

# Tabla de contenido

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....  | 1         |
| 1.2      | HIPÓTESIS DE TRABAJO.....   | 4         |
| 1.3      | OBJETIVOS.....  | 4         |
| 1.4      | UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO .....  | 5         |
| 1.5      | METODOLOGÍA.....  | 6         |
| <b>2</b> | <b>MARCO TECTÓNICO.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>MARCO GEOLÓGICO .....</b>  | <b>11</b> |
| 3.1      | GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL SALAR DE ATACAMA .....                                      | 11        |
| 3.2      | ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA DE LA CUESTA DE BARROS ARANA .....                       | 14        |
| 3.3      | GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL BORDE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA ..... | 16        |
| 3.3.1    | <i>Antecedentes.....</i>  | <i>16</i> |
| 3.3.2    | <i>Sinclinal de Barros Arana .....</i>  | <i>18</i> |
| <b>4</b> | <b>MODELAMIENTO ESTRUCTURAL 3D .....</b>  | <b>21</b> |
| 4.1      | MARCO TEÓRICO .....   | 21        |
| 4.1.1    | <i>Método de las isógonas (Ramsay).....</i>                                       | <i>21</i> |
| 4.1.2    | <i>Ribbon (3D Dip Domain).....</i>  | <i>23</i> |
| 4.2      | RESULTADOS.....   | 26        |
| 4.2.1    | <i>Caracterización del sinclinal a través de datos de reflexión sísmica .....</i> | <i>26</i> |
| 4.2.2    | <i>Perfiles Geológicos .....</i>  | <i>28</i> |
| 4.2.3    | <i>Superficies Ribbon .....</i>   | <i>29</i> |
| 4.2.4    | <i>Modelo Sinclinal de Barros Arana .....</i>                                     | <i>32</i> |
| 4.2.5    | <i>Restauración.....</i>  | <i>34</i> |
| <b>5</b> | <b>DISCUSIÓN .....</b>  | <b>39</b> |
| 5.1      | DEPOCENTROS .....   | 39        |
| 5.2      | GEOMETRÍA DEL PLIEGUE.....  | 42        |
| 5.3      | MECANISMOS DE PLEGAMIENTO .....   | 44        |
| 5.4      | METODOLOGÍA DE MODELACIÓN .....   | 45        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>7</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>47</b> |

