



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

**CARACTERIZACIÓN GEO-VITIVINÍCOLA EN CHILE DESDE LA III REGIÓN DE
ATACAMA A LA XI REGIÓN DE AYSÉN**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGA

MARÍA FRANCISCA OLIVARES HIRMAS

PROFESOR GUÍA

BRIAN TOWNLEY CALLEJAS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

PAMELA CASTILLO LAGOS

KATJA DECKART

SANTIAGO DE CHILE

2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:** Geóloga
POR: María Francisca Olivares Hirmas

FECHA: 03/07/2018

PROFESOR GUÍA: Brian Townley Callejas

CARACTERIZACIÓN GEO-VITIVINÍCOLA EN CHILE DESDE LA REGIÓN DE ATACAMA A LA REGIÓN DE AYSÉN

Chile es un país que destaca por su vitivinicultura a nivel mundial, sin embargo, esta actividad sigue prácticas tradicionales, donde la relación de la geología con la formación de los suelos y cómo esta interacción afecta al desarrollo de la vid es aún poco comprendida. Es en este contexto, que esta memoria tiene por objetivo realizar una caracterización geo-vitivinícola de Chile para efectos de la generación de criterios geológico y geomorfológicos de evaluación de zonas de cultivo de la vid.

En virtud de este objetivo se realizó un mapa, escala 1:1.000.000 utilizando la geología generada por el SERNAGEOMIN (2004). Para acotar la zona de estudio, se definieron 17 valles vitivinícolas establecidos en el Decreto N°464, el cual determina las denominaciones de origen chilenas, a los cuales se les añadió la componente geológica mediante la incorporación de cuencas hidrográficas proporcionadas por la Dirección General de Aguas (DGA).

Los valles se encuentran divididos en las regiones vinícolas de Atacama, Coquimbo, Aconcagua, del Valle Central, Sur y Austral. Para cada una de estas regiones y sus respectivos valles se describió la geología a escala regional y se caracterizaron las morfoestructural de Cordillera Principal, Depresión Central y Cordillera de la Costa. Además, a modo de explorar la incorporación de información de mayor detalle, se selecciona el Valle de Casablanca para realizar un mapeo escala 1:100.000 en base a la carta de la zona Valparaíso-Curacaví, con el fin de diferenciar los distintos tipos de depósitos y sus geomorfologías y también se estudió la variación del nivel estático, en un periodo de 10 años, para 28 pozos ubicados en este valle. Por su parte, en el Valle de Copiapó se realizó un mapeo de arcillas mediante imágenes satelitales ASTER para reconocer la distribución de los minerales illita, caolinita, montmorillonita y vermiculita. Por último, para seis valles definidos como prioritarios (Casablanca, Maipo, Rapel, Maule, Curicó e Itata) se realizaron mapas de aspecto y pendientes.

Los valles se caracterizan por presentar variaciones norte-sur y este-oeste de las unidades geológicas y las unidades morfoestructurales y si bien valles de la misma región vitivinícola tienen características similares entre sí, cada uno de estos presenta particularidades únicas que los diferencian. Para Casablanca se pudo apreciar que el mayor detalle en la geomorfología permite diferenciar cuatro unidades geomorfológicas, que en el mapa de escala 1:1.000.000 corresponde a una. En cuanto al nivel estático es posible apreciar una clara disminución de este a lo largo de los años y en el Valle de Copiapó es posible reconocer las arcillas illita y caolinita.

En base a las cuencas hidrográficas y las características geomorfológicas, se proponen posibles tres valles vitivinícolas en la Región de Aysén supeditados a las condiciones mesoclimáticas de ellos. Cada uno de estos presentan unidades de roca particulares, los cuales pueden representar interesantes *terroirs* en un escenario de cambio climático.

Es así como la comprensión de las características geológicas enfocada a los valles vitivinícolas chilenos, podrá permitir la generación de criterios de evaluación de predios agrícolas.

AGRADECIMIENTOS

Esta memoria se enmarca en el proyecto CORFO “*Influencias Geológicas, Mineralógicas y Geoquímicas del Cultivo de la Vid en Chile*” en conjunto con el Consorcio de Vino de Chile, quienes financian este trabajo.

Gracias profesor Brian y Pame por invitarme a ser parte de este proyecto. Gracias por todo el apoyo y dedicación que han tenido conmigo. No solo he aprendido muchísimo si no que ha sido un proceso en el que he aprendido a confiar en mí y mis habilidades. Profe Katja, muchas gracias por su interés y paciencia por leer mi trabajo. Ignacio Serra, por estar tan pendiente a pesar de la distancia, aprendí muchísimo de tus correcciones.

Al Lucho, gracias por ser mi amigo durante todo este tiempo, no solo fueron conversaciones del proyecto, sino que sobre nosotros y la vida. Te considero un gran amigo.

A mi familia, que no solo tuvo que aguantar mi mal humor cuando la carga era mucha, sino que me dieron animo a seguir adelante y confiar en mí. Gracias por siempre estar ahí para mí, por el cariño incondicional. A mi mamá infinitas gracias porque es gracias a ti que estoy donde estoy hoy día.

Al Cris, que fue mi pilar fundamental. Que me ayudó con paciencia, se interesó en la geología y me motivó a hacer lo mejor posible.

A las mini geólogas, que han sido mi alma gemela, no solo en el amor por la geología, sino en nuestra visión de vida. Gracias a ustedes estos cuatro años han sido únicos y las llevaré siempre conmigo.

A los Geolokos, gracias por hacer los terrenos tan intensos, entretenidos, por compartir sobre lo que nos interesa y sobre nuestras vidas. Hicieron que las clases fueran menos fomes, el patio de los naranjos más alegre y me llevo un pedacito de cada uno de ustedes.

Gracias sección 3 por mostrarme lo entretenida que puede ser la universidad si se comparte con buenos amigos. A Max, por aguantarme desde esos primeros años de mechona y por escucharme y aconsejarme honestamente.

Tabla de contenido

1	CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1	Formulación del problema	13
1.2	Hipótesis de trabajo.....	14
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Objetivo General	14
1.3.2	Objetivos Específicos	14
2	CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL	15
2.1	La relación entre <i>terroir</i> , geología y vinos.	15
2.2	Características vitivinícolas de Chile.....	18
2.3	Denominación de Origen y Cepajes Viníferos	21
2.3.1	Región de Atacama.....	24
2.3.2	Región de Coquimbo	25
2.3.2.1	Valle del Elqui.....	25
2.3.2.2	Valle del Limarí	26
2.3.2.3	Valle del Choapa	27
2.3.3	Región de Aconcagua.....	28
2.3.3.1	Valle del Aconcagua	28
2.3.3.2	Valle de Casablanca	29
2.3.3.3	Valle de San Antonio	30
2.3.4	Región del Valle Central	31
2.3.4.1	Valle del Maipo.....	31
2.3.4.2	Valle de Rapel	31
2.3.4.3	Valle de Curicó	33
2.3.4.4	Valle del Maule.....	33
2.3.5	Región del Sur	34
2.3.5.1	Valle de Itata	34
2.3.5.2	Valle del Biobío	35
2.3.5.3	Valle de Malleco	36
2.3.6	Región Austral.....	37
2.4	Trabajos Anteriores.....	38
2.4.1	Relación Geología y Vid	38
2.4.1.1	Geoquímica de Roca, Suelo y Vid	38

2.4.1.2	Textura de Suelos y Roca.....	39
2.4.2	Hidrogeología y Geomorfología.....	40
3	CAPITULO III: MARCO GEOLÓGICO	43
3.1	Geología de Chile	43
3.2	Morfoestructuras.....	44
4	CAPITULO IV: METODOLOGÍA	48
4.1	Definición de criterios relevantes a escala regional y capas a considerar en el mapa. ...	48
4.2	Tratamiento del mapa geológico del SERNAGEOMIN.....	49
4.3	Tratamiento capa Geología.....	50
4.4	Tratamiento capa Litología.....	50
4.5	Modelo digital de elevaciones	51
4.5.1	TIN	51
4.5.2	DEM	52
4.5.3	Hillshade.....	52
4.5.4	Aspecto.....	53
4.5.5	Pendiente	53
4.6	Definición de valles vitivinícolas y sus respectivas cuencas hidrográficas.....	53
4.6.1	Definición de Valles Vitivinícolas	54
4.6.2	Definición de Cuencas hidrográficas.....	56
4.7	Mapeo de la geomorfología en detalle.....	57
4.8	Determinación de arcillas mediante imágenes satelitales Aster	58
4.9	Incorporación de datos de agua de la DGA	59
4.10	Definición de nuevas zonas vitícolas	60
5	CAPITULO V: RESULTADOS	61
5.1	Definición de los Valles Vitivinícolas	61
5.2	Caracterización Geológica de los Valles	63
5.2.1	Valle de Copiapó	63
5.2.1.1	Hidrografía	63
5.2.1.2	Geología	63
5.2.2	Valle del Huasco.....	65
5.2.2.1	Hidrografía	65
5.2.2.2	Geología	65
5.2.3	Valle del Elqui	67

5.2.3.1	Hidrografía	67
5.2.3.2	Geología	67
5.2.4	Valle de Limarí	69
5.2.4.1	Hidrografía	69
5.2.4.2	Geología	69
5.2.5	Valle de Choapa	71
5.2.5.1	Hidrografía	71
5.2.5.2	Geología	71
5.2.6	Valle del Aconcagua.....	73
5.2.6.1	Hidrografía	73
5.2.6.2	Geología	73
5.2.7	Valle de Casablanca	75
5.2.7.1	Hidrografía	75
5.2.7.2	Geología y Geomorfología.....	75
5.2.8	Valle de San Antonio.....	78
5.2.8.1	Hidrografía	78
5.2.8.2	Geología	78
5.2.9	Valle del Maipo	80
5.2.9.1	Hidrografía	80
5.2.9.2	Geología y Geomorfología.....	80
5.2.10	Valle de Rapel	83
5.2.10.1	Hidrología	83
5.2.10.2	Geología y Geomorfología.....	83
5.2.11	Valle de Curicó.....	86
5.2.11.1	Hidrografía	86
5.2.11.2	Geología y Geomorfología.....	86
5.2.12	Valle del Maule	89
5.2.12.1	Hidrografía	89
5.2.12.2	Geología y Geomorfología.....	89
5.2.13	Valle de Itata.....	92
5.2.13.1	Hidrografía	92
5.2.13.2	Geología y Geomorfología.....	92
5.2.14	Valle de Bio Bio	95

5.2.14.1	Hidrografía	95
5.2.14.2	Geología	95
5.2.15	Valle de Malleco.....	97
5.2.15.1	Hidrología	97
5.2.15.2	Geología	97
5.2.16	Valle de Cautín	99
5.2.16.1	Hidrografía	99
5.2.16.2	Geología	99
5.2.17	Valle de Osorno.....	101
5.2.17.1	Hidrografía	101
5.2.17.2	Geología	101
5.3	Propuesta de nuevo valle vitivinícola Región de Aysén.....	103
5.3.1	Sub-subcuenca 1: Cuenca Río Palena	104
5.3.2	Sub-subcuenca 2: Cuenca Río Simpson	106
5.3.3	Sub-subcuenca 3: Cuenca Río Baker-Cochrane.....	107
5.4	Trabajo exploratorio en detalle para el Valle de Casablanca.....	108
5.4.1	Mapeo de detalle de la Geomorfología.....	109
5.4.2	Datos Hidrológicos Valle de Casablanca	111
5.5	Teledetección de Arcillas.....	114
6	CAPITULO VI: DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES	116
6.1	Características geológicas y Denominaciones de Origen	116
6.1.1	Definición de los Valles	116
6.1.2	Características Geológicas.....	118
6.1.3	Zonificación de las Variedades.....	119
6.2	Geomorfología	121
6.2.1	Geología escala 1:100.000.....	121
6.2.2	Mapas de pendiente y orientación	121
6.3	Recurso Hídrico	121
6.4	Teledetección	122
6.5	Criterios de evaluación de predios agrícolas	124
7	CAPITULO VII: CONCLUSIONES	126
8	BIBLIOGRAFÍA	128
9	ANEXOS	132

9.1	Anexo 1: Leyenda Mapa SERNAGEOMIN.....	132
9.2	Anexo 2: Curvas de Nivel utilizadas para mapas de pendiente y orientación.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.3.1: Regiones vitivinícolas con sus respectivas subregiones, zonas y áreas. (Decreto N°464, 1994).....	22
Tabla 2.4.1: Tabla comparativa de las principales características de las viñas en estudio Fuente Contreras (2016).....	40
Tabla 4.1.1: Bibliografía revisada	48
Tabla 4.6.1: Escala de definición de los Valles Vitivinícolas	54
Tabla 4.8.1: ASTER y rango espectral de sus bandas Fuente: http://www.geosoluciones.cl/documentos/aster/aster-user-guide-v2.pdf)	58
Tabla 5.2.1: Extensión Valle de Copiapó.....	63
Tabla 5.2.2: Extensión Valle del Huasco	65
Tabla 5.2.3: Extensión Valle del Elqui.....	67
Tabla 5.2.4: Extensión del Valle de Limarí.....	69
Tabla 5.2.5: Extensión Valle de Choapa	71
Tabla 5.2.6: Extensión Valle del Aconcagua	73
Tabla 5.2.7: Extensión del Valle de Casablanca	75
Tabla 5.2.8: Extensión Valle de San Antonio	78
Tabla 5.2.9: Extensión Valle del Maipo.....	80
Tabla 5.2.10: Extensión Valle de Rapel	83
Tabla 5.2.11: Extensión Valle de Curicó.....	86
Tabla 5.2.12: Extensión del Valle del Maule	89
Tabla 5.2.13: Extensión del Valle de Itata.....	92
Tabla 5.2.14: Extensión Valle del Bío-bío.....	95
Tabla 5.2.15: Extensión Valle de Malleco	97
Tabla 5.2.16: Extensión Valle de Cautín.....	99
Tabla 5.2.17: Extensión Valle de Osorno.....	101
Tabla 5.4.1: Leyenda Ampliada Mapa Geológico Valle de Casablanca escala 1:100.00. (Gana et al. 1996).....	110
Tabla 5.4.2: Ubicación UTM de los Pozos. Valle Casablanca.....	111
Tabla 6.1.1: Tabla comparativa de la extensión de cada valle vitivinícola y la diferencia porcentual con la zonificación del Decreto 464	117
Tabla 6.1.2: Distribución de los distintos cepajes en los distintos valles. Datos obtenido del Catastro Vinífero 2016.....	120
Tabla 6.5.1: Clasificación de los distintos factores considerados para la evaluación de un terreno agrícola (Jones et al. 2004).....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1: Esquema de la relación entre la pendiente y la relación solar. Angulo α corresponde al ángulo de incidencia del sol sobre la horizontal mientras β corresponde el ángulo de la pendiente. (Figura de Hancock, 1999, tomada de Huggett, 2005).....	16
Figura 2.1.2: Factores encontrados desde el cultivo de la vid a la cadena de producción de un vino. (Modificada de Jones, et al, 2004).....	18
Figura 2.2.1: Regiones productoras de vino a nivel mundial relacionado con su posición geográfica y las temperaturas medias asociadas. (Imagen tomada de sitio: Aprender de Vinos, Viticultura: Clima y Viñedo, http://www.aprenderdevino.es/clima-vinedo/).	19
Figura 2.2.2: Zona central de Chile donde se observan los valles del Maipo, Valle del Aconcagua, Valle de Casablanca y Valle de San Antonio. Además de observa las unidades de Cordillera de la Costa y Cordillera Principal con las direcciones del viento en sentido este-oeste. (Imagen tomada de http://www.winesofchile.org)	21
Figura 2.3.1: Variedades más plantadas del total nacional. La información presentada incluya la superficie de vides plantadas a nivel nacional y regional, la superficie de los principales cepajes a nivel nacional y regional y estadística regional especificada por comuna y cepaje. Imagen del Catastro Viticola 2016.	24
Figura 2.3.2: Gráfico variedad de cepas en el A) Valle de Copiapó, B) Valle del Huasco. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	25
Figura 2.3.3: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Elqui. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	26
Figura 2.3.4: Gráfico de variedad cepas en Valle del Limarí. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	27
Figura 2.3.5: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Choapa. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	28
Figura 2.3.6: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Aconcagua. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	29
Figura 2.3.7: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Casablanca. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	30
Figura 2.3.8: Gráfico de variedad de cepas en Valle de San Antonio. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	30
Figura 2.3.9: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Maipo. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	31
Figura 2.3.10: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Rapel. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	32
Figura 2.3.11: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Curió. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	33
Figura 2.3.12: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Maule. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	34

Figura 2.3.13: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Itata. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	35
Figura 2.3.14: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Biobío. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	36
Figura 2.3.15: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Malleco. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	37
Figura 2.3.16: Gráfico variedad de cepas en el A) Valle de Cautín, B) Valle de Osorno. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.	37
Figura 2.4.1: Patrón de distribución del resultado del conteo de raíces. Cada gráfico corresponde al promedio por sector y las barras corresponden al error estándar asociado al promedio. Fuente: López, S., 2017	41
Figura 2.4.2: Casos extremos de superficies y su nivel base respecto al nivel freático. (a) Equilibrio de la superficie con el nivel base local, lo que permite un desarrollo de un acífero somero. (b) Superficie colgada (desequilibrio) respecto al nivel base local, lo que genera un nivel freático más profundo y curvo (Hubbert, 1940). (Lagos, 2015).	42
Figura 3.2.1: Dominios morfoestructurales y divisiones regionales. Fuente: SERNAGEOMIN, 2004.	45
Figura 3.2.2: Volcanes de Chile. Fuente: Chile Geológico, Townley, 2012.....	46
Figura 3.2.3: Mapa Litológico de Chile. Fuente Departamento de Geología, Universidad de Chile, 2010.	47
Figura 4.2.1: Capas de mapa geológico SERNAGEOMIN.....	50
Figura 4.5.1: Capa DEM y TIN.....	51
Figura 4.5.2: Capas que muestran la topografía, TIN y DEM.....	52
Figura 4.5.3: Relación entre azimut y posición del sol	53
Figura 4.6.1: Valles Vitivinícolas de Chile. Fuente http://www.aprenderdevino.es/regiones-vino-chile/	55
Figura 4.6.2: Valle de Casablanca mostrado como el polígono color verde y su respectiva cuenca hidrográfica delimitada en color rojo. Punto verde: Salida de la cuenca. Base GDEM.....	57
Figura 5.1.1: Mapa Vitivinícola de Chile. El punto negro representa la ubicación de la ciudad de Santiago. Elaboración propia.....	61
Figura 5.1.2: Cuencas Vitivinícolas chilenas, representadas por los polígonos con contorno marcado, contrastado con la Zonificación vitivinícola establecida en el Decreto 464, representado por los polígonos coloreados. .En negro los límites regionales. Elaboración propia.	62
Figura 5.2.1: Geología del Valle de Copiapó. Geología obtenida del Sernageomin (2004)	64
Figura 5.2.2: Geología del Valle del Huasco. Geología obtenida del Sernageomin (2004)	66
Figura 5.2.3: Geología del Valle del Elqui. Geología obtenida del Sernageomin (2004).....	68
Figura 5.2.4: Geología Valle del Limarí. Geología obtenida del Sernageomin (2004)	70
Figura 5.2.5: Geología Valle de Choapa. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	72

Figura 5.2.6: Geología Valle del Aconcagua. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	74
Figura 5.2.7: Geología Valle de Casablanca. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	76
Figura 5.2.8: A) Mapa de Pendientes Valle de Casablanca. B) Mapa de Orientación Valle de Casablanca. Elaboración propia.	77
Figura 5.2.9: Geología Valle de San Antonio. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	79
Figura 5.2.10: Geología del Valle del Maipo. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	81
Figura 5.2.11: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de aspecto del Valle del Maipo.....	82
Figura 5.2.12: Geología Valle de Rapel. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	84
Figura 5.2.13: A) Mapa de pendientes valle de Rapel. B) Mapa de orientación Valle de Rapel..	85
Figura 5.2.14: Geología Valle de Curicó. Geología obtenida del Sernageomin (2004).....	87
Figura 5.2.15: A) Mapa de pendientes para el Valle de Curicó. B) Mapa de orientación del mismo valle.	88
Figura 5.2.16: Geología del Valle del Maule. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	90
Figura 5.2.17: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de orientación del Valle del Maule. Elaboración propia.	91
Figura 5.2.18: Geología Valle de Itata. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	93
Figura 5.2.19: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de orientación. Valle de Itata. Elaboración propia.	94
Figura 5.2.20: Geología Valle del Bio Bio. Geología obtenida del Sernageomin (2004).....	96
Figura 5.2.21: Geología Valle de Malleco. Geología obtenida del Sernageomin (2004).	98
Figura 5.2.22: Geología Valle de Cautín. Geología obtenida del Sernageomin (2004).....	100
Figura 5.2.23: Geología Valle de Osorno. Geología obtenida del Sernageomin (2004).....	102
Figura 5.3.1: Cuencas hidrográficas, representadas por los polígonos con contornos verdes, de la Región de Aysén y los tres posibles valles vitivinícolas seleccionados. Cuencas obtenidas de DGA, 2017.	104
Figura 5.3.2: Geología Subsubcuenca 1, Valle del Palena. Geología obtenida del Sernageomin 2004.	105
Figura 5.3.3: Geología subsubcuenca 2, Valle del Simpson. Geología obtenida del Sernageomin 2004.	106
Figura 5.3.4: Geología subsubcuenca 3, Valle del Baker-Cochrane. Geología obtenida del Sernageomin 2004.	108
Figura 5.4.1: Valle de Casablanca mapeo escala 1:100.000. Basando en la Carta Geológica Zona Valparaíso-Curacaví. (Gana et al. 1996).	109
Figura 5.4.2: Ubicación de los pozos en el Valle de Casablanca	112
Figura 5.4.3: Gráficos de cuatro pozos del Valle de Casablanca. Es posible observar como se ha comportado el nivel estático en cada uno de ellos a lo largo de los años.....	113

Figura 5.4.4: Variación del Nivel estático Pozo Santa Marta Valle de Casablanca.....	114
Figura 5.5.1: Mapeo de Arcillas en sección del Valle de Copiapó. Elaboración propia.....	115
Figura 6.4.1: Mapeo de arcillas sector del Valle de Copiapó.....	123
Figura 9.2.1: Curvas Valles de Casablanca. Cada 50 m.....	135
Figura 9.2.2: Curvas de nivel Valle del Maipo. Cada 50 m.	136
Figura 9.2.3: Curvas Valle de Curicó. Cada 50m.....	137
Figura 9.2.4: Curvas de nivel Valle de Itata. Cada 50m.....	138
Figura 9.2.5: Curvas de nivel Valle del Maule. Cada 50 m.	139
Figura 9.2.6: Curvas de Nivel Valle de Rapel. Cada 50 m.....	140

1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Formulación del problema

Chile es actualmente uno de los países reconocidos a nivel mundial por su producción de vino. A pesar de una larga historia vitivinícola, la producción nacional ha tendido a darle mucha más importancia a las condiciones climáticas que a las características edáficas y geológicas de sus viñedos en comparación con países como Francia, Italia, España, entre otros (Vaudour y Shaw, 2005). Estos países presentan sistemas de denominaciones de origen muy estrictas los cuales involucran estudios de suelo y geología a diferentes escalas, resaltando la importancia del suelo en el concepto de *terroir* (Van Leeuwen and Seguin, 2006). En Chile este tipo de trabajos han sido escasos.

Es recién a partir del 2011 que la industria vinícola mostró los primeros intereses en incorporar conceptos de geología y *terroir* como parte fundamental de la identidad de un vino. Esto se concreta el 2014 con la adjudicación de fondos CORFO (INNOVA) como una componente de investigación y desarrollo del Consorcio de Vinos de Chile y que continua en curso hasta la fecha. Es dentro de este proyecto en el cual se enmarca esta memoria de título y donde se han podido establecer relaciones claras entre la geología del sustrato y las características de las bayas.

Los resultados principales se han enfocado en determinar características geológicas, mineralógicas y geoquímicas de sitio y el entorno en el cultivo de la vid en cuatro viñas particulares, dos en la zona costera (cultivos de Pinot Noir) y dos en la zona central (cultivos de Carmenere). En base a estos casos de estudio se han podido identificar diferencias en las características de la vid en base a las características del suelo y el sustrato. A continuación, se mencionan los resultados más relevantes:

- Se ha demostrado que las condiciones geológicas y geomorfológicas controlan la permeabilidad y por ende condiciones hidrológicas e hidrogeológicas, por lo tanto, la disponibilidad de las aguas subterráneas y su composición química.
- Las características geológicas del sitio inciden sobre la composición de los regolitos y/o sedimentos de material de relleno. Esto junto con las características geomorfológicas determinan las condiciones de permeabilidad y la geoquímica de los sustratos.
- Las asociaciones minerales y el grado de alteración de éstos influyen sobre la porosidad y permeabilidad del medio, lo que afecta a la disponibilidad del agua, la química y físico-química del agua y controla las interacciones agua/roca.
- La mineralogía y la geoquímica del suelo inciden sobre los macro y micro nutrientes que se encontrarán disponibles y las condiciones fisicoquímicas de equilibrio agua/roca que regulan los minerales presentes.
- La geoquímica de las bayas y su mosto refleja una influencia resultante de la química del sustrato y suelo, sobre todo para la concentración de metales. Los elementos traza, en particular las tierras raras, pueden ser empleados como trazadores de origen para vinos.

Es en base a estos resultados, obtenidos para las cuatro viñas en estudio, que se propone realizar una investigación a escala regional donde se incluya a grandes rasgos las características geológicas y geomorfológicas del sitio que puedan tener una influencia sobre el desarrollo de la vitivinicultura. La zona de estudio abarca desde la Región de Atacama, donde se observan las primeras viñas y viñedos, hasta la Región de Aysén en donde hoy día actualmente no se encuentran cultivos vitivinícolas, pero que, sin embargo, pueden llegar a representar un área de interés considerando el factor del cambio climático futuro.

Esta investigación comienza a acercarse, de manera directa y concreta, los conceptos y conocimientos de la geología de Chile a otras áreas del conocimiento como lo es la agricultura. Se busca que este estudio, que concluye con la generación de un mapa geo-vitivinícola a escala 1:1.000.000, avance en el desarrollo de un uso del territorio y una comprensión del suelo para una vitivinicultura sustentable, donde las decisiones de dónde plantar y de cómo manejar los suelos se basen en información científica y no en costumbres o experimentación en base a ensayo y error. Lo anterior es altamente relevante al buscar la generación de criterios de compra, venta y uso de predios agrícolas a lo largo del territorio nacional.

1.2 Hipótesis de trabajo

La hipótesis de este trabajo es que existe una relación entre la geología del sustrato y las características de las bayas de la vid, lo cual se puede plasmar en un mapa a escala regional.

En base a lo anterior se propone que la geología y la geomorfología pueden ser factores claves al momento de evaluar un posible predio agrícola para el cultivo de la vid. Es así como a partir de la comprensión de la geología de una cierta zona, conjuntamente con otros criterios agrícolas y climáticos, se espera poder prever que cepa cultivar y que características esperar de ésta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

El objetivo de esta investigación es realizar una caracterización geo-vitivinícola de Chile desde la región de Atacama a la región de Aysén para determinar criterios geológicos y geomorfológicos de evaluación de zonas óptimas para el cultivo de la vid.

1.3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- a) Generación de un mapa geológico-vitivinícola a escala 1:1.000.000 desde la región de Coquimbo a la región de Aysén.
- b) Estudio, a escala regional, de procesos geomorfológicos en los principales valles vinícolas.
- c) Proponer, en la zona sur del país y en particular la región de Aysén, zonas de potencial interés para futuras viñas.

2 CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se realiza una revisión respecto del concepto de *terroir* y las características vitivinícolas de Chile, con el fin de posicionar la importancia de la geología en la vitivinicultura y su relevancia en el territorio chileno.

Además, se revisan las denominaciones de origen chilenas y el efecto que estas tienen sobre la distribución de las cepas a lo largo del país.

Finalmente se revisan los trabajos anteriores realizados en el marco del Proyecto CORFO INNOVA 12CTI titulado “Influencias geológicas, mineralógicas y geoquímicas del cultivo de la vid en Chile” con el objetivo de comprender la relación entre los distintos factores geológicos y la vitivinicultura.

2.1 La relación entre *terroir*, geología y vinos.

La necesidad de hablar de geología en el mundo de los vinos nace del concepto de *terroir* y de la relevancia que esta expresión ha adquirido. El *terroir* relaciona los atributos sensoriales del vino a las condiciones ambientales en las que la uva creció (Van Leeuwen *et al.*, 2004) incorporando en la discusión no solo el factor climático, sino también componentes como los suelos, la geografía y geomorfología, el agua y la geología. El *terroir* es un término que no tiene definición única, pero busca abordar el ambiente en el que la parra crece y se desarrolla y así entender cómo distintos factores afectan a la calidad de un vino. Seguin (1986; 1988) lo define como un ecosistema, en un lugar dado, que incluye diversos factores, como las condiciones climáticas, el cultivar e injertos, la geografía y la topografía y también las características del suelo como lo son la fertilidad y el suministro de agua. Por otro lado, la *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV) indican que “el *terroir* vitivinícola es un concepto que se refiere a un espacio sobre el cual se desarrolla un saber colectivo acerca de las interacciones entre un medio físico y biológico identificable y las prácticas vitivinícolas aplicadas, que confieren unas características distintivas a los productos originarios de este espacio. El *terroir* incluye propiedades específicas del suelo, de la topografía, del clima, del paisaje y de la biodiversidad” (OIV, 2010). Van Leeuwen (2010) incluso propone que el factor humano debiese estar considerado en el concepto del *terroir* debido a que las prácticas agrícolas que se realizan en las viñas afectan la producción de vino.

Los viñedos europeos han reconocido hace mucho tiempo la relevancia del territorio o del “*terroir*” en el estilo y en la calidad del vino (Falcetti, 1994) y así mismo los países del “*Nuevo Mundo*” productores de vino lo han incorporado cada vez más (Van Leeuwen, 2010) tal como es el caso de Chile. Sin embargo, el *terroir* sigue siendo un concepto muy complejo de abordar. Esto se debe a que en él confluyen un número de factores cuyos efectos sobre el vino son difíciles de cuantificar y medir. Además, los distintos elementos interactúan entre ellos haciendo la ecuación del *terroir* cada vez más compleja de comprender. Por ejemplo, es imposible determinar el clima ideal para el desarrollo de un vino, debido a que excelentes vinos se desarrollan en diversas regiones climáticas. Así mismo ocurre con el suelo y la geología. Considerando ahora la interacción entre estas aristas (clima, suelos y geología) resulta cada vez más difícil de entender en qué medida el *terroir* afecta a la calidad del vino. También es necesario concebir que estos distintos factores pueden ser más o menos relevantes a distintas escalas y por ende la jerarquía entre ellos se puede ver afectada (Van Leeuwen, 2010). Por ejemplo, en cierto lugar, la geología puede ser muy variada a escala regional, y por ende, un factor predominante al momento de elegir una zona y cepa que cultivar, mientras que a escala de cuartel, el tipo de roca puede no variar y las propiedades del suelo y procesos geomorfológicos adquieren mayor relevancia a esta escala. Finalmente, tal como como lo describe Jackson and Lombrad, (1993) en Van Leeuwen (2010): “*A pesar de la complejidad, el*

concepto de *terroir* es uno valioso. El hecho de que distintas denominaciones hayan mantenido su estatus en distintos distritos de Francia por muchos años sugiere que el efecto es real”.

El rol de la geología en este complejo concepto del *terroir* ha sido ampliamente discutido y al presente no hay un consenso si tiene más bien un rol secundario o si es que tiene participación alguna en el crecimiento de la vid, sus bayas y, finalmente, en el vino. Wilson (1998) afirma que minerales derivados de la meteorización del material parental confiere características distintivas al vino. Champagnol (1997) observó como en Francia, en la región de Languedoc, vinos producidos de la cepa *Cargnane* se dan mejor en suelos de esquistos que en suelos de cal y arcilla debido a que adquirirían mayor sabor y redondez mientras que la cepa *Grenache* en suelos generados a partir de esquistos tiene una menor acidez y frescura (Van Leeuwen, 2010). Sin embargo, otros autores discuten esta relación, como, por ejemplo, Maltman (2008) quien indica que los elementos que son incorporados por la vid y que posteriormente llegan al mosto, que es utilizado en el proceso de fermentación, son minúsculos y tiene poca relación con la composición del sustrato, lo cual además se puede ver complicado por contaminación en el proceso de producción del vino. Es así como una directa influencia geoquímica del *terroir* sobre el vino es altamente compleja e indirecta, y es más bien utilizada como una herramienta táctica para el marketing.

Si bien el rol de la geología es discutido, el rol de la geomorfología en el *terroir* es mejor entendido y existe un consenso sobre su relevancia en el cultivo de la vid. A pesar de que distintos autores le atribuyen roles más dominantes y otros roles más indirectos, la relación entre la calidad del vino y la geomorfología se ve reflejado en aspectos como la pendiente, la permeabilidad del suelo y la orientación de las laderas. Hancock (2005) destaca la relación entre la pendiente y la calidad del vino y lo expresa mediante la siguiente ecuación:

$$I = K \sin(\alpha + \beta) \quad (1)$$

Donde I es la intensidad de la radiación que recibe la ladera, K es una constante, α corresponde al Angulo de elevación del sol y β es el ángulo de inclinación de la pendiente a un plano horizontal a través del meridiano (medido hacia el norte en el hemisferio sur y al sur en el hemisferio norte) como se observa en la Figura 2.1.1. A partir de esta ecuación, Huggett (2005) deduce que la pendiente será de mayor importancia temprano y tarde en la temporada de crecimiento de la vid, cuando el sol se encuentra más bajo en el cielo, que durante los meses de verano. Es así como a partir de la pendiente se pueden evitar heladas en primavera y ayudar a la fruta a madurar durante el otoño. Además, la pendiente influirá sobre la temperatura que reciben los viñedos, provocando que sitios que están a no más de 3 km y con menos de 100 m de diferencia en altura, presenten hasta 8°C de diferencia en su temperatura (Hancock, 2005).

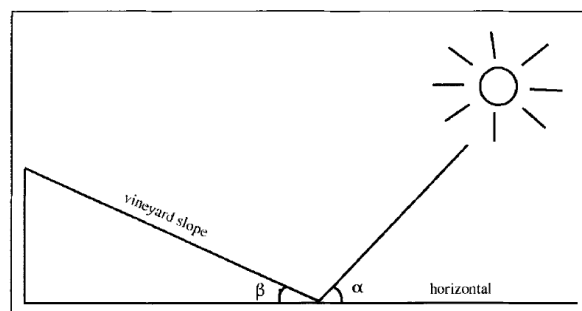


Figura 2.1.1: Esquema de la relación entre la pendiente y la relación solar. Angulo α corresponde al ángulo de incidencia del sol sobre la horizontal mientras β corresponde el ángulo de la pendiente. (Figura de Hancock, 1999, tomada de Huggett, 2005)

Van Leeuwen (2010) también se refiere a la relación entre las pendientes y la erosión. Señala que la pendiente contribuye a la erosión, y que si bien una erosión intensiva puede destruir los suelos, en general ayuda a mantener un límite en la profundidad de los suelos en cerros, produciendo que los sedimentos se acumulen en los valles. Esto es importante ya que, en general, la calidad de la uva tiene un mayor potencial en suelos poco profundos cerro arriba, donde los frutos tienden a ser pequeños y contienen más azúcar y antocianinas (Nadal et al., 2008 en Van Leeuwen, 2010).

El espesor de los suelos también es un factor a ser considerado en la calidad de un vino. Según Huggett (2005) vinos más “delgados” se producen en suelos finos mientras que en suelos aluviales profundos los vinos pueden ser “flácidos” si la cosecha no está rigurosamente controlada. La proporción entre contenido de gravas, arenas limo y arcillas, los elementos que caracterizan la textura de un suelo, influyen también de forma significativa a la permeabilidad de éste. Entre mayor sea el contenido de gravas y arenas el drenaje será más libre, permitiendo el flujo del agua y poca retención de ésta. Lo contrario ocurre cuando el contenido de arcillas y limo es mayor. Las arcillas, en particular aquellas del grupo de las esmectitas (como la vermiculita), son capaces de incorporar moléculas de agua y cationes en su estructura química, lo que implica, a escala macroscópica, que suelos con alto contenido de arcillas frenen el flujo del agua al absorberla. Esto tienen un efecto negativo sobre las raíces y sobre la temperatura del suelo, donde la radiación solar es absorbida y transferida al agua, la cual se evapora, enfriando el suelo (Huggett, 2005).

La siguiente figura (Figura 2.1.2), tomada de Jones (2004) resume de forma esquemática la compleja cadena de factores que influyen sobre la composición final de un vino. Si bien la geología entra en juego, controlando las características de suelos y del terreno, es difícil afirmar cuán determinante es en las características de un vino.

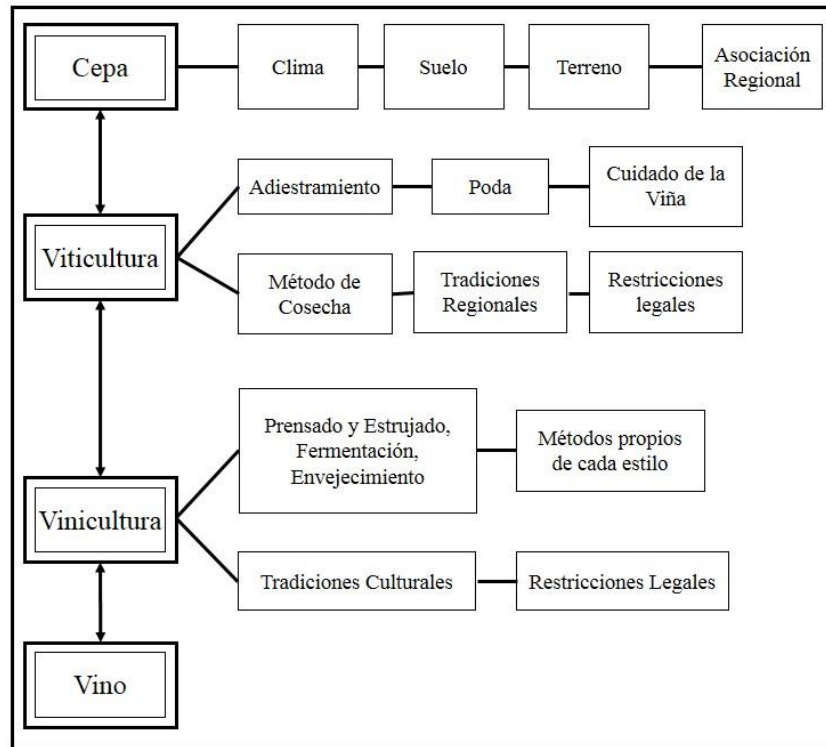


Figura 2.1.2: Factores encontrados desde el cultivo de la vid a la cadena de producción de un vino. (Modificada de Jones, et al, 2004).

A pesar de lo anterior, es necesario notar que la geología incide al principio de la cadena de la producción de un vino, en particular en los suelos y al terreno donde se desarrollan las parras, lo cual tendrá un efecto sobre la materia prima del vino que es la uva. Si la fruta no es buena, no existirá una buena base para lograr un producto de calidad. A diferencia del factor climático, corresponde a una variable que no varía en el tiempo, es decir, un suelo no cambia de una temporada a otra. Esta idea refuerza la relevancia de la geología como un factor determinante.

2.2 Características vitivinícolas de Chile

Chile es un país que destaca por su producción de vino a nivel internacional, sin embargo, corresponde a una de las regiones vitivinícolas del “Nuevo Mundo” en contraste con las regiones vitivinícolas del “Viejo Mundo”, conformado por países europeos que cuentan con una tradición vitivinícola. Esta fama se debe a distintos factores entre los cuales el clima y la geografía son los más destacados.

Actualmente el clima es el criterio de mayor relevancia para definir si una zona constituye un buen lugar para el cultivo de la vid. La influencia del clima sobre la calidad del vino es bien conocida, evidenciada en el efecto tanto de las condiciones climáticas a escala local y regional durante la temporada de crecimiento, y por su variabilidad interanual, lo que genera variaciones en el crecimiento de la vid y, por consiguiente, en la composición del fruto (Montes, et al., 2012). El clima óptimo para el desarrollo de la vid, a grandes rasgos, consiste en un clima templado el cual se caracteriza por temperaturas medias anuales entre los 10 y 20°C, precipitaciones medias entre 500 y 1000mm y cuatro estaciones bien definidas. Es en base a este criterio que las latitudes tradicionales preferentes para el desarrollo de la

vitivinicultura se encuentran entre los 32° y 51° en el hemisferio norte y entre los 28° y 42° en el hemisferio sur como se ve en la Figura 2.2.1.

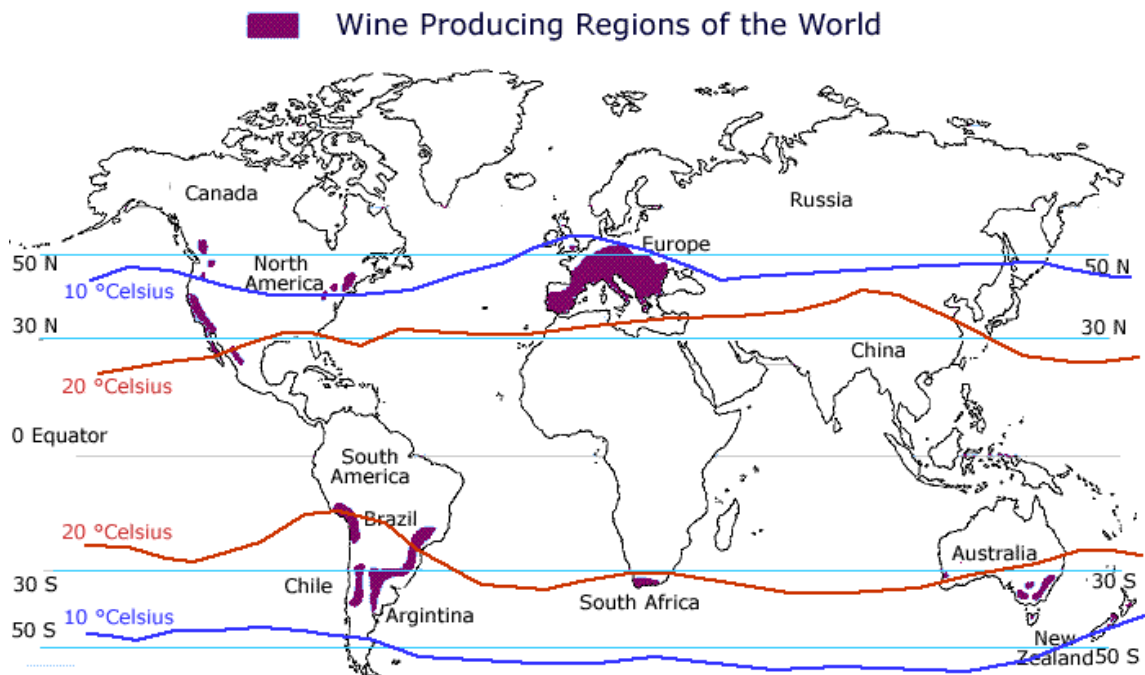


Figura 2.2.1: Regiones productoras de vino a nivel mundial relacionado con su posición geográfica y las temperaturas medias asociadas. (Imagen tomada de sitio: Aprender de Vinos, Viticultura: Clima y Viñedo, <http://www.aprenderdevino.es/clima-vinedo/>).

Además, se requiere un clima de mayor calidez en el verano, época en el que la uva crece, se desarrolla y madura, debido a que la planta realiza fotosíntesis a temperaturas medias de 15 y 30°C. Sin embargo, con temperaturas que superen los 35°C las plantas pueden ver afectado su proceso de maduración. La cantidad de luz recibida por la planta también es fundamental para el proceso de maduración, por lo que factores como la orientación del viñedo, la separación entre las hileras, sistemas de poda entre otros, son claves para garantizar un vino de buena calidad (Keller, 2010).

Por otro lado, se requieren inviernos lluviosos para que la planta pueda desarrollar su ciclo de forma eficiente. No se requiere cierto volumen de precipitaciones, sino que éstas se ubiquen en el periodo del ciclo exacto. Lluvias tempranas pueden disminuir el tamaño de la cosecha mientras que lluvias tardías, cercanas a la vendimia, pueden promover enfermedades que dañen la cantidad y calidad de la cosecha. Así mismo, inviernos muy fríos con temperaturas por debajo los -15°C pueden dañar algunos órganos de la vid (Keller, 2010).

Cambios de temperatura entre el día y la noche son igualmente relevantes, en particular al proceso de maduración de la uva (Keller, 2010). Las temperaturas diurnas se relacionan con distintas tasas de fotosíntesis lo que afecta al metabolismo de ácidos y aromas, es decir, que mientras más altas sean las temperaturas más favorecidos serán estos factores, hasta un punto en que la fotosíntesis se ve disminuida. En cambio, las temperaturas nocturnas se relacionan con la retención de azúcares, donde a menor temperatura mayor será la retención de éstos. Es así como climas en donde las variaciones entre día y noche son marcadas se favorece la acidez, el color, el aroma y un buen nivel de azúcar.

