

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



**“ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE ALGUNAS CANTERAS NATURALES EN LA
PROVINCIA DEL MUNICIPIO DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN”**

Por:

GIRA CHURQUINA OSCAR

**SEMESTRE II - 2022
TARIJA-BOLIVIA**

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre que los se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos; a mis tíos, a mis amigos, (cump@s), que sin todos ellos no podría estar donde me encuentro ahora.

A mi compañera de vida y a nuestra pequeña luz que nos motiva a seguir adelante, Estefany Sofía.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.3.1 Situación del problema.....	2
1.3.2 Problema	3
1.4 Objetivos de investigación	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Diseño meteorológico de la investigación	5
1.6.1 Fundamento para el diseño metodológico de la investigación.....	5
1.6.2 Unidades de estudio y decisión muestral	6
1.6.2.1 Unidad de estudio o muestreo	6
1.6.2.2 Poblacion estadística	6
1.6.2.3 Muestra.....	6
1.6.2.4 Muestreo probabilístico.....	6
1.7 Identificación del tipo del diseño de investigación	7
1.7.1 Unidades de estudio y decisión muestral	7

1.7.1.1 Población.....	7
1.7.1.2 Muestra.....	7
1.7.1.3 Selección de las técnicas de muestreo.....	8
1.8 Métodos y procedimientos lógicos.....	8

CAPÍTULO II.
FUNDAMENTO TEÓRICO

	Página
2.1 Marco teórico	9
2.1.1 Marco conceptual.....	9
2.1.2 Marco referencial	10
2.2 Concepto fundamental de los agregados como componente del hormigón.....	10
2.2.1 Resistencia y durabilidad de los agregados.....	10
2.2.2 La estabilidad de los agregados.....	11
2.2.3 Concepto general del hormigón	12
2.2.4 Agregados	13
2.3 Conceptos específicos.....	15
2.3.1 Agregado grueso	15
2.3.1.1 Tamaño máximo.....	17
2.3.1.2 Tamaño máximo nominal	17
2.3.2 Agregado fino.....	18
2.3.3 Propiedades de los agregados.....	19
2.3.3.1 Densidad.....	19
2.3.3.2 Porosidad.....	20
2.3.3.3 Porcentaje de vacíos.....	20

2.3.3.4 Humedad	20
2.3.4 Propiedades de resistencia.....	20
2.3.4.1 Resistencia.....	20
2.3.4.2 Dureza	20
2.3.5 Solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio o de magnesio.....	21
2.3.5.1 Importancia y uso	22
2.3.6 Sanidad de los agregados	22
2.3.7 Resistencia a la degradación de los agregados por medio de la máquina de los ángeles.....	24
2.3.7.1 Importancia u uso de la degradacion del agregado por medio de la máquina de los Ángeles	24
2.3.8 Marco legal.....	24
2.3.8.1 Antecedentes de explotacion.....	24
2.3.8.2 Aprovechamiento familiar, comunitario y de orden social	24
2.3.8.3 Aprovechamiento artesanal o actividad menor de aridos y agregados	24
2.3.8.4 Aprovechamiento industrial o actividad mayor de aridos y agregados	25
2.3.9 Índice de aplanamiento y de alargamiento de los áridos para carreteras	25
2.3.9.1 Aplicación del metodo	26
2.3.10 Peso específico de los agregados.	27

CAPÍTULO III.
APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página
3.1 Enfoque del trabajo	28
3.2 Criterio de muestra.....	30
3.2.1 Muestreo de agregados para construcción de carreteras	30
3.2.1.1 Importancia y uso	30
3.2.2 Explotación de fuentes potenciales de agregados pétreos.....	31
3.2.2.1 Muestreo en canteras y vetas.....	31
3.2.2.2 Muestreo y tamaño de la muestra.....	31
3.2.2.3 Muestreo en zonas de préstamo lateral o en depósitos aluviales	31
3.2.2.4 Muestreo y tamaño de las muestras	32
3.2.2.5 Registro	32
3.3 Muestreo de los materiales para la investigación.....	33
3.3.1 Agregados	33
3.3.2 Criterio para el muestreo de los agregados	33
3.3.3 Codificación de los sondeos y toma de muestra	33
3.3.4 Ubicación y descripción del lugar.....	34
3.3.4.1 Río Camacho, localidad Valle de la Concepción.....	34
3.3.4.2. Zona San Nicolás	35
3.3.4.3 Zona San José de Charaja	38
3.4 Ficha técnica del sulfato de magnesio.....	40
3.4.1 Identificación del producto	40
3.4.2 Descripción	40
3.4.3 Características químicas.....	40

