

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
COMUNICACIÓN**



**“EVALUACIÓN DE PRACTICAS EN LA SEÑALIZACIÓN DE CALLES Y  
CARRETERAS APLICADAS EN NUESTRA REGIÓN”**

**Por:**

**JOSÉ MARCO BUSTAMANTE ZULETA**

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

**Semestre II - 2018**

**TARIJA-BOLIVIA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**“DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE**  
**COMUNICACIÓN”**

**“EVALUACIÓN DE PRACTICAS EN LA SEÑALIZACIÓN DE CALLES Y**  
**CARRETERAS APLICADAS EN NUESTRA REGIÓN”**

**Por:**

**JOSÉ MARCO BUSTAMANTE ZULETA**

**Semestre II - 2018**

**TARIJA-BOLIVIA**

.....  
M. Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez  
Gozalvez  
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS  
Y TECNOLOGÍA

.....  
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
VICEDECANA FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....  
Ing. Wilson R. Yucra Rivera

.....  
Ing. Trinidad C. Baldiviezo Montalvo

.....  
Ing. Elisa C. Torres Gorena

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser un pilar fundamental de mi vida y darme un apoyo incondicional (Marco A. Bustamante y Mirian Zuleta).

A mi abuela que siempre ha creído en mí (Nancy Camacho de Bustamante)

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por las bendiciones derramadas, a mis padres, por darme el valor, la fuerza y la razón por la cual seguir adelante.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

	<b>Pág.</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2.1. Determinación de la línea de estudio.....	1
1.3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	2
1.5.1. Objetivo general.....	2
1.5.2. Objetivo específico.....	2
1.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	3
1.6.1. Hipótesis.....	3
1.6.2. Identificación de variables.....	3
1.6.3. Conceptualización y operacionalización de las variables.....	3
1.7. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.8. UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTREAL.....	5
1.8.1. Unidad de estudio o muestreo.....	5
1.8.2. Población y muestra.....	5
1.8.3. Tamaño de muestra.....	5
1.8.4. Selección de las técnicas de muestreo.....	5
1.9. MÉTODO LÓGICO O PROCEDIMENTAL.....	6
1.9.1. Lista de actividades .....	6
1.10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	7
1.10.1. Selección de programas a utilizar.....	7

	Pág.
1.10.2. Estadística descriptiva.....	7

## CAPÍTULO II

### **ASPECTOS GENERALES SOBRE LA SEÑALIZACION EN CALLES Y CARRETERAS**

2.1. ELEMENTOS DEL TRAFICO.....	9
2.1.1. Usuario.....	9
2.1.2. Peatón.....	9
2.1.3. Conductor.....	9
2.1.4. Vía.....	10
2.1.4.1. Vías urbanas o locales.....	11
2.1.4.2. Vías rurales o carreteras.....	11
2.1.5. Vehículo.....	11
2.1.5.1. Clasificación vehicular.....	12
2.2. PARÀMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÀFICO.....	12
2.2.1. Velocidad.....	13
2.2.2. Volumen.....	13
2.3. PARÀMETROS COMPLEMENTARIOS.....	13
2.4. SEÑALIZACIÒN.....	14
2.4.1. Señalización vertical.....	14
2.4.1.1. Señales preventivas.....	15
2.4.1.2. Señales reglamentarias.....	17
2.4.1.3. Señales informativas.....	18
2.4.2. Señalización de transito horizontal.....	20
2.5. RETRORREFLECTANCIA.....	25

	Pág.
2.5.1. Retrorreflectacia en señales verticales.....	25
2.5.1.1. Ángulo de entrada.....	25
2.5.1.2. Ángulo de observación.....	25
2.5.4.1. Luxómetro.....	30
2.6. PINTURAS.....	31

