



Anejo Nº 2: Anejo de tráfico

Mediciones de aforo

Los datos recogidos en el aforo de tráfico fueron los siguientes:

MOVIMIENTOS							B-A	B-C	B-D	B-E	B-F	C-A	C-B
HORA		A-B	A-C	A-D	A-E	A-F							
7:30-7:35		3	6	0	0	0	5	3	2	0	0	12	2
7:35-7:40		0	6	0	0	0	3	9	3	0	0	7	2
7:40-7:45		1	3	0	0	0	2	5	3	0	0	3	2
7:45-7:50		4	14	0	0	0	3	1	2	0	0	9	3
7:50-7:55		7	10	0	0	0	2	5	0	0	0	12	1
7:55-8:00		3	4	0	0	0	4	4	1	0	0	7	3
8:00-8:05		3	9	1	0	0	2	7	1	1	2	9	2
8:05-8:10		7	7	0	0	1	6	1	1	0	1	13	1
8:10-8:15		2	6	0	1	1	1	2	5	0	0	5	1
8:15-8:20		3	9	1	0	0	4	3	2	0	1	13	1
8:20-8:25		1	9	1	0	1	5	2	4	3	0	12	5
8:25-8:30		0	11	0	0	0	4	1	0	0	1	2	3
8:30-8:35		3	10	0	0	0	1	5	2	1	0	10	4
8:35-8:40		5	9	0	0	1	2	1	2	0	0	10	0
8:40-8:45		3	10	0	0	1	5	8	1	0	0	6	2
8:45-8:50		4	6	0	0	1	3	1	1	0	1	6	1
8:50-8:55		3	12	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0
8:55-9:00		4	7	0	0	0	3	3	4	1	0	3	2
9:00-9:05		3	11	0	0	0	2	3	1	0	1	15	0
9:05-9:10		3	9	0	0	0	0	4	1	0	0	5	1
9:10-9:15		1	4	0	0	0	0	5	2	1	0	4	4
9:15-9:20		1	9	1	0	0	1	1	1	0	0	8	5
9:20-9:25		2	4	0	0	2	5	1	0	1	1	6	4
9:25-9:30		0	8	1	0	1	1	2	3	1	0	2	1



C-D	C-E	C-F	D-A	D-B	D-C	D-E	D-F	E-A	E-B	E-C	E-D	E-F	F-A
0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	3	0	2	0	1	1	0	0	0
2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0
1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	2	1	0	6	1	0	0	0
2	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	1	0	4	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0



F-B	F-C	F-D	F-E
0	1	1	0
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	0	0
0	0	0	1
1	0	0	0
0	0	0	0
1	0	0	0
1	0	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
1	0	0	0

A continuación, se procedió a multiplicar estas intensidades por 12, con el objetivo de hacerlas horarias.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

HORA	MOVIMIENTOS		
	A-B	A-C	A-D
7:30-7:35	36	72	0
7:35-7:40	0	72	0
7:40-7:45	12	36	0
7:45-7:50	48	168	0
7:50-7:55	84	120	0
7:55-8:00	36	48	0
8:00-8:05	36	108	12
8:05-8:10	84	84	0
8:10-8:15	24	72	0
8:15-8:20	36	108	12
8:20-8:25	12	108	12
8:25-8:30	0	132	0
8:30-8:35	36	120	0
8:35-8:40	60	108	0
8:40-8:45	36	120	0
8:45-8:50	48	72	0
8:50-8:55	36	144	0
8:55-9:00	48	84	0
9:00-9:05	36	132	0
9:05-9:10	36	108	0
9:10-9:15	12	48	0
9:15-9:20	12	108	12
9:20-9:25	24	48	0
9:25-9:30	0	96	12



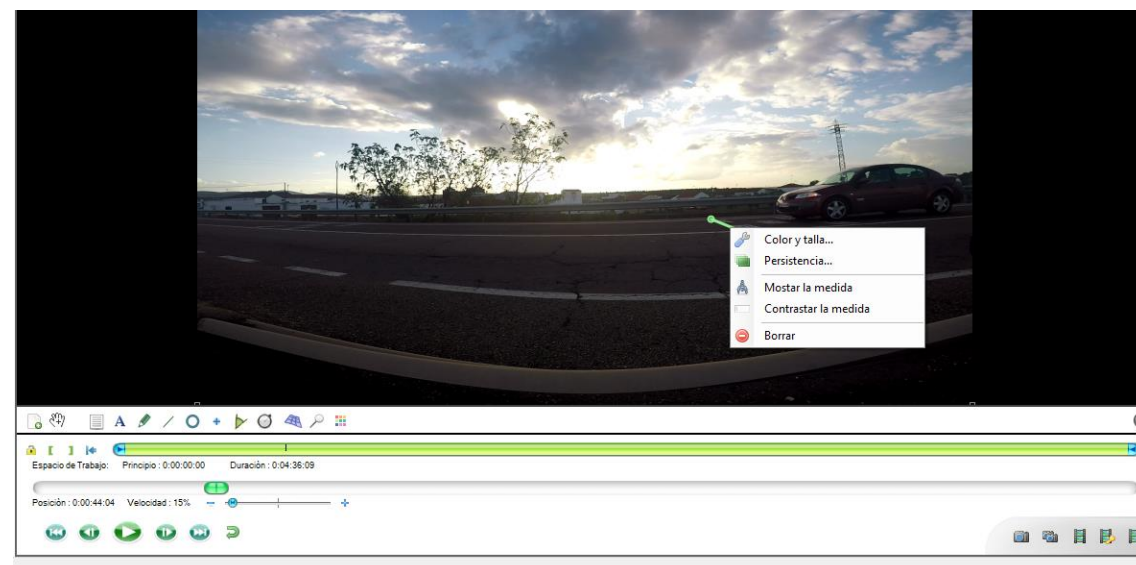
A-E	A-F	B-A	B-C	B-D	B-E	B-F	D-C	D-E	D-F	E-A	E-B	E-C	E-D
0	0	60	36	24	0	0	12	0	0	12	0	0	0
0	0	36	108	36	0	0	60	0	0	0	12	0	0
0	0	24	60	36	0	0	36	0	24	0	12	12	0
0	0	36	12	24	0	0	12	0	0	0	0	0	0
0	0	24	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	48	48	12	0	0	12	0	0	0	12	0	0
0	0	24	84	12	12	24	0	0	12	0	0	0	24
0	12	72	12	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0
12	12	12	24	60	0	0	24	0	0	0	0	0	0
0	0	48	36	24	0	12	12	0	0	0	0	12	0
0	12	60	24	48	36	0	0	0	0	24	0	0	12
0	0	48	12	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
0	0	12	60	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0
0	12	24	12	24	0	0	12	12	0	24	0	0	0
0	12	60	96	12	0	0	12	0	0	0	0	12	0
0	12	36	12	12	0	12	0	0	12	0	0	0	0
0	0	0	0	24	0	0	0	0	12	0	0	12	0
0	0	36	36	48	12	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	24	36	12	0	12	12	24	12	0	72	12	0
0	0	0	48	12	0	0	12	0	0	0	48	0	0
0	0	0	60	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12	12	0	12	12	24	0	12	12	12	0	0
0	24	60	12	0	12	12	12	0	0	12	12	12	0
0	12	12	24	36	12	0	12	0	0	0	12	0	0
C-A	C-B	C-D	C-E	C-F	D-A	D-B	E-F	F-A	F-B	F-C	F-D	F-E	
144	24	0	0	0	0	24	0	0	0	12	12	0	
84	24	24	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	
36	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
108	36	24	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	
144	12	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	
84	36	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	12	
108	24	0	0	0	0	36	0	0	0	0	12	0	
156	12	12	0	0	12	36	0	0	0	0	0	0	
60	12	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	
156	12	24	0	24	0	0	0	0	0	0	0	12	
144	60	0	0	12	0	0	0	12	12	0	0	0	
24	36	12	0	12	0	24	0	0	0	0	0	0	
120	48	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	
120	0	24	0	12	0	0	0	24	12	0	0	0	
72	24	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	
72	12	48	0	0	0	12	0	0	12	0	0	0	
72	0	36	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	
36	24	24	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	
180	0	12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	
60	12	24	0	0	0	12	0	0	12	0	0	0	
48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
96	60	36	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	
72	48	12	0	12	0	48	0	0	0	0	0	0	
24	12	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	
							0	0	0	0	0	0	
							0	0	0	0	0	0	
							0	0	12	0	0	0	

Implementación del programa Kinovea: funcionamiento y resultados

Como se ha explicado en la memoria, el programa Kinovea sirvió para obtener las velocidades de los vehículos que entran y salen de la intersección.

