

## **CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	10
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
<b>1.3. HIPÓTESIS</b>	<b>10</b>
<b>1.4. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO</b>	<b>11</b>
<b>1.5. METODOLOGÍA</b>	<b>13</b>
1.5.1. METODOLOGÍA GEOLÓGICA	13
1.5.2. METODOLOGÍA SISMOLÓGICA	13
1.5.3. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y SISMOLÓGICA	14
<b>1.6. ESTUDIOS ANTERIORES</b>	<b>15</b>
<b>2. MARCO TECTÓNICO</b>	<b>18</b>
<b>2.1. UNIDADES MORFOESTRUCTURALES</b>	<b>20</b>
2.1.1. CORDILLERA DE LA COSTA	20
2.1.2. DEPRESIÓN CENTRAL	21
2.1.3. CORDILLERA PRINCIPAL	21
2.1.4. ANTEPAÍS	22
<b>2.2. EVOLUCIÓN TECTÓNICA</b>	<b>23</b>
<b>3. MARCO GEOLÓGICO</b>	<b>26</b>
<b>3.1. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS</b>	<b>26</b>
3.1.1. FORMACIÓN NACIENTES DEL TENO	26
3.1.2. FORMACIÓN RÍO DAMAS	30
3.1.3. FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO	32
3.1.4. TOBA BLANCA DE 104 MA (UNIDAD INFORMAL)	34
3.1.5. UNIDAD CLÁSTICA CAFÉ ROJIZA (BRCU <i>SENSU</i> CHARRIER ET AL., 1996)	35
3.1.6. FORMACIÓN ABANICO	37
3.1.7. VOLCANISMO ANDINO JOVEN	40
<b>3.2. ROCAS INTRUSIVAS</b>	<b>42</b>
<b>3.3. ESTRUCTURAS</b>	<b>43</b>
3.3.1. FALLA EL FIERRO	43
3.3.2. VALLE DEL RÍO TINGUIRIRICA	45
3.3.3. SUR DEL RÍO TENO	47

<b><u>4. GEOLOGÍA LOCAL</u></b>	<b><u>48</u></b>
<b>4.1. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS</b>	<b>48</b>
4.1.1. FORMACIÓN ABANICO	48
4.1.2. CONGLOMERADOS DEL CAMPO DEL COLORADO	58
<b>4.2. ESTRUCTURAS</b>	<b>60</b>
4.2.1. FALLAS	61
4.2.2. PLIEGUES	66
4.2.3. DISCORDANCIAS	70
<b><u>5. SISMOLOGÍA</u></b>	<b><u>71</u></b>
<b>5.1. SISMO DEL 28 DE AGOSTO DEL 2004</b>	<b>73</b>
<b>5.2. MODELO DE VELOCIDADES</b>	<b>75</b>
<b>5.3. RÉPLICAS DEL SISMO EL FIERRO.</b>	<b>76</b>
<b><u>6. DISCUSIÓN</u></b>	<b><u>79</u></b>
<b><u>7. CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>84</u></b>
<b><u>REFERENCIAS</u></b>	<b><u>85</u></b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CUADRO ROJO) Y SUS VÍAS DE ACCESO. EXTRAÍDO Y MODIFICADO DEL SITIO WEB DEL SERVICIO NACIONAL DEL TURISMO DEL GOBIERNO DE CHILE, TURISTEL ([HTTP://WWW.TURISTEL.CL](http://www.turistel.cl)). \_\_\_\_\_ **11**
- FIGURA 2.** IMAGEN SATELITAL ASTER CON COMBINACIÓN DE BANDAS 731 DE LA REGIÓN DE ESTUDIO (CUADRO ROJO) Y SUS ALREDEDORES. SE INDICAN RÍOS, ESTEROS, QUEBRADAS Y CERROS PRINCIPALES. \_\_\_\_\_ **12**
- FIGURA 3.** MARGEN SUDAMERICANO, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS QUE INTERACTÚAN CON EL MARGEN OCCIDENTAL SUDAMERICANO. PRINCIPALES ASPECTOS MORFOLÓGICOS DEL CONTINENTE. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO AL SUR DE LOS ANDES CENTRALES SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE GANSSER (1993). MODIFICADO DE FARÍAS (2007) \_\_\_\_\_ **18**