### CAPITULO III

#### **RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

3.1. UBICACIÓN DEL ÀREA DEL PROYECTO.....	35
3.1.1. Ubicación de calles de estudio.....	35
3.1.2. Ubicación de carreteras de estudio.....	38
3.2. DESCRIPCION DEL ÀREA DE ESTUDIO.....	39
3.2.1. Descripción de calles de estudio.....	40
3.2.2. Descripción de carreteras de estudio.....	44
3.3. INVENTARIO DE ÀREA DE ESTUDIO.....	45
3.3.1. Inventario de calles de estudio.....	45
3.3.2. Inventario de carreteras de estudio.....	46
3.3.2.1. Carretera I San Andrès - San Pedro de Sola.....	46
3.3.2.2. Carretara II Tolomosa – Pampa Redonda.....	47
3.3.2.3. Carretera III Santa Ana – Yesera Centro.....	48
3.4. PARÀMETROS DE DISEÑO DE LAS CARRETERAS.....	49
3.5. MUESTREO DE ÀREAS DE ESTUDIO.....	50
3.5.1. Muestreo de las calles de estudio.....	50
3.5.2. Muestreo en carreteras de estudio.....	53



CAPÍTULO IV  
ANÁLISIS Y RESULTADO

	Pág.
4.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	56
4.1.1. Monitoreo de la iluminancia en calles.....	56
4.1.1.1. Resultados de retrorreflectancia de señales horizontales en calles.....	56
4.1.1.2. Análisis de la retrorreflectancia de señales horizontales en calles.....	60
4.1.1.3. Resultados de la retrorreflectancia de señales verticales en calles.....	60
4.1.1.4. Análisis de la retrorreflectancia de señales verticales en calles.....	67
4.1.2. Monitoreo de la iluminancia en carreteras.....	67
4.1.2.1. Resultados de la retrorreflectancia de señales horizontales en carreteras.....	67
4.1.2.2. Análisis de retrorreflectancia de señales horizontales en carreteras.....	72
4.1.2.3. Retrorreflectancia de señales verticales en carreteras.....	72
4.1.2.4. Análisis de retrorreflectancia de señales verticales en carreteras.....	85
4.1.3. Monitoreo de tachas en carreteras.....	85
4.1.3.1. Resultados de retrorreflectancia de tachas en pavimento flexible.....	85
4.1.3.2. Análisis de tachas en pavimento flexible.....	91
4.1.3.3. Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandas.....	92
4.1.3.4. Análisis de tachas en barandales.....	97
4.1.4. Espesores de áreas de estudio.....	97
4.1.4.1. Resultados de los espesores en calles.....	97
4.1.4.3. Resultados de espesores en carreteras.....	101
4.1.5. Peso volumétrico de las señales horizontales.....	106
4.1.5.1. Resultados del peso volumétricos en calles.....	106
4.1.5.2. Análisis del peso volumétrico en calles.....	111

	Pág.
4.1.5.3. Resultados de peso volumétrico en carreteras.....	111
4.1.5.4. Análisis de peso volumétrico en carreteras.....	116

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	117
5.2. RECOMENDACIONES.....	119

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS A: INVENTARIO DE CALLES Y CARRETERAS

ANEXOS B: CÁLCULOS DE RETRORREFLECTANCIA, ESPESORES Y PESOS  
VOLUMÈTRICOS

ANEXO C: RESULTADOS

PLANOS

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.1: Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales nuevas (*) (cd/lx/m2).....	27
Tabla 2.2: Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales en uso (*) (cd/lx/m2).....	28
Tabla 2.3: Retrorreflectancia inicial a 30días (mcd/lux/m2).....	28
Tabla 2.4: Retrorreflectancia para repintados.....	29
Tabla 2.5: Coeficiente de intensidad luminosa retrorreflejada $r_l$ .....	29
Tabla 3.6: Inventario de calles de estudio.....	45
Tabla 3.7: Inventario carretera San Andrés – San Pedro De Sola.....	47
Tabla 3.8: Inventario carretero Tolomosa – Pampa Redonda.....	47
Tabla 3.9: Inventario carretera Santa Ana – Yesera.....	48
Tabla 4. 10: Retrorreflectancia en intersección Av. La Paz esquina av. Belgrano.....	57
Tabla 4.11: Resumen de la retrorreflectancia de señales horizontales en calles.....	57
Tabla 4. 12: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en calles.....	58
Tabla 4.13: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales horizontales en calles.....	59
Tabla 4. 14: Análisis de frecuencias en señales horizontales en calles.....	59
Tabla 4.15: Señales verticales reglamentarias PARE en la ciudad.....	61
Tabla 4. 16 :Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales en calles.....	61
Tabla 4.17: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco).....	63
Tabla 4.18: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco).....	63
Tabla 4.19: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco).....	64
Tabla 4.20: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo).....	64

