

ANEXO 4
FOTOGRAMETRIA.



























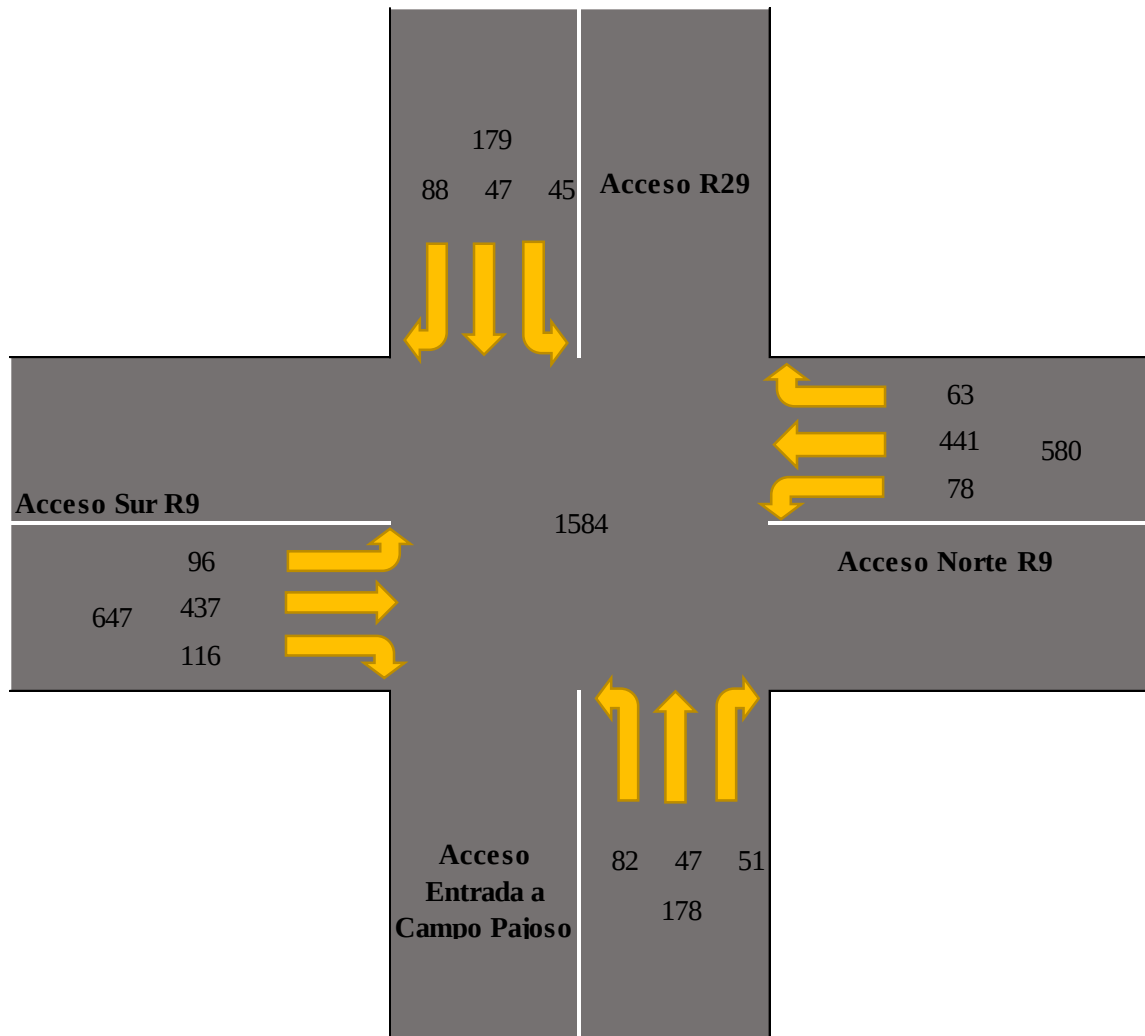


ANEXO 5
SEMAFORIZACION

Cálculo de Semaforización

Intersección Actual

Volúmenes futuros de vehículos mixtos resultados de la simulación



Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1)}$$

P_T : Porcentaje de Veh. Pesados = 9.44 %

E_T : Factor de Equivalencia para Veh. Pesd = 1.5

$$f_{HV} = 0.95$$

Flujo de automóviles directos equivalentes

$$q_T = q_D + q_{VI} + q_{VD}$$

Vehículos directos equivalentes

q_D = Movimientos de vueltas a la izquierda

q_{VI} = Movimientos de vueltas a la izquierda

q_{VD} = Movimientos de vueltas a la izquierda

$$FHMD = 0.92$$

Factor horario de máxima demanda

$$q_{VI} = \frac{V_I}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) E_{VI}$$

$$q_{VD} = \frac{V_D}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) E_{VD}$$

E_{VI} : Factor de equivalencia de veh. directos giros izq.