Chile posee un clima que varía de norte a sur y de manera muy importante de mar a cordillera. Las regiones nortinas son en general más cálidas y secas haciéndose cada vez más húmedas y lluviosas hacia el sur. Por otro lado las zonas costeras presentan temperaturas más frescas, mayor humedad y menor

amplitud térmica en comparación a la zona interior donde las temperaturas son más altas y con mayor amplitud térmica, la precordillera presenta temperaturas más bajas y aumentan los riesgos de heladas. Chile central corresponde al área principal de producción de vinos en el país (Montes, et al., 2012), su clima es de tipo mediterráneo, el cual consiste en veranos cálidos y secos con inviernos fríos y lluviosos, ideal para el desarrollo de la vid.

“El clima está controlado, en esta zona, por la persistencia de la corriente subtropical del sistema de alta presión de sureste del Pacífico, el cual se desplaza hacia el sur en verano y se hace más fuerte, regulando la variabilidad a escala de 1000 km en Chile central” (Garreaud y Aceituno 2007, en Montes, et al, 2012) Durante el invierno, y cuando el sistema de alta presión se debilita, aumenta el paso hacia el este del sistema frontal frío de altitud media provocando las máximas precipitaciones en esos meses, declinando la frecuencia de las precipitaciones hacia el norte, lo que genera un gradiente norte-sur de las precipitaciones y un muy claro ciclo anual de estas (Falvey y Garreaud 2007 en Montes, et al, 2012).

Además, de acuerdo al Consorcio I+D Vinos de Chile (2017), las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la vid se ven favorecidas con la geografía de Chile. La presencia del Océano Pacífico, la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa influyen el clima lo que genera una mayor variedad de *terroirs*. En primer lugar, la interacción entre el mar y la Cordillera de la Costa produce una amplia oscilación térmica diaria en los valles interiores lo que favorece especialmente la producción de vinos tintos de calidad. En segundo lugar, la corriente de Humboldt influye de manera relevante al clima del país. Cuando el efecto de esta corriente fría golpea la costa Norte de Chile, produce nubes y niebla, pero poca o casi nula precipitación, generando una disminución de la temperatura. Al disiparse la niebla al mediodía, y permitiendo la entrada de la luz del sol, se generan las condiciones para que cepas como el Sauvignon Blanc, el Chardonnay y el Pinot Noir se desarrollen y generen vinos con alta intensidad aromática.. Tercero, la altitud de las montañas que dan forma a la cordillera permite la posibilidad de variar la intensidad de luz que reciben los viñedos. Si se planta sobre pendientes más elevadas, el sol tarda en aparecer desde el Este y su retraso se compensa con una mayor intensidad. También las corrientes de viento que suben y descienden a lo largo del día, para crear un péndulo diario de temperaturas, que oscilan ampliamente entre las máximas diurnas y mínimas nocturnas. Un escenario ideal para que uvas tintas de calidad, como Cabernet Sauvignon, logren prosperar.

La cordillera al este, el océano al oeste, el desierto de Atacama al Norte y los campos de hielo y glaciares en la zona sur actúan como barreras naturales frente a plagas y fauna no deseada para el desarrollo de la agricultura. Es así como no solo se crea una diversidad de climas y paisajes y suelos, sino que la presencia de estos elementos característicos de la geografía permite que Chile sea único en sus condiciones.

La Cordillera de la Costa y el Valle Central son otros elementos relevantes en la geografía del país. La Cordillera de la Costa actúa como una barrera para las brisas y lluvias provenientes del mar en su paso al continente, logrando que la Depresión Central tenga un clima más protegido y cálido como es posible observar en la Figura 2.2.2. Estos dos elementos caracterizan también la red fluvial, los cuales comienzan en la cordillera, producto del derretimiento de los cuerpos de hielo, la cual es fuente de riego para esta zona.

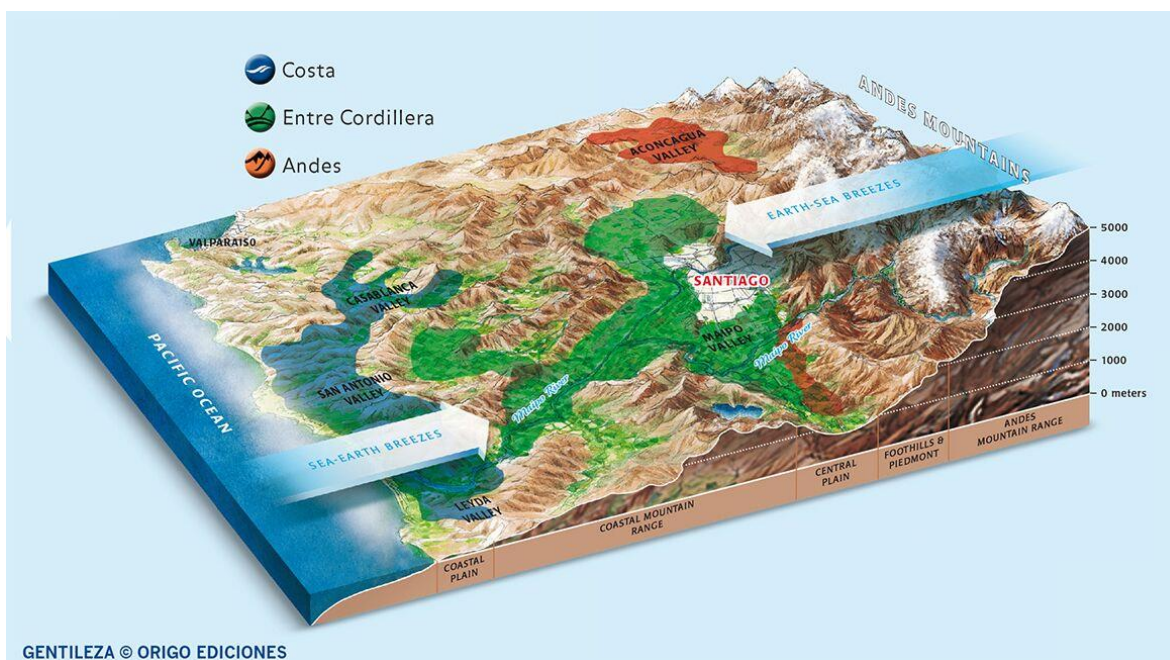


Figura 2.2.2: Zona central de Chile donde se observan los valles del Maipo, Valle del Aconcagua, Valle de Casablanca y Valle de San Antonio. Además de observa las unidades de Cordillera de la Costa y Cordillera Principal con las direcciones del viento en sentido este-oeste. (Imagen tomada de <http://www.winesofchile.org>)

Finalmente, no es la posición de Chile con respecto al ecuador lo determinante en sus condiciones favorables para la vid, sino más bien la variación de oeste a este lo que determina las grandes diferencias climáticas entre valles más costeros, hacia el interior y precordilleranos lo que genera un gran potencial para poder madurar adecuadamente cultivares blancos y tintos y con características distintivas (Montes *et al.*, 2012).

2.3 Denominación de Origen y Cepajes Viníferos

Las denominaciones de origen “nacen de la costumbre de designar a los productos con el nombre del lugar de su producción o fabricación y es la natural consecuencia de productos de calidad que gozan de buena reputación” (Errázuriz, 2010). La obtención de materias primas y la fabricación de productos en una misma zona, llevó a que los productores pusieran a sus mercancías los nombres de los lugares geográficos donde habían sido elaborados. Un ejemplo de esto es el queso *Roquefort* que lleva el nombre de la región en donde estos quesos maduraron, y que, en el siglo XIV, Carlos V concedió a los habitantes de este sector el uso exclusivo de este nombre. Tiempo después, Francia estableció normas que prohibían darle al vino de una región otro nombre que aquel donde se produjo lo cual no tardó en ampliarse a países vecinos como España, Italia y Portugal (Comisión Europea, 2013).

Fue en el siglo XIX que Francia estableció denominaciones de origen para los vinos, cuya normativa se inició producto de la destrucción masiva de viñedos por la plaga de filoxera¹ en 1870. Producto de la plaga y la escasez de este producto, se fabricaron grandes cantidades de vinos con prácticas fraudulentas, y los viñedos que se recuperaron más rápidamente comenzaron a usurpar nombres célebres

¹ La filoxera (*Dactylospheera vitifoliae*) es un insecto, parásito de la vid, del orden de los hemípteros clasificado correctamente como Phylloxeridae. Fuente: <http://ipm.ucanr.edu>.

como Burdeos o Borgoña, siendo que en realidad no provenían de esas regiones. Hoy se considera que la denominación de origen más antigua se concedió en Francia, en 1887 al Sindicato de los Grandes Marqueses de Champagne, cuando se reconoció la propiedad exclusiva del nombre *Champagne* para los vinos espumantes de esa región (Donate, 2017).

La gran popularidad de los vinos franceses asociado al origen geográfico, impulsó a Francia a desarrollar y proteger las denominaciones de origen. Fue así como se formó la Oficina Internacional del Vino en 1924 que hoy ha sido sustituido por la Organización Internacional del Vino (OIV), formada en 2001, con sede en París, dentro de cuyos objetivos se encuentra “la protección de las indicaciones geográficas, y en particular de las áreas vitivinícolas y las denominaciones de origen, designadas por nombres geográficos” (OIV, 2001).

Es así como se puede decir que la “denominación de origen se refiere a productos originarios del país, de una región o localidad, siempre que tengan una calidad, reputación u otra característica imputable a su origen geográfico. Además, deben presentar factores naturales y humanos que inciden en la caracterización del producto” (INAPI, 2018). En el caso de Chile, es posible observar que el territorio utilizado para la vitivinicultura abarca desde aproximadamente la Región de Atacama hasta la Región de la Araucanía, es decir, esta práctica agrícola utiliza parte importante del país. Es por esto que se creó en 1994, el Decreto N°464, que establece una zonificación vitivinícola norte-sur, donde se definen 5 regiones vitivinícolas; la Región de Atacama, la Región de Coquimbo, la Región de Aconcagua, la Región del Valle Central, la Región Sur y la Región Austral. Estas a su vez han sido subdivididas en valles vitivinícolas, los cuales corresponden a zonas de cultivo con características únicas que los diferencian unos de otros y los hacen más propicios para el crecimiento de distintos tipos de cepas. Estos suelen llevar el nombre del río principal que forma el valle. La Tabla 2.3.1 muestra las regiones vitivinícolas y sus respectivos valles, zonas y áreas vitivinícolas. Esta ley ha sido modificada a lo largo de los años, siendo la última modificación el año 2011 donde se agregaron las indicaciones geográficas Andes, Entre Cordilleras y Costa.

Tabla 2.3.1: Regiones vitivinícolas con sus respectivas subregiones, zonas y áreas. (Decreto N°464, 1994)

Región Vitivinícola	Subregión	Zona	Área
Región de Atacama	Valle de Copiapó		
	Valle de Huasco		
Región de Coquimbo	Valle del Elqui		La Serena
			Vicuña
			Paiguano
	Valle del Limarí		Ovalle
			Monte Patria
			Punitaqui
	Valle del Choapa		Río Hurtado
			Salamanca
			Illapel
Región de Aconcagua	Valle del Aconcagua		Zapallar
			Quillota
			Hijuelas
			Panquehue
			Catemu
			Llaillay
			San Felipe
			Santa María
			Calle Larga
		San Esteban	
	Valle de Casablanca		
	Valle de San Antonio		San Juan
			Santo Domingo

			Cartagena	
			Algarrobo	
			Valle del Marga Marga	
Región del Valle Central	Valle del Maipo		Santiago	
			Pirque	
			Puente Alto	
			Buín	
			Isla de Maipo	
			Talagante	
			Melipilla	
			Alhué	
			María Pinto	
			Colina	
			Calera de Tango	
			Til Til	
			Lampa	
	Valle de Rapel	Valle del Cachapoal		Rancagua
				Requinoa
				Rengo
				Peumo
				Machalí
		Valle de Colchagua		Coltauco
				San Fernando
				Chimbarongo
				Nancagua
				Santa Cruz
				Palmilla
				Peralillo
				Lolol
				Marchigüe
				Litueche
				La Estrella
				Paredones
		Pumanque		
	Valle de Curicó	Valle de Teno		Rauco
				Romeral
Valle del Lontué			Vichuquen	
			Molina	
			Sagrada Familia	
Valle del Maule	Valle del Claro		Talca	
			Pencahue	
			San Clemente	
			San Rafael	
			Empedrado	
	Valle de Loncomilla		Curepto	
			San Javier	
			Villa Alegre	
			Parral	
			Linares	
			Colbun	
			Longaví	
			Retiro	
		Valle del Tutuven	Cauquenes	
Región del Sur	Valle de Itata		Chillán	
			Quillón	
			Portezuelo	
			Coelemu	
	Valle del Bío Bío	Yumbel		
	Valle del Malleco	Mulchén		
Región Austral	Valle del Cautín	Traiguén		
	Valle de Osorno			

En Chile, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) lleva todos los años un catastro vitícola nacional con el fin de “controlar la zonificación vitícola y denominaciones de origen de vinos” (SAG, 2016). Esto se realiza a partir de antecedentes proporcionados por los mismos productores e incluye tanto a vides para vinificación, consumo fresco (uva de mesa) y pisco.

De acuerdo con el catastro del 2016, las variedades más plantadas corresponden a Cabernet Sauvignon que corresponden al 30,9% y Sauvignon Blanc 10,9% del total de hectáreas plantadas para vinificación como se ve en la Figura 2.3.1.

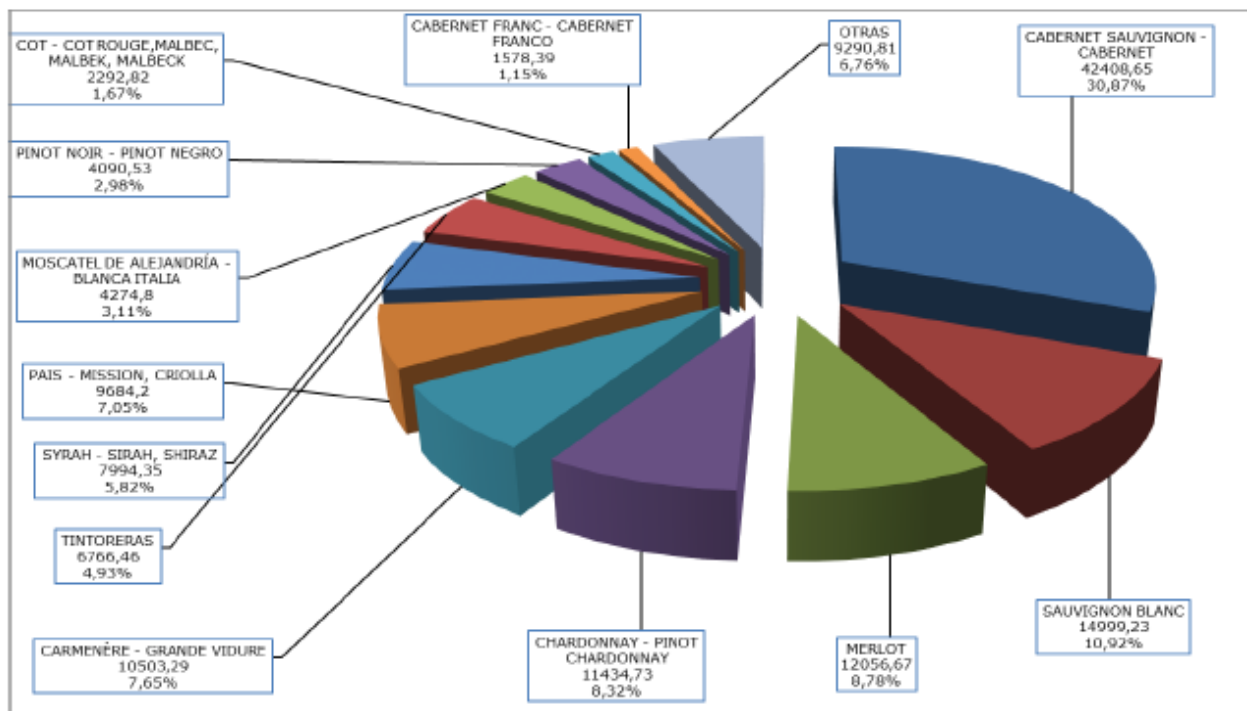


Figura 2.3.1: Variedades más plantadas del total nacional. La información presentada incluye la superficie de vides plantadas a nivel nacional y regional, la superficie de los principales cepajes a nivel nacional y regional y estadística regional especificada por comuna y cepaje. Imagen del Catastro Vitícola 2016.

A continuación, se describen las distintas características de los valles vitivinícolas desde una perspectiva histórica, mirado desde la agricultura, basada en el libro “Vinos de Chile” (Nahrwold, 2014), considerando también la información proporcionada por el Catastro del Viñedo Chileno del año 2016 (SAG) y el Decreto N° 464.

2.3.1 Región de Atacama

En esta región se encuentran los valles vitivinícolas de Copiapó y del Huasco y corresponden a el límite norte de la vitivinicultura chilena. Coincide con la región administrativa de Atacama cuyo clima es clasificado como semiárido, con 40mm de lluvia anual. En estos valles destaca la producción de uva

de mesa y uva para la elaboración de pisco y pajarete² por sobre la producción de uva para hacer vino (ambos cuentan con denominación de origen) y, de acuerdo con el Decreto 464, estos valles quedan definidos por las provincias homónimas.

Según el catastro del año 2016, de un total de 566,91 ha plantadas, solo 57,02 de estas hectáreas son dedicadas para la vinificación, lo que corresponde a un 10,1%, mientras que el resto corresponde a vides para la elaboración de pisco. De las vides para vino, el 76,9% corresponde a cepajes blancos, entre los cuales destacan el Pinot Blanc, Viognier, Moscatel, Chardonnay entre otras. De los cepajes tintos, que corresponden al 23,13%, destacan el Syrah y el Merlot. Esto se puede observar en la Figura 2.3.2: Gráfico variedad de cepas en el A) Valle de Copiapó, B) Valle del Huasco. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

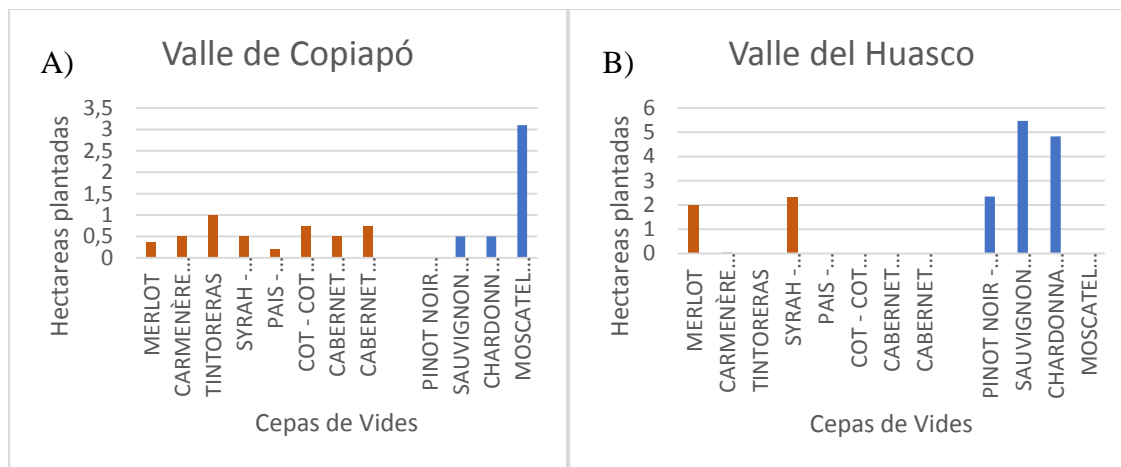


Figura 2.3.2: Gráfico variedad de cepas en el A) Valle de Copiapó, B) Valle del Huasco. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.2 Región de Coquimbo

Esta región vitivinícola coincide con la región administrativa de Coquimbo y en ella se encuentran los valles del Elqui, de Limarí y Choapa cuyos límites están definidos por las provincias de igual nombre.

2.3.2.1 Valle del Elqui

El valle del Elqui se encuentra clasificado en subzonas que corresponden a las áreas de La Serena, Vicuña y Paihuano. A su vez, de oeste a este, se distinguen tres sectores: la franja costera, la media montaña y la alta montaña. Su clima se clasifica como mediterráneo perárido, con precipitaciones anuales de 130 mm en promedio, encontrándose entre clima desértico y el clima semiárido de la Zona Central. Destaca en el valle la ausencia de heladas y el contraste entre los fértiles valles y lo árido de las abruptas pendientes de los cerros que los encajonan.

La historia del valle se remonta a tiempos prehispánicos producto de estar habitado por diversas poblaciones indígenas que promovieron un fuerte desarrollo agrícola. Con la conquista española, fueron

² Pajarete: Vino dulce.

estas las tierras donde se plantaron las primeras parras del país, las que muy pronto se destinarían para la producción de vinos y destilados.

Las distintas cepas de este valle se encuentran zonificadas en la costa, Valle Central y cordillera. En el área costera de la Serena se encuentran tanto variedades tintas, con cepas como Pinot Noir y Syrah, blancas, con cepas como Moscatel y Sauvignong Blanc, y uva para pisco. En la zona de media montaña la producción es escasa y en la zona de alta montaña se ubican principalmente variedades tintas donde destaca el Cabernet Sauvignon, el Carmenere y otras como Syrah y Merlot. Las variedades blancas se prefieren en el sector costero donde la brisa marina y la camanchaca permiten que estas cepas se expresen con personalidad. Los distintos cepajes se pueden observar en la Figura 2.3.3: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Elqui. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

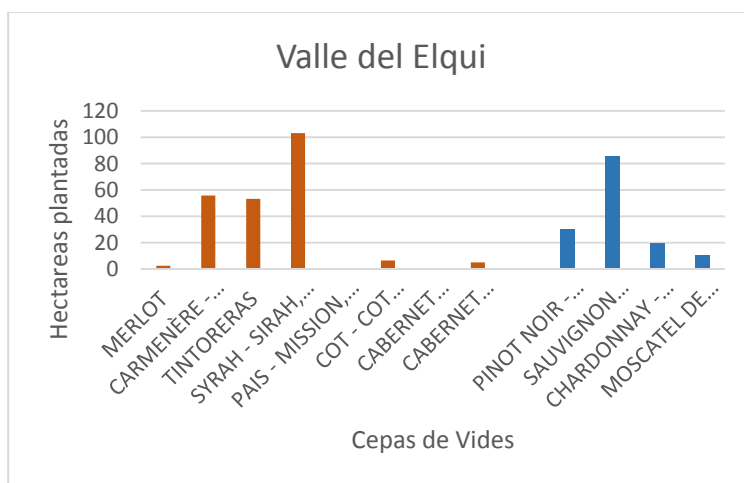


Figura 2.3.3: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Elqui. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.2.2 Valle del Limarí

Este valle está dividido en las áreas de Ovalle, Monte Patria, Punitaqui y Río Hurtado. De estas comunas Ovalle corresponde a zona costera y zona central, junto con Punitaqui, mientras que Monte Patria y Río Hurtado corresponden a zonas cordilleranas. El clima de esta región es clasificado como mediterráneo semiárido con precipitaciones que oscilan entre los 80 a 100 mm anuales, los cuales se producen en su mayoría en invierno. En este valle sigue destacando tanto la producción de uva para la vinificación como para la producción de pisco lo cual ha sido posible gracias a la administración del recurso hídrico mediante un sistema de embalses y canales conectados entre sí. También contribuye la Camanchaca matutina que, debido a la amplitud que adquiere el valle en la zona costera, entra con facilidad hacia el interior.

En tiempos prehispánicos en este valle se asentaron pueblos agrícolas, como Diaguitas y Molles, cuyos vestigios se traducen hoy día a la presencia de cerámicas y petroglifos que forman parte del atractivo turístico de la zona.

De este valle destacan sus suelos como factor contribuyente a la calidad de sus vinos. Se reconocen suelos de origen aluvial, también suelos con alto contenido de arcillas y presencia de carbonato de calcio y hacia la zona más costera se aprecian suelos originados a partir de pizarra intercalado con

niveles calcáreos. Esto resulta novedoso para la vitivinicultura ya que difieren de suelos típicos, como lo son suelos aluviales y graníticos.

En cuanto a las cepas, en el valle destaca la presencia de Chardonnay y la producción de espumantes en el sector costero junto con Sauvignon Blanc (Figura 2.3.4). En esta zona los cepajes tintos destacan la producción de Syrah, que corresponde a la segunda cepa más abundante en el valle, y Pinot Noir. En particular en la zona cordillerana, principalmente en la comuna de Monte Patria, abunda la producción de uva pisquera por sobre la producción de vid para vino.

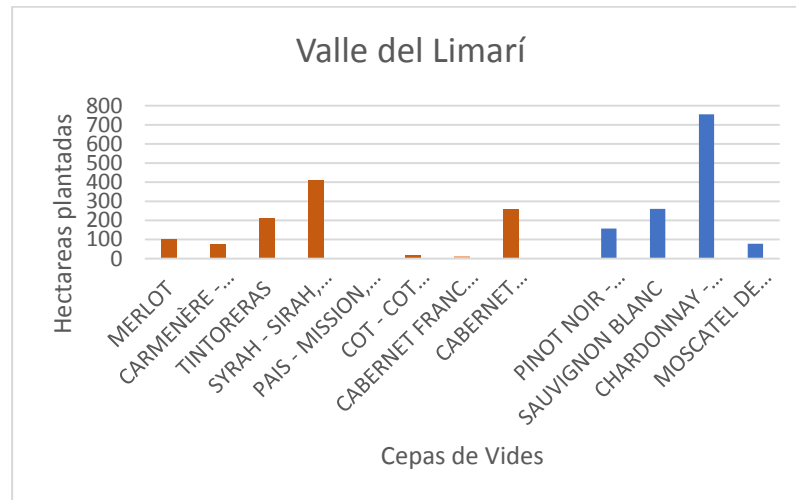


Figura 2.3.4: Gráfico de variedad cepas en Valle del Limarí. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.2.3 Valle del Choapa

Este valle se ubica en la parte más sur de la Región de Coquimbo, en la provincia de Choapa, caracterizada por ser una zona con geometría rugosa de valles transversales. Este valle se subdivide en las subzonas que corresponden a la comuna de Salamanca y la de Illapel, estando la primera ubicada hacia el sureste de la localidad de Illapel y la segunda en la zona más central, donde incorpora igual parte de la cordillera. Su clima varía de oeste a este; si bien es predominantemente semiárido, en la porción oriental de alta montaña se reconoce un clima templado frío con presencia de nieve. La lluvia es escasa en la zona intermedia, haciéndose presente principalmente en los meses de invierno, mientras que la costa es también seca pero más fresca producto de la brisa marina.

En este valle destaca la producción de cítricos, paltos y viñedos, sin embargo, la actividad principal a lo largo de la historia ha sido la minería. A pesar de esto, es cada vez más creciente la actividad agrícola. Las uvas producidas en este valle se han utilizado tradicionalmente para la producción de pisco, haciendo que las variedades viníferas finas sean de las más recientes del país. El principal problema que afronta este valle es la creciente escasez de agua.

Las cepas plantadas corresponden en un 77% a cepas destinadas para la producción de pisco. Del restante 23%, 17,3% corresponde a Sauvignon Blanc, 1,7% corresponde a Syrah y 4% corresponde a Chardonnay las cuales son las cepas más abundantes como se ve en la Figura 2.3.5.

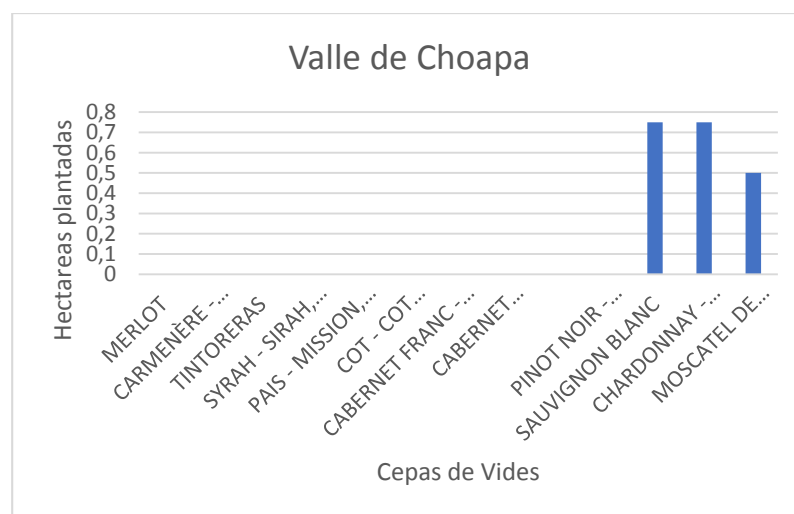


Figura 2.3.5: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Choapa. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.3 Región de Aconcagua

Esta región vitivinícola coincide con la región administrativa de Valparaíso (V Región). Se divide en tres valles: Valle del Aconcagua, Valle de Casablanca y Valle de San Antonio-Leyda. De las cepas plantadas para vitivinicultura el 70% corresponde a variedades blancas.

2.3.3.1 Valle del Aconcagua

Considerado el último de los valles transversales nortinos de los más tradicionales en la vitivinicultura chilena. Se caracteriza por poseer un clima mediterráneo templado y soleado, con agua abundante para el riego en años normales de precipitaciones, que alcanzan un promedio de 250 mm al año, las cuales ocurren principalmente en invierno. Se practica ahí una agricultura intensiva tanto de uva vinífera como de paltos, flores, hortalizas y frutales.

Su historia vinífera se remonta a 1870, cuando Don Maximiliano Errázuriz plantó vides importadas de Francia. Actualmente llamada Viña Errázuriz, se mantiene la bodega construida en aquella época y es parte del atractivo turístico de la zona.

El *terroir* del valle se caracteriza por un suelo franco a franco-arcilloso³, formado por material proveniente de los cerros y del lecho del río. Además es posible apreciar claramente las zonas Costa, Entre Cordillera y Andes. Hacia el este, en la zona de piedemonte, el clima es caluroso con altas temperaturas en el día lo que se apacigua en la tarde y noche por la acción de vientos que bajan de las montañas, haciendo esta zona ideal para variedades mediterráneas. Al oeste, se percibe la influencia marina con neblinas y brisas frescas apto para el cultivo de variedades blancas.

Destacan en el valle las cepas tintas por sobre las blancas, siendo estas últimas tan solo el 17,9% del total plantado. Las cepas blancas corresponden principalmente a Sauvignon Blanc y Chardonnay, se ubican preferentemente en la comuna de Quillota y Zapallar, ubicadas en la costa. De las variedades

³ Franco a franco-arcilloso: definición textural de un suelo en base a su proporción de arenas, arcillas y limo. Fuente: www.riego.org/glosario/tag/textura-del-suelo/

tintas destacan en el valle el Cabernet Sauvignon, el Syrah y Merlot. Las distintas variedades se pueden observar en la Figura 2.3.6.

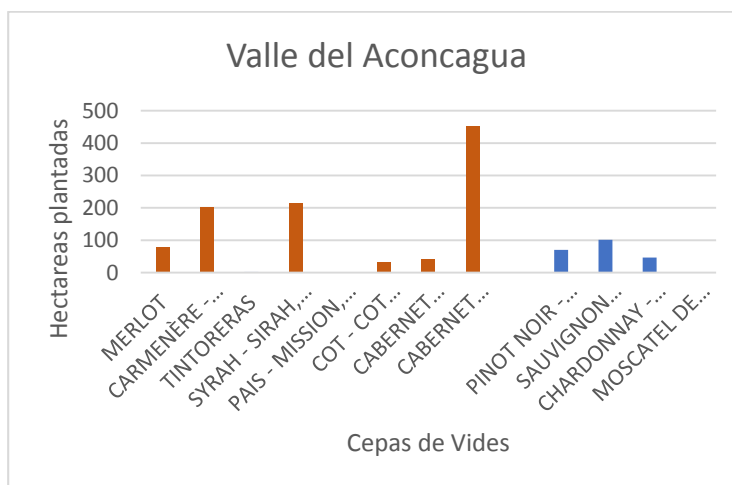


Figura 2.3.6: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Aconcagua. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.3.2 Valle de Casablanca

Este valle corresponde a la comuna de Casablanca la cual se encuentra ubicada en la Cordillera de la costa entre Santiago y Valparaíso y pertenece a la indicación geográfica de Costa de acuerdo con la zonación vitivinícola. Es, además, de los pocos valles que no se encuentran asociados directamente a un río y corresponde a una de las zonas más nuevas en relación con el cultivo de la vid en Chile. Ha cambiado drásticamente en las últimas tres décadas, dado que históricamente el valle se caracterizaba como zona de pastoreo de vacunos. Casablanca tiene un clima mediterráneo, semiárido con fuerte influencia marina y posee un promedio de 450mm de lluvia que ocurre principalmente durante los meses de invierno y algunas heladas en primavera. La influencia marina permite que las neblinas matinales disminuyan la temperatura del día y así la fruta madure de forma lenta.

Debido a ser un *terroir* nuevo muchas de las decisiones se han realizado en base a ensayo y error. Sin embargo, hoy día, predominan en el valle cepas blancas, que corresponden al 75,4% del total plantado siendo el Sauvignon Blanc (2450 ha) y el Chardonnay (1745 ha) las cepas más plantadas. De los cepajes tintos el Pinot Noir es el que abarca mayor área, con 1012 ha plantadas, luego el Merlot con 250 ha plantadas, y finalmente el Syrah con 130 ha. Los distintos cepajes se ven en la Figura 2.3.7.

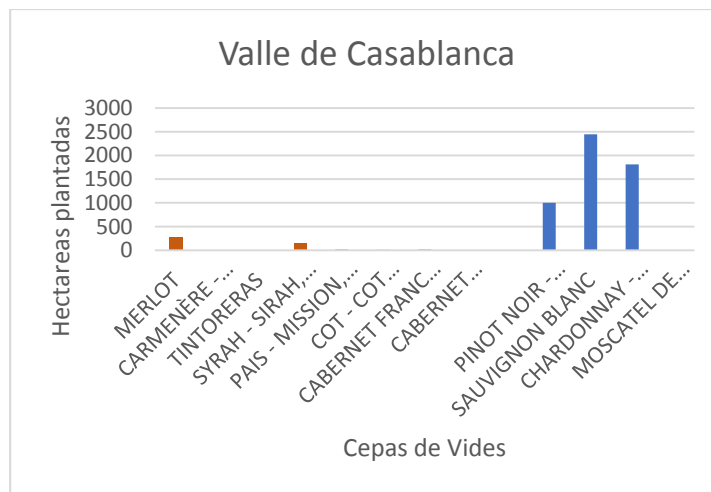


Figura 2.3.7: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Casablanca. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.3.3 Valle de San Antonio

Se ubica al sur de Casablanca y se corresponde con la provincia del mismo nombre. Al igual que Casablanca no se asocia a ningún río en particular. Este valle se abre directamente hacia el mar lo que el clima es muy fresco y húmedo sin heladas en primavera. El clima es semiárido, con vegetación natural esteparia, con suelos pobres y arcillosos, de buen drenaje, con granito y sectores con carbonato de calcio.

Este ha sido un valle tradicionalmente dedicado a la ganadería y siembra de granos, por lo que la introducción reciente de la vitivinicultura ha significado un gran cambio al uso del suelo siendo recién incorporado como una zona vitivinícola alrededor de los años 2000. Hoy día se reconocen 2423,3 ha plantadas donde el 75,4% corresponden a cepas blancas, siendo el Chadonnay y el Sauvignon Blanc los más importante. De las variedades tintas destaca el Pinot Noir y el Syrah (Figura 2.3.8).

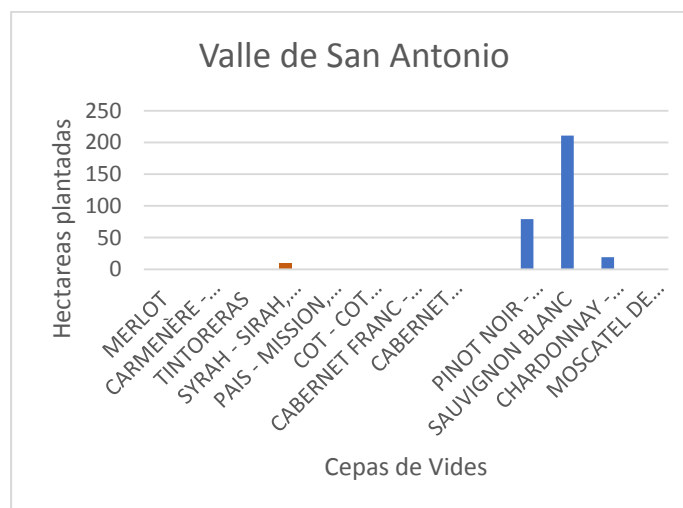


Figura 2.3.8: Gráfico de variedad de cepas en Valle de San Antonio. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.4 Región del Valle Central

Abarca tres regiones administrativas que de norte a sur corresponde a la Región Metropolitana, la Región Bernardo O'Higgins y la Región del Maule. Es la región más grande y abarca a los valles con mayor producción de vino en Chile siendo estos el Valle del Maipo, Rapel, Curicó y Maule.

2.3.4.1 Valle del Maipo

Este valle comprende todas las provincias de la Región Administrativa Metropolitana que a su vez se divide en trece áreas vitivinícolas de las cuales destacan: Pique, Puente Alto, Buin, Isla Maipo, Tallagante y Melipilla. Corresponde al valle más clásico de Chile y ha destacado en el mundo por la calidad de sus vinos tintos, principalmente Cabernet Sauvignon. El clima de este valle es mediterráneo a templado, con estaciones claramente marcadas y con lluvias concentradas en invierno que alcanzan los 400 mm anuales. En verano, producto de la calidez del clima seco, las uvas pueden alcanzar su madurez óptima. La diferencia de temperatura entre el día y la noche alcanza los 20°C.

Fue aquí donde llegaron las finísimas variedades francesas que se trajeron a Chile en el siglo XIX. Fue así como se construyeron antiguas y tradicionales bodegas en la segunda mitad del siglo pasado basadas en el modelo francés. Hoy en día las prácticas vitivinícolas se ven amenazadas frente a la rápida expansión de la ciudad, sin embargo, existen viñas que se resisten a vender sus tierras y además buscan expandirse.

La cepas tintas son las que predominan en este valle y corresponden a un 87,7% del total de hectáreas, siendo el Cabernet Sauvignon la más importante con un 52% del total (6718,65 ha). Lo siguen el Merlot, el Syrah y el Carmenere que se encuentra particularmente en la zona de Isla de Maipo y Talagante. De las variedades blancas (12,3%) las más plantadas son el Chardonnay y el Sauvignon Blanc. Las distintas cepas se observan en la Figura 2.3.9.

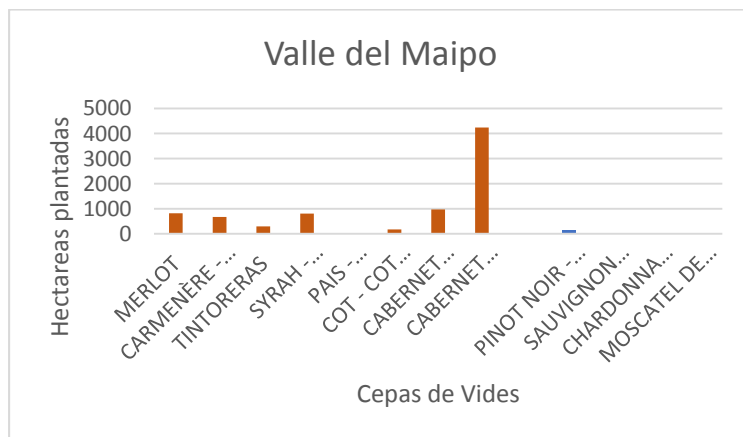


Figura 2.3.9: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Maipo. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.4.2 Valle de Rapel

Este valle abarca toda la Región del Libertador Bernardo O'Higgins que a su vez se divide en tres provincias: Cachapoal, Colchagua y Cardenal Caro. Este valle también se encuentra subdividido en dos subvalles: el Valle del Cachapoal (en el sector norte) y el Valle de Colchagua (más al sur, relacionado al

río Tinguiririca) cada cual independiente lo que los ha llevado a ganar reconocimiento por separado como denominación de origen.

a) Valle de Cachapoal

Sector con alta actividad minera, sobre todo por la mina El Teniente. Se divide en las áreas de Rancagua, Requínoa, Rengo, Peumo, Machalí y Coltauco. Su clima es de tipo mediterráneo templado, con una estación seca en verano y precipitaciones en invierno que oscilan alrededor de 500 mm anuales. Las diferencias de temperatura no se dan solo entre verano e invierno sino también entre día y noche.

Se distinguen las zonas cordilleranas, ubicadas en el piedemonte de los Andes, donde destacan los vinos tintos que corresponden aproximadamente al 75% total del valle, sobretodo el Cabernet Sauvignon, Syrah, Carmenere, Merlot y Cabernet Franc. Estos son plantados en zonas con alta pendiente o en zonas más planas que dan pie al valle propiamente tal. Por otro lado está la zona costera cercana a la Cordillera de la Costa donde destaca la localidad de Peumo la cual se ha hecho reconocida como el mejor *terroir* para la cepa Carmenere.

a) Valle de Colchagua

Este valle destaca por sus vinos tintos de alta calidad ubicados en una zona huasa por excelencia. Entre estos tintos destacan principalmente las cepas Cabernet Sauvignon, Carmenere, Syrah y Malbec. Se divide en 12 áreas vinícolas, donde las principales son San Fernando, Chimbarongo, Nancagua, Santa Cruz, Palmilla, Peralillo, Lolol, Marchigüe y Paredones. El valle posee un clima mediterráneo, con veranos calurosos y prolongados e inviernos lluviosos con hasta 600 mm de precipitaciones anuales.

En este valle es posible reconocer tres sectores asociados a distintas cepas. En primer lugar, un sector de terrenos planos, donde destacan la Carmenere y el Malbec. Se observan suelos profundos con elevada retención de humedad. En segundo viene la zona de piedemonte ubicado a los pies de la Cordillera, con suelos de pendientes leves donde el Syrah y el Cabernet Sauvignon son las cepas aptas. Finalmente se encuentra la zona más costera, con pendientes elevadas, con suelos graníticos, donde destaca el Syrah.

En la Figura 2.3.10, se observan las distintas cepas plantadas en el Valle de Rapel, que representa la suma del total de cepas y hectáreas plantadas en el Valle del Cachapoal y el Valle de Colchagua.

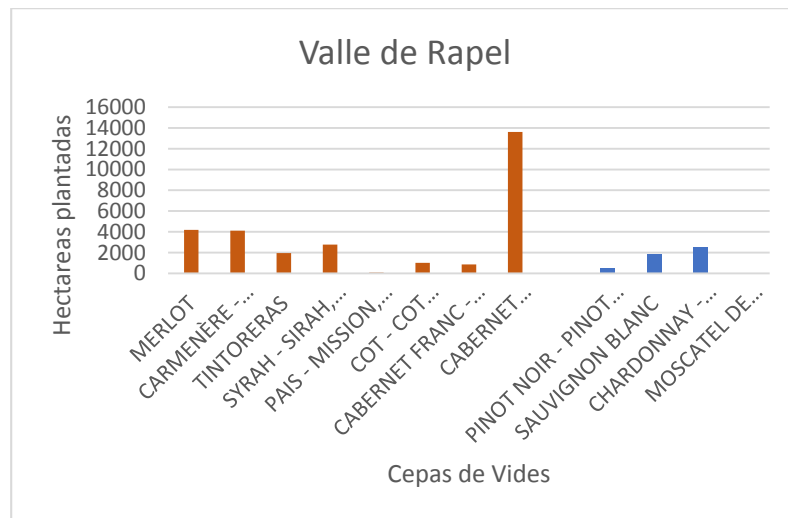


Figura 2.3.10: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Rapel. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.4.3 Valle de Curicó

La vitivinicultura se desarrolla en Curicó desde que esta localidad se fundó, siendo el motor principal de la actividad social y económica de la zona. Comprende todas las comunas de la Provincia de Curicó junto con la comuna Río Claro, que pertenece a la Provincia de Talca. Su clima es mediterráneo subhúmedo, con precipitaciones de hasta 700 mm.

En este valle, al igual que muchos otros, es posible reconocer un sector costero, uno intermedio, y un sector cordillerano ubicado al piedemonte de los Andes. Actualmente el sector más cercano al mar es de poca importancia vitivinícola y está caracterizado por la humedad y frescura del mar y por tener un suelo granítico. Por otro lado, la Cordillera de la Costa bloquea la influencia marina al sector intermedio que a su vez se diferencia por poseer un relleno aluvial de rocas que permiten un buen drenaje. En el piedemonte cordillerano la diferencia entre las temperaturas del día y la noche de incrementan y los suelos son pedregosos y a su vez de composiciones muy variadas.

En este valle se plantan preferentemente cepajes tintos, representando el 65,9% del total de hectáreas dedicadas a la vitivinicultura. De las cepas que destacan se encuentran Cabernet Sauvignon, el Merlot y el Carmenere. Los vinos blancos en la zona, los cuales representan el 34,1% del total con 6153,42 ha. En este valle actualmente se ha puesto énfasis en ubicar correctamente las variedades blancas principalmente, las cuales adquieren características frutales y florales que difieren de los blancos costeros.

