

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| AGRADECIMIENTOS..... | 3 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 6 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| I.1. Geológico-Estructural..... | 11 |
| I.1.1. Modelos y definiciones de Faja Plegada y Corrida..... | 11 |
| I.1.2. Arquitectura de la estructura regional..... | 14 |
| I.2. Sistemas Geotermales..... | 16 |
| I.3. Formulación del problema..... | 18 |
| I.4. Hipótesis de Trabajo..... | 20 |
| I.5. Objetivos..... | 20 |
| I.5.1. Objetivo General..... | 20 |
| I.5.2. Objetivos específicos..... | 20 |
| I.6. Ubicación y Vías de acceso..... | 21 |
| I.7. Metodología..... | 22 |
| I.7.1. Trabajo en gabinete pre-campaña..... | 22 |
| I.7.2. Trabajo de campaña..... | 23 |
| I.7.3. Trabajo en gabinete post-campaña..... | 23 |
| II. MARCO TECTÓNICO..... | 24 |
| II.1. Morfoestructura..... | 26 |
| II.2. Evolución Geológica..... | 27 |
| III. Resultados..... | 31 |
| III.1. Unidades Geológicas..... | 34 |
| III.1.1. Unidades estratificadas..... | 34 |
| III.1.2. Unidades Volcánicas..... | 42 |
| III.1.3. Unidades Intrusivas..... | 46 |
| III.1.4. Depósitos no-consolidados..... | 47 |
| III.2. Geología Estructural..... | 49 |
| III.2.1. Dominio Faja Plegada y Corrida de Aconcagua: Estructuras en superficie..... | 50 |

| | |
|---|-----|
| III.2.2. Estructuras controladoras de los sistemas termales del Valle del Río Volcán. | 63 |
| IV. MODELACIÓN ESTRUCTURAL..... | 66 |
| IV.1. Metodología e interpretación en profundidad..... | 68 |
| IV.2. Análisis Dominio Faja Plegada y Corrida de Aconcagua (DPFCA) . | 69 |
| IV.3. Modelo estructural propuesto en el área de estudio | 73 |
| V. Discusiones | 76 |
| V.1. Limitantes de la sección restaurada..... | 76 |
| V.2. Correlación Regional..... | 77 |
| V.3. Estilos Estructurales..... | 82 |
| V.3.1. Acerca del carácter extensional en el límite oriental de Abanico | 82 |
| V.3.2. Sobre el acortamiento de la sección estructural restaurada | 86 |
| V.4. Edad de deformación | 86 |
| V.5. Geometrías de las estructuras propuestas en profundidad..... | 88 |
| V.6. Sobre efectos de geometrías heredadas | 89 |
| V.7. Carácter cinemático de la deformación | 91 |
| V.8. Sismicidad superficial en el área de estudio | 92 |
| V.9. Implicancias para el control de sistema geotermal..... | 93 |
| V.10. Relación con los modelos corticales propuestos entre los 33°S y 34°S. | 96 |
| V.11. Intrusivos Miocenos y sus posibles efectos en el desarrollo de estructuras fuera de secuencia | 98 |
| VI. Conclusiones..... | 100 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 103 |
| ANEXOS..... | 111 |
| ANEXO A: CORTES TRANSPARENTES | 111 |
| ANEXO B: ETAPAS DE LA RESTAURACIÓN EN <i>MOVE 2D</i> | 135 |
| ANEXO C: IMAGEN SATELITAL ASTER | 139 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Segmentos estructurales mayores de los Andes Centrales entre los 30 ° y 36 ° S, distinguiendo las FPC de La Ramada, Aconcagua y Malargüe. Además, el límite entre subducción normal y el flat slab. Se indica la zona de estudio (cuadrado rojo). Modificado de Ramos et al. (2004)..... | 13 |
| Figura 2. Modelos a escala cortical para la Cordillera Principal entre los 32° y 35°S. (a) Modelo estructural y cortical propuesto por Farías et al. (2010). Modificado de Farías et al. (2010). (b) Modelo cortical propuesto por Armijo et al. (2010). Tomado de Quiroga (2013)..... | 15 |
