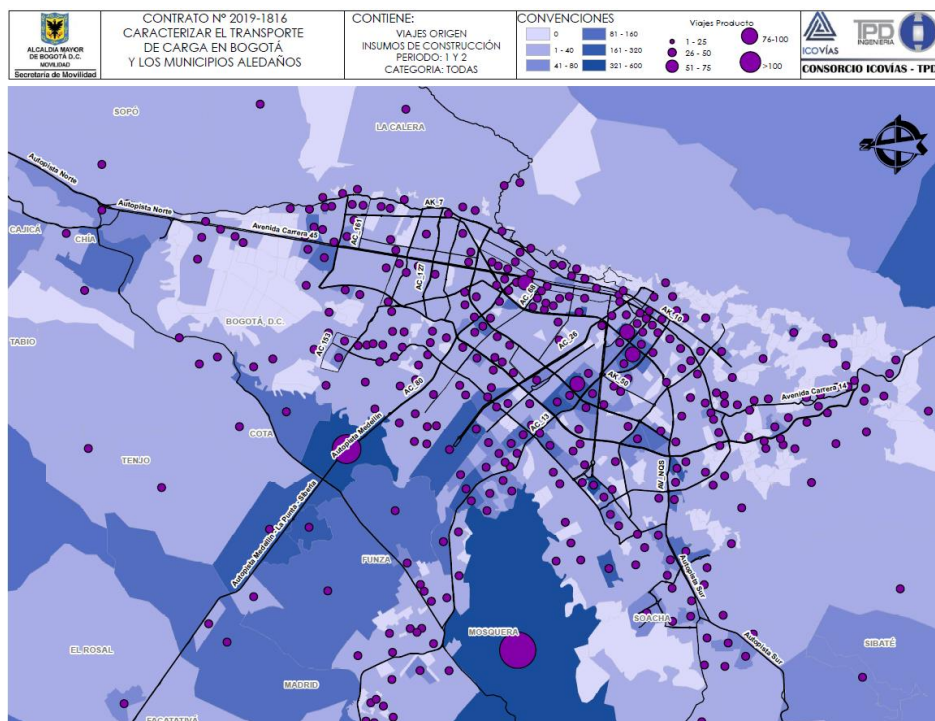
Figura 27. Total de viajes en destino para productos alimenticios manufacturados



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las EODI

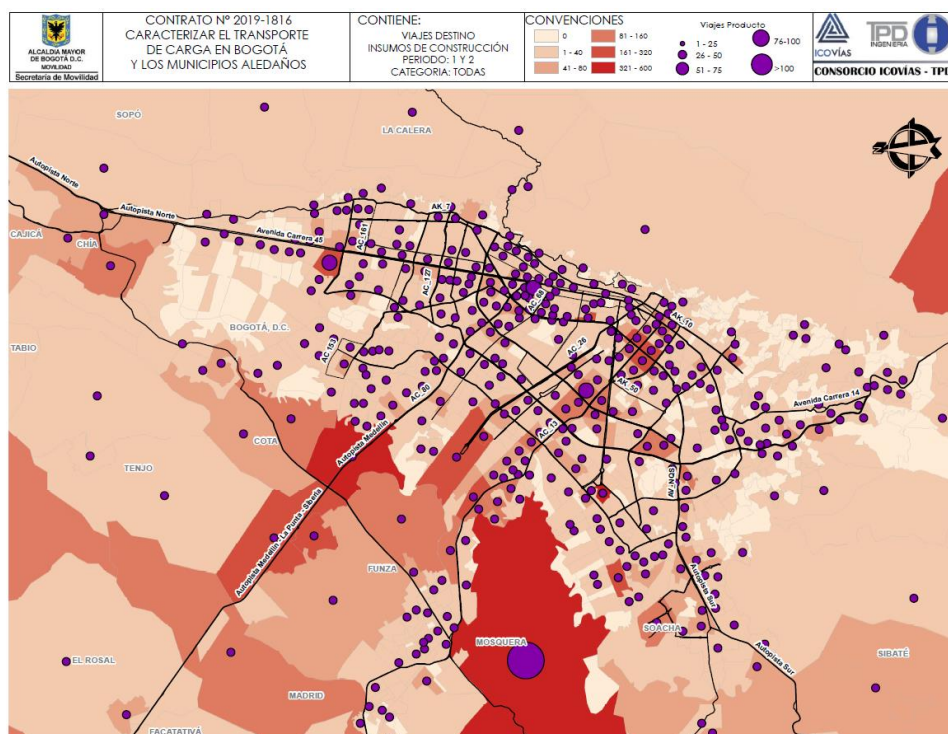
Al analizar los viajes que se producen para los insumos de construcción, se puede observar en la figura correspondiente al origen, que la mayoría de estos productos tienen como inicio de viaje la ZAT localizada en Mosquera y en la Avenida Medellín a la altura de la Avenida Cota. Así mismo, la zona céntrica entre la Calle 13 y Calle 6 y entre la Avenida NQS y la Caracas tiene también viajes importantes que se originan allí. Es en estos sectores en donde existe la comercialización tanto de insumos como de productos requeridos para las distintas obras, así como canteras y zonas de explotación de material que se utiliza para el desarrollo de múltiples obras en la ciudad y la región.

Figura 28. Total de viajes en origen para insumos de construcción



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las EODI

Figura 29. Total de viajes en destino para insumos de construcción



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las EODI

Ahora bien, en términos del destino, como se observa en la anterior figura se marca considerablemente la Zona de Mosquera de nuevo, en donde también se realizan tareas de recogida y almacenamiento de material de cantera para las construcciones. La zona de la autopista norte con Avenida Calle 170 también tiene una importante atracción de viajes, y sectores céntricos en las zonas limitadas por la Avenida Boyacá, la Avenida Américas y la Calle 13 tiene una atracción de viajes de los insumos de construcción y obedece a los proyectos de vivienda que allí se están desarrollando en la expansión de la ciudad.