El funcionamiento de este programa es el siguiente:

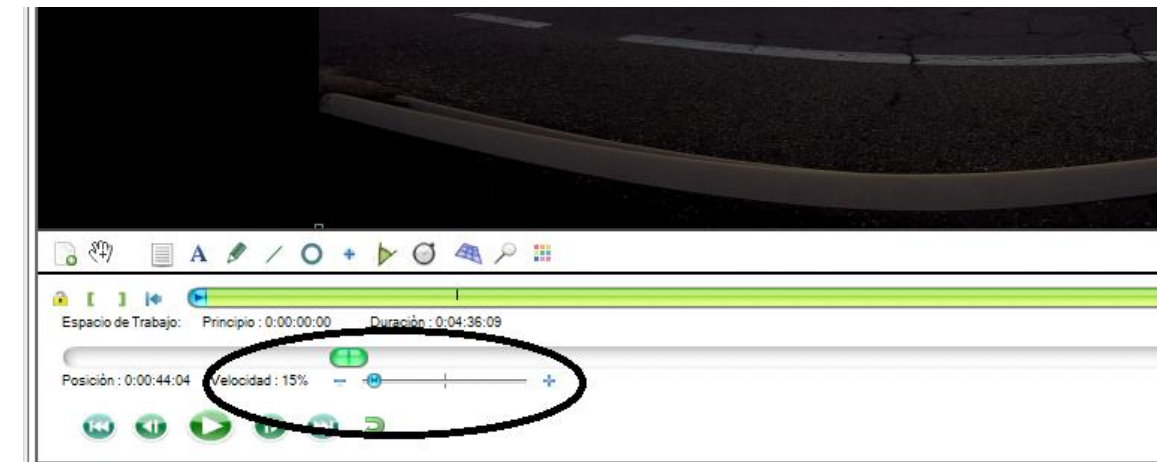
Inicialmente se introduce la grabación realizada en el programa Kinovea. Una vez ya se tiene abierta la grabación se ha de contrastar una medida ya conocida en el programa. En nuestro caso, se midió en la zona, la distancia en transversal de los cincos, la distancia obtenida fue de 2,47m.



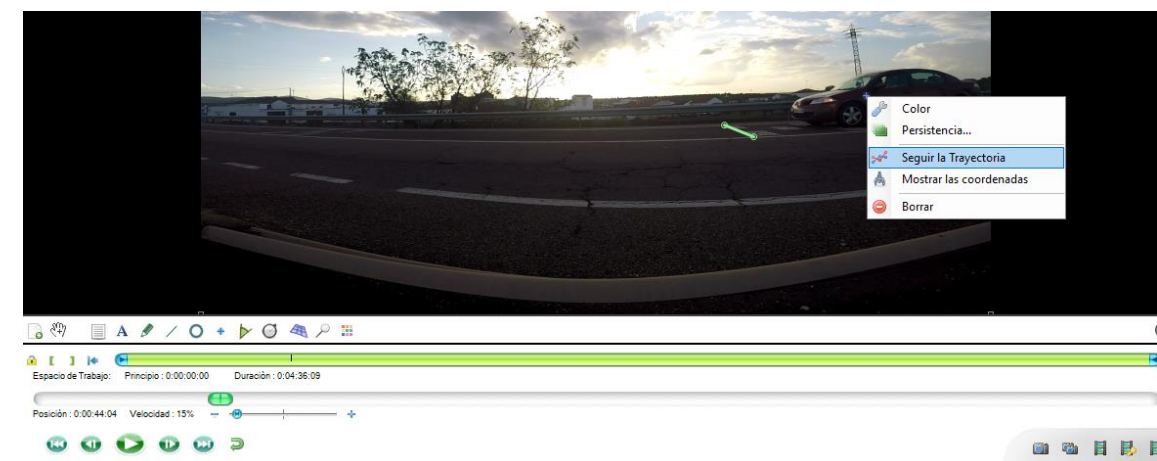
A través de la herramienta (línea), se traza una de estas a lo largo de la medida de los cincos, botón derecho y contrastar la medida.

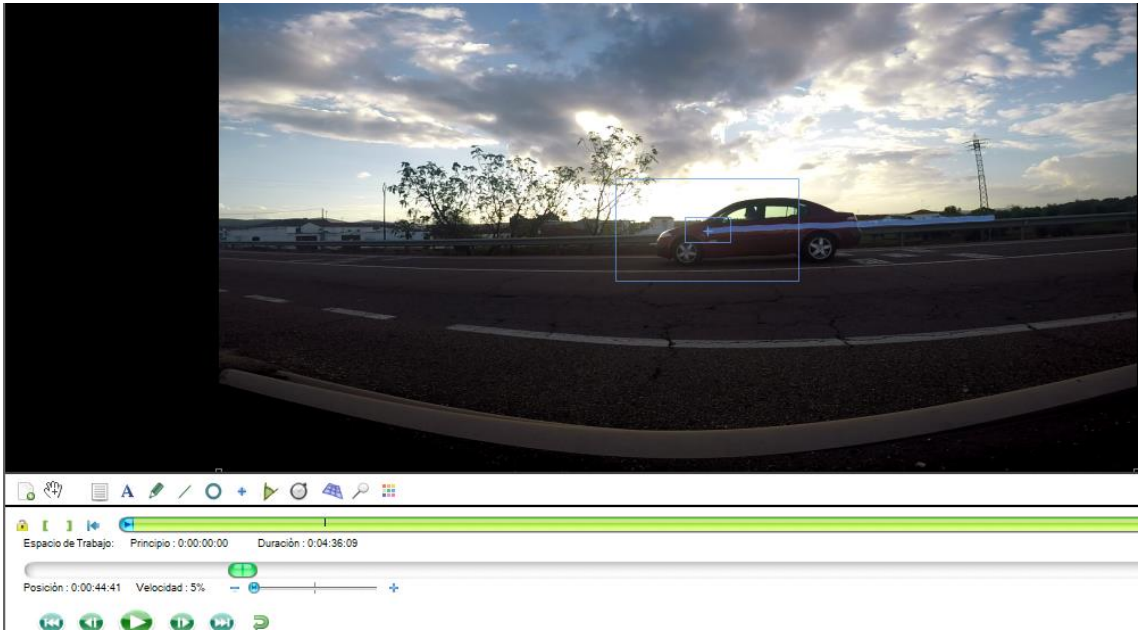
Una vez contrastada la medida, también se puede introducir un cronómetro en el inicio del primer vehículo con el objetivo de ver el tiempo de separación que hay entre vehículos.

El programa también cuenta con una barra de velocidad que permite a la hora de seguir la trayectoria del vehículo, que dicha trayectoria se analice fotograma a fotograma y obtener resultados más precisos.