| Figura 3. Principales rasgos relacionados al transporte de fluidos y calor en los Andes de Chile Central. Se reporta la distribución superficial del flujo calórico promedio (Hamza y Muñoz, 1996), las isotermas (°C) a 5 km de profundidad (Tassara y Morales, 2013), los volcanes con actividad holocena (Stern et al., 2007), los principales sistemas de falla (Farías et al., 2010) y las razones isotópicas de Helio reportados en estudios previos (A: Hilton et al., 1993; B: Clavero et al., 2011; C: Dobson et al., 2013). Modificado de Benavente (2015)... | 17 |
| Figura 4. Zona Axial del Oroclino del Maipo. El recuadro rojo muestra la zona de estudio. Tomado de Arriagada et al. (2009). | 19 |
| Figura 5. Ubicación regional del área de estudio (Recuadro negro)..... | 21 |
| Figura 6. Sector de estudio junto a las principales vías de acceso y las manifestaciones termales reportadas por Benavente (2015). | 22 |
| Figura 7. Configuración tectónica desde el Cretácico hasta la actualidad (modificada de Zonenshayn et al., 1984). Tomado de Tapia, 2010. | 24 |
| Figura 8. Se indican los principales rasgos morfológicos, los estratovolcanes Holocenos, las principales ciudades y las manifestaciones termales reportadas por Benavente (2015). Volcanes con actividad Holocena en triángulos rojos y manifestaciones termales en círculos verdes. La línea roja delimita el ambiente termal definido por Hauser (1997), el Ambiente de Falla Pucuro. Modificado de Fock (2005). | 26 |
| Figura 9. Sistemas de rift Triásico-Jurásico, entre los 31°30' y 38°30', mostrando los depocentros de la cuenca de Neuquén (Yeguas Muertas, Nieves Negras, Alvarado y Río Atuel-La Valenciana (modificado de Alvarez y Ramos, 1999). Recuadro rojo indica la zona de estudio. Modificado de Giambiagi et al. (2003a)..... | 28 |
| Figura 10. Mapa geológico levantado en la zona. El recuadro muestra la leyenda. Basado en Thiele (1980); Fock (2005); Bustamante (2001) y Calderón (2008). Leyenda: ILE = Intrusivo La Engorda, IVM = Intrusivo Valle del Morado, IBM = Intrusivo Baños Morales, IChY = Intrusivo Chacayes Yesillo, FEF = Falla El | |

| | |
|---|----|
| Fierro, FBM= Falla Baños Morales, FChY = Falla Chacayes Yesillo, FCA= Falla Cerro Amarillo, FBC= Falla Baños Colina. | 32 |
| Figura 11. Columna estratigráfica generalizada de la zona de estudio. Modificado de Thiele (1980), Biro (1964), Bustamante (2001), Calderón (2003); Fock (2005) y Quiroga (2013), | 33 |
| Figura 12. Afloramiento de limolitas de la Formación Río Colina en el valle del Río Colina..... | 34 |
| Figura 13. Afloramiento de la Formación Río Damas, ladera sur del valle del Río Volcán..... | 37 |
| Figura 14. Conglomerado matriz soportado de la Formación Río Damas, en el sector del Valle de La Engorda..... | 37 |
| Figura 15. Afloramiento de calizas fosilíferas pertenecientes a la Formación Lo Valdés, ladera norte del valle del Río Volcán..... | 40 |
| Figura 16. Afloramiento de la Formación Colimapu, al sur del valle del Río Volcán. | 41 |
| Figura 17. Muestra la disconformidad de la Formación Abanico y Colimapu, en la ladera norte del Embalse El Yeso. | 43 |
| Figura 18. Afloramiento de la Formación Abanico, ladera sur del valle del Río Volcán..... | 45 |
| Figura 19 Afloramiento de la Formación Abanico en el sector de Lo Valdés, ladera norte del valle del Río Volcán..... | 45 |
| Figura 20. Vista panorámica al sur de la configuración estructural al oeste de la zona de estudio. | 50 |
| Figura 21. Vista hacia el sur del valle del Río Volcán. En la fotografía se muestra el Anticlinal Las Amarillas a la Formación Colimapu. Se observa la Formación Abanico en discordancia sobre la Formación Colimapu..... | 51 |
| Figura 22. Vista hacia el sur del Valle del Río Volcán, se observa la Formación Abanico sobre la Formación Colimapu, en discordancia..... | 52 |
| Figura 23. Se observa el Sinclinal Cerro El Diablo en el sector del Humedal Las Gualtatas, valle del Río Maipo..... | 53 |
| Figura 24. Se observa la Falla El Diablo, que monta rocas de la Formación Abanico, sobre rocas de la misma unidad..... | 54 |
| Figura 25. Vista panorámica de la ladera sur del valle del Río Volcán, en el sector de Baños Morales..... | 55 |
| Figura 26. Se observa la disconformidad de la Formación Colimapu con la Formación Abanico y Formación Lo Valdés. | 55 |
| Figura 27. Vista panorámica de la ladera sur del valle del Río Volcán, la falla Punta Zanzi repite los estratos de la Formación Río Damas..... | 56 |
| Figura 28. Se observa un pliegue por propagación de falla con vergencia NE y la falla que lo provocaría sería una de rumbo N60°W aproximadamente. | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Se observan los estratos subverticales de la Formación Río Colina en la ladera oeste del valle del Río Colina. | 57 |
| Figura 30. Se observa yeso estratificado, en la ladera este del valle del Río Colina, con un rumbo NNW-SSE y manteo de 45°E aproximadamente..... | 58 |
| Figura 31. Vista hacia el sur del Valle del Río Colina. Se observa la traza de la Falla Baños Colina y la deformación interna que posee la Formación Río Colina. | 58 |
| Figura 32. Se observa un pliegue por flexura de falla en la Formación Río Colina y la falla Baños Colina que repite los estratos de la Formación Río Colina sobre los estratos de la Formación Lo Valdés..... | 59 |
| Figura 33. Vista hacia el sur del valle Río Colina, en el costado derecho aflora el Yeso Principal, el cual también se encuentra involucrado en la deformación..... | 59 |
| Figura 34. Vista panorámica hacia el sur del valle del Río Colina. Se observa el sinclinal Valle Río Colina. | 60 |
| Figura 35. Vista al este del valle Río Colina, donde se trazó la falla Estero Las Minas que monta estratos de la Formación Río Colina sobre estratos de la Formación Lo Valdés. Además se observa el Intrusivo Colina y cómo el yeso es partícipe de la deformación. | 62 |
| Figura 36. Se observa de oeste a este, el yeso principal, la falla Estero Las Minas y el anticlinal Cerro Amarillo conformado por estratos de la Formación Lo Valdés | 63 |
| Figura 37. Vista al este del valle Río Colina, muestra la falla controladora de las Termas de Colina emplazada en el yeso perteneciente a la Formación Río Colina. | 64 |
| Figura 38. Vista hacia el sureste de la falla controladora de las Termas de Colina. | 65 |
| Figura 39. Traza de perfiles AA', BB' y CC'. Modificado de Thiele (1980). . | 66 |
| Figura 40. Secciones geológicas interpretadas en base al Mapa de Thiele (1980). Traza de perfiles en Figura 39. | 67 |
| Figura 41. Sección estructural esquemática interpretada en profundidad. Ver ubicación en Figura 10..... | 71 |
| Figura 42. Sección estructural esquemática interpretada en profundidad. Ver ubicación en Figura 10..... | 72 |
| Figura 43. Restauración palinospática a partir de la sección estructural sur construida en el área de estudio. | 75 |
| Figura 44. Vista panorámica hacia el sur del valle Río Yeso. La falla Chacayes-Yesillo y El Diablo, se unirían en una sola falla inversa, de alto ángulo, vergente al este..... | 78 |

| | |
|---|----|
| Figura 45. Vista norte del valle del Río Yeso. Se observa la continuidad de las estructuras hacia el norte en el valle Río Yeso; la falla Chacayes-Yesillo, Anticlinal Las Amarillas y Falla El Diablo..... | 79 |