2. ANÁLISIS CARACTERIZACIÓN NODOS

La caracterización de los nodos se realizó a partir de entrevistas a una muestra de establecimientos generadores y atractores de carga, para cada categoría de nodos establecida en el contrato, dimensionando la muestra con un 95% de confianza y error máximo esperado del 5%, obteniendo un total de 2.126 encuestas válidas como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 12. Balance Entrevistas

NODOS	MUESTRA OBJETIVO	ENTREVISTAS VÁLIDAS
AEROPUERTO	76	77
CENTRO LOGÍSTICO	333	335
COMERCIO MAYORISTA	382	385
COMERCIO MINORISTA	384	395
CORABASTOS	327	331
INDUSTRIA	383	389
ZONA FRANCA	206	214
TOTAL GENERAL	2,091	2,126

Fuente: Elaboración Propia

Como estrategia de toma de información se diseñaron formularios en google forms, realizando las entrevistas de manera presencial (76.4%), telefónica (6.3%) y virtual (17.3%). La información se dividió en tres módulos:

- **Módulo I Caracterización del Establecimiento.** Incluye información general del establecimiento: actividad, tipo de organización, tamaño, sector de la economía, personal vinculado al proceso logístico, áreas asignadas a producción, bodega y ventas, uso de tecnologías, vehículos disponibles, calificación de atributos y proyectos relacionados con el proceso logístico.
- **Módulo II Abastecimiento.** Contiene tipo de insumos, características y cantidad de viajes al mes que recibe, logística de los insumos: toneladas, valor de la carga, costo de transporte, horarios, frecuencia, y característica del descargue.

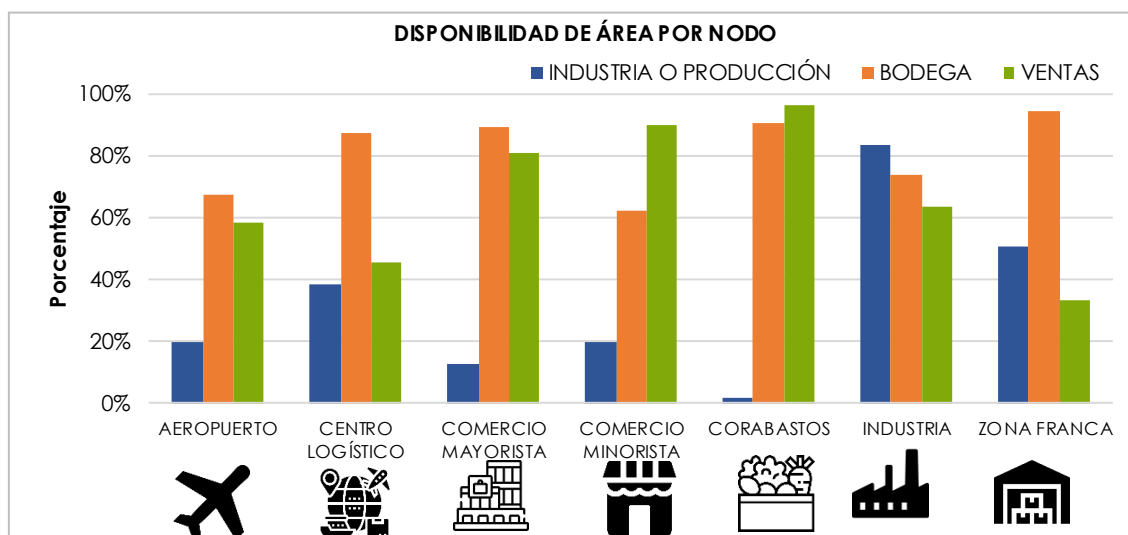
- **Módulo III Distribución.** Contiene tipo de producto, características y cantidad de viajes al mes que moviliza el establecimiento, logística de los productos: toneladas, valor de la carga, costo de transporte, horarios, frecuencia, y característica del descargue de los productos.

Dentro de los resultados más relevantes se encontró que del total general del personal del proceso logístico de los establecimientos, el 67% está a nivel bachiller, el 13% a nivel técnico, el 12% en universitario, el 2% especializado y el 6% restante en nivel inferior a bachiller. El nodo con la mayor participación de profesionales corresponde al Aeropuerto, mientras que el más bajo se da para Corabastos.

En cuanto a la tecnología, el 72% de los establecimientos entrevistados disponen de algún tipo de tecnología para sus procesos logísticos, siendo mayor su uso para la gestión de inventarios / bodegas y para planeación. Analizando la clase de tecnología, se encuentra que los dispositivos tipo computador, Tablet y celular son los de mayor utilización con una participación total del 53%, seguido por software con el 30%, páginas web con el 13%, redes sociales con el 2% y sistemas GPS con el 2% restante, empleado principalmente para seguimiento al transporte.

Analizando la disponibilidad de espacio asignado por área logística, se encuentra que el nodo de industria requiere el 80% del total de espacio disponible para las labores de producción, seguido por los nodos zona franca y centro logístico con valores cercanos al 40% del espacio disponible, y en los nodos aeropuerto y comercio minorista con un 20% del espacio. El área de bodega es relevante para todos los tipos de nodos, así como la de ventas, sin embargo, como era de esperarse, mayoritariamente se dispone para los nodos de Corabastos, comercio mayorista y minorista, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 30. Disponibilidad de área por nodo