E_{VD} : Factor de equivalencia de veh. directos giros der.

Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la izquierda EVI

Flujo opuesto (Veh/h)	N° de carriles opuestos		
	1	2	3
0	1.1	1.1	1.1
200	2.5	2	1.8
400	5	3	2.5
600	10	5	4
800	13	8	6
1000	15	13	10
≥1200	15	15	15
Para vueltas a la izquierda protegidas EVI = 1.05			

Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la derecha EVD

Volumen peatonal en el cruce peatonal en conflicto (Peat/hr)	Equivalente
Ninguno 0	1.18
Bajo 50	1.21
Moderado 200	1.32
Alto 400	1.52
Extremo 800	2.14

Acceso Sur R9

V_{DI}	: 437	Veh/h	
V_I	: 96	Veh/h	E_{VI} : 1.05
V_D	: 116	Veh/h	E_{VD} : 1.21
q_D	: 497	ADE/h	
q_{VI}	: 115	ADE/h	
q_{VD}	: 160	ADE/h	
q_T	: 772	ADE/h	

Acceso Entrada a Campo Pajoso

V_{DI}	: 47	Veh/h	
V_I	: 82	Veh/h	E_{VI} : 1.05
V_D	: 51	Veh/h	E_{VD} : 1.21
q_D	: 53	ADE/h	
q_{VI}	: 99	ADE/h	
q_{VD}	: 71	ADE/h	
q_T	: 223	ADE/h	