	Pag.
Tabla 4.21: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo).....	64
Tabla 4.22: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo).....	65
Tabla 4.23: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo).....	65
Tabla 4.24: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo).....	66
Tabla 4.25: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo).....	66
Tabla 4.26: retrorreflectancia de carretera San Andrés – San Pedro de Sola (borde derecho).....	68
Tabla 4.27 : Resumen de la retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras.....	69
Tabla 4.28: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco).....	69
Tabla 4.29: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco).....	70
Tabla 4.30: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco).....	70
Tabla 4.31: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo).....	70
Tabla 4.32: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo).....	71
Tabla 4.33: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo).....	71
Tabla 4.34: retrorreflectancia de señales verticales IC en la carretera.....	72
Tabla 4.35: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales.....	73
Tabla 4.36: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales.....	76
Tabla 4.37: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales.....	77

	Pag.
Tabla 4.38: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco).....	78
Tabla 4.39: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco).....	79
Tabla 4.40: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco).....	79
Tabla 4.41: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde).....	80
Tabla 4.42: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde).....	80
Tabla 4.43: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde).....	81
Tabla 4.44: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo).....	81
Tabla 4.45: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo).....	82
Tabla 4.46: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo).....	82
Tabla 4.47: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café).....	83
Tabla 4.48: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café).....	83
Tabla 4.49: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café).....	83
Tabla 4.50: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo).....	84
Tabla 4.51: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo).....	84
Tabla 4.52: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo).....	85

	Pag.
Tabla 4.53: Retrorreflectancia de tachas color rojo carretera.....	86
Tabla 4.54: Resumen de retrorreflectancia de tachas en carreteras pavimento flexible.....	87
Tabla 4.55: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo).....	88
Tabla 4.56: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo).....	88
Tabla 4.57: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo).....	88
Tabla 4.58: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (amarillo).....	89
Tabla 4.59: Análisis estadístico de retrorreflectancia en tachas en carreteras (amarillo).....	89
Tabla 4.60: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (amarillo).....	90
Tabla 4.61: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco).....	90
Tabla 4.62: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco).....	90
Tabla 4.63: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco).....	91
Tabla 4.64: retrorreflectancia de tachas en barandas en carreteras Tolomosa – Pampa Redonda.....	93
Tabla 4.65: retrorreflectancia de tachas en barandas en carreteras.....	94
Tabla 4.66: Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo).....	94
Tabla 4.67: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo).....	95
Tabla 4.68: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo).....	95
Tabla 4.69: Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco).....	96

	Pag.
Tabla 4.70: Análisis estadístico de retroreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco).....	96
Tabla 4.71: Análisis de frecuencias de retroreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco).....	96
Tabla 4.72 : Resumen de espesores en calles.....	97
Tabla 4.73: Resultados de espesores de pintura de señales horizontales en calles (blanco).....	98
Tabla 4.74: Análisis estadístico de espesores de pintura de señales horizontales en calles (blanco).....	98
Tabla 4.75: Análisis de frecuencias de espesores de pintura en señales horizontales.....	99
Tabla 4.76: Resultados de espesores de pintura de señales horizontales en calles (amarillo).....	99
Tabla 4.77: Análisis estadístico de espesores de pintura de señales horizontales en calles (amarillo).....	100
Tabla 4.78: Análisis de frecuencias de espesores de pintura en señales horizontales.....	100
Tabla 4.79 : Resumen de espesores en carreteras (San Andrés - San Pedro De Sola).....	102
Tabla 4.80 : Resumen de espesores en carreteras (Tolomosa - Pampa Redonda).....	102
Tabla 4.81 : Resumen de espesores en carreteras (Santa Ana - Yesera Centro).....	103
Tabla 4.82: Resultados de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (blanco).....	103
Tabla 4.83: Análisis estadístico de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (blanco).....	104
Tabla 4.84: Análisis de frecuencias de espesores de pinturas en señales horizontales en carreteras (blanco).....	104