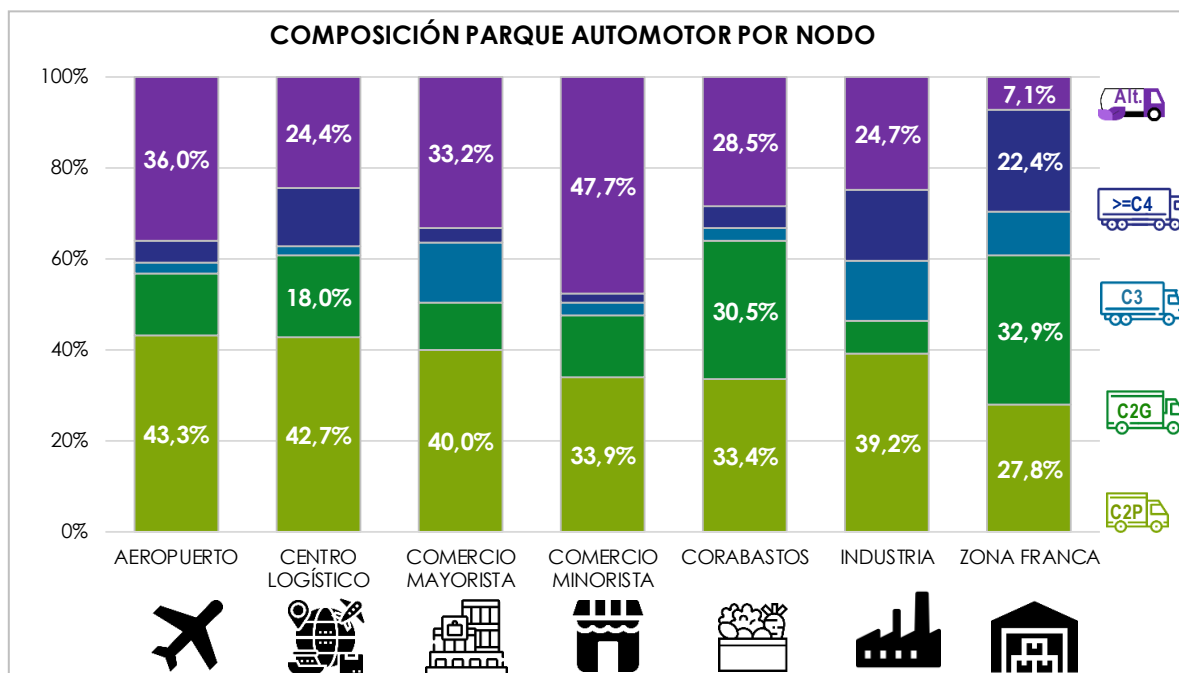
Fuente: Elaboración propia

El nodo más demandante de espacio promedio por establecimiento es zona franca con 2.100 m² para las actividades de producción y cerca de 1600 m² para bodegaje, seguido por el nodo industria con 1.200 m², en su actividad de producción. El nodo Corabastos es el que menor disponibilidad de área por establecimiento posee con cerca de 60 m² por actividad. El comercio minorista demanda un promedio de 500 m² asignado para ventas, mientras que el comercio mayorista demanda un espacio de 560 m² para producción, dado que muchos establecimientos tienen las dos condiciones de producción y ventas al por mayor.

En cuanto al personal vinculado al proceso logístico, el nodo zona franca demanda en promedio 30 personas para la producción por establecimiento, seguido por comercio mayorista con 25 trabajadores, centro logístico con 22 trabajadores, aeropuerto con 16 trabajadores e industria con 15 trabajadores promedio por establecimiento. Las actividades de bodegaje y ventas son las que menos trabajadores requieren, siendo más demandante de personal para los nodos de centro logístico y zona franca.

Respecto al parque automotor disponible por nodo, se tiene que los medios alternativos como vehículos tipo vans, camionetas, motocicletas, entre otros, son más representativos para el comercio minorista con cerca del 48% de participación respecto al total del parque disponible, seguido por el nodo aeropuerto con 36%, comercio mayorista con 33,2%, Corabastos con 28,5% e industria con 25%. El nodo zona franca es el que menos dispone de este tipo de vehículos tal como se observa en la figura siguiente.

Figura 31. Composición del parque automotor disponible por nodo

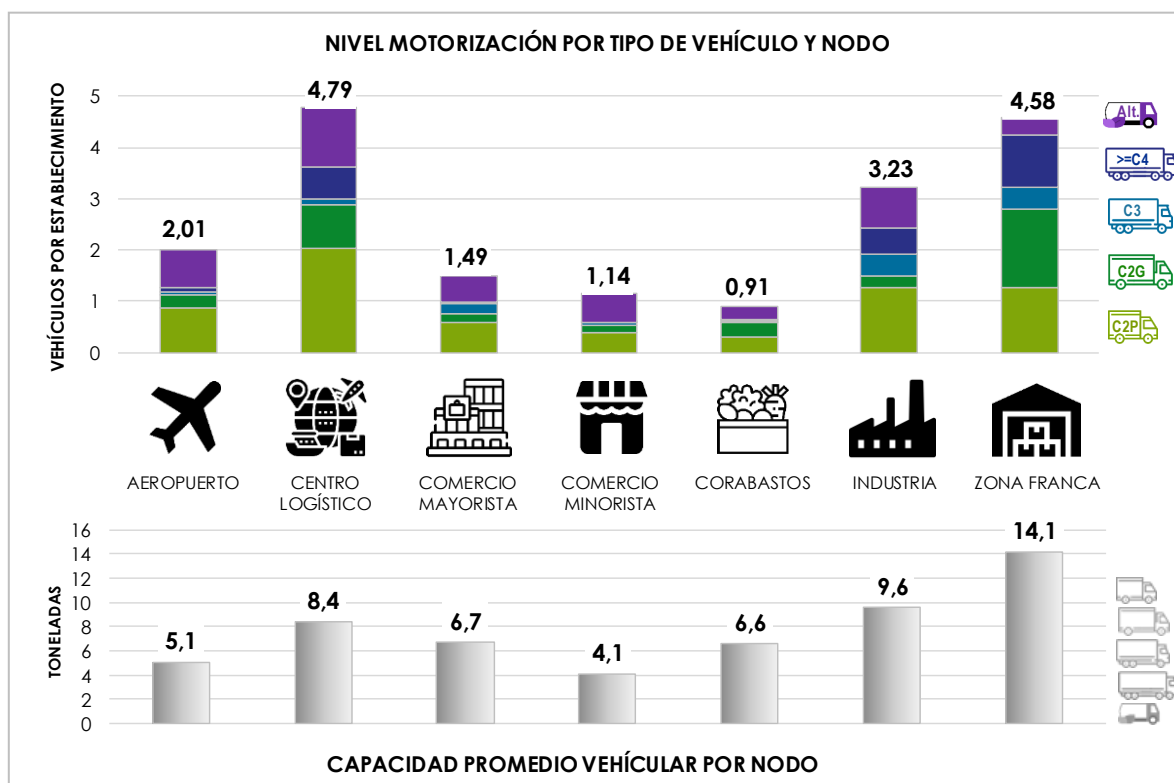


Fuente: Elaboración propia

Los vehículos tipo C2P son los mayoritarios para los nodos aeropuerto con el 43,3%, centro logístico con 42,7%, comercio mayorista con el 40%, e industria con el 39,2%. El vehículo tipo C2G, es el más representativo para los nodos zona franca con el 32,9% de participación, siendo importante también para el nodo corabastos con el 30,5%. En el nodo zona franca tiene una participación relevante los vehículos mayores a C4, con un 22,4%.

En relación con el nivel de motorización por establecimiento, se encuentra que los mayores índices se registran en los nodos centro logístico con 4,79 vh/establecimiento y zona franca con 4,58 vh/ establecimiento, seguido por industria con 3,23 y aeropuerto con 2,01 vh/ establecimiento. Los nodos Corabastos con 0,91 vh/establecimiento y comercio minorista con 1,14 vh/establecimiento son los de menor índice de motorización, como se muestra en la siguiente figura. En la parte inferior se incluye para cada nodo, el promedio ponderado de la capacidad vehicular disponible por establecimiento, en donde se observa que los nodos de mayor capacidad vehicular disponible son centro logístico con 8,4 Ton/Vh, industria 9,6 Ton/Vh y zona franca con capacidad promedio vehicular de 14,1 Ton/Vh.