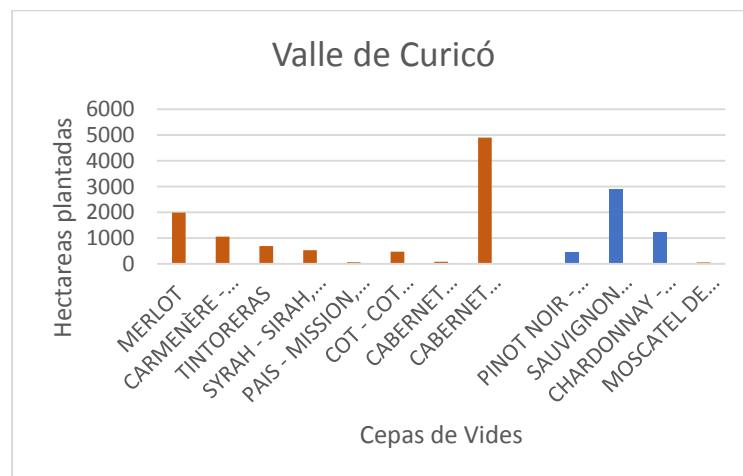


Figura 2.3.11: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Curicó. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.4.4 Valle del Maule

Este valle corresponde al territorio vinícola más extenso del país y en su historia se ha caracterizado por producir vinos en cantidad por sobre vinos de calidad. Engloba las Provincias de Talca (menos Río Claro), Linares y Cauquenes, dentro de las cuales destacan las áreas específicas de San Javier y Villa Alegre por su larga tradición. El clima de la región es templado tipo mediterráneo, con variaciones norte-sur siendo la zona norte con veranos más prolongados. Por otra parte, en la costa predomina el clima mediterráneo templado costero, luego en el Valle Central el clima es más cálido para dar pie a un clima templado de altura en la Pre-cordillera. Las precipitaciones anuales varían desde los 550 mm a los 790 mm dependiendo de la zona.

De las cepas plantadas en este territorio resaltan las tintas que corresponden al 76,2% del total. Cabernet Sauvignon es la variedad tinta más plantada con 8.200 ha aproximadamente. Luego la sigue la cepa País con 2.900 ha, de ahí viene el Merlot, el Carmenere, las cepas tintoreras y finalmente el Syrah con cerca de 1500 ha como se observa en la Figura 2.3.12.

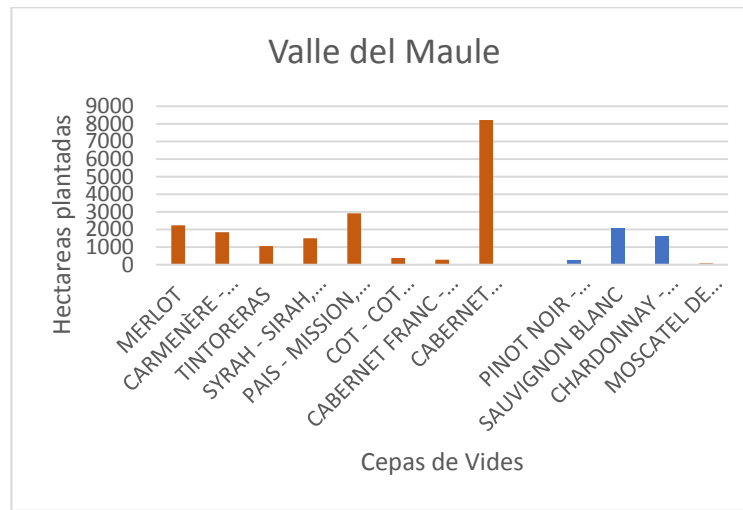


Figura 2.3.12: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Maule. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.5 Región del Sur

En esta región se ubican los valles de Itata, Biobío y Malleco, los que abarcan parte de la región del Biobío hasta la región de la Araucanía. Es considerada históricamente la cuna de la viticultura en Chile, encontrándose además el límite de las tierras conquistadas por los españoles y el territorio mapuche.

2.3.5.1 Valle de Itata

En este valle se ubicada la primera viña registrada oficialmente en el país, por uno de los capitanes de Pedro de Valdivia, con vides traídas desde Perú en 1548. La viticultura en esa época se enfocaba en la producción de vino de misa y uva de mesa, con las cepas País y Moscatel de Alejandría como las únicas protagonistas por muchos años. Se reconoce un clima tipo mediterráneo húmedo, que es más fresco que los valles ubicados más al norte, lo que se refleja en un promedio de precipitaciones anuales de 1000 mm y estaciones claramente marcadas. La viticultura es de secano lo que la distingue de todos los demás valles chilenos que presentan riego a excepción de ciertas zonas del Valle del Maule.

En la franja costera, con suelos graníticos altamente meteorizados, el clima es fresco y templado por la cercanía con el mar. El sector oriental de la Cordillera de la Costa, en cambio, posee un clima de mayor amplitud térmica, más seco y caluroso y suelos poco fértiles. El Valle Central a su vez es más fresco con mejores suelos y al piedemonte de los Andes se presentan grandes variaciones como inversiones térmicas en altura⁴ e intensas heladas que limitan el cultivo de la vid.

⁴ La inversión térmica es una derivación del cambio normal de las propiedades de la atmósfera con el aumento de la altitud. Usualmente corresponde a un incremento de la temperatura con la altura.

En esta zona pocas hectáreas se dedican a la producción de vinos de alta calidad, siendo en muchos lugares practicada todavía una vitivinicultura más artesanal como forma de vida. También se beneficia la cantidad por sobre la calidad siendo las cepas País, Cabernet Sauvignon, Merlot y Carmenera las más abundantes.

La Figura 2.3.13 muestra las distintas cepas plantadas en este valle con cuantas hectáreas ocupan.

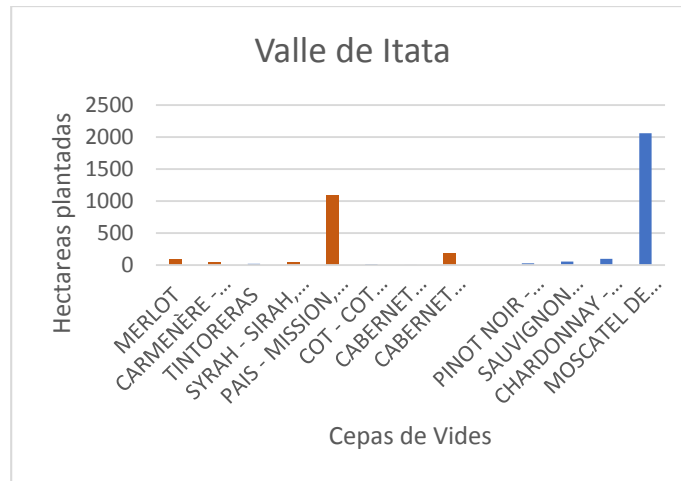


Figura 2.3.13: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Itata. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.5.2 Valle del Biobío

Este valle se ubica en la porción sur de la Región del Biobío y en él se encuentran las áreas de Yumbel y Mulchén. Su clima es una transición del clima mediterráneo hacia el norte y del clima templado húmedo hacia el sur. En la Costa la humedad ambiental es elevada, con precipitaciones anuales que varían entre los 1200 mm y 2000 mm. Hacia la Depresión Central las precipitaciones disminuyen a 1300 mm aproximadamente y no son exclusivos de los meses de invierno, sino que abundan las lluvias en los meses de verano. A pesar de esto, las grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche y los vientos que secan rápidamente la humedad de la lluvia hacen que esta zona sea propicia para la vitivinicultura.

Al igual que el Valle de Itata, la vitivinicultura de la cepa País y Moscatel de Alejandría, con prácticas artesanales, han sido la actividad primaria de esta valle por muchos años, sin embargo, a pesar de que hoy día las cepas tintas siguen siendo las más relevantes en cuanto a hectáreas plantadas, las cepas blancas se han mostrado favorables para obtener excelentes resultados. Entre estas cepas, el Sauvignon Blanc, Chardonnay y Riesling destacan junto con Pinot Noir para vinos tranquilos y espumantes (Figura 2.3.14)

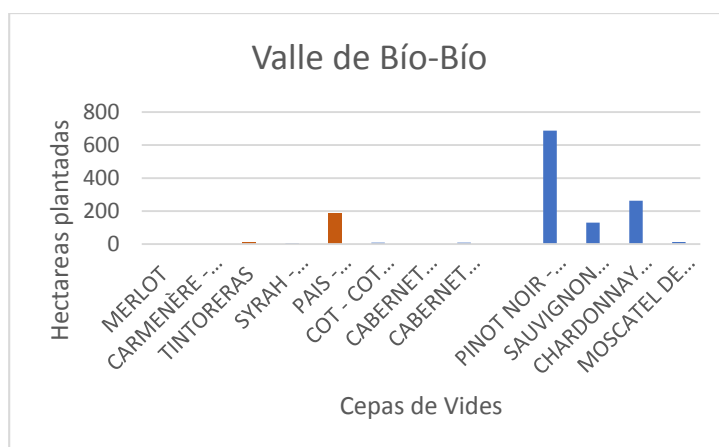


Figura 2.3.14: Gráfico de variedad de cepas en Valle del Biobío. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.5.3 Valle de Malleco

Se ubica en la porción norte de la Región de la Araucanía en la provincia del mismo nombre. Se pensó por mucho tiempo como una zona inhóspita para la producción de vinos de calidad, a pesar de que en su pasado los colonos plantaron parras en esta zona para producción de vino de consumo propio, fue en 1995 cuando se plantaron las primeras hectáreas destinadas a la producción de Chardonnay que luego en 2001 tuvieron un gran éxito, siendo su sabor categorizado como vinos con tintes minerales y ácidos equilibrados con dulzor.

El clima de esta región es frío y húmedo en inviernos con heladas y ocasionales nevadas. En verano, en cambio, es cálido, con lluvias casuales, con temperaturas que pueden pasar los 30°C y un viento que seca rápidamente la humedad y que a veces hace necesario el uso de riego. Por su latitud y características climáticas se asemejan a importantes regiones productoras de Pinot Noir y Chardonnay de Nueva Zelanda o la Borgoña en Francia.

Las plantaciones actualmente en la zona se encuentran principalmente en las comunas de Traiguén y Victoria, con 37,73 ha y 11,52 ha respectivamente de un total de 63,35 ha. De este total un 48,4% corresponden a cepas blancas, con las variedades de Chardonnay (23,99 ha), Sauvignon Blanc (5 ha) y Viognier (1,05 ha). De las cepas tintas el Pinot Noir es el más abundante con 30,66 ha y 1 ha de Cabernet Sauvignon y 1 ha de Syrah. Todas estas corresponden a cepas frías como se observa en la Figura 2.3.15.

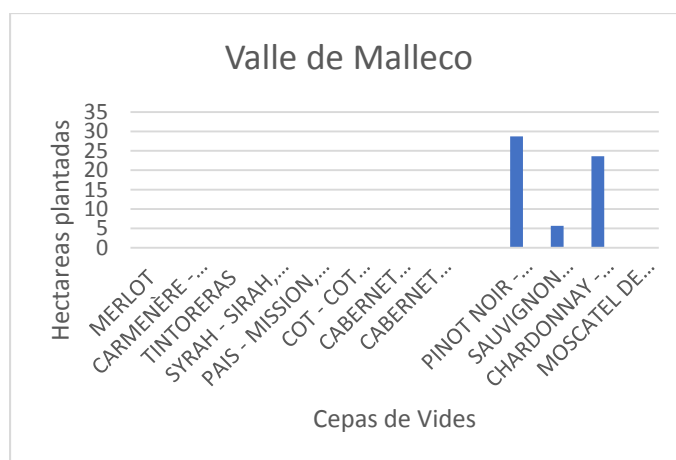


Figura 2.3.15: Gráfico de variedad de cepas en Valle de Malleco. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.3.6 Región Austral

En esta región se localiza el Valle del Cautín y el Valle de Osorno y se ubica en la Región de la Araucanía y ha sido recientemente incorporada a las Denominaciones de Origen en Chile en el Decreto 464. Actualmente tiene poca importancia en la producción de vinos comerciales, sin embargo, hay interesantes proyectos en desarrollo enfocados en la producción de vinos en zonas extremas.

Esta región no posee una historia vitivinícola como las regiones ya mencionadas anteriormente, lo que se traduce también a una falta de experiencia para el cultivo de la vid. También las aves de la zona representan un peligro eminente ya que se alimentan de las uvas y pueden acabar con una cosecha. A pesar de lo anterior, esta zona es de interés debido a su variada geografía que permite la existencia de microclimas aptos para la vitivinicultura.

En el valle de Cautín la vid plantada corresponde únicamente a cepas blancas con 1,5 ha de Chardonnay mientras que en Osorno hay un total de 26,71 ha plantadas con un 41,8% de cepas tintas y 58,2% de cepas blancas. De las variedades tintas el Pinot Noir corresponde el 96% del total, mientras que las cepas blancas son más variadas, siendo, sin embargo, el Chardonnay y el Sauvignon Blanc las más abundantes.

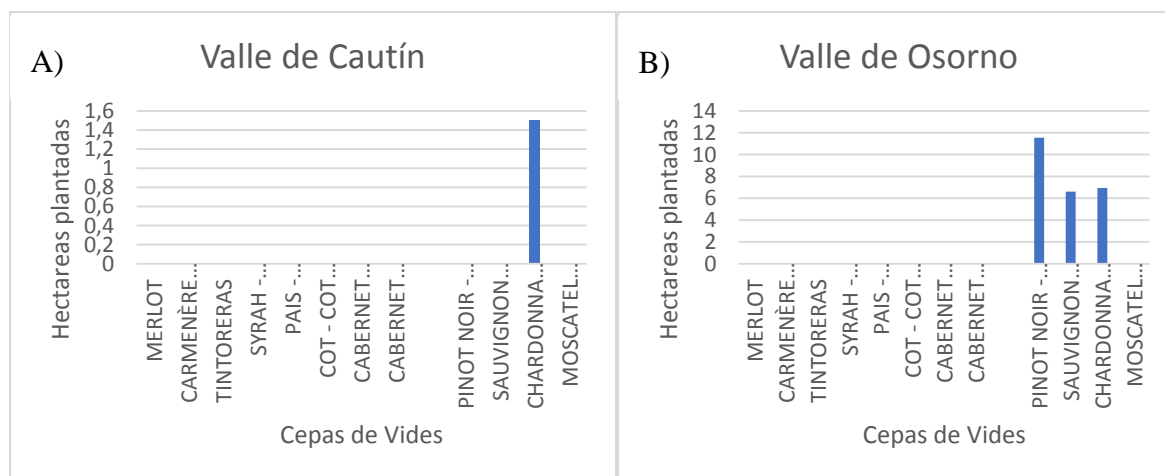


Figura 2.3.16: Gráfico variedad de cepas en el A) Valle de Cautín, B) Valle de Osorno. Color azul para cepas frías y color naranja para cepas cálidas. Datos del SAG, 2016.

2.4 Trabajos Anteriores

Los trabajos anteriores realizados en el marco del proyecto CORFO “*Influencias Geológicas, Mineralógicas y Geoquímicas del Cultivo de la Vid en Chile*” y otras investigaciones a cargo de la Universidad de Chile, se han enfocado en encontrar relaciones entre la geología, geomorfología e hidrogeología con la vitivinicultura con el fin de comprender mejor qué rol juegan estos factores en el desarrollo de la vid.

Los distintos estudios se realizaron en cuatro localidades vitivinícolas; Casablanca, San Antonio, Santa Cruz y San Javier. Estas viñas se ubican en la Zona Central de Chile, la cual se caracteriza por poseer un clima mediterráneo, con precipitaciones concentradas en los meses de invierno, las cuales van desde los 300 a 3000 mm anuales y temperaturas que varían de 15°C a 13°C hacia el sur. Además, se encuentran en la Cordillera de la Costa, tanto en el piedemonte como en las inmediaciones de los cerros. En las viñas de Casablanca y San Antonio se estudiaron vides de cepa de Pinot Noir mientras que en Santa Cruz y San Javier se analizaron cepas de Carmenere.

A pesar de que las investigaciones anteriores se han realizado a una escala local, enfocadas en los casos de estudio ya mencionadas, estos son sumamente relevantes ya que proporcionan antecedentes y la base para un estudio a escala regional. Las conclusiones obtenidas a partir de estos estudios permiten comprender cuáles son los factores relevantes a considerar en el Mapa Geo-vitivinícola de Chile.

2.4.1 Relación Geología y Vid

2.4.1.1 Geoquímica de Roca, Suelo y Vid

Parte del estudio se enfocó en estudiar las relaciones entre las características geológicas del material parental del suelo, como su proveniencia, textura, mineralogía y geoquímica (Contreras et al 2015; Castillo et al. 2016; 2017b), la biodisponibilidad de nutrientes o metales (Castillo et al. 2015), con la posible impronta geoquímica que estas características podrían generar en el fruto (Castillo et al. 2017a).

La metodología de este trabajo consistió, en primer lugar, en la selección de muestras. Para esto se escogieron uno a dos cuarteles por viña en donde se realizaron 12 calicatas y se hizo un levantamiento geo-pedológico de los perfiles de suelo. Se obtuvieron, de los tres horizontes, muestras para el análisis químico del suelo total y los horizontes A y B, se tomaron muestras para análisis de la fase biodisponible. De forma posterior se recolectaron 12 muestras de 350 bayas alrededor de las calicatas, las cuales fueron analizadas para los nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl y Na según distintas metodologías. Finalmente, se realizó un análisis de factores para determinar la asociación entre los nutrientes, su distribución en el perfil de suelos y las bayas para cada viña (Castillo et al. 2017a).

Los resultados más relevantes indican que K y S están concentrados en las cepas de Carmenere mientras que Ca, Mg y P están enriquecidos en la cepa Pinot Noir. Fe, Mn, Zn y Cu tienen distribuciones específicas en cada sitio relacionado con aspectos de cada localidad. La relación entre el fruto y el suelo, estudiado mediante análisis de factores, entrega resultados diferentes para cada viña en estudio y refleja la interacción entre la geología, las características pedológicas y factores medioambientales. A pesar de las particularidades de cada una de las viñas, el elemento K es trazable en la fase biodisponible del suelo y en las frutas.

Se compararon también de forma particular las viñas de Casablanca y Santa Cruz debido a que ambos presentan suelos derivados de granitoides, que corresponde a un material parental petrográficamente similar. Se comparó la geoquímica de estos suelos, mediante la distribución de tierras raras, nutrientes y metales y se determinó de forma cualitativa y cuantitativa la influencia de la geoquímica del material parental en la química de los suelos y en la biodisponibilidad de los nutrientes. Los resultados de esta comparación indican que hay una relación entre la geoquímica de los suelos y la geoquímica del material parental, donde se reconoce la influencia de la formación de minerales secundarios, como óxidos de Fe y arcillas, dada por la baja biodisponibilidad de tierras raras livianas, Fe y Al (Castillo et al. 2015).

2.4.1.2 Textura de Suelos y Roca

Contreras (2016) estudió en los cuatro casos de estudio la relación entre la geología del material parental para luego compararlo con la petrografía y granulometría de los suelos del entorno de las viñas.

La metodología de este estudio consistió en realizar, en primer lugar, un mapa geológico del entorno junto con una descripción petrográfica de los afloramientos ubicados a los alrededores de las viñas. En segundo lugar, se realizó un estudio sedimentológico y mineralógico de las viñas a partir de 20 muestras (3 en Casablanca, 3 en Santa Cruz, 2 en San Antonio y 2 en San Javier) obtenidas del horizonte B y C de 10 perfiles de suelos desarrollados directamente sobre la roca. No se considera el horizonte A ya que es intervenido por procesos agrícolas y presenta un alto contenido de materia orgánica. El estudio mineralógico se realizó a partir de lupa binocular de la fracción de arena gruesa y muy gruesa obtenida de un tamizaje mecánico. Finalmente se realizó un estudio de los parámetros texturales a partir del tamizaje.

De los resultados obtenidos se puede observar en la Tabla 2.4.1: Tabla comparativa de las principales características de las viñas en estudio Fuente Contreras (2016). las distintas litologías de los materiales parentales circundantes a las viñas y la textura los suelos que se forman sobre ese material parental. En el caso de los viñedos ubicados en Casablanca la relación entre el tamaño de grano del material parental y el tamaño de grano del suelo y su textura *in-situ* es evidente. La litología es una tonalita de grano medio a grueso y una aplita de grano medio a fino, lo que origina un suelo de textura franco-arenoso, siendo la porción de arena gruesa a muy gruesa la dominante en caso de la tonalita y arena media para la aplita. También la mineralogía de los suelos difiere en el caso de los suelos generados a partir de la tonalita que de la Aplita de turmalina

En el caso de Santa Cruz, donde la litología corresponde a una granodiorita de grano medio, la textura del suelo es franco arenosa. Además la mineralogía primaria y sus formas cristalinas se relacionan con la mineralogía de los suelos en el horizonte B y C lo que se refleja en la presencia de los mismos minerales (plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, biotita y hornblenda) en la roca y en el suelo.

Tabla 2.4.1: Tabla comparativa de las principales características de las viñas en estudio Fuente Contreras (2016).

VINA	CASABLANCA	SAN ANTONIO	SANTA CRUZ	SAN JAVIER
Unidad Morfológica	Vertiente occidental de la Cordillera de la Costa. Piedemonte clásico	Terraza de abrasión marina (tercer nivel)	Cordillera de la costa (cordón de taguata). Piedemonte	Depresión Intermedia y parte oriental Cordillera de la Costa. Relieves bajos
Material Parental	Tonalitas de grano medio y Aplita de turmalina	Arenisca	Granodioritas y Tonalitas	Toba
Textura del Suelo	Franco arenoso	Arcillosa a Franca Arenosa	Franco arenoso	Franco-Franco limoso a Franco arenoso

Un fenómeno similar ocurrió en las viñas de San Antonio y San Javier. En San Antonio con un material parental sedimentario, la textura del suelo es bimodal, donde las fracciones predominantes son grava y arena fina-muy fina, de selección pobre, lo que se debe, sin embargo, a agregados de suelo que no se separaron durante el tamizaje. En el caso de San Javier, con rocas de origen volcánico, la textura del suelo luego del tamizaje se clasificó como franco-franco arenoso a arcilloso, sin embargo, en terreno se observó fracciones finas a muy finas. Esto se debe, al igual que en el caso anterior, a aglomerados de gran resistencia que no se disgregaron durante el tamizaje. La mineralogía primaria, que está constituida de cuarzo, vidrio (esquirlas), plagioclasa y epidota, se reconoció también en el suelo. En San Javier se observó además que la capa de toba vítrea actúa como una capa impermeable, impidiendo la infiltración de agua y produciendo que las calicatas se colmataran rápidamente de agua.

En general se reconocieron diferencias entre los horizontes del suelo B y C, lo que se atribuyó principalmente a retrabajos y meteorización del material parental, lo cual va a estar determinado por las condiciones climáticas, la pendiente, la exposición de las rocas y las laderas al sol y a los procesos de meteorización (Contreras, 2016).

2.4.2 Hidrogeología y Geomorfología

El objetivo de este estudio, realizado por López et al. (2017), fue comprender la relación entre la geología, la hidrogeología y el desarrollo de raíces en las cuatro viñas estudiadas. Las raíces son de particular interés debido a que tienen un efecto significativo sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la vid y así mismo la composición y la calidad de la fruta. Además, las raíces también tienen un rol muy relevante en la capacidad para capturar agua y nutrientes para la vid, lo cual, con el inminente cambio climático y la consiguiente disminución de las precipitaciones y el nivel freático se verá afectado. Es así como la comprensión de la hidrogeología y su interacción con la geología y la vid se hace relevante.

La metodología de este trabajo consistió en un mapeo geológico de la cuenca hidrográfica respectiva a escala 1:20.000. Luego se eligieron 12 plantas de cada viña, considerando vides de distintos sectores, con diferentes suelos y profundidades del nivel freático. En tercer lugar, por medio de calicatas ubicadas frente a las plantas seleccionadas, se estudiaron los distintos horizontes de los suelos y se realizó un análisis de la distribución de las raíces cuyos resultados se observan en la Figura 2.4.1. Finalmente se realizaron análisis hidrogeológicos, donde se midió el nivel freático a los alrededores de la viña y así poder realizar un mapeo de las aguas subterráneas.

De los resultados relevantes de esta investigación destaca que la cantidad y desarrollo de raíces finas está relacionado con la disponibilidad de agua. En el caso de la viña en San Javier, que es donde se observó una mayor cantidad de raíces finas (5mm), esto se asocia con un nivel freático cercano a la superficie y un denso enrejado de paleocanales. Ocurre algo similar en la viña ubicada en Santa Cruz, donde se observa una mayor cantidad de raicillas en las cercanías de paleocanales y cursos de agua actuales. Estos paleocanales, por donde el agua subterránea puede fluir, condiciona el crecimiento de las raíces. También se determinó que un exceso de agua, determinado por el nivel en el que se encuentra la zona saturada, evita el crecimiento de raíces. Los cambios en este nivel, producto de las estaciones, conlleva finalmente a la muerte de las raíces y es una barrera para su desarrollo.

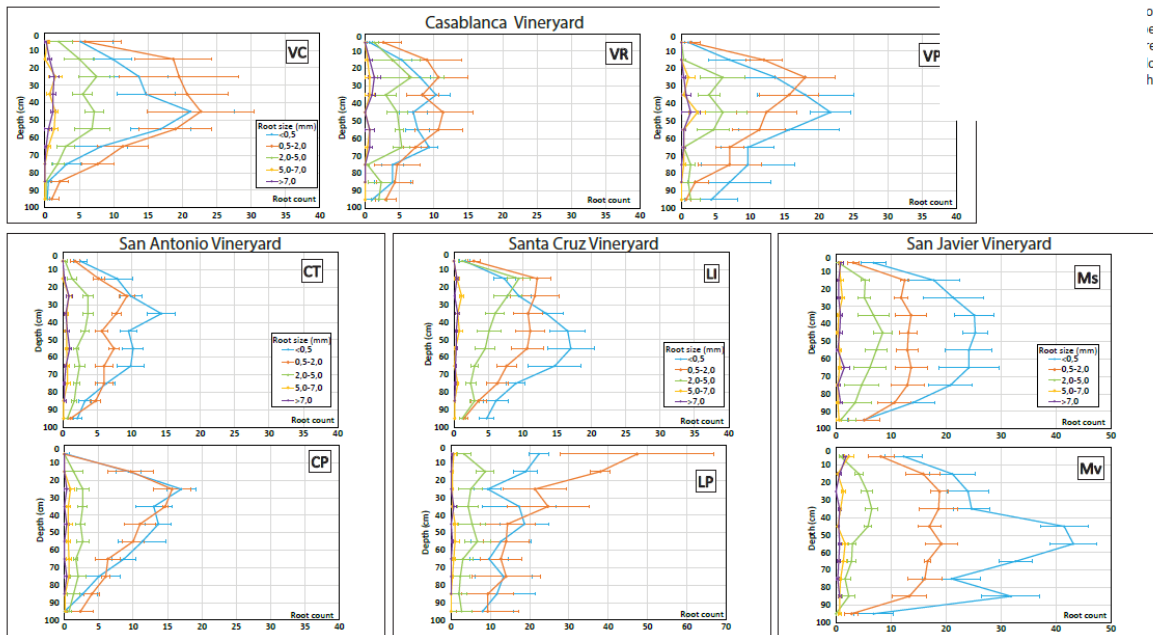


Figura 2.4.1: Patrón de distribución del resultado del conteo de raíces. Cada gráfico corresponde al promedio por sector y las barras corresponden al error estándar asociado al promedio. Fuente: López, S., 2017

Se reconoció además una relación entre las características pedológicas y el desarrollo de raíces. En particular, en las viñas de Casablanca y Santa Cruz, se reconocieron diferencias en la distribución y el tamaño de las raíces producto de diferencias en la geomorfología y el material parental del suelo. En el caso de suelos desarrollados *in-situ*, se observó que la roca madre representa una barrera física para el desarrollo de raíces, haciendo que estas crezcan superficialmente. Se observó, además, que suelos con alto contenido de arcillas previene el desarrollo de raíces, como ocurre en el caso de San Antonio, mientras que suelos con un mayor contenido de arena presentan una mayor densidad de raíces, que es lo que ocurre en los suelos desarrollados sobre depósitos en Casablanca. Esta diferencia de textura responde a los distintos procesos geomorfológicos que dan origen a los suelos. Diferentes geomorfologías van a generar suelos con distintas durezas y porosidad, sin importar que el material parental de estos suelos sea similar. Por ejemplo, suelos generados por depósitos de remociones en masa suelen ser más duros y compactos con una menor permeabilidad, mientras que suelos de depósitos aluviales son menos compactos y más permeables lo que favorece el desarrollo de raíces. También en San Antonio, se estudiaron plantas en sectores donde el suelo había sido arado en comparación con sectores donde el suelo no había sido retrabajado. En aquellos suelos arados se observó que el suelo tenía un perfil homogéneo y el desarrollo de raíces era menor, mientras que donde se mantenían los distintos horizontes de la estructura original de los suelos, las raíces finas y muy finas tienen un mayor desarrollo.

Finalmente, en el estudio de Lagos (2015) se observó también la influencia de la geomorfología en dos viñas, una ubicada en Malvilla y la otra en Tapihue, ambas en la V Región de Valparaíso inmersas en la Cordillera de la Costa. En ambos casos, los suelos presentaron un mayor contenido de arena y guijaros en un 80% versus un 20% de contenido de arcillas lo que favorece el desarrollo de raíces y el crecimiento de la vid. En la viña de Tapihue los suelos son generados a partir de procesos coluviales, los cuales rodean las zonas de los viñedos y entregan el material hacia la zona donde se ubican las plantaciones mezclados con sedimentos aluviales y fluviales, rasgos que corresponden a un piedemonte clásico. En Malvilla, en cambio, las viñas se ubican en terrazas marinas, y han sido el resultado de la abrasión marina que ha actuado directamente sobre rocas graníticas y metamórficas.

De los resultados relevantes se destaca que la configuración geomorfológica de ambas zonas es un factor relevante debido a que inciden sobre el nivel de aguas subterráneas en el área de los cultivos como se observa esquemáticamente en la Figura 2.4.2. En el caso de Tapihue los cultivos se encuentran en equilibrio con su nivel base local, mientras que en Malvilla las plantaciones se encuentran ubicadas en una zona alta que corresponde a un relieve relictico en desequilibrio con el nivel base local.

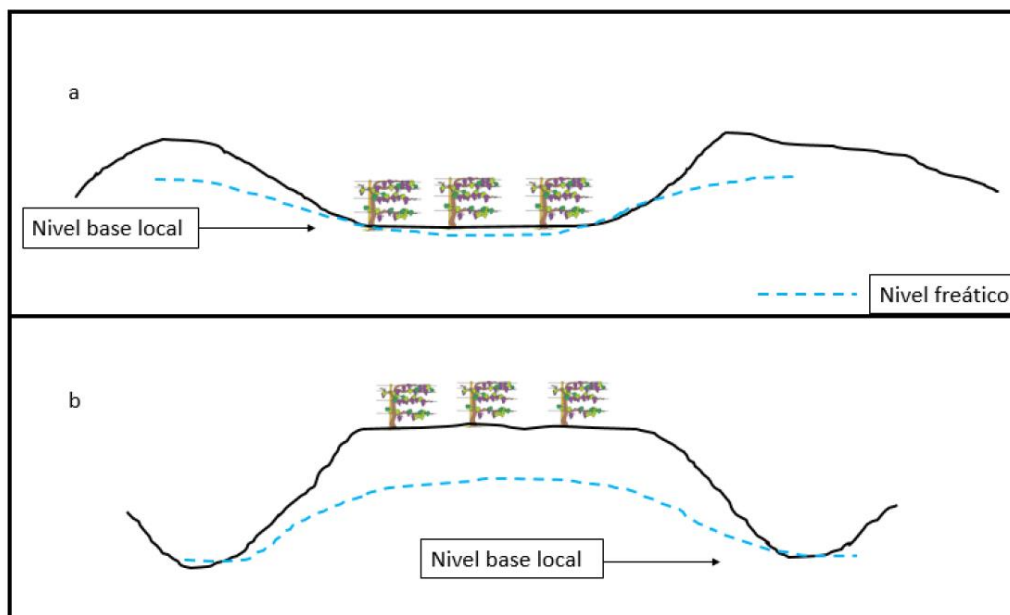


Figura 2.4.2: Casos extremos de superficies y su nivel base respecto al nivel freático. (a) Equilibrio de la superficie con el nivel base local, lo que permite un desarrollo de un acifero somero. (b) Superficie colgada (desequilibrio) respecto al nivel base local, lo que genera un nivel freático más profundo y curvo (Hubbert, 1940). (Lagos, 2015).

Las diferentes geomorfologías también inciden sobre las pendientes de las plantaciones. En el caso de Tapihue los viñedos se ubican en pendientes mayores (de 0-50°) producto de las montañas de la Cordillera de la Costa, mientras que en Malvilla las terrazas marinas corresponden a un sector más plano con pendientes menores (de 0 a 25°), donde las pendientes se restringen a los taludes de las quebradas, las cuales son más profundas. Esta diferencia produce que la exposición al sol sea mayor en las zonas con mayor pendiente, lo que previene las heladas de primavera y ayuda a la maduración de la uva en otoño. Debido a que en Tapihue se producen vinos de calidad *premium*, sugiere que este factor es relevante y debe ser considerado.

3 CAPITULO III: MARCO GEOLÓGICO

Este capítulo consiste en un breve resumen de la historia geológica de Chile, junto con una breve descripción de las características geológicas que caracterizan el territorio nacional.

3.1 Geología de Chile

Las rocas que hoy día conforman el territorio chileno son el resultado de un complejo proceso de evolución el cual comienza hace millones de años con el inicio de los continentes. Si bien hoy día es posible observar un relieve imponente, formado por cordones montañosos que pareciesen estar ahí desde tiempos inmemorables, el paisaje que se observa es uno de los procesos más recientes de la historia geológica y son las distintas unidades de roca las que contienen en su registro los procesos que hoy concluyen en la configuración geológica actual.

Diversos autores han propuesto un modelo evolutivo de la geología la Chile la cual explica la presencia de las distintas rocas y su disposición actual en base a tres etapas fundamentales las cuales se han relacionado a eventos que han modificado el arreglo y la dinámica de las placas litosféricas. Estas tres etapas se resumen en:

1. Etapa I: Post desmembramiento de Rodinia.

Esta etapa está marcada por la acreción de terrenos alóctonos al margen continental y el un corrimiento hacia el oeste de los arcos sucesivamente como una evolución colisional.

Esta etapa ha sido subdividida en tres ciclos tectónicos: el Ciclo Pampeano (del Proterozoico superior al Cámbrico inferior), donde se encuentra en acreción el terreno Pampia, el Ciclo Famatiniano (Cámbrico Superior-Devónico Inferior) durante el cual ocurre la colisión final del terreno Arequipa-Antofalla (que corresponde a la orogenia Ocoyica), y el ciclo Gondwanico (del Devónico Superior al Pérmico Inferior), que a su vez puede ser dividido en tres subetapas, durante el cual comienza la formación del supercontinente Gondwana y la acreción del terreno Chilenia que se caracteriza por la existencia de un margen continental activo por subducción (Ramos, 2008).

2. Etapa II: Amalgamación de Gondwana

Esta etapa se relaciona con los últimos estados de formación y el comienzo de la división de Gondwana y se asocia al ciclo tectónico Pre-Andino (Charrier et al., 2007). Este ciclo ha sido caracterizado como un episodio sin subducción o con una muy lenta subducción producto de una disminución en la velocidad de la deriva continental, lo que se asocia a un régimen extensivo con el desarrollo de cuencas extensivas de orientación NNW-SSE (Franzese y Spalletti, 2001)

3. Etapa III: Desmembramiento de Gondwana

Con respecto a los supercontinentes, esta etapa se asocia al desmembramiento de Gondwana en los distintos continentes y al ciclo tectónico Andino asociado a la formación de la Cordillera de los Andes. A grandes rasgos en esta etapa hay un retroceso del margen continental y un corrimiento hacia el este de los sucesivos arcos magmáticos producto de la erosión del margen continental por subducción (Scheuber et al. 1994).

Esta etapa se subdivide en tres etapas. En la primera etapa, que se extiende desde el Jurásico Inferior tardío al Cretácico Inferior tardío, se caracteriza por el reinicio de la subducción que durante el ciclo Pre-Andino estuvo inactiva y por el desarrollo de un arco magmático de orientación NS que se ubica en la

actual Cordillera de la Costa. Se forman, además, cuencas de trasarco extensionales al este del arco, caracterizadas por dos ciclos de regresión-trasgresión marina evidenciadas por sucesiones marinas continentales (Mpodizis y Ramos 2008).

En la segunda etapa del ciclo Andino, que va desde el Cretácico Inferior tardío al Eoceno Medio, ocurren cambios importantes en la dinámica de las placas litosféricas producto de una rápida generación de corteza oceánica en el proto-pacífico. Esto implica un cambio en el ángulo de subducción conformándose lo que hoy conocemos como subducción tipo chilena lo cual tiene consecuencias para el margen, entre estas: aumenta la erosión y se produce la emersión de la cuenca de trasarco, la cual se alza y se deforma (inversión de la cuenca) y produce engrosamiento cortical. Este proceso, conocido como la Fase Peruana, tiene derivaciones importantes en la paleogeografía, produciendo que el arco se traslade hacia el este, se genera una cuenca de antepaís de retroarco continental y ocurre un ensanchamiento del antearco.

En la tercera etapa del ciclo andino comienza con la Fase Incaica. En esta etapa se formó la Cordillera Incaica, se produjo el alzamiento andino (> 4000m s.n.m) y se individualizaron las unidades morfoestructurales, dando origen al relieve actual. Se inició una nueva segmentación del orógeno andino con la subducción del trazo este-oeste de la dorsal de Juan Fernández bajo el margen continental, lo que desarrolló un segmento de subducción plana entre los 27° y 33° de latitud sur. La paleogeografía en esta etapa se desarrolla de la siguiente manera:

1. Eoceno medio a Oligoceno tardío a Mioceno temprano: Periodo de deformación extensional asociado a la Formación Abanico (entre los 30° y 35° latitud sur).
2. Oligoceno tardío-Mioceno temprano a medio: periodo de inversión tectónica de la cuenca.
3. Luego, en el Mioceno medio el arco migra hacia el este junto con la deformación desarrollando la Faja Plegada y Corrida
4. Mioceno superior al presente: alzamiento andino.

3.2 Morfoestructuras

Este estudio abarca desde la III Región de Atacama hasta las XI Región de Aysén. En esta área es posible reconocer (Figura 3.2.1), de este a oeste, las morfoestructuras de: Cordillera Principal, Precordillera (la cual se reconoce de la III Región hacia el norte), Depresión Central y Cordillera de la Costa. Si bien es posible entrar en mayor detalle, se consideran solo estas morfoestructuras producto de la escala de este trabajo.

La Cordillera de los Andes en Chile corresponde a un orógeno activo producto de la convergencia y subducción de las placas tectónicas de Nazca (placa oceánica) por debajo de la placa Sudamericana (placa continental). También corresponde al segmento sur del arco volcánico que se extiende desde Colombia y recorre todo el margen oeste de Sudamérica. En la Figura 3.2.2 es posible apreciar los distintos volcanes en los Andes chilenos. Su cumbre más alta corresponde al Aconcagua con 6960,8m s.n.m. En la Patagonia se caracteriza como la Cordillera Patagónica.

La Depresión Central, en la cual se emplaza la ciudad de Santiago, se cierra al norte de los 33°S reapareciendo a la altura de la ciudad de Los Andes en forma parcial. En su límite oriental se ha reconocido una estructura caracterizada como falla normal (Thiele, 1980; Carter & Aguirre, 1965; Bruggen, 1950). Estudios posteriores concluyeron que esta falla tendría un carácter inverso (Rauld 2011; Armijo 2010) correspondiendo a la Falla San Ramón que se extiende entre los ríos Mapocho y Maipo, en la faja de piedemonte frente a Santiago. La Depresión Central se extiende hacia el sur para desaparecer nuevamente en la isla de Chiloé.

**DOMINIOS MORFOESTRUCTURALES
Y DIVISION POLITICO-ADMINISTRATIVA**

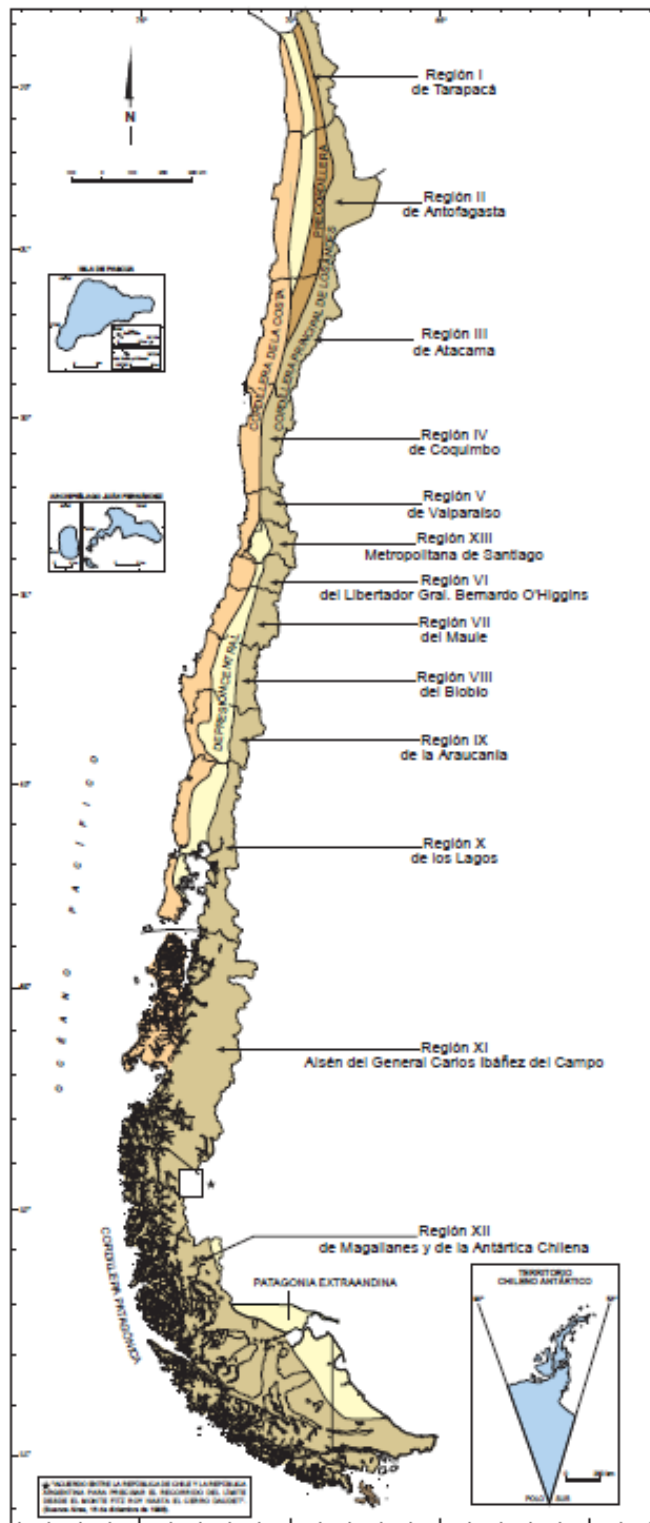


Figura 3.2.1: Dominios morfoestructurales y divisiones regionales. Fuente: SERNAGEOMIN, 2004.