	Pag.
Tabla 4.85: Resultados de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo).....	105
Tabla 4.86: Análisis estadístico de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo).....	105
Tabla 4.87: Análisis de frecuencias de espesores de pinturas en señales horizontales en carreteras (amarillo).....	105
Tabla 4.88: Cálculo de peso volumétrico de señales horizontales en calles.....	106
Tabla 4.89 Resumen de peso volumétrico en calles.....	107
Tabla 4.90: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales.....	108
Tabla 4.91: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (blanco).....	108
Tabla 4.92: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (blanco).....	109
Tabla 4.93: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en calles (amarillo).....	109
Tabla 4.94: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (amarillo).....	110
Tabla 4.95: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (amarillo).....	110
Tabla 4.96: Cálculo de peso volumétrico de señales horizontales en carreteras.....	111
Tabla 4.97 : Peso volumétrico en carreteras (San Andrés - San Pedro De Sola).....	112
Tabla 4.98 : Peso volumétrico en carreteras (Tolomosa - Pampa Redonda).....	112
Tabla 4.99 : Peso volumétrico en carreteras (Santa Ana - Yesera Centro).....	113
Tabla 4.100: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco).....	113
Tabla 4.101: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco).....	114

Tabla 4.102: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco).....	114
Tabla 4.103: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo).....	115
Tabla 4.104: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo).....	115
Tabla 4.105: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo).....	115

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 2.1: Conceptualización de variables - variable dependiente.....	4
Cuadro 2.2: Conceptualización de variables - variable independiente.....	5
Cuadro 2.3: Lista de actividades.....	6
Cuadro 2.4: Estadística descriptiva.....	8
Cuadro 2.5: Factores que afectan al conductor.....	10
Cuadro 3.6: Descripción de calles de estudio.....	40
Cuadro 3.7: Descripción de carreteras de estudio.....	44
Cuadro 3.8: San Andrés – San Pedro de Sola.....	49
Cuadro 3.9: Tolomosa – Pampa Redonda.....	49
Cuadro 3.10: Tolomosa – Pampa Redonda.....	50
Cuadro 3.11: Santa Ana – Yesera.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1: Clasificación funcional del sistema vial.....	11
Figura 2.2: Señales preventivas.....	16
Figura 2.3: Señales reglamentarias.....	18
Figura 2.4: Señales informativas.....	19
Figura 2.5: Línea amarilla discontinua.....	21
Figura 2.6: Línea doble amarilla continua.....	22
Figura 2.7. Línea de Cruce en paso peatonal tipo cebra.....	23
Figura 2.8: Cruce controlado por señal pare.....	24
Figura 2.9: Angulo de entrada y observación.....	27
Figura 2.10: Angulo de entrada y observación.....	29
Figura 2.11: Aplicación lux en el celular.....	30
Figura 2.12: Instrumentos para la limpieza.....	32
Figura 2.13: Extracción de asfalto de la pintura.....	32
Figura 2.14: Lectura de espesor de la pintura.....	33
Figura 2.15: Medición del peso de la pintura.....	34
Figura 3.16: Punto ubicados en el casco viejo de la ciudad.....	35
Figura 3.17: Puntos ubicados en el barrio la Loma y el Molino.....	36
Figura 3.18: Puntos ubicados en el barrio Senac.....	36
Figura 3.19: Puntos ubicados en barrios las Panosas y Villa Fátima (Av. Víctor Paz).....	37
Figura 3.20: Puntos ubicados en el barrio Villa Fátima, Juan XXII San Pedro y Palmarcito.....	37
Figura 3.21: Carretera San Andrés – San Pedro de Sola.....	38
Figura 3.22: Carretera Tolomosa – Pampa Redonda.....	39
Figura 3.23: Carretera Santa Ana – Yesera Centro.....	39
Figura 3.24: Puntos de medición en calles.....	51
Figura 3.25: Extracción de pinturas en calles.....	51
Figura 3.26: Medición de la retrorreflectancia en señales verticales en calles.....	52

	Pag.
Figura 3.27: Muestra de calles listas para su medición.....	52
Figura 3.28: Intervalos de mediciones en carreteras.....	53
Figura 3.29: Extracción de pintura en carretera.....	54
Figura 3.30: Medición de retroreflectancia .....	54
Figura 3.31: Muestras de carretera listas para su medición.....	55