Figura 32. Nivel de motorización y capacidad vehicular por nodo



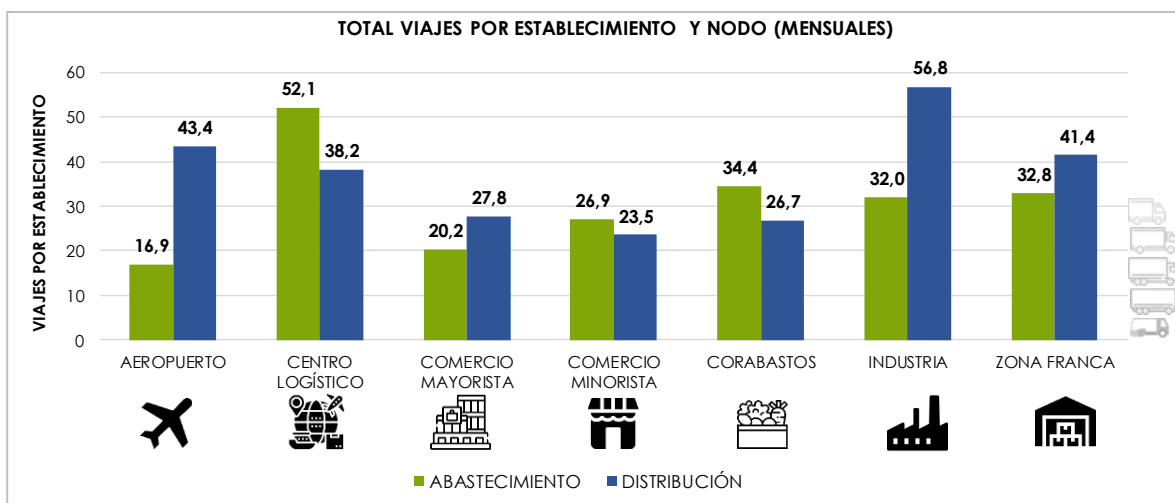
Fuente: Elaboración propia

Analizando las características de abastecimiento y distribución de la carga, se aprecia en la siguiente figura que el nodo centro logístico es el de mayor número de viajes de abastecimiento, con 52,14 viajes promedio mes por establecimiento, seguido por los nodos Corabastos, industria y zona franca, con 34,4, 32,0 y 32,8 viajes promedio mes,

respectivamente. Para el proceso de distribución destacan los nodos industria con 56,8 viajes mes/establecimiento, aeropuerto y zona franca con 43,4 y 41,4 viajes mes/establecimiento, respectivamente.

Se evidencia que en los nodos aeropuerto, industria, comercio mayorista y zona franca, los viajes de distribución son mayores a los viajes de abastecimiento, mientras que para los nodos de centro logístico, comercio minorista y Corabastos ocurre lo contrario. Así mismo se aprecia que los nodos de industria, centro logístico, zona franca y Corabastos son los que más generan y atraen viajes por establecimiento.

Figura 33. Número de viajes promedio al mes por establecimiento y nodo



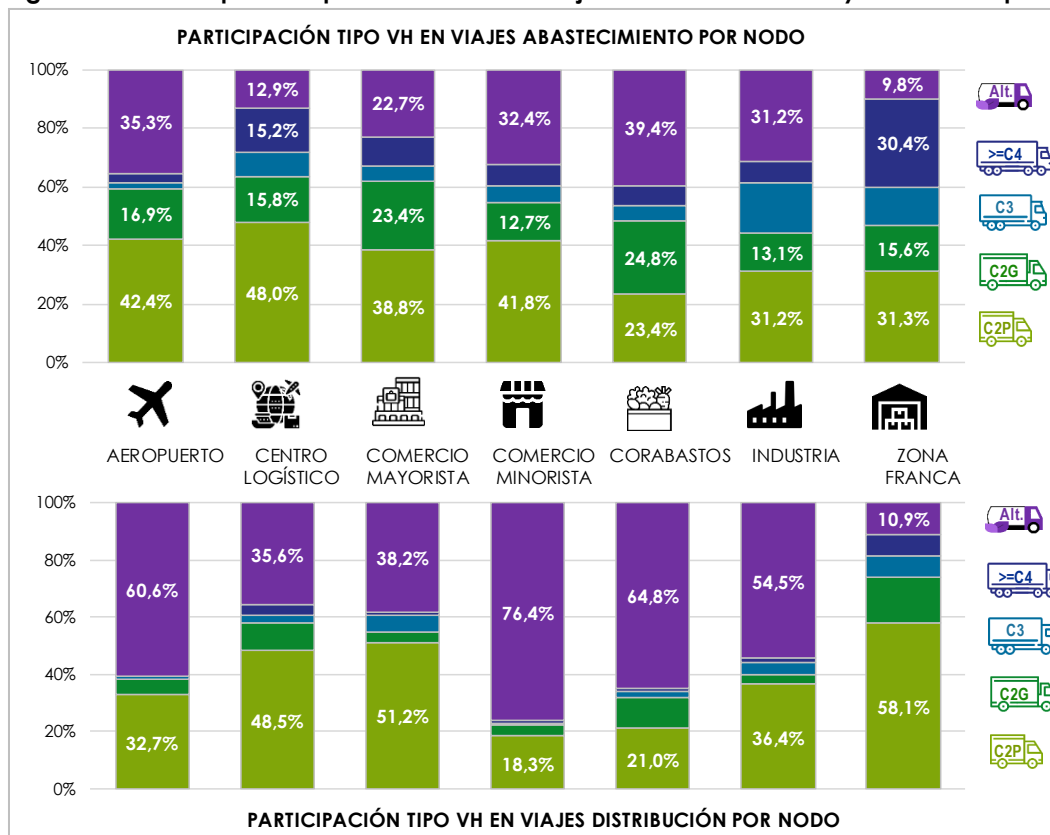
Fuente: Elaboración propia

Evaluando la participación de los tipos de vehículo en los viajes, se encuentra que el camión tipo C2P es el más usado para la actividad de abastecimiento en todos los nodos, excepto Corabastos en donde la mayor participación se da en medios alternativos con cerca del 40% de los viajes, siendo importante también para los nodos comercio minorista, aeropuerto e industria, con participación superior al 30%. Para el nodo zona franca destaca los vehículos tipo $\geq C4$ ejes, los cuales representan el 30,4% de los viajes de abastecimiento del nodo.

De manera similar, para el caso de la distribución los medios alternativos tienen una alta participación representando el 62,9% del total de viajes, destacando en los nodos de comercio minorista, Corabastos, aeropuerto e industria, mientras que el vehículo C2P en los nodos zona franca, comercio mayorista, centro logístico e industria. En términos generales, los medios alternativos representan el 48,3% del total de viajes.