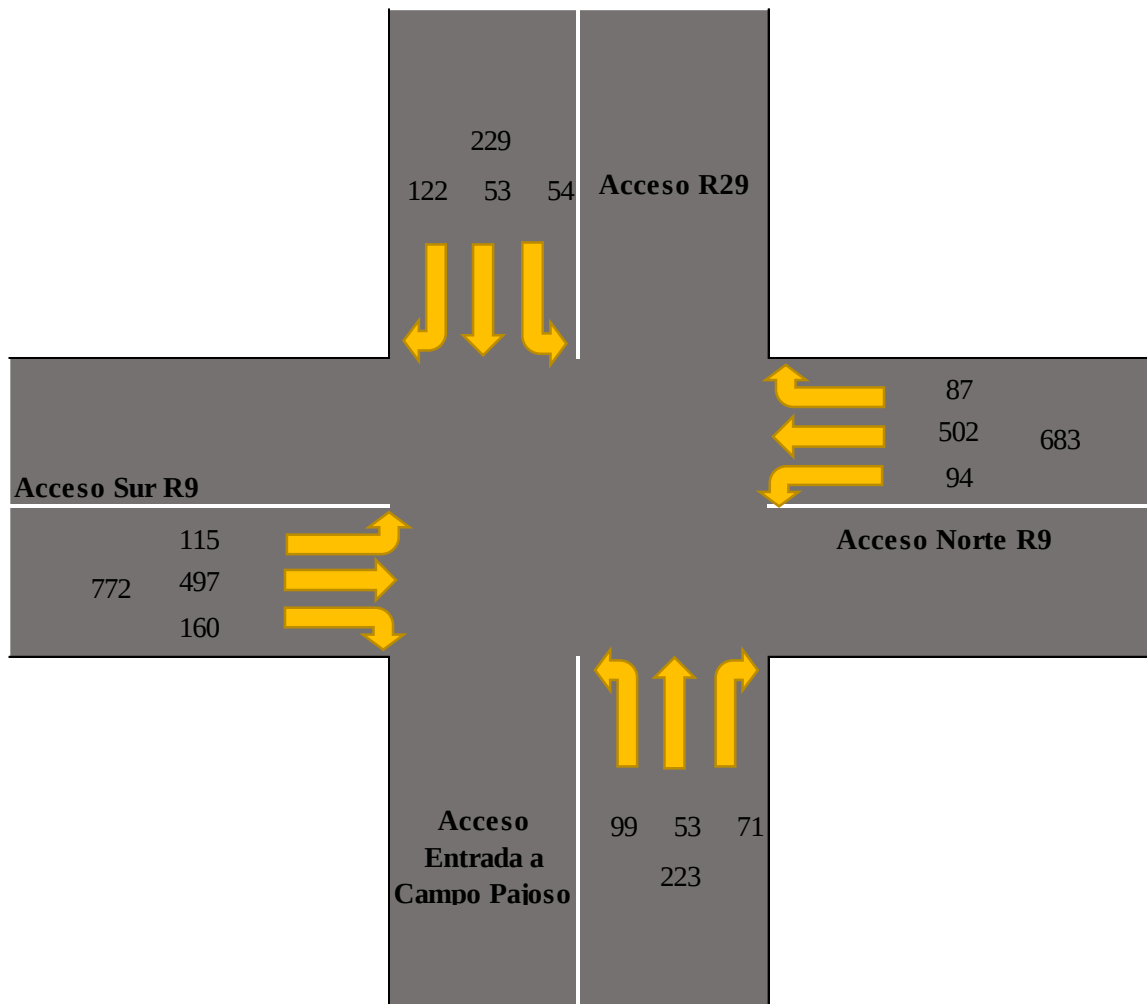
Acceso Norte R9

V_{DI}	: 441	Veh/h	
V_I	: 78	Veh/h	E_{VI} : 1.05
V_D	: 63	Veh/h	E_{VD} : 1.21
q_D	: 502	ADE/h	
q_{VI}	: 94	ADE/h	
q_{VD}	: 87	ADE/h	
q_T	: 683	ADE/h	

Acceso Ruta 29

V_{DI}	:	47	Veh/h	
V_I	:	45	Veh/h	E_{VI} : 1.05
V_D	:	88	Veh/h	E_{VD} : 1.21
q_D	:	53	ADE/h	
q_{VI}	:	54	ADE/h	
q_{VD}	:	122	ADE/h	
q_T	:	229	ADE/h	

Volúmenes futuros de vehículos directos equivalentes



Cálculo de tiempos Amarillo y Todo Rojo por fases

Tiempo de Amarillo $A_i = t + \frac{v}{2a}$

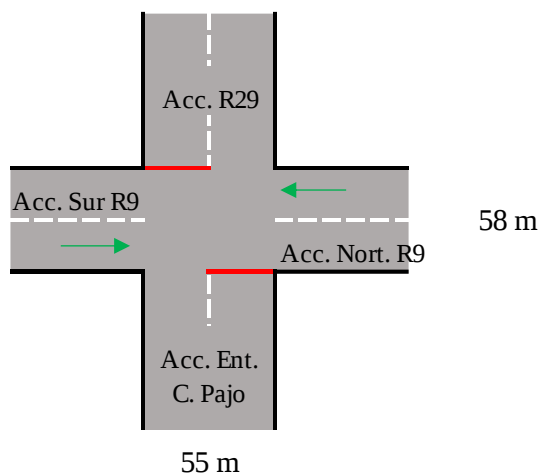
Tiempo Rojo $TR_i = \frac{w + L}{v}$

t	Tiempo de percepción y reacción recomendado =	1 seg
v	Velocidad de aproximación de cada acceso	
a	desaceleración recomendada por norma =	3.5 m/s ²
w	Ancho de cruce de la intersección	
L	Longitud de Automóvil Equivalente recomendado =	6.1 m