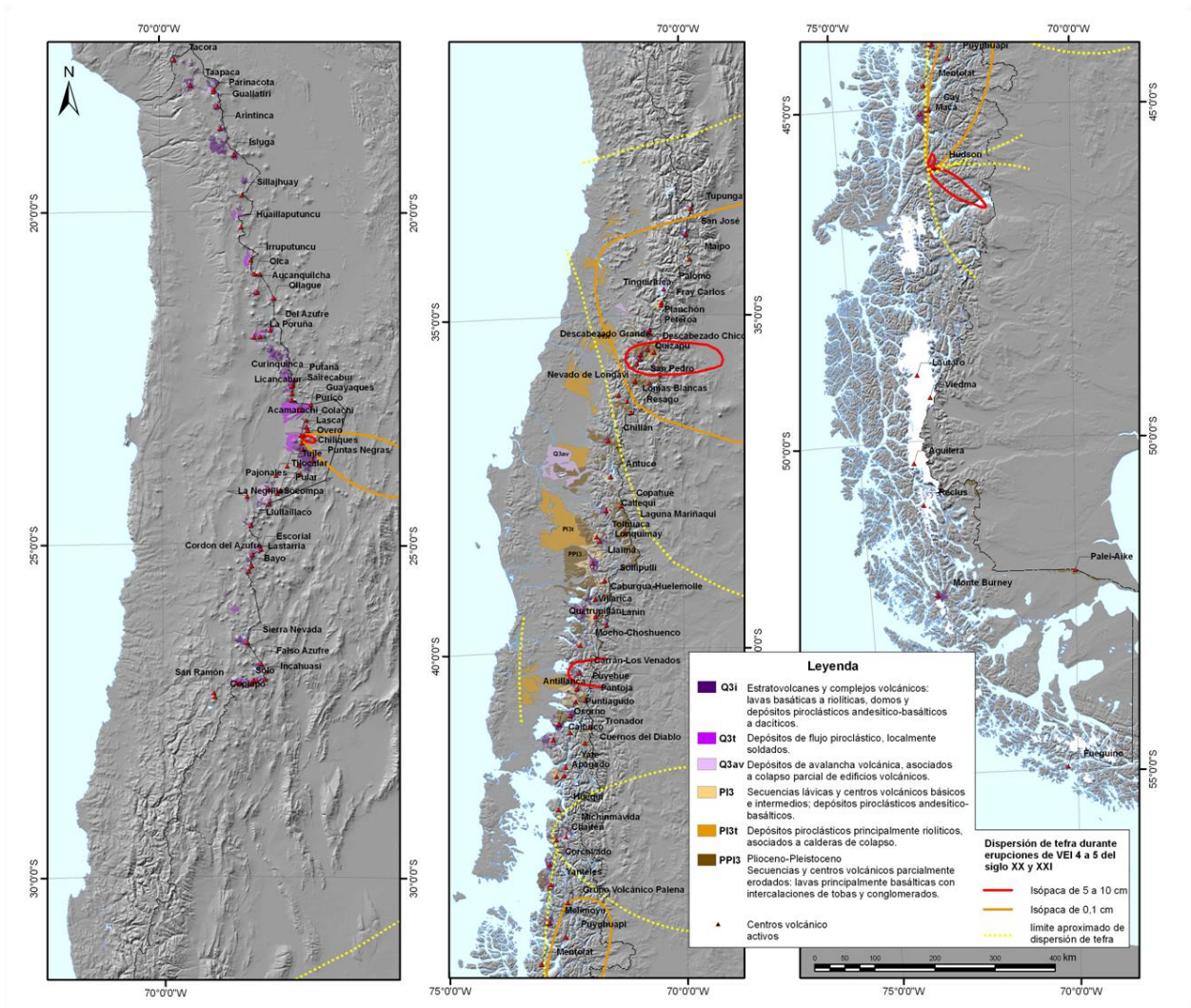


Figura 3.2.2: Volcanes de Chile. Fuente: Chile Geológico, Townley, 2012

La Cordillera de la Costa se orienta paralela al margen continental y su relieve no supera alturas de 2500 m.s.n.m. Su flanco occidental está conformado principalmente por el Batolito Costero (de edad paleozoica), el Batolito Central (de edad Mesozoica) y algunos afloramientos de Basamento Metamórfico (González, 2010).

En base a la Figura 3.2.3, es posible reconocer que cada dominio morfoestructural está asociado a un grupo litológico. La Cordillera de la Costa está representada por rocas intrusivas y metamórficas en su mayoría, la Depresión Intermedia (o Valle Central) se encuentra relleno de depósitos recientes, sedimentarios y volcánicos, y la Cordillera Principal se compone mayoritariamente por rocas volcánicas recientes y rocas intrusivas en la Patagonia.

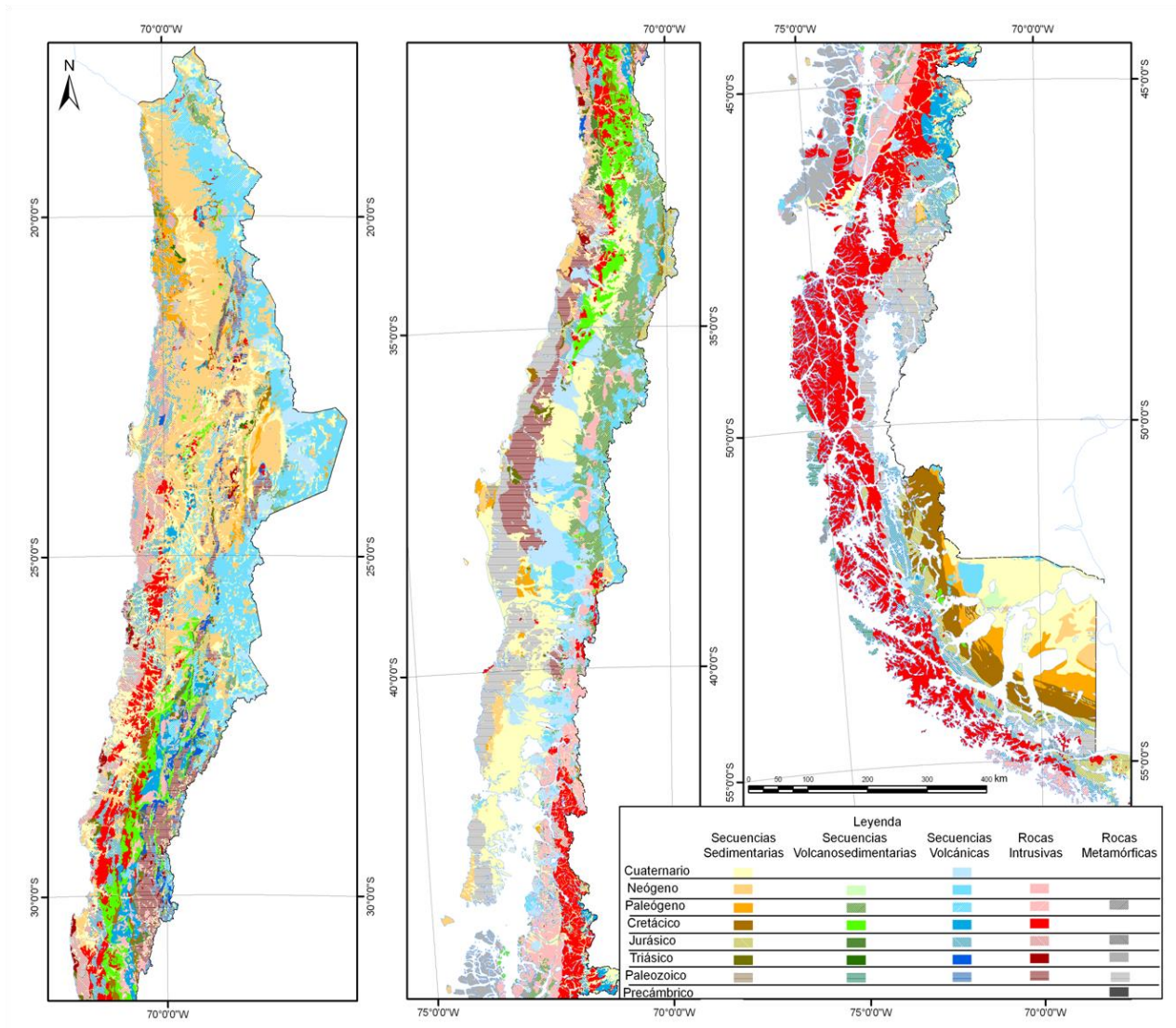


Figura 3.2.3: Mapa Litológico de Chile. Fuente Departamento de Geología, Universidad de Chile, 2010.

4 CAPITULO IV: METODOLOGÍA

Las metodologías de este trabajo se encuentran enfocadas en la investigación y de análisis de datos ya existentes junto con una integración de información de distintas áreas del conocimiento: la geología y la agronomía.

Para la elaboración del Mapa Geo-vitivinícola de Chile se comenzó por decidir cuál es la información relevante a mostrar. Luego se trabaja el Mapa Geológico de Chile, generado por el Sernageomin (2004), mediante el software ArcGIS versión 10.3. Se definieron los valles vitivinícolas establecidos en el Decreto N°464 (1994) y se definieron nuevos valles en la Región de Aysén. Finalmente se incorpora información de las aguas subterráneas de la DGA y se utiliza el software ENVI versión 5.3.

A continuación, se describen las metodologías llevadas a cabo para la elaboración del mapa geovitivinícola y los distintos elementos que lo integran.

4.1 Definición de criterios relevantes a escala regional y capas a considerar en el mapa.

Esta actividad tiene por objetivo el integrar los resultados obtenidos a una escala local para definir qué información es relevante y pertinente para ser llevada a una escala regional considerando aquellos factores que puedan ser representados finalmente como un polígono o capa en el Mapa Geo-vitivinícola.

Para poder definir cuáles iban a ser las capas a utilizar en el mapa, se recopiló información de las investigaciones realizadas en torno a la relación entre la geología y la vitivinicultura las cuales fueron realizadas en el marco de este proyecto y que se resumieron en el apartado 2.4 de “Trabajos Anteriores”. Los trabajos revisados se encuentran nombrados en la Tabla 4.1.1.

Tabla 4.1.1: Bibliografía revisada

Autor	Tipo	Año	Título
Castillo et al.	Congreso Internacional	2017	Biogeochemical association of soil and nutrients in cv. Carmenere and Pinot Noir berries: Applied study in four vineyards of Central Chile. OIV: Wine & Vine Congress. Sophia, Bulgaria, May – June 2017.
López et al.	Congreso Internacional	2017	Geological and hydrogeological Influences in the Development of Roots in Viticulture, Sty in four Vineyards of Central Chile. OIV: Wine & Vine Congress. Sophia, Bulgaria, May – June 2017.
Muriel Contreras	Memoria de Título	2016	Estudio Geológico, Petrográfico y Granulométrico del Material Parental de Suelos Vitivinícolas de la Zona Central de Chile.
Castillo et al.	Congreso nacional	2016	Rare Earth Elements Geochemistry as Tracers of Pedogenetic Processes and Parental Materials in Viticultural soils from Central Chile
Castillo et al.	Congreso nacional	2015	Análisis Geoquímico de Suelos Derivados de Granodioritas en los Valles de Casablanca y Santa Cruz.

Felipe Lagos	Memoria de título	de 2015	Geomorfología del Terroir en Malvilla y Tapihue, Región de Valparaíso, Chile
--------------	-------------------	---------	--

En base a esta actividad se determinó que las capas a incluir en el mapa son las siguientes:

1. Geología de Chile escala 1:1.000.000
2. Litología de Chile escala 1:1.000.000
3. Valles Vitivinícolas y sus cuencas hidrográficas
4. Mapa de pendiente y aspecto
5. Mapeo detallado de la geomorfología
6. Contenido de Arcillas
7. Información de aguas subterráneas

La metodología con la cual se tratarán cada una de estas capas, serán descritas en los apartados siguientes.

4.2 Tratamiento del mapa geológico del SERNAGEOMIN

El objetivo de esta actividad fue obtener una base cartográfica estandarizada, unificada y actualizada de la geología a escala regional para utilizarla como referencia en cada uno de los valles vitivinícolas.

Para esto se recurrió al mapa digital a escala nacional (1:1.000.000) del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin, 2004), el cual posee un detalle de la geología de Chile a escala regional. Este producto se comercializa en formato ArcGIS shapefile y ArcGIS Workstation, bajo el sistema de referencia WGS84-19S.

Al ser un shapefile, posee todos los archivos que se vinculan entre sí, entre los más relevantes están (www.esri.com):

- [geologia].shp: Archivo principal de un shapefile, en él se almacena la geometría.
- [geologia].shx: Archivo índice de cada una de las entidades de la geometría.
- [geologia].dbf: Tabla de atributos dBase IV, asociada a cada una de las entidades contenidas en la geometría del shapefile. Entre la geometría y los atributos debe haber una relación uno a uno, la cual está basada en el número de registros y el atributo de la tabla asociada.
- [geologia].prj: Sistema de referencia (coordenadas) que gobierna el shapefile.
- [geologia].sbn/.sbx: son los archivos que almacenan el índice espacial de las entidades.

Las capas o *layers* que contiene en el producto de Sernageomin, se muestran en la Figura 4.2.1.

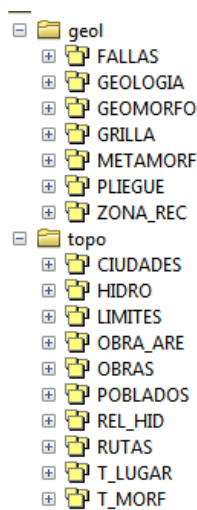


Figura 4.2.1: Capas de mapa geológico SERNAGEOMIN

De estas capas se utilizaron aquellas cuya información fuese relevante a la escala de trabajo del estudio y de interés para la viticultura. En base a esto se utilizaron únicamente las capas de unidades geológicas (*geologia.shp*) y fallas (*fallas.shp*). Por último, es importante mencionar que del grupo de capas relacionado a la base topográfica (planimetría), sólo se utilizaron las capas de plantas urbanas (*poblados.shp* y *ciudades.shp*) y topónimos (*t_lugar.shp*).

4.3 Tratamiento capa Geología

Una vez realizada la revisión de la extensión espacial (límites extremos) de la geometría de las unidades y su correspondiente sistema de referencia se procedió a desplegar dichas capas en ArcMAP para su visualización preliminar.

Una vez desplegado en ArcMAP, se procedió a utilizar la capa *Area_estudio.shp* para cortar los topónimos, ciudades, poblados, geología y fallas y así dejar solo las regiones que considera el estudio. Para esto se utilizó el comando Clip (Analysis Tools>Extract>Clip) de ArcGIS.

Como último paso, de la tabla de atributos del shapefile de geología, se tomó el campo *CD_GEOL* para simbolizar cada una de las unidades geológicas de acuerdo a los colores del cuadro estratigráfico de la USGS.

4.4 Tratamiento capa Litología

La capa de litología se obtuvo del trabajo del Departamento de Geología de la Universidad de Chile (2010) en el cual se tomó la geología 1:1.000.000 de Sernageomin y se unieron las unidades geológicas que tenían la misma edad. Para ello se utilizó el comando Dissolve (Data Management Tools>Generalization>Dissolve) el cual permite agrupar entidades, que se ubican dentro de una misma capa, que tengan el mismo valor del atributo que se desee unificar.

Finalmente se visualizó en ArcMAP y se simbolizó por el campo unificado anteriormente, el cual dentro de la tabla de atributos es el llamado *GeoMOD*. En base a esto se obtuvo el mapa litológico de Chile que se observa en la Figura 3.2.3.

4.5 Modelo digital de elevaciones

Dentro de los productos utilizados para realizar análisis altimétricos sobre un espacio geográfico, el más importante es el Modelo Digital de Elevación (MDE ó DEM). El cual es un archivo de formato raster, que es una grilla X,Y en la cual cada celda o pixel contiene un valor de elevación (Float: valores entre $-3.402823466e+38$ y $3.402823466e+38$ o Integer: valores redondeados en Z).

En algunos casos se puede usar un producto digital llamado Malla Irregular de Triángulos (TIN), el cual es una malla de punto que conforman los vértices de triángulos irregulares y que las “caras” de un modelo en 3D. Las condiciones que debe cumplir un TIN es que cada uno de los vértices de esos triángulos tienen coordenadas X,Y,Z diferentes y en segundo lugar ningún lado de un triángulo es cortado por otro lado. En la Figura 4.5.1 se aprecia visualmente la diferencia entre el DEM y el TIN.

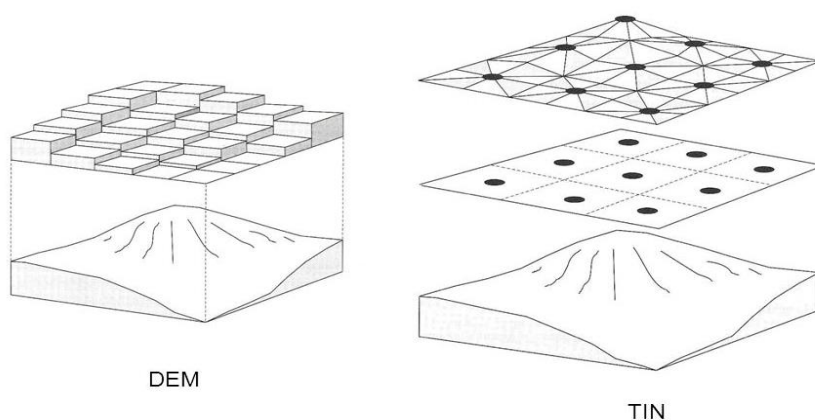


Figura 4.5.1: Capa DEM y TIN

Para el caso del presente estudio se utilizaron dos DEM diferentes, el nacional que es un DEM con resolución de 30 m en las dimensiones X e Y , obtenido a partir de los datos que recibe el sensor de satélite Aster, el cual permite en base a pares estereoscópicos generar información altimétrica de terreno, con la mayor precisión en el mercado para imágenes con ésta área de cobertura. Y el segundo DEM fue un que se desarrollará a partir de la cartografía regular del Instituto Geográfico Militar (IGM) 1:50.000 con resolución de 5 m.

Para la creación del segundo DEM, se utilizarán las curvas de nivel de las hojas que cubren las cuencas de los valles que estarán en este estudio.

4.5.1 TIN

El primer paso para crear un DEM es generar un TIN, el cual se elabora con el comando Create TIN (3D Analyst>Data Management>Create TIN>TIN), para esto el software procede a realizar una interpolación lineal entre cada uno de los nodos que conforman cada una de las curvas de nivel, generando una malla de triángulos inclinados.

4.5.2 DEM

Una vez hecho el TIN, ya se puede transformar este archivo al formato raster con la equidistancia en la grilla que se desee. Para ello se utiliza el comando TIN to Raster (3D Analyst>Conversion>From TIN>TIN to Raster), al cual se debe dar el archivo de salida: el tamaño de celda, el método de interpolación y el tipo de dato de salida (Float o Integer) (Figura 4.5.2).

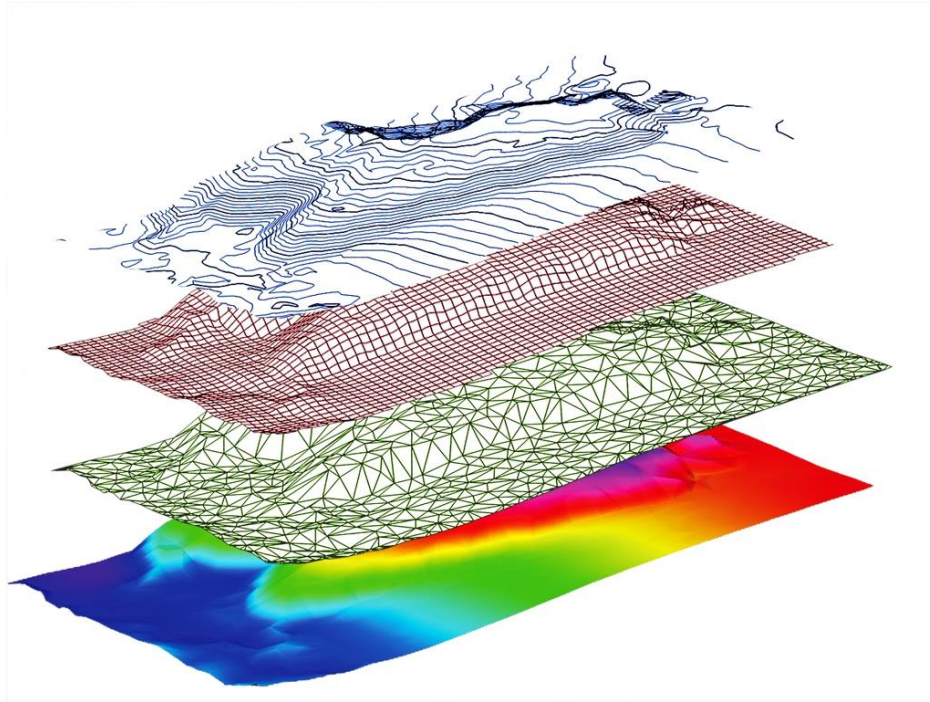


Figura 4.5.2: Capas que muestran la topografía, TIN y DEM

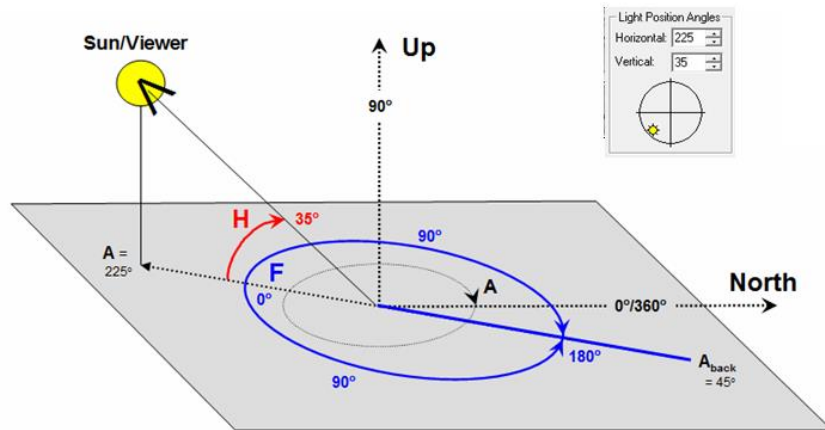
Una vez hecho el DEM (formato GeoTIFF) con su sistema de referencia incluido, se procede a generar los otros productos digitales de análisis.

4.5.3 Hillshade

El hillshade o sombreado es un producto digital que permite visualizar las elevaciones de terreno de acuerdo a la posición del sol (Figura 4.5.3) con su inclinación y azimuth ; es decir, el software ilumina las laderas más expuestas o con un ángulo de incidencia más ortogonal a la posición definida para el sol, aquellas menos expuestas las sombrea.

Esta metodología se realiza para 6 valles que son considerados como prioritarios junto con los mapas de aspecto y pendiente que se detallan en los apartados a continuación.

Entonces, lo que realiza el software, es generar otro raster pero normalizado del terreno modelado con el DEM, con valores de 0 a 255 que consisten en 8 bits, en escala de grises.



A = azimuth angle, measured clockwise from North (0-360°, discontinuous)
F = facing angle of direction similarity (0-180°, continuous)
H = horizontal angle, measured from vertical (0-90°, continuous)

Figura 4.5.3: Relación entre azimut y posición del sol

4.5.4 Aspecto

El mapa de aspecto, es un mapa creado a partir de un raster, coloreado por el ángulo de las laderas respecto del norte. De esta forma se puede visualizar perfectamente las laderas umbría y solana sobre un espacio geográfico. Esto es muy útil para emplazamientos de zonas agrícolas o para usos en obras civiles o construcción.

El algoritmo que ejecuta el software, es tomar el DEM y asignar valores normalizados a las celdas de 1 a 255, los cuales corresponden a 8 bits, dándole ángulos a las laderas, para puedan ser visualizados con colores.

4.5.5 Pendiente

Como último producto digital de análisis altimétrico, se confeccionará un mapa de pendiente por cuenca hidrográfica, el cual es una grilla generada a partir del DEM, con valores normalizados en grados (0 a 90) para asignar pendiente a cada una de las celdas de la grilla topográfica. De esta forma el software podrá visualizar en escala de grises o RGB (Red, Green, Blue) el modelo y dar una visualización rápida de donde se encuentran las menores pendientes para emplazar zonas de cultivo.

4.6 Definición de valles vitivinícolas y sus respectivas cuencas hidrográficas

Esta actividad se realizó con el objetivo de poder incorporar información de mayor detalle en el mapa acotando el área de estudio. Es así como se decidió incorporar el concepto de valles vitivinícolas con sus respectivas cuencas hidrográficas como zonas de especial interés geo-vitivinícola en la cual poder incluir una mayor información.

Para las metodologías utilizadas, se tuvo como referencia las cuencas hidrográficas definidas por la DGA. Estas cuencas corresponden a un archivo vectorial formato shapefile, el cual contiene la división hidrográfica de cuencas, subcuencas y subsubcuencas a nivel nacional.

4.6.1 Definición de Valles Vitivinícolas

Para la definición de estos valles se utilizó en primera instancia el Decreto 464 el cual establece la zonificación vitivinícola, delimitando la extensión de cada valle de acuerdo a divisiones provinciales y comunales. Esta definición, sin embargo, se hace de acuerdo a criterios administrativos y no geográficos. Por este motivo se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de comprar la extensión de los valles vitivinícolas en el territorio nacional. Se tomaron como referencia el libro “Vinos de Chile” de de Nahrwold (2014) y la Figura 4.6.1.

Una vez ubicados geográficamente los valles, se procedió a crear un archivo *shape* en el cual se delimita la extensión de cada valle vitivinícola. Se creó un archivo *shape* para cada uno de los valles, los cuales fueron definidos de forma independiente unos de otros. Esto implica que valles de menor extensión fueron definidos con un mayor detalle respecto a los valles más grandes con el objetivo de tener el mayor detalle posible considerando la escala final del mapa. La Tabla 4.6.1 resume los valles definidos y la escala utilizada para su delimitación.

Tabla 4.6.1: Escala de definición de los Valles Vitivinícolas

Región	Valles Vitivinícolas	Escala de trabajo
III	Copiapo	1:50.000
	Huasco	1:50.000
IV	Elqui	1:50.000
	Limarí	1:50.000
	Choapa	1:50.000
V	Aconcagua	1:50.000
	Casablanca	1:50.000
	San Antonio-Leyda	1:50.000
Metropolitana	Maipo	1:150.000
VI	Rapel	1:150.000
VII	Curicó	1:50.000
	Maule	1:150.000
VIII	Bio Bio	1:150.000
	Itata	1:100.000
IX	Malleco	1:50.000

	Cautín	1:50.000
X	Osorno	1:50.000

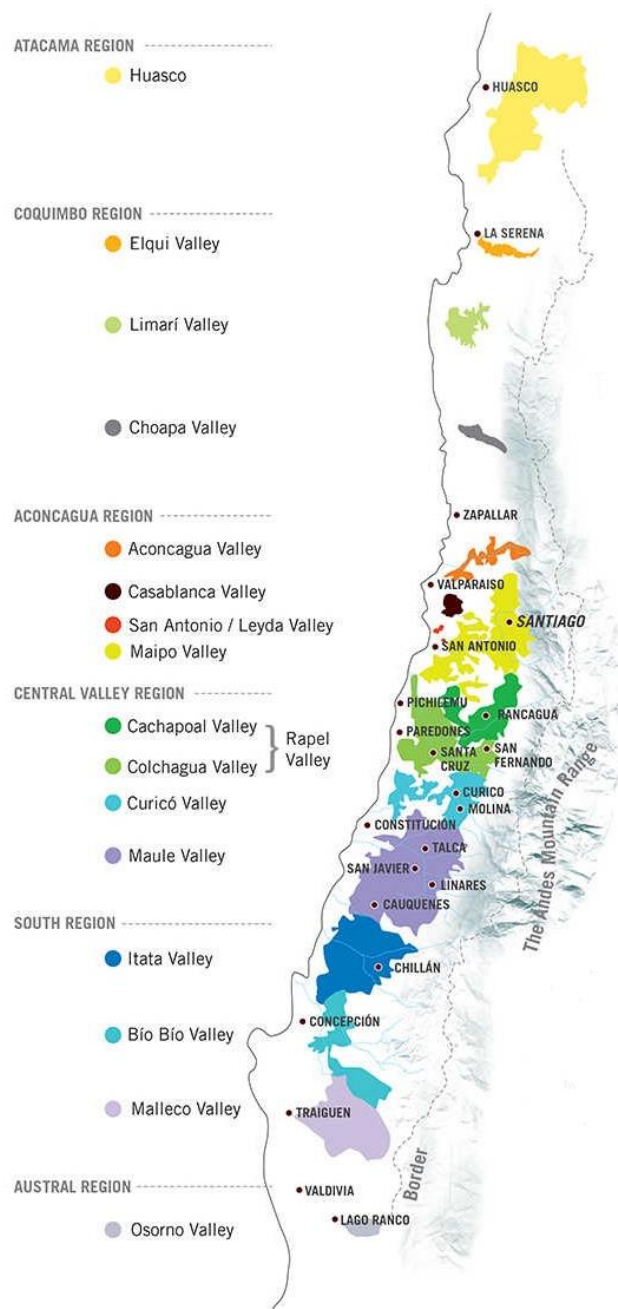


Figura 4.6.1: Valles Vitivinícolas de Chile. Fuente <http://www.aprenderdevino.es/regiones-vino-chile/>

Para definir cada valle se utilizó la imagen satelital proporcionada por el software ArcGIS en la opción de “Mapa Base” y luego se eligió el mapa “Imagery”. Esta herramienta entrega distintas imágenes satelitales a distintas resoluciones de acuerdo a la escala utilizada y son provistas por Digital Globe, CNES u otra fuente que dispone ESRI. A continuación se siguieron los siguientes pasos.

1. Crear el polígono con el nombre “V_(nombre del valle)” ej: “V_Huasco”.

2. Definir el sistema de coordenadas en WGS84 zona 19S
3. Dibujar de forma aproximada un polígono de la extensión del valle de acuerdo a la bibliografía revisada, imagen satelital y DEM.
4. Revisar las cuencas hidrográficas para que la extensión de cada valle se encuentre dentro de una misma cuenca y ajustar el polígono si corresponde.
5. Ajustar los límites de los valles de acuerdo a la imagen satelital y la escala definida. Esto se realizó observando donde se reconocen zonas con cultivos agrícolas y los límites con cerros y montañas las cuales definen el valle.

De acuerdo a esta metodología se redefinen los valles vitivinícolas utilizando las cuencas hidrográficas y los límites geográficos observados en la imagen satelital.

4.6.2 Definición de Cuencas hidrográficas

Para el desarrollo en gabinete de esta actividad se utilizó la información de cuencas proveniente de la Dirección General de Aguas (DGA) y el modelo digital de elevaciones Global Digital Elevation Map (GDEM). Este último corresponde a un archivo raster generado a partir del sensor Aster, del globo terrestre, con resolución 30 m, en escala de grises (1 banda), con valores de elevación en cada pixel.

La metodología que se utilizó sobre el GDEM, para definir cada cuenca es la siguiente:

1. Definir, mediante un shapefile con topología de punto, la salida de la cuenca que contendrá el valle vitivinícola a analizar.
2. *Fill*: Se aplica el comando Fill (Spatial Analysis > Hydrology > Fill) de ArcGIS para corregir los ‘gaps’ que normalmente trae un modelo digital de elevaciones.
3. *Flow accumulation*: Este comando (Spatial Analysis > Hydrology > Flow accumulation) permite determinar las zonas de mayor acumulación de agua en el GDEM.
4. *Flow length*: Mediante esta herramienta (Spatial Analysis > Hydrology > Flow Length) se determinan los largos y pesos de cada uno de los cursos de agua, generando un raster con valores por celda.
5. *Stream order*: Con este comando se terminan los órdenes de magnitud de la red de drenaje de acuerdo al criterio de Strahler (1952) o Shreve (1967).
6. *Basin*: Delimita la cuenca hidrográfica en base a todos los raster generados con anterioridad y el punto de salida de dicha cuenca.
7. Por último se compara la cuenca creada con la subsubcuenca proporcionada por la DGA.

La siguiente imagen muestra el Valle de Casablanca como ejemplo a esta metodología (Figura 4.6.2)

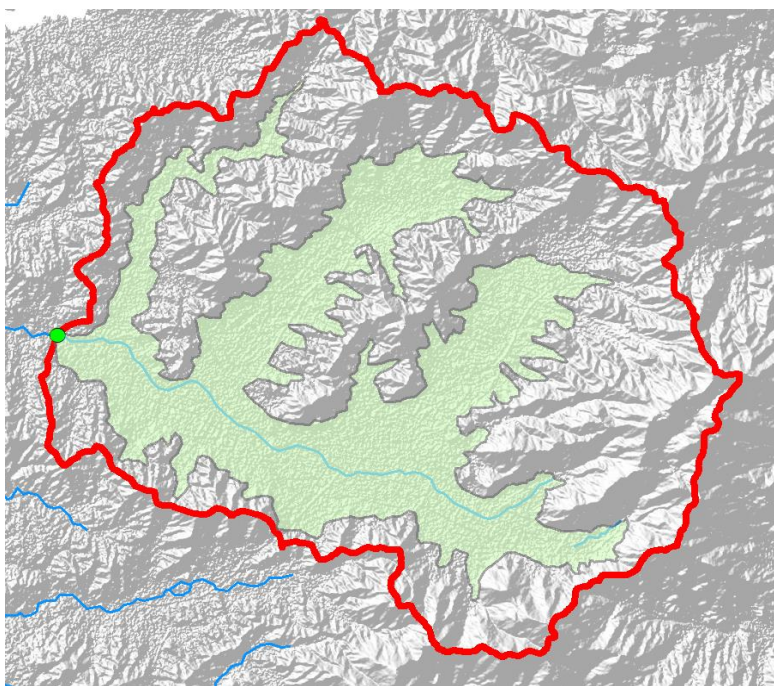


Figura 4.6.2: Valle de Casablanca mostrado como el polígono color verde y su respectiva cuenca hidrográfica delimitada en color rojo. Punto verde: Salida de la cuenca. Base GDEM

4.7 Mapeo de la geomorfología en detalle

Esta metodología se realiza como prueba para el Valle de Casablanca, para observar la posibilidad de incorporar una mayor cantidad de información en el mapa a futuro. Realizar este trabajo para todos los valles representa una gran cantidad de trabajo, por lo que se realizó a forma de exploración para Casablanca debido a que es el más pequeño de los valles.

Una vez generados los polígonos de los valles vitivinícolas se incorporó información de mayor detalle en el mapeo de las unidades de roca no consolidadas para evidenciar los distintos procesos geomorfológicos de cada valle. Esto se logró mediante la obtención de las cartas geológicas generadas por el SERNAGEOMIN las cuales varían en escala desde 1:100.000 a 1:250.000 dependiendo de la zona.

En primera instancia, esta tarea consistió en una recopilación de las cartas geológicas disponibles en la biblioteca del departamento de Geología de la Universidad de Chile. Una vez obtenidas estas cartas geológicas, y digitalizadas, se trabajaron en el software ArcGIS para poder incorporar la información requerida. Para esto es necesario cumplir con los siguientes pasos:

1. Georreferenciación de cada una de las hojas, privilegiando el contorno de cada valle, es decir si un valle se encuentre en una esquina de la hoja se hará un ajuste espacial sobre dicha área y no sobre la hoja completa. El error medio cuadrático aceptable será <5 m.
2. Se digitalizará sobre un *shape* (topología de polígono) de geología especialmente creado para la geología de detalle de cada cuenca, identificando cada unidad por su código asociado.
3. Cortar la geología, dejando el límite coincidiendo con la cuenca hidrográfica.
4. Simbolizar los polígonos de acuerdo al cuadro estratigráfico USGS antes descrito.

4.8 Determinación de arcillas mediante imágenes satelitales Aster

Para poder determinar el contenido de arcillas del material parental en el valle es necesario analizar imágenes satelitales Aster mediante el software ENVI.

Para esto se obtuvieron las imágenes satelitales a través de la página de la *USGS Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) en la cual se encuentran disponibles de forma gratuita datos de sensores remotos para distintos usuarios.

Las imágenes Aster se caracterizan por poseer 3 archivos los cuales corresponden al VNIR (*Visible Near Infrared*), SWIR (*Short Wave Infrared*) y TIR (*Thermal Infrared*) con un total de 14 bandas.

Estas bandas corresponden a las distintas longitudes de onda en donde la imagen ASTER toma sus datos. Además cada una de estas tiene asociada una resolución espacial en particular, que hace referencia al tamaño de celda del *dataset*, como se muestra en la Tabla 4.8.1. En este caso, el VNIR tiene una mayor resolución debido a que un pixel representa un área de 15x15 m mientras que en el SWIR un pixel representa un área de 30x30 m.

Tabla 4.8.1: ASTER y rango espectral de sus bandas Fuente: <http://www.geosoluciones.cl/documentos/aster/aster-user-guide-v2.pdf>

Subsistema	Banda n°	Rango Espectral	Resolución Espacial
VNIR	1	0.52-0.60 μm	15 m
	2	0.63-0.69 μm	
	3N	0.78-0.86 μm	
	3B	0.78-0.86 μm	
SWIR	4	1.600-1.700 μm	30 m
	5	2.145-2.185 μm	
	6	2.185- 2.225 μm	
	7	2.235-2.285 μm	
	8	2.295- 2.365 μm	
	9	2.360- 2.430 μm	
TIR	10	8.125-8.475	90 m
	11	8.475- 8.825	
	12	8.925-9.275	
	13	10.25-10.95	
	14	10.95-11.65	

Cada pixel de la imagen contiene guardado un número (*digital number*) el cual corresponde a la luz que es reflejada desde la tierra hacia el espacio en la longitud correspondiente a cada banda. Este dato, sin embargo, contiene información de la atmósfera la cual se encuentra como intermediaria entre el satélite y la zona de interés, por lo que este efecto debe ser removido antes de analizar la imagen. También cada sensor tiene un efecto sobre el dato original. Una vez se remueve el efecto de la atmosfera y del sensor, cada pixel representa ahora la reflectancia del material, es decir, cuanta luz refleja.

Cada material presenta una signatura única con respecto a cuanta luz refleja. Esta signatura corresponde a su curva espectral la que lo caracteriza y lo diferencia de otros materiales en la tierra. Esta curva, que es un continuo en el espectro electromagnético, es lo que nos permite asignarle colores distintos a las cosas que nos rodean. Las imágenes satelitales, sin embargo, nos permiten ver más allá del espectro visible tomando sus datos en las distintas bandas ya mencionadas. Entre más bandas tenga un satélite, por lo tanto, implica que podrá obtener un mayor detalle con respecto al comportamiento del material.

Es así que para utilizar teledetección se busca identificar un elemento único de la curva espectral que nos permita diferenciar ese material del resto. En el caso de las arcillas, es posible diferenciarlas por sus longitudes de onda de las bandas del SWIR, debido a que en el espectro visible no es posible diferenciar un tipo de arcilla de otro.

Para esto se compararon los píxeles de la imagen con la curva espectral de cuatro tipos de arcillas diferentes: Illita, Caolinita, Montmorillonita y la Vermiculita. La curva de estos materiales se obtuvo de la base de datos de la USGS (1994), que se encuentra disponible en la librería espectral del software ENVI (Display > Spectral Library Viewer > USGS). Estas curvas fueron obtenidas de manera experimental.

Para el tratamiento de las imágenes se deben seguir los siguientes pasos:

1. En primer lugar se debe eliminar el efecto de sensor y el de la atmósfera para poder estudiar la reflectancia de la imagen. Para esto se debe utilizar primero la herramienta *Radiometric Correction* luego la herramienta *IAR*.
2. A continuación es necesario utilizar la herramienta *Layer Stacking* para unir en un solo archivo las bandas del SWIR y VNIR, que son las bandas a utilizar (las bandas del archivo TIR no se consideran debido a que tienen datos de emisividad y no de reflectancia).
3. Luego, es necesario eliminar de la imagen las zonas que no pueden ser procesadas. Estas zonas corresponden a las zonas con sombra y las zonas con vegetación ya que estas áreas no muestran la reflectancia del suelo o roca. Esto se realiza aplicando una máscara de vegetación y una máscara de sombra en la imagen las cuales recortan las áreas no deseadas.
4. Una vez obtenida la zona a tratar se utiliza la librería espectral proporcionada por la USGS, donde se encuentran las curvas espectrales de cientos de minerales, y se selecciona en una librería más pequeña los minerales a identificar, es decir, los distintos tipos de arcillas.
5. Se utiliza la herramienta "*Spectral Angle Mapper*" (Classification > Supervised Classification > Spectral Angle Mapper) para comparar los minerales seleccionados con cada pixel de la imagen. Esta herramienta determina la similitud espectral entre dos espectros, en este caso el del pixel y el de la librería, calculando el ángulo espectral el cual trata la curva espectral como un vector con igual dimensiones que el número de bandas disponibles.
6. Se revisan manualmente los resultados obtenidos y se ajustan las correlaciones hechas automáticamente por el software, mediante la herramienta "*Rule Classifier*" (Classification > Post Classification > Rule Classifier). El objetivo de esto es dejar únicamente las mejores correlaciones (sobre el 96% en este caso).
7. Se mapean los datos obtenidos y se transforman a formato vectorial en un archivo shape.

4.9 Incorporación de datos de agua de la DGA

Esta metodología se realizó únicamente para el Valle de Casablanca. Esto se debe a que corresponde al valle de menor dimensión y así es más manejable la gran cantidad de información. Se hace con el fin de explorar nuevas capas de información en base a datos que se encuentran disponibles y accesibles de forma gratuita para todos y así incorporar información relevante al mapa.

Para poder incorporar al mapa información de las aguas subterráneas se recurrió a la Dirección Nacional de Aguas (DGA). A través de la ley de transparencia se solicitaron los datos históricos del nivel estático en todos los pozos existentes, en todo el Valle de Casablanca.

Una vez obtenido estos datos se procedió a ordenar la información y a graficar para cada pozo el historial de la variación del nivel estático a lo largo de los años. También se ubicaron los pozos en el mapa del Valle de Casablanca, con el fin de poder identificar su relación con la cuenca hidrográfica.

4.10 Definición de nuevas zonas vitícolas

Para analizar la zona de Aysén se siguieron los siguientes pasos:

1. Análisis de las cuencas hidrográficas de la zona y cursos de agua principales.
2. Observación de las características geomorfológicas de la zona y las unidades morfoestructurales para identificar zonas similares a los valles ya definidos.
3. Una vez ubicadas las zonas que presenten características similares a los valles vitivinícolas ya definidos agrupar las sub-subcuencas para dar forma a un posible valle vitivinícola.
4. Intersectar las zonas definidas con la capa de geología del SERNAGEOMIN.
5. Caracterizar la geología de los valles.

5 CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 Definición de los Valles Vitivinícolas

Para realizar la caracterización geo-vitivinícola de Chile se acotó el área de estudios a los valles vitivinícolas que corresponden a zonas de interés en la vitivinicultura se acuerdo a las denominaciones de origen chilenas (establecidos en el Decreto N°464). Los valles definidos son 17 en total y se ubican desde la Región de Atacama hasta la Región de Los Lagos como se menciona en el apartado 2.3 de “Denominaciones de Origen”.

En este trabajos los valles se redefinieron como las zonas bajas topográficamente, en base a imágenes satelitales y el DEM de Chile. El resultado se muestra en la Figura 5.1.1.

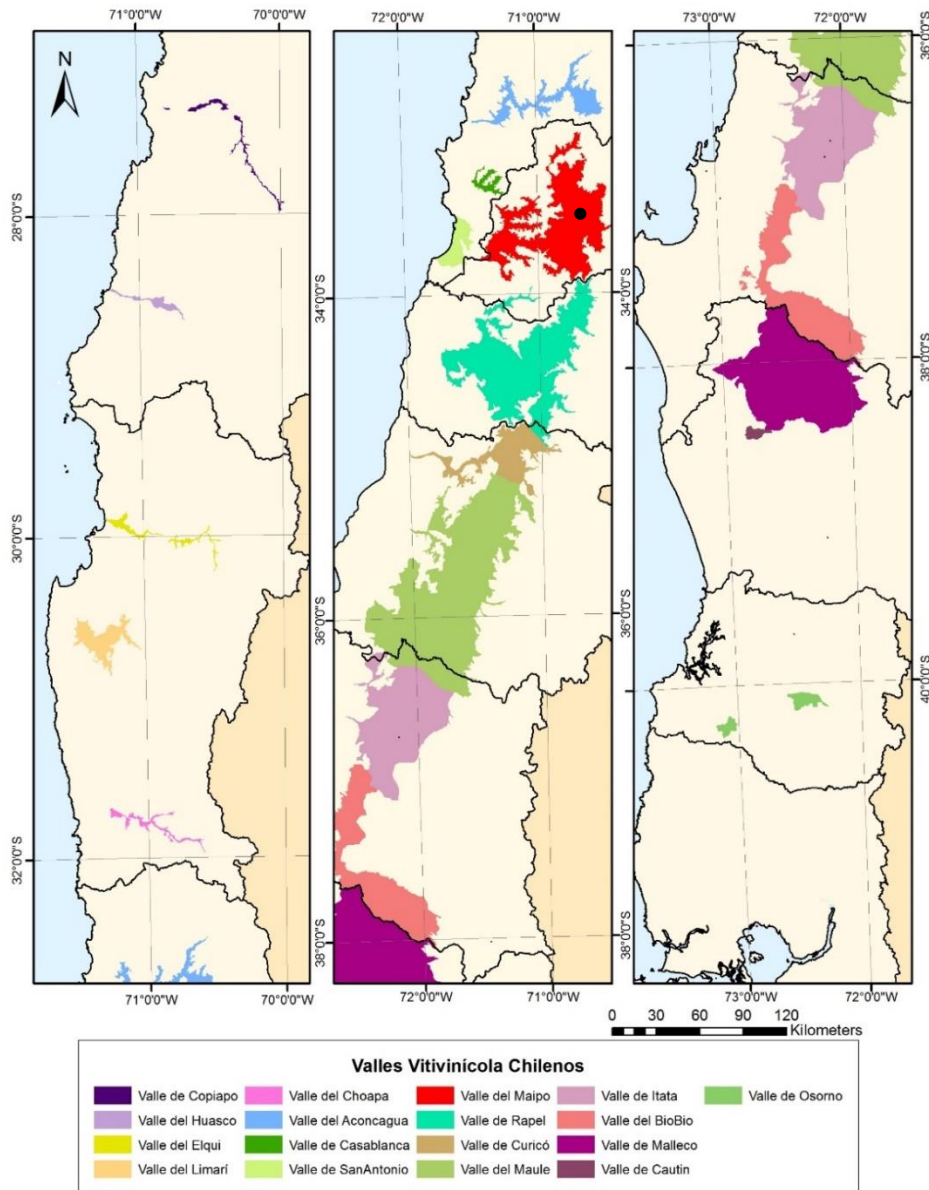


Figura 5.1.1: Mapa Vitivinícola de Chile. El punto negro representa la ubicación de la ciudad de Santiago. Elaboración propia.

Estos valles fueron definidos de forma independiente de acuerdo a las características de cada zona. Además, se incorporó información de la hidrografía de los valles con el concepto de cuencas hidrográficas para dar forma a un área de influencia geológica sobre el valle.