- FIGURA 4.** DISTRIBUCIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES MORFOESTRUCTURALES DE LA ZONA VOLCÁNICA SUR EN CHILE; CC: CORDILLERA DE LA COSTA, DC: DEPRESIÓN CENTRAL, CP: CORDILLERA PRINCIPAL Y CORDILLERA PATAGÓNICA. MODIFICADO DE CHARRIER ET AL., 2007. \_\_\_\_\_ **20**
- FIGURA 5.** ESQUEMA DE LA EVOLUCIÓN CENOZOICA DE LOS ANDES DE CHILE CENTRAL. MODIFICADO DE FOCK, 2005. \_\_\_\_\_ **25**
- FIGURA 6.** MAPA GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE ESTUDIO BASADO EN DAVISON (1971), ZAPATTA (1995), PIQUER (2005) Y EL PRESENTE TRABAJO. \_\_\_\_\_ **28**
- FIGURA 7.** A) SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DEL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LOS RÍOS TINGUIRIRICA Y TENO DESDE EL JURÁSICO AL PRESENTE, BASADA EN KLOHN (1960), DAVIDSON Y VICENTE (1973), DAVIDSON (1971), ARCOS (1987), ZAPATTA (1995), PIQUER (2005), CHARRIER ET AL. (2007) Y OBSERVACIONES REALIZADAS EN TERRENO. B) PERFIL ESQUEMÁTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO, BASADO EN ZAPATTA (1995) Y OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO. \_\_\_\_\_ **29**
- FIGURA 8.** VISTA HACIA EL SUR – ESTE, LADERA SUR DEL VALLE DEL RÍO TINGUIRIRICA, DESDE LA LOCALIDAD DE TERMAS DEL FLACO. SE OBSERVA LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO Y LA UNIDAD CLÁSTICA CAFÉ ROJIZA AL NORTE DEL PASO EL FIERRO. \_\_\_\_\_ **36**
- FIGURA 9.** LADERA SUR DEL CERRO ALTO DEL PADRE. SE PUEDE OBSERVAR LA DISPOSICIÓN PRÁCTICAMENTE HORIZONTAL DE LOS DEPÓSITOS VOLCÁNICOS. MIRADA DESDE EL SUR - OESTE. \_\_\_\_\_ **40**
- FIGURA 10.** VISTA HACIA EL NOR- OESTE DE LA LADERA SUR – ESTE DEL CERRO SORDO LUCAS. \_\_\_\_\_ **41**
- FIGURA 11.** VISTA DESDE QUEBRADA LOS LUNES HACIA EL NOR-OSTE DEL VALLE DEL RÍO TINGUIRIRICA, LADERA NORTE. PLIEGUES ESTUDIADOS POR ZAPATTA (1995), INMEDIATAMENTE AL NORTE DE LA REGIÓN DE ESTUDIO. \_\_\_\_\_ **45**
- FIGURA 12.** VISTA HACIA EL SUR-ESTE DE LA LADERA SUR DEL VALLE DEL RÍO TINGUIRIRICA, SE OBSERVA UN SINCLINAL DE GRAN LONGITUD DE ONDA Y POCA AMPLITUD QUE AFECTA A LAS ROCAS DE FORMACIÓN ABANICO QUE SUBYACEN A LAS LAVAS CUATERNARIAS DEL CERRO ALTOS DEL PADRE. \_\_\_\_\_ **46**

- FIGURA 13.** LIMOLITAS PLEGADAS EN EL SECTOR DE CAMPO DEL COLORADO. A) VISTA AL NOR-OESTE, LOS ESTRATOS FORMAN UNA SUCESIÓN DE PLIEGUES CHEVRON. B) VISTA HACIA EL NOR-ESTE, SE OBSERVAN PLIEGUES CON VERGENCIA AL OESTE. \_\_\_\_\_ **49**