Fase 1

v 53 km/h

v 14.7 m/s



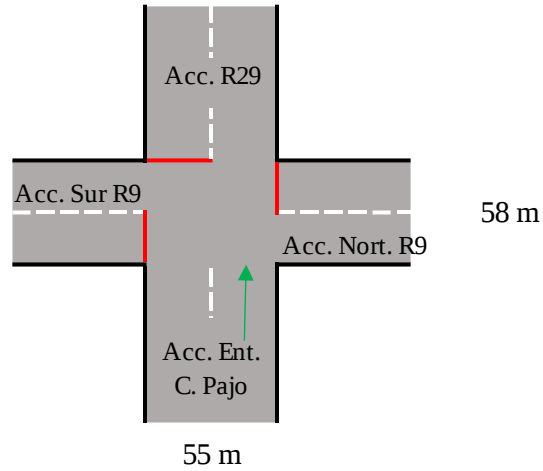
A_1 3.10 seg TR_2 4.15 seg

A_1 3 seg TR_2 4 seg

Fase 2

v 50 km/h

v 13.9 m/s



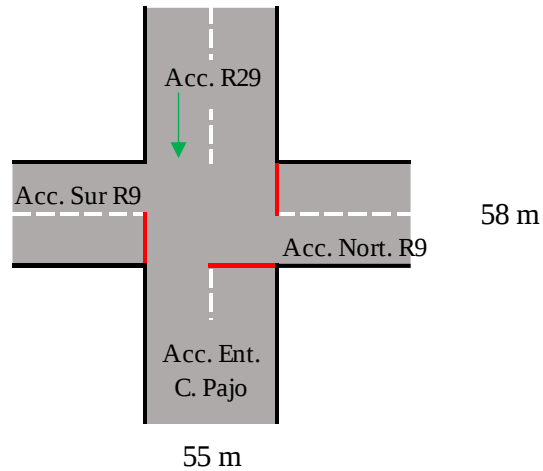
A₂ 2.98 seg TR₃ 4.6 seg

A₂ 3 seg TR₃ 5 seg

Fase 3

v 50 km/h

v 13.9 m/s



A₃ 2.98 seg TR₁ 4.40 seg

A₃ 3 TR₁ 4 seg

Tiempo Perdido por Fases (li)

$$l_i = A_i + TR_i$$

l₁ 7 seg

l₂ 7 seg

l₃ 8 seg

Tiempo Total Perdido (L)

$$L = \sum li$$

$$L = 22 \text{ seg}$$

Máximas relaciones de flujo (Yi)

$$Yi = \frac{q_i^{max}}{s}$$

s : flujo de saturación recomendado por HCM 2200 veh/h/carril

qi : flujo máximo por carril

$$Y1: 0.35$$

$$Y2: 0.10$$

$$Y3: 0.10$$

Cálculo de ciclo optimo (Co)

$$Co = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Yi}$$

$$Co = 85.66 \text{ seg}$$

Tiempo Efectivo Verde Total (gt)

$$gt = Co - L$$

$$gt = 64 \text{ seg}$$

Reparto de Tiempo de Verdes por fases

$$g1 = \frac{Y1}{Y1 + Y2 + Y3} (gt) = 40.36601 \text{ seg}$$

$$g2 = \frac{Y2}{Y1 + Y2 + Y3} (gt) = 11.66013 \text{ seg}$$

$$g3 = \frac{Y3}{Y1 + Y2 + Y3} (gt) = 11.97386 \text{ seg}$$

Tiempo Verde Reales (Gi)

