

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE ING. CIVIL



**“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD DE MATERIALES
EN CAPAS DE PAVIMENTO”**

Por:

CLEVER NUÑEZ CONDORI

Diciembre de 2012

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE ING. CIVIL

**“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD DE MATERIALES
EN CAPAS DE PAVIMENTO”**

Por:

CLEVER NUÑEZ CONDORI

Proyecto de Ingeniería civil II presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO" como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Diciembre de 2012

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

El presente trabajo va dedicado a mi querida madre, Natividad Condori puma, quienes es la responsable de mis logros y éxitos.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios y a la Virgen por haberme guiado.

A mi familia por la confianza y apoyo incondicional brindado.

A mis amigos por el apoyo y la amistad demostrada en esta etapa de mi vida.

PENSAMIENTO:

La vida esta para adelante nunca para atrás,
si andas por la vida dejando puertas
abiertas no podrás desprenderte ni vivir lo
de hoy con satisfacción... *Paulo Coelho*

INDICE

Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. Generalidades	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Alcance.....	6
1.5. Metodología	8

CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES DE LOS PAVIMENTOS

2.1. Introducción	9
2.2. Características de los pavimentos	10
2.3. Clasificación de pavimentos	10
2.3.1. Tipos de pavimentos	11
2.3.1.1. Pavimento rígido	11

2.3. 1.2. Pavimento flexible	14
2.4. Dimensionamiento de pavimentos	17
2.4.1. Métodos racionales.....	17
2.4.2. Métodos empíricos	19
2.5. Procesos de ejecución en pavimentos	20
2.6. Conservación de pavimentos	23

CAPÍTULO III

CAPAS DE PAVIMENTO Y SU CONTROL DE CALIDAD

3.1. Estructura básica del pavimento.....	25
3.2. Características de la capa de sub base.....	26
3.2.1. Funciones de la capa sub base.....	27
3.2.2. Materiales para capa sub base	27
3.2.3. Control de calidad de materiales para capa sub base de pavimentos	29
3.3. Características de la capa base	29
3.3.1. Funciones de la capa base	29
3.3.2. Materiales para capa base.....	30
3.3.3. Control de calidad de materiales para capa base de pavimentos	31
3.4. Características de la capa de rodadura	32
3.4.1. Funciones de la capa base	32
3.4.2. Materiales para capa base.....	33
3.4.3. Control de calidad de materiales para capa de rodadura de pavimentos.....	33

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN CONTROL DE CALIDAD

4.1. Términos estadísticos de control de calidad.....	34
4.1.1. Conjunto de datos.....	34
4.1.2. Representación numérica	35
4.2. Distribuciones de probabilidad	37
4.2.1. Cálculo de probabilidades	37
4.2.2. Distribuciones discretas	37
4.2.3. Distribuciones continuas	42
4.2.4. Generación de distribuciones	46
4.2.4.1. Distribuciones discretas	47
4.2.4.2. Distribuciones continuas	48
4.3. Concepto de calidad	49
4.4. Plan de aceptación.....	50
4.4.1. Interpretación y simplicidad de un plan de control.....	50
4.4.2. Responsabilidades	51
4.4.3. Alcance de los Planes de aceptación	52
4.4.4. Tamaño del lote y tamaño de la muestra.....	52
4.4.5. Tipos de Riesgo.....	53
4.4.6.- Nivel “Crítico” – Nivel de Calidad.....	53
4.4.6.1.- Factores que afectan el “nivel crítico”	54
4.4.6.2.- Rangos del Nivel Crítico	55
4.5 Planes de aceptación y de muestreo para la construcción de caminos.....	56

4.5.1. Método “A”: Porcentaje Defectuoso.....	57
4.5.2. Método “B”: Porcentaje dentro de tolerancia	76

CAPÍTULO V

APLICACIÓN PRÁCTICA DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIALES EN CAPAS DE PAVIMENTO

5.1. Ubicación de muestras de estudio	93
5.2. Características de las zonas de estudio.....	94
5.3. Caracterización de materiales	97
5.3.1. Materiales de capa sub base	97
5.3.2. Materiales de capa base.....	98
5.3.3. Ensayos	99
5.3.4. Resumen del control tecnológico	102
5.4. Análisis estadístico de control de calidad	107
5.4.1. Agrupación de datos.....	110
5.4.2. Procesamiento de datos	115
5.4.3. Resultados utilizando gráficos de control	134
5.4.3.1. Resultados	135

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones	148
6.2. Recomendaciones.....	150
Bibliografía	152