- FIGURA 14.** VISTA HACIA EL SUR-ESTE DESDE EL CERRO ALTO DEL PADRE, EN EL FONDO SE APRECIA EL ESTERO DEL COLORADO Y EN SU LADERA OCCIDENTAL LA SECUENCIA DE ROCAS ESTRATIFICADAS DEL MIEMBRO SEDIMENTARIO DE LA FORMACIÓN ABANICO SOBRE UN NIVEL DE ROCAS VOLCANOCLÁSTICAS DE COLOR ROJIZO Y GRIS. \_\_\_\_\_ **50**
- FIGURA 15.** VISTA HACIA EL NOR-ESTE DEL CERRO ALTO DEL PADRE, SE OBSERVA LA SUCESIÓN DE ESTRATOS DEL MIEMBRO LACUSTRE DE LA FORMACIÓN ABANICO QUE SUBYACE A LOS CONGLOMERADOS DEL CAMPO DEL COLORADO. \_\_\_\_\_ **50**
- FIGURA 16.** COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LEVANTADA EN EL SECTOR DEL CAMPO DEL COLORADO, BASADA EN OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE TERRENO DEL PRESENTE ESTUDIO Y EN ARCOS (1987). EN LA UNIDAD DE CONGLOMERADOS INTERCALADOS CON NIVELES DE ARENISCA DE LA FORMACIÓN ABANICO SE OBSERVAN PALEOCANALES Y ESTRATIFICACIÓN CRUZADA; EN LOS NIVELES DE ARENISCA DE LOS CONGLOMERADOS DEL COLORADO TAMBIÉN SE OBSERVAN PALEOCANALES. SE TIENE UNA EDAD PLEISTOCENA PARA LAS LAVAS DEL CERRO ALTO DEL PADRE. \_\_\_\_\_ **51**
- FIGURA 17.** VISTA HACIA EL NORTE DE UN ESTRATO CON ALTA INCLINACIÓN COMPUESTO POR CONGLOMERADOS INTERCALADOS CON ARENISCAS. LOS INDICADORES DE POLARIDAD (PALEOCANAL Y ESTRATIFICACIÓN CRUZADA) INDICAN UNA POLARIDAD POSITIVA HACIA EL ESTE. EN ESTE CASO AYUDA A DETERMINAR QUE ÉSTE ESTRATO FORMA PARTE DEL FLANCO ORIENTAL DE UN ANTICLINAL VOLCADO. \_\_\_\_\_ **53**
- FIGURA 18.** VISTA HACIA EL NOR-ESTE, DE LA LADERA ESTE DEL CAJÓN DEL BURRO. EN COLOR NARANJO SE DESTACA LA ESTRATIFICACIÓN DE LAS UNIDADES VOLCÁNICAS SOBRE UNIDADES FINAS (COLOR AMARILLO) DE LA FORMACIÓN ABANICO. \_\_\_\_\_ **54**
- FIGURA 19.** NIVEL DE CALIZA CON CONCRECIONES \_\_\_\_\_ **54**
- FIGURA 20.** COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LEVANTADA AL SUR DEL PORTEZUELO EL BAULE, EN EL CAJÓN DEL BURRO, BASADO EN OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE TERRENO DEL PRESENTE ESTUDIO. SE DISTINGUEN ESTRATOS SEDIMENTARIOS Y VOLCÁNICOS PERTENECIENTES A LA FORMACIÓN ABANICO Y LAVAS DEL CERRO SORDO LUCAS. \_\_\_\_\_ **55**
- FIGURA 21.** VISTA HACIA EL OESTE DE LA ZONA DE ESTUDIO. SE OBSERVA LA LADERA OCCIDENTAL DEL CAJÓN DEL BURRO, DONDE PREDOMINA MATERIAL DISGREGADO. EN EL CORDÓN DE ATRÁS SE OBSERVAN AFLORAMIENTOS DE ROCA PERTENECIENTE A LA SECUENCIA VOLCÁNICA DE LA FORMACIÓN ABANICO Y EN EL CORDÓN DE AL FONDO SE PUEDE OBSERVAR EN COLOR BLANQUECINO LA CONTINUACIÓN HACIA EL NORTE DEL INTRUSIVO DE INFIERNILLO (PIQUER, 2005). \_\_\_\_\_ **56**