En la siguiente figura se muestra en la parte superior la participación de los tipos de vehículos en los viajes de abastecimiento de cada nodo, mientras que en la parte inferior la participación en el proceso de distribución.

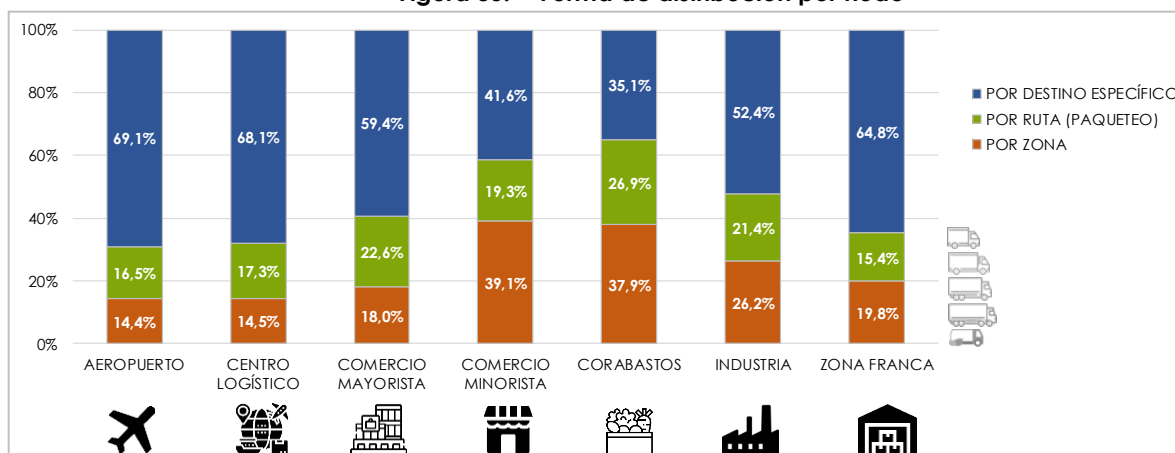
Figura 34. Participación tipo de vehículo en viajes de abastecimiento y distribución por nodo



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la forma de distribución, en la siguiente figura se muestran los porcentajes por nodo.

Figura 35. Forma de distribución por nodo

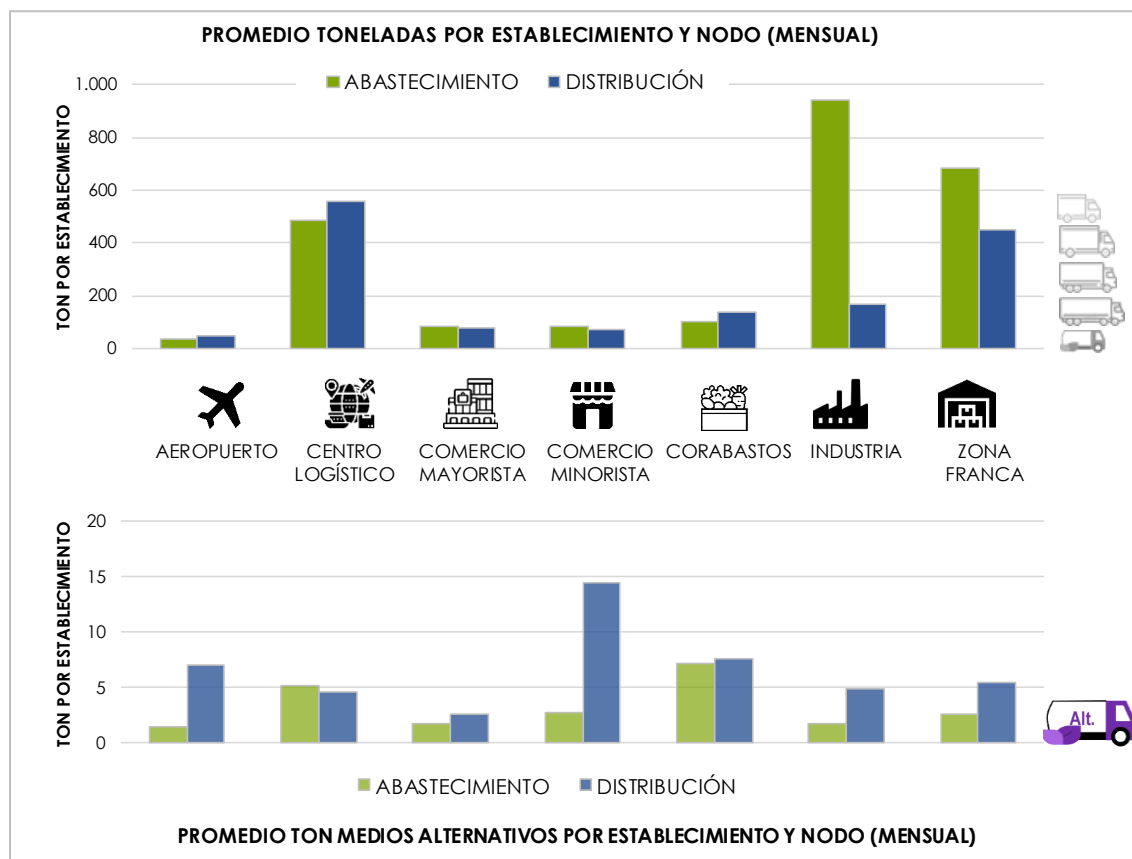


Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se aprecia la forma de distribución, en la cual se analizaron tres opciones: (i) por destino específico o punto a punto, (ii) por ruta o paqueteo y (iii) por zona, encontrándose que la distribución de la carga por punto específico es la de mayor participación para el sector. El comercio minorista y Corabastos tienen porcentajes similares por categoría, en donde la distribución por zona representa cerca del 40%, tal como se muestra en la siguiente figura.

Analizando la cantidad de carga transportada mensualmente por establecimiento, se observa en la siguiente figura que los nodos industria, zona franca y centro logístico son los mayores atractores y generadores de carga, en contraste con los nodos aeropuerto, comercio mayorista, comercio minorista y Corabastos. En la parte inferior se muestra el caso particular de los medios alternativos, en donde se puede apreciar la importancia en la distribución para los nodos comercio minorista y aeropuerto, en los cuales en este tipo de vehículo se moviliza el 10% de la carga total; para el nodo Corabastos los medios alternativos transportan el 6% de la carga, el 3% para el nodo comercio mayorista y el 1% para los nodos centro logístico, industria y zona franca. A nivel general los medios alternativos movilizan solo el 3,4% de la carga total.