3.4.4 Características físicas.....	40
3.5 Estabilidad y reactividad.....	41
3.6 Caracterización de los agregados	41
3.6.1 Ensayos	41
3.7 Resultados	42
3.7.1 Granulometría de los 3 ensayos de la zona Valle de la Concepción.....	42
3.7.2 Peso específico de los agregados	45
3.7.3 Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados de las canteras.....	48
3.7.4 Solidez de los agregados de las canteras.....	51
3.7.5 Desgaste de los ángeles de las diferentes canteras.....	53
3.8 Guía de ensayo de la solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfatos de magnesio	56
3.8.1 Equipos y materiales	56
3.8.1.1 Tamices	56
3.8.1.2 Balanza.....	58
3.8.1.3 Horno.....	58
3.8.1.4 Termómetro.....	59
3.8.1.5 Recipientes para el estudio de las muestras	59
3.8.1.6 Solución necesaria de sulfato de magnesio.....	60
3.8.1.7 Densidad para la solución de 1400 g de sulfato de magnesio.....	61
3.8.1.8 Extracción y preparación de los agregados	61
3.8.1.9 La muestra del agregado fino	61
3.8.7.10 La muestra del agregado grueso.....	62
3.8.7.11 Ciclos de inmersión y secado	63
3.9 Tratamiento de resultados obtenidos de las canteras en estudio	64

3.9.1 Criterios generales.....	64
3.9.2 Análisis de las granulometrías según AASHTO T-27, en estado natural.....	65
3.9.2.1 Análisis de la granulometría natural zona Valle de la Concepción	65
3.9.2.2 Análisis de la granulometría natural zona San Nicolás.....	66
3.9.2.3 Análisis de la granulometría natural zona San José de Charaja.....	68
3.10 Peso específico de estudio.....	69
3.11 Análisis de laminaridad.....	71
3.12 Análisis del índice de alargamiento	72
3.13 Análisis de resultados del método de los sulfatos	73
3.14 Análisis de resultados del método máquina de los Ángeles	74
3.15 Orientacion de los materiales estudiados para poder usarlos.....	75
3.16 Propuesta económica.....	79

CAPÍTULO IV:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones	82
5.2. Recomendaciones.....	83

Bibliografía

Anexo 1: Fotográfico

Anexo 2: Planillas de costos

Anexo 3: Planillas de laboratorios

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.1 Variable independiente	4
Tabla 1.2 Variable dependiente.....	5
Tabla 2.1 Características de los agregados.	13
Tabla 2.2 Requisitos de la norma ASTM para el agregado grueso.	16
Tabla 2.3 Granulometría ideal.....	17
Tabla 2.4 Requisitos de la norma ASTM para agregado fino.....	19
Tabla 2.5 Granulometría de la norma AASHTO T-27 para el agregado fino.....	19
Tabla 2.6 Requisitos de la norma ASTM para ensayos de solidez	22
Tabla 2.7 Requisitos de la norma ASTM para ensayos de durabilidad	24
Tabla 2.8 Dimensiones de los calibradores para espesor y longitud.....	26
Tabla 3.1 Granulometría integral de la zona del Valle de la Concepción.....	42
Tabla 3.2 Resumen granulométrico	42
Tabla 3.3 Granulometría integral de la zona de San Nicolás	43
Tabla 3.4 Resumen granulométrico	43
Tabla 3.5 Granulometría integral de la zona de San José de Charaja	44
Tabla 3.6 Resumen granulométrico	44
Tabla 3.7 Tabla de resultados peso específico grueso zona Valle de la Concepción.....	46
Tabla 3.8 Tabla de resultados peso específico grueso zona San Nicolás.....	46
Tabla 3.9 Tabla de resultados peso específico grueso zona San José de Charaja	46

