

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**“SEMAFORIZACION DE LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO”**  
**Segunda sección - Provincia Arce - Dpto. Tarija**

Realizado por:

**Univ. MARCELO EDUARDO MACHICADO CAIHUARA.**

**Diciembre de 2010.**

**TARIJA – BOLIVIA**

Mi tesis la dedico con todo cariño a:

Principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, gracias por darme una carrera y creer en mí.

A mi querida esposa e hija que hacen que todo esfuerzo valga la pena y que me alegran en los ratos más difíciles, gracias por apoyarme y darme ganas de seguir adelante.

*Cuanto más alto estemos situados, más humildes debemos ser.*

*Marco Tulio Cicerón*

## INDICE

Dedicatorias	
Agradecimientos	
Pensamiento	
Resumen	Página

### CAPITULO I

#### INTRODUCCION

1.1	Introducción	1
1.2.	Justificación	3
1.3	Objetivo General.-	6
1.4	Objetivos Específicos.-	6
1.5	Alcance	8

### CAPITULO II

#### FACTORES DE INGENIERIA DE TRÁFICO

2.1	Definición de Ingeniería de Tráfico	10
2.1.1	Antecedentes	10
2.2	Objetivos	14
2.3	Factores que Intervien en el Estudio	15
2.3.1	Volúmenes de Tráfico	15
2.3.1.1	Factores de Volúmenes	16
2.3.1.2	Aforo de Volúmenes	18
2.3.1.3	Periodo de Aforo	19
2.3.1.4	Análisis de Volúmenes	21
2.3.2	Capacidad Vial	23
2.3.2.1	Tipos de Capacidad	24
2.3.2.2	Análisis de la Capacidad	26
2.3.2.3	Niveles de Servicio	31
2.3.2.4	Metodología de Determinación de la Capacidad	34
2.3.3	Velocidades	41
2.3.3.1	Tipos de Velocidad	41
2.3.4	Señalización en General	48
2.3.4.1	Tipos de Señalización	49
2.3.4.2	Señalización Horizontal	49
2.3.4.3	Señalización Vertical	59
2.3.4.4	Ubicación de las Señales Verticales	65

2.4 Condiciones de la Semaforización

**CAPITULO III  
SEMAFORIZACION**

3.1	Generalidades	70
3.2	Clasificación	71
3.3	Características de los Semáforos Vehiculares	72
3.4	Función de los Colores	73
3.5	Ubicación de los Semáforos	75
3.6	Tipos de Semáforos para Circulación Vehicular	79
3.7	Asignación de Tiempos	81
3.7.1	Generalidades	81
3.7.2	Duración del Ciclo	82
3.7.3	Tiempo de Fase Amarilla	82
3.7.4	Distribución de Tiempos	86
3.8	Onda Verde	88
3.9	Sistema Coordinados de Semáforos	88
3.9.1	Generalidades	88
3.9.2	Diagrama Tiempo – Espacio	89
3.10	Coordinación de Semáforos	90
3.10.1	Coordinación en Calles de un Sentido	90
3.10.2	Coordinación en Calles de Doble Sentido	91
3.11	Semáforos Accionados por el Transito	95
3.11.1	Semáforos Semiaccionados	95
3.11.2	Semáforos Accionados	96
3.11.3	Semáforos con Comando Central	96
3.12	Semáforos para Peatones	99
3.12.1	Generalidades	99
3.12.2	Características	100

**CAPITULO IV  
SEMAFORIZACION EN LA ZONA CENTRAL DE LA  
“CIUDAD DE BERMEJO”**

4.1	Incremento del Parque Automotor en la Ciudad de Bermejo	102
4.2	Factores o Parámetros	103
4.2.1	Volumen	103
4.2.1.1	Composición de los Volúmenes	105
4.2.1.2	Variaciones de los Volúmenes de Transito	106