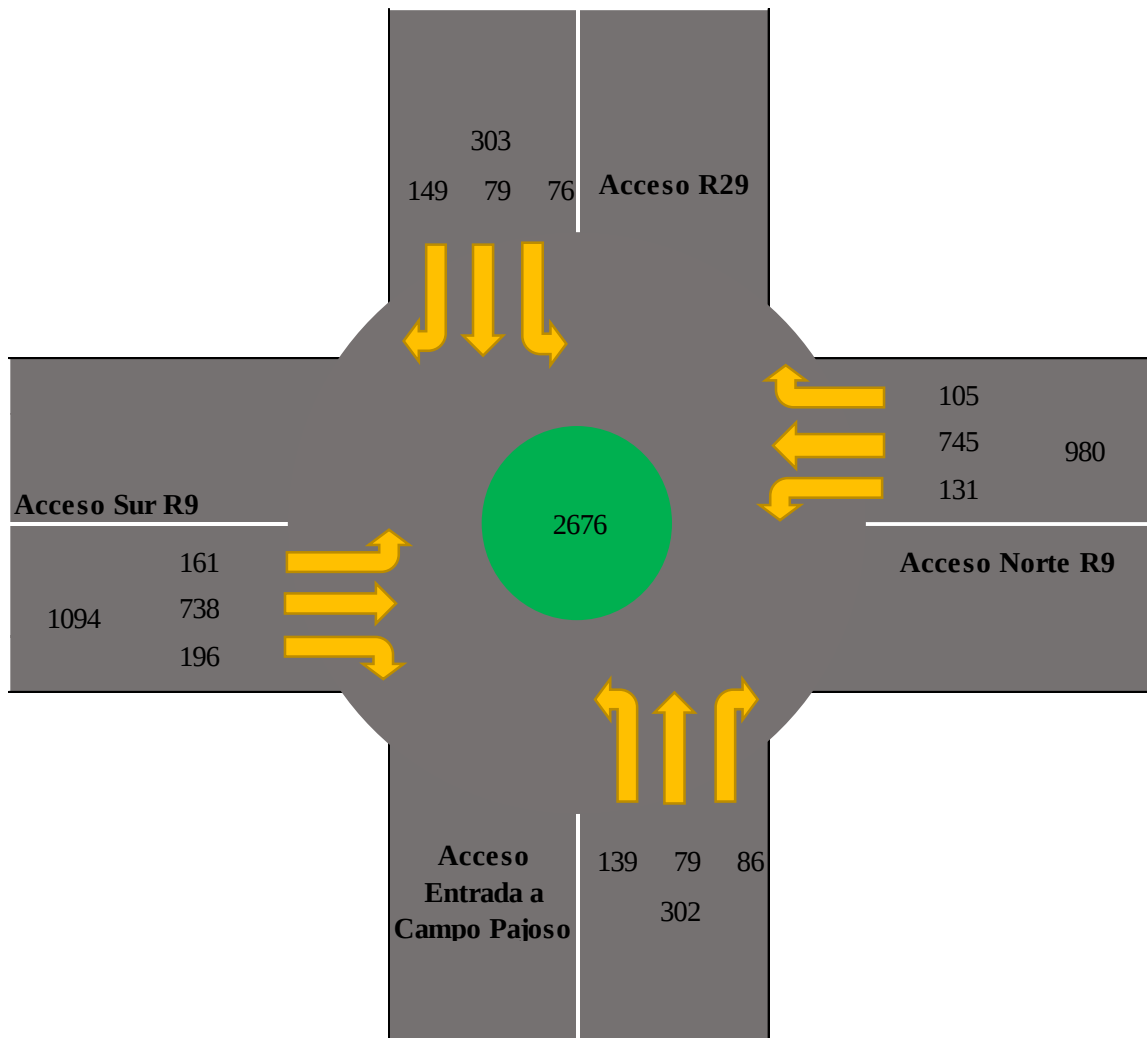
$G1 = 40$ seg

$G2 = 12$ seg

$G3 = 12$ seg

Rotonda

Volúmenes de futuros vehículos Mixtos resultados de la simulación



Factor de Ajuste por presencia de Vehículos Pesados

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1)}$$

P _T	Porcentaje de Veh. Pesados =	9.44	%
E _T	Factor de Equivalencia para Veh. Pesd =		1.5

$$f_{HV} = 0.95$$

Flujo de automóviles directos equivalentes

$$q_T = q_D + q_{VI} + q_{VD} \quad \text{Vehículos directos equivalentes}$$

q_D Movimientos de vueltas a la izquierda

q_{VI} Movimientos de vueltas a la izquierda

q_{VD} Movimientos de vueltas a la izquierda

FHMD = 0.92 Factor horario de máxima demanda

$$q_{VI} = \frac{V_I}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) E_{VI} \quad q_{VD} = \frac{V_D}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) E_{VD}$$

E_{VI} Factor de equivalencia de veh. directos giros izq.