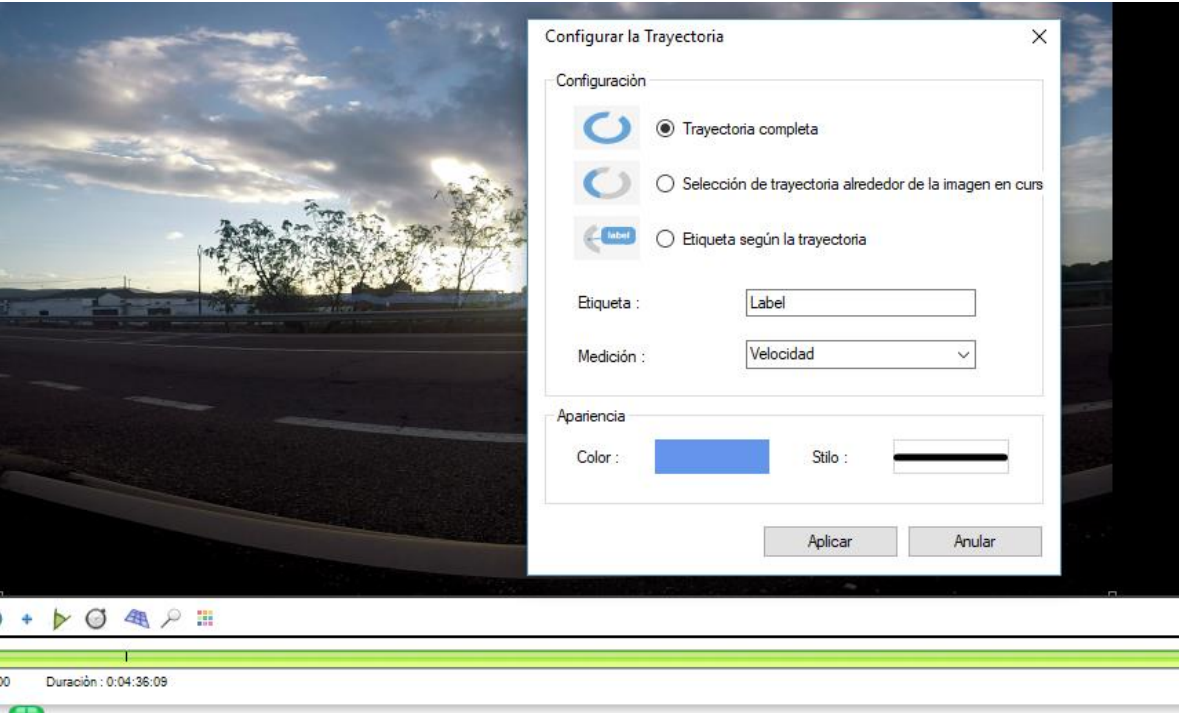
La principal característica de este programa es que permite seguir la trayectoria de los vehículos a través de la herramienta (marcador en cruz).





Una vez definida la trayectoria, se selecciona el botón derecho encima de la trayectoria y seleccionamos la opción (configurar la trayectoria), hay que dirigirse al apartado de medición y se elige la opción de velocidad y aplicar.

Una vez realizado este paso, el programa ya muestra la velocidad a la que circula el vehículo.



Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

VELOCIDADES REGISTRADAS DE LOS VEHÍCULOS (KINOVEA)

VEHÍCULOS QUE LLEGAN AL CRUCE			VEHÍCULOS QUE SALEN DEL CRUCE		
Tiempo	V(m/s)	V(km/h)	Tiempo	V(m/s)	V(km/h)
0:00:00:00	0	0	0:00:45:42	21,15	76,14
0:00:01:18	10,57	38,052	0:01:18:17	27,51	99,036
0:00:23:02	20,09	72,324	0:01:47:54	29,63	106,668
0:00:33:90	20,12	72,432	0:01:56:63	30,12	108,432
0:00:48:71	20,12	72,432	0:01:57:90	28,31	101,916
0:00:52:65	22,21	79,956	0:02:00:38	26,45	95,22
0:00:53:85	22,23	80,028	0:02:03:55	25,63	92,268
0:01:28:83	22,21	79,956	0:02:55:32	24,78	89,208
0:02:15:38	18,01	64,836	0:03:21:91	30,42	109,512
0:03:10:14	27,51	99,036	0:03:27:14	23,92	86,112
0:03:13:46	20,12	72,432	0:04:38:59	25,46	91,656
0:04:30:10	15,86	57,096	0:05:27:26	26,32	94,752
0:04:32:90	15,86	57,096	0:05:30:09	25,42	91,512
0:04:34:50	14,84	53,424	0:07:46:63	26,32	94,752
0:06:14:82	19,06	68,616	0:07:59:14	25,32	91,152
0:06:45:00	26,44	95,184 (Vehículo pesado)	0:09:32:75	25,42	91,512
0:06:50:61	24,35	87,66	0:09:45:40	20,12	72,432
0:06:56:43	18,01	64,836	0:10:07:45	22,32	80,352
0:07:10:83	24,35	87,66	0:10:47:47	23,62	85,032
0:07:43:76	5,29	19,044 (Vehículo pesado)	0:11:25:21	22,5	81 (Vehículo pesado)
0:07:49:16	5,29	19,044	0:11:26:56	28,37	102,132
0:07:54:39	4,23	15,228 (Vehículo pesado)	0:11:28:59	28,34	102,024
0:08:02:91	7,4	26,64	0:11:42:91	21,19	76,284
0:08:07:75	10,57	38,052	0:11:58:02	19,62	70,632
0:09:01:50	17,98	64,728	0:12:06:68	18,63	67,068
0:09:39:89	19,06	68,616 (Vehículo pesado)	0:12:42:30	23,08	83,088



0:09:42:18	18,04	64,944	0:13:59:28	21,63	77,868
0:09:43:41	17,98	64,728	0:14:01:98	20,23	72,828
0:09:48:32	19,03	68,508	0:14:03:86	21,35	76,86
0:09:50:92	17,98	64,728	0:15:30:08	24,5	88,2
0:10:04:05	13,75	49,5	0:15:57:06	23,34	84,024
0:10:05:37	12,69	45,684	0:15:58:73	26,59	95,724
0:10:12:42	13,11	47,196 (Vehículo pesado)	0:17:59:73	17,68	63,648
0:10:34:69	16,77	60,372	0:18:33:17	22,6	81,36
0:10:43:36	13,63	49,068	0:18:36:42	25,92	93,312
0:10:52:79	16,77	60,372	0:20:33:17	23,56	84,816
0:11:25:66	12,59	45,324	0:20:40:86	22,22	79,992
0:11:48:85	13,11	47,196	0:20:56:43	15,02	54,072
0:14:12:96	16,77	60,372	0:21:00:33	22,55	81,18
0:14:13:67	17,84	64,224	0:21:24:00	23,63	85,068
0:15:09:41	15,75	56,7	0:22:24:11	26,8	96,48
0:15:12:83	11,54	41,544	0:22:28:29	21,89	78,804
0:15:14:82	14,16	50,976	0:22:29:57	24,77	89,172
0:15:16:55	13,63	49,068	0:22:38:65	19,53	70,308
0:15:32:17	16,8	60,48	0:22:43:02	27,91	100,476
0:18:28:98	11,54	41,544	0:23:18:15	21,32	76,752 (Vehículo pesado)
0:18:30:51	11,02	39,672	0:23:20:60	23,5	84,6
0:18:31:78	11,02	39,672	0:23:23:11	24,78	89,208
0:18:58:29	19,92	71,712	0:23:24:87	22,67	81,612
0:20:01:36	12,87	46,332	0:23:27:49	21,69	78,084
0:20:12:97	18,24	65,664	0:24:18:80	17,65	63,54
0:20:15:17	16,09	57,924	0:24:20:45	21,65	77,94
0:22:00:89	20,41	73,476	0:24:44:84	22,96	82,656
0:22:26:90	23,63	85,068	0:24:44:84	18,36	66,096
0:22:54:64	21,48	77,328	0:24:47:52	16,45	59,22
0:23:01:62	27,91	100,476	0:25:07:68	18,65	67,14
0:26:56:75	26,34	94,824 (Vehículo pesado)	0:25:13:03	19,63	70,668
0:27:37:03	16,45	59,22 (Vehículo pesado)	0:25:26:38	17,65	63,54
0:27:45:57	20,86	75,096	0:25:28:35	21,23	76,428
0:27:47:10	18,67	67,212	0:25:29:90	20,65	74,34
0:27:49:59	14,3	51,48	0:27:20:68	21,94	78,984
0:28:40:07	19,77	71,172	0:27:29:59	24,36	87,696
0:28:42:51	20,86	75,096	0:27:30:85	19,87	71,532
0:29:28:09	20,86	75,096	0:30:10:27	22,35	80,46
0:30:34:99	13,4	48,24	0:30:41:78	19,42	69,912
0:30:56:98	16,49	59,364	0:32:15:99	18,25	65,7
0:31:38:67	12,88	46,368	0:32:35:64	18,78	67,608
0:31:55:49	15,97	57,492 (Vehículo pesado)	0:32:38:56	20,36	73,296
0:31:57:07	14,46	52,056	0:33:41:96	21,45	77,22
0:31:58:12	16,51	59,436	0:33:48:17	19,58	70,488
0:32:25:40	13,91	50,076			