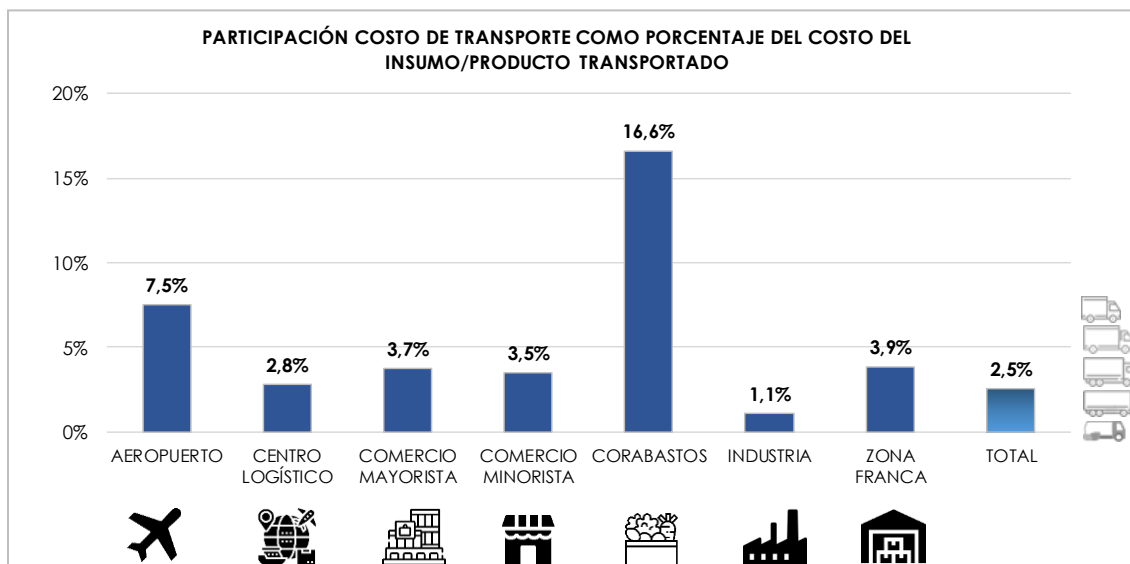
Figura 36. Promedio Toneladas por establecimiento por nodo



Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado al costo de transporte, la siguiente figura muestra el costo total reportado para los procesos de abastecimiento y distribución, respecto al total del valor de la carga movilizada. Se observa que para todos los nodos el costo de transporte equivale al 2,5% del valor promedio transportado, sin embargo, se encontró que para el nodo Corabastos este valor es significativamente mayor alcanzando el 16,6%, al igual que para el nodo aeropuerto con 7,5%; para los demás nodos, este valor varía entre un 1% a un 4%.

Figura 37. Participación del costo de transporte como porcentaje del costo total



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, analizando el tema de descargue para el abastecimiento, alrededor del 37% se realiza sobre la vía, el 35% en zona privada y el 28% en bahías o zonas habilitadas para el parqueo, con tiempos promedios totales de 68.2 minutos. En el caso de la distribución, el 35% se realiza sobre la vía, el 34% en bahías o zonas habilitadas y el 31% restante en zona privada, con tiempos promedio totales de 52.3 minutos para el cargue y 50.0 minutos para el descargue.

En cuanto a la frecuencia de los viajes, como datos relevantes se encontró que para el abastecimiento el 27% se realiza diario, el 22% de dos a tres veces por semana, el 15% semanal, el 13% dependiendo de la demanda; para la distribución el 52% se realiza diario, el 14% de dos a tres veces por semana, el 13% depende de la demanda y el 10% por requerimiento del cliente. Al analizar los días de abastecimiento y distribución, se encontró un promedio de lunes a viernes del 18% y los sábados con el 10%, los domingos y festivos tienen una participación inferior al 1%.

En cuanto a los horarios de abastecimiento y distribución, la opción indiferente y otro (asociado principalmente al periodo entre las 06:00 y las 18:00 horas), muestran la mayor participación tanto en abastecimiento como en distribución, lo cual obedece a que la

distribución se realiza principalmente en medios alternativos, los cuales no tienen horarios de restricción.

Como aspecto adicional, dentro de la entrevista se indagó acerca de la percepción respecto a algunos atributos y programas o proyectos asociados a los procesos logísticos de la carga. Para esto se pidió calificar cada caso de 1 a 5, siendo 5 el valor más relevante y 1 el menos relevante, cuyos resultados se resumen a continuación. En amarillo se asoció la calificación poco relevante, en azul la relevante y en verde la muy relevante.

Tabla 13. Atributos relacionados con el proceso logístico – Total nodos

CALIFICACIÓN ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PROCESO LOGÍSTICO	AEROPUERTO	CENTRO LOGÍSTICO	COMERCIO MAYORISTA	COMERCIO MINORISTA	CORABASTOS	INDUSTRIA	ZONA FRANCA	TOTAL
SEGURIDAD VIAL	4,3	4,4	4,4	4,2	3,9	4,5	4,5	4,3
TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO	3,9	4,2	4,1	3,9	4,0	4,2	4,5	4,1
ZONAS DE CARGUE Y DESCARGUE	4,0	4,2	4,1	3,8	4,1	4,1	4,4	4,1
HORARIOS DE RESTRICCIÓN DE CIRCULACIÓN VEHICULAR	3,6	3,9	3,9	3,9	4,0	4,2	4,3	4,0
RESTRICCIÓN AMBIENTAL	4,0	3,9	4,0	3,8	3,9	4,0	4,2	4,0
HORARIOS CARGUE Y DESCARGUE	3,9	4,0	4,0	3,6	4,1	3,9	4,2	4,0
TIEMPOS DE CARGUE Y DESCARGUE	3,8	3,9	3,9	3,6	4,1	4,0	4,3	3,9
MODOS ALTERNATIVOS (MOTO, BICICARGA,ETC) PARA LA DISTRIBUCIÓN FINAL DE LOS PRODUCTOS	3,2	2,9	3,3	3,4	3,6	3,4	2,7	3,2

Fuente. Elaboración propia

Se observa que la seguridad vial constituye el atributo de mayor relevancia, seguido por los tiempos de desplazamiento y las zonas de cargue y descargue; por el contrario el atributo menos relevante está asociado a los medios alternativos para la distribución final de productos.

A pesar de lo anterior, al analizar los resultados del diagnóstico de los nodos, se encuentra que los medios alternativos tienen una influencia importante en los viajes, con una participación promedio total del 25% de los viajes de abastecimiento y del 48% de los viajes de distribución, influenciado en gran medida por la facilidad de desplazamiento sin restricción de circulación. Esto demuestra la gran flexibilidad que tienen los medios alternativos en la labor de abastecimiento y sobre todo distribución para el empresariado, que no consideran a éstos como una preocupación evidente que afecta su misión.