E_{VD} Factor de equivalencia de veh. directos giros der.

Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la izquierda EVI			
Flujo opuesto (Veh/h)	N° de Carriles Opuestos		
	1	2	3
0	1.1	1.1	1.1
200	2.5	2	1.8
400	5	3	2.5
600	10	5	4
800	13	8	6
1000	15	13	10
≥1200	15	15	15
Para vueltas a la izquierda Protegidas EVI =			1.05

Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la derecha EVD		
Volumen peatonal en el cruce peatonal en conflicto (Peat/hr)		Equivalente
Ninguno	0	1.18
Bajo	50	1.21
Moderado	200	1.32
Alto	400	1.52
Extremo	800	2.14

Acceso Sur R9

V_{DI}	369	Veh/h		
V_I	161	Veh/h	E_{VI}	1.05
V_D	196	Veh/h	E_{VD}	1.21
q_D	420	ADE/h		
q_{VI}	193	ADE/h		
q_{VD}	270	ADE/h		
q_T	883	ADE/h		

Acceso Entrada a Campo Pajoso

V_{DI}	79	Veh/h		
V_I	139	Veh/h	E_{VI}	1.05
V_D	86	Veh/h	E_{VD}	1.21
q_D	90	ADE/h		
q_{VI}	167	ADE/h		
q_{VD}	119	ADE/h		
q_T	376	ADE/h		