VELOCIDAD MEDIA DE LOS VEHÍCULOS QUE LLEGAN AL CRUCE 60,6641143 (km/h)

VELOCIDAD MEDIA DE LOS VEHÍCULOS QUE SALEN DEL CRUCE 82,1257714 (km/h)

VELOCIDAD MEDIA TOTAL 71,39494 Km/h

La velocidad media de los vehículos que llegan al cruce hace referencia a los vehículos que se dirigen hacia el sur (Huelva).

La velocidad media de los vehículos que salen del cruce hace referencia a los vehículos que se dirigen hacia el norte (Badajoz).

Cálculo de niveles de servicio

Para el cálculo del nivel de servicio de la carretera convencional se siguieron los pasos marcados en el capítulo 15 del Highway Capacity Manual 6th Edition.

Lo primero que se realizó fue determinar la clase de carretera, se le asignó clase 2 debido a que la intersección se encuentra en una carretera convencional en la cual no necesariamente se espera viajar a altas velocidades y generalmente estas instalaciones sirven para realizar viajes relativamente cortos.

Una vez conocida la clase de la carretera se procedió a estimar el nivel de servicio de la carretera.

1. Estimar FFS. Al obtener una intensidad de 240 veh/h superior a 200 veh/h, el cálculo del FFS se ha de realizar mediante medición directa con corrección.

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

- $S_{FM} = 60.66$ km/h (velocidad media en el sentido sur)
- $S_{FM} = 82.13$ km/h (velocidad media en el sentido norte)
- $V = 240$ veh/h

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

• $P_T = 11.67\%$ (Porcentaje de pesados que circulan hacia el sur)

$P_T = 2.5\%$ (Porcentaje de pesados que circulan hacia el norte)

$P_R = 88.33\%$ (Porcentaje de ligeros que circulan hacia el sur)

$P_R = 97.5\%$ (Porcentaje de ligeros que circulan hacia el norte)

$E_T = 2.62$ (Apéndice que se adjunta a continuación). Se tuvo que interpolar.

$E_R = 1.1$ (Apéndice que se adjunta a continuación)

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{vph} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
Trucks, E_T	≤ 100	1.9		2.7
	200	1.5		2.3
	300	1.4		2.1
	400	1.3		2.0
	500	1.2		1.8
	600	1.1		1.7
	700	1.1		1.6
	800	1.1		1.4
RVs, E_R	≥ 900	1.0		1.3
	All flows	1.0		1.1

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

El FFS obtenido en sentido sur es de 63.04 km/h.

El FFS obtenido en sentido norte es de 84.25 km/h.

Los siguientes pasos que marca el Highway Capacity Manual 6th Edition se pueden omitir ya que solo son necesarios en carreteras de clase 1 y 3.

2. Estimar PTSF

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

$v_{d,PTSF} = 201.42$ pc/h (En función del sentido que calculemos será la dirección predominante o el sentido contrario)

$v_{o,PTSF} = 187.4$ pc/h (En función del sentido que calculemos será la dirección predominante o el sentido contrario)

$f_{np,PTSF} = 65.06$ (Obtenido de la tabla que se adjunta a continuación)(Mismo en ambos sentidos)

Total Two-Way Flow Rate, $v = v_d + v_o$ (pc/h)	Percent No-Passing Zones					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤ 200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1,400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

$$V = 201.42 + 187.4 = 388.82 \text{ pc/h} / \% \text{ No-Passing zones} = 100\%$$

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)] = 21.68\% \text{ (Sentido sur)}$$

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)] = 20.4\% \text{ (Sentido norte)}$$

(Valores de a y b obtenidos en la tabla que se adjunta a continuación)

Opposing Demand Flow Rate, v_d (pc/h)	Coefficient a	Coefficient b
≤200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
≥1,600	-0.0062	0.817

Note: Straight-line interpolation of a to the nearest 0.0001 and b to the nearest 0.001 is recommended.

$V_o = 187.4$ pc/h (Sentido sur) $a = -0.0014$ $b = 0.973$

$V_o = 201.42$ pc/h (Sentido norte) $a = -0.00141$ $b = 0.972$

El PTSF obtenido en sentido sur es de 55.38%

El PTSF obtenido en sentido norte es de 51.75%

3. Determinar LOS y Capacidad.

El nivel de servicio de la carretera N-435 en sentido sur es LOS C, ya que el PTSF oscila entre 55-70.

El nivel de servicio de la carretera N-435 en sentido norte es LOS B, ya que el PTSF oscila entre 40-55.

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7
F	Demand exceeds capacity			

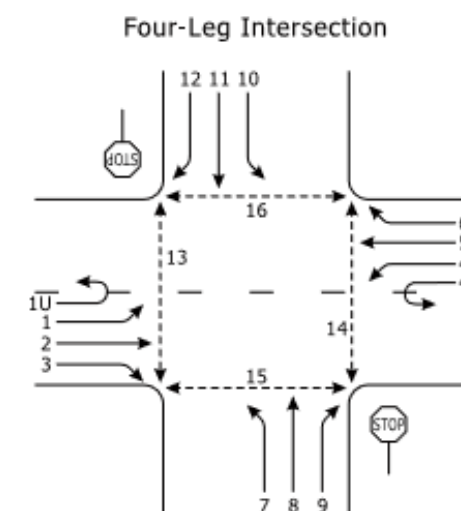
Note: For Class I highways, LOS is determined by the worse of ATS-based LOS and PTSF-based LOS.

La capacidad de la carretera N-435 en sentido sur es de 1151 veh/h.

La capacidad de la carretera N-435 en sentido norte es de 1237 veh/h.

Para el cálculo del nivel de servicio de la intersección actual se siguieron los pasos marcados en el capítulo 20 del Highway Capacity Manual 6th Edition.

1. Determinar y etiquetar los movimientos prioritarios.



A través del estadillo se obtuvo el número de veces que se realiza dichos movimientos por hora.

1=24 4=44 7=51 10=7

2=123 5=129 8=41 11=36

3=50 6=10 9=43 12=21

1U=0 4U=0 VOLUMENES DE VEHÍCULOS (Veh/h)

2. Convertir los volúmenes de demanda de movimientos en tasas de flujo

Para convertir los volúmenes de demanda en tasas de flujo se ha de tener en cuenta el factor de hora pico.

Para el análisis de las condiciones existentes cuando el período máximo de 15 minutos se puede medir en el campo, los volúmenes para el período de pico de 15 minutos se convierten en un caudal de demanda máximo de 15 minutos multiplicando los volúmenes máximos de 15 minutos por cuatro.