En la siguiente tabla se resumen las calificaciones para los programas o proyectos relacionados con el proceso logístico.

Tabla 14. Proyectos relacionados con el proceso logístico – Total nodos

CALIFICACIÓN PROYECTOS O PROGRAMAS	AEROPUERTO	CENTRO LOGÍSTICO	COMERCIO MAYORISTA	COMERCIO MINORISTA	CORABASTOS	INDUSTRIA	ZONA FRANCA	TOTAL
INCENTIVOS PARA EL USO DE MEDIOS ALTERNATIVOS NO CONTAMINANTES	3,92	3,99	4,08	3,86	3,68	4,05	4,14	3,96
ZONAS DE CERO Y BAJAS EMISIONES EN LA MOVILIZACIÓN DE MERCANCÍAS	3,84	3,90	3,90	3,74	3,91	3,92	4,10	3,90
RESTRICCIONES EN LA CIRCULACIÓN DE CAMIONES	3,70	3,85	3,85	3,52	3,79	3,88	4,26	3,84
ARTICULACIÓN ENTRE EMPRESAS PARA LA CONTRIBUCIÓN DEL ORDENAMIENTO LOGÍSTICO	3,48	3,80	3,81	3,41	3,73	3,56	3,94	3,67
ZONAS DE INTERCAMBIO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS	3,49	3,51	3,61	3,36	3,76	3,54	3,61	3,55
UTILIZACIÓN DE DIFERENTES MODOS (MOTO, BICICARGA, VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, ETC) PARA LA DISTRIBUCIÓN FINAL DE LOS PRODUCTOS	3,40	3,24	3,57	3,52	3,58	3,46	2,98	3,39
CARGUE Y DESCARGUE EN HORARIO NOCTURNOS	3,13	3,08	3,12	3,15	3,78	3,41	3,15	3,26

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que para el promedio total no se destaca ningún proyecto como muy relevante, todos fueron evaluados como relevantes, resaltando los programas ambientales como son los incentivos para el uso de medios alternativos no contaminantes, seguido por las zonas de cero y bajas emisiones en la movilización de mercancías, cuya mayor aceptación se da para el nodo zona franca, industria y comercio mayorista.

Por otra parte, con el objeto de conocer el impacto generado por la actual pandemia, se incluyó la pregunta: ¿En qué porcentaje se le ha modificado la operación logística del negocio por efectos de la pandemia del COVID-19?, encontrándose un alto impacto en los diferentes nodos, con un promedio general de afectación del orden del 53.6% en la operación logística de los establecimientos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los últimos cinco años se observa un incremento de un 11% en el volumen de camiones que ingresan y salen de Bogotá. Al comparar por tipo de camión, los camiones de dos ejes tuvieron un incremento del 22%, mientras que los de tres ejes disminuyeron un 29% y los de cuatro y más ejes disminuyeron un 5%.

El número de vehículos de carga que ingresan y salen de Bogotá aumenta cerca de un 130% con respecto a los observados en el cordón regional, hecho que ratifica la importancia de la región vecina en la logística de la ciudad.

De los camiones observados en el cordón externo, correspondiendo estos a los que ingresan y salen de Bogotá, el 67% son camiones de dos ejes pequeños, el 17% son camiones de 4 y más ejes, el 9% son camiones de 2 ejes grandes y el 7% son camiones de 3 ejes.

De los camiones que ingresan y salen de la ciudad de Bogotá, se identifica que el 50% lo hacen por la Calle 13 y la Calle 80, denotando como los sectores entre la Calle 13 hasta Mosquera y entre Calle 80 hasta el sector de La punta por la vía Siberia, generan y atraen un número importante de viajes, mostrando el gran dinamismo de la actividad de carga entre la ciudad de Bogotá y la Región.

Se estima que en la hora pico de carga se están realizando cerca de 11.204 viajes en vehículos tipo camión, de los cuales el 51,1% se realizan dentro de Bogotá y el 27,8% corresponden a la relación de Bogotá y la región.

De los camiones que circulan por Bogotá, el 19% transportan productos manufacturados alimenticios, el 12% transporta insumos de construcción y el 11% transporta productos agrícolas.

Las matrices obtenidas permitieron definir las zonas que tienen una mayor atracción y generación de viajes en el periodo de mayor demanda vehicular en la ciudad y en el periodo de mayor demanda para vehículos de carga. Se pudo notar como los viajes de carga tienen sectores que presentan un mayor origen y destino. Los sectores en donde se emplazan las grandes plazas de mercado, Corabastos, los corredores logísticos de la Calle 80 hasta el sector de Siberia y de la Calle 13 hasta Mosquera atraen y generan un número importante de viajes.

Es importante señalar que los resultados que se obtuvieron en la estimación de las matrices para cada una de las categorías de vehículos de carga podrían tener una condición atípica de movilización, puesto que la emergencia sanitaria en la ciudad planteó restricciones adicionales a la movilización de personas y generó un impacto económico en varios renglones de la economía, al mismo tiempo que pudo haber generado dinámicas distintas a las establecidas previo a la situación de pandemia. Para el caso del movimiento de carga, no hubo restricciones adicionales, por el contrario, se realizó una apertura gradual de la economía que generó adicionalmente horarios distintos de entrada en operación de algunas actividades.

De forma general, se pudo demostrar la diferencia que existe en los viajes que se desarrollan en el periodo pico de la ciudad y periodo pico de la carga, condición que permite validar que las restricciones a la movilidad que se producen para este tipo de vehículos reducen su incidencia en la hora en que más personas necesitan movilizarse a sus trabajos u otras actividades diarias.

El contar con un cordón regional de captura de información, permitió caracterizar de una mejor manera los viajes que se desarrollan desde otras zonas del país hacia sectores ubicados en los límites del distrito. Es así como sectores ubicados en el límite occidental de la ciudad sobre la calle 80, calle 13, al norte en la Autopista norte y al sur con la Autopista sur y la avenida al Llano se observan un mayor número de viajes que tienen relación con la ciudad porque usan los corredores, pero que no tienen un inicio y final dentro del área distrital.

De acuerdo con los análisis por productos, los alimentos procesados, los insumos de construcción y los productos de agricultura tuvieron la mayor participación en los periodos de análisis. Estos resultados son coherentes con las actividades que se permitían en los días de apertura económica. La construcción no se detuvo, así como el reparto de productos alimenticios que presentaron inelasticidades por la condición de emergencia.

