

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TOMO I**

**APLICABILIDAD DEL HCM 2010 EN LA EVALUACION  
DEL EFECTO DEL TRÁFICO DE VEHÍCULOS  
PESADOS EN LA CAPACIDAD VEHICULAR EN  
CARRETERAS APLICANDO AL TRAMO “FALDA LA  
QUEÑUA –CRUCE SAN LORENZO”**

**Por:**

**PABLO SAMUEL GARZÓN ORTEGA**

Proyecto de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Gestión 2014

**TARIJA – BOLIVIA**

### **DEDICATORIA:**

Mi madre Mirtha Ortega, mi padre Samuel Garzón por el amor, apoyo y sacrificio brindado durante toda mi vida y mi carrera. A mi esposa Pamela Figueroa Vera por su paciencia, amor y apoyo brindado y mis hijos Melissa, Pablito Garzón con amor.

### **AGRADECIMIENTO:**

A Dios Padre quien siempre me cuidó y me guió en mi vida.

A la universidad por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.

A mis Docentes y Compañeros que me ayudaron a cumplir esta meta

A mi familia por todo su apoyo y la confianza que depositaron en mí.

A mis hermanos Dayyana, Soledad, Elías, Andrés, por la ayuda que me brindaron.

**.....GRACIAS.**

### **PENSAMIENTO:**

No dejes que un sueño sea uno más en la vida solo trázate un reto y lo lograras algún día, que con sacrificio o perseverancia alcanzara el éxito deseado y soñado.

## INDICE CAPITULO I

1.-INTRODUCCIÓN.....	2
2.-ANTECEDENTES.....	2
3.-FUNDAMENTO TEÓRICO.....	5
3.1.-JUSTIFICACIÓN.....	7
4.-DISEÑO TEORICO.....	9
4.1.-PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
4.1.1.-SITUACION PROBLEMÁTICA.....	9
4.1.2.-PROBLEMA.....	10
5.-OBJETIVOS.....	10
5.1.-OBJETIVO GENERAL.....	10
5.2.-OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
6.-ALCANCE.....	12
6.1.-ALCANCE DEL CAPÍTULO I.....	12
6.2.-ALCANCE DEL CAPÍTULO II CAPACIDAD VEHICULAR EN CARRETERAS.....	12
6.3.-ALCANCE DEL CAPITULO III EL HCM 2000 Y HCM 2010 Y SU UTILIZACIÓN.....	12
6.4.-ALCANCE DEL CAPÍTULO IV APLICACIÓN Y PRÁCTICA.....	12
6.5.-ALCANCE DEL CAPÍTULO V CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	12
6.6.-ALCANCE GENERAL.....	13
7.- MEDIOS Y METODOLOGIA.....	13
7.1.-UNIDAD DE ESTUDIO.....	13
7.2.-POBLACIÓN.....	13
7.3.-MUESTRA.....	13
8.-MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTO.....	14
8.1.-METODOLOGIA.....	15

## CAPITULO II

<b>2.1.-Introducción</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.-Capacidad vehicular en Carreteras</b> .....	<b>16</b>
<u>2.2.1.- Factores que influyen en la capacidad</u> .....	16
<u>2.2.1.1.-Condiciones ideales</u> .....	17
<u>2.2.1.2.-Condiciones del tránsito</u> .....	17
<u>2.2.1.3.-Condiciones de control</u> .....	17
<u>2.2.1.4.-Sección transversal</u> .....	18
<u>2.2.1.5.-Trazado y geometría de la vía:</u> .....	18
<u>2.2.1.6.-Vehículos pesados</u> .....	19
<u>2.2.1.7.-Importancia de la Capacidad</u> .....	19
<u>2.2.1.8.-Consideraciones Básicas</u> .....	20
<u>2.2.1.9.-Capacidad en condiciones ideales</u> .....	21
<u>2.2.1.10.-Terreno llano</u> .....	22
<u>2.2.1.11.-Anchuras de carril</u> .....	23
<u>2.2.1.12.-Despejes laterales</u> .....	23
<b>2.3.-Nivel de servicio en carreteras</b> .....	<b>23</b>
<u>2.3.1.-Definición</u> .....	23
<u>2.3.1.1.-Velocidad de servicio</u> .....	24
<u>2.3.1.2.- Índice de servicio</u> .....	24
<u>2.3.2.-Metodología para determinar la capacidad y el nivel de servicio en carreteras</u> .....	24
<u>2.3.2.1.-Método HCM</u> .....	25
<u>2.3.2.2.-Método HCM 1985</u> .....	26
<u>2.3.2.3.-Método HCM 2000</u> .....	27
<u>2.3.2.4.-Método HCM 2010</u> .....	29