De esta manera se obtuvo las tasas de flujo:

1=36	4=56	7=68	10=12
2=112	5=116	8=44	11=44
3=40	6=20	9=52	12=44
1U=0	4U=0	TASAS DE FLUJO (Veh/h)	

3. Calculamos tasas de flujo conflictivas

$$v_{c,1} = v_5 + v_6 + v_{16} = 116 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,4} = v_2 + v_3 + v_{15} = 112 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,9} = v_2 + 0.5v_3 + v_{14} + v_{15} = 112 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,12} = v_5 + 0.5v_6 + v_{13} + v_{16} = 116 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,l,8} = 2(v_1 + v_{1U}) + v_2 + 0.5v_3 + v_{15} = 184 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,l,11} = 2(v_4 + v_{4U}) + v_5 + 0.5v_6 + v_{16} = 228 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,l,7} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3 + v_{15} = 184 \text{ veh/h}$$

$$v_{c,l,10} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6 + v_{16} = 228 \text{ veh/h}$$

4. Determinar los caminos críticos y los subcríticos.

Caminos críticos.

$$t_{c,1} = t_{c,4} = 4.13s$$

$$t_{c,9} = t_{c,12} = 6.23s$$

$$t_{c,l,8} = t_{c,l,11} = t_{c,l,7} = t_{c,l,10} = 6.53s$$

$$t_{c,l,7} = t_{c,l,10} = 7.13s$$

Caminos subcríticos.

$$t_{f,1} = t_{f,4} = 2.227s$$

$$t_{f,9} = t_{f,12} = 3.327s$$

$$t_{f,8} = t_{f,11} = 4.027$$

$$t_{f,7} = t_{f,10} = 3.527s$$

5. Se calculan las capacidades potenciales.

La capacidad potencial para cada movimiento es una función de la tasa de flujo conflictivo, el camino crítico y el camino subcrítico, calculados en los pasos anteriores.

$$c_{p,1} = v_{c,1} \frac{e^{-v_{c,1}t_{c,1}/3.600}}{1 - e^{-v_{c,1}t_{c,1}/3.600}}$$

$$c_{p,1} = 821 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,l,8} = 464 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,4} = 817 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,l,11} = 445 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,9} = 524 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,l,7} = 419 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,12} = 522 \text{ veh/h}$$

$$c_{p,l,10} = 399 \text{ veh/h}$$

6. Se calculan las capacidades de movimiento (Rango 1)

No hay peatones en la intersección, por lo tanto todos los factores de impedancia peatonal son iguales a 1, y este paso puede ser ignorado.

7. Se calculan las capacidades de movimiento (Rango 2)

a) Capacidad de movimiento para giros a la izquierda desde la calle principal.

$$c_{m,1} = c_{p,1} = 821 \text{ veh/h}$$

$$c_{m,4} = c_{p,4} = 817 \text{ veh/h}$$

b) Capacidad de movimiento para giros a la derecha desde la calle menor.

$$c_{m,9} = c_{p,9} = 524 \text{ veh/h}$$

$$c_{m,12} = c_{p,12} = 522 \text{ veh/h}$$

c) Capacidad de movimiento para cambios de sentido.

Durante las mediciones no se presentó ningún cambio de sentido por lo que se puede saltar este paso.

d) Efecto de la calle principal con carril de giro a la izquierda y continuación del sentido compartidos.

$$p_{0,1} = 0.96$$

$$p_{0,4} = 0.93$$

8. Se calculan las capacidades de movimiento (Rango 3)

$$f_k = \prod_j p_{0,j}$$

$$f_8 = f_{11} = p_{0,1} \times p_{0,4} = 0.89$$

La capacidad de movimiento para movimientos de rango 3 en una calle menor se calcula de la siguiente manera:

$$c_{m,k} = c_{p,k} \times f_k$$

$$c_{m,8} = c_{p,8} \times f_8 = 413 \text{ veh/h}$$

$$c_{m,11} = c_{p,11} \times f_{11} = 396 \text{ veh/h}$$

9. Se calculan las capacidades de movimiento (Rango 4)

Los movimientos de rango 4 solo ocurren en intersecciones de 4 patas. Estos movimientos pueden ser impedidos por otros movimientos de mayor rango.

$$p' = 0.65p'' - \frac{p''}{p'' + 3} + 0.6\sqrt{p''}$$

$$p'_7 = 0.84 \quad p'_{10} = 0.84$$

A continuación se calcula los factores de ajuste de capacidad:

$$f_7 = p'_7 \times p_{0,12} = 0.77$$

$$f_{10} = p'_{10} \times p_{0,9} = 0.76$$

Finalmente se calcula la capacidad de movimiento de rango 4.

$$c_{m,7} = c_{p,7} \times f_7 = 323 \text{ veh/h}$$

$$c_{m,10} = c_{p,10} \times f_{10} = 303 \text{ veh/h}$$

10. Ajustes finales de capacidad.

a) Capacidad de carril compartido en calles menores.

$$c_{SH,NB} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}} = \frac{v_7 + v_8 + v_9}{\frac{v_7}{c_{m,7}} + \frac{v_8}{c_{m,8}} + \frac{v_9}{c_{m,9}}}$$

$$c_{SH,NB} = 394 \text{ veh/h}$$

$$c_{SH,SB} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}}$$

$$c_{SH,SB} = 426 \text{ veh/h}$$

b) Efectos del carril ensanchado de la calle menor.

Longitud media de cola para el movimiento considerado como un carril separado.

$$Q_{sep} = \frac{d_{sep} v_{sep}}{3,600}$$

$$Q_{sep,7} = 0.36 \text{ veh}$$

$$Q_{sep,8} = 0.18 \text{ veh}$$

$$Q_{sep,9} = 0.18 \text{ veh}$$

$$Q_{sep,10} = 0.06 \text{ veh}$$

$$Q_{sep,11} = 0.19 \text{ veh}$$

$$Q_{sep,12} = 0.15 \text{ veh}$$

A continuación, se procede a obtener el valor máximo de las longitudes de cola.

$$n_{Max} = \max_i [\text{round}(Q_{sep,i} + 1)]$$

$$n_{Max,NB} = 1$$

$$n_{Max,SB} = 1$$

Se procede a calcular la capacidad de los carriles separados.

$$c_{sep} = \min \left[c_R \left(1 + \frac{v_{L+TH}}{v_R} \right), c_{L+TH} \left(1 + \frac{v_R}{v_{L+TH}} \right) \right]$$

$$c_{L+TH,NB} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}} = \frac{v_7 + v_8}{\frac{v_7}{c_{m,7}} + \frac{v_8}{c_{m,8}}} = 353 \text{ veh/h}$$

$$c_{L+TH,SB} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}} = \frac{v_{10} + v_{11}}{\frac{v_{10}}{c_{m,10}} + \frac{v_{11}}{c_{m,11}}} = 372 \text{ veh/h}$$

$$c_{sep,NB} = 517 \text{ veh/h}$$

$$c_{sep,SB} = 664 \text{ veh/h}$$

Finalmente se calcula la capacidad del carril ensanchado de las calles menores:

$$c_R = \begin{cases} (c_{sep} - c_{SH}) \frac{n_R}{n_{Max}} + c_{SH} & \text{if } n_R \leq n_{Max} \\ c_{sep} & \text{if } n_R > n_{Max} \end{cases}$$

Nr hace referencia a la cantidad de vehículos que van a girar y que pueden acumularse sin molestar al flujo principal. Al no haber una bocina de incorporación muy grande se toma el valor Nr=1.

$$c_{R,NB} = 517 \text{ veh/h}$$

$$c_{R,SB} = 664 \text{ veh/h}$$

11. Se calcula el control de demora.

La fórmula para obtener el control de demora es la siguiente:

$$d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{v_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5$$

re

Finalmente se obtienen el control de demora para los movimientos principales:

$$= 9.6 \quad d_4 = 9.7 \text{ s/veh}$$

$$d_{SB} = 15.2 \text{ s/veh} \quad d_{SB} = 11.45 \text{ s/veh}$$

Una vez conocidos los controles de demora se determinan los niveles de servicio:

- Giro a la izquierda desde la calle principal C (Movimiento 1): LOS A
- Giro a la izquierda desde la calle principal A (Movimiento 4): LOS A
- Calle menor lado norte: LOS C
- Calle menor lado sur: LOS B

En el cálculo de niveles de servicio que incluyen glorietas es importante conocer como se ha nombrado a las distintas patas de la intersección para entender el desarrollo de los cálculos. A continuación, se adjunta un pequeño croquis en el que quedan definidas.