Tabla 3.10 Tabla de resultados peso específico fino zona Valle de la Concepción.....	47
Tabla 3.11 Tabla de resultados peso específico fino zona San Nicolás	47
Tabla 3.12 Tabla de resultados peso específico fino zona San José de Charaja	47
Tabla 3.13 Resultados de índice de laminaridad zona Valle de la Concepción.....	49
Tabla 3.14 Resultados de índice de laminaridad zona San Nicolás	50
Tabla 3.15 Resultados de índice de laminaridad zona San José de Charaja	50
Tabla 3.16 Resultados de índice de alargamiento zona Valle de la Concepción	50
Tabla 3.17 Resultados de índice de alargamiento zona San Nicolás	51
Tabla 3.18 Resultados de índice de alargamiento zona San José de Charaja	51
Tabla 3.19 Resultados de la desintegración por sulfato de magnesio zona Valle De la Concepción	52
Tabla 3.20 Resultados de la desintegración por sulfato de magnesio zona San Nicolás.....	53
Tabla 3.21 Resultados de la desintegración por sulfato de magnesio zona San José de Charaja.....	53
Tabla 3.22 Método de desgaste en función a la granulometría del material.....	54
Tabla 3.23 Planilla de resultados del desgaste de los ángeles zona Valle de la Concepción.....	55
Tabla 3.24 Planilla de resultados del desgaste de los ángeles zona San Nicolás	55
Tabla 3.25 Planilla de resultados del desgaste de los ángeles zona San José de Charaja	56
Tabla 3.26 Tamaños nominales de abertura.....	57
Tabla 3.27 Tabla para masa mínima de fracción de partículas	62

Tabla 3.28 Tabla de tamaños de partículas para sulfatos.....	63
Tabla 3.29 Resultados de los espesos específicos estudiados.....	69
Tabla 3.30 Resumen de los resultados de laminaridad	71
Tabla 3.31 Resumen de los resultados del índice del alargamiento.....	72
Tabla 3.32 Resumen de los resultados de desgaste de sulfatos.....	73
Tabla 3.33 Resultados de la pérdida de material mediante sulfatos	73
Tabla 3.34 Resumen de los resultados del desgaste mediante la máquina de los Ángeles.....	74
Tabla 3.35 Resultados de la pérdida de material mediante desgaste máquina.....	74
de los Ángeles	74
Tabla 3.36 Requisitos granulométricos para capa sub-base.....	75
Tabla 3.37 Requisitos granulometría para sub base granular	76
Tabla 3.38 Resultados de la granulometría gradacion B.....	76
Tabla 3.39 Requerimientos de los materiales capa base	78
Tabla 3.40 Requerimientos de los materiales capa de rodadura	79
Tabla 3.41 Distancias de acarreo	79
Tabla 3.42 Venta de material en las canteras de estudio	80
Tabla 3.43 Costos del material de acarreo	80
Tabla 3.44 Costo de materiales en diferentes chancadoras	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Componentes del concreto.....	12
Figura 2.2 Extracción del material del río Camacho (Valle de la Concepción)	15
Figura 2.3 Extracción de arenas	18
Figura 2.4 Planta de San José de Charaja	25
Figura 3.1 Lugares de estudio	29
Figura 3.2 Ubicación de la toma de muestra para la investigación Valle de la Concepción.....	34
Figura 3.3 Recolección de áridos.....	35
Figura 3.4 Ubicación de la toma de muestra para la investigación San Nicolás.	36
Figura 3.5 Recolección de áridos	37
Figura 3.6 Ubicación de la toma de muestra para la investigación san José de Charaja	38
Figura 3.7 Recolección de áridos.....	39
Figura 3.8 Curva granulométrica integral zona Valle de la Concepción	42
Figura 3.9 Curva granulométrica integral zona San Nicolás.	43
Figura 3.10 Curva granulométrica integral zona San José de Charaja	44
Figura 3.11 Realización del índice de laminaridad.....	48
Figura 3.12 Realización del índice de alargamiento	49
Figura 3.13 Ensayo por medio de sulfato de magnesio	52
Figura 3.14 Desgaste de los ángeles	54
Figura 3.15 Elaboración del tamizado del material	57
Figura 3.16 Balanza utilizada para el pesaje del material.....	58
Figura 3.17 Horno de ignición del laboratorio.....	58

Figura 3.18 Termómetro utilizado en laboratorio	59
Figura 3.19 Juego de tamices realizados.....	59
Figura 3.20 Disolución del sulfato de magnesio en agua	60
Figura 3.21 Lavado y selección del material	62
Figura 3.22 Reposo del material con agregado con el sulfato	64
Figura 3.23 Curva granulométrica agregado grueso	65
Figura 3.24 Curva granulométrica agregado fino	65
Figura 3.25 Curva granulométrica agregado grueso	66
Figura 3.26 Curva granulométrica agregado fino	67
Figura 3.27 Curva granulométrica agregado grueso	68
Figura 3.28 Curva granulométrica agregado fino	68
Figura 3.29 Granulometría con gradación B	77