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema de metodología empleada.....	8
Figura 2. Corte esquemático con cada una de las partes de un pavimento rígido.....	12
Figura 3. Representación del pavimento rígido o del concreto hidráulico	13
Figura 4. Corte esquemático con partes de un pavimento Flexible	14
Figura 5. Representación del pavimento flexible.....	15
Figura 6. Estructura básica del pavimento	25
Figura 7. Ilustración del concepto de porcentaje defectuoso	57
Figura 8. Ubicación internacional	93
Figura 9. Ubicación nacional	93
Figura 10. Ubicación local	94
Figura 11. Foto del tramo Puerta el Chaco – Canaletas.....	96
Figura 12. Histograma de frecuencias proctor capa sub base	119
Figura 13. Histograma de frecuencias CBR capa sub base.....	121
Figura 14. Histograma de frecuencias – grado de compactación capa sub base.....	123
Figura 15. Histograma de frecuencias proctor capa base.....	127
Figura 16. Histograma de frecuencias CBR para la capa base	130
Figura 17. Histograma de frecuencias grado de compactación capa base	132
Figura 18. Carta de control densidad máxima capa sub base	138
Figura 19. Carta de control CBR capa sub base.....	140
Figura 20. Carta de control grado de compactación capa sub base	141

Figura 21. Carta de control densidad máxima capa base	143
Figura 22. Carta de control densidad máxima capa sub base	145
Figura 23. Carta de control grado de compactación capa base	147

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.- Valores probabilísticos	59
Tabla 2.- Formato de las tablas individuales para estimación de porcentaje de unidades defectuosas	67
Tabla 3. Características de funcionamiento para planes de aceptación	68
Tabla 4. Características de funcionamiento de atributos para planes de aceptación continuos	69
Tabla 4.1. Características de funcionamiento de atributos para planes de aceptación continuos	70
Tabla 4.2. Características de funcionamiento de atributos para planes de aceptación continuos	71
Tabla 4.3 características de funcionamiento de atributos para planes de aceptación continuos	72
Tabla 5 características de funcionamiento de variables para planes de aceptación..	73
Tabla 5.1. Características de funcionamiento de variables para planes de aceptación continuos	75
Tabla 5.2. Características de funcionamiento de variables para planes de aceptación continuos	76
Tabla 6: Probabilidad de rechazo en relación al "Nivel Crítico"	77
Tabla 7. Número de medidas en relación al "Nivel Crítico".....	86
Tabla 8. Balance sugerido para la especificación de factores de aceptación,	

Desviación estándar desconocida.....	89
Tabla 9. Balance sugerido para la especificación de factores de aceptación, Desviación estándar conocida.....	91
Tabla 10 Planes de muestreo simple para inspección normal.....	92
Tabla 11 Resumen control tecnológico capa sub base.....	103
Tabla 12 Resumen control tecnológico capa base	105
Tabla 13 Ensayos capa sub-base	111
Tabla 14 Ensayos capa base.....	113
Tabla 15. Parámetros de calidad capa sub base	115
Tabla 16. Estimaciones a los parámetros de calidad capa sub base.....	116
Tabla 17. Desviación estándar obtenida para proctor t- 180 capa sub base.....	119
Tabla 18. Valores obtenidos para CBR capa sub base.....	122
Tabla 19. Parámetros de calidad para la capa base	125
Tabla 20. Estimaciones a los parámetros de calidad para la capa base.....	126
Tabla 21. Valores obtenidos de proctor t-180 para la capa base.....	128
Tabla 22. Desviación estándar obtenida para CBR en capa base	130
Tabla 23. Aplicabilidad de los métodos A y B	134
Tabla 24. Datos históricos de desgaste por abrasión.....	136
Tabla 25. Valores calculados para proctor T-180 capa sub base	137
Tabla 26. Valores calculados para CBR capa sub base	139
Tabla 27. Valores calculados para grado de compactación capa sub base	141
Tabla 28. Valores calculados para CBR capa base.....	145
Tabla 29. Valores calculados grado de compactación capa base.....	146

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Resumen del control tecnológico de la capa sub base proyecto: “asfaltado puerta el chaco Villmontes” tramo: “asfaltado puerta el chaco – canaletas”

Anexo 2.- Resumen del control tecnológico de la capa base proyecto: “asfaltado puerta el chaco Villmontes” tramo: “asfaltado puerta el chaco – canaletas”

Anexo 3.-Especificaciones para la capa base y sub base correspondientes al proyecto: puerta el chaco Villmontes” Tramo: “asfaltado puerta el chaco – canaletas”