En la Figura 5.1.2 es posible observar las cuencas definidas para cada valle vitivinícola en base a las sub-subcuencas de la DGA como los polígonos con contorno marcado y sin relleno. Las líneas que se observan dentro corresponden a las sub-subcuencas que se utilizaron para dar forma a la cuenca del valle. Estas áreas se comparan con la zonificación vitivinícola establecida en el Decreto N°464 y que se muestran como las áreas coloreadas y sin contorno marcado.

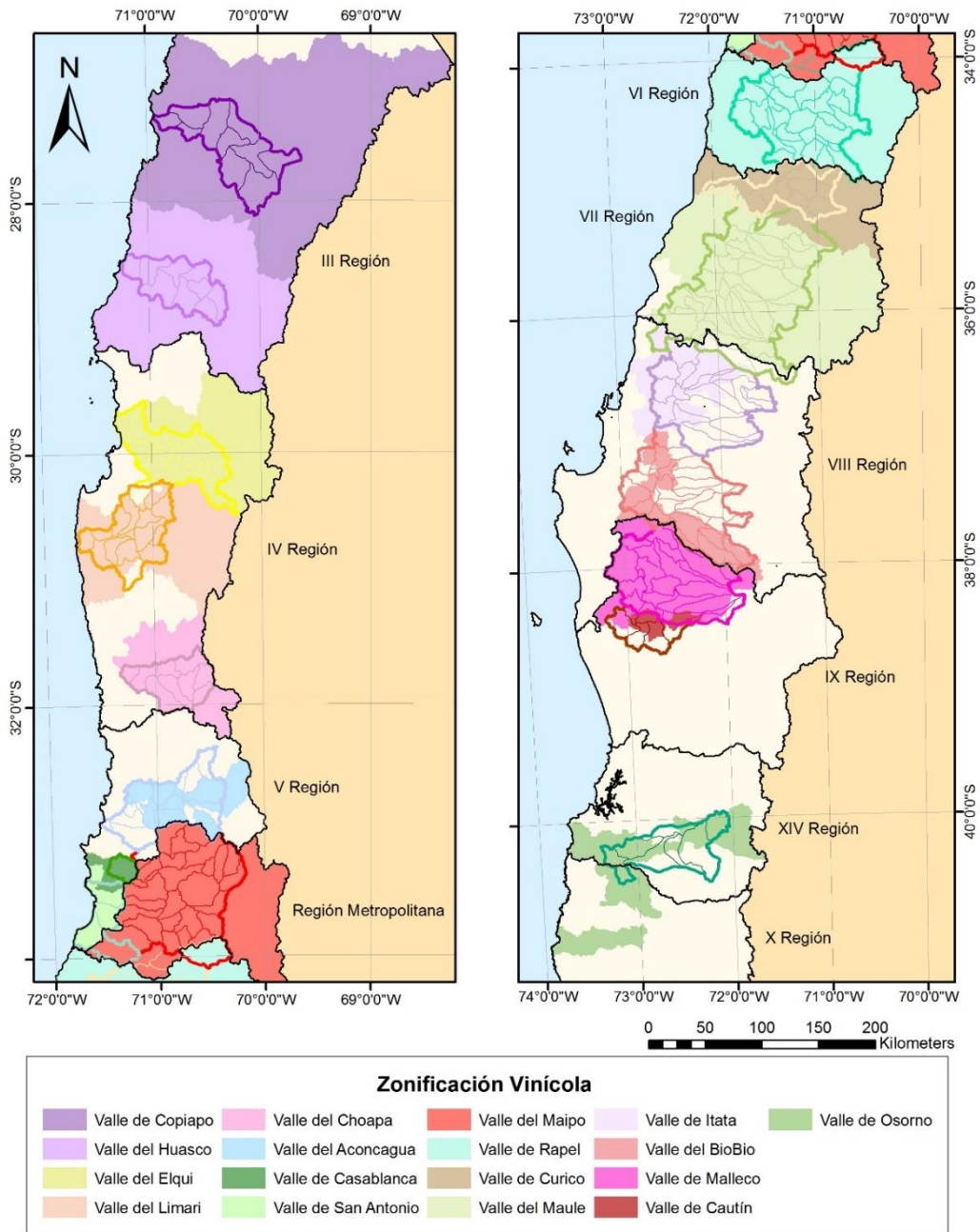


Figura 5.1.2: Cuencas Vitivinícolas chilenas, representadas por los polígonos con contorno marcado, contrastado con la Zonificación vitivinícola establecida en el Decreto 464, representado por los polígonos coloreados. En negro los límites regionales. Elaboración propia.

5.2 Caracterización Geológica de los Valles

En este capítulo se detalla, de norte a sur, la geología de cada uno de los valles vitivinícolas aquí definidos y la integración de información hidrográfica utilizada para la definición de cada zona vitivinícola. Además, se resume, brevemente, la metodología utilizada para la delimitación de cada valle.

La caracterización se realiza en base a la geología escala 1:1.000.000 generada por el Sernageomin (2004), cuya leyenda se puede observar en el Anexo 9.1.

5.2.1 Valle de Copiapó

Este valle se definió mediante imágenes satelitales, apreciando la diferencia entre las zonas cultivadas con los cerros y laderas que encajonan el valle. De acuerdo a la legislación este valle comprende toda la provincia de Copiapó, lo cual representa un área significativamente mayor a la acá propuesta. La comparación entre las áreas del valle establecido en la ley y en este trabajo (área cuenca) se puede observar en la Tabla 5.2.1.

Tabla 5.2.1: Extensión Valle de Copiapó

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
3.257.743,5502	505.993,0727

5.2.1.1 Hidrografía

La actividad agrícola de este valle se asocia directamente con la presencia del Río Copiapó. Este río nace de la suma de distintos afluentes que provienen de la alta cordillera.

La cuenca hidrográfica de este valle fue definida a partir de sub-sub-cuencas las cuales se enmarcan dentro de la gran Cuenca del Río Copiapó. A su vez, las sub-cuencas abarcadas corresponden a: Río Copiapó Bajo, Río Copiapó Medio y Quebrada Paipote.

5.2.1.2 Geología

La geología de este valle transversal es muy variada, sin embargo, es posible apreciar una zonificación de las unidades desde este a oeste, en la medida que el valle se abre paso hacia el mar (Figura 5.2.1).

En primer lugar, hacia el este, es posible apreciar rocas de edad Jurásica (*Jlm*) las cuales corresponden a secuencias sedimentarias marinas carbonatadas y clásticas junto con rocas de edad Triásica-Jurásica (*TrJ3*) que consisten en secuencias volcánicas continentales. Continuando hacia el oeste, se presentan rocas de edad Cretácica (*Ks3i*, *Kia2*, *Ks2c*) que son secuencias y complejos volcánicos intercalados con secuencias volcanosedimentarias continentales junto con secuencias y complejos volcánicos continentales de edad Paleoceno-Eoceno Inferior (*PE3a*, *PE3i*). Estas secuencias están intruídos por las unidades *PEg*, *Pag* y *Eg*.

Continuando al oeste estas secuencias se encuentran en contacto con rocas volcánicas del Jurásico (JK3) las que son interrumpidas por dos cuerpos intrusivos; uno, correspondiente a *Kiag*, que consiste en dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita

que se ubican al este del Sistema de Fallas de Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria). El segundo corresponde a *Kibg*, que son monzodioritas y dioritas de piroxeno, hornblenda y biotita, granodioritas y tonalitas, asociados al Sistema de Fallas de Atacama y mineralización de Fe (Cerro Imán). Es entre estos últimos, donde aparece la unidad *TrJ1c* de secuencias sedimentarias marinas y litorales de areniscas cuarcíferas, calizas fosilíferas y lutitas con intercalaciones volcánicas subordinadas y secuencias volcánicas sedimentarias y marinas. En esta zona, se presentan los intrusivos y continuando hacia la costa destacan los depósitos aluviales en forma de abanicos aluviales de gravas, arenas y limos *Qa*. Así mismos, es posible apreciar depósitos eólicos de arenas, los cuales se extienden hasta la costa.

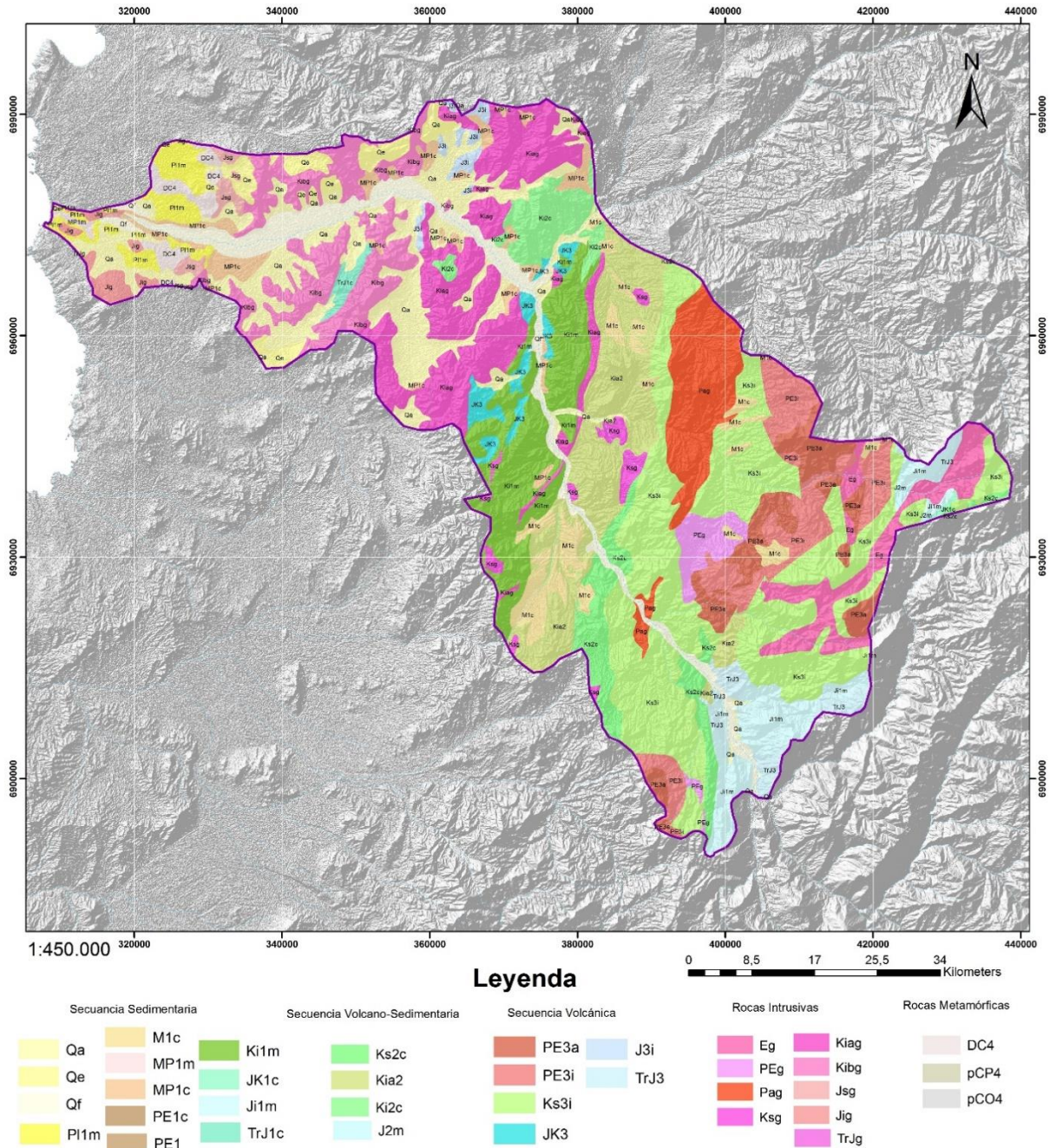


Figura 5.2.1: Geología del Valle de Copiapó. Geología obtenida del Sernageomin (2004)

Finalmente, en la zona de la costa, hacia el oeste, existen rocas metamórficas que consisten en metaareniscas y filitas de edad Devónico- Carbonífero (*DC4*) junto con intrusivos de monzodioritas, dioritas y granodioritas del Jurásico Medio-Superior (*Jig*). También se aprecian secuencias sedimentarias fluviales del Mioceno y secuencias sedimentarias marinas litorales del Pleistoceno.

Los depósitos fluviales, asociados al Río Copiapó, corresponden a los depósitos Cuaternarios más recientes de la zona y cruzan todo el valle de este a oeste demarcando la zona de influencias del río.

Es posible apreciar que en este valle vitivinícola no se reconoce la presencia del Valle Central, sin embargo se reconoce la Cordillera de la Costa dominada por los intrusivos que la caracterizan, y además, las morfoestructuras de la Cordillera Principal y la Precordillera, la cual comienza en esta zona.

5.2.2 Valle del Huasco

Al igual que el Valle de Copiapó el criterio de definición del Valle del Huasco fue mediante imágenes satelitales debido al alto contraste entre los suelos con escasa vegetación de las zonas cultivadas.

De acuerdo a las Denominación de Origen chileno, este valle abarca toda la provincia de Huasco. El área de esta provincia, como se observa en la Tabla 5.2.2, es mayor que el área definida en este trabajo.

Tabla 5.2.2: Extensión Valle del Huasco

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
3.257.743,5502	505.993,0727

5.2.2.1 Hidrografía

Este valle vitivinícola está ubicado en la cuenca del Río Huasco y se sustenta de sus aguas. Este río, de manera similar al Río Copiapó, se define en base a la suma de los distintos afluentes que nacen en la cordillera.

Este valle queda enmarcado dentro de la Cuenca del Río Huasco, y abarca en su toda la sub-cuenca del mismo nombre. Además, alcanza a abarcar un pequeño fragmento de las sub-cuencas del Río Transito y Río del Carmen.

5.2.2.2 Geología

En el Valle del Huasco (Figura 5.2.2) se reconoce una alta diversidad de rocas, que se caracterizan por una disposición norte-sur, pudiendo ser explicados desde este a oeste. Rocas metamórficas afloran en ambos extremos del valle, al este se observan esquistos micáceos, metabasitas, anfibolitas y ortoneises de edad Precámbrico-Pérmico (*pCP4*, que en esta sección de la Precordillera se conocen como complejos metamórficos El Tránsito), mientras al oeste, cercano a la costa, se aprecian metaareniscas y filitas del Devónico-Carbonífero (*DC4*). Los intrusivos más antiguos de la zona corresponden a granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita del Carbonífero-Pérmico que se ubican al este del valle junto con monzodioritas y granodioritas de piroxeno y biotita del Paleoceno-Eoceno. Estos intrusivos se encuentran entre secuencias sedimentarias y volcánicas de edad Triásico-Jurásico Inferior. De la misma forma que en el Valle de Copiapó, se presentan los intrusivos *Kiag* y *Kibg* asociados al Sistema de Fallas

de Atacama entre secuencias de rocas sedimentarias y volcánicas que abarcan desde el Jurásico al Cretácico.

En las laderas destacan los depósitos del Mioceno Superior-Plioceno que consisten en secuencias sedimentarias de piedemonte en parte fluviales, aluviales y coluviales y, sobre estos, se reconocen depósitos aluviales del Cuaternario. Las unidades más recientes son los depósitos fluviales (*Qf*), asociadas al Río Huasco, y en la costa, es posible reconocer depósitos eólicos.

En este valle la morfoestructura de Cordillera de la Costa, está representada por los cuerpos intrusivos y metamórficos, mientras que en la Cordillera Principal, se reconocen mayoritariamente, secuencias de rocas volcano-sedimentarias y metamórficas. Aunque en esta zona no se encuentra definida en la literatura una Depresión Central, es posible apreciar una zona más plana entre ambas morfoestructuras hacia el límite norte del valle donde se observan las Gravas de Atacama (*M1c*) y depósitos aluviales (*Qa*). Además se puede apreciar que este valle es mucho menos encajonado que el Valle de Copiapó, lo que se aprecia en la alta cantidad de depósitos de piedemonte (*MP1c*).

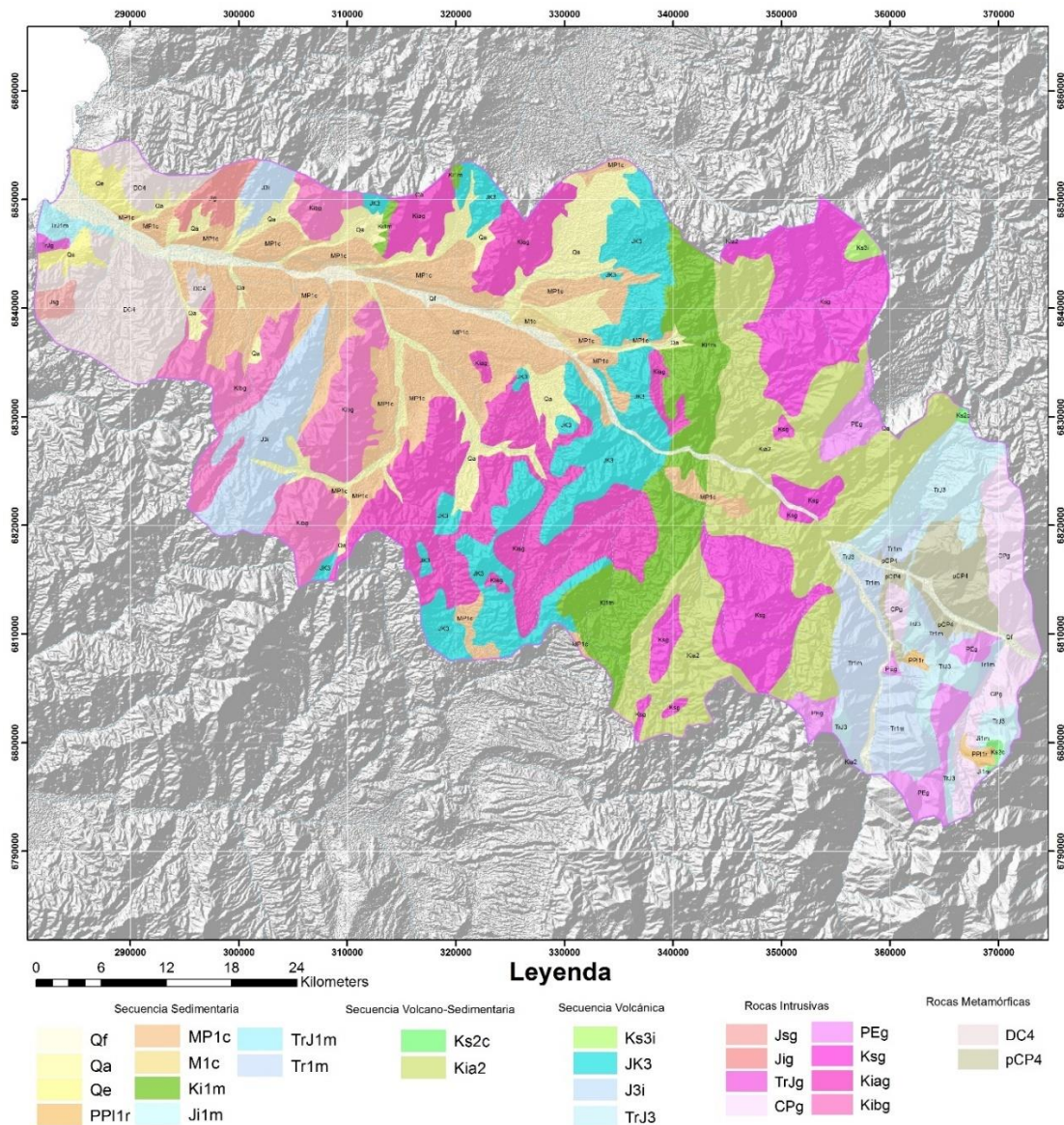


Figura 5.2.2: Geología del Valle del Huasco. Geología obtenida del Sernageomin (2004)

5.2.3 Valle del Elqui

Este valle recorre el territorio Chileno en dirección este-oeste, comenzando en el límite con Argentina hasta llegar a la Costa. Al igual que los valles ubicados al norte, el criterio de definición fue visual, mediante imágenes satelitales. De acuerdo a las denominaciones de origen, este valle abarca las comunas de La Serena, Vicuña y Paiguano. La comparación entre el área del valle definido en este trabajo (área cuenca) con el área según la legislación chilena se puede observar en la Tabla 5.2.3

Tabla 5.2.3: Extensión Valle del Elqui

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
1.100.514,9571	442.132,3313

5.2.3.1 Hidrografía

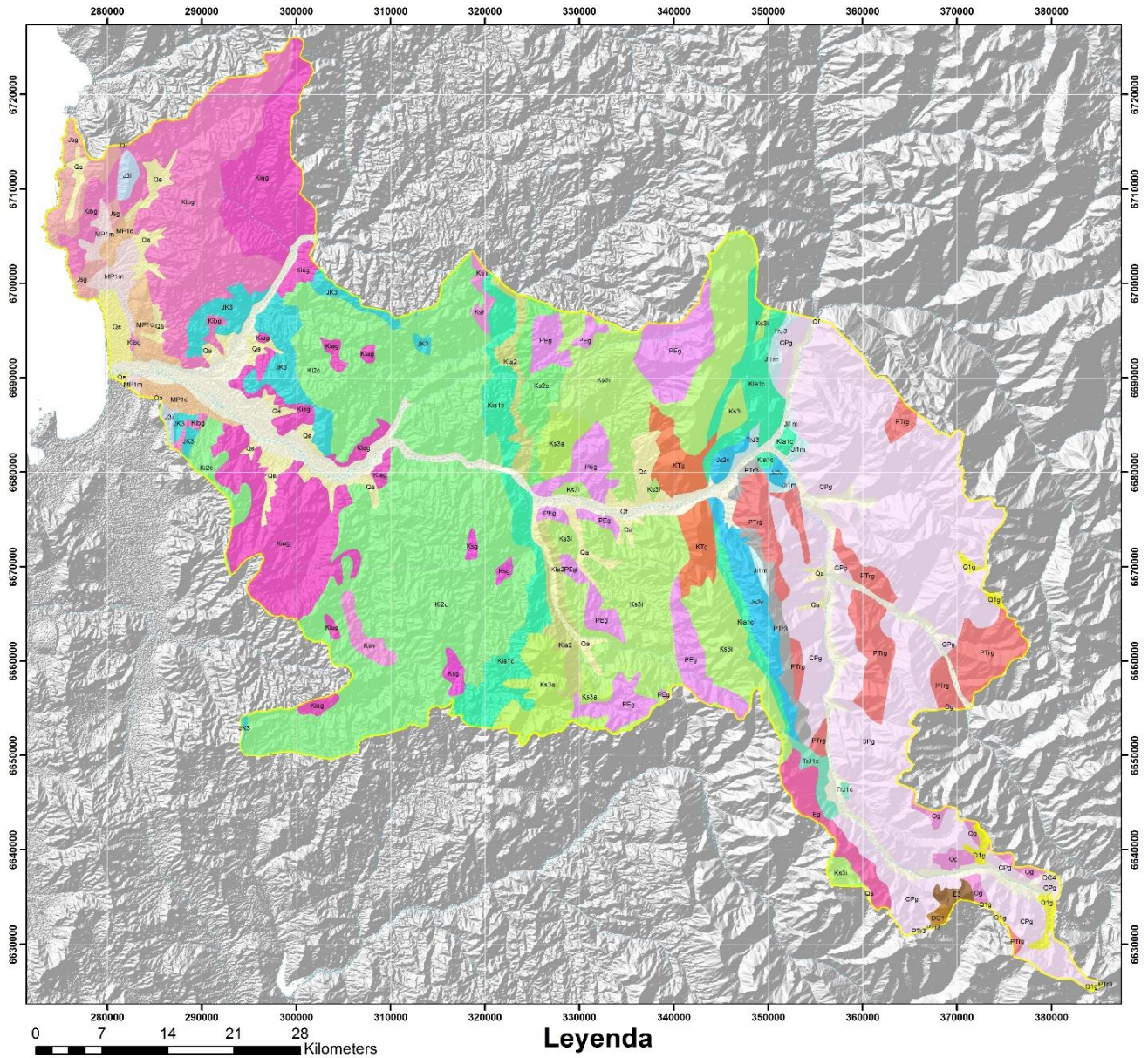
La zona es regada por el Río Elqui, el cual es el resultado de la suma de sus dos afluentes principales, los ríos Turbio y Claro.

La cuenca hidrográfica en la que se encuentra este valle corresponde a la cuenca del Río Elqui, y abarca las cuatro subcuencas que lo conforman: Río Elqui bajo, Río Elqui Medio, Río Claro y Río Turbio. Éste último, sin embargo, es incluido gracias a una única subsubcuenca (Entre Quebrada del Calvario y Río Elqui).

5.2.3.2 Geología

En este valle es posible apreciar (Figura 5.2.3) una zonificación de las distintas litologías de este a oeste. Hacia el este, es posible apreciar dos grupos de rocas intrusivas: una de edad Carbonífero-Pérmico (*CPg*: granitos, granodioritas y tonalitas) reconocidos en esta zona como Batolito Elqui-Limarí y, la segunda, de edad Pérmico-Triásico (*PTrg*: granitos, pórfidos graníticos y granodioritas de biotita) que han sido definidos en la literatura como Unidad Inguaguás Continuando hacia el oeste, es posible apreciar un gran paquete de rocas de edad Cretácica, formada de este a oeste por secuencias volcánicas continentales, sedimentarias como areniscas y conglomerados, y secuencias volcano-sedimentarias, compuestas por intercalaciones de lavas con areniscas, conglomerados y brechas, con calizas fosilíferas marinas en la base de la unidad. En particular, la secuencia volcánica es intruida por rocas de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior y del Paleoceno-Eoceno. Acercándose a la Costa aparecen los cuerpos intrusivos ya mencionados *Kiag* y *Kibg* junto con rocas volcánicas de edad Jurásica Superior-Cretácico Inferior. Finalmente, ya en la costa, se reconocen diversos tipos de rocas sedimentarias, entre las cuales destacan los depósitos de piedemonte (*MP1c*), secuencias marinas transgresivas de areniscas, limonitas, coquinas, calizas y fangolitas (*MP1m*) y depósitos eólicos (*Qe*) y aluviales (*Qa*).

El Valle del Elqui es un valle muy angosto, donde los depósitos fluviales (*Qf*) asociados al río quedan representados por una pequeña franja que atraviesa de este a oeste y va ensanchándose a medida que se acerca a la Costa. Es posible apreciar algunas quebradas, sin embargo, la ausencia de depósitos coluviales y aluviales en este valle, al menos a esta escala de trabajo, en este valle es una característica distintiva.



Secuencia Sedimentaria			Secuencia Volcano-Sedimentaria			Secuencia Volcánica			Rocas Intrusivas			Rocas Metamórficas	
Qf	MP1m	TrJ1c	Ks2c	E3	J3i	Og	Ksg	Jsg	DC4				
Qa	MP1c	DC1	Kia2	Ks3a	TrJ3	Eg	Ksh	PTrg					
Q1g	Kia1c		Ki2c	Ks3i	PTr3	PEg	Kiag	CPg					
Qe	Ji1m		Js2c	JK3		KTg	Kibg						

Figura 5.2.3: Geología del Valle del Elqui. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.4 Valle de Limarí

El Valle de Limarí se definió mediante imágenes satelitales. Esta área delimitada, sin embargo, debió ser posteriormente recortada ya que una zona quedaba fuera de la cuenca hidrográfica del Río Limarí.

De acuerdo al Decreto 464 y la zona establecida como Valle de Limarí para las denominaciones de origen, el área de este valle es cercano a 1.100.000 ha, y abarca cuatro comunas. Su extensión en hectáreas se puede observar en la Tabla 5.2.4.

Tabla 5.2.4: Extensión del Valle de Limarí

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
1.106.540,3676	429.000,7953

5.2.4.1 Hidrografía

Este valle se asocia al Río Limarí el cual mide unos 64 km de longitud desde Peñones, que es el sector donde confluyen sus afluentes Río Grande y Río Hurtado.

La cuenca hidrográfica en la que se ubica el valle corresponde a la cuenca del Río Limarí y abarca partes de cuatro subcuencas: la subcuenca homónima, Río Hurtado, Río Grande Bajo y Río Guatulame (muro Embalse La Paloma).

5.2.4.2 Geología

Las unidades de roca que existen en este valle son las mismas unidades que han sido definidas para el Valle del Elqui, sin embargo, la disposición de estas es distinta y las características morfológicas del valle también como se observa en la Figura 5.2.4.

En primer lugar, al límite este del valle, es posible apreciar la secuencia de edad Cretácica de rocas volcánicas, sedimentarias y volcanosedimentarias (*Ks31*, *Ks3a*, *Kia1c*, *Ki2c*). Es posible apreciar que el paquete sedimentario continental de areniscas y conglomerados (*Kia1c*) presenta un mayor espesor, sin embargo, al sur del río Limarí se acuña y desaparece. Las rocas volcánicas (lavas, domos y brechas de la unidad *JK3*) son intruidos por los intrusivos de edad Paleoceno-Eoceno (*PEg*) y la secuencia volcano-sedimentaria (*Ki2c*) va perdiendo espesor hacia el sur.

En este valle es posible reconocer cuerpos intrusivos *Kiag* y *Kibg*, sin embargo, en este valle la presencia de las rocas volcánicas de edad Jurásica Superior-Cretácica Inferior (*JK3*) es más abundante y abarca gran parte de la Cordillera de la Costa. Directamente al oeste de *Kibg*, se presentan intrusivos de edad Jurásica Medio-Superior (*Jsg*) y a continuación rocas metamórficas de edad Devónico-Carbonífero (*DC4*) las cuales corresponden a metaareniscas y filitas principalmente.

Los depósitos aluviales (*Qa*) junto con los depósitos de piedemonte (*MPC1*) se encuentran asociados a pequeñas quebradas perpendiculares al cauce principal, sin embargo, hacia la costa, se abre una planicie donde estos sedimentos fueron mayormente depositados. Es en esta zona donde los depósitos asociados al río también se ensanchan y abarcan una mayor área. A pesar de esto, en el sector ubicado al este (río arriba) el valle presenta características similares a las del Valle del Elqui, siendo muy encajonado y con laderas de altas pendientes.

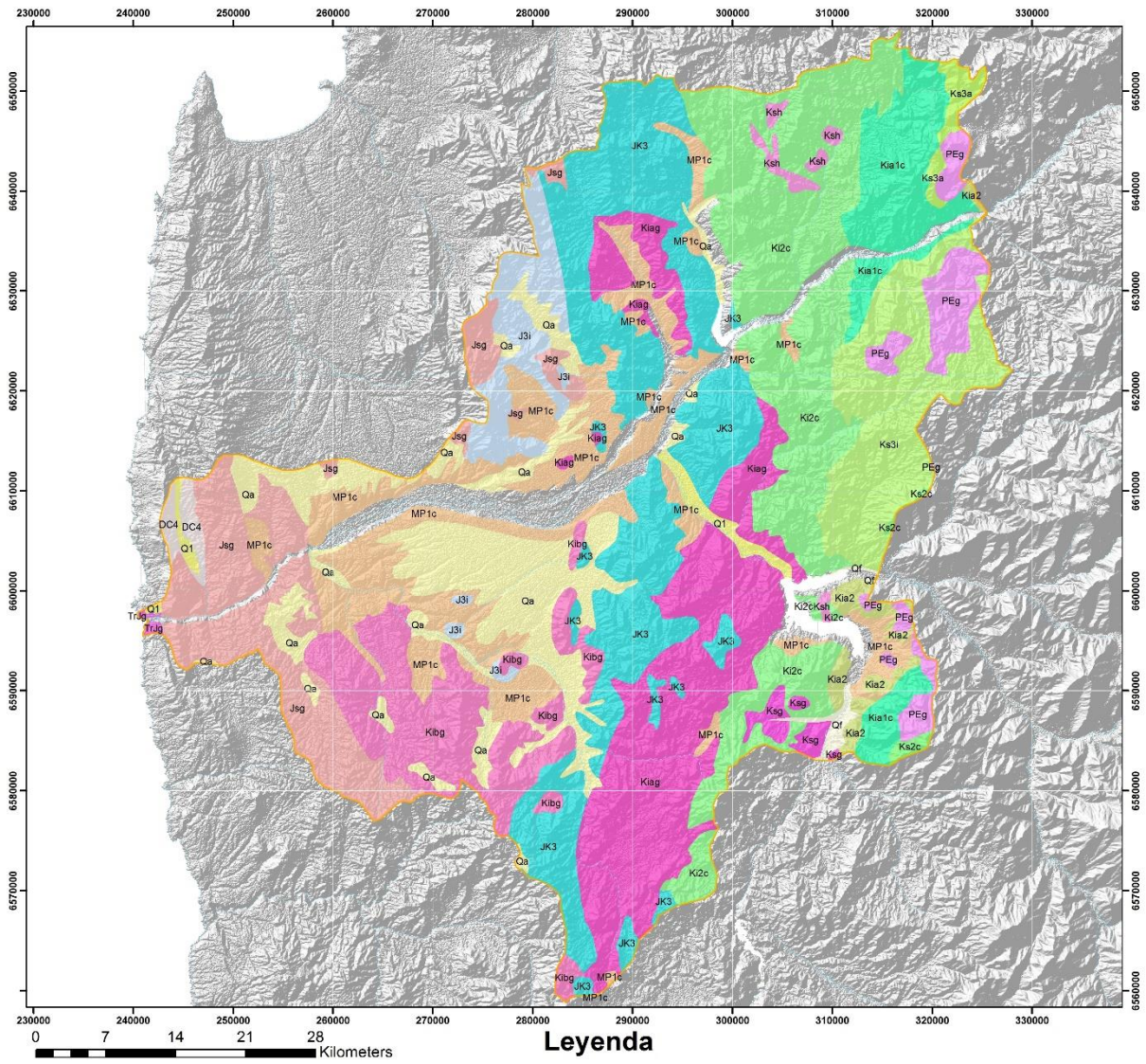


Figura 5.2.4: Geología Valle del Limarí. Geología obtenida del Sernageomin (2004)

5.2.5 Valle de Choapa

Este valle fue definido de manera análoga a los valles anteriores. De acuerdo a la Denominación de Origen chileno, este valle abarca las comunas de Salamanca e Illapel, sin embargo, el valle aquí definido deja fuera gran parte de la comuna de Illapel y el extremo este de Salamanca. Es por este motivo la gran diferencia entre las áreas del valle definido en este trabajo y el valle según la ley (Tabla 5.2.5).

Tabla 5.2.5: Extensión Valle de Choapa

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
607.811,5175	273.020,4800

5.2.5.1 Hidrografía

Este valle se encuentra asociado al Río Choapa, el cual recorre unos 140 km desde que nace en la alta cordillera hasta que desemboca en el mar. A diferencia de los ríos anteriores este comienza cercano al límite con Argentina y hacia él confluyen ríos y esteros de menor jerarquía.

La cuenca en la que se inserta este valle corresponde a la cuenca del Río Choapa y a toda la subcuenca del Río Choapa medio. Además abarca dos subsubcuencas (la primera se llama Río Cuncumén y Río Choapa entre Estero del Valle y la segunda Río Cuncumén) pertenecientes a la subcuenca del Río Choapa alto.

5.2.5.2 Geología

Este valle vitivinícola, a diferencia de los valles anteriores, no tiene salida al mar (Figura 5.2.5). Esto se debe a que el río se angosta al pasar entre los cordones montañosos de la Cordillera de la Costa, impidiendo que en el sector costero haya importantes plantaciones de vid o algún otro cultivo. Es posible apreciar que los depósitos fluviales (*Qf*) asociados al río se reconocen a lo largo del curso del mismo y atravesando la unidad *Kiag*. En el extremo noroeste del valle, se reconoce la unidad *Tr1m* que corresponden a secuencias sedimentarias marinas transicionales de areniscas, conglomerados, limolitas y calizas justo antes de encontrarse con el Río Illapel. Río arriba, en cambio, los depósitos fluviales no se observan, ya que sobre ellos, y producto de la escala, destacan depósitos coluviales y aluviales asociados a las laderas los cuales caracterizan tanto al Río Choapa como uno de sus afluentes el Río Chalinga el cual se ubica de forma paralela hacia el norte. Además de estos depósitos aluviales y fluviales, es posible reconocer secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte (*MPIc*) sobre las rocas intrusivas de edad Cretácica (*Kiag*) ubicados en la Cordillera de la Costa.

Las rocas que conforman gran parte del valle corresponden a secuencias volcano-sedimentarias de edad Cretácica (*Kia2*, *Ks2c* y *Ki2m*) las cuales consisten principalmente en secuencias de rocas piroclásticas y lavas andesíticas y basálticas intercaladas con sedimentos lacustres junto con secuencias volcánicas con sedimentos marinos de areniscas y calizas fosilíferas. Estos son interrumpidos por intrusivos de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior (*KTg*) que corresponden a granodioritas, dioritas y pórfidos graníticos.

El este del valle es posible reconocer los depósitos *Q1g*, los cuales consisten en depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glaciolacustres.

En esta zona no se aprecia la Depresión Central, sino que cordones montañosos continuamente desde la Cordillera hasta la Costa.

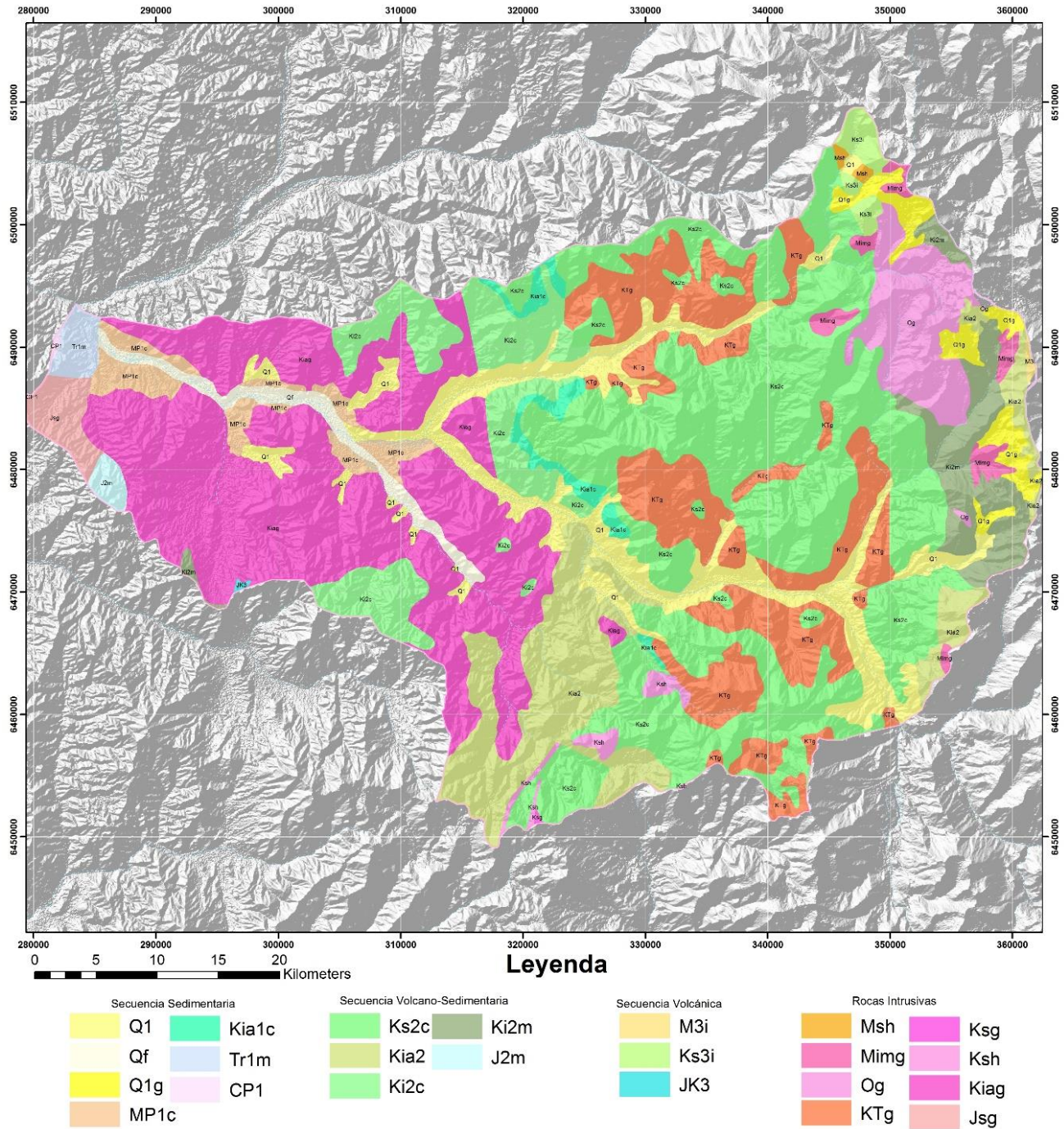


Figura 5.2.5: Geología Valle de Choapa. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.6 Valle del Aconcagua

Este valle fue definido utilizando la imagen satelital ya que se destaca muy bien las zonas cultivadas y las zonas montañosas debido a la presencia de valles marcados entre los cordones de montañas.

De acuerdo al Decreto 464, este valle abarca 9 comunas, sin embargo deja fuera la comuna de Putaendo, Rinconada, Los Andes, y otras 6 más que mediante esta metodología quedarían dentro del valle vitivinícola del Aconcagua. En la siguiente tabla (Tabla 5.2.6) se puede apreciar que en este caso el área acá definido es mayor que el área definida por la ley.

Tabla 5.2.6: Extensión Valle del Aconcagua

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
355.649,7710	471.543,1623

5.2.6.1 Hidrografía

Este valle se alimenta por el Río Aconcagua. Este, a su vez, nace de la confluencia de los ríos Juncal y Blanco y a lo largo de su trayectoria recibe agua y sedimentos de distintos tributarios, entre ellos los ríos Colorado y Putaendo.

El valle abarca casi en su totalidad la cuenca hidrográfica del Río Aconcagua a excepción de la subcuenca del Aconcagua Alto y la subsubcuenca del Río Putaendo bajo junta Río Hidalgo.

5.2.6.2 Geología

A pesar de que este valle es uno de los últimos valles transversales de la zona norte, como se observa en la Figura 5.2.6, destaca a primera vista por el relleno sedimentario que rellena el amplio espacio entre laderas. En particular es posible apreciar los anchos depósitos fluviales (*Qf*) formados por gravas, arenas y limos que representan el curso actual del río, sus terrazas subactuales y llanuras de inundación. Así mismo, los depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa (*QI*) se ubican en gran parte de las laderas de la zona y asociado a quebradas menores. Se reconocen también depósitos de piedemonte (*MPIc*) al pie de los intrusivos de la Cordillera de la Costa y depósitos eólicos (*Qe*) en la zona costera.

Con respecto a las unidades de roca es posible reconocer al este del valle secuencias volcánicas y volcanosedimentarias que no se observan en los valles ubicados al norte de éste. Estas consisten en la unidad *M3i* la cual corresponde a secuencias volcánicas de lavas, brechas domos y rocas piroclásticas andesítico-basálticas a dacíticas del Mioceno Inferior-Medio y en la unidad *OM2c* que agrupa rocas volcanosedimentarias de edad Oligoceno-Mioceno correspondientes a lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas.

Al oeste de estas rocas es posible reconocer, a través de un contacto recto, el paquete de rocas cretácicas que ahora agrupan a las unidades *Ks3a*, *Ks2c*, *Kia2*, *Ki2c*, *Ki2m*. Estas se pueden resumir como secuencias volcánicas intercaladas con secuencias sedimentarias marinas y continentales, secuencias volcanosedimentarias y secuencias y complejos volcánicos ácidos.

Finalmente, ya en el sector oeste del valle, es posible reconocer secuencias volcano-sedimentarias de edad Jurásica (*J2m*, *Js1m* y *Js2c*) que consisten en secuencias volcánicas intercaladas con secuencias

sedimentarias marinas y continentales y rocas sedimentarias marinas litorales como calizas, areniscas y lutitas calcáreas. Al oeste de estas, se encuentra un intrusivo de edad Jurásica Media-Superior (*Jsg*).