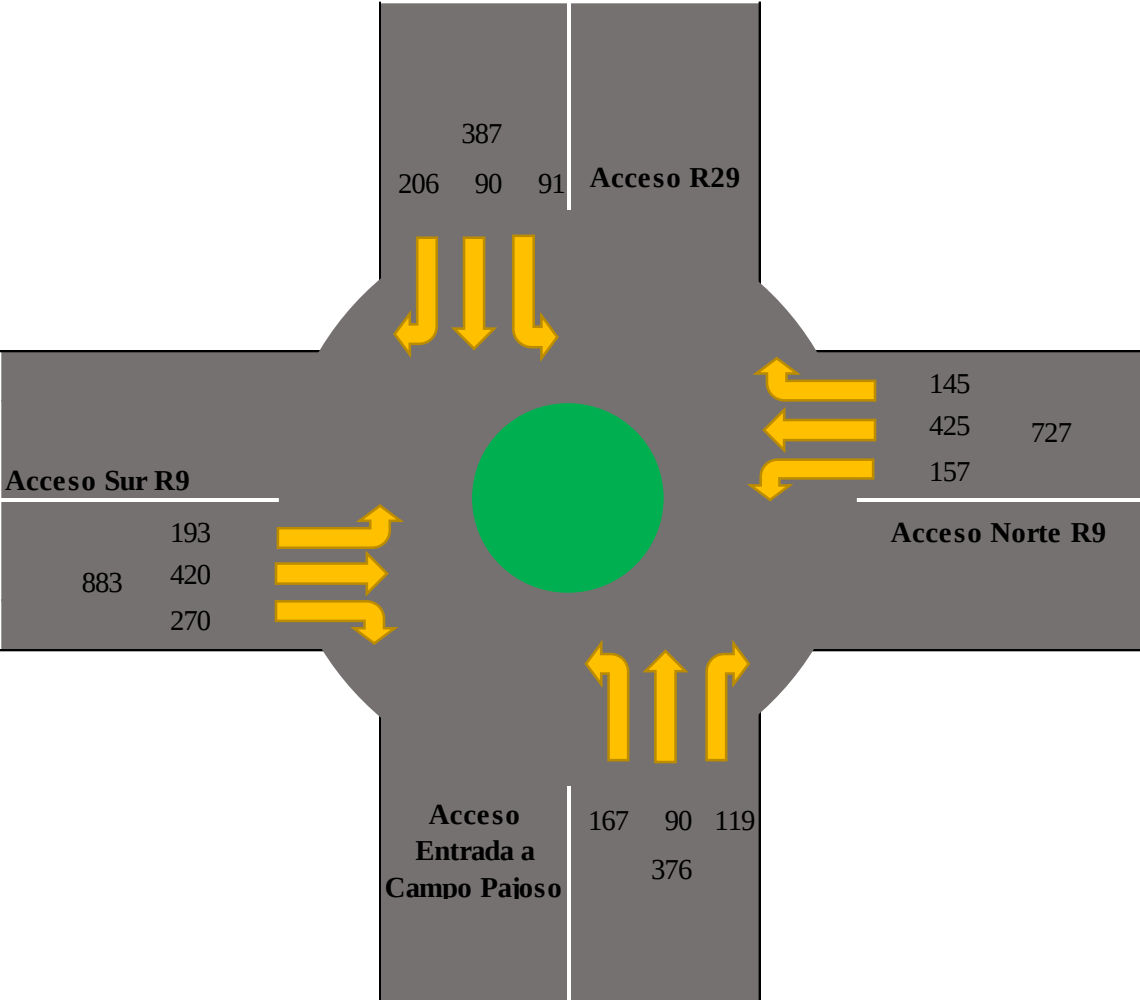
Acceso Norte R9

V_{DI}	373	Veh/h		
V_I	131	Veh/h	E_{VI}	1.05
V_D	105	Veh/h	E_{VD}	1.21
q_D	425	ADE/h		
q_{VI}	157	ADE/h		
q_{VD}	145	ADE/h		
q_T	727	ADE/h		

Acceso Ruta 29

V_{DI}	79	Veh/h		
V_I	76	Veh/h	E_{VI}	1.05
V_D	149	Veh/h	E_{VD}	1.21
q_D	90	ADE/h		
q_{VI}	91	ADE/h		
q_{VD}	206	ADE/h		
q_T	387	ADE/h		