## Índice de ilustraciones

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.1:</i> a) Mapa geológico del Salar de Atacama y sus alrededores, extraído de Reutter et al., (2006). b) Mapa geológico del área de estudio, extraído de Bascuñan et al., (2015).<br>.....  | 3  |
| <i>Figura 1.2:</i> Zona de estudio y vías de acceso. ....  | 5  |
| <i>Figura 2.1:</i> Modelo de elevación digital del margen W de Sudamerica entre los 18º y 24ºS. Extraído de Bascuñan, (2014). ....   | 9  |
| <i>Figura 2.2:</i> Ciclo tectónico andino, subdivisiones en etapas y subetapas, y eventos tectónicos que marcan su desarrollo. Extraído de Charrier et al., (2007). ....   | 9  |
| <i>Figura 2.3:</i> Modelo de evolución tectónica para la Cordillera de Domeyko desde el Jurásico Tardío. Modificado de Amilibia et al., (2008). ....   | 10 |
| <i>Figura 3.1:</i> a) Imagen Landsat del borde occidental de la cuenca del Salar de Atacama, en la zona de la cuesta de Barros Arana y el escarpe El Bordo. Extraída de Arriagada et al., (2006). b) Estratigrafía de la Cuenca del Salar de Atacama. Extraída de Arriagada et al., (2006).<br>.....                                     | 13 |
| <i>Figura 3.2:</i> Cuadro Cronoestratigráfico para la zona de San Pedro de Atacama, desde el Pérmico, mostrando las principales unidades geológicas, unidades morfológicas locales y eventos tectónicos. Extraído de Henríquez et al., (2014). ....  | 14 |
| <i>Figura 3.3:</i> Mapa geológico del área de estudio. ....  | 15 |
| <i>Figura 3.4:</i> Imagen Landsat del borde occidental de la cuenca del Salar de Atacama, en la zona de la cuesta de Barros Arana. Extraído de Arriagada et al., (2006). ....  | 17 |
| <i>Figura 3.5:</i> Recopilación de mapas y perfiles geológicos realizados en el Sinclinal de Barros Arana.....   | 19 |
| <i>Figura 3.6:</i> Interpretaciones sísmicas de la línea F008, donde se aprecia el Sinclinal de Barros Arana. ....   | 20 |
| <i>Figura 4.1:</i> Clasificación realizada por Ramsay (1967), basada en el mapeo de las isógonas.<br>.....   | 21 |
| <i>Figura 4.2:</i> a) Relación de Isógonas entre $\delta$ y $\emptyset$ , junto con el tipo de pliegue que se asocia. b) sección que muestra la definición de los ángulos $\delta$ y $\emptyset$ además de 2 capas con relaciones de isógonas diferentes. c) Ejemplo relación de isógonas para las rocas P y Q de la figura b).<br>..... | 22 |
| <i>Figura 4.3:</i> Comparación de 2 perfiles construidos mediante 2 metodologías diferentes. a) Método Kink. c) Método de las Isógonas. ....   | 23 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 4.4:</i> Imagen que muestra la topografía (en gris) y contacto geológicos (en negro), de un área del sinclinal de Barros Arana, además de atributos de orientación (líneas de colores) y superficies Ribbon (superficie burdeo). Discos rojos representan los datos de rumbo y manteo.  | 24 |
| <i>Figura 4.5:</i> a) Distribución espacial de puntos de acuerdo a los diferentes valores entre $M = \ln(\lambda_1 / \lambda_3)$ y $K = \ln(\lambda_1 / \lambda_2) / \ln(\lambda_2 / \lambda_3)$ . Los puntos que caen en el área gris, presentan buenos resultados de ajuste y confiabilidad. b) 2 conjuntos de puntos que entregan buenos valores de ajuste, pero el conjunto (a) presenta nodos distribuidos de forma más homogénea al rededor del centro de masa, es decir, menos colineales, por lo que entregara análisis de mayor confiabilidad. | 25 |
| <i>Figura 4.6:</i> Perfil sísmico del sinclinal de Barros Arana (ver Figura 3.4 para ubicación). a) Perfil no interpretado. b) Perfil interpretado. c) Perfil interpretado con colores.   | 27 |
| <i>Figura 4.7:</i> Perfiles geológicos construidos mediante el método de las Isogonas.  | 28 |
| <i>Figura 4.8:</i> Modelo 3D donde se observan las 5 superficies Ribbon continuas que representan la prolongación de los contactos geológicos del Miembro Licán, al Miembro Rio Grande de la Fm Purilactis, hasta una profundidad de 250 m. En negro los contactos geológicos proyectados al DEM y en rojo las fallas también proyectada.   | 29 |
| <i>Figura 4.9:</i> Análisis Ribbon de espaciamiento ideal para el techo del Miembro Seilao.   | 30 |
| <i>Figura 4.10:</i> Análisis Ribbon para el techo del Miembro Seilao y el Miembro Pajarito.   | 31 |
| <i>Figura 4.11:</i> a) Modelo geológico 3D final. b) Modelo solo presentando niveles estratigráficos. c) Modelo solo presentando fallas.  | 33 |
| <i>Figura 4.12:</i> Mapas de elevación para los miembros superiores de la Formación Purilactis.   | 34 |
| <i>Figura 4.13:</i> Transformación del modelo 3D del Sinclinal de Barros Arana a su estado restaurado, el cual representaría la configuración interna de la cuenca al momento de finalizar la depositación de la Formación Purilactis.  | 36 |
| <i>Figura 4.14:</i> Mapas de elevación para la base de los miembros Superiores de la Formación Purilactis.  | 37 |
| <i>Figura 4.15:</i> Mapas de espesores para los miembros superiores de la Formación Purilactis.   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 4.16:</i> Mapas del Sinclinal de Barros Arana, donde se muestran encerrados en un cuadrado negro las zonas donde se generan: a) Errores al construir el modelo 3D en el Miembro Pajarito; b) Errores al restaurar el Miembro Vizcachita.....  | 39 |
| <i>Figura 5.1:</i> 4 casos que ilustran la posible interacción entre sedimentación y plegamiento de un sinclinal. ....  | 42 |
| <i>Figura 5.2:</i> Esquema ilustrando el strain incremental asociado a cizalle simple en deformación strike-slip. ....  | 43 |
| <i>Figura 5.3:</i> Modelo de rotación de bloques bordeados por 2 sets de fallas de rumbo. a) configuración inicial. b) después de la deformación. ....  | 44 |
| <i>Figura 5.4:</i> Modelo de deformación del dominio norte del sinclinal de Barros Arana. Se muestran las rotaciones registradas en trabajos anteriores. En líneas gruesas se muestran los elementos estructurales similares correlacionables al modelo de deformación en torno a un bloque rígido para un caso de movimiento dextral, el cual se muestra en b). Figura modificada de Narea, (2014). b) Esquema de las características principales de la deformación alrededor de un bloque rígido para un caso de movimiento dextral.<br>..... | 44 |