

# Tabla de Contenido

Capítulo 1	Introducción.....	1
1.1	Fundamentación del Problema .....	1
1.2	Objetivos .....	2
1.2.1	Objetivo General .....	2
1.2.2	Objetivos Específicos .....	2
1.3	Antecedentes Teóricos.....	2
1.3.1	Conceptos Geoquímicos .....	2
1.3.2	Normas Ambientales y Calidad de Suelos.....	4
1.3.3	Estado del Arte .....	6
1.3.4	Sistema Edáfico .....	7
1.4	Hipótesis de Trabajo.....	8
Capítulo 2	Recopilación de Antecedentes .....	9
2.1	Ubicación y Accesos.....	9
2.2	Geomorfología .....	11
2.3	Geología .....	12
2.3.1	Secuencias Estratificadas .....	13
2.3.2	Depósitos Sedimentarios No Consolidados .....	16
2.3.3	Rocas Intrusivas .....	17
2.4	Suelos .....	18
2.5	Circulación Local de Vientos .....	19
Capítulo 3	Metodología .....	22
3.1	Metodología de Muestreo y Trabajo en Terreno.....	22
3.1.1	Grillado y Selección de Muestras .....	22
3.1.2	Validación Datos de Terreno .....	24
3.2	Metodología de Laboratorio .....	25
3.2.1	Preparación de Muestras.....	25
3.2.2	Adquisición y Procesamiento de Datos .....	25
3.2.3	Control de Calidad y Análisis Exploratorio de Datos .....	26
3.2.4	Validación de Base de Datos.....	28
3.3	Metodología de Análisis de Resultados Geoquímicos .....	28
3.3.1	Marco Teórico Estadístico .....	28
3.3.2	Línea Base.....	30
3.3.3	Identificación de Fuentes de Proveniencia .....	34

3.3.4	Comparación con Normas Internacionales .....	37
Capítulo 4	Resultados .....	40
4.1	Línea Base .....	40
4.1.1	Elementos Mayores .....	40
4.1.2	Elementos Traza .....	45
4.2	Identificación de Fuentes de Proveniencia .....	53
4.2.1	Factor de Enriquecimiento.....	53
4.2.2	Análisis de Correlación Múltiple.....	54
4.2.3	Análisis Multivariable.....	54
Capítulo 5	Discusiones .....	58
5.1	Concentraciones Elementales y Distribución Espacial (Línea Base) .....	58
5.1.1	Elementos Mayores .....	59
5.1.2	Elementos Traza .....	60
5.2	Identificación de Fuentes de Proveniencia .....	68
5.2.1	Factor de Enriquecimiento.....	68
5.2.2	Asociaciones Geoquímicas .....	69
5.3	Comparación con Normas Internacionales.....	83
Capítulo 6	Conclusiones y Recomendaciones .....	86
Bibliografía	.....	89

## Anexos

- Anexo 1. Composición Química Corteza Continental (Taylor & McLennan, 2009)
- Anexo 2. Base de Datos
- Anexo 3. Mapas Línea Base Geoquímica
- Anexo 4. Duplicados Analíticos