En lo relacionado con la caracterización de los nodos generadores y atractores de carga, se encontró que del personal asociado al proceso logístico el 67% se encuentra a nivel bachiller, el 14% profesionales, 13% a nivel técnico y el 6% restante inferior a bachiller, siendo el nodo Aeropuerto el que cuenta con mayor número de profesionales, mientras que a nivel bachiller o inferior se da para Corabastos.

Con relación a la tecnología, el 72% de los establecimientos entrevistados disponen de algún tipo de tecnología para sus procesos logísticos, siendo mayor su uso para la gestión de inventarios / bodegas y para planeación.

En cuanto a las tipologías vehiculares asociadas a los procesos logísticos, se evidenció que los medios alternativos son los de mayor participación en el nodo comercio minorista con cerca del 48% del total del parque disponible, seguido por el nodo aeropuerto con 36%, comercio mayorista con 33,2%, Corabastos con 28,5% e industria con 25%; el nodo zona franca es el que menos dispone de este tipo, con 7.1% del total del parque. Los vehículos tipo C2P, son los mayoritarios para los nodos aeropuerto con el 43,3%, centro logístico con 42,7%, comercio mayorista con el 40%, e industria con el 39,2%. El vehículo tipo C2G, es el más representativo para los nodos zona franca con el 32,9% de participación, siendo importante también para el nodo Corabastos con el 30,5%. En el nodo zona franca tiene una participación relevante los vehículos mayores a C4, con un 22,4%

El comercio minorista es el que dispone de menor capacidad vehicular promedio, con 4,1 Ton/Vh, seguido por los establecimientos asociados al aeropuerto, Corabastos y comercio mayorista. Los de mayor capacidad vehicular disponible son centro logístico, con 8,4 Ton/Vh, industria 9,6 Ton/Vh y zona franca, cuya capacidad promedio vehicular corresponde a 14,1 Ton/Vh.

Los nodos con mayor índice de motorización, definido como vehículos disponibles por establecimiento, son centro logístico con 4,79 vh/establecimiento y zona franca con 4,58 vh/, seguido por industria con 3,23 y Aeropuerto con 2,01 vh/ establecimiento; los nodos Corabastos con 0,91 vh/establecimiento y comercio minorista con 1,14 vh/establecimiento son los de menor índice de motorización.

El nodo centro logístico es el de mayor número de viajes para el proceso de abastecimiento con 52,14 viajes promedio mes por establecimiento, seguido para los nodos Corabastos, industria y zona franca, con 34,4, 32 y 32,8 viajes promedio mes, respectivamente.

En cuanto a los viajes realizados, para el nodo Corabastos cerca del 40% de abastecimiento se produce en medios alternativos, siendo importante también para los nodos comercio minorista, Aeropuerto e industria, con participación superior al 30% en este tipo de vehículo. El vehículo tipo C2P es el más representativo en la actividad de abastecimiento para todos los nodos excepto Corabastos. Los vehículos tipo C2G tienen una participación importante entre todos los nodos, variando entre el 12% para el comercio minorista como menor valor, al 25% como mayor participación para el nodo Corabastos.

Para el caso de la distribución, predomina la logística por punto específico para todos los nodos analizados. En cuanto a los viajes, el nodo industria es el de mayor cantidad de viajes por establecimiento para la actividad de distribución, con 56,8 viajes promedio al mes, de los cuales 31 viajes se realizan en medios alternativos. El nodo aeropuerto realiza 43,4 viajes al mes, de los cuales 26 viajes son en medios alternativos; el nodo zona franca registra un promedio de 41,4 viajes al mes, 24 de éstos en vehículo tipo C2P; el nodo centro logístico realiza 38,2 viajes al mes, de los cuales 18,5 son en vehículo tipo C2P y 13,6 en medios alternativos; el nodo comercio mayorista efectúa en promedio 27,8 viajes al mes, de los cuales 15 están asociados a vehículos tipo C2P y 10 en medios alternativos. El nodo Corabastos produce 26,7 viajes al mes por establecimiento, de los cuales 17,3 son realizados en medios alternativos y el modo comercio minorista registra en promedio 23,5 viajes al mes, de los cuales 18 son en medios alternativos.

Con respecto al descargue para el abastecimiento, alrededor del 37% se realiza sobre la vía, el 35% en zona privada y el 28% en bahías o zonas habilitadas para el parqueo, con tiempos promedios totales de 68.2 minutos. En el caso de la distribución, el 35% se realiza sobre la vía, el 34% en bahías o zonas habilitadas y el 31% restante en zona privada, con tiempos promedio totales de 52.3 minutos para el cargue y 50.0 minutos para el descargue.

En lo relacionado con la frecuencia de los viajes, como datos relevantes se encontró que para el abastecimiento el 27% se realiza diario, el 22% de dos a tres veces por semana, el 15% semanal, el 13% dependiendo de la demanda. Para el caso de la distribución el 52% se realiza diario, el 14% de dos a tres veces por semana, el 13% depende de la demanda y el 10% por requerimiento del cliente.

En cuanto a los horarios de abastecimiento y distribución, la opción indiferente y otro (asociado principalmente al periodo entre las 06:00 y las 18:00 horas), muestran la mayor participación tanto en abastecimiento como en distribución, lo cual obedece a que la

distribución se realiza principalmente en medios alternativos, los cuales no tiene horarios de restricción.

Por otra parte, con relación a la calificación de los atributos y programas o proyectos asociados a los procesos logísticos de la carga, se encontró que la seguridad vial constituye el atributo de mayor relevancia, seguido por los tiempos de desplazamiento y las zonas de cargue y descargue; por el contrario, el atributo menos relevante está asociado a los medios alternativos para la distribución final de productos.

A pesar de lo anterior, al analizar los resultados del diagnóstico de los nodos, se encuentra que los medios alternativos tienen una influencia importante en los viajes, con una participación promedio total del 25% de los viajes de abastecimiento y del 48% de los viajes de distribución, influenciado en gran medida por la facilidad de desplazamiento sin restricción de circulación. Esto demuestra la gran flexibilidad que tienen los medios alternativos en la labor de abastecimiento y sobre todo distribución para el empresariado, que no consideran a éstos como una preocupación evidente que afecta su misión.

En cuanto a la percepción de los posibles proyectos contemplados por la Administración Distrital para la mejora de la operación logística de la Ciudad y la Región, resaltan los programas ambientales como son los incentivos para el uso de medios alternativos no contaminantes, seguido por las zonas de cero y bajas emisiones en la movilización de mercancías, cuya mayor aceptación se da para el nodo zona franca, industria y comercio mayorista.