Para el cálculo del nivel de servicio de la alternativa 1 se siguieron los pasos marcados en el capítulo 22 del Highway Capacity Manual 6th Edition.



1. Se determinan y se etiquetan los movimientos que se dan en la glorieta.

A-A=0	D-A=1	E-A=3	F-C=1	C-A=123	B-A=43
A-B=44	D-B=19	E-B=12	F-B=5	C-B=50	B-B=0
A-C=129	D-C=15	E-C=5	F-A=2	C-C=0	B-C=51
A-D=3	D-D=0	E-D=2	F-D=2	C-D=19	B-D=29
A-E=1	D-E=2	E-E=0	F-E=1	C-E=1	B-E=6
A-F=5	D-F=5	E-F=1	F-F=0	C-F=4	B-F=5

VOLUMENES DE VEHÍCULOS (veh/h)

2. Se convierten los volúmenes de demanda en tasas de flujo.

Para convertir los volúmenes de demanda en tasas de flujo se ha de tener en cuenta el factor de hora pico.

Para el análisis de las condiciones existentes cuando el período máximo de 15 minutos se puede medir en el campo, los volúmenes para el período de pico de 15 minutos se convierten en un caudal de demanda máximo de 15 minutos multiplicando los volúmenes máximos de 15 minutos por cuatro.

A-A=0	D-A=4	E-A=8	F-C=4	C-A=112	B-A=52
A-B=56	D-B=28	E-B=40	F-B=8	C-B=40	B-B=0
A-C=116	D-C=36	E-C=8	F-A=12	C-C=0	B-C=68
A-D=8	D-D=0	E-D=8	F-D=4	C-D=36	B-D=32
A-E=4	D-E=8	E-E=0	F-E=4	C-E=4	B-E=12
A-F=12	D-F=8	E-F=8	F-F=0	C-F=16	B-F=12

TASAS DE FLUJO (Pc/h)

3. Se ajustan las tasas de flujo para vehículos pesados.

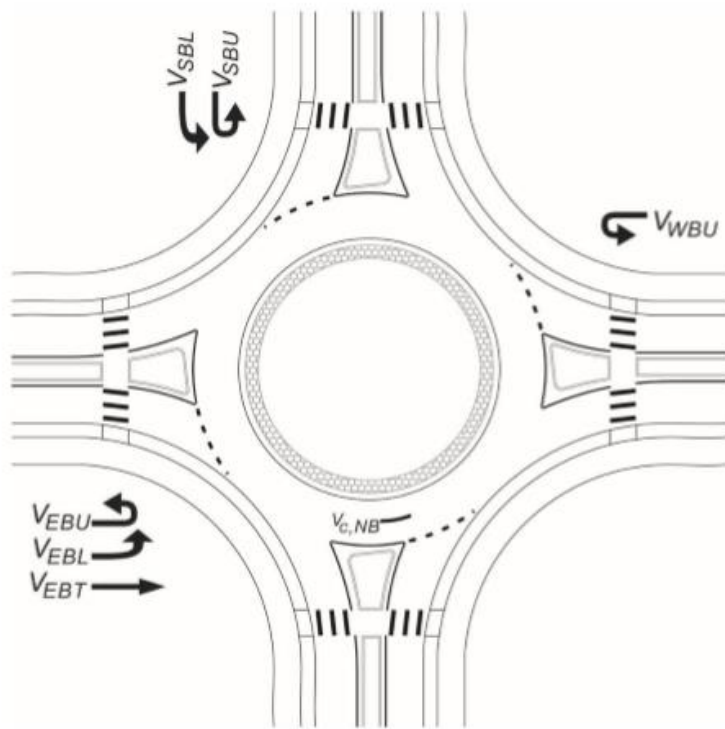
$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = 0.93$$

A partir de la siguiente formula se aplica a todas las tasas de flujo y se consigue el ajuste.

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

A-A=0	D-A=4	E-A=9	F-C=4	C-A=120	B-A=56
A-B=60	D-B=30	E-B=43	F-B=9	C-B=43	B-B=0
A-C=125	D-C=39	E-C=9	F-A=13	C-C=0	B-C=73
A-D=9	D-D=0	E-D=9	F-D=4	C-D=39	B-D=34
A-E=4	D-E=9	E-E=0	F-E=4	C-E=4	B-E=13
A-F=13	D-F=9	E-F=9	F-F=0	C-F=17	B-F=13

4. Se determina las tasas de flujo circulante y de salida.



• Flujo circulante:

$$v_{c,nb,pce} = v_{wbu,pce} + v_{sbl,pce} + v_{sbu,pce} + v_{ebt,pce} + v_{ebl,pce} + v_{ebu,pce}$$

$$\begin{aligned} V_{c,b,pce} &= 223 \text{ pc/h} & V_{c,e,pce} &= 383 \text{ pc/h} \\ V_{c,a,pce} &= 210 \text{ pc/h} & V_{c,f,pce} &= 401 \text{ pc/h} \\ V_{c,d,pce} &= 326 \text{ pc/h} & V_{c,c,pce} &= 185 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

• Flujo de salida:

$$v_{ex,SB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBT,pce} + v_{EBR,pce} - v_{EBR,pce,bypass}$$

$$\begin{aligned} V_{ex,b,pce} &= 185 \text{ pc/h} & V_{ex,e,pce} &= 34 \text{ pc/h} \\ V_{ex,a,pce} &= 202 \text{ pc/h} & V_{ex,f,pce} &= 61 \text{ pc/h} \\ V_{ex,d,pce} &= 95 \text{ pc/h} & V_{ex,c,pce} &= 250 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

5. Se determinan las tasas de flujo de entrada por carril.

• Flujo de entrada:

$$\begin{aligned} V_{e,b,pce} &= 189 \text{ pc/h} & V_{e,e,pce} &= 79 \text{ pc/h} \\ V_{e,a,pce} &= 211 \text{ pc/h} & V_{e,f,pce} &= 34 \text{ pc/h} \\ V_{e,d,pce} &= 91 \text{ pc/h} & V_{e,c,pce} &= 223 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

6. Se determina la capacidad de cada carril de entrada.

En dicha alternativa, la glorieta dispondrá de un solo carril de entrada, el cual entrará en conflicto con un solo carril que circula.