- FIGURA 22.** CORRELACIÓN ENTRE LAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DEL CAJÓN DEL BURRO AL OESTE Y DEL CAMPO DEL COLORADO EN EL BORDE ORIENTAL DE LA ZONA DE LA ZONA DE ESTUDIO. \_\_\_\_\_ **57**
- FIGURA 23.** DEPÓSITOS CONGLOMERÁDICOS DEL CAMPO DEL COLORADO, LADERA SUR DEL CERRO ALTO DEL PADRE. VISTA HACIA EL NOR – ESTE. \_\_\_\_\_ **58**

<b>FIGURA 24.</b> PERFIL GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO. _____	<b>60</b>
<b>FIGURA 25.</b> SECTOR CARACTERIZADO POR UNA MORFOLOGÍA SUAVE Y MATERIAL DISGREGADO A LO LARGO DE LA LADERA OCCIDENTAL DEL CAJÓN DEL BURRO. _____	<b>61</b>
<b>FIGURA 26.</b> ZONA DE FALLA ENTRE UNIDADES VOLCÁNICAS Y SEDIMENTARIAS FINAS, EN LA LADERA ESTE DEL ESTERO LOS MAITENES, VISTA HACIA EL NOR-ESTE. A LA IZQUIERDA VISTA GENERAL DEL AFLORAMIENTO, A LA DERECHA VISTA DEL DETALLE DE LA ZONA DE FALLA Y DE LOS INDICADORES DE UN MOVIMIENTO INVERSO. _____	<b>63</b>
<b>FIGURA 27.</b> ZONA DE FALLA (2), BAJO UNIDADES DEL CAMPO DEL COLORADO, VISTA HACIA EL NOR-OESTE. A LA IZQUIERDA SE TIENE UN DETALLE DE LA ZONA DE FALLA QUE AFECTA A ROCAS SEDIMENTARIAS FINAS Y A LA DERECHA UNA VISIÓN GENERALIZADA. _____	<b>64</b>
<b>FIGURA 28.</b> VISTA HACIA EL SUR DE LA ZONA DE ESTUDIO, HACIA LA ZONA ESTUDIADA POR PIQUER (2005), SE OBSERVA LA SECUENCIA DE ROCAS PERTENECIENTES PRINCIPALMENTE AL MIEMBRO VOLCÁNICO DE LA FORMACIÓN ABANICO, Y QUE SE PUEDEN CORRELACIONAR CON LAS ROCAS QUE SE OBSERVAN EN QUEBRADA LA GLORIA AL NORTE DEL RÍO TENO. A LA DERECHA SE OBSERVA EL INTRUSIVO INFIERNILLO Y AL FONDO A LA DERECHA EL VOLCÁN PLANCHÓN-PETEROA. _____	<b>65</b>
<b>FIGURA 29.</b> ANTICLINAL VOLCADO (3) VISTA HACIA EL OESTE _____	<b>68</b>
<b>FIGURA 30.</b> ANTICLINAL (4) DEL COLORADO, UBICADO BAJO LOS CONGLOMERADOS DEL CAMPO DEL COLORADO. VISTA HACIA EL NOR-OESTE. _____	<b>69</b>
<b>FIGURA 31.</b> UBICACIÓN DEL EPICENTRO Y MECANISMO FOCAL DEL SISMO DEL SISMO EL FIERRO. EXTRAÍDO DE CHARRIER ET AL. (2004). _____	<b>73</b>
<b>FIGURA 32.</b> DISTRIBUCIÓN EPICENTRAL DE LAS RÉPLICAS DEL SISMO DEL 28 DE AGOSTO DEL 2004 (Mw = 6.5). LOS TRIÁNGULOS REPRESENTAN LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS, LOS CÍRCULOS DE COLOR BLANCO REPRESENTAN PROFUNDIDADES ENTRE 0 Y 5 KM, LOS DE COLOR AMARILLO ENTRE 5 Y 10 KM Y LOS DE COLOR ROJO REPERESENTAN PROFUNDIDADES ENTRE 10 Y 15 KM. ____	<b>77</b>
<b>FIGURA 33.</b> SECCIÓN VERTICAL (N110°E) DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SISMOS ASOCIADOS AL EVENTO DE EL FIERRO, OCURRIDO EL 28 DE AGOSTO DEL 2004. _____	<b>78</b>
<b>FIGURA 34.</b> PERFIL GEOLÓGICO Y SÍSMICO INTEGRADO. _____	<b>82</b>