



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE
LA 13 CALLE Y CALZADA RAUL AGUILAR BATRES DE LA
ZONA 11 A LA ZONA 12

T E S I S

Presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Ingenieria de la Universidad
de San Carlos de Guatemala

P O R

RODOLFO MARTINEZ QUIROA

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

Guatemala, febrero de 1,996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08

T(3610)

C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE
LA 13 CALLE Y CALZADA RAUL AGUILAR BATRES DE LA
ZONA 11 A LA ZONA 12

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 1 de abril de 1,991.


RODOLFO MARTÍNEZ QUIRÓS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORIZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL QUINTO	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JORGE MARTO MORALES GONZALEZ
EXAMINADOR	ING. HECTOR ALFONSO CASTAÑEDA SAMAYOA
EXAMINADOR	ING. BYRON DANILLO RAMOS GONZALEZ
EXAMINADOR	ING. CARLOS ROBERTO GARCIA SANDOVAL
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Guatemala, 09 de diciembre de 1995

Ingeniero Edgar de León Maldonado
Jefe de Área de Transportes
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero de León:

Habiendo revisado el trabajo de Tesis titulado "PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE LA 13 CALLE Y CALZADA AGUILAR BATRES DE LA ZONA 11 A LA ZONA 12", del estudiante de Ingeniería Civil, Rodolfo Martínez Quiroa, manifiesto a usted que dicho trabajo ha llenado los requerimientos del programa dentro del cual se efectuó y por la importancia de su aplicación dentro de la rama de diseño vial urbano, la doy por APROBADA.

Sin otro particular, me es grato suscribirme muy atentamente,


Ing. Carlos Rodolfo Barillas Oliva
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
1 de febrero de 1,996

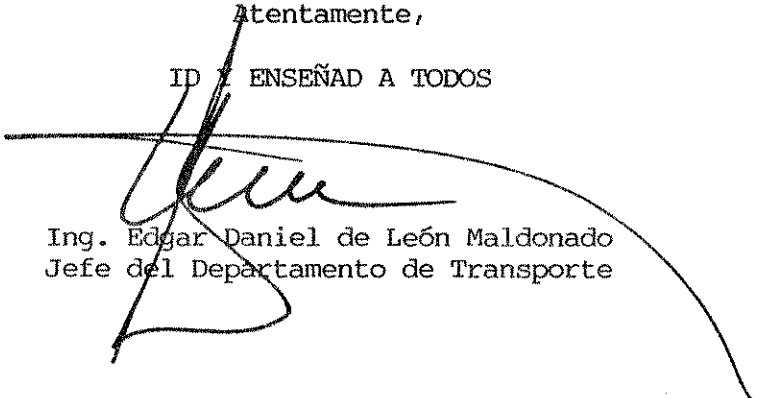
Ingeniero
Jack Douglas Ibarra S.
Director de la Escuela de
Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director.

Después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Carlos Rodolfo Barillas Oliva, y habiendo revisado el trabajo de Tesis titulado PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE LA 13 CALLE Y CALZADA AGUILAR BATRES DE LA ZONA 11 A LA ZONA 12, desarrollado por el estudiante universitario Rodolfo Martínez Quiroa, lo encuentro satisfactorio por lo que me permito recomendar su aprobación e impresión.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Edgar Daniel de León Maldonado
Jefe del Departamento de Transporte

EdeLM/

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA




FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Carlos Rodolfo Barillas Oliva y del Jefe del Departamento de Transporte Ing. Edgar de León Maldonado, sobre el trabajo de tesis del estudiante Rodolfo Martínez Quiroa, titulado PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE LA 13 CALLE Y CALZADA RAUL AGUILAR BATRES DE LA ZONA 11 A LA ZONA 12, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, marzo de 1, 1996.

JDLS/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis PROPUESTA PARA UN PASO A DESNIVEL EN EL CRUCERO DE LA 13 CALLE Y CALZADA RAUL AGUILAR BATRES DE LA ZONA 11 A LA ZONA 12, del estudiante Rodolfo Martínez Quiroa, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, marzo de 1,996

/bbdeb.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS TODOPODERUSU

Ing. EDGAR DANIEL DE LEON MALDONADO
Por su colaboración al permitirme desarrollar este
punto de tesis

Ing. CARLOS RODOLFO BARILLAS OLIVA
Por su valiosa ayuda y enseñanza en el asesoramiento
del presente trabajo de tesis.

Lic. JOSE FERNANDO GONZALEZ TARACENA
Por su desinteresado apoyo y sabios consejos.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES: RODOLFO MARTINEZ DIAZ
 HILDA L. QUIROA DE MARTINEZ

MI ESPOSA: ERENDIRA ARAGON D. DE MARTINEZ

MIS HIJOS: JORGE RODOLFO
 CARLOS FERNANDO
 JOSE ALBERTO

MIS HERMANOS: LUCRECIA Y MAX HUMBERTO
 GABRIELA
 JOSE ANTONIO
 RODOLFO ENRIQUE

MIS SOBRINAS: CEILY MARIA
 GABRIELA MARIA

MI ABUELA: MACLOVIA MOTA VDA. DE QUIROA

LAS FAMILIAS: MARTINEZ DIAZ
 QUIROA MOTA
 LUARCA DOMINGUEZ
 ARAGON DURAN
 ARRIOLA DURAN

MIS AMIGOS: CARLOS PALACIOS
 RAUL LIQUEZ
 RUBEN LAVARREDA

I N D I C E

	Página No.
1. GLOSARIO	01
2. INTRODUCCION	03
3. OBJETIVOS DE LA TESIS	05
4. OBJETIVOS DEL TRABAJO	05
5. ANTECEDENTES	06
6. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	07
6.1 ANTECEDENTES	07
6.2 VOLUMENES DE TRANSITO	09
6.3 SEÑALIZACION Y SEMAFOROS	16
6.4 CONDICIONES GEOMETRICAS Y CAPACIDAD	16
6.5 OTROS ASPECTOS	23
7. ANALISIS DE LA INFORMACION	25
8. DIAGNOSTICO	27
9. PROPUESTAS	29
10. DISEÑO PRELIMINAR	30
10.1 DETERMINACION DE VIA PASO A DESNIVEL	30
10.2 ESTIMACION DE VOLUMENES FUTUROS	33
10.3 GEOMETRIA DE PASO A DESNIVEL	39
10.4 SEÑALIZACION E ILUMINACION	45
11. COSTOS	53
12. CONCLUSIONES	58
13. RECOMENDACIONES	59
14. BIBLIOGRAFIA	61

1.

GLOSARIO

1. Ancho de calzada: Superficie por la que ruedan los vehículos en uno o dos sentidos y puede estar constituida por uno o más carriles.
2. Capacidad: Número máximo de vehículos que con una probabilidad razonable, pueden pasar por una sección dada durante un cierto periodo de tiempo, bajo las condiciones prevaletientes de tránsito y del camino.
3. Carril: Superficie necesaria para que circule una hilera de vehículos.
4. Congestionamiento: Acumulación grande de vehículos en calles o avenidas, el cual se caracteriza por una reducción de la velocidad de operación.
5. Diagnóstico: Es la determinación de la situación actual de un servicio u obra que se está analizando.
6. Faseo de semáforos: Es cada una de las combinaciones de indicaciones en los semáforos que permiten uno o varios movimientos simultáneos a través de la intersección.
7. Gabarito: Es el perfil transversal en un punto cualquiera que resulta de un corte vertical normal al eje longitudinal de un camino o calle y que define la disposición y dimensiones de los elementos componentes y su relación con el terreno.

8. Intersección: Punto de conflicto donde se cortan los movimientos del tránsito vehicular.
9. Pronóstico: Conjetura acerca de lo que puede suceder. Señal por donde se presume una cosa futura.
10. Semáforo: Dispositivo para regular y hacer más seguro el tránsito de vehículos y peatones.
11. Señales de tránsito: Son dispositivos para el control del tránsito que comunican a los usuarios de las vías un mensaje por medio de palabras o símbolos convencionales. Se les puede llamar también señales viales.
12. Tránsito: Es el movimiento de los vehículos y las personas.
13. Tránsito de hora pico: Es el número más alto de vehículos cuyo paso se haya registrado en un tramo de un canal o una calzada en un sentido durante sesenta minutos consecutivos.
14. Vehículos livianos: Comprende vehículos de carga y/o pasajeros de dos ejes y cuatro ruedas y que incluye automóviles y unidades ligeras de carga. -pick ups-.
15. Vehículos pesados: Comprende camiones de dos o más ejes y seis o más llantas, camiones con remolque (trailer), buses urbanos y extraurbanos.

En los últimos años se ha podido observar el aumento considerable de vehículos y medios de transporte en general que transitan por los distintos corredores y vías urbanas de la ciudad de Guatemala, situación que ha generado una serie de congestionamientos lo cual hace cada día más difícil la circulación tanto peatonal como vehicular.

Estos problemas de congestionamiento se dan con frecuencia en las intersecciones de calles o calzadas principales y/o secundarias, razón por la cual la Municipalidad de Guatemala ha tomado una serie de medidas y modificaciones viales encaminadas a la solución de dicho problema, mediante señalización, ampliación y remodelación de algunas de estas intersecciones.

En el presente trabajo de tesis se analiza y se sugiere la solución para el problema del congestionamiento en la intersección que forma la calzada Aguilar Batres con la Trece Calle de la zona 11 de esta ciudad.

Para el estudio del flujo de vehículos y volúmenes de tránsito, no se cuenta con suficiente información, por lo que se trabajó con datos de conteos realizados por la Municipalidad en los años 1987 y 1988, y en 1990 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón para el Plan Maestro de Transporte.

Queda pues este trabajo de investigación como un mínimo aporte a la solución de uno de los muchos problemas que afronta la población de la ciudad de Guatemala, esperando además, que el mismo sirva como una referencia al estudiante y profesional de Ingeniería involucrado en el área de transportes.

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS DE LA TESIS

- A) A través de investigación y análisis de la información existente, sugerir soluciones al problema que afecta a los usuarios de la intersección.
- B) Desarrollar un trabajo que despierte el interés de autoridades e instituciones relacionadas con el transporte urbano.

4. OBJETIVOS DEL TRABAJO

- A) Detectar las principales razones de congestiónamiento en la intersección bajo estudio.
- B) Al considerar las características generales, condiciones geométricas y capacidad de la calle y calzada analizada, proponer soluciones tendientes a descongestionar la intersección estudiada en este trabajo.
- C) Concluir y recomendar aspectos relacionados con las posibles soluciones presentadas y que de hecho contribuyan a aliviar el problema de congestiónamiento y contaminación del área bajo estudio.

5.

ANTECEDENTES

Actualmente la ciudad de Guatemala presenta graves problemas de congestionamiento de tránsito, debido al crecimiento considerable del número de vehículos y diversos medios de transporte que en general se ha dado, causado por el aumento poblacional y el crecimiento desordenado de la ciudad.

Estos problemas traen consigo otros, tales como la difícil y peligrosa circulación peatonal en el área de la intersección, que se convierte en agravante del problema, así también la contaminación generada por tal situación, que requiere soluciones encaminadas a lograr el descongestionamiento de la red vial a corto plazo, en varios puntos de críticos perfectamente localizados.

Estudios realizados por el Plan Maestro de Transportes, muestran que en la intersección bajo estudio el problema es crítico, principalmente en las llamadas horas pico, razón por la cual se hace necesario buscar una solución que de fluidez a la circulación en dicho punto.

6. DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

6.1. ANTECEDENTES:

A lo largo del desarrollo urbano de la Ciudad de Guatemala, la calzada Raúl Aguilar Batres (CA-9), ha constituido la principal vía de acceso de la ciudad de Guatemala de y hacia el sur de la República; y es conexión con el área de mayor desarrollo urbano del departamento de Guatemala. Es de hacer notar que este corredor urbano es también el enlace con una de las zonas económicamente más activas del país, como lo es la región sur y la cual en un futuro inmediato contará con una infraestructura vial moderna, la autopista Palín - Escuintla, que proporcionará una eficiente transportación entre la ciudad capital y el sur del país, pero generará también un alto volumen vehicular, el cual vendrá a sumarse al alto volumen de tránsito de la calzada Aguilar Batres.