# Lista de Figuras

Figura 2.1. Ubicación del Área de Estudio .....	9
Figura 2.2. Red Vial Área de Estudio.....	10
Figura 2.3. Mapa extendido área de estudio.....	10
Figura 2.4. Esquema Geomorfológico del Área de Estudio.....	11
Figura 2.5. Geología Base del área de estudio, escala 1:150.000. ....	13
Figura 2.6. Distribución de tipos de suelos en el área de estudio .....	18
Figura 2.7. Área Estudio Modelamientos 3D Campos de Viento. ....	20
Figura 2.8. Modelamiento 3D Campos de Viento 16/Mayo/2004 (01 AM) .....	20
Figura 2.9. Modelamiento 3D Campos de Viento 16/Mayo/2004 (18 PM) .....	21
Figura 2.10. Modelamiento 3D Campos de Viento 19/Mayo/2004 (19 PM).....	21
Figura 3.1. Uso del suelo en puntos de muestreo. ....	23
Figura 3.2. Cuadrángulo de muestreo tipo compósito .....	24
Figura 3.3. (a) Muestreo del perfil 0 a 5 cm. (b) Muestras tipo Compósito almacenadas en bolsas de polietileno. ....	24
Figura 3.4. Explicación gráfica de transformación <i>ilr</i> para dos componentes .....	30
Figura 3.5. Diagrama Box-Plot Teórico .....	31
Figura 3.6. Ejemplo de Diagrama Compuesto (Cobre). ....	32
Figura 3.7. Ejemplo de Clasificación Box-Plot (Cobre) .....	32
Figura 3.8. Ejemplo de Raster de Interpolación (Cobre). ....	33
Figura 4.1. Resultados Factor de Enriquecimiento. ....	53
Figura 4.2. Resultado Análisis de Componentes Principales. ....	55
Figura 5.1. Relación entre la proporción total elemental y la fase extraída. ....	84

## Lista de Tablas

Tabla 2.1. Periodo de mayor concentración de PM <sub>10</sub> en Rancagua y Codegua (2004). ..	19
Tabla 3.1. Elementos Muestreados. ....	25
Tabla 3.2. Resumen Límite de Detección (LD).....	26
Tabla 3.3. Elementos Validados.....	28
Tabla 3.4. Definición algebraica de variables presentes en diagrama Box-Plot. ....	31
Tabla 3.5. Criterios de análisis de resultados del Factor de Enriquecimiento.....	34
Tabla 3.6. Criterios calidad de suelos en Canadá. ....	37
Tabla 3.7. Criterios calidad de suelos en el Reino de los Países Bajos. ....	38
Tabla 3.8. Criterios calidad de suelos en la República Federal de Alemania.....	39
Tabla 3.9. Criterios calidad de suelos en el Estado de Sao Paulo, Brasil. ....	39
Tabla 4.1. Resumen Análisis Químicos. ....	40
Tabla 4.2. Distribución Elementos Mayores ....	42
Tabla 4.3. Resumen Análisis Químicos. ....	45
Tabla 4.4. Distribución Elementos Traza ....	47
Tabla 4.5. Resumen Resultados Factor de Enriquecimiento. ....	53
Tabla 4.6. Matriz de Correlación.....	54
Tabla 4.7. Resultados Análisis Factorial ....	55
Tabla 5.1. Comparación Química Elementos Mayores v/s Química Roca Total ( <b>EMa</b> ) ..	59
Tabla 5.2. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>Ti, Fe, V, (Mn) y (Co)</i> . ....	70
Tabla 5.3. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>K, Rb, Ba y (Si)</i> .....	71
Tabla 5.4. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>Cu, Na, Ca, Sr, Mo, Mg y (P)</i> .	73
Tabla 5.5. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>As, S, Ga, Hg y (Ni)</i> . ....	76
Tabla 5.6. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>C, P, (Mn), (Fe), (Ca) y (Co)</i> ...	77
Tabla 5.7. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>Bi, W, (Co) y (Sc)</i> . ....	79
Tabla 5.8. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>Zn y Ga; -Cr</i> . ....	81
Tabla 5.9. Distribución Espacial Asociación Geoquímica <i>Pb, Cr y Ni</i> . ....	82
Tabla 5.10. Resumen criterios establecidos para la calidad de suelos. ....	83

## Lista de Ecuaciones

Ecuación 3.1. Fórmula de control de duplicados.....	24
Ecuación 3.2. Conjunto de Datos Composicionales ....	28
Ecuación 3.3. Isometric Log-Ratio Transformation para dos componentes. ....	29
Ecuación 3.4. Fórmula de cálculo del Factor de Enriquecimiento (FE) .....	34
Ecuación 3.5. Fórmula Coeficiente de Correlación .....	35
Ecuación 5.1. Relación entre los aniones Arseniato y Fosfato.....	62