4.2.1.3	Recuentos en los Volúmenes de Transito	107
4.2.1.4	Recuentos de Volúmenes de Peatones	110
4.2.1.5	Estaciones de Aforo	111
4.2.2	Velocidad	116
4.2.2.1	Velocidad de Punto	116
4.2.2.2	Medición de Velocidades	117
4.2.2.3	Determinación de Métodos	119
4.2.3	Estudio de Accidentes	119
4.2.3.1	Clasificación de los Accidentes	120
4.2.3.2	Datos Necesarios en un Estudio de Accidentes	120
4.2.3.3	Causas de Accidentes	124
4.2.3.4	Análisis de Accidentes	125
4.2.4	Capacidad	126
4.3	Diseño de Semáforos	128
4.3.1	Calculo del Ciclo	129
4.3.1.1	Tiempo de Fase Amarillo	130
4.3.1.2	Longitud de Ciclo	132
4.3.1.3	Calculo de las Fases	134
4.4	Distribución de Semáforos	143
4.5	Instalación	145
4.5.1	Instalación del Sistema	146
4.6	Costos	150
4.6.1	Desglose de los Ítems	150
4.6.2	Análisis de Precios Unitarios y Presupuesto General	151

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones	166
5.2	Recomendación	169
5.3	Bibliografía	173

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Páginas</b>
1. Determinación de las Hora Pico	2
2. Datos de Campo : Aforos	6
3. Datos de Campo : Velocidades	14
4. Calculo de la Capacidad	41
5. Calculo del Ciclo	87
6. Calculo de las Fases	95
7. Ondas Verdes	121

## INDICE DE PLANOS

1/12	Demarcación de la zona central de la ciudad de Bermejo	
2/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 1
3/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 2
4/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 3
5/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 4
6/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 5
7/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 6
8/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 7
9/12	Distribución de Semáforos y Señalización horizontal en la	Intersección 8
10/12	Segunda alternativa de Solución	
11/12	Instalación del Sistema	
12/12	Coordinación de Semáforos	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Capacidad en vías Ininterrumpidas	27
Tabla 2.2	Tabla para acceso de dos sentidos	29
Tabla 2.3	Tabla para acceso de dos sentidos	30
Tabla 2.4	Valores para nivel de servicio	33
Tabla 2.5	Volúmenes mínimos (condición 1)	67
Tabla 2.6	Condición de volúmenes mínimos de peatones	68
Tabla 2.6	Condición de demoras en el trafico	68
Tabla 3.1	Valores de tiempo de fase amarilla	85
Tabla 4.1	Incremento de vehículos	102
Tabla 4.2	resultados de Aforos de Volúmenes Vehiculares	109
Tabla 4.3	Resultados de Aforos de Volúmenes de Peatones	111
Tabla 4.4	Resultados de N.S.	127
Tabla 4.5	Resultados de las Fases de los Semáforos	137
Tabla 4.6	Resultados de las Fases de los Semáforos	138
Tabla 4.7	Resultados de las Fases de los Semáforos	139
Tabla 4.8	Resultados de las Fases de los Semáforos	141
Tabla 4.9	Coordinación de los Semáforos	143

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1	Berma Pavimentada y Berma de Graba	50
Fig. 2.2	Flechas direccionales	52
Fig.2.3	Isletas deflectoras	52
Fig. 2.4	Líneas de Frenado	55
Fig. 2.5	Separadores de Carril	56
Fig. 2.6	Paso Peatones – Línea de Parada	57
Fig. 2.7	Marcas Delimitadoras de Estacionamiento	58
Fig. 2.8	Señalizaciones Preventivas	60
Fig. 2.9	Señalizaciones Preventivas	61
Fig. 2.10	Señalizaciones Restrictivas	62
Fig. 2.11	Señalizaciones Informativas	64
Fig. 2.12	Ubicacion de las Señales	66
Fig. 3.1	Elementos de un Semaforo	73
Fig. 3.2	Tipos de Semaforos	78
Fig. 4.1	Estaciones de aforo	114
Fig. 4.2	Distribucion de Volumenes	115
Fig. 4.3	Diseño de Semaforo Tipo	148
Fig. 4.4	Instalacion del Sistema	149