Sumado a lo anterior es conveniente mencionar que por el acelerado crecimiento comercial que dicha calzada ha tenido en los últimos años; y la puesta en marcha a corto plazo de la Gran Central de Mayoreo (CENMA), aumentará considerablemente el volumen vehicular en el área, razón por la que la fluidez del tránsito vehicular en dicha vía es de suma importancia.

Al analizar lo que sucede con la trece calle es posible observar que a lo largo de la calzada Aguilar Batres, existen unicamente dos puntos de interconexión entre las zonas 11 y 12 próximos a la intersección de la calzada Raúl Aguilar Batres con la 13 y 19 calles, puesto que el otro punto de interconexión se localiza hasta la 30 calle, es decir, a una distancia mayor de un kilómetro hacia el sur de las dos primeras, de manera que tanto la trece como la diecinueve calles constituyen intersecciones de suma importancia por ser las únicas que permiten conectar las zonas antes mencionadas en el área de influencia de la intersección analizada, razón que sumada a la insuficiente capacidad de la calzada Aguilar Batres como de la trece calle, hacen de la intersección objeto de gran congestionamiento, principalmente durante el transcurso de las horas pico.

Por lo anterior se hace necesario buscar soluciones inmediatas y efectivas con el fin de aumentar la capacidad y mejorar la operación vehicular tanto de la intersección como de su área de influencia.

6.2 VOLUMENES DE TRANSITO:

Para el estudio de los volúmenes de tránsito se trabajó con datos proporcionados por la Municipalidad de Guatemala, en conteos realizados en los años 1987, 1988 y 1990, los cuales se presentan en los cuadros A, B, C y gráficas I, II; sin embargo dado que los datos obtenidos en 1987 y 1988 son únicamente para horas de la mañana, se optó por utilizar para efectos de cálculo y análisis los datos obtenidos en 1990, puesto que son más completos y recientes. Se presenta también según dichos datos, el cálculo y representación de *Fluctuaciones horarias* del volumen de tránsito así como la clasificación porcentual de vehículos; gráfica III.

Según conteos realizados se puede observar que los volúmenes son bastante elevados, durante casi todo el día, situación que sufre incrementos considerables al llegar la hora pico, que para esta intersección se dió de 10 a 11 horas y de 16 a 17 horas, tiempo en que el congestionamiento es mucho mayor.

La representación gráfica de la dirección de los flujos vehiculares al transcurrir la hora pico, así como el número de vehículos livianos y pesados en circulación se presenta en el cuadro D y gráfica IV.

CUADRO "A"

VOLUMEN DE TRANSITO AÑO 1987

DE 7:00 A 8:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	5	217	1	0	223	183	1,164	0	1	1,348
B	37	0	0	196	233	364	10	22	1,652	2,048
C	-	33	24	11	68	-	87	297	854	1,238
Subtotal	42	250	25	207	524	547	1,261	319	2,507	4,634
TOTAL	5,158									

DE 8:00 A 9:00 A.M.

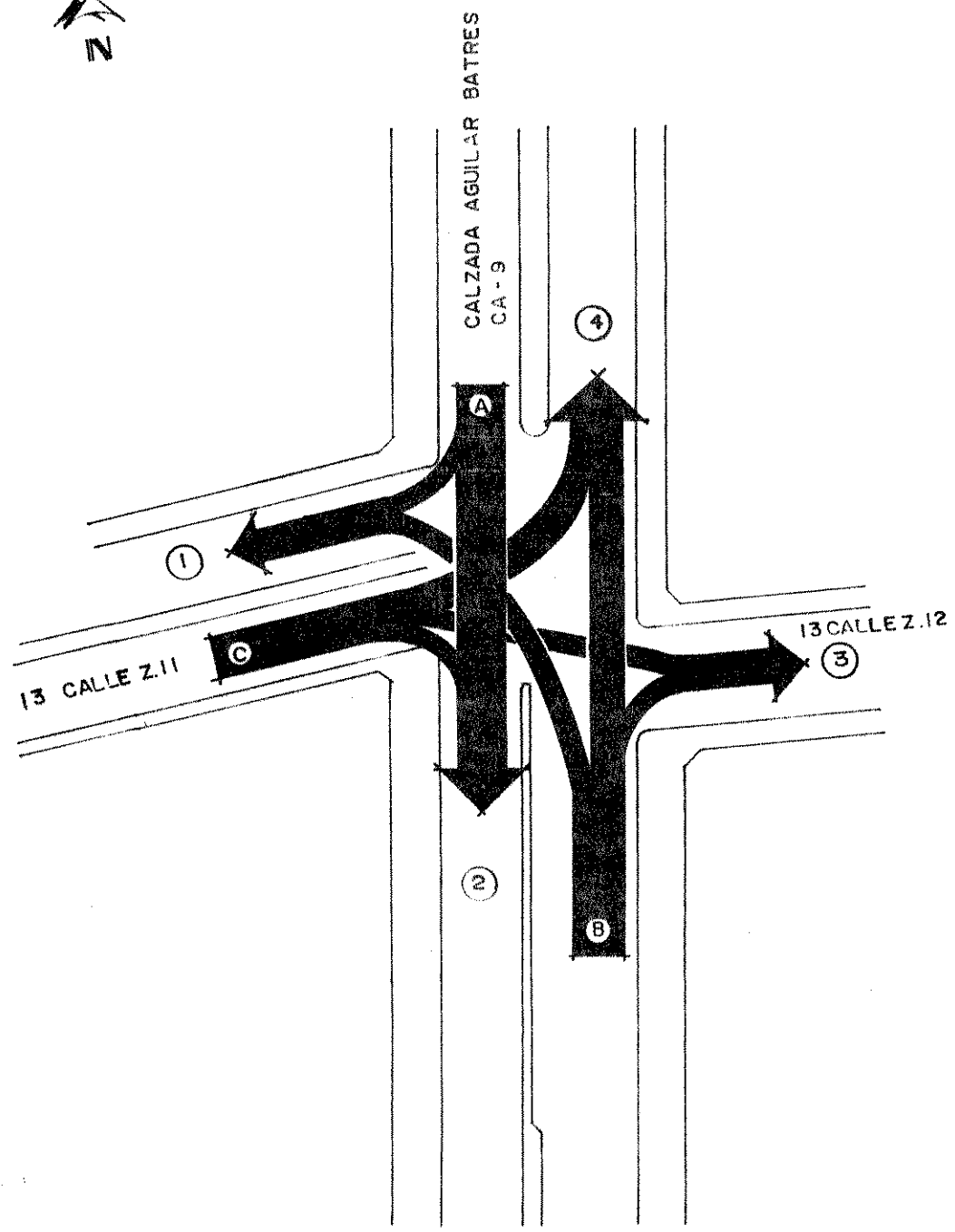
MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	7	142	2	0	151	152	1,091	0	1	1,244
B	33	0	0	173	206	227	14	18	876	1,135
C	-	19	18	8	45	-	159	125	463	747
Subtotal	40	161	20	181	402	379	1,264	143	1,340	3,126
TOTAL	3,528									

DE 7:00 A 9:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	12	359	3	0	374	335	2,255	0	2	2,592
B	70	0	0	369	439	591	24	40	2,528	3,183
C	-	52	42	19	113	-	246	422	1,317	1,985
Subtotal	82	411	45	388	926	926	2,525	462	3,847	7,760
TOTAL	8,686									

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

AÑO: 1987
HORA PICO 7-8 A.M



GRAFICA I

CUADRO "B"

VOLUMEN DE TRANSITO AÑO 1988

DE 7:00 A 8:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	-	192	-	-	192	279	1,267	7	3	1,556
B	46	-	3	164	213	296	2	8	940	1,246
C	-	32	23	16	71	1	103	288	880	1,272
Subtotal	46	224	26	180	476	576	1,372	303	1,823	4,074
TOTAL	4,550									

DE 8:00 A 9:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	4	146	2	-	152	197	879	1	3	1,080
B	49	-	3	180	232	255	1	10	757	1,026
C	-	46	27	17	90	-	160	140	601	901
Subtotal	53	192	32	197	474	452	1,043	151	1,361	3,007
TOTAL	3,481									

DE 9:00 A 10:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	4	140	-	-	144	134	1,034	2	5	1,175
B	42	-	1	146	189	243	4	14	688	949
C	-	55	26	14	95	-	210	130	483	823
Subtotal	46	195	27	160	428	377	1,248	146	1,176	2,947
TOTAL	3,375									

DE 10:00 A 11:00 A.M.

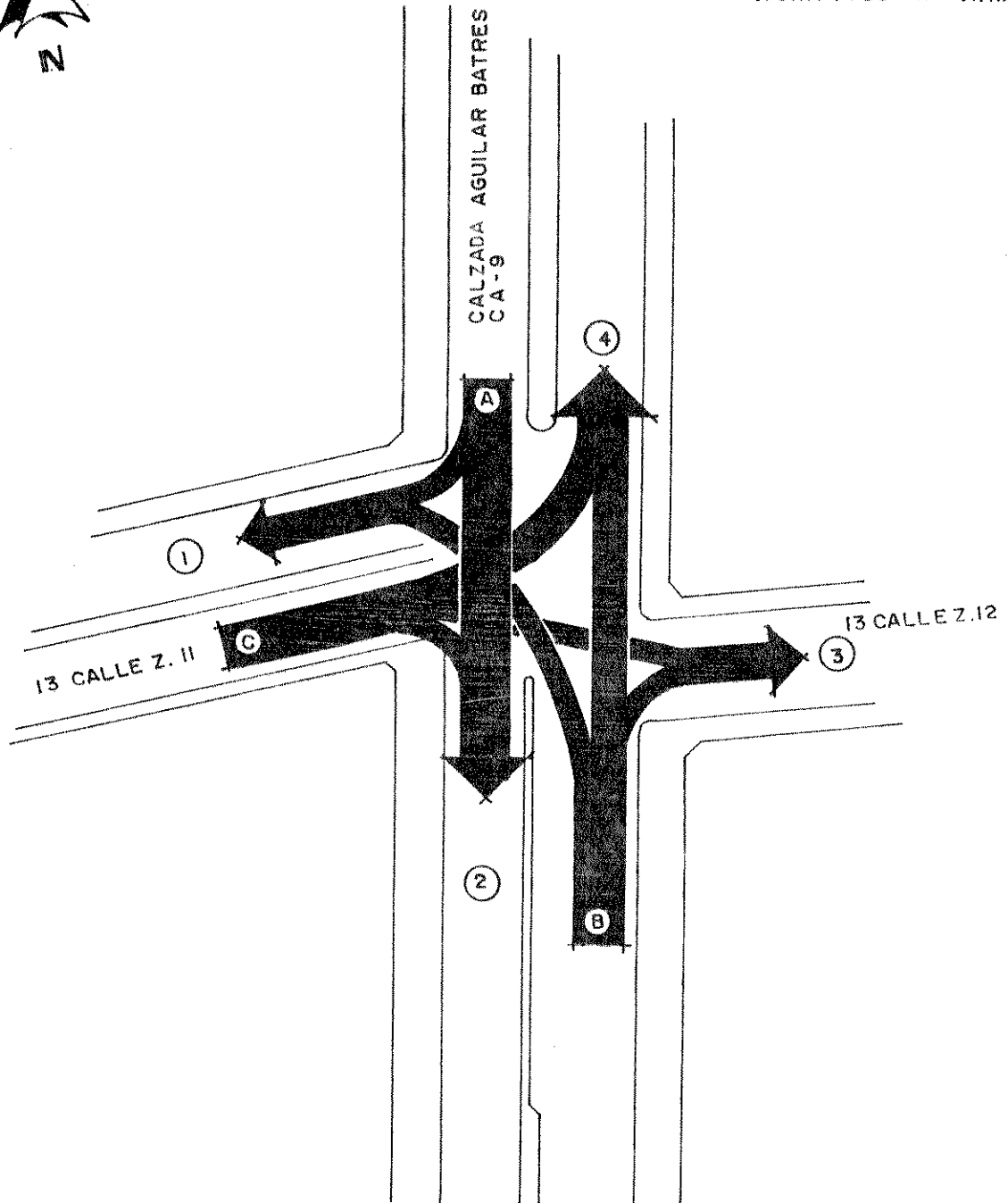
MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	13	138	-	-	151	171	1,022	4	4	1,201
B	59	1	1	161	222	260	17	10	631	918
C	-	52	34	20	106	-	172	115	405	692
Subtotal	72	191	35	181	479	431	1,211	129	1,040	2,811
TOTAL	3,290									

DE 7:00 A 11:00 A.M.