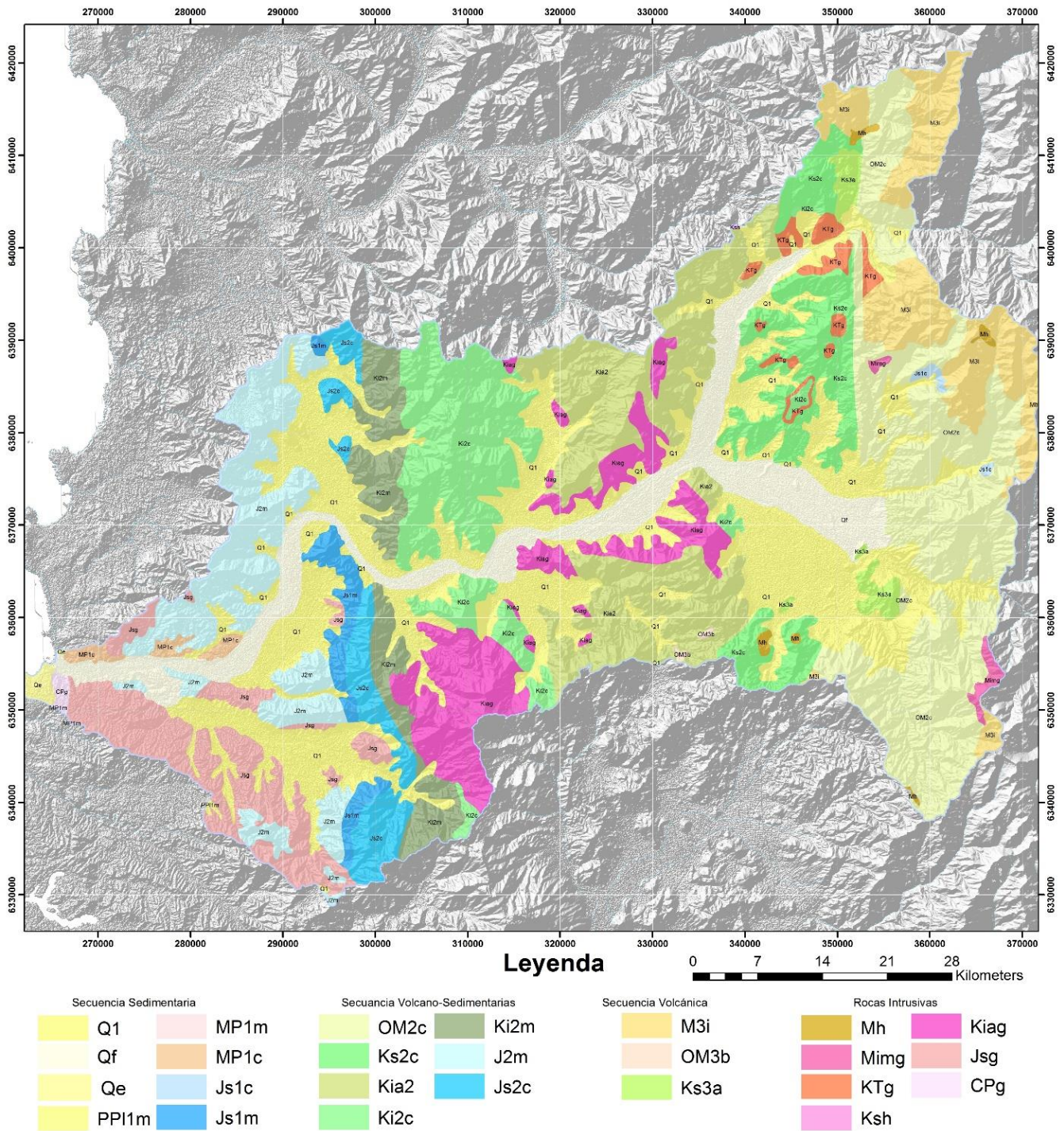


Figura 5.2.6: Geología Valle del Aconcagua. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.7 Valle de Casablanca

El Valle de Casablanca fue definido principalmente mediante imágenes satelitales, observando las áreas con actividad agrícola y mediante la geografía de la zona en base al DEM. En la Tabla 5.2.7 es posible apreciar que el área definida mediante la metodología utilizada (área cuenca) es mayor al área señalada en la legislación chilena.

Tabla 5.2.7: Extensión del Valle de Casablanca

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
95.415,0220	97.007,1512

5.2.7.1 Hidrografía

Este valle no se asocia directamente a un río, sin embargo, forma una cuenca bien definida la cual es drenada a partir de pequeños esteros y quebradas de carácter estacional, alimentados por las precipitaciones.

La cuenca hidrográfica en la cual se ubica este valle corresponde a la Cuenca Costera entre el Aconcagua y el Maipo, y dentro de esta a la subcuenca del Estero de Casablanca y el Estero San Jerónimo. A su vez esta fue acotada mediante la metodología señalada en el apartado de 4.6.2.

5.2.7.2 Geología y Geomorfología

El Valle de Casablanca está conformado principalmente por depósitos cuaternarios sedimentarios (unidad *Q1*), los cuales corresponden a depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa junto con la unidad *Qf* que consiste en secuencias sedimentarias fluviales (Figura 5.2.7).

Las laderas que encajonan a este valle son principalmente Intrusivos de edad Jurásico Medio-Superior (*Jsg*), que varían entre monzonitas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda.

En el margen de la divisoria de aguas, hacia el este, es posible apreciar la existencia dos litologías en muy bajas proporciones. Una de ellas corresponde a rocas intrusivas de edad Cretácico Inferior (*Kiag*) con características muy similares a los intrusivos ya descritos. La segunda litología corresponde a secuencias volcánicas y sedimentarias marinas de lavas y brechas con calizas y areniscas marinas fosilíferas (*J2m*).

A partir de la Figura 5.2.8 es posible apreciar que las orientaciones de las laderas son principalmente noroeste y sureste a excepción de la zona sur del valle donde las laderas miran hacia el norte y noreste. En cuanto a las pendientes, las laderas presentan pendientes altas (30° a 45°) las cuales se ubican preferentemente hacia la zona este del valle. Hacia el oeste las pendientes son menores, sin embargo, en general las laderas presentan pendientes de entre 20-25°. Los mapas de pendiente y aspecto se construyen en base a las curvas de nivel de la cuenca, lo que se ve en el Anexo 2: Curvas de Nivel utilizadas para mapas de pendiente y orientación.

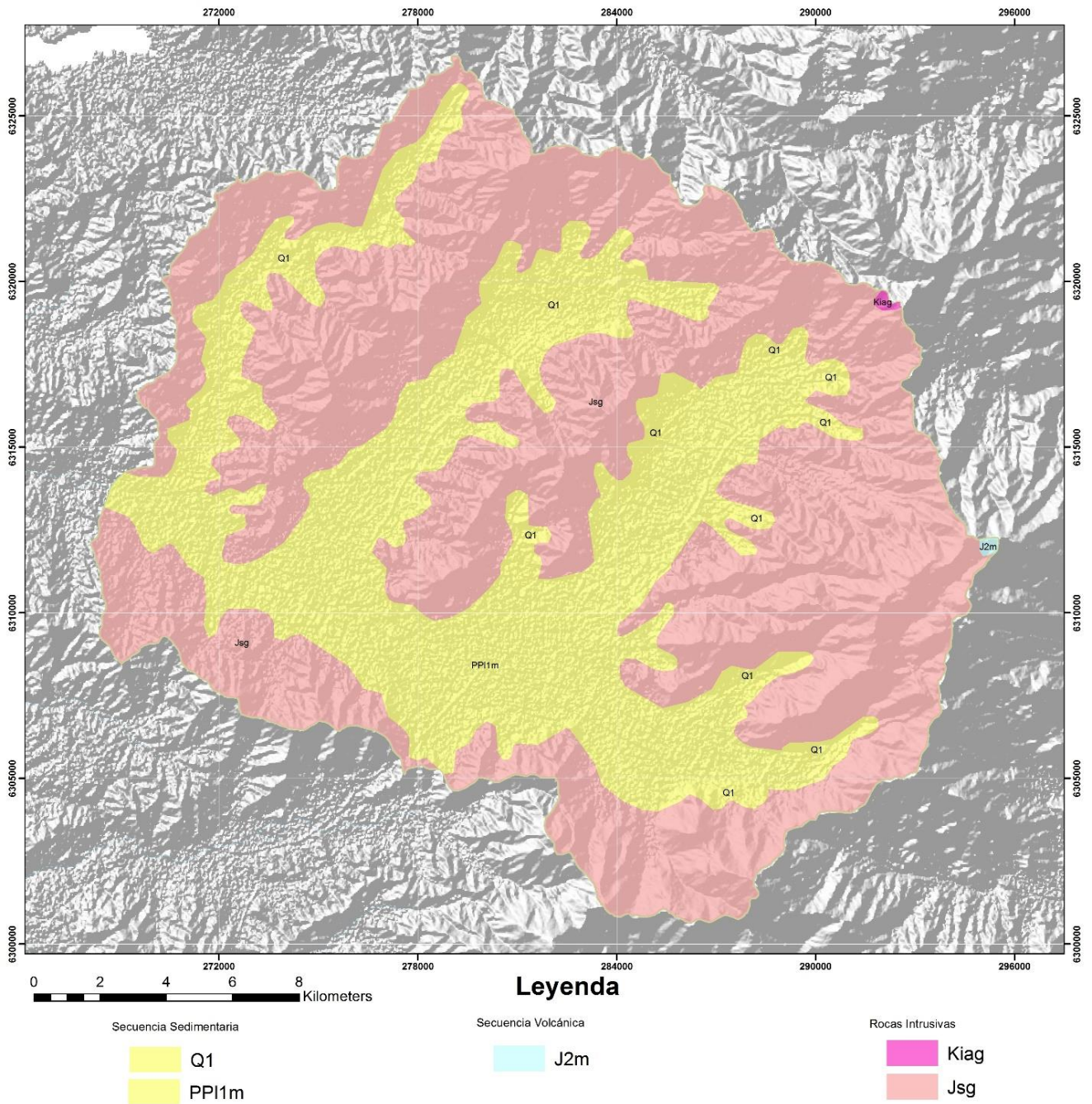


Figura 5.2.7: Geología Valle de Casablanca. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

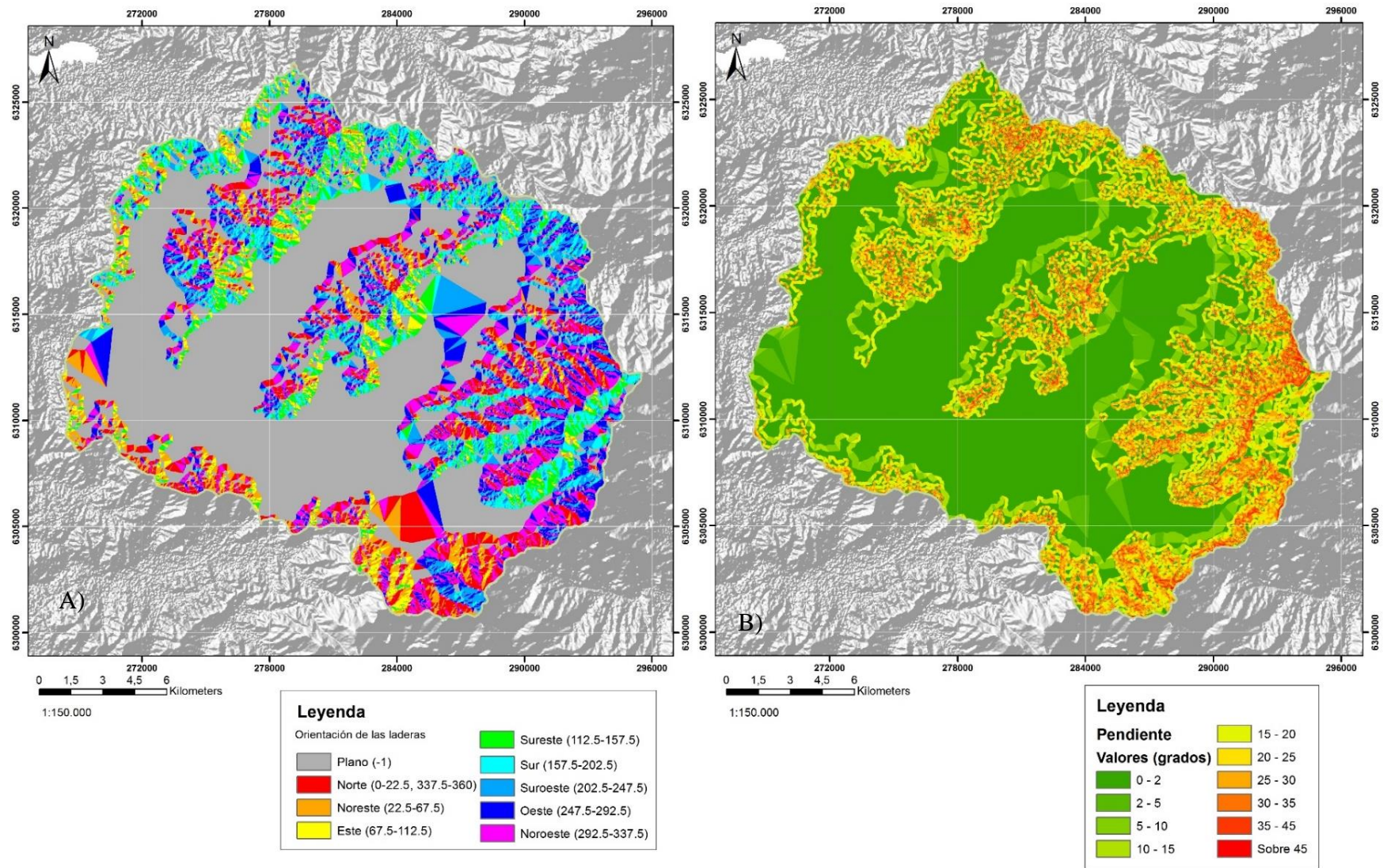


Figura 5.2.8: A) Mapa de Pendientes Valle de Casablanca. B) Mapa de Orientación Valle de Casablanca. Elaboración propia.

5.2.8 Valle de San Antonio

A diferencia de los otros valles, este fue particularmente difícil de definir. Para poder darle forma a fue necesaria la integración de distintas fuentes de información. Se utilizó el área definida en el Decreto N°464, los límites de las sub-subcuencas hidrográficas, el DEM y la ayuda de la imagen satelital para poder acotar la forma del Valle de San Antonio.

De acuerdo a la legislación chilena este valle abarca la totalidad de la provincia de San Antonio. Al igual que en el Valle del Aconcagua el valle acá definido (área cuenca) abarca un área mayor que el definido para las denominaciones de origen como se observa en la Tabla 5.2.8.

Tabla 5.2.8: Extensión Valle de San Antonio

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
151.750,2042	203.509,9372

5.2.8.1 Hidrografía

Al igual que el valle de Casablanca, el Valle de San Antonio no se encuentra asociado a un río en particular, sin embargo, a diferencia de éste, se abre directamente hacia el mar. En esta zona una serie de pequeños esteros y ríos desembocan en el mar como el caso del Río Maipo, Estero Popeta, Estero Yali, entre otros.

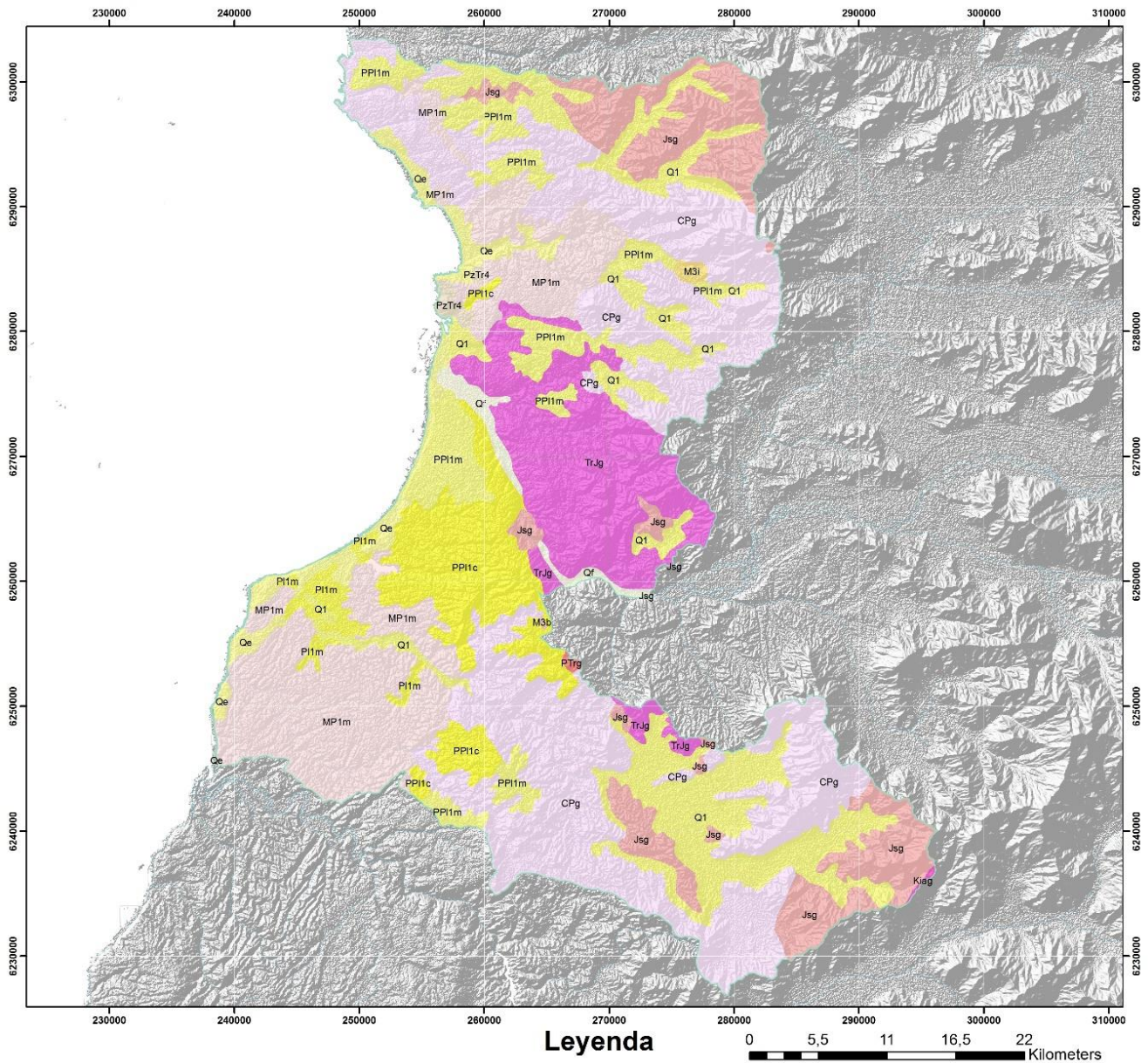
El valle de San Antonio, a diferencia de los valles ya definidos, abarca tres cuencas hidrográficas. La cuenca ubicada más al sur corresponde a la cuenca costera entre el Maipo y Rapel la cual es considerada en su totalidad, luego al centro incluye la última subsubcuenca de la cuenca del Río Maipo (Río Maipo entre estero Popeta y Desembocadura) y la cuenca ubicada al norte corresponde a la cuenca Costera entre Aconcagua y Maipo de la cual toma la subsubcuenca Estero del Rosario a Río Maipo.

5.2.8.2 Geología

Este valle está compuesto, casi en su totalidad, por rocas intrusivas pertenecientes al Batolito Costero (Figura 5.2.9). Estos se dividen en cinco unidades de acuerdo a la edad, los cuales abarcan desde el Carbonífero-Pérmico (*CPg*) hasta el Cretácico superior bajo (*Kiag*).

Es posible apreciar también litologías volcánicas del Mioceno y Mioceno Inferior-medio correspondiente a lavas andesíticas y basálticas continentales que en esta zona se conocen como Lavas Las Pataguas. Además, cerca de la Costa, se observan rocas metamórficas, de edad Paleozoico-Triásico (*PzTr4*).

Los depósitos sedimentarios de la zona también corresponden a parte importante del valle. Es posible apreciar depósitos aluviales y coluviales (*Q1*) asociados a quebradas y esteros en la zona al interior, depósitos fluviales (*Qf*) asociados al Río Maipo en su camino a desembocar al mar y secuencias sedimentarias marinas transgresivas de areniscas, limolitas, coquinas, calizas y limolitas (*MP1m*). También se reconocen depósitos eólicos asociados a dunas en ambientes de playa, mapeadas en esta zona como dunas de Santo Domingo, y que engloba tanto dunas activas como inactivas. Del Plioceno al Pleistoceno se reconocen distintos tipos de secuencias sedimentarias (*PP11m*, *PP11c* *PI1m*), tanto de origen continental como marino, que corresponden a niveles de terrazas adosados al sustrato de la zona costera y secuencias sedimentarias marinas litorales.


















Secuencia Sedimentaria		Secuencia Volcánica		Rocas Intrusivas		Rocas Metamórficas
 Q1	 PI1m	 M3b		 Kiag	 PTrg	 PzTr4
 Qf	 PPI1c	 M3i		 Jsg	 CPg	
 Qe	 PPI1m			 TrJg		
	 MP1m					

Figura 5.2.9: Geología Valle de San Antonio. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.9 Valle del Maipo

Para definir este valle se utilizaron imágenes satelitales y el DEM para poder acotar el área de estudio. Según el decreto vitivinícola este valle abarca toda la Región Metropolitana, sin embargo, de acuerdo a los límites acá definidos, este valle engloba gran parte de la región más la comuna de Valparaíso de la V Región y la comuna de Mostazal de la VI Región.

En la Tabla 5.2.9 es posible apreciar la diferencia entre el área del valle definido en este trabajo (área cuenca) y el área según los límites establecidos en la legislación chilena. Si bien en este trabajo el valle abarca más que sólo la Región Metropolitana, de acuerdo a la metodología acá realizada, se excluye toda la zona cordillerana, lo que explica la diferencia en las dimensiones.

Tabla 5.2.9: Extensión Valle del Maipo

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
1.538.928,7748	1.000.117,5532

5.2.9.1 Hidrografía

El Río Maipo se encuentra asociado a este valle vitivinícola y nace a los pies de la Cordillera de los Andes, bajo el Volcán San José con la confluencia del Río el Volcán y Río Colorado. Atraviesa la totalidad del territorio de este a oeste drenando el Valle Central.

Este valle abarca gran parte de la Cuenca del Río Maipo a excepción de la subcuenca Río Maipo Alto y la subsubcuenca correspondiente a la desembocadura del río.

5.2.9.2 Geología y Geomorfología

En el valle del Río Maipo (Figura 5.2.10) es posible reconocer claramente la presencia del Valle Central el cual queda evidenciado por los depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa de la unidad *Q1*, la cual divide las morfoestructuras de la Cordillera Principal y la Cordillera de la Costa. El cauce del río es representado por *Qf* como depósitos fluviales asociados a sus terrazas y la llanura de inundación. En el área se observan además depósitos de remoción en masa (*PPI1r*), en la zona de la cordillera y hacia el oeste, y depósitos generalmente consolidados de facies aluviales (*PPI1c*).

En el extremo este, en la Cordillera Principal, es posible apreciar rocas volcánicas (*M3i*) de edad Mioceno Inferior-Medio correspondiente a secuencias de lavas, brechas y rocas piroclásticas y volcanosedimentarias (*OM2c*) de edad Oligoceno Mioceno, de lavas con rocas epiclásticas y piroclásticas que en esta zona se define como Formación Abanico. Estas rocas son intruidas por plutones, *Mimg* y *Msg*, del Mioceno Inferior-Medio (Plutón la Obra) y Mioceno Superior (Plutón la Gloria) respectivamente.

Al oeste de la Depresión Central, en la Cordillera de la Costa, se observan secuencias volcanosedimentarias, tanto continentales como marinos, de edad Cretácica Inferior (*Ki2c* y *Ki2m*). Estas rocas se encuentran en contacto hacia el oeste con secuencias volcanosedimentarias del Jurásico Superior (*Js2c* y *J2m*). Las unidades se disponen como franjas de orientación norte-sur y forman el margen oriental del cordón montañoso. Al oeste de la franja volcanosedimentaria, destacan distintos cuerpos intrusivos de edad Carbonífero-Pérmico (*CPg*) y Jurásico Superior (*Jsg*) junto con secuencias volcánicas (*PI3t*) del Pleistoceno correspondiente a depósito piroclásticos riolíticos que en esta zona se conocen como la Ignimbrita de Pudahuel.

En base al mapa de pendientes (Figura 5.2.11) es claro observar la diferencia topográfica entre la Depresión Central y los cordones montañosos que la flanquean. Es posible notar, además, lo abrupto que crecen las pendientes desde la Depresión Central a las laderas que forman la Cordillera Principal. En base al mapa de orientación de las laderas se observa que hacia el este las montañas se orientan en forma norte sur, mientras que en la costa los cerros se orientan de forma oblicua con laderas mirando al noreste y suroeste.

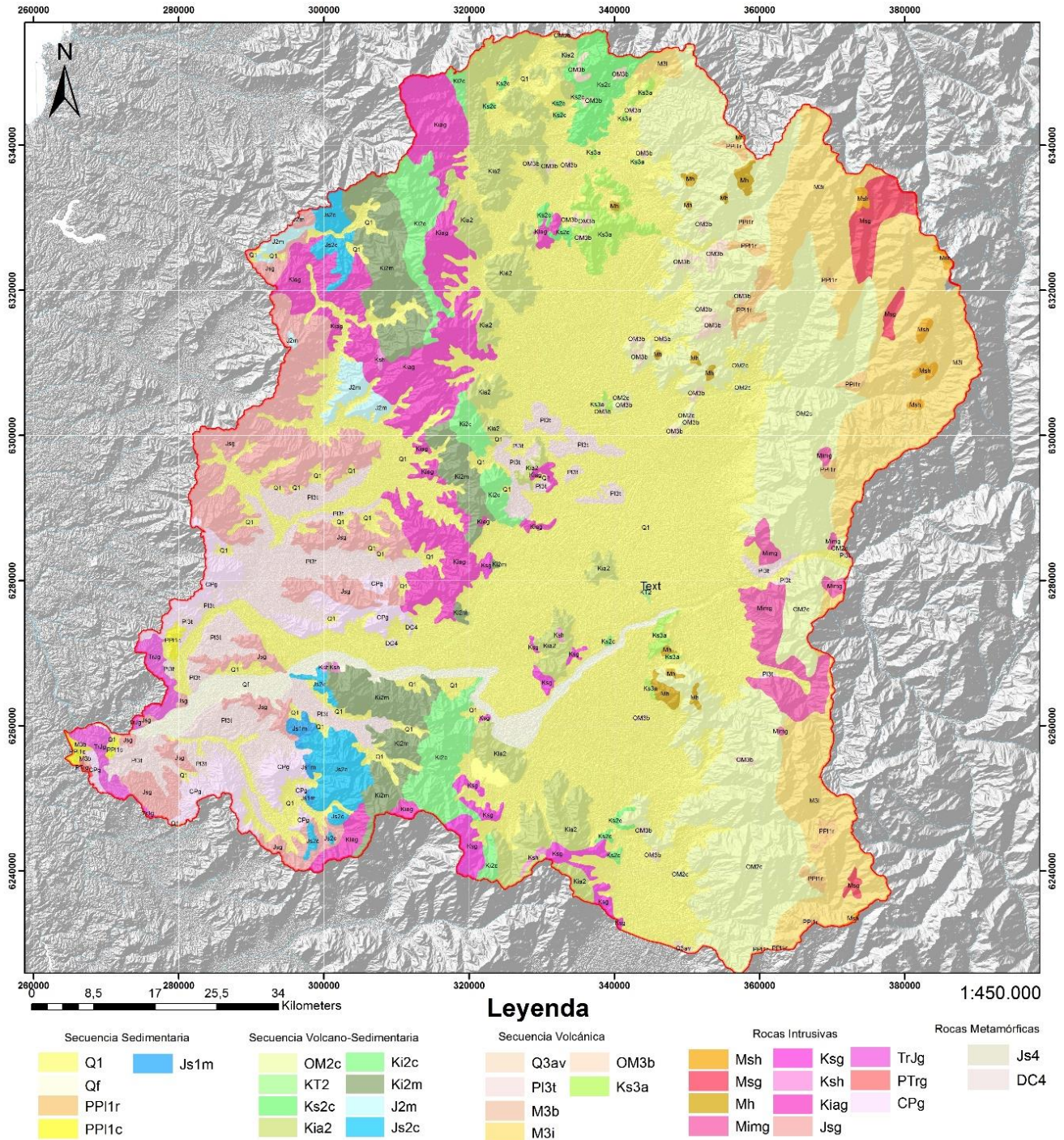


Figura 5.2.10: Geología del Valle del Maipo. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

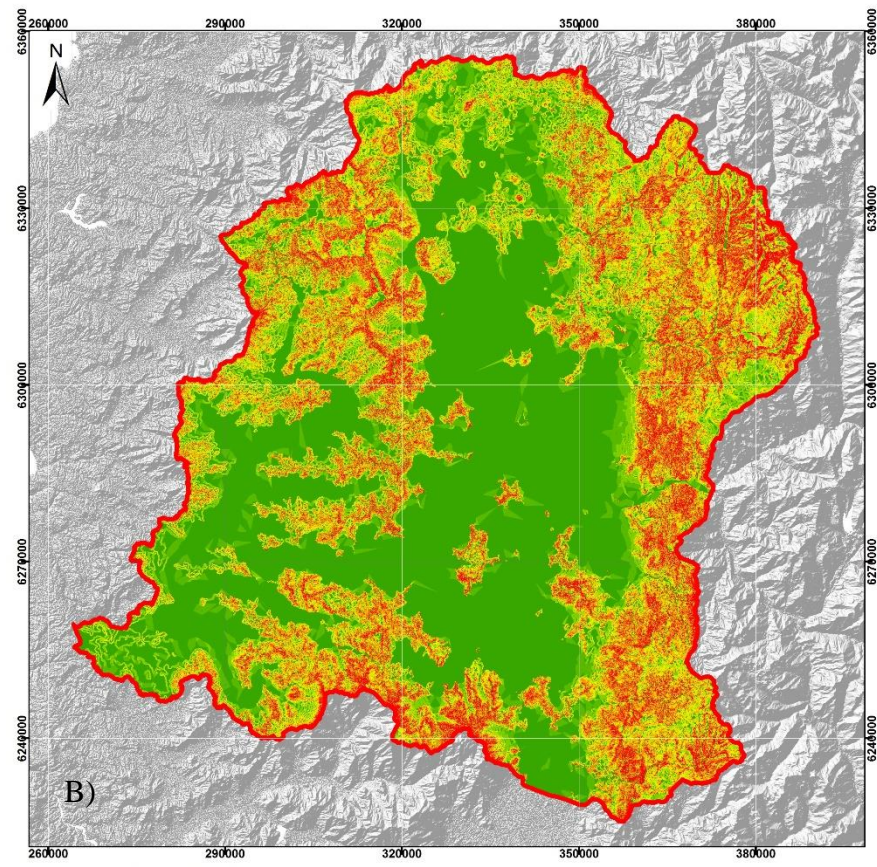
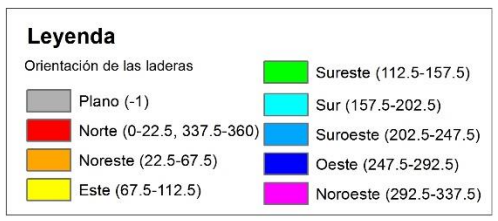
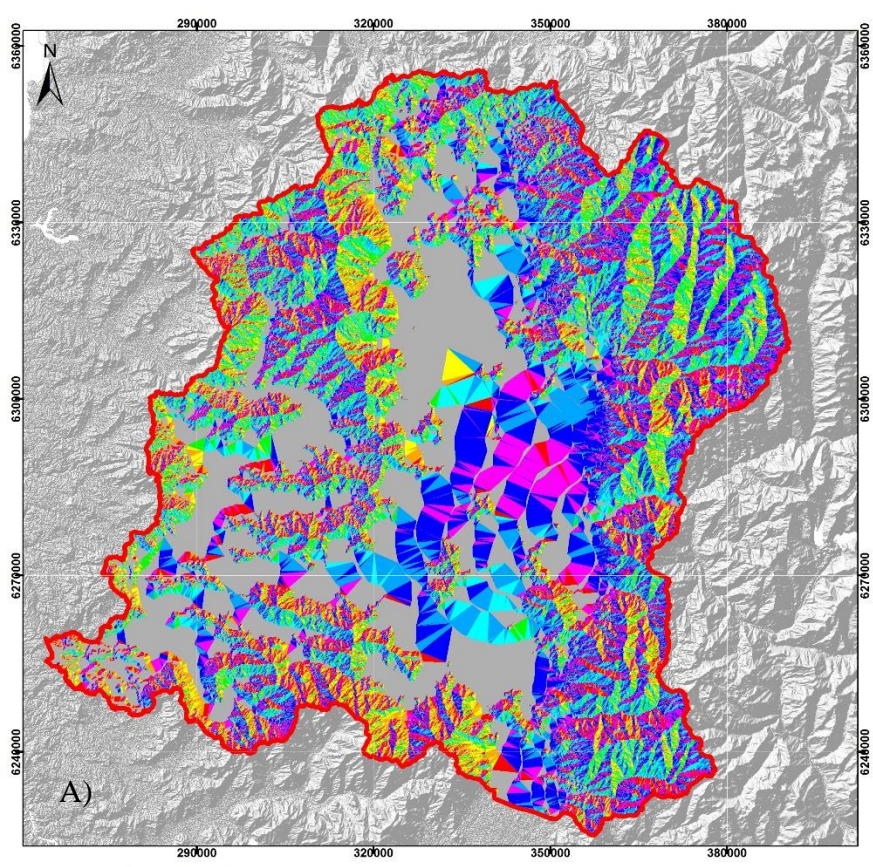


Figura 5.2.11: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de aspecto del Valle del Maipo

5.2.10 Valle de Rapel

Este valle fue definido utilizando el DEM y, en menor medida, las imágenes satelitales producto del aumento de vegetación en la zona. En base al modelo de elevación digital es posible reconocer los claros quiebres entre las laderas y el valle propiamente tal.

De acuerdo a las denominaciones de origen el valle abarca en su totalidad la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, sin embargo, en este trabajo se han excluido las zonas de la alta Cordillera y la zona costera propiamente tal lo que genera una diferencia en las dimensiones del Valle de Rapel acá definido y el mismo de acuerdo a la legislación chilena como se observa en la Tabla 5.2.10.

Tabla 5.2.10: Extensión Valle de Rapel

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
1.634.521,3476	956.385,2796

5.2.10.1 Hidrología

Este valle es subdividido en dos, Valle de Cachapoal y Valle de Colchagua, debido a la presencia de dos cursos principales de agua los cuales confluyen posteriormente en el embalse Rapel, ubicado en el secano costero, para luego desembocar el mar a través del Río Rapel.

El Valle del Cachapoal le debe su nombre al Río Cachapoal, que recorre la zona norte de la región, nace en la Cordillera Principal y en su trayecto recibe el aporte de numerosos afluentes entre los cuales destacan los ríos Cipreses y Pangal para finalmente verter sus aguas al embalse Rapel. A su vez, el Valle de Colchagua es drenado por el Río Tinguiririca, que nace a los pies del Volcán Tinguiririca producto de la confluencia de los ríos Damas y Azufre, y recorre la Cepresión Intermedia hasta desembocar en el embalse Rapel. En su trayectoria incorpora afluentes como el río Claro y el estero Chimbarongo, entre otros.

El valle de Rapel se encuentra inmerso en la cuenca del Río Rapel, dejando fuera la subcuenca del Cachapoal Alto y la zona costera entre el muro del embalse y la desembocadura pero incluyendo una subsubcuenca del Maipo (Estero Angostura antes junta Estero Paine).

5.2.10.2 Geología y Geomorfología

La geología de este valle (Figura 5.2.12) es similar a lo observado en el Valle del Maipo, caracterizado por una clara diferencia entre las morfoestructuras de Cordillera Principal, Depresión Central y Cordillera de la Costa.

La Depresión Central se caracteriza por un amplio relleno aluvial, coluvial y de remoción en masa (*Q1*) y la presencia de los depósitos fluviales asociados a la acción de ambos ríos. A los pies de la Cordillera Principal, cuando los ríos pierden su encausamiento, es posible reconocer depósitos cuaternarios asociados a depósitos de flujos piroclásticos (*Q3t*) y depósitos piroclásticos de Pleistoceno (*Pl3t*), principalmente riolíticos.

Hacia el este, el margen occidental de la Cordillera Principal, presenta las mismas características que en el Valle del Maipo, con secuencias volcano-sedimentarias de edad Oligoceno-Mioceno (*OM2c*)

de la Formación Abanico y secuencias piroclásticas dacíticas (*M3t*) de edad Miocena. Se reconocen además depósitos de remociones en masa (*PPI1r*) e intrusivos de edad Miocena (*Mimg* y *Mg*)

En la Cordillera de la Costa es posible apreciar la misma secuencia volcano-sedimentaria del Cretácico Inferior seguida por rocas Jurásicas hacia el oeste conformando el borde oriental del cordón montañoso en franjas de orientación norte-sur. La presencia de los intrusivos del Cretácico Inferior (*Kiag*) va seguido por aquellos del Carbonífero Pérmico (*CPg*) hacia el oeste, que al igual que en el Maipo, se intercalan con depósitos piroclásticos riolíticos (*PI3t*).

Las pendientes de este valle (Figura 5.2.13) son abruptas lo cual se observa en los repentinos cambios entre valles y altas laderas. Esto se aprecia particularmente en la franja Cretácica de la Cordillera de la Costa que alcanza pendientes sobre los 45°. Con respecto a la orientación de las laderas, estas presentan una gran variabilidad.

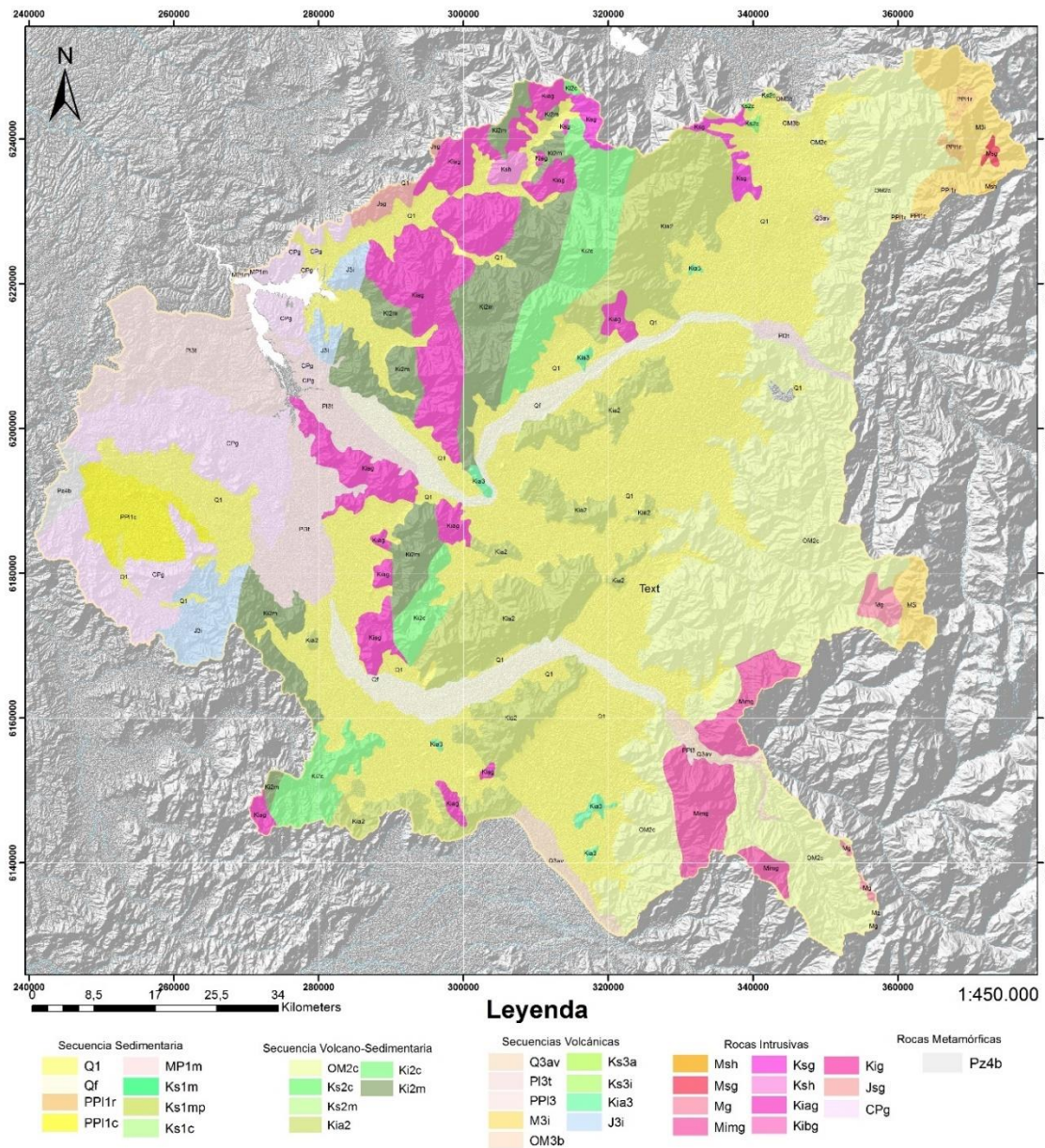


Figura 5.2.12: Geología Valle de Rapel. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

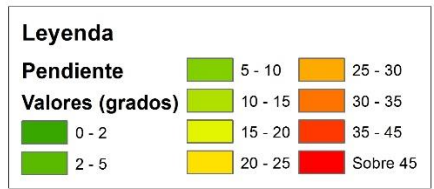
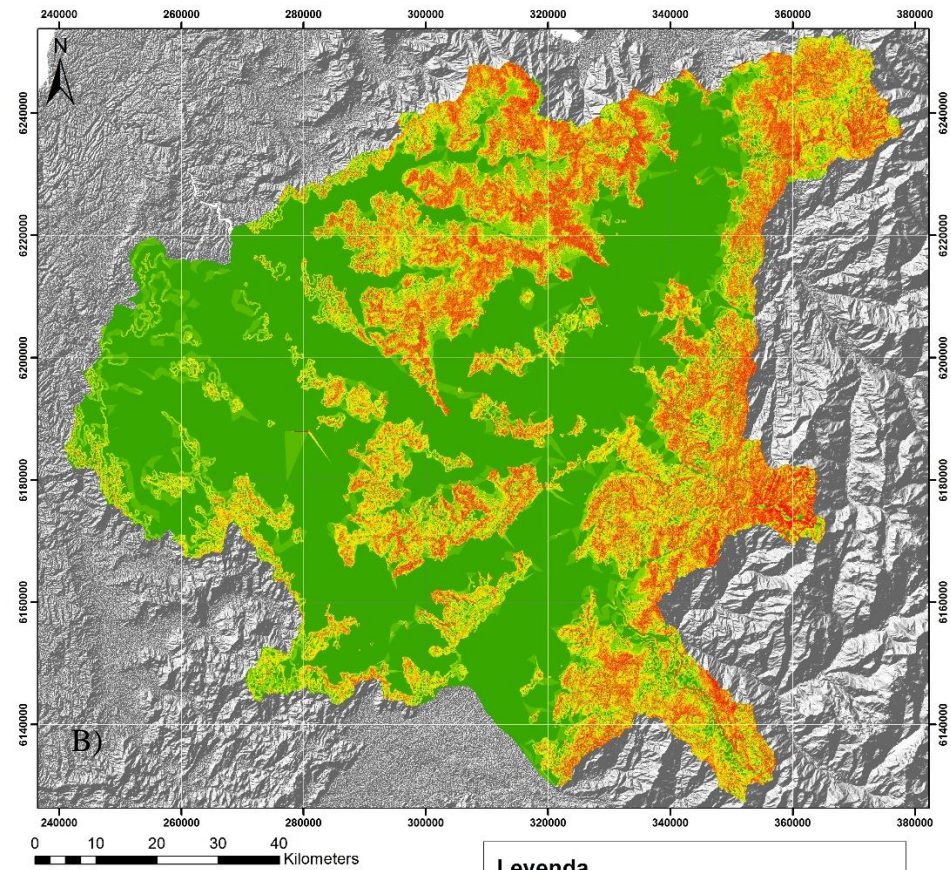
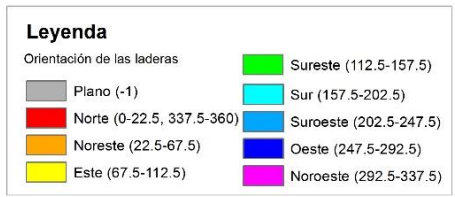
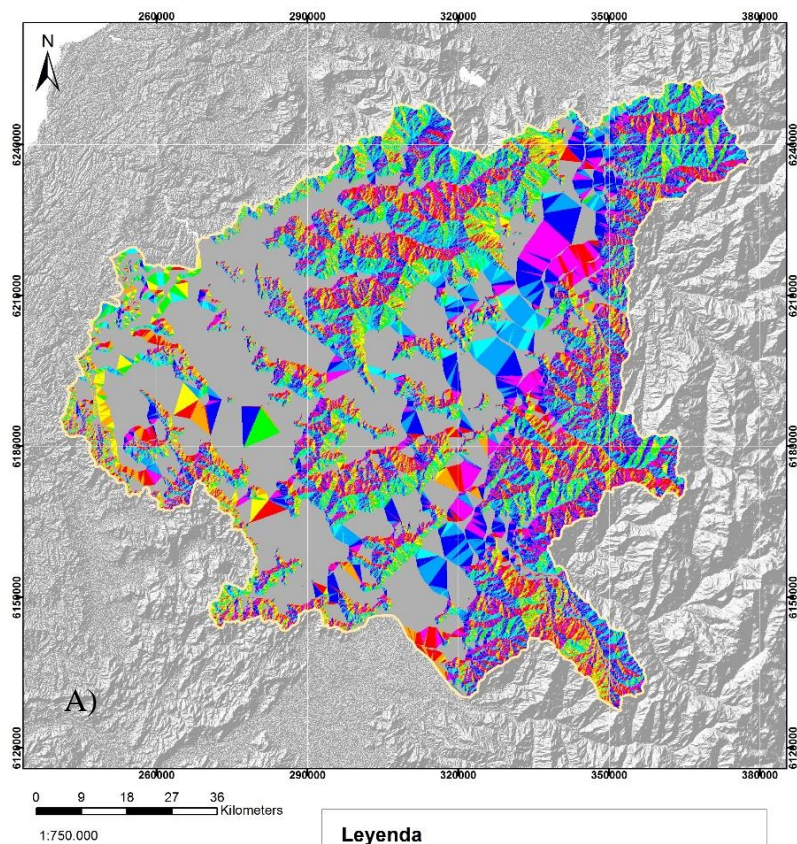


Figura 5.2.13: A) Mapa de pendientes valle de Rapel. B) Mapa de orientación Valle de Rapel.