| Figura 46. Comparación regional entre la sección de Giambiagi y Ramos (2002) y este trabajo. Línea punteada negra indica la correlación de la falla Estero Las Minas con la falla Yeguas Muertas (Giambiagi y Ramos, 2002). Línea punteada verde indica la correlación de la falla Cerro Amarillo con la falla BII (Giambiagi y Ramos, 2002). Y la línea punteada naranja indica la correlación de la falla Baños Colina con la falla Chacayal (Giambiagi y Ramos, 2002). | 80 |
| Figura 47. Comparación regional entre la sección de Tapia (2015) y este trabajo. Línea punteada negra indica la correlación de la falla Chacayes-Yesillo con la falla El Baule (Tapia, 2015). Línea punteada verde indica la correlación de la falla El Diablo con la falla El Fierro (Tapia, 2015). Y la línea punteada naranja indica la correlación de la falla Estero Las Minas con la falla Río del Cobre (Tapia, 2015). | 81 |
| Figura 48. Estructura en el flanco oriental de la cuenca de Abanico en el valle del Río Volcán. Doble asterisco indica edades SHRIMP U-Pb en circones. Tomado de Farías et al. (2010). | 87 |
| Figura 49. Vista sur de la discordancia entre las formaciones Abanico y Colimapu en la base del Cerro Retumbadero, valle del Río Volcán. Tomado de Tapia (2015). | 87 |
| Figura 50. Mapa geológico de la vertiente argentina del sector sur de la faja plegada y corrida de Malargüe. Tomado de Tapia (2010). ALB: Anticlinal Los Blancos; ADS: Anticlinal Dedos-Silla; AT: Anticlinal Torrecillas; ALV: Anticlinal La Valenciana; AM: Anticlinal Malargüe; ABB: Anticlinal Bardas Blancas; AP: Anticlinal Palauco. Tomado de Tapia (2010). | 90 |
| Figura 51. Modelo de interacción basamento-cobertura. Se muestra la diferencia de acortamiento del basamento y la cobertura tanto para el sector de deformación de piel gruesa como para el de piel fina. Tomado de Giambiagi y Ghigliione (2009). | 92 |
| Figura 52. Distribución de la sismicidad superficial en la Cordillera Principal entre los 33°S y 36°S, de acuerdo a la evidencia obtenida en la región localizada entre los 33°S y 35°S, y para la región entre los 34°S y 35°S (Barrientos y Vera, 1995). Trazas de las fallas San Ramón y Chacayes-Yesillo son indicadas. Notar la sismicidad a lo largo de la traza de la falla Chacayes-Yesillo. | 93 |
| Figura 53. Componentes controlados por el stress de la permeabilidad estructural en el sector de los Baños Colina. Notar la intersección común de los componentes controlados por el stress en la dirección σ_2 . Modificado de Rowland y Sibson (2004). | 94 |

| | |
|---|----|
| Figura 54. Modelos paralelos de crecimiento de travertinos, por plateau (columna izquierda) versus cresta de fisura (columna derecha). Tomado de De Filippis et al. (2013). | 95 |
| Figura 55. Modelo conceptual del estilo cortical a los 33°40'S. El modelo muestra un acoplamiento entre la corteza superior de deformación frágil y la corteza inferior de deformación dúctil y un alineamiento entre la localización de la deformación frágil y el máximo espesor cortical. Tomado de Giambiagi et al. (2012). | 97 |
| Figura 56. Modelo de emplazamiento de intrusivos en un régimen compresivo. (A) Modelo esquemático 3D que muestra la posición del punto de inyección en relación a una falla inversa. (B) Geometrías de emplazamiento en referencia a un modelo compresional. El emplazamiento muestra una asimetría, una mayor elongación debido a un corrimiento mayor y una menor elongación debido a un back-thrust menor. (C) Intrusión de un granito de forma sincrónica al acortamiento en la Faja Plegada y Corrida de Sevier, EEUU. .Modificado de Montarini et al. (2009). | 98 |