MOV.	PESADOS Y BUSES					LIVIANOS				
	1	2	3	4	subtotal	1	2	3	4	subtotal
A	21	616	2	-	639	781	4,202	14	15	5,012
B	198	1	8	651	858	1,054	27	42	3,016	4,139
C	-	185	110	67	362	1	645	673	2,369	3,688
Subtotal	217	802	120	718	1,857	1,836	4,874	729	5,400	12,839
TOTAL	14,696									

AÑO: 1988

HORA PICO 7-8 A.M



GRAFICA II

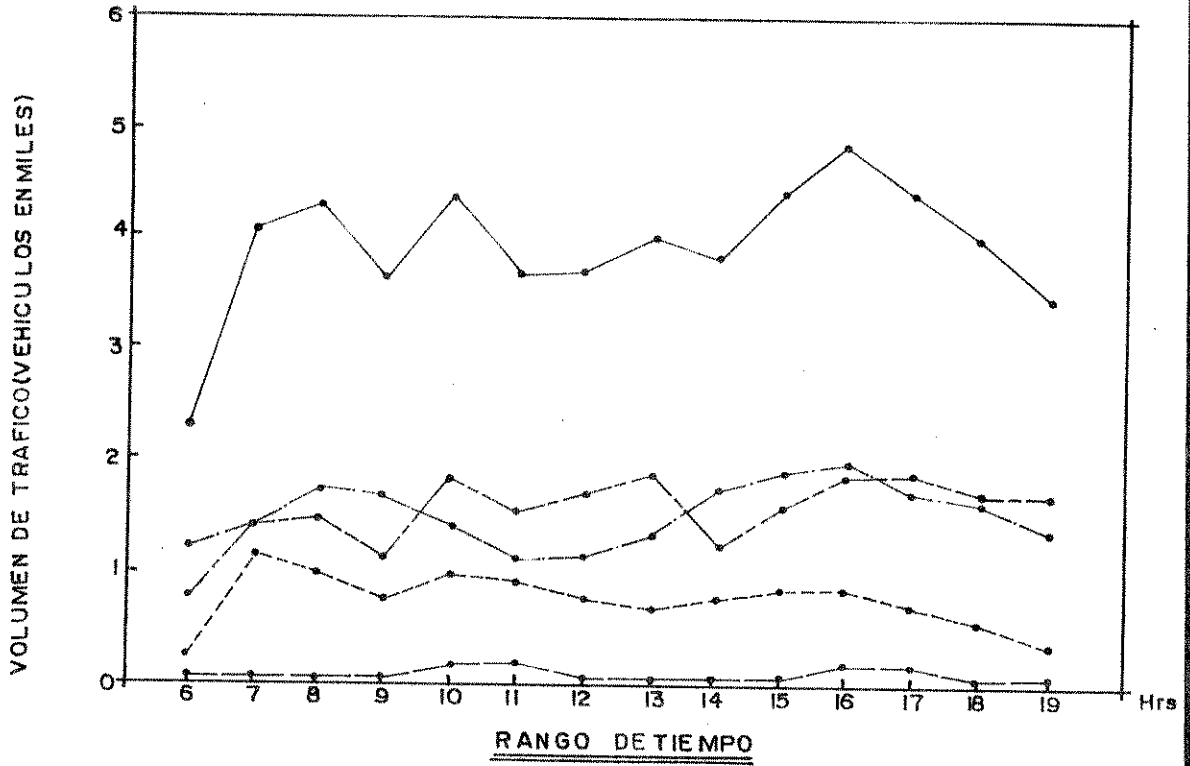
CUADRO "C"

VOLUMEN DE TRANSITO AÑO 1990

HORARIO	VEHICULO		MOTOCICLETA	TOTAL
	LIVIANO	PESADO		
06:00 - 07:00	1.678	491	148	2.317
07:00 - 08:00	3.281	547	288	4.096
08:00 - 09:00	3.431	615	282	4.328
09:00 - 10:00	2.979	440	236	3.657
10:00 - 11:00 *	3.503	588	254	4.385
11:00 - 12:00	2.967	437	253	3.677
12:00 - 13:00	3.040	484	217	3.721
13:00 - 14:00	2.953	784	275	4.012
14:00 - 15:00	2.927	605	302	3.834
15:00 - 16:00	3.325	743	385	4.433
16:00 - 17:00 *	3.547	801	448	4.796
17:00 - 18:00	3.441	674	342	4.457
18:00 - 19:00	3.187	580	274	4.021
19:00 - 20:00	2.673	509	140	3.522
TOTALES	43,172	8,358	3,628	55,258

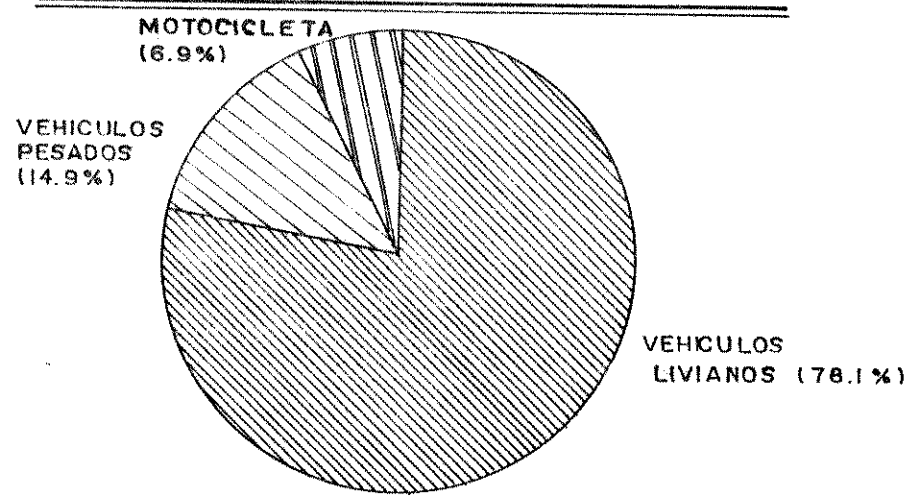
* Hora Pico

INGRESO DE VOLUMEN DE TRAFICO



- PUNTO DE INGRESO A : ———
- PUNTO DE INGRESO B : ———
- PUNTO DE INGRESO C : - - - -
- PUNTO DE INGRESO 3 : ———
- PUNTO DE INGRESO TOTAL : ———

VOLUMEN DE INGRESO TOTAL



GRAFICA III

6.3 SEÑALIZACION Y SEMAFOROS:

La señalización de tránsito en la intersección bajo estudio puede observarse en la gráfica V. Sin embargo, cabe mencionar que dicha señalización últimamente ha sufrido algunos cambios debido a la ineficiencia que anteriormente presentaba, dado el considerable flujo de vehículos que transita por dicha intersección.

En cuanto a los semáforos, puede observarse que, para los movimientos que es posible efectuar en esta intersección se cuenta con dispositivos electrónicos para el control de los movimientos vehiculares, más no se cuenta con la misma previsión para el movimiento peatonal y debido al alto volumen de tránsito que hace uso de la intersección bajo estudio, se provoca congestionamiento principalmente durante la hora pico, lo que hace de los dispositivos reguladores mecanismos obsoletos de control.

6.4 CONDICIONES GEOMETRICAS Y CAPACIDAD

La geometría de la calzada y de la calle en la intersección, es posible observarla en la gráfica número VI.

La capacidad física de flujo vehicular se observa afectada principalmente por el tráfico de transporte

pesado, puesto que al efectuar las diversas maniobras en la intersección, ocupa más de un carril; así como la velocidad, que es menor a la de los vehículos livianos, hace que el problema de congestionamiento se agrave. Asimismo las paradas de buses cercanas a la intersección provocan obstaculización de flujo, debido a que las áreas destinadas a dichas maniobras son bastantes estrechas y muy cerca de la intersección.

Por otra parte es de hacer notar que durante el transcurso del día el ciclo de cambio de los semáforos no es del todo deficiente, pero la situación cambia considerablemente al llegar las horas pico, puesto que debido a la gran cantidad de tránsito a estas horas los tiempos que se asignan a cada movimiento resultan insuficientes ya, que el número de vehículos que logran superar la intersección es muy bajo; situación que cada vez tiende a ser más problemática, puesto que los periodos pico se incrementan a medida que el volumen de tránsito crece.

CUADRO "D"

VOLUMEN DE TRANSITO AÑO 1990

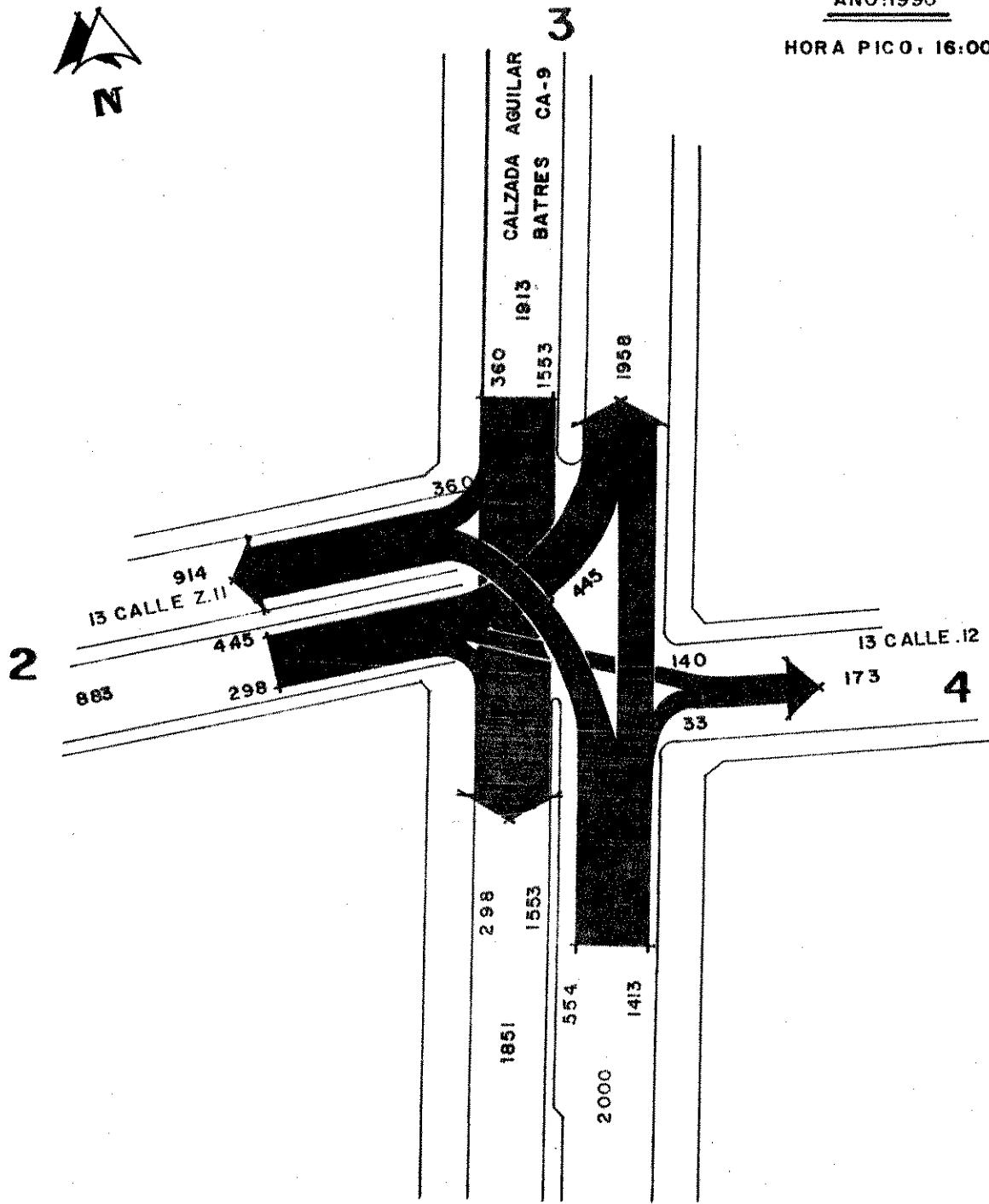
FLUJO VEHICULAR		HORA	HORA PICO
ORIGEN	DESTINO	DE 10:00 A 11:00	DE 16:00 A 17:00
1	2	444	554
1	3	1,008	1,413
1	4	12	33
INGRESO TOTAL	1	1,464	2,000
SALIDA TOTAL	1	1,933	1,851