• Capacidad de cada carril de entrada:

$$c_{e,pce} = 1,380 e^{(-1.02 \times 10^{-3}) v_{c,pce}}$$

$$\begin{aligned} C_{e,pce,b} &= 1099 \text{ pc/h} & C_{e,pce,e} &= 934 \text{ pc/h} \\ C_{e,pce,a} &= 1114 \text{ pc/h} & C_{e,pce,f} &= 917 \text{ pc/h} \\ C_{e,pce,d} &= 990 \text{ pc/h} & C_{e,pce,c} &= 1143 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

7. Se convierten las tasas de flujo de los carriles y las capacidades de cada carril en vehículos por hora.

• Capacidades de cada carril:

$$c_i = c_{i,pce} f_{HV,e} f_{ped}$$

$$\begin{aligned} C_b &= 1022 \text{ veh/h} & C_e &= 869 \text{ veh/h} \\ C_a &= 1036 \text{ veh/h} & C_f &= 853 \text{ veh/h} \\ C_d &= 921 \text{ veh/h} & C_c &= 1063 \text{ veh/h} \end{aligned}$$

• Tasas de flujo:

$$v_i = v_{i,pce} f_{HV,e}$$

$$\begin{aligned} V_b &= 176 \text{ veh/h} & V_e &= 73 \text{ veh/h} \\ V_a &= 196 \text{ veh/h} & V_f &= 32 \text{ veh/h} \\ V_d &= 85 \text{ veh/h} & V_c &= 207 \text{ veh/h} \end{aligned}$$

8. Se calcula la relación volumen-capacidad para cada carril.

$$x_i = \frac{v_i}{c_i}$$

Xb= 0.172 Xa= 0.19 Xd= 0.1

Xe= 0.08 Xf= 0.04 Xc= 0.2

9. Se calcula el control de demora para cada carril.

La fórmula para obtener el control de demora es la siguiente:

$$d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{(3,600)(v_x)}{450T c_{m,x}}} \right] + 5$$

re

Db= 5.11 s/veh Da= 5.23 s/veh Dd= 4.8 s/veh

De= 4.9 s/veh Df= 4.58 s/veh Dc= 5.2 s/veh

10. Se calcula el nivel de servicio (LOS) de cada carril.

Al presentar todos los carriles de entrada un control de demora entre 0-10 s/veh, el nivel de servicio que presentan todos los carriles es LOS A.

Para el cálculo del nivel de servicio de la alternativa 2, se siguieron los pasos marcados en el capítulo 22 del Highway Capacity Manual 6th Edition.

En esta alternativa se encuentran dos glorietas. Para realizar correctamente el estudio del nivel de servicio se analizarán cada una por separado.



La primera glorieta objeto de estudio es la encargada de unir la nacional N-435.



1. Se determinan y se etiquetan los movimientos que se dan en la glorieta.

A-A= 0	B-A= 43	C-A= 123	O-A= 7
A-B= 44	B-B= 0	C-B= 50	O-B= 36
A-C= 129	B-C= 51	C-C= 0	O-C= 21
A-O= 10	B-O= 41	C-O= 24	O-O=0

(O)- La pata O de la glorieta hace referencia a la que recoge el tráfico que proviene de la otra glorieta.
También en la imagen que se adjunta anteriormente queda definida.

VOLUMENES DE VEHÍCULOS (veh/h)

2. Se convierten los volúmenes de demanda en tasas de flujo.

A-A= 0	B-A= 52	C-A= 112	O-A= 12
A-B= 56	B-B= 0	C-B= 40	O-B= 44
A-C= 116	B-C= 68	C-C= 0	O-C= 44
A-O= 20	B-O= 44	C-O= 36	O-O=0

TASAS DE FLUJO (pc/h)

3. Se ajustan las tasas de flujo para vehículos pesados.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = 0.93$$

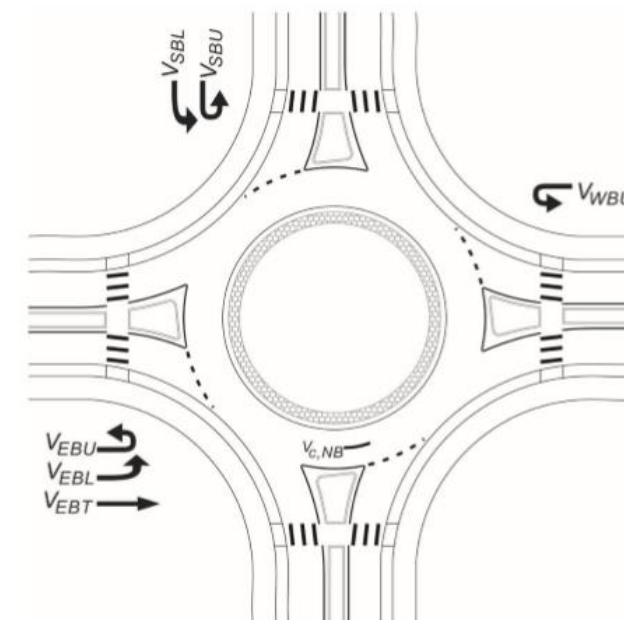
A partir de la siguiente formula se aplica a todas las tasas de flujo y se consigue el ajuste.

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

A-A= 0	B-A= 56	C-A= 120	O-A= 13
--------	---------	----------	---------

A-B= 60	B-B= 0	C-B= 43	O-B= 47
A-C= 125	B-C= 73	C-C= 0	O-C= 47
A-O= 22	B-O= 47	C-O= 39	O-O=0

4. Se determina las tasas de flujo circulante y de salida.



• Flujo circulante:

$$v_{c,NB,pce} = v_{WBU,pce} + v_{SBL,pce} + v_{SBU,pce} + v_{EBT,pce} + v_{EBL,pce} + v_{EBU,pce}$$

$$V_{c,b,pce} = 172 \text{ pc/h}$$

$$V_{c,c,pce} = 120 \text{ pc/h}$$

$$V_{c,a,pce} = 159 \text{ pc/h}$$

$$V_{c,o,pce} = 258 \text{ pc/h}$$

• Flujo de salida:

$$v_{ex,SB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBL,pce} + v_{EBR,pce} - v_{EBR,pce,bypass}$$

$$V_{ex,b,pce} = 150 \text{ pc/h}$$

$$V_{ex,c,pce} = 245 \text{ pc/h}$$



$$V_{ex,a,pce} = 189 \text{ pc/h}$$

$$V_{ex,o,pce} = 108 \text{ pc/h}$$

5. Se determinan las tasas de flujo de entrada por carril.

- Flujo de entrada:

$$V_{e,b,pce} = 176 \text{ pc/h}$$

$$V_{e,c,pce} = 202 \text{ pc/h}$$

$$V_{e,a,pce} = 207 \text{ pc/h}$$

$$V_{e,o,pce} = 107 \text{ pc/h}$$

6. Se determina la capacidad de cada carril de entrada.

En dicha alternativa, la glorieta dispondrá de un solo carril de entrada, el cual entrará en conflicto con un solo carril que circula.

- Capacidad de cada carril de entrada:

$$C_{e,pce} = 1,380 e^{(-1.02 \times 10^{-3}) V_{e,pce}}$$

$$C_{e,pce,b} = 1158 \text{ pc/h}$$

$$C_{e,pce,c} = 1221 \text{ pc/h}$$

$$C_{e,pce,a} = 1173 \text{ pc/h}$$

$$C_{e,pce,o} = 1061 \text{ pc/h}$$

7. Se convierten las tasas de flujo de los carriles y las capacidades de cada carril en vehículos por hora.

- Capacidades de cada carril:

$$C_i = C_{i,pce} f_{HV,e} f_{psd}$$

$$C_b = 1077 \text{ veh/h}$$

$$C_c = 1136 \text{ veh/h}$$

$$C_a = 1091 \text{ veh/h}$$

$$C_o = 987 \text{ veh/h}$$

- Tasas de flujo:

$$V_i = V_{i,pce} f_{HV,e}$$

$$V_b = 164 \text{ veh/h}$$

$$V_c = 188 \text{ veh/h}$$

$$V_a = 193 \text{ veh/h}$$

$$V_o = 100 \text{ veh/h}$$

8. Se calcula la relación volumen-capacidad para cada carril.

$$x_i = \frac{V_i}{C_i}$$

$$X_b = 0.15$$

$$X_c = 0.17$$

$$X_a = 0.18$$

$$X_o = 0.10$$

9. Se calcula el control de demora para cada carril.

La fórmula para obtener el control de demora es la siguiente:

$$d = \frac{3,600}{C_{m,x}} + 900T \left[\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{C_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{C_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5$$

$$D_b = 4.69 \text{ s/veh}$$

$$D_c = 4.35 \text{ s/veh}$$

$$D_a = 4.9 \text{ s/veh}$$

$$D_o = 4.6 \text{ s/veh}$$

10. Se calcula el nivel de servicio (LOS) de cada carril.

- Carril de entrada hacia el este: LOS A
- Carril de entrada hacia el oeste: LOS A
- Carril de entrada hacia el norte: LOS A
- Carril de entrada hacia el sur: LOS A

La segunda glorieta objeto de estudio es la encargada de regular el tráfico local.