5.2.11 Valle de Curicó

Al igual que el Valle de Rapel, este valle de definió utilizando el DEM por sobre el criterio visual observado en las imágenes satelitales, lo que producto de la alta vegetación en la zona no permite definiciones claras.

De acuerdo al decreto vitivinícola este valle abarca la totalidad de la provincia de Curicó con la comuna de Río Claro de la provincia de Talca. De acuerdo a la metodología realizada quedan fuera zonas de la Cordillera Principal y la Costa los que explica la diferencia de área que se observa en la Tabla 5.2.11

Tabla 5.2.11: Extensión Valle de Curicó

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
772.280,1128	319.947,2366

5.2.11.1 Hidrografía

El valle de Curicó es drenado por el Río Mataquito el cual es el resultado de la unión del Río Lontué y el Río Teno los cuales atraviesan el Valle Central y confluyen al atravesar la Cordillera de la Costa.

La cuenca hidrográfica corresponde a la del Río Mataquito y el valle abarca en su totalidad la subcuenca del mismo nombre y las subcuencas de sus dos afluentes, sin embargo, estas últimas, no en su totalidad.

5.2.11.2 Geología y Geomorfología

En este valle es posible apreciar las tres unidades morfoestructurales, las que se pueden diferenciar claramente: Cordillera Principal, Valle Central, y Cordillera de la Costa. La geología del valle se puede observar en la Figura 5.2.14.

En la Cordillera Principal, la unidad de roca de mayor distribución areal corresponde a secuencias volcanosedimentarias de edad Oligoceno-Mioceno (*OM2*) de lavas basálticas a dacíticas junto con rocas epiclásticas y piroclásticas. Entre estas, aparecen los intrusivos *Mg* y *Mimg*, que corresponden respectivamente a granodioritas, dioritas y tonalitas y a granodioritas, monzogranitos, monzonitas de biotita y hornblenda. Es posible apreciar, además, rocas volcánicas recientes representadas por las unidades *PPI3* que consisten en lavas principalmente basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados, *PI3t* que se caracterizan como depósitos piroclásticos principalmente riolíticos y *Q3av* que corresponden a depósitos de avalanchas volcánicas, donde es posible apreciar la forma de abanico que poseen en el piedemonte.

En el Valle Central se observa un relleno preferentemente aluvial (*Q1*), el cual se sobrepone al depósito fluvial (*Qf*) que vuelve a aparecer entrando en los cordones costeros. A su vez, a esta unidad *Q1*, se sobrepone los depósitos de avalancha (*Q3av*) ya mencionados que se extienden bien entrado el valle.

En la Cordillera de la Costa aparecen las secuencias Cretácicas (*Kia2*, *Ki2c* y *Ki2m*) seguido por las secuencias Jurásicas (*J3i* y *J1m*) observadas en valles hacia el norte, con la presencia de los

característicos intrusivos (*Kiag* y *CPg*), que se observan reducidos en esta porción del valle. Al extremo oeste del valle aparecen de forma más predominante tres unidades metamórficas. La más joven, de edad Paleozoico-Triásico (*PzTr4*), presenta metapelitas, metacherts y metabasitas, mientras que las rocas más antiguas (Silúrico?-Carbonífero) representan esquistos muscovíticos y metabasitas en el caso de *Pz4a* y pizarras, filitas y metaareniscas de metamorfismo de bajo gradiente P/T en el caso de *Pz4b*.

En base al mapa de pendientes (Figura 5.2.15) es posible apreciar que la Cordillera de la Costa presenta laderas mucho menos empinadas mientras que en la Cordillera Principal el cambio de pendiente entre valle y cerro sigue siendo muy abrupto. Las orientaciones de las laderas en el sector este del mapa es principalmente norte y sur debido a cordones montañosos que se orientan en dirección este-oeste.

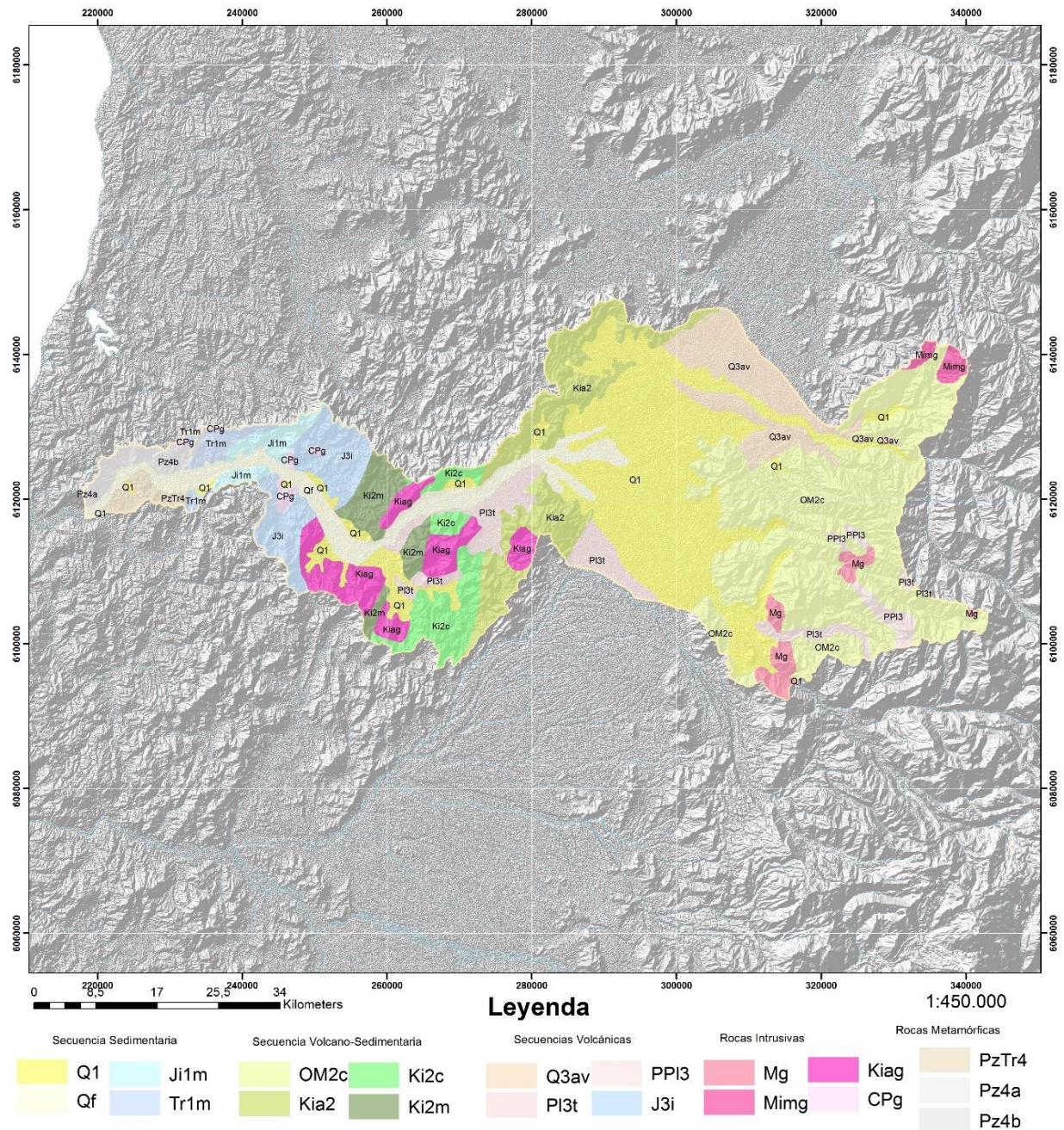
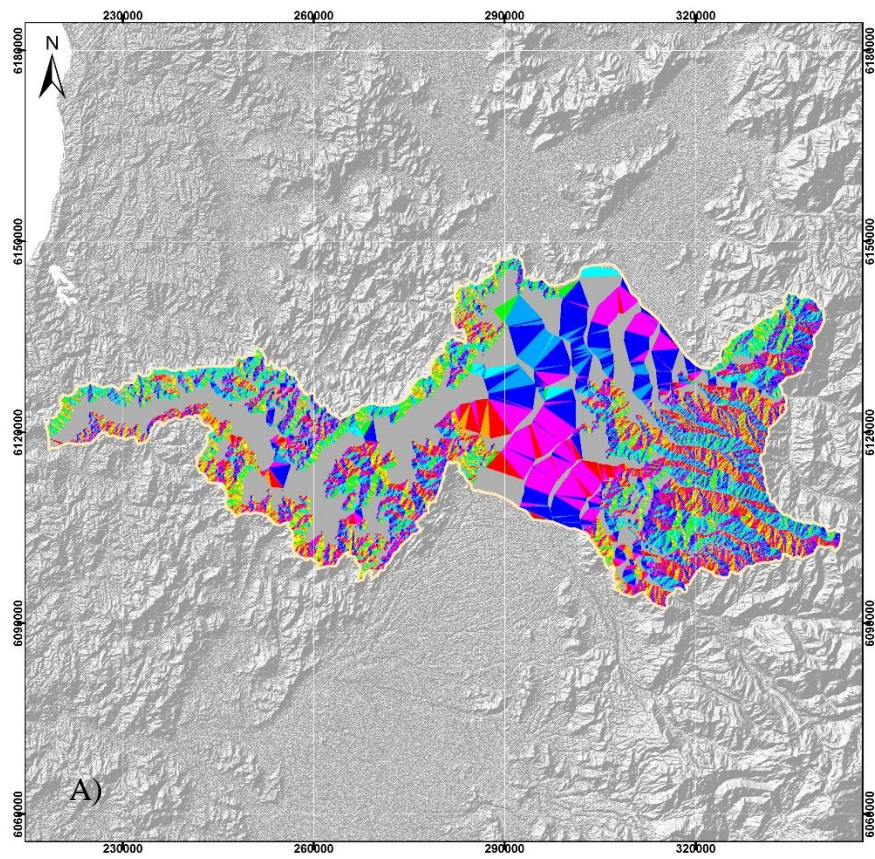
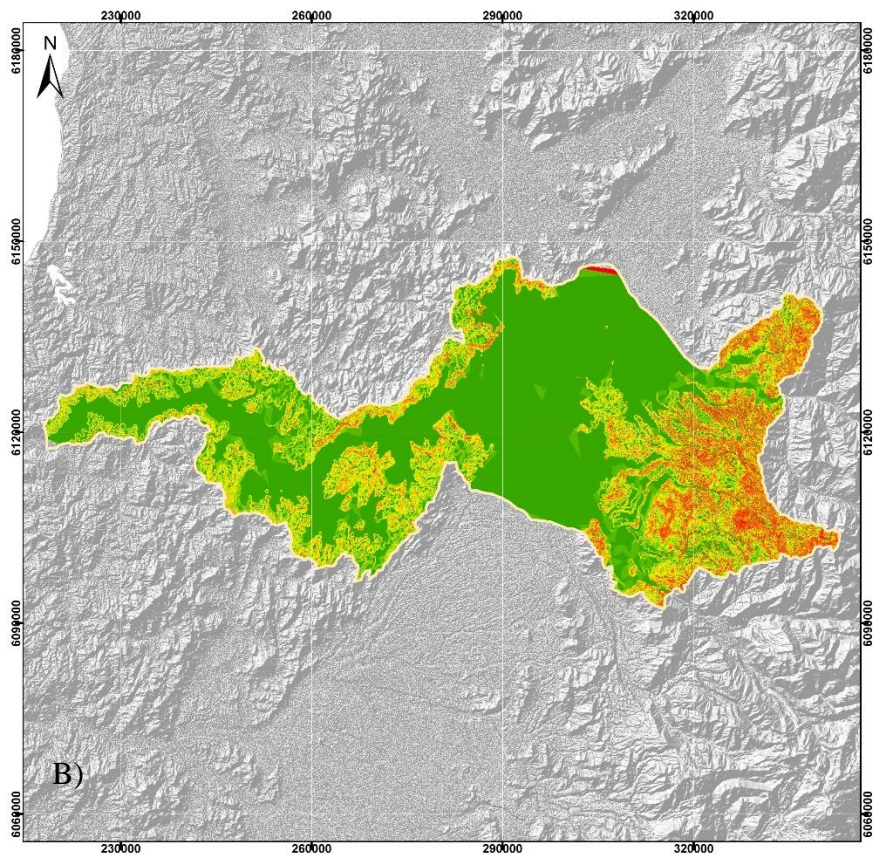


Figura 5.2.14: Geología Valle de Curicó. Geología obtenida del Sernageomin (2004).



0 7.5 15 22.5 30 Kilometers
1:650.000

Leyenda	
Orientación de las laderas	
Plano (-1)	Sureste (112.5-157.5)
Norte (0-22.5, 337.5-360)	Sur (157.5-202.5)
Noreste (22.5-67.5)	Suroeste (202.5-247.5)
Este (67.5-112.5)	Oeste (247.5-292.5)
	Noroeste (292.5-337.5)



0 7.5 15 22.5 30 Kilometers
1:650.000

Leyenda	
Pendiente	
Valores (grados)	
0 - 2	15 - 20
2 - 5	20 - 25
5 - 10	25 - 30
10 - 15	30 - 35
	35 - 45
	Sobre 45

Figura 5.2.15: A) Mapa de pendientes para el Valle de Curicó. B) Mapa de orientación del mismo valle.

5.2.12 Valle del Maule

La delimitación de este valle se realizó utilizando el DEM con menor ayuda de las imágenes satelitales para marcar la diferencia entre las zonas cultivadas de las laderas.

De acuerdo a la zonificación vitivinícola este valle queda definido en el Decreto N°464 por la provincia de Talca, Cauquenes y Linares de la Región del Maule. El área aquí delimitada abarca gran parte de esta zona, sin embargo excluye partes de la Cordillera Principal hacia el este y la zona oeste de la provincia de Talca como se observa en la Tabla 5.2.12

Tabla 5.2.12: Extensión del Valle del Maule

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
2.213.975,5372	1.343.083,7418

5.2.12.1 Hidrografía

Este valle se encuentra asociado al Río Maule, sin embargo, este es uno de los tantos ríos y esteros que se observan en la zona y atraviesan de este a oeste el valle para desembocar al mar. Entre ellos se encuentra el Río Achibueno, Río Loncomilla, Río Longavi entre otros.

La cuenca hidrográfica de este valle corresponde a la cuenca del Río Maule y abarca las subcuencas de Perquillauquen Alto, Perquillauquen Bajo, río Loncomilla, Río Claro, Maule Medio y otras menores.

5.2.12.2 Geología y Geomorfología

Este valle (Figura 5.2.16) se caracteriza por poseer un amplio Valle Central, el cual ha sido rellenado no solo por depósitos aluviales *Q1*, sino que por un aporte importante de la unidad *Pl3t* que corresponde a depósitos piroclásticos principalmente riolíticos. Estos depósitos se distribuyen desde los pies de los Andes y se extienden por la depresión del valle hasta enfrentarse a la Cordillera de la Costa.

Al oeste de este valle se aprecia la Cordillera Principal representada por las mismas secuencias volcanosedimentarias de lavas, rocas epiclásticas y piroclásticas (*OM2c*) ya mencionadas e intruidas por rocas de edad Miocena (*Mg*). Se aprecian grandes depósitos de remociones en masa (*Q1g*) recientes entre quebradas de estas montañas y otros más antiguos del Plioceno-Pleistoceno a los pies de los Andes.

En la Cordillera de la Costa, es posible apreciar en el sector norte, la secuencia de rocas Cretácicas (*Ki2c* y *Ki2m*) en contacto con las rocas Jurásicas (*J3i*), sin embargo estas se acúan y desaparecen al encontrarse con el intrusivo *Jig*. Al sur del valle y en el extremo oriental de esta morfoestructura, aparece la secuencia del Triásico Superior *Tr1m* que consisten en secuencias sedimentarias marinas y transicionales de areniscas, conglomerados, calizas y limolitas seguida al oeste por los intrusivos del Carbonífero Pérmico. Finalmente, ya cercano al límite costero es posible apreciar las rocas metamórficas descritas en el Valle de Curicó (*PzTr4* y *Pz4b*).

El mapa de pendientes del Valle del Maule (Figura 5.2.17) muestra la amplitud de la Depresión Central en esta zona. Además es posible apreciar cómo la Cordillera Principal mantiene sus laderas empinadas y sus quiebres abruptos mientras que la Cordillera de la Costa comienza a suavizarse con

menores pendientes. Las orientaciones de ambos cordones sigue siendo altamente variable y sin un patrón definido.

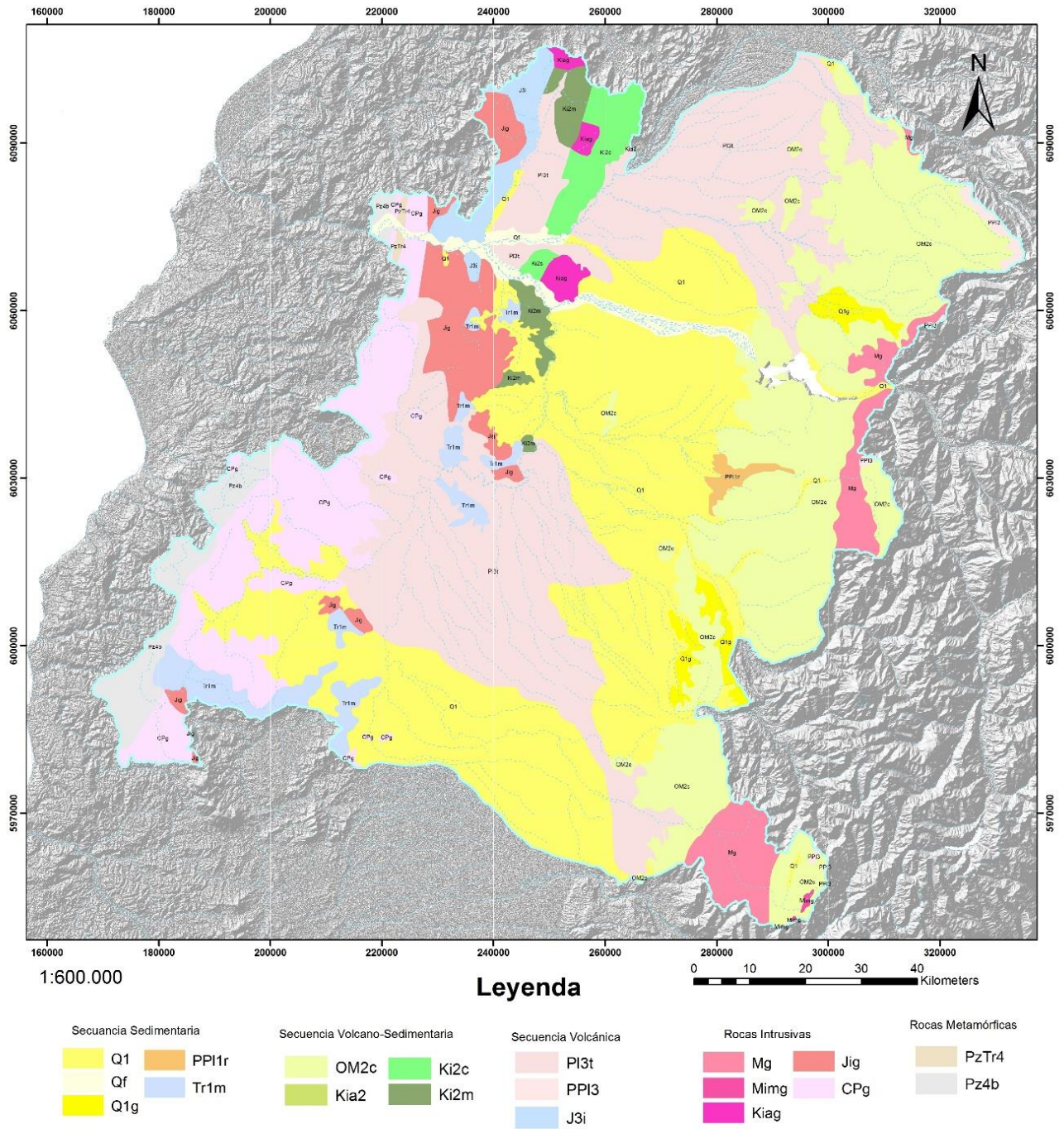


Figura 5.2.16: Geología del Valle del Maule. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

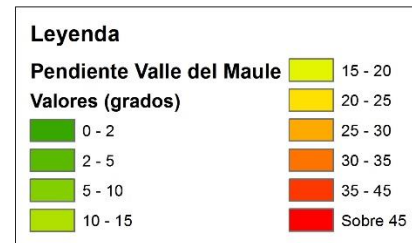
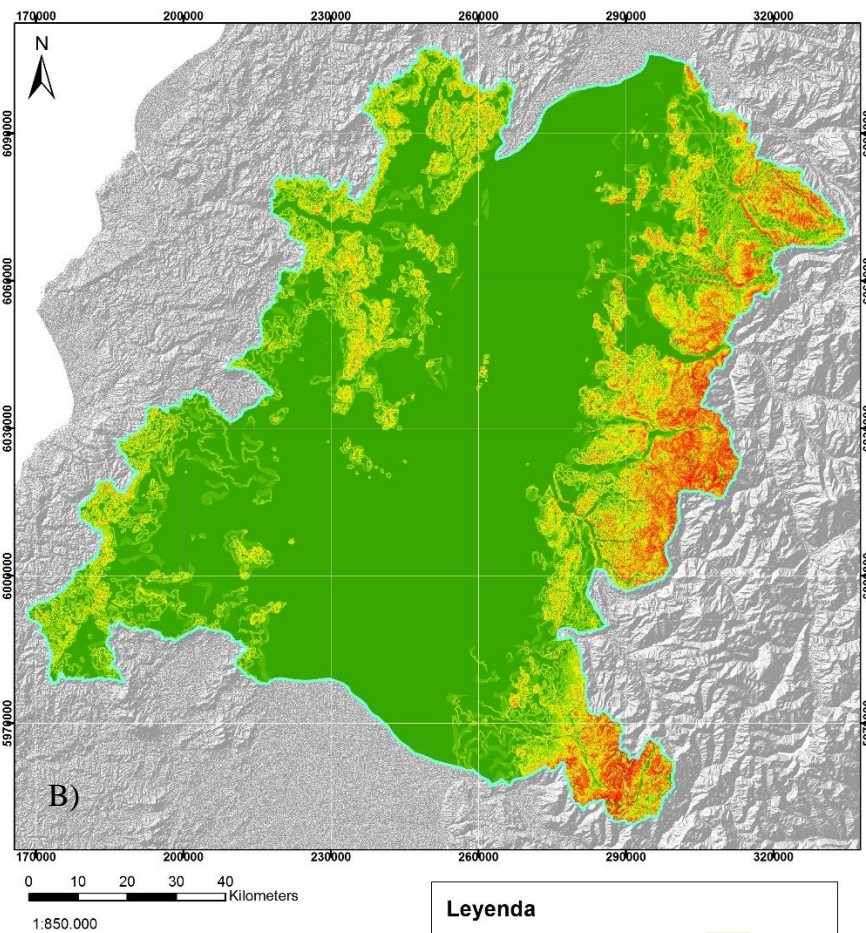
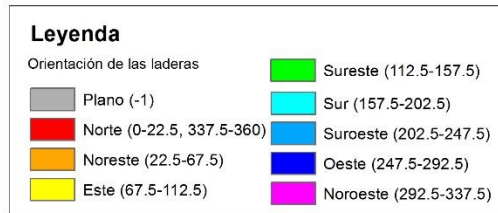
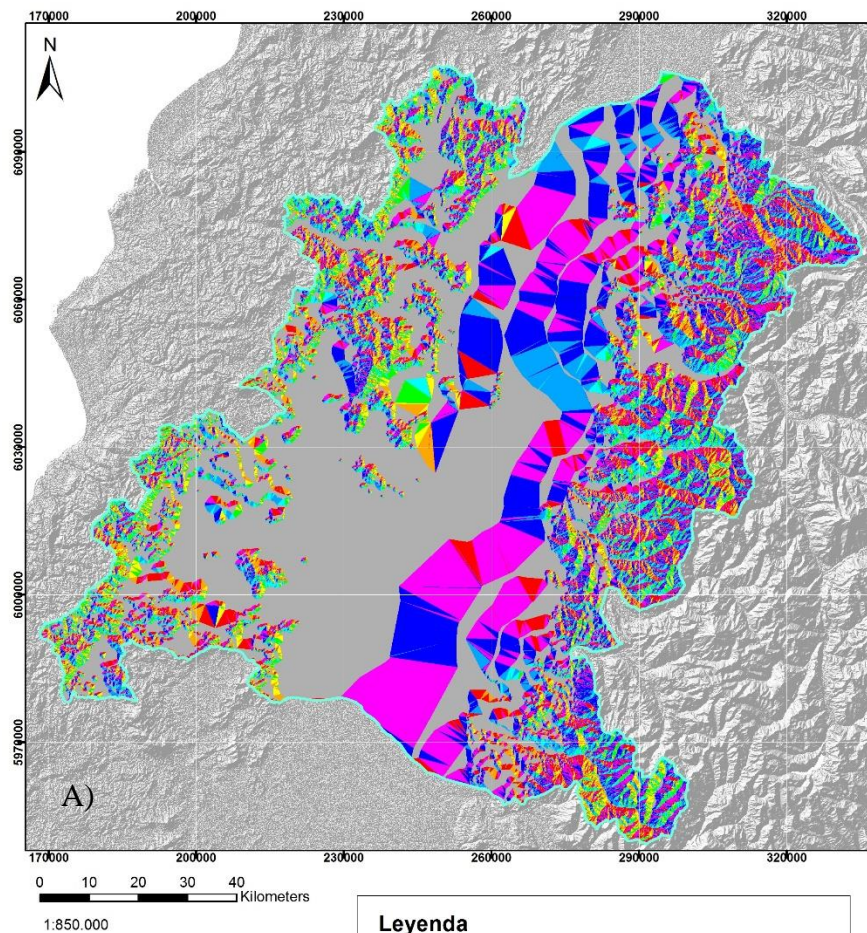


Figura 5.2.17: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de orientación del Valle del Maule. Elaboración propia.

5.2.13 Valle de Itata

El valle de Itata se definió de forma similar al valle del Maule, sin embargo, fue necesario utilizar el área demarcada por el decreto vitivinícola. Esto se debió a que en esta zona la Depresión Central es muy amplia y el valle no ocupa la totalidad de esta zona, por lo que los criterios geográficos no son suficientes. Este valle comprende, según la ley, 12 comunas pertenecientes a la Región del Bío-Bío, la Región de Ñuble y la provincia de Concepción.

En la Tabla 5.2.13 es posible observar que el área del valle definido en este trabajo (área cuenca) es mayor que el área según el Decreto N°464. Esto se explica debido a que se usó la delimitación del decreto para la definición del mismo.

Tabla 5.2.13: Extensión del Valle de Itata

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
554.769,5691	728.691,7836

5.2.13.1 Hidrografía

Este valle se asocia al Río Itata, el cual nace en la alta cordillera cercana a la laguna Laja y fluye en sentido noroeste, como una diagonal que atraviesa la región.

Este valle se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del Río Itata e incluye las subcuencas de Itata Alto, Medio y Bajo con la subcuenca de Ñuble Bajo.

5.2.13.2 Geología y Geomorfología

Este valle se extiende preferentemente hacia el oeste, pero logra abarcar un pequeño segmento de la Cordillera Principal. Es ahí donde se observan las rocas volcanosedimentarias (*OM2c*) de edad Oligoceno-Mioceno, de lavas y rocas piroclásticas, las que se correlacionan con unidades que afloran desde el Valle del Aconcagua, y se encuentran intruidas por plutones del Mioceno (*Mg*) como se observa en la Figura 5.2.18.

La Depresión Central corresponde a una amplia planicie rellena por depósitos cuaternarios aluviales (*Qa*) en la mitad norte y, en la mitad sur del valle, dominan los depósitos piroclásticos del Pleistoceno (*Pl3t*) con depósitos cuaternarios de avalancha volcánica (*Q3av*). Estos se sobreponen a los depósitos asociados al río, sin embargo, aparecen nuevamente cercanos a la Cordillera de la Costa evidenciando la orientación noroeste del Río Itata.

En los cordones montañosos costeros se reconocen, en el extremo norte, secuencias sedimentarias marinas triásicas (*Tr1m*) que no presentan una continuidad hacia el sur. Tampoco es posible apreciar las rocas metamórficas en esta porción de la cordillera sino que se observan unidades plutónicas de intrusivos del Carbonífero-Pérmico (*CPg*) y del Jurásico Superior (*Jsg*).

Observando el mapa de pendientes (Figura 5.2.19) de este valle es posible reconocer similitudes con el Valle del Maule debido a la gran amplitud del Valle Central y a las menores pendientes de la Cordillera de la Costa. En esta zona es posible apreciar, además, un aumento gradual de las pendientes

hacia la Cordillera Principal, sin el quiebre abrupto observado en otros valles que se ubican más al norte. La orientación de las laderas sigue siendo variable.

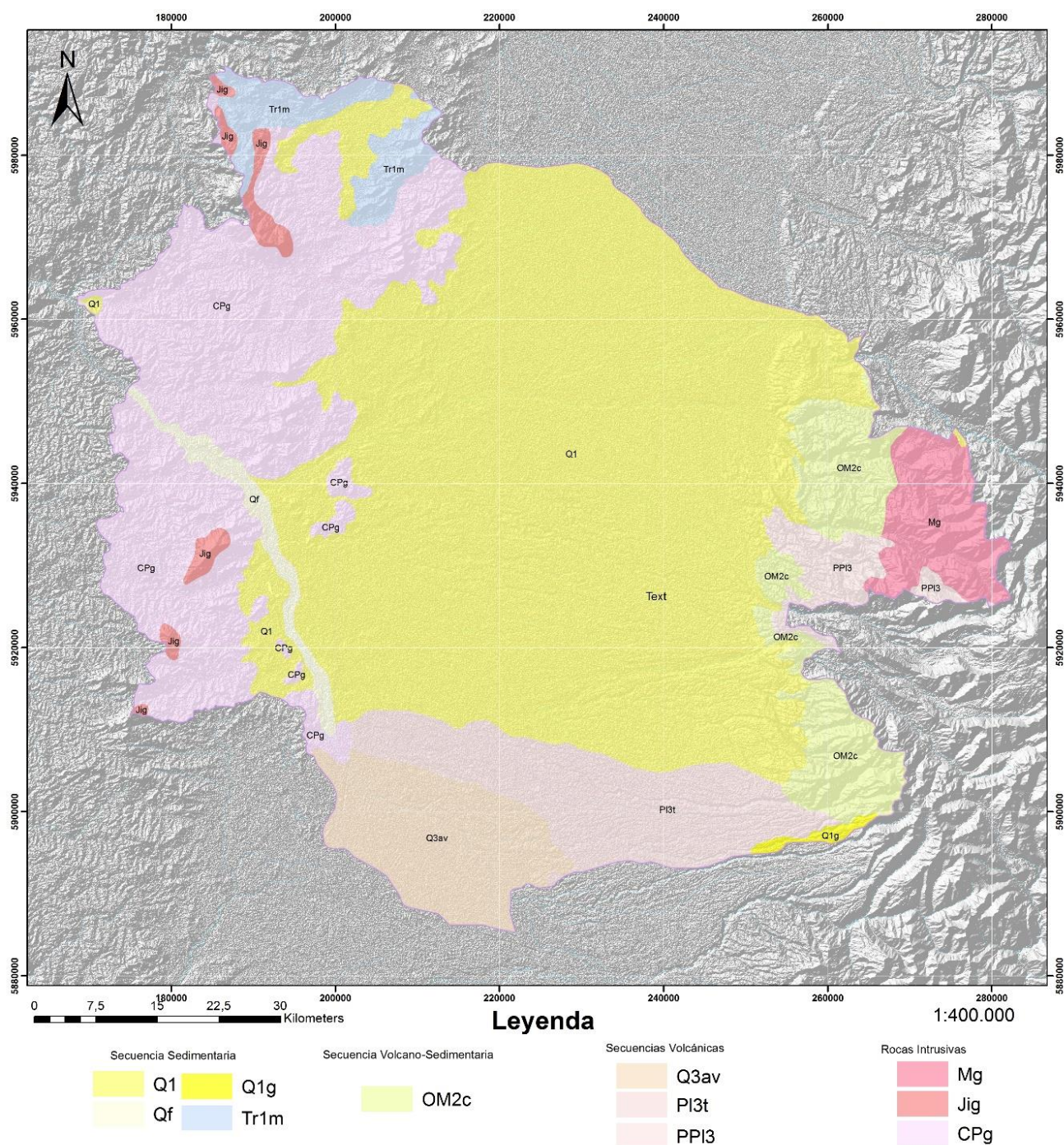


Figura 5.2.18: Geología Valle de Itata. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

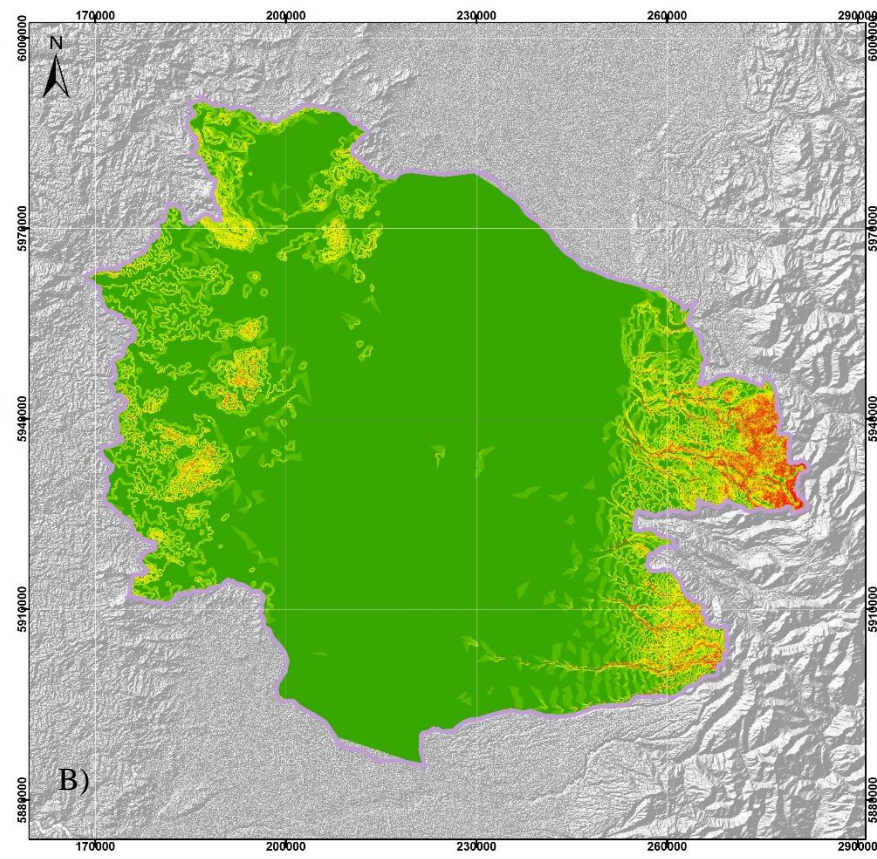
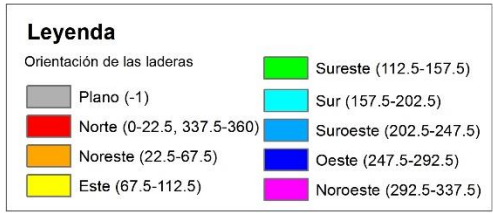
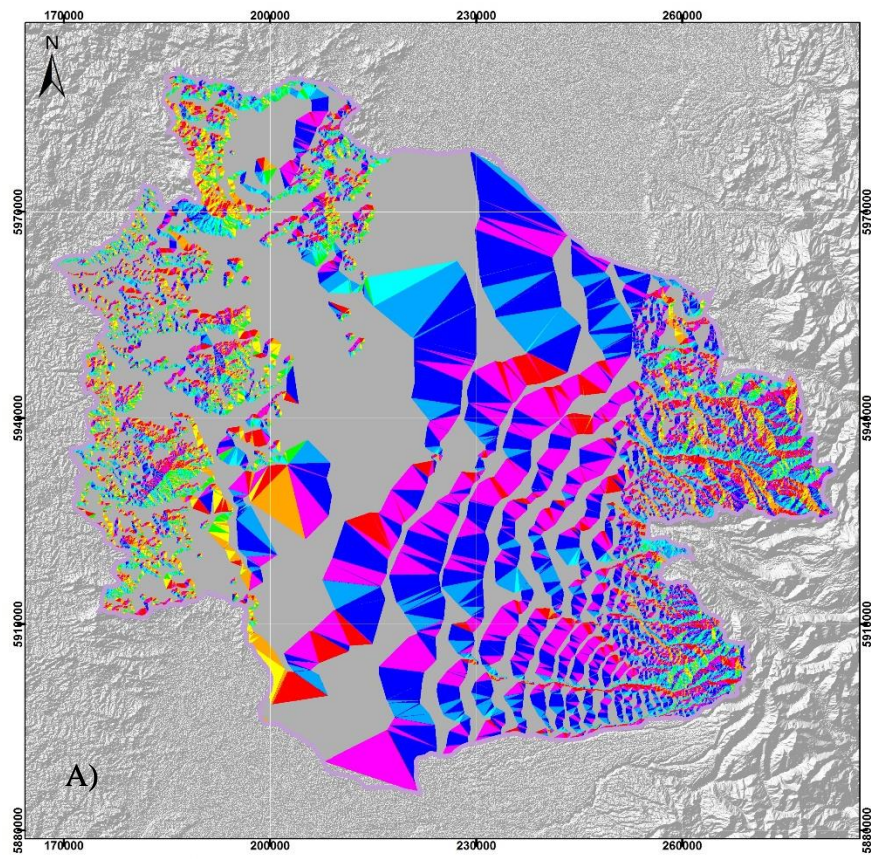


Figura 5.2.19: A) Mapa de pendientes. B) Mapa de orientación. Valle de Itata. Elaboración propia.

5.2.14 Valle de Bio Bio

La definición de esta zona vitivinícola fue principalmente en base al decreto vitivinícola debido a que la topografía en esta zona no es suficientemente marcada para diferenciar zonas cultivables de las laderas. De acuerdo al decreto, este valle contempla cinco comunas de la provincia del Bío Bío de la región homónima.

Como se muestra en la Tabla 5.2.14, en este valle, el área aquí definida es mayor al área establecida en la legislación. Al igual que en el Valle de Itata, esto se explica ya que se usa el decreto para definirlo.

Tabla 5.2.14: Extensión Valle del Biobio

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
406.515,2171	726.155,3169

5.2.14.1 Hidrografía

El valle es drenado por el Río Biobío el cual nace de la laguna de Galletué en la Cordillera de los Andes atraviesa el territorio chileno de este a oeste en una dirección NW-SE hasta desembocar en Concepción.

Este valle se ubica en la cuenca del Río Bío-Bío y abarca las subcuencas asociadas a éste y otras asociadas a otros cauces de agua en la zona como la subcuenca del Río Renaico, Río Duqueco, entre otros.

5.2.14.2 Geología

Este valle, que se muestra en la Figura 5.2.20, abarca solo en su extremo sureste una pequeña franja de la Cordillera Principal mientras que al extremo oeste abarca parte importante de la Cordillera de la Costa. Es posible apreciar que en esta zona la variedad litológica del valle es mucho menor, ya que ambos cordones montañosos son representados por una sola unidad de roca volcánica, en la Cordillera de los Andes (representado por la unidad *OM2c*) e intrusivo en la Cordillera de la Costa (representado por la unidad *CPg*), siendo el Valle Central la unidad morfoestructural en la que se reconoce una mayor variabilidad litológica en la zona.

En la Depresión Central es posible observar una confluencia de diversos depósitos recientes, provenientes desde los Andes, los cuales se sobre imponen unos con otros creando un mosaico de depósitos de orígenes sedimentarios y volcánicos entre los cuales se logra entrever, en ciertos sectores, a escala de este trabajo, los depósitos fluviales asociados al Río Biobío. En el piedemonte en la zona sur del valle es posible apreciar depósitos Cuaternarios de remociones en masa (*Q1g*) los cuales nacen de quebradas en la Cordillera Principal y depositan al perder su encausamiento en la planicie del valle. Estos se encuentran sobre depósitos aluviales (*Q1*) los cuales se intercalan con secuencias de edad Oligoceno-Mioceno (*OM3b*) que corresponden a lavas, brechas y rocas piroclásticas y secuencias de depósitos piroclásticos del Pleistoceno (*Pl3t*). En la mitad norte del valle, en cambio, los depósitos de avalancha volcánica (*Q3av*) predominan en la zona y se intercalan con depósitos piroclásticos y lavas del Plioceno-Pleistoceno (*PPl3*).

Además de las rocas intrusivas de edad Carbonífero-Pérmico se aprecian rocas metamórficas en la Cordillera de la Costa, representados por la unidad *DC4* en muy pequeña proporción y rocas sedimentarias de edad Triásica Superior ubicadas al extremo oeste del valle, representadas por la unidad *Tr1c*, que corresponde a secuencias sedimentarias continentales aluviales y fluviales.

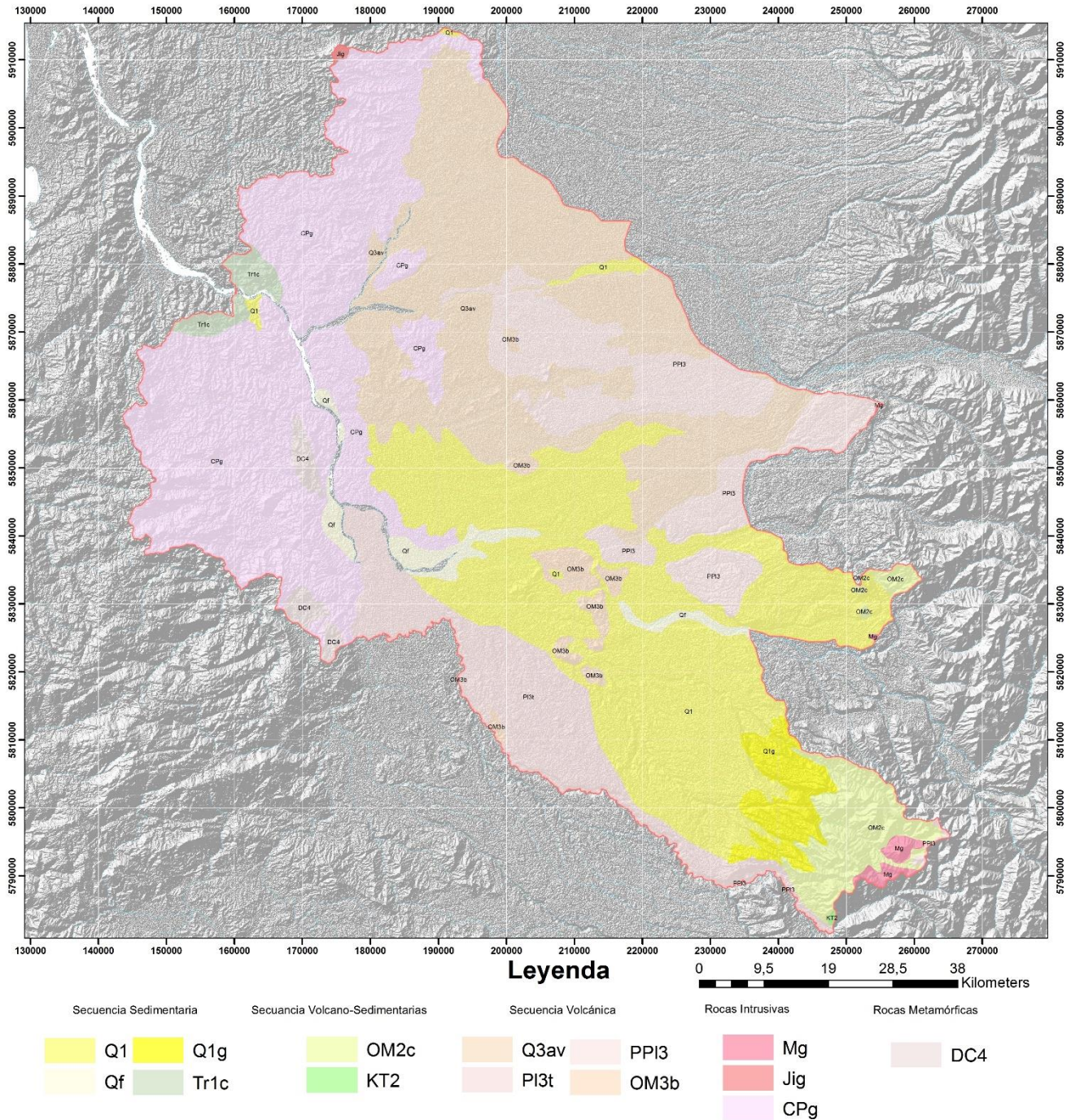


Figura 5.2.20: Geología Valle del Bio Bio. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.15 Valle de Malleco

La definición de este valle se realizó mediante la ayuda del DEM y la delimitación vitivinícola chilena. Es más, en este sector las cuencas y subcuencas no se ajustaban de forma correcta a los límites de los valles, por lo que utilizaron las divisiones administrativas para la delimitación de la zona.