## CAPITULO III

3.1.- Introducción - .....	32
3.2 Principales características de la versión del HCM-2000 en carreteras de dos carriles .....	31
3.2.1. Metodología.....	31
3.2.1.1.-Capacidad.....	31
3.2.1.2.-Nivel de servicio.....	32
3.2.2.-Limitaciones de la metodología.....	34
3.2.3.-Segmentos en dos sentidos.....	35
3.2.3.1.-Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).....	35
3.2.3.1.1.-Velocidad a Flujo Libre Medida en Campo FFS.....	36
3.2.3.1.2.-Velocidad a Flujo Libre Estimada, FFS.....	37
3.2.3.2.-Determinación de la demanda de tasa de flujo. VP.....	40
3.2.3.2.1.-Factor de hora pico FHP.....	40
3.2.3.2.2.-Factor de ajuste por Pendiente (fG).....	41
3.2.3.2.3.-Ajuste por vehículos pesados (fHV).....	42
3.2.3.3.-Determinación de la Velocidad Promedio de Recorrido, ATS.....	45
3.2.3.4.-Determinación del Porcentaje de Demora en Tiempo (PTSF).....	46
3.2.3.5.-Determinación de los Niveles de Servicio (LOS).....	49
3.2.3.6.-Otras Medidas de Tráfico.....	49
3.3.1.1. Capacidad.....	52
3.3.1.2 Nivel de servicio.....	53
3.3.2. Segmentos en dos sentidos.....	56
3.3.2.1. Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).....	56
3.3.2.1.1. Velocidad a flujo libre medida en campo FFS.....	57
3.3.2.1.2. Velocidad a flujo libre estimada, FFS.....	57
3.3.2.2. Determinación de la demanda de tasa de flujo. Vp.....	59
3.3.2.2.1. Factor de hora pico FHP.....	60
3.3.2.2.2. Factor de ajuste por pendiente (FG).....	60

3.3.2.2.3.-Ajuste por vehículos pesados (FHV).....	62
3.3.2.3. Determinación de la velocidad promedio de recorrido, ATS.....	67
3.3.2.4. Determinación del porcentaje de demora en tiempo (PTSF).....	69
3.3.2.5. Determinación de los niveles de servicio (LOS).....	72
3.3.2.5.1.- La Determinación la de Capacidad.....	72
3.4.- Aplicación de los métodos HCM 2000 y HCM 2010.....	74
3.4.1.- Aforo de volúmenes de tráfico.....	74
3.4.3.- Clasificación de las carreteras de dos carriles: Según la HCM2000- HCM2010.....	76

## CAPITULO IV

4.1.-Ubicación del tramo en estudio.-.....	84
4.2.- Determinación de las propiedades físicas y geométricas del tramo.....	85
4.2.1.-Topografía.....	87
4.3.-Determinación de puntos de aforo.-.....	88
4.4.- Fase de gabinete.-.....	89
4.5.- Recopilación de datos.-.....	89
4.6.-Aforo de volúmenes de tráfico.-.....	91
4.7.-Velocidades promedio de viaje.-.....	94
4.8.-Aplicación del método HCM 2000.-.....	96
4.9.- Aplicación del método HCM 2010.-.....	194
4.10.- ANÁLISIS DE RESULTADOS ENTRE LOS MÉTODOS HCM 2000 Y HCM 2010.....	293

## **CAPITULO V**

<u>CONCLUSIONES</u>	319
<u>RECOMENDACIONES.-</u>	322
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	323