1. Se determinan y se etiquetan los movimientos que se dan en la glorieta.

D-D= 0	E-D= 2	F-D= 2	Q-D= 52
D-E= 2	E-E= 0	F-E= 1	Q-E= 7
D-F= 5	E-F= 1	F-F= 0	Q-F= 15
D-Q=36	E-Q= 20	F-Q=8	Q-Q=0

(Q)- La pata Q de la glorieta hace referencia a la que recoge el tráfico que proviene de la otra glorieta. También en la imagen que se adjunta anteriormente queda definida.

VOLUMENES DE VEHÍCULOS (veh/h)

2. Se convierten los volúmenes de demanda en tasas de flujo.

D-D= 0	E-D= 8	F-D= 4	Q-D= 64
D-E= 8	E-E= 0	F-E= 4	Q-E= 12
D-F= 8	E-F= 8	F-F= 0	Q-F= 28
D-Q=44	E-Q= 44	F-Q=20	Q-Q=0

TASAS DE FLUJO (pc/h)

3. Se ajustan las tasas de flujo para vehículos pesados.

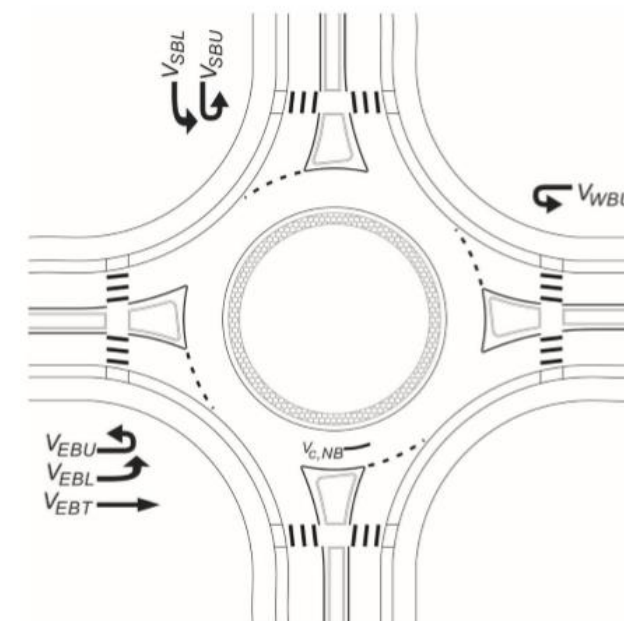
$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = 0.93$$

A partir de la siguiente formula se aplica a todas las tasas de flujo y se consigue el ajuste.

$$v_{i,pcu} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

D-D= 0	E-D= 9	F-D= 4	Q-D= 69
D-E= 9	E-E= 0	F-E= 4	Q-E= 13
D-F= 9	E-F= 9	F-F= 0	Q-F= 30
D-Q=47	E-Q= 47	F-Q=22	Q-Q=0

4. Se determina las tasas de flujo circulante y de salida.



- Flujo circulante:

$$v_{c,NS,pce} = v_{WBU,pce} + v_{SBL,pce} + v_{SBU,pce} + v_{EBT,pce} + v_{EBL,pce} + v_{EBU,pce}$$

$$\begin{aligned} V_{c,q,pce} &= 17 \text{ pc/h} & V_{c,f,pce} &= 103 \text{ pc/h} \\ V_{c,e,pce} &= 86 \text{ pc/h} & V_{c,d,pce} &= 47 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

- Flujo de salida:

$$v_{ex,SB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBT,pce} + v_{EBR,pce} - v_{EBR,pce,bypass}$$

$$\begin{aligned} V_{ex,q,pce} &= 116 \text{ pc/h} & V_{ex,f,pce} &= 48 \text{ pc/h} \\ V_{ex,e,pce} &= 26 \text{ pc/h} & V_{ex,d,pce} &= 82 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

- Se determinan las tasas de flujo de entrada por carril.

- Flujo de entrada:

$$\begin{aligned} V_{e,q,pce} &= 112 \text{ pc/h} & V_{e,f,pce} &= 30 \text{ pc/h} \\ V_{e,e,pce} &= 65 \text{ pc/h} & V_{e,d,pce} &= 65 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

- Se determina la capacidad de cada carril de entrada.

En dicha alternativa, la glorieta dispondrá de un solo carril de entrada, el cual entrará en conflicto con un solo carril que circula.

- Capacidad de cada carril de entrada:

$$C_{e,pce} = 1,380 e^{(-1.02 \times 10^{-3}) v_{c,pce}}$$

$$\begin{aligned} C_{e,pce,q} &= 1356 \text{ pc/h} & C_{e,pce,f} &= 1245 \text{ pc/h} \\ C_{e,pce,e} &= 1264 \text{ pc/h} & C_{e,pce,d} &= 1315 \text{ pc/h} \end{aligned}$$

- Se convierten las tasas de flujo de los carriles y las capacidades de cada carril en vehículos por hora.

- Capacidades de cada carril:

$$C_i = C_{i,PCE} f_{HV,s} f_{ped}$$

$$C_q = 1261 \text{ veh/h} \quad C_f = 1158 \text{ veh/h}$$

$$C_e = 1176 \text{ veh/h} \quad C_d = 1223 \text{ veh/h}$$

- Tasas de flujo:

$$v_i = v_{i,PCE} f_{HV,s}$$

$$\begin{aligned} V_q &= 104 \text{ veh/h} & V_f &= 28 \text{ veh/h} \\ V_e &= 60 \text{ veh/h} & V_d &= 60 \text{ veh/h} \end{aligned}$$

- Se calcula la relación volumen-capacidad para cada carril.

$$x_i = \frac{v_i}{C_i}$$

$$X_q = 0.08 \quad X_f = 0.02$$

$$X_e = 0.05 \quad X_d = 0.05$$

- Se calcula el control de demora para cada carril.

La fórmula para obtener el control de demora es la siguiente:

$$d = \frac{3,600}{C_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{C_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{C_{m,x}} \right) \left(\frac{v_x}{C_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5$$

$$D_q = 3.51 \text{ s/veh} \quad D_f = 3.29 \text{ s/veh}$$

$$D_e = 3.47 \text{ s/veh} \quad D_d = 4.69 \text{ s/veh}$$

- Se calcula el nivel de servicio (LOS) de cada carril.

- Carril de entrada hacia el este: LOS A
- Carril de entrada hacia el oeste: LOS A
- Carril de entrada hacia el norte: LOS A
- Carril de entrada hacia el sur: LOS A

Para el cálculo del nivel de servicio de la alternativa 3 se siguieron los pasos marcados en el capítulo 22 del Highway Capacity Manual 6th Edition.

La alternativa 3 consiste en una glorieta que gestiona el tráfico local y una sobreelevación de la nacional N-435 que permite el flujo de tráfico ininterrumpido a los vehículos que desean circular a lo largo de la carretera nacional.

A continuación se adjunta una imagen donde queda reflejada.



Para el análisis de dicha alternativa se han recogido los datos obtenidos en los cálculos de los niveles de servicio de la carretera convencional N-435 y los de la alternativa 1.

Al presentar una sobreelevación, los vehículos que deseen circular a lo largo de la nacional N-435 evitarán el paso por la glorieta. De esta manera, el tráfico que tendrá que gestionar la glorieta se verá aminorado de manera importante en comparación a la alternativa 1.

Por ello, el nivel de servicio que presentan todos los carriles de entrada de la glorieta es LOS A.