Volúmenes futuros de vehículos directos equivalentes



Cálculo de tiempos Amarillo y Todo Rojo por fases

Tiempo de Amarillo

$$A_i = t + \frac{v}{2a}$$

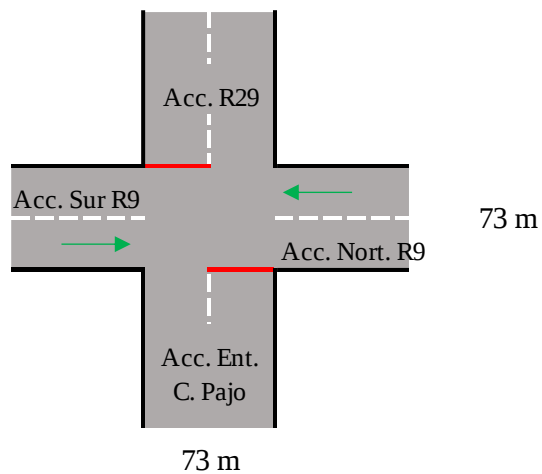
Tiempo Rojo

$$TR_i = \frac{w + L}{v}$$

t	Tiempo de persección y reacción recomendado =	1 seg
v	Velocidad de aproximación de cada acceso	
a	desaceleración recomendada por norma =	3.5 m/s ²
w	Ancho de cruce de la intersección	
L	Longitud de Automóvil Equivalente recomendado =	6.1 m

Fase 1

v 50 km/h
 v 13.9 m/s

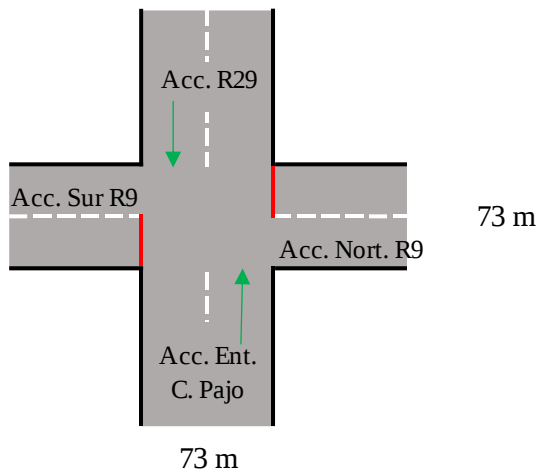


A_1	2.98 seg	TR_2	5.7 seg
A_1	3 seg	TR_2	6 seg

Fase 2

v 50 km/h

v 13.9 m/s



A₂ 2.98 seg

TR₁ 5.7 seg

A₂ 3

TR₁ 6 seg

Tiempo Perdido por Fases (li)

$$l_i = A_i + TR_i$$

l₁ 9 seg

l₂ 9 seg

Tiempo Total Perdido (L)

$$L = \sum l_i$$

L= 18 seg

Máximas relaciones de flujo (Yi)

$$Y_i = \frac{q_i^{max}}{s}$$

s flujo de saturación recomendado por HCM 2200 veh/h/carril

q_i flujo máximo por carril

Y1 = 0.40

Y2 = 0.18

Cálculo de ciclo optimo (Co)

$$Co = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Yi}$$

$$Co = 75.70 \quad 76 \text{ seg}$$

Tiempo Efectivo Verde Total (gt)

$$gt = Co - L$$

$$gt = 58 \text{ seg}$$

Reparto de Tiempo de Verdes por fases

$$g1 = \frac{Y1}{Y1 + Y2} (gt) = 40.33 \text{ seg}$$

$$g2 = \frac{Y2}{Y1 + Y2} (gt) = 17.67 \text{ seg}$$

Tiempo Verde Reales (Gi)

$$G1 = 40 \text{ seg}$$

$$G2 = 18 \text{ seg}$$

ANEXO 6
Reporte Fotográfico

Congestionamiento en hora pico en la intersección



Fotografía tomada desde la estación de aforo E2



Fotografía tomada desde la estación de aforo E3



Operador configurando la app para iniciar el aforo de los movimientos de vehículos del Acceso Norte en la estación E2



Operador en la estación E4 aforando los movimientos de los vehículos de Acceso Oeste



Operador registrando los movimientos de vehículos en la estación E1 para el Acceso Sur



Fotografía tomada desde la estación E1



Fotografía de la intersección tomada desde la estación E1



Fotografía de preparación para grabar los videos para determinar la velocidad en el Acceso Norte



Fotografía de señalización vertical de información de derecho de vía de la ruta 9



Fotografía de señal informativa y restricción de altura sobre la ruta 9 en el Acceso Sur



Fotografía del Acceso Norte de la intersección



ANEXO 7

Planos