De acuerdo al decreto, este valle abarca parte importante de la provincia de Malleco de la Región de la Araucanía, exceptuando la zona cordillerana. En la Tabla 5.2.15, se muestra que en este caso, el área del valle definido en este trabajo (área cuenca) es menor que el área delimitado en la legislación chilena.

Tabla 5.2.15: Extensión Valle de Malleco

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
786.064,8614	519.917,9702

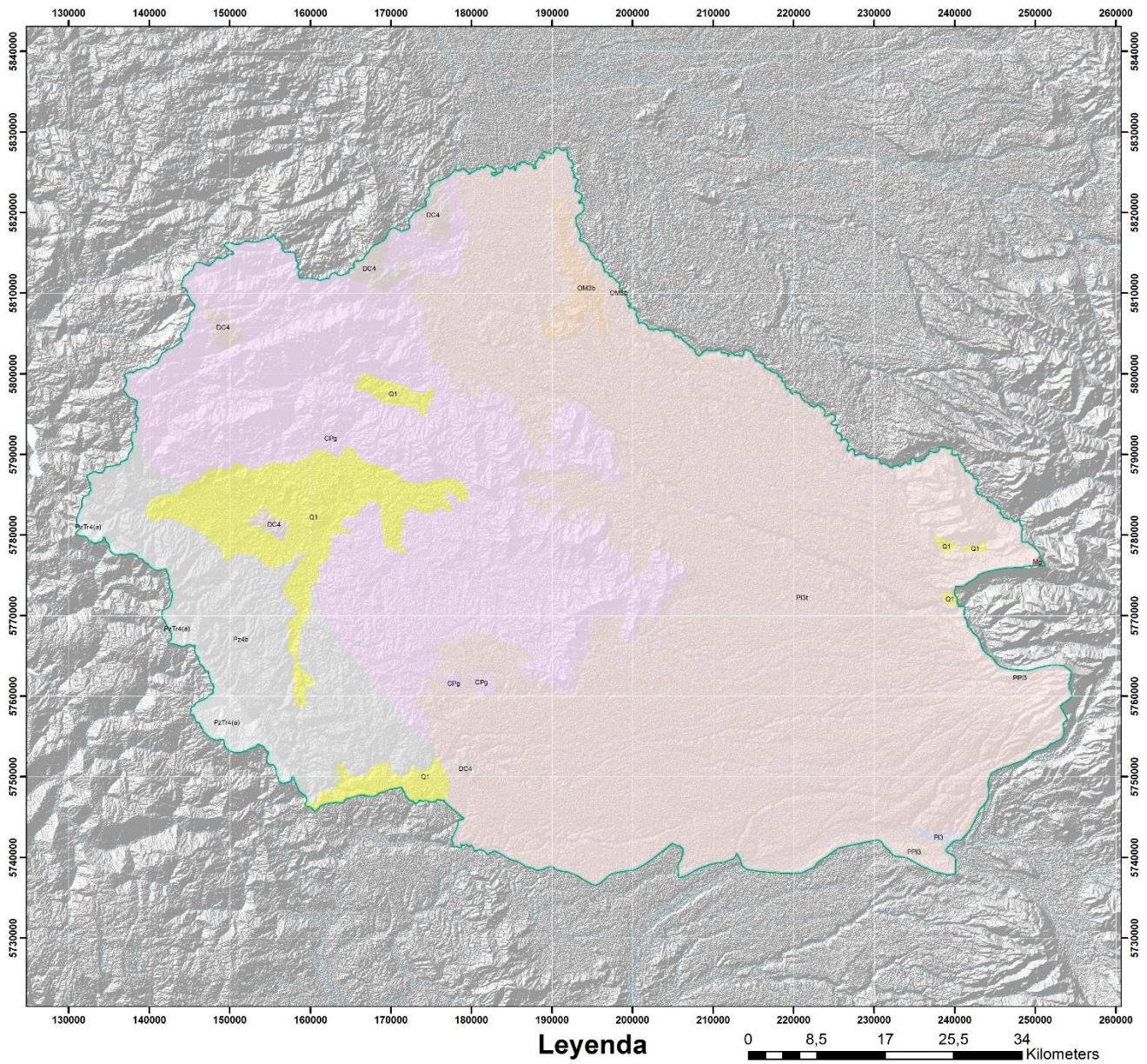
5.2.15.1 Hidrología

Este valle se asocia al Río Malleco, sin embargo, no es acotado por una cuenca en particular sino que abarca dos cuencas hidrográficas: parte de la cuenca del Biobío y la cuenca del Río Imperial.. Dentro de la cuenca del Biobío toma parte de la subcuenca del Río Renaico, la subcuenca del Río Malleco y Vergara, subcuenca del Río Lumaco, subcuenca del Río Chol Chol y la subcuenca del Cautín Alto.

5.2.15.2 Geología

Este valle (Figura 5.2.21) abarca las morfoestructuras de Valle Central y Cordillera de la Costa, alejándose de la Cordillera Principal y comenzando en la zona de piedemonte. Los depósitos aluviales cuaternarios (*Q1*) están constreñidos a la Cordillera de la Costa, en pequeños valles y quebradas que se forman entre los recovecos de este cordón montañoso. El material que rellena el Valle Central corresponde prácticamente en su totalidad a depósitos piroclásticos riolíticos de la unidad *Pl3t* del Pleistoceno.

En esta zona la Cordillera de la Costa está formada en su extremo norte por rocas intrusivas *CPg* y en el extremo sur de rocas metamórficas de las unidades *Pz4b*, *PzTr4(a)* y *PzTr4(b)*, siendo más predominante los plutones. Los intrusivos del Carbonífero-Permico (*CPg*) consisten en granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas de hornblenda y biotita, mientras que las rocas metamórficas consisten en esquistos pelíticos y esquistos de anfibolita y en menor proporción rocas metamórficas ultramáficas junto con pizarras, filitas y metaareniscas con metamorfismo de bajo gradiente P/T.



Legenda

Secuencia Sedimentaria	Secuencia Volcánica	Rocas Intrusivas	Rocas Metamórficas
<p>Q1</p>	<p>PI3 PPI3</p> <p>PI3t OM3b</p>	<p>Mg</p> <p>CPg</p>	<p>PzTr4(a)</p> <p>DC4</p> <p>Pz4b</p>

Figura 5.2.21: Geología Valle de Malleco. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.16 Valle de Cautín

La definición de este valle se realizó netamente utilizando el área demarcada en el Decreto N°464 debido a que tanto la imagen satelital y el DEM no proporcionan información suficiente para la delimitación del área. De acuerdo a esto, este valle representa un área menor en la legislación que en la delimitación acá establecida (área cuenca), como se observa en la Tabla 5.2.16. Según el decreto este valle está conformado por la comuna de Perquenco y Cautín de la Región de la Araucanía.

Tabla 5.2.16: Extensión Valle de Cautín

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
89.918,4864	173.352,0202

5.2.16.1 Hidrografía

Esta valle no se encuentra asociado a un curso de agua principal, a diferencia de gran parte de los valles vitivinícolas chilenos.

Se ubica en la cuenca hidrográfica del Río Imperial, y dentro de éste abarca principalmente la subcuenca del Río Chol Chol. Además toma una subcuenca del Río Lumanco.

5.2.16.2 Geología

Es posible observar, mediante el DEM y las distintas litologías (Figura 5.2.22), que este valle se ubica preferentemente en las zonas del Valle Central y la Cordillera de la Costa alejándose de la Cordillera de los Andes, sin embargo, estas morfoestructuras no se encuentran claramente delimitados como en los valles ubicados al norte. Es posible reconocer pequeños cordones montañosos, de baja altura, que entran en el Valle Central interrumpiendo los depósitos que rellenan la zona.

La Cordillera de la Costa, está compuesta en su totalidad por rocas metamórficas de edad Paleozoico-Triásico (*PzTr4(a)*) que consisten en esquistos pelíticos. Estas rocas se encuentran en contacto hacia el este con rocas sedimentarias caracterizadas como secuencias sedimentarias marinas de areniscas y coquinas de edad Oligoceno-Mioceno (*OM1m*). Esta secuencia se encuentra intercala con depósitos aluviales del Cuaternario que dan forma al Valle Central. Continuando el este se observan rocas sedimentarias de edad Triásica Superior (*Tr1m*) que consisten en secuencias sedimentarias marinas y transicionales de areniscas, conglomerados, limolitas y calizas. Es posible apreciar rocas volcánicas de la unidad (*OM3b*) que consisten en lavas, brechas y rocas piroclásticas formando pequeñas cerros y depósitos piroclásticos riolíticos en la zona noreste del valle (*Pl3t*).

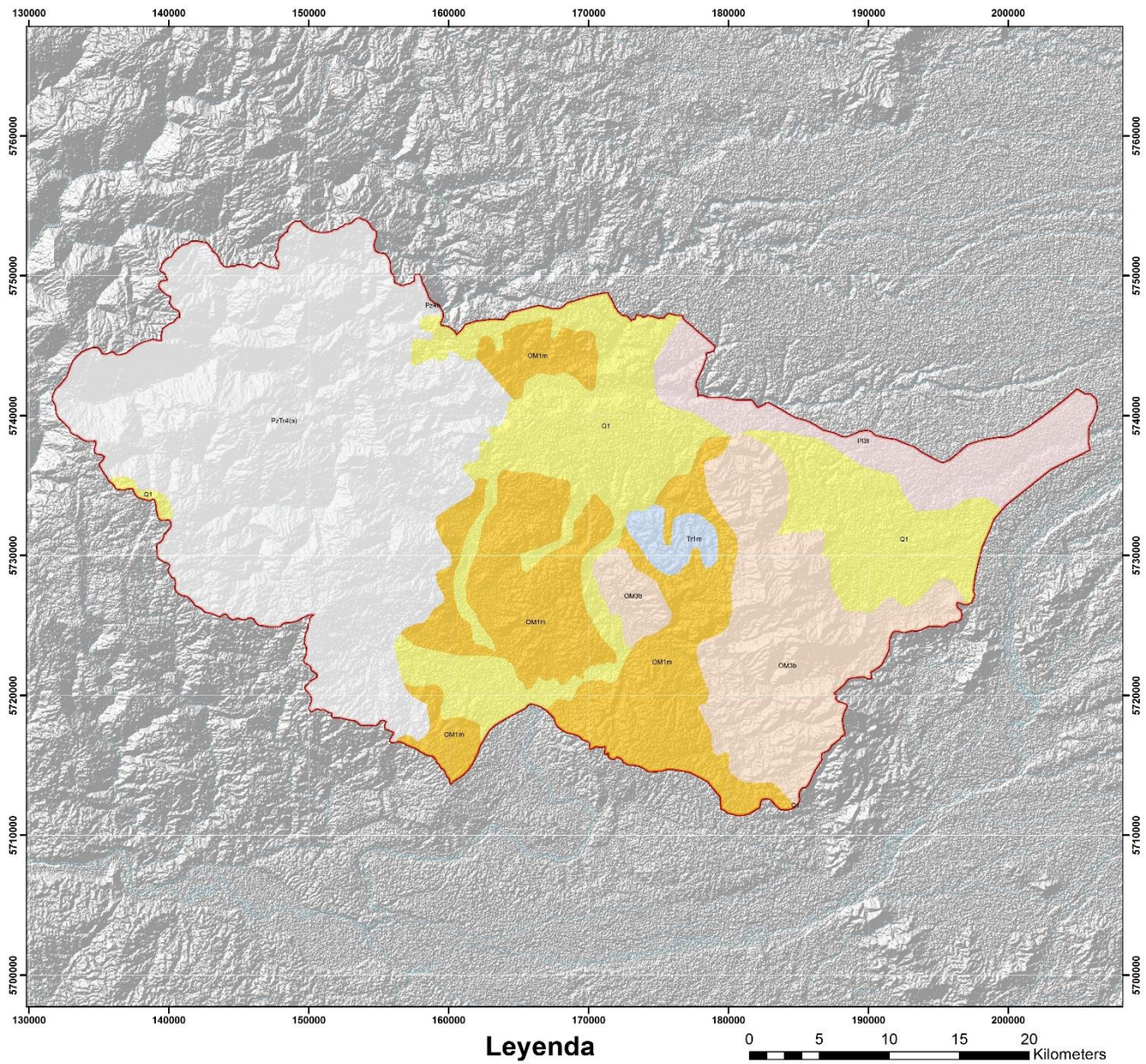


Figura 5.2.22: Geología Valle de Cautín. Geología obtenida del Sernageomin (2004).

5.2.17 Valle de Osorno

Este valle se definió mezclando información encontrada en la literatura (Figura 4.6.1) y el decreto vitivinícola. De acuerdo al último este valle se ubica en la provincia de Osorno y la provincia de Ranco, conformado por cinco comunas en total. Debido a esto, este valle tiene una menor área que la dimensión establecida en la legislación (Tabla 27).

Tabla 5.2.17: Extensión Valle de Osorno

Área Decreto Vitivinícola (ha)	Área Cuenca (ha)
727.930,6351	355.761,2814

5.2.17.1 Hidrografía

Al igual que el valle de Cautín, este valle no se encuentra asociado a un curso de agua específico, y lleva su nombre por la localidad de Osorno.

El Valle de Osorno se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica de Río Bueno y dentro de este las subcuencias del Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquen y la subcuenca Río Bueno entre Lago Ranco y Río Pilmaiquen.

5.2.17.2 Geología

En este valle (Figura 5.2.23) se observan las tres unidades morfoestructurales claramente delimitados: Cordillera Principal, Depresión Central y Cordillera de la Costa y se observa una mayor variedad de litologías que los valles anteriormente descritos, que se localizan hacia el norte.

Es posible apreciar en la Cordillera Principal unidades volcánicas y volcanosedimentarias, representadas por las unidades *OM2c*, *Pl3*, *PPl3* y *Q3i*. La primera se caracteriza por lavas, rocas epiclásticas y piroclásticas de edad Oligoceno-Mioceno. Las unidades del Plioceno y Pleistoceno son lavas con intercalaciones de tobas y conglomerados y depósitos piroclásticos riolíticos. La unidad Cuaternaria consiste en estratovolcanes y complejos volcánicos, asociados en esta zona al Volcán Osorno, con depósitos de lavas y depósitos piroclásticos.

El Valle Central se caracteriza por poseer un relleno sedimentario de depósitos aluviales cuaternarios (*Q1*) y depósitos morrénicos y fluvio-glaciales (*Q1g1* y *Q1g2*) asociados a la acción glacial en la zona. Entrando a la Cordillera de la Costa aparecen depósitos piroclásticos (*Pl3t*) junto con los depósitos fluviales (*Qf*) asociados al curso del río actual.

Finalmente, en la Cordillera de la Costa se observan rocas sedimentarias (*M1m*) y rocas metamórficas de la unidad *PzTr4(a)*. Las rocas sedimentarias corresponden a secuencias marinas transgresivas de plataforma representadas por areniscas finas, arcillolitas y limolitas, mientras que las rocas metamórficas corresponden a esquistos pelíticos.

5.3 Propuesta de nuevo valle vitivinícola Región de Aysén

Históricamente el clima ha sido el factor delimitante para establecer si una zona es apta para la agricultura. En ese sentido la Región de Aysén ha sido alejada de la producción vitícola y la vinicultura por su clima el cual se caracteriza por ser de tipo “frío oceánico de bajas temperaturas, con abundantes precipitaciones, fuertes vientos y mucha humedad. Por su parte el relieve produce una diferencia en el clima en el sector oriental, formado por islas y archipiélagos, y en el sector oriental de la Cordillera Patagónica.”⁵

En el sector occidental de los Andes Patagónicos, el cual corresponde los archipiélagos e islas, las precipitaciones varían entre los 3000 y 4000 mm anuales, con temperaturas bajas de media anual de 8 a 9°C y fuertes vientos provenientes del oeste. En cambio, en la vertiente oriental de la cordillera el clima es de estepa fría y se diferencia de la zona anterior debido a que el cordón montañoso actúa como una barrera protectora, lo que produce una disminución de las precipitaciones las cuales varían entre los 600 y 1000 mm (Hepp, 2014). Independiente de estas diferencias en ambas zonas los meses de enero y febrero son los más cálidos y los meses de julio y agosto los más fríos.

La vegetación de esta zona varía de la misma forma que el clima. En el sector occidental de los Andes, que se encuentra expuesto a la lluvia y humedad de los vientos la vegetación consiste en exuberantes bosques de especies como lenga, coigue, tepa y ñirre, entre otros, mientras que en el sector protegido la vegetación consiste en una estepa fría. Los bosques son densos, sin embargo, presentan poca altura debido a que se encuentran condicionados por las nieves, ventos y las lenguas glaciares que impiden el desarrollo de la vegetación (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2017).

A pesar del intenso clima, existen tanto aves como mamíferos los cuales habitan la zona. Entre las aves representativas es posible apreciar las especies águila, condor, tucúquere y la garza morada, mientras que los mamíferos consisten en el ratón conijeno, la rata sedosa, el gato montés, pudú, puma entre otros.

Esta región está dividida en 8 cuencas hidrográficas más una cuenca que comparte con la Región de Los Lagos (cuenca Río Palena y Costeras Límite Décima Región). Estas cuencas se encuentran separadas en dos grupos, las cuencas que se encuentran en la costa directamente y las cuencas asociadas a ríos que se originan en la cordillera.

Observando, mediante imágenes satelitales, las características de las cuencas hidrográficas se delimitaron tres posibles zonas como aptas para la vitivinicultura, dejando de lado el factor climático y enfocándose únicamente en la geología, geomorfología e hidrografía. La Figura 5.3.1 muestra las tres posibles zonas generadas a partir de la unión de distintas sub-subcuencas, junto con las cuencas hidrográficas de la zona.

⁵ Fuente: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region11/clima.htm>

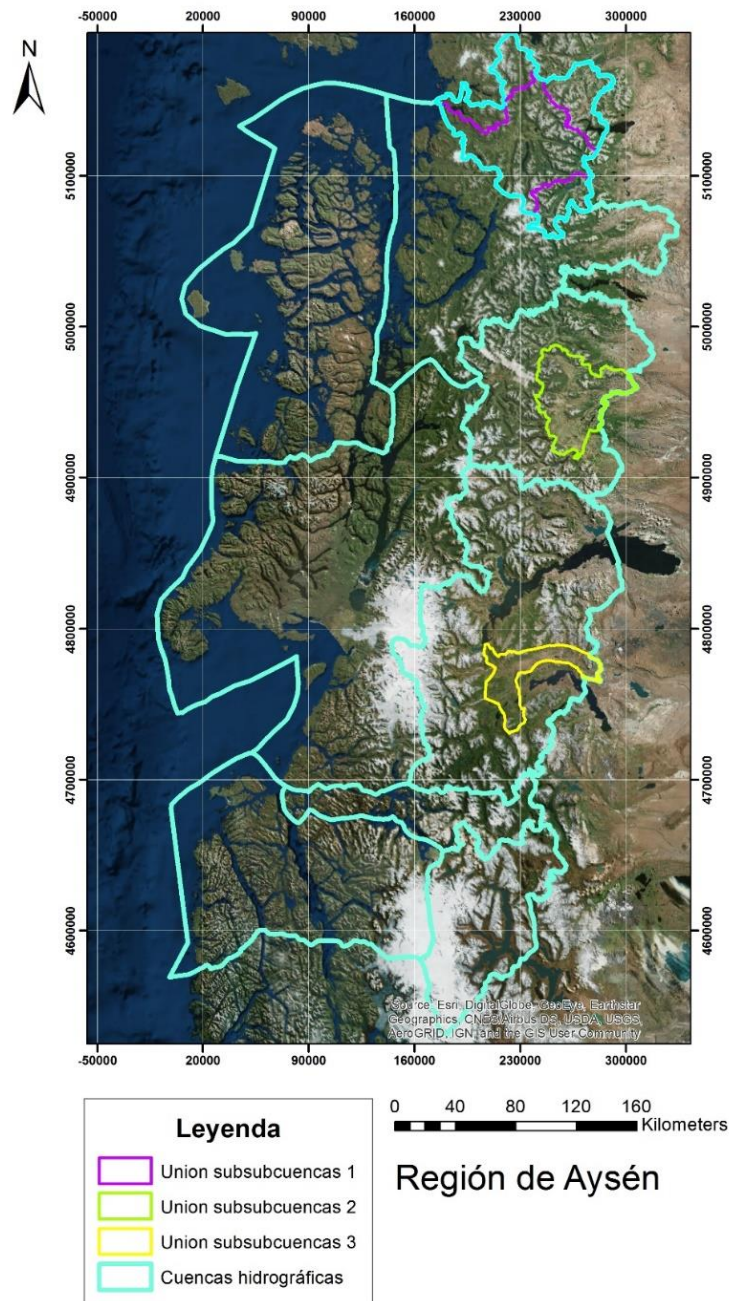


Figura 5.3.1: Cuencas hidrográficas, representadas por los polígonos con contornos verdes, de la Región de Aysén y los tres posibles valles vitivinícolas seleccionados. Cuencas obtenidas de DGA, 2017.

5.3.1 Sub-subcuenca 1: Cuenca Río Palena

Este valle se ubica en la cuenca del Río Palena y Costeras Límite Décima Región y corresponde al valle ocupado por el río del mismo nombre. Con respecto a la hidrografía, este río nace en el extremo oriental del lago Palena en Chile, y General Paz en Argentina.

Es posible apreciar, en la Figura 5.3.2, que las rocas que componen el entorno a los valles, rellenos por los depósitos aluviales $Q1$, corresponden principalmente a rocas intrusivas de edad Cretácico Inferior (Kig) y Mioceno (Mg). La unidad Kig corresponde a granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y

biotita pertenecientes al borde oriental del Batolito Norpatagónico. La unidad *Mg* en cambio, corresponde a granodioritas, dioritas y tonalitas de la Cordillera Patagónica.

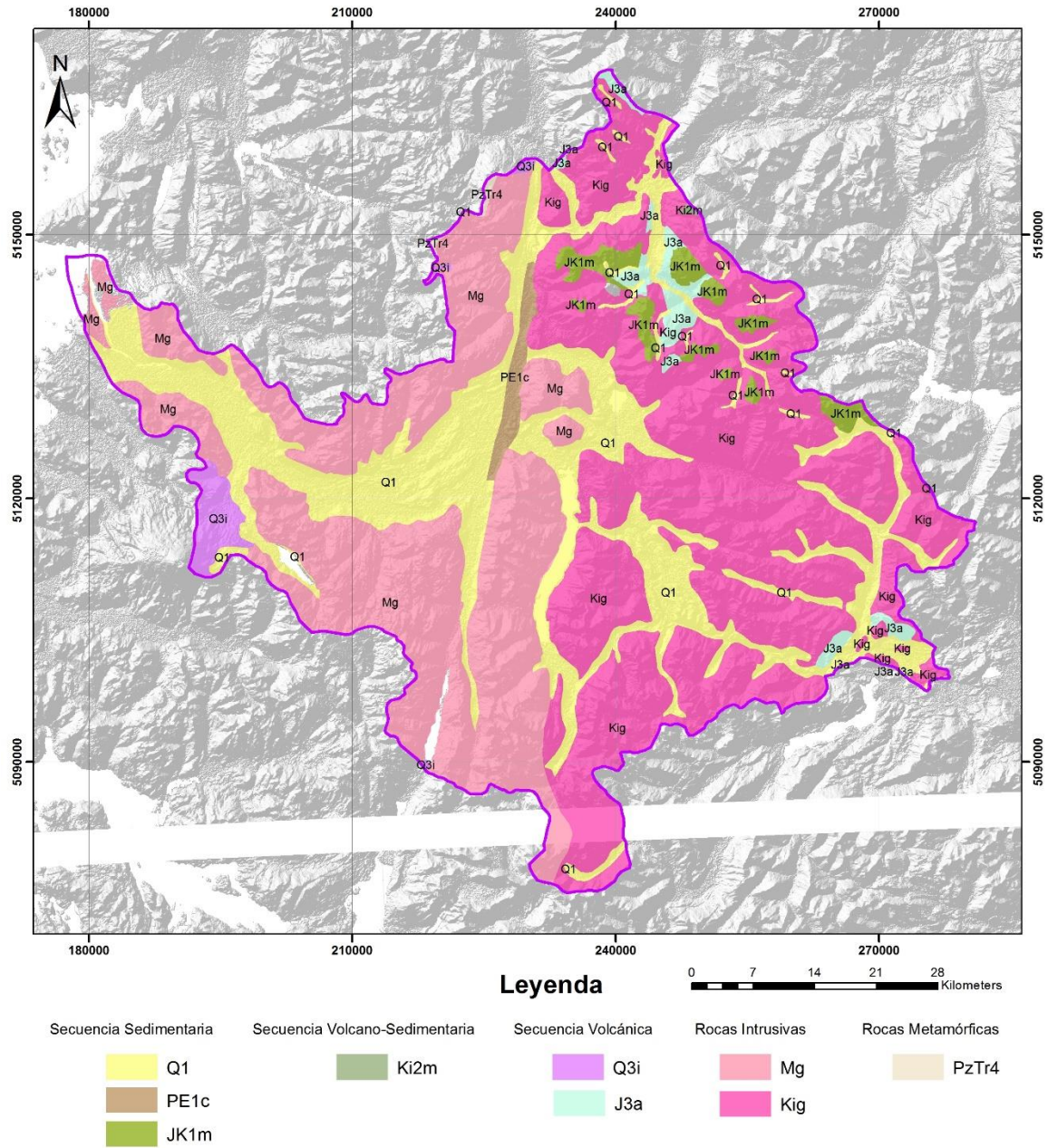


Figura 5.3.2: Geología Subsubcuenca 1, Valle del Palena. Geología obtenida del Sernageomin 2004.

Además se reconocen rocas Jurásicas sedimentarias (*JK1m*) marinas litorales o de plataforma compuestas por calizas, lutitas, areniscas calcáreas, areniscas y coquinas que se ubican en una pequeña quebrada al norte del mapa junto con rocas de la misma edad correspondientes a secuencias y centros volcánicos, lavas andesíticas e intercalaciones sedimentarias (*J3a*).

5.3.2 Sub-subcuenca 2: Cuenca Río Simpson

Esta sub-subcuenca (Figura 5.3.3) se ubica en la cuenca hidrográfica del río Aysén en el valle del mismo río. Este río se alimenta de diversos esteros y ríos que se encuentran y su camino, y esta a su vez, alimenta al Río Aysén en su porción sur, que finalmente desemboca en el fiordo Aysén. Este valle se ubica al este de la Cordillera de los Andes, donde el clima es de estepa.

Es posible apreciar que la litología de este valle es predominantemente volcánica con rocas de edad Cretácicas representadas por las unidades *Kia3*, *Ks3i* con secuencias volcánicas y sedimentarias del Jurásico representadas por las unidades *JK1m* y *J3a*.

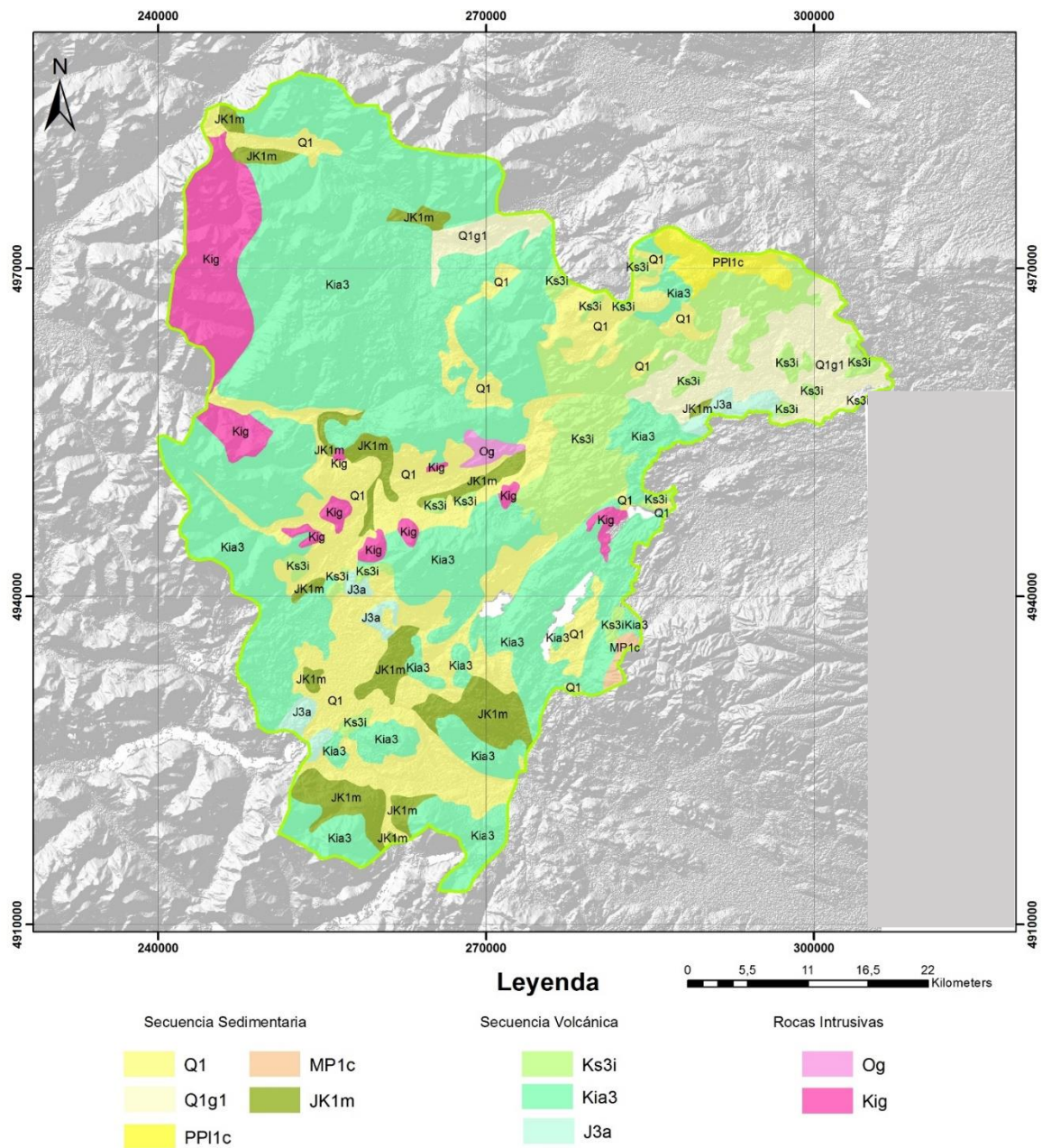


Figura 5.3.3: Geología subsubcuenca 2, Valle del Simpson. Geología obtenida del Sernageomin 2004.

Las rocas de edad Cretácica (*Ks3i*, *Kia3*) corresponden principalmente a secuencias y complejos volcánicas continentales de la Cordillera Patagónica mientras que las secuencias volcánicas del Jurásico (*J3a*) consisten en centros volcánicos asociados con rocas piroclásticas dacíticas a riolíticas, lavas andesíticas e intercalaciones sedimentarias. Las secuencias sedimentarias de esta edad (*JK1m*) corresponden a secuencias marinas de calizas, lutitas, areniscas calcáreas, areniscas y coquinas.

Los plutones del valle son escasos y se representan principalmente por la unidad *Kig* conformado por granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita.

En la zona predominan los característicos depósitos aluviales, sin embargo en la cabecera de la zona, es posible apreciar depósitos morrénicos, fluvio-glaciales (unidad *Q1g*) los cuales se caracterizan por ser diamícticos de bloques y matriz de limo/arcillas, gravas, arenas y limos.

5.3.3 Sub-subcuenca 3: Cuenca Río Baker-Cochrane

Este vale (Figura 5.3.4) se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del Río Baker y se caracteriza como un amplio valle en U modelado por la acción glacial. Se desarrolla al oriente de la Cordillera Principal donde el clima es de estepa.

Predominan las rocas metamórficas de edad Devónica-Carbonífera representadas por la unidad *DC4*. Esta unidad corresponde a metaarenisca, filitas y en menor proporción mármoles, cherts metabalsaltos y metaconglomerados.

Entre estas rocas metamórficas se observan rocas Jurásicas de la unidad *J3a* que consisten en secuencias y centros volcánicos caracterizados por rocas piroclásticas dacíticas a riolíticas junto con lavas andesíticas.

Con respecto a los depósitos sedimentarios abundan los depósitos *Q1* correspondientes a sedimentos aluviales, sin embargo, también es posible reconocer depósitos de origen glacial en el brazo sur del valle y una secuencia sedimentaria representada por las unidades *PE1c* en la base, luego *E1c* y finalmente *OM1m* en el límite norte del valle. Esta secuencia consiste en secuencias sedimentarias continentales aluviales de areniscas, conglomerados y lutitas con niveles evaporíticos de carbonatos seguido por secuencias sedimentarias continentales y finalmente secuencias sedimentarias continentales aluviales.

Los intrusivos de la zona son escasos y corresponden a las unidades *Ksg* y *Jsge*. El primero, de edad Cretácico Superior consiste en monzodioritas, granodioritas, gabros y dioritas de piroxeno, biotita y hornblenda, el segundo, de edad Jurásico Superior consiste en monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda.

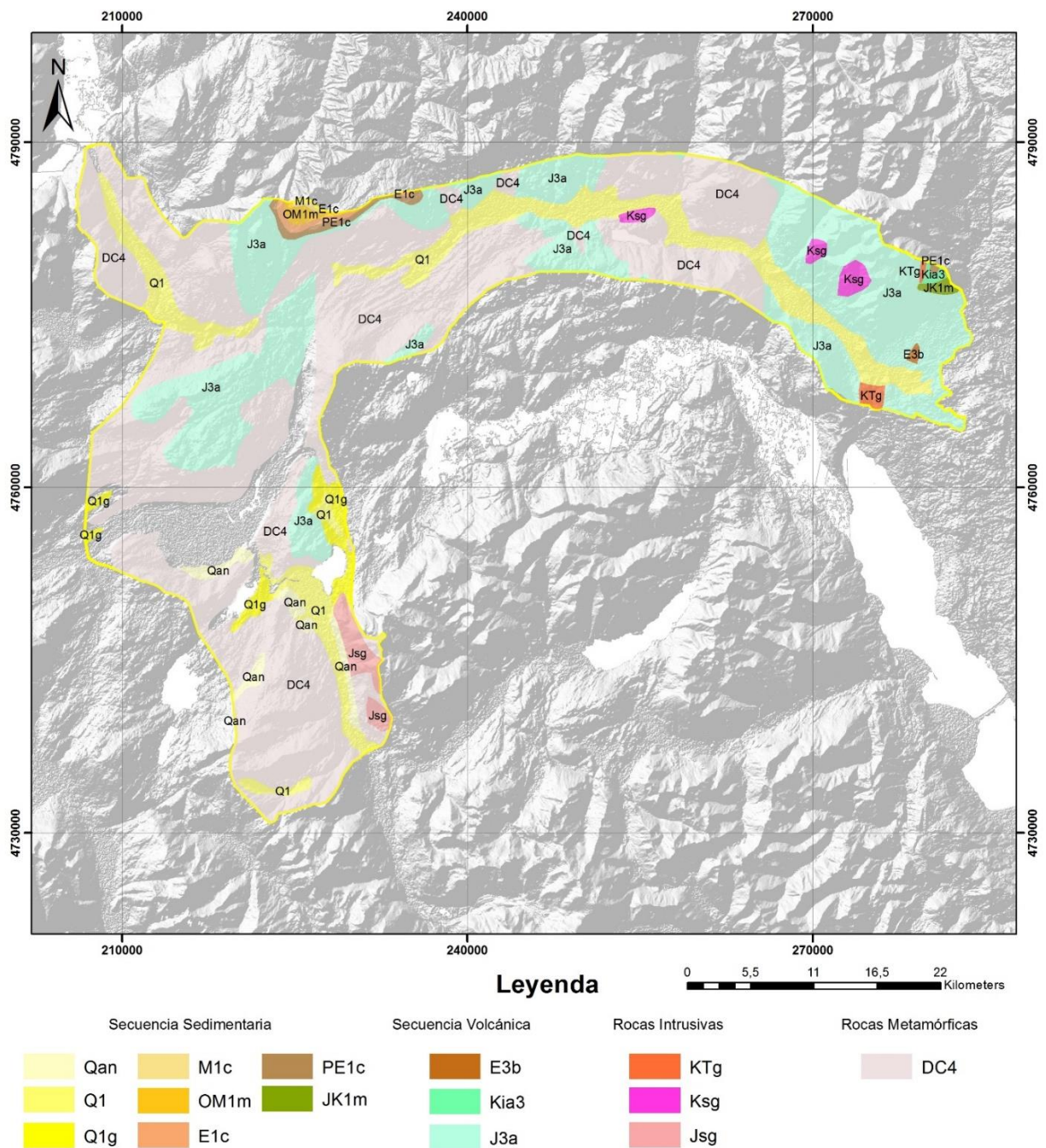


Figura 5.3.4: Geología subsubcuenca 3, Valle del Baker-Cochrane. Geología obtenida del Sernageomin 2004.

5.4 Trabajo exploratorio en detalle para el Valle de Casablanca

En este apartado se muestran los resultados obtenidos para dos metodologías exploratorias: mapeo en detalle de la geomorfología e incorporación de información de las aguas subterráneas. Ambas metodologías se realizaron para el valle de Casablanca debido a que es el valle con menor extensión areal, y por ende, el más abarcable.

Se consideran exploratorias debido a que no se encuentran dentro de los objetivos solicitados por el Consorcio I+D de Vinos de Chile, sin embargo, se realizan para poder integrar información relevante levantada en los trabajos anteriores (Apartado 2.4) realizados en el marco del proyecto. También se llevan a cabo ya que muestran la versatilidad del Mapa Geo-Vitivinícola, al cual se le puede incorporar constantemente información nueva y de mayor detalle si se considera pertinente.

5.4.1 Mapeo de detalle de la Geomorfología

Para el valle de Casablanca en particular, se digitalizó la carta geológica escala 1:100.000 de la zona Valparaíso-Curacaví (Gana et al. 1996), como se observa en la Figura 5.4.1, con el fin de observar los resultados de los distintos procesos geomorfológicos en mayor detalle. La leyenda de este mapa se presenta en la Tabla 5.4.1.

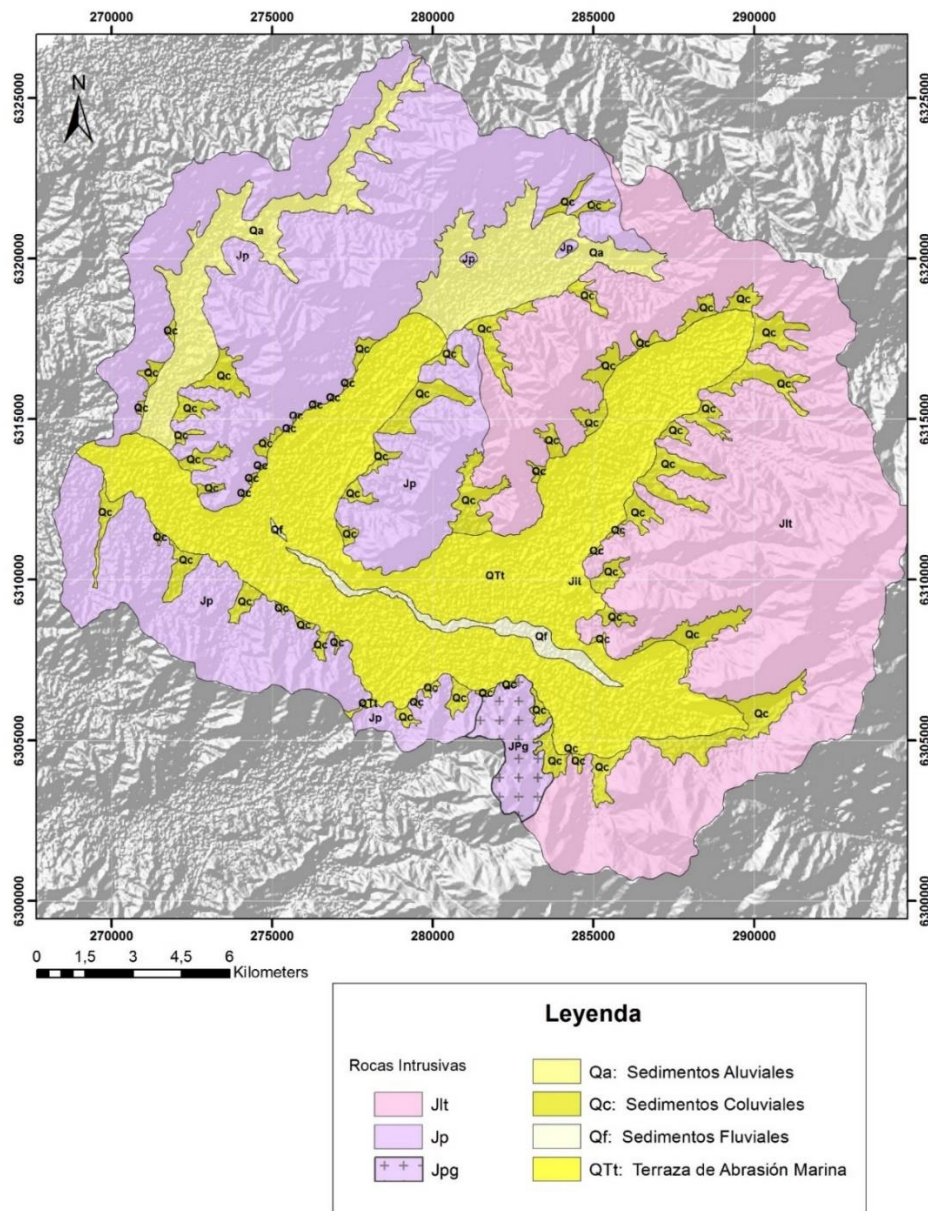


Figura 5.4.1: Valle de Casablanca mapeo escala 1:100.000. Basando en la Carta Geológica Zona Valparaíso-Curacaví. (Gana et al. 1996).

Tabla 5.4.1: Leyenda Ampliada Mapa Geológico Valle de Casablanca escala 1:100.00. (Gana et al. 1996).

Leyenda Ampliada	
Qa: Depósitos Aluviales	Sedimentos no consolidados, ubicados en zonas de llanura; comprenden principalmente depósitos fluviales con depósitos gravitacionales interdigitados (flujos de barro, flujos de detritos), compuestos por gravas, arenas y limos. Hospedan placeres auríferos
Qc: Depósitos Coluviales	Sedimentos no consolidados, ubicados en las cabeceras de las quebradas; comprenden principalmente depósitos gravitacionales correspondientes a flujos en masa, matriz-soportados, de muy mala selección granulométrica, que pueden incluir desde bloques hasta arcillas, interdigitados con lentes de arenas y gravas generados por pequeños cursos de agua, permanentes o esporádicos.
Qf: Depósitos Fluviales	Sedimentos no consolidados de cursos fluviales activos. Predominan facies de relleno de canal con base erosiva, constituidas por gravas clastosoportadas, compuestas por bolones redondeados a bien redondeados de baja esfericidad, en parte imbricados; lentes de arenas con estratificación plana-horizontal y cruzada y escasos limos finamente laminados. Hospedan placeres auríferos
QTt: Terraza de Abrasión	Unidades morfológicas de erosión marina, labradas sobre intrusivos paleozoicos y jurásicos y formaciones sedimentarias terciarias (Tn, TQpa), preservadas en la zona costera, a cotas variables entre los 40 y 550 m s.n.m. Dentro de este grupo se incluyen terrazas de abrasión sin cubierta sedimentaria, terrazas con una cubierta de arenas cuarzosas, posiblemente marinas, y terrazas con cubierta aluvial. Hospedan placeres auríferos
Jlt: Roca Intrusiva	Predominantemente tonalitas y granodioritas de anfíbola-biotita. Rocas de color gris claro, grano medio a grueso, con escasas (<1%) inclusiones microdioríticas subredondeadas; textura hipidiomórfica granular, contenido de plagioclasas zonada, ocasionalmente con bordes mirmekíticos, ortoclasas y microclina peritítica, hornblenda reemplazada por biotita, que aparece también en grandes láminas automorfas entrecrecidas en forma lamelar con esfeno. Abundante apatito, circón y epidota accesorios, así como opacos granulares asociados a los minerales máficos.
Jpg: Roca Intrusiva	Granitos, tonalitas y granodioritas de hornblenda-biotita, de color gris claro amarillento, grano medio a fino, con textura alotriomórfica granular, localmente gnéicas; cristales con bordes interdigitados, texturas de reabsorción en cuarzo, intercrecimientos mirmekítico en bordes de plagioclasa, feldespatos con estructura zonal y bordes micrográficos en ortoclasa micropertítica. Las variedades gnéicas muestran grandes cristales de cuarzo rodeados por una trama granobasáltica de cuarzo recristalizado y biotita lepidoblástica.
Jp: Roca Intrusiva	Tonalitas de hornblenda-biotita y monzodioritas cuarcíferas que forman un Plutón de 42 km de longitud. Rocas de color gris medio, grano muy