FLUJO VEHICULAR		HORA	HORA PICO
ORIGEN	DESTINO	DE 10:00 A 11:00	DE 16:00 A 17:00
2	1	200	298
2	4	134	140
2	3	676	445
INGRESO TOTAL	2	1,010	883
SALIDA TOTAL	2	822	914

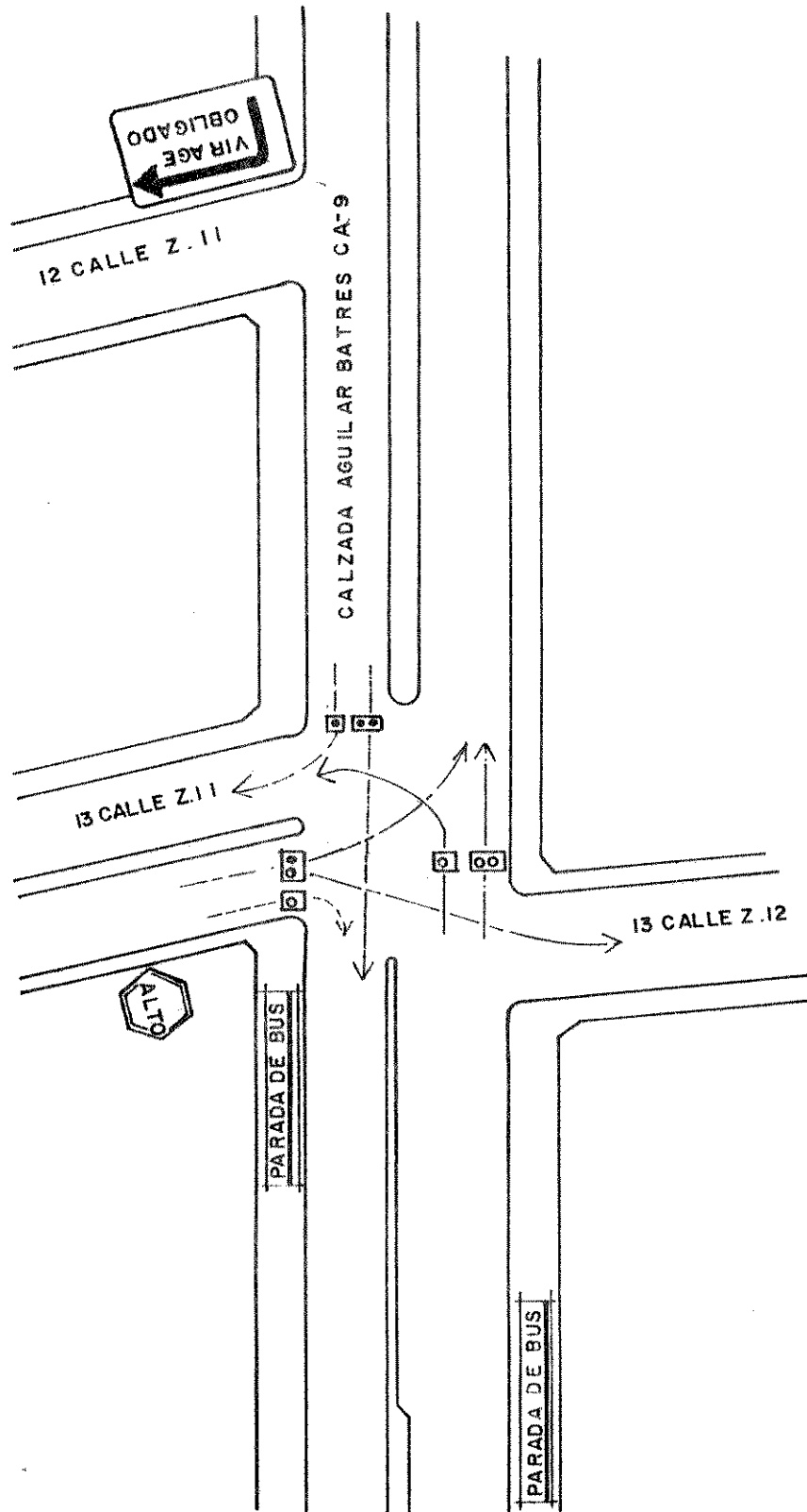
FLUJO VEHICULAR		HORA	HORA PICO
ORIGEN	DESTINO	DE 10:00 A 11:00	DE 16:00 A 17:00
3	1	1,433	1,553
3	2	178	380
INGRESO TOTAL	3	1,611	1,913
SALIDA TOTAL	3	1,664	1,858

AÑO: 1990

HORA PICO: 16:00 - 17:00 Hrs



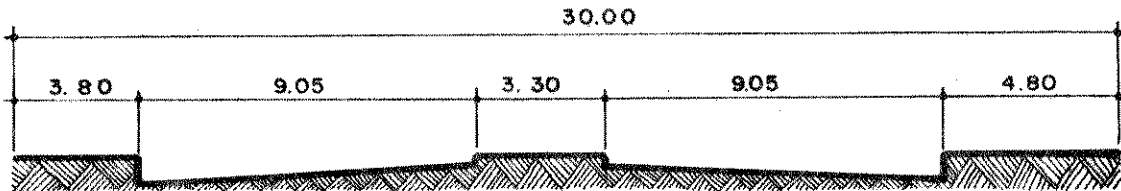
GRAFICA IV



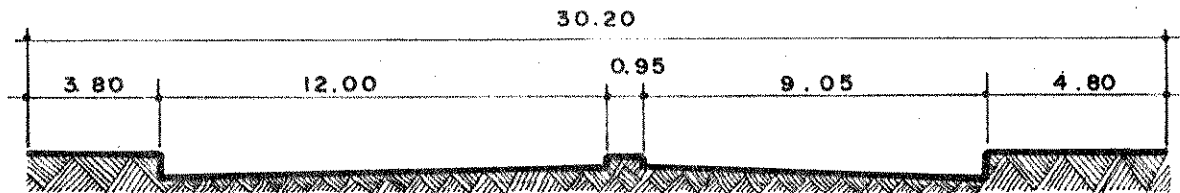
GRAFICA IV

GEOMETRIA DE LA CALZADA AGUILAR BATRES CA-9

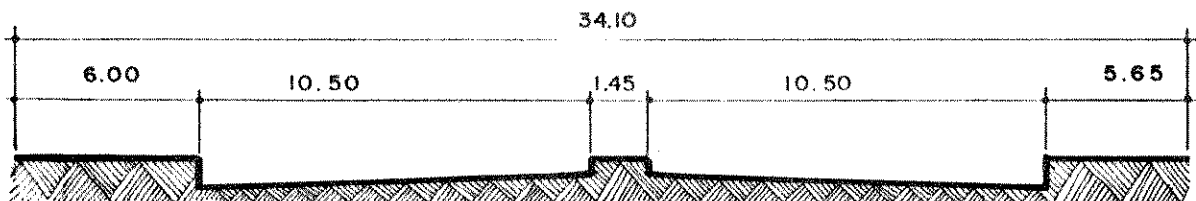
AL NORTE DE LA 13 CALLE 100 MTS DE INTERSECCION



AL SUR DE LA 13 CALLE 30 MTS DE INTERSECCION



AL SUR DE LA 13 CALLE 150 MTS DE INTERSECCION



GRAFICA VI

6.5 OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA INTERSECCION.

El crecimiento de la ciudad de Guatemala, ha traído consigo aspectos negativos, debido a que no se ha contado con políticas adecuadas de desarrollo urbano, lo que ha generado que el crecimiento urbano sea anárquico.

Dentro de los principales aspectos negativos o problemas que actualmente se padecen en la urbe más grande de la región Centroamericana, se encuentra la contaminación ambiental, la cual es ocasionada por diversos factores; sin embargo uno de los principales causantes del problema es la inadecuada circulación de vehículos automotores y de transporte en general, debido a la gran cantidad de humo que éstos generan y que en la mayoría de los casos se debe a la ausencia total o parcial de mantenimiento mecánico por parte de conductores y propietarios de los diversos medios de transporte. Este problema se intensifica en las áreas de críticas, tal como la intersección analizada, pues debido al congestionamiento y largas colas de vehículos que en ésta se forman, provoca que se generen altos índices de gases tóxicos, como el monóxido de carbono, los cuales son sumamente dañinos para la salud de las personas que hacen uso de la intersección como de quienes residen o trabajan

en los diversos comercios o empresas aledañas al área de la intersección.

Otro contaminante de origen vehicular es el ruido ocasionado por los motores de los vehículos, así como el ocasionado por la bocina de los mismos, lo cual afecta el sistema auditivo de las personas, provocando también trastornos al sistema nervioso.

7.

ANALISIS DE LA INFORMACION

Como es posible observar la calzada Aguilar Batres CA-9 desaloja diariamente un volumen superior a los 50,000 vehiculos, lo cual indica que es una vía de alta demanda vehicular, y al transcurrir la hora pico la capacidad de libre flujo de vehiculos se ve altamente disminuida y se entorpece por diversas razones, dentro de las cuales destacan:

- a) El faseo de los semáforos es incapaz de desalojar la gran cantidad de flujo vehicular, puesto que aunque para algunas horas del día es efectivo, al transcurrir la hora pico se vuelve inoperante, debido a que no proporciona los tiempos necesarios de desalojo en cada una de las direcciones que se observan en la intersección, por lo cual se hace necesario pensar en una solución más eficaz para disminuir el congestionamiento.
- b) Existen paradas de buses a escasos metros de la intersección, lo cual contribuye considerablemente a que el congestionamiento se agudice, puesto que el volumen que ocupan los autobuses, así como la lentitud con que inician su desplazamiento genera un embotellamiento

mayor, situación que ocasiona pérdida de tiempo, combustible y paciencia a los conductores de vehículos livianos principalmente.

- c) La falta de una adecuada señalización, origina un gran desorden de los vehículos que desean virar hacia la trece calle zona 11, y que proceden de la calzada Aguilar Batres sur, lo cual es razón para que se inicie un gran congestionamiento, ya que aún estando el semáforo en fase de luz verde los vehículos no pueden continuar su marcha debido a que existen otros obstruyendo el paso en espera de continuar su marcha, situación que agrava el problema.

De manera que de lo anterior se concluye que es necesario encontrar una solución que proporcione un adecuado y eficiente movimiento vehicular, pues como se ha indicado la situación actual presenta varios factores que hacen difícil pensar en soluciones parciales, ya que debido al alto índice de crecimiento del número de vehículos en un corto plazo los problemas se harán sentir con un mayor grado de complicación.

8.

DIAGNOSTICO

El diagnóstico de los problemas ocasionados por el congestionamiento de tránsito en la intersección bajo estudio es el siguiente:

SITUACION ACTUAL

1. El volumen de tránsito es demasiado alto en relación con la capacidad de desalojo.
2. Utilización en considerable porcentaje de transporte pesado de la intersección analizada.
3. Mala educación vial por parte de pilotos, lo que ocasiona desorden en el uso de los diferentes carriles.
4. La intersección es semaforizada.
5. La señalización es insuficiente.
6. Existe una influencia comercial en el área de la intersección.

PROBLEMAS

1. Debido al alto volumen de tránsito liviano y pesado la capacidad derivada de la geometría de las vías se ve considerablemente disminuida.
2. Debido a la mala educación vial de los pilotos, se genera desorden y congestionamiento, además que produce alta obstaculización de vehículos

que utilizan las otras calles de la intersección.

3. Por ser una intersección semaforizada, y contar con una ineficiente señalización se produce durante la hora pico una drástica reducción de la velocidad de operación de los vehículos, lo cual produce la formación de colas que generan un mayor gasto de combustible e incremento en la contaminación ambiental.

De acuerdo a la información obtenida y analizada en capítulos anteriores y con el fin de aportar una alternativa que permita solucionar el grave problema de congestionamiento que actualmente se presenta en la intersección bajo estudio, se propone la solución que a continuación se describe:

- a) Construcción de las obras que permitan la separación de niveles de las vías que convergen en la intersección analizada.
- b) Eliminación de las paradas de autobuses urbanos que se encuentren cercanas a la intersección.
- c) Habilitar a corto plazo rutas alternas para el desfogue de transporte pesado, pues es causante en alto grado del congestionamiento.

El diseño preliminar se desarrollará en función de la separación de niveles propuesta relativa a la intersección conformada por la calzada Aguilar Batres, CA-9 y trece calle de las zonas once y doce de la ciudad de Guatemala.

Para el cálculo de los volúmenes futuros de tránsito se utilizarán los datos obtenidos en conteos realizados en el año de 1,990, representados en la gráfica IV, debido a que son los más recientes y completos, además se considera una tasa de crecimiento vehicular anual del 7%, la cual fué obtenida de estudios realizados por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, para el Plan Maestro de Transporte de la Municipalidad de Guatemala.

- 10.1 DETERMINACION DE VIA SOBRE LA CUAL DEBE PASAR EL PASO A DESNIVEL Y PERFIL A DISEÑAR EN LA INTERSECCION. Para determinar que vía debe modificar su nivel de rasante, es necesario tomar en cuenta algunos factores tales como: la capacidad y condiciones geométricas, así también la cantidad de vehículos que desaloja cada vía, anteriormente vistas en las gráficas IV y VI.

Es importante también considerar las condiciones

actuales de la infraestructura de servicios, tales como: agua potable, drenajes, teléfonos y electricidad, así como los proyectos de ampliación que se realizarán en el futuro por empresas como Empagua, EEGSA, Guatel y que pudieran influir en la decisión a tomar; sin embargo la modificación y consideraciones a este respecto se analizarán al determinar la geometría y el perfil del paso a desnivel.

De acuerdo a la geometría y flujo de vehículos es posible observar que la trece calle presenta cambios en sus características geométricas, debido a que en el lado poniente (zona 11) es una calzada de cuatro carriles, mientras que del lado de la zona 12 es únicamente de un carril, además de presentarse una ligera desviación longitudinal al intersectar a la calzada Aguilar Batres. Adicionalmente los volúmenes de tránsito que fluyen por la trece calle son considerablemente inferiores comparados con los que operan a través de la calzada Aguilar Batres al transcurrir la hora pico, puesto que en la trece calle zona 11, entran 914 vehículos livianos y salen 883, mientras que en la calzada en dirección Sur, entran 1553 y salen 1913 vehículos livianos respectivamente, hacia el Norte entran 2000 y salen 1858 vehículos livianos respectivamente.

De manera que de lo expuesto con anterioridad se

establece que el desnivel debe pasar a través de la calzada Aguilar Batres para así lograr una fluidez sin interrupción, quedando la Trece calle a nivel.

En relación al perfil que tendrá el paso a desnivel que debe pasar a través de la calzada Aguilar Batres, se presentan dos alternativas por considerarse que son las que más se ajustan a las características geométricas actuales:

- A) Paso a desnivel en depresión.
- B) Paso a desnivel elevado.

Puesto que las dos alternativas presentadas, buscan solucionar en forma efectiva y definitiva el problema de congestionamiento que actualmente padece la intersección analizada, se proponen las características geométricas con que deben diseñarse, en función de los volúmenes de tránsito futuros, así como la señalización e iluminación necesarias y el costo a que asciende cada una de las mismas.

Es importante indicar que debido a que a lo largo de la calzada Aguilar Batres se ubican viviendas, así como diversos comercios y empresas, se hace necesario que el desnivel se localice al centro de la calzada, dejando así un carril a nivel a cada lado de la misma, el cual servirá para efectuar tanto los

los accesos y salidas a dichas edificaciones, como también para realizar los movimientos necesarios en la trece calle.

10.2 ESTIMACION DE VOLUMENES DE TRANSITO FUTUROS.

Para la estimación de los volúmenes de tránsito futuros se utilizaron los datos de la gráfica IV por ser los más críticos; no obstante que el período óptimo de diseño es de 20 años, para el presente cálculo se utilizarán 25 años, debido a que los datos con que se cuenta corresponden a conteos realizados en el año de 1,990, y lo que se pretende es proyectarlos al año 2,015. Para el cálculo de volúmenes de diseño futuros y volúmenes máximos, se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$10.2.a.) \quad \text{Vol. (VPH)}_{\text{max.}} = \frac{1,000 \text{ (m/km)} * \text{Velocidad (km/h)}_{\text{diseño}}}{e \text{ (m/vehículo)}}$$

e: Espacio que debe existir entre un vehículo y otro al circular a velocidad de diseño, de tal forma que al frenar de manera repentina, el vehículo recorra un espacio tal que no le permita colisionar con el vehículo que va delante de él.

$$10.2.b.) \quad \text{Vol. (VPH)}_{\text{diseño}} = K * \text{Volumen actual (VPH)}$$

$$\text{siendo } K = \frac{(1 + r)^n - 1}{(20 * r)}$$

n: Es el período de diseño en años.

r: Es la tasa anual de crecimiento de los vehículos

para el periodo de diseño estimado.

Así, siendo $n = 25$ y $r = 0.07$ (7%).

$$K = \frac{(1 + 0.07)^{25} - 1}{(20 * 0.07)} = 3.16$$

De manera que para obtener los volúmenes de diseño futuros, se multiplica el valor $K = 3.16$ por los valores actuales de volúmenes representados en cuadro D y gráfica IV. Los volúmenes de diseño futuros así como su representación puede verse en el cuadro E y gráfica VII.

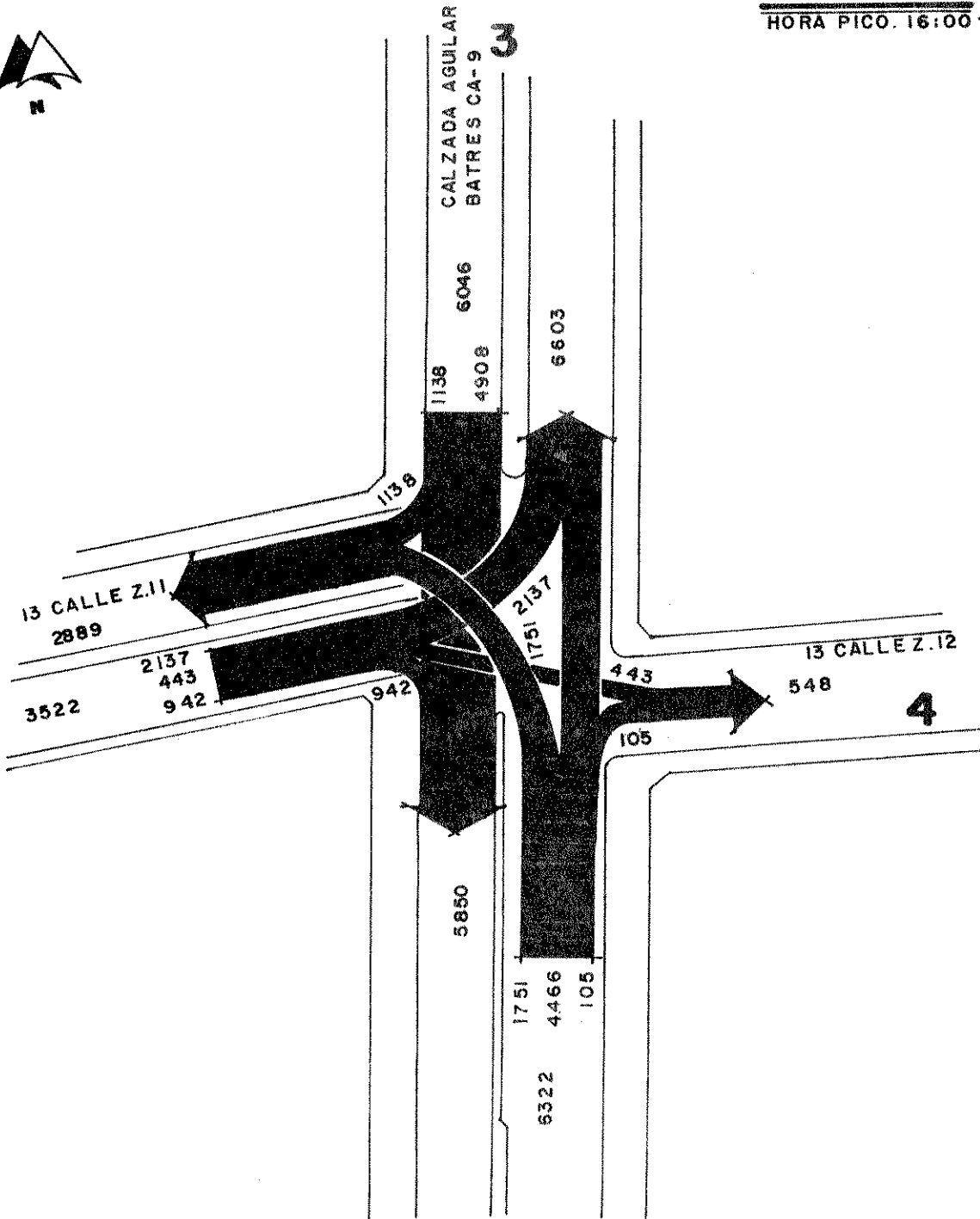
CUADRO "E"

VOLUMEN DE TRANSITO FUTURO

MOVIMIENTOS	FLUJO VEHICULAR		VOLUMEN CRÍTICO ACTUAL	FACTOR K	VOLUMEN FUTURO (VPH)
	ORIGEN	DESTINO			
1	1	2	554	3.16	1,751
2	1	3	1,413	3.16	4,466
3	1	4	33	3.16	105
4	2	1	298	3.16	942
5	2	4	140	3.16	443
6	2	3	676	3.16	2,137
7	3	1	1,553	3.16	4,908
8	3	2	360	3.16	1,138



2



GRAFICA VII

Para calcular el volumen máximo, se estima que la velocidad de diseño para los vehículos que transiten por el paso a desnivel en la calzada Aguilar Batres, será de 50 km/hora. El espaciamiento "e" de acuerdo a la velocidad de diseño será de 20 metros/ vehículo. Así:

$$\text{Volumen máximo} = \frac{1,000 (\text{m/km}) * 50 (\text{km/h})}{20 (\text{m/vehículo})} = 2,500 (\text{VPH})$$

VPH = vehículos por hora.

Con los datos previamente calculados, se procede a determinar las condiciones geométricas y de capacidad con que debe diseñarse el paso a desnivel sobre la calzada Aguilar Batres CA-9.

10.2.1 Paso a desnivel sobre calzada Aguilar Batres:

De acuerdo a los volúmenes futuros anteriormente calculados y representados en cuadro E y gráfica VII, se tiene:

A) Flujo vehicular de calzada Aguilar Batres en dirección Norte, movimiento 1 - 3:

Volumen diseño: 4,466 vehículos por hora (VPH).

Si se considera que el desnivel en esta dirección tendrá 2 carriles, entonces:

Volumen de diseño = 4,466/2 carriles = 2,233 VPH por carril, de manera que:

Volumen diseño = 2,233 VPH < Vol. máx. = 2,500 VPH por lo tanto el paso a desnivel sobre la calzada Aguilar Batres CA-9 en dirección Norte,

deberá diseñarse con dos carriles.

B) Flujo vehicular de calzada Aguilar Batres en dirección Sur, movimiento 3 - 1:

Volumen diseño: 4,908 vehículos por hora (VPH).

Si se considera que el desnivel en esta dirección tendrá dos carriles, entonces:

Volumen diseño = $4,908 / 2$ carriles = 2,454 VPH en cada carril, de manera que:

Volumen diseño = 2,454 VPH < Vol. máx. = 2,500

VPH, por lo tanto la calzada Aguilar Batres en dirección Sur, deberá diseñarse con dos carriles.

Los 6 movimientos restantes que se observan en la intersección bajo estudio se darán en los carriles a nivel que correrán paralelamente a la calzada Aguilar Batres, así como en la 13 calle, a través del puente de interconexión. Debido a que los volúmenes futuros que corresponden a dichos movimientos son menores al Volumen máximo calculado de 2,500 VPH, como puede verse en el cuadro "E", cada uno de los movimientos deberá contar al menos con un carril para su adecuada operación.

10.3 GEOMETRIA DEL PASO A DESNIVEL:

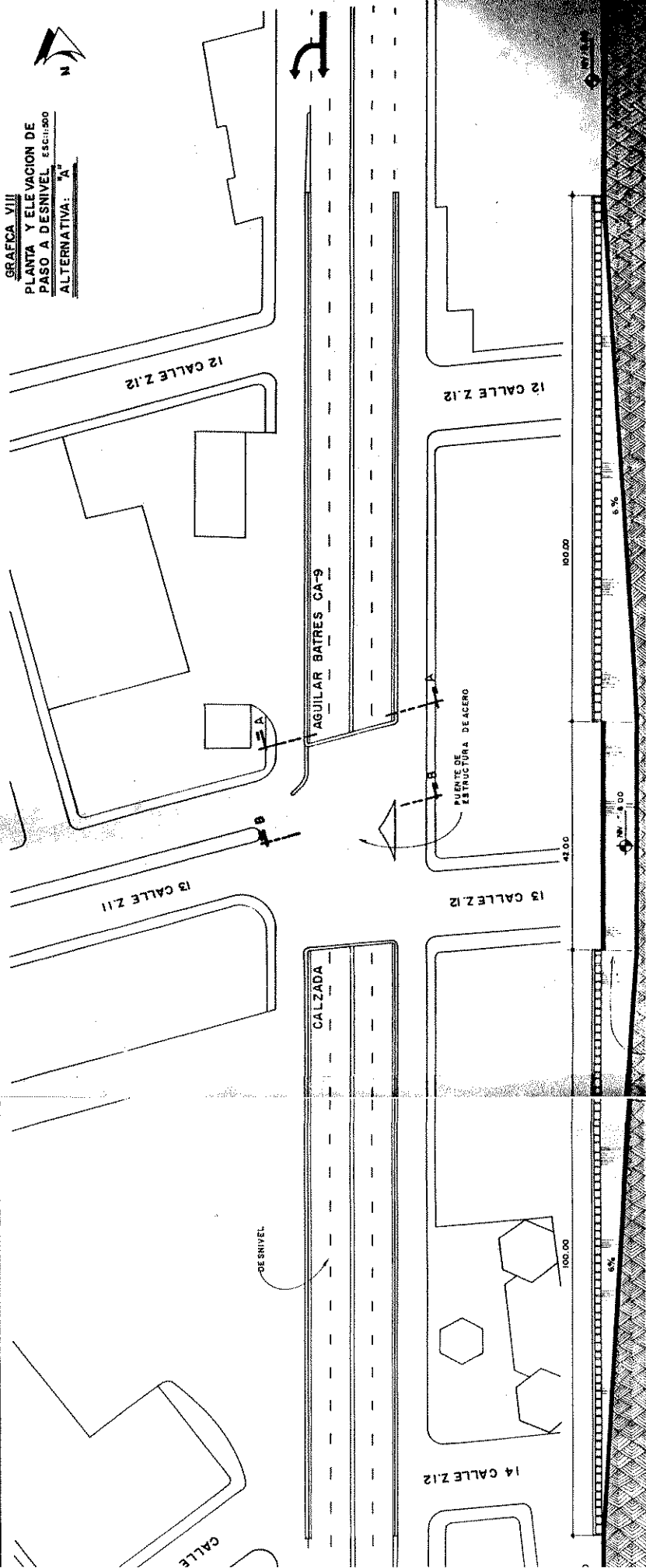
10.3.1. ALTERNATIVA "A": PASO A DESNIVEL EN DEPRESION.

De acuerdo a la geometría actual de la calzada Aguilar Batres (gráfica VI), el ancho total de ésta es de 30.00 mts. al límite de propiedad privada, de manera que será el ancho máximo con el que se deberá diseñar el paso a desnivel propuesto. De esta manera los carriles auxiliares que correrán paralelamente a la CA-9 Sur, tendrán un ancho de 5.00 metros y quedarán separados del límite de propiedad por medio de una banqueta de uso peatonal de 1.50 mts. El ancho total del paso a desnivel será de 16.00 mts., así la sección transversal quedará compuesta por 2 bordillos guardallantas de 0.50 mts. un arriate central de 0.60 mts. y las pistas centrales de 7.20 mts. en cada vía. Cada pista central contará con dos carriles, en los cuales es conveniente considerar que al circular 2 vehículos paralelamente debe existir una separación entre ambos, tal que permita que éstos circulen a la velocidad de diseño sin riesgo de colisionar. Así mismo debe existir separación entre el vehículo y el guardallantas y entre el otro vehículo y el arriate central. La distancia recomendada es de 0.40 mts, con lo cual se tiene un ancho total de 1.20 metros

de pista que no se utilizará y al restarlo del ancho de pista da un ancho efectivo de 6.00 mts. quedando así un ancho efectivo de carril de $6.00/2 = 3.00$ mts., el cual es adecuado para la circulación de dos hileras de vehículos bajo condiciones seguras. Para el desarrollo longitudinal del paso a desnivel en depresión se consideró una pendiente del 6%, tanto en la rampa de ingreso como en la de salida de la depresión, por considerar que es adecuada, si se toma en cuenta que por esta calzada circulará transporte pesado y el cual debe ascender la rampa de salida sin disminuir bruscamente la velocidad de diseño. La altura que tendrá el desnivel será de 6.00 metros, de la cual se debe restar el peralte del puente de acero que se construirá en la 13 calle, de esta manera se contará con una altura efectiva de 5.00 metros de la rasante de rodadura a la parte inferior de las vigas del puente, misma que se considera adecuada para que los vehículos de transporte pesado circulen sin riesgo de topar con la estructura del mismo debido a su altura.

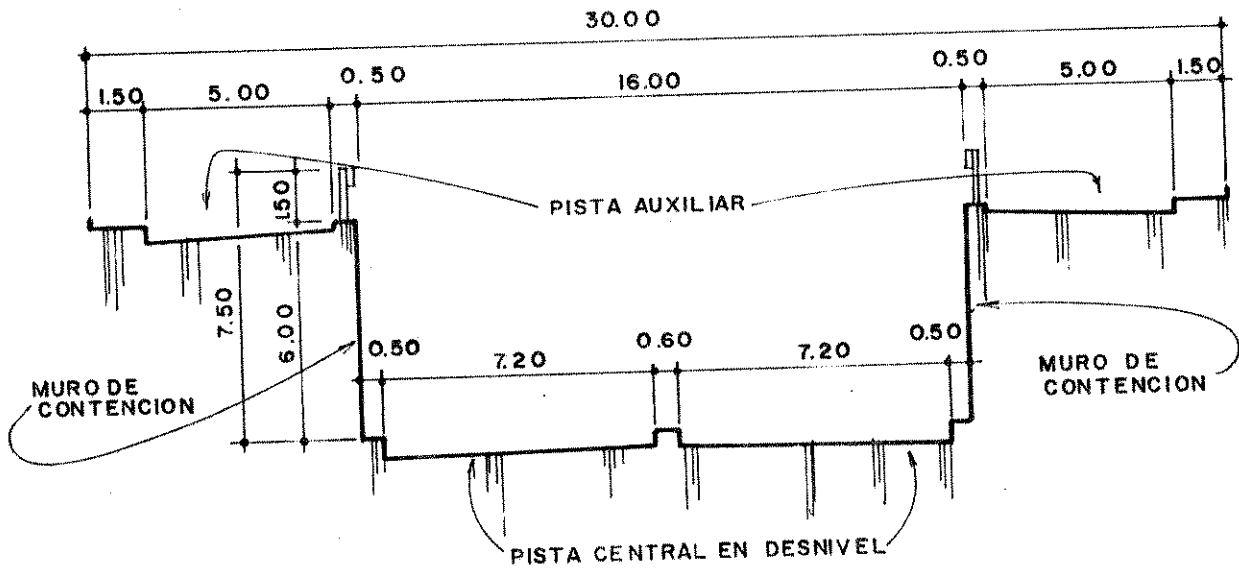
La geometría preliminar descrita anteriormente para esta alternativa, puede observarse en la gráfica VIII.

GRAFICA VIII
 PLANTA Y ELEVACION DE
 PASO A DESNIVEL ESC: 1:500
 ALTERNATIVA: "A"

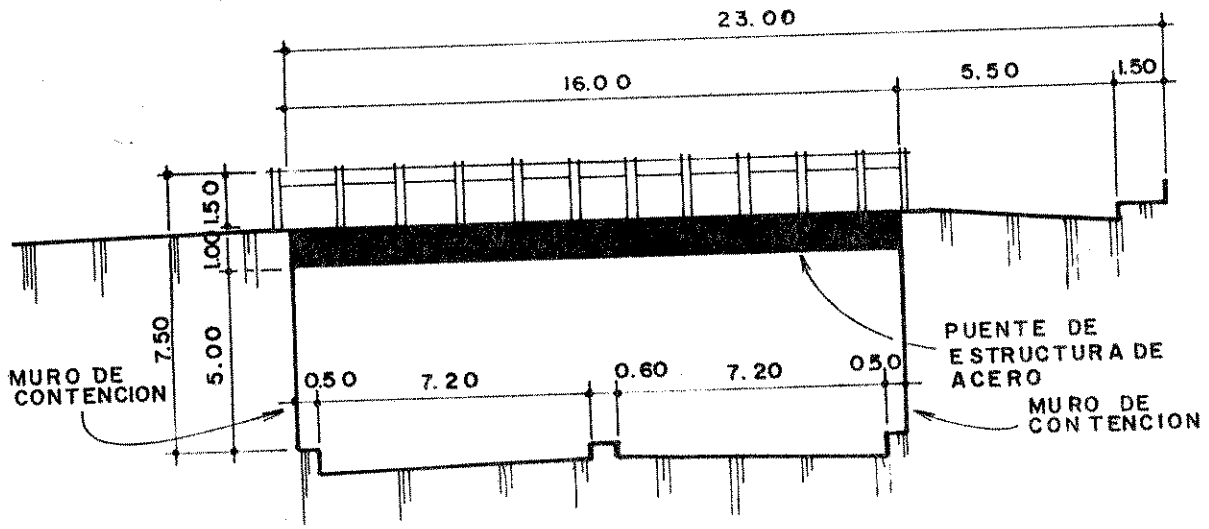


DETALLE GEOMETRICO DE PASO A DESNIVEL

ALTURA DE RASANTE DE DESNIVEL
 A ESTRUCTURA DE PUENTE 5.00



SECCION A-A
 ESCALA: 1:200



SECCION B-B
 ESCALA: 1:200

ANEXO GRAFICA VIII

Es importante además indicar que de realizarse el proyecto según esta alternativa, será necesario hacer modificaciones en los sistemas sanitarios que actualmente se localizan en la intersección. Para esto se propone que tanto la tubería de conducción de drenajes como de agua pluvial, sea readecuada subterráneamente a lo largo de los carriles auxiliares, ya que éstos no presentarán cambios respecto de lo niveles actuales de rasante.

El mismo procedimiento se recomienda para readecuar la tubería de agua potable, así como los ductos de instalaciones telefónicas y alumbrado eléctrico.

El agua pluvial que se colectaría en la parte baja de la depresión, sería conducida por medio de tubería de cemento de 16" de diámetro hacia la red existente, la cual cuenta con cotas adecuadas para este procedimiento, como se pudo constatar en el Departamento de Alcantarillados de la Empresa Municipal de Agua, Empagua.

10.3.2. ALTERNATIVA "B": PASO A DESNIVEL ELEVADO.

Las características geométricas de esta alternativa son similares a las determinadas en el desarrollo de la alternativa anterior, puesto que en este caso los carriles auxiliares que corrieran paralelamente al al desnivel, conservarán el nivel de rasante actual

por ser necesario, según se indicó, lo que hace que se cuente con las mismas dimensiones transversales para la distribución de los carriles de las pistas centrales del desnivel.

Debido a que el desnivel se elevará sobre la calzada Aguilar Batres, el puente que forme la misma, se propone que sea construido por medio de columnas "I" de concreto armado, para carga y losa también de concreto armado para la construcción de las pistas.

La pendiente con que deberán elevarse las pistas centrales, se propone del 7%, de manera que si la longitud de las rampas de ingreso y salida del desnivel es de 100 metros, se tiene una altura de 7.00 metros del nivel de rasante de la trece calle a la parte alta de la elevación, cuya estructura se calcula tendrá un peralte de 2.00 metros, quedado así un claro efectivo de 5.00 metros, entre el nivel de rasante de la calle y la parte baja de la estructura del puente, la cual al igual que en la alternativa "A" se considera adecuada para la libre circulación del transporte pesado que haga uso de la intersección, que en su mayoría será transporte urbano de pasajeros.

Las características geométricas descritas anteriormente pueden observarse en la gráfica IX.







Respecto a la infraestructura del sistema sanitario

que actualmente se localiza en la intersección, cabe mencionar que por no ser necesarios mayores trabajos de cortes en el suelo, la readecuación del mismo se realizará con menor dificultad y recursos económicos. El agua pluvial que se colectará en la superficie del puente será canalizada por medio de tubería hacia la red existente.

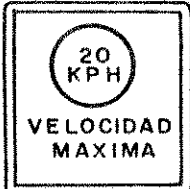

10.4 SERIALIZACION E ILUMINACION

Las señales y dispositivos de tránsito que deberán formar parte del proyecto de paso a desnivel en depresión, están representadas y descritas en la gráfica X y cuadro "F". Para la alternativa "B", se propone la misma distribución de señales y dispositivos, con excepción de las señales que indicarán la altura máxima de los puentes, las que en este caso serán colocadas en ambos lados del puente dirigidas hacia la trece calle.

CUADRO : F SEÑALES DE TRANSITO

SÍMBOLO	NÚMERO	SIGNIFICADO
	1	INDICARÁ AL CONDUCTOR QUE DEBE DETENERSE ANTES DE ENTRAR A UNA VÍA CON PRIORIDAD DE MOVIMIENTO.
	2	INDICARÁ AL CONDUCTOR EL SENTIDO DE CIRCULACIÓN DE LA CALLE A LA CUAL HABRÁN DE CRUZAR.
	3	INDICARÁ LA ALTURA MÁXIMA QUE DEBEN DE TENER LOS VEHÍCULOS QUE UTILICEN EL DESNIVEL, SE COLOCARÁ DEBAJO DE EL PUENTE EN AMBOS SENTIDOS.
	4	INDICARÁ LA VELOCIDAD MÁXIMA A QUE DEBEN CIRCULAR LOS VEHÍCULOS QUE UTILICEN EL PASO A DESNIVEL.
	5	INDICARÁ LA PROHIBICION DE PARQUEO O ESTACIONAMIENTO EN LOS SITIOS SEÑALADOS.
	6	INDICARÁ A PILOTOS DE BUSES Y MICROBUSES QUE NO ES PERMITIDA LA PARADA PARA SUBIR O BAJAR PASAJEROS.

ANEXO CUADRO. F SENALES DE TRANSITO

SÍMBOLO	NÚMERO	SIGNIFICADO
	7	<p>INDICARÁ LA VELOCIDAD MÁXIMA A QUE DEBEN CIRCULAR LOS VEHÍCULOS QUE UTILICEN LOS CARRILES AUXILIARES.</p>
	-	<p>FLECHA DIRECCIONAL PINTADA SOBRE EL PAVIMENTO, DE COLOR BLANCO, PARA INDICAR EL MOVIMIENTO PERMITIDO A LOS VEHÍCULOS, SI DESEAN ENTRAR AL PASO A DESNIVEL O SI DESEAN SEGUIR SOBRE EL CARRIL AUXILIAR.</p>

Es importante indicar que para los movimientos vehiculares que se realicen en los carriles auxiliares así como en la 13 calle, se consideró necesario el uso de dispositivos electrónicos de control (semáforos), debido a que los volúmenes de tránsito en dichos puntos y la geometría de la intersección lo hace indispensable. Con esto se pretende que los movimientos mencionados, se den en forma ordenada y segura, sin que se provoque congestión, puesto que el mayor volumen estará circulando libremente a través de los carriles centrales a desnivel.

EL transporte colectivo de pasajeros por medio de buses y microbuses urbanos y extraurbanos, circulará a través del paso a desnivel (en las dos alternativas), por lo que las paradas para ascenso y descenso de pasaje estarán ubicadas a por lo menos 100 metros de las rampas de ingreso y salida del paso a desnivel.

Respecto a la iluminación del paso a desnivel, para la alternativa "A" se propone instalar postes de alumbrado eléctrico a lo largo de los carriles auxiliares a una distancia máxima de 60 metros entre uno y otro, a cada lado de la calzada. Además será necesario colocar en los extremos centrales del puente, luminarias dirigidas hacia las pistas

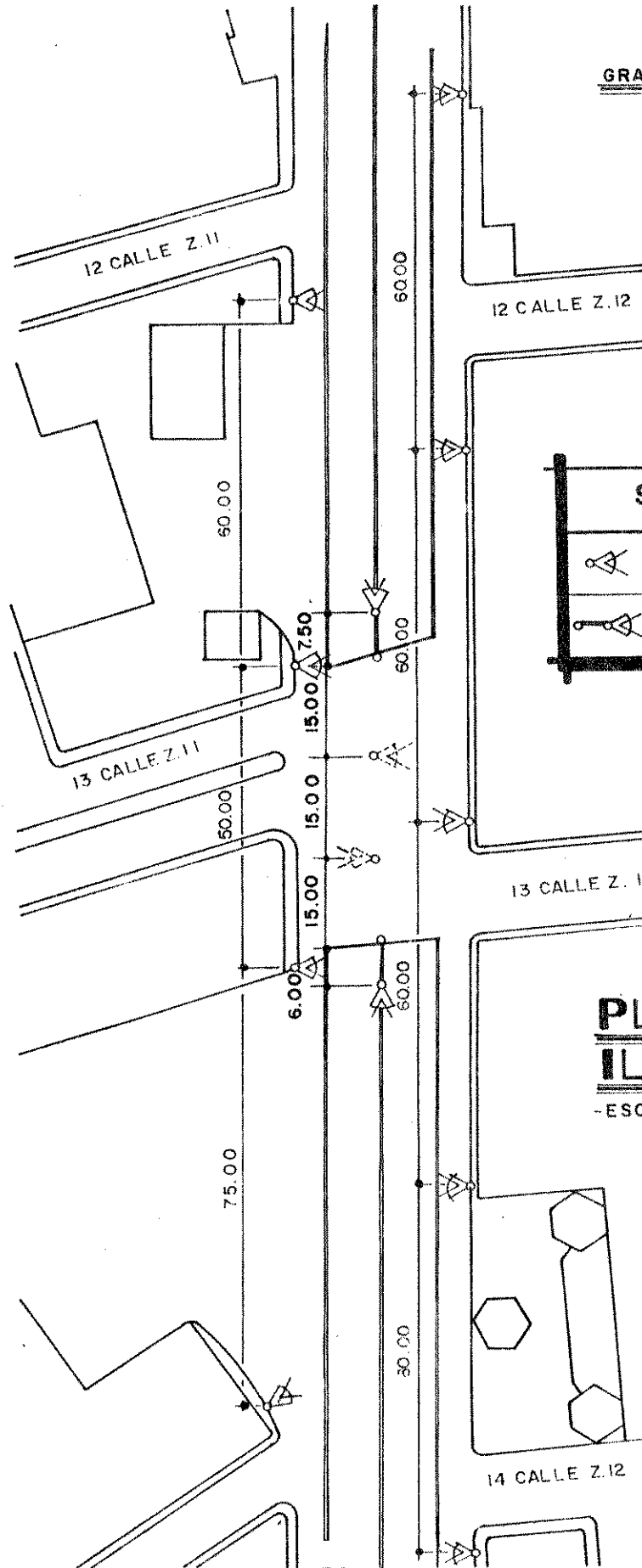
centrales inferiores del desnivel, las cuales estarán suspendidas por medio de extensiones pernadas a la estructura del puente.

Así mismo se deberán colocar al menos 2 lámparas debajo de la estructura del puente, a fin de contar con suficiente iluminación a lo largo de los 42 metros de longitud del mismo. En la gráfica XI, se observa la iluminación propuesta.

La alternativa "B" contará básicamente con la iluminación propuesta anteriormente, a diferencia que las pistas centrales contarán con postes metálicos a ambos lados y debidamente pernados a la estructura exterior del puente, con luminarias dirigidas hacia cada pista, distribuyendo una en cada rampa y una en la parte alta de la elevación.



GRAFICA XI



SIMBOLOGIA

	POSTE LUMINARIA 30 PIES DE ALTO.
	POSTE LUMINARIA 30 PIES DE ALTO Y EXTENSION.

PLANTA DE ILUMINACION

-ESCALA: 1:1000-

11.

C O S T O S

Para determinar el costo de cada una de las alternativas presentadas, se contó con datos proporcionados por la Unidad de Ejecución de Obras de la Municipalidad de Guatemala, los cuales corresponden a costos unitarios de los más recientes trabajos de construcción de los diversos pasos a desnivel desarrollados en la ciudad de Guatemala durante el transcurso del año de 1.995.

Es necesario tomar en cuenta que debido a que los precios con que se calculó cada integración de costos, son datos vigentes en el año de 1995, el costo total del proyecto en cada alternativa, variará según la cotización que tenga la moneda nacional en el momento en que se analice o ejecute el proyecto.

Para calcular la cuantificación de los diversos renglones de trabajo, se tomó como base las características geométricas propuestas, sin embargo fué necesario diseñar algunos elementos estructurales de los puentes, así como de las diversas pistas a construir en cada alternativa. A continuación se presentan las tablas de integración de costos para el desarrollo de cada una de las alternativas presentadas.

INTEGRACION DE COSTOS

PROYECTO:

PASO A DESNIVEL CALZADA AGUILAR BATRES CA-9 Y 13 CALLE, ZONAS 11 Y 12.

ALTERNATIVA " A "

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN "Q"	TOTAL RENGLON
1	TOPOGRAFIA					
1.1	Levantamiento y replanteo de calles y aceras.	Global	Global	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
1.2	Nivelación y secciones de calle y calzada.	Global	Global	Q 3,500.00	Q 3,500.00	
1.3	Control de proceso.	Global	Global	Q 15,000.00	Q 15,000.00	Q 21,000.00
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Corte de material desperdicio	M ³	18,040	Q 18.20	Q 328,328.00	
2.2	Acarreo (Distancia aprox. = 4Km.)	M ³ -K	72,160	Q 2.40	Q 173,184.00	Q 501,512.00
3	PAVIMENTO					
3.1	Reacondicionamiento de Sub-rasante.	M ²	7,900	Q 6.00	Q 46,800.00	
3.2	Capa Sub-base (e = 0.20 m.)	M ²	7,900	Q 13.30	Q 103,740.00	
3.3	Capa base granular (e = 0.15 m.)	M ²	7,900	Q 22.36	Q 174,409.00	
3.4	Riego imprimación Asf. Ro. 250	Galon	2,340	Q 19.40	Q 45,396.00	
3.5	Carpeta de rodadura, concreto asfalto en caliente	M ²	7,900	Q 61.41	Q 479,999.00	
3.6	Concreto cemento / pavimento	M ³	30	Q 592.50	Q 17,775.00	Q 967,117.00
4	MUROS DE CONTENCIÓN (VOLADIZO)					
4.1	Excavación, estructura cimentación	M ³	2,100	Q 14.30	Q 30,030.00	
4.2	Relleno estructural	M ³	4,356	Q 37.00	Q 161,172.00	
4.3	Muros de retención con espesor de 0.50 m. y 7.00 metros de altura;					
	Concreto clase 280 kg/cm ²	M ³	1,452	Q 991.90	Q 1,440,239.90	
	Acero de refuerzo 61.60	kg	194,404	Q 6.10	Q 1,124,984.40	Q 2,756,505.20
5	FUENTE ESTRUCTURA DE ACERO					
5.1	Acero estructural de infraestructura	kg	150,096	Q 7.71	Q 1,157,240.10	
5.2	Concreto clase 280 kg/cm ²	M ³	135	Q 991.90	Q 133,906.50	
5.3	Acero de refuerzo 61.60	kg	14,112	Q 6.10	Q 86,083.20	Q 1,377,229.80
6	DRENAJES					
6.1	Tubería de concreto de 24"	M L	300	Q 225.00	Q 67,500.00	
6.2	Tragantes	unidad	22	Q 1,300.00	Q 28,600.00	
	V A N					Q 5,523,161.00

INTEGRACION DE COSTOS

PROYECTO:

PASO A DESNIVEL CALZADA AGUILAR BATRES CA-9 Y 13 CALLE, ZONAS 11 Y 12.

ALTERNATIVA " A "

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN "Q"	TOTAL RENGLON
	VIENEN					Q 5,523,184.00
6.3	Fozos de visita 1.50 mt de diámetro, de 3.00 a 3.00 mt. de altura	unidad	7	Q 1,732.20	Q 12,125.40	Q 109,225.40
7	SEÑALIZACION					
7.1	Líneas marca tránsito	M L	2,500	Q 9.70	Q 24,250.00	
7.2	Delineadores reflectivos					
	color amarillo	unidad	968	Q 42.50	Q 41,140.00	
	color blanco	unidad	2	Q 250.00	Q 500.00	
7.3	Señalización vertical	unidad	40	Q 2,100.00	Q 84,000.00	Q 149,990.00
8	ILUMINACION					
8.1	Poste concreto 30 pies de altura	unidad	8	Q 1,798.00	Q 16,074.00	
8.2	Luminaria de 400 watts, vapor de sodio, 42,000 lumenes.	unidad	13	Q 1,430.00	Q 18,590.00	
8.3	Extensión metálica	unidad	2	Q 2,400.00	Q 4,800.00	
8.4	Cableado	Global	1	Q 1,900.00	Q 1,900.00	Q 41,264.00
9	VARIOS					
9.1	Banqueta peatonal de concreto	M ²	831	Q 71.10	Q 59,094.10	
9.2	Guardallantas y bordillo	M L	1,259	Q 37.30	Q 46,923.40	
3.6	Barandal de concreto 210 kg/cm ²	M L	432	Q 416.40	Q 179,984.80	Q 265,992.30
	GRAN TOTAL					Q 6,109,435.70
	GRAN TOTAL: SEIS MILLONES CIENTO OCHO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO QUETZALES CON SETENTA CENTAVOS.					

INTEGRACION DE COSTOS

PROYECTO:

PASO A DESNIVEL CALZADA AGUILAR BATRES CA-9 Y 13 CALLE, ZONAS 11 Y 12.

ALTERNATIVA " B "

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN "Q"	TOTAL RENGLON
1	TOPOGRAFIA					
1.1	Levantamiento y replanteo de calles y aceras.	Global	Global	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
1.2	Nivelación y secciones de calle y calzada.	Global	Global	Q 3,500.00	Q 3,500.00	
1.3	Control de proceso.	Global	Global	Q 15,000.00	Q 15,000.00	Q 21,000.00
2	TERRACERIA					
2.1	Excavación y terraplenes	M ³	424	Q 18.20	Q 7,716.80	
2.2	Relleno estructural	M ³	320	Q 37.00	Q 11,840.00	Q 19,556.80
3	PAVIMENTO					
3.1	Reacondicionamiento de Sub-rasante.	M ²	4,100	Q 6.00	Q 24,600.00	
3.2	Capa Sub-base (e = 0.20 m.)	M ²	4,100	Q 13.30	Q 54,530.00	
3.3	Capa base granular (e = 0.15 m.)	M ²	5,700	Q 22.26	Q 127,452.00	
3.4	Riego imprimación Asf. Ro. 250	Galon	1,230	Q 19.40	Q 23,862.00	
3.5	Carpeta de rodadura, concreto asfalto en caliente	M ²	5,700	Q 61.41	Q 350,037.00	
3.6	Concreto cemento / pavimento	M ³	30	Q 592.50	Q 17,775.00	Q 588,256.00
4	MUROS DE CONTENCIÓN (VOLADIZO)					
4.1	Excavación, estructura cimentación	M ³	180	Q 14.30	Q 2,574.00	
4.2	Relleno estructural	M ³	349	Q 37.00	Q 12,978.00	
4.3	Concreto clase 280 ks/cm ²	M ³	285	Q 991.90	Q 282,610.50	
4.4	Acero refuerzo 61.61	kg	37,465	Q 6.10	Q 228,536.50	Q 536,597.00
5	PUENTE ELEVADO					
5.1	CIMENTACION					
5.11	Excavación, estructura cimentación	M ³	441	Q 14.30	Q 6,306.30	
5.12	Relleno estructural	M ³	147	Q 37.00	Q 5,439.00	
5.13	Concreto clase 280 ks/cm ²	M ³	74	Q 991.90	Q 73,400.80	
5.14	Acero refuerzo 61.61	kg	10,500	Q 6.10	Q 64,050.00	
5.2	ESTRUCTURA DE CARGA					
5.21	Concreto clase 280 kg/cm ²	M ³	215	Q 931.80	Q 213,259.50	
5.22	Concreto clase 350 kg/cm ²	M ³	75	Q 1,251.90	Q 93,992.50	
5.23	Acero de refuerzo 61.60	kg	37,305	Q 6.10	Q 227,580.50	
5.24	Acero preesforzado 61,270	kg	3,989	Q 25.00	Q 97,200.00	
	V A N					Q 1,175,409.80

INTEGRACION DE COSTOS

PROYECTO:

PASO A DESNIVEL CALZADA AGUILAR BATRES CA-9 Y 13 CALLE, ZONAS 11 Y 12.

ALTERNATIVA " B "

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL EN "Q"	TOTAL RENGLON
	VIENEN					Q 1,175,409.90
5.3	VIGAS LONGITUDINALES					
5.31	Concreto clase 350 kg/cm ²	M ³	625	Q 1,251.90	Q 782,437.50	
5.32	Acero de refuerzo 61.60	kg	33,750	Q 25.00	Q 843,750.00	
5.33	Concreto clase 280 kg/cm ²	M ³	14	Q 991.90	Q 13,986.60	
5.34	Acero de refuerzo 61.60	kg	1,779	Q 6.10	Q 10,845.90	
5.4	ESTRUCTURA DE PISTAS					
5.41	Concreto clase 280 kg/cm ²	M ³	460	Q 991.90	Q 458,274.00	
5.42	Acero de refuerzo 61.60	kg	59,420	Q 6.10	Q 362,362.00	Q 3,244,663.30
6	DRENAJES					
6.1	Tubería de concreto de 24"	M L	150	Q 225.00	Q 33,750.00	
6.2	Tragantes	unidad	12	Q 1,300.00	Q 15,600.00	
6.3	Fozos de visita 1.50 mt de diámetro, de 3.00 a 5.00 mt. de altura	unidad	6	Q 1,732.20	Q 10,393.20	
6.4	Tragante pluvial	M L	80	Q 56.40	Q 4,512.00	Q 64,255.20
7	SEÑALIZACION					
7.1	Líneas marca tránsito	M L	2,500	Q 9.70	Q 24,250.00	
7.2	Delineadores reflectivos color amarillo	unidad	969	Q 42.50	Q 41,140.00	
	color blanco	unidad	2	Q 250.00	Q 500.00	
7.3	Señalización vertical	unidad	40	Q 2,100.00	Q 84,000.00	Q 149,990.00
9	ILUMINACION					
9.1	Poste concreto 30 pies de altura	unidad	9	Q 1,798.00	Q 16,074.00	
9.2	Poste metálico 30 pies de altura	unidad	6	Q 1,300.00	Q 7,800.00	
9.3	Luminaria de 400 watts, vapor de sodio, 42,000 lúmenes.	unidad	17	Q 1,430.00	Q 24,310.00	
9.4	Cableado	Global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00	Q 50,684.00
9	VARIOS					
9.1	Banqueta peatonal de concreto	M ²	931	Q 71.10	Q 66,194.10	
9.2	Guardallantas y bordillo	M L	1,259	Q 37.30	Q 46,923.40	
3.6	Barandal de concreto 210 kg/cm ²	M L	494	Q 416.40	Q 205,737.60	Q 307,545.10
	GRAN TOTAL					Q 4,992,447.40
	GRAN TOTAL: CUATRO MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SIETE QUETZALES CON CUARENTA CENTAVOS.					

El congestionamiento de tránsito que se genera en la intersección bajo estudio es producido principalmente por las siguientes razones:

- Existe un alto volumen de tránsito vehicular, el cual disminuye drásticamente la capacidad geométrica de las vías.
- La escasa e ineficiente señalización existente, genera problemas de inseguridad y orientación a los pilotos de vehículos automotores.
- El faseo de los semáforos existentes es incapaz de desalojar eficientemente el flujo vehicular.
- La ubicación de paradas de buses cercanas a la intersección provoca mayor congestionamiento.

1. Se hace imperativo implementar las medidas necesarias a efecto de solucionar a corto plazo el problema de congestionamiento que actualmente padece la intersección analizada.
2. Se recomienda que en la medida de lo posible y de acuerdo a la capacidad financiera de la Municipalidad de la ciudad de Guatemala, se ejecute el proyecto que solucione el problema de tránsito que actualmente existe en la intersección de la Calzada Aguilar Batres y 13 calle de la zonas 11 y 12.
3. Se recomienda, de acuerdo al presente estudio que de implementar las medidas expuestas, se desarrolle la alternativa "A", debido a que no obstante representa una mayor inversión en comparación a la alternativa "B", ésta se adecúa mejor a las condiciones geométricas actuales, además que también ofrece una mejor estética del área comercial aledaña.
4. Reubicar la localización de las paradas de autobuses urbanos, a por lo menos cien metros de la intersección a fin de descongestionar dicho punto.
5. Implementar por parte del departamento de tránsito

de la Policía Nacional, una adecuada señalización, así mismo ejercer mayor control en el uso de los diversos carriles que componen las vías de la intersección.

6. Se recomienda encontrar una solución al problema de tránsito que se da en la calzada Aguilar Batres y 19 calle de las zonas 11 y 12, pues debido a la cercanía que tiene con la intersección analizada, afecta considerablemente la fluidez que tendrá la Calzada, al ejecutar el proyecto que solucione en definitiva el actual problema de congestionamiento.

1. AASHIO (American Association of State Highways and Transportation Officials). A Policy Geometric on Desing of Highways and Streets. 1,984.
2. PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE. Boletines de Tránsito años 1,976-1,990. Municipalidad de la Ciudad de Guatemala. Dirección de Planificación 1,990.
3. Direccional de tránsito de la Municipalidad de Guatemala. Guatemala: s.p.i. 1,986
4. ARTEAGA GOUVERNEUR, Juana María, Ingeniería de tránsito, Venezuela, 1,986. Editorial Universidad Central de Venezuela.
5. Manual de proyecto geométrico de carreteras. México: Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1,977.
6. BONILLA ORDÓÑEZ, Edgar Ruben Evaluación de la alternativa para resolver pasos a desnivel en áreas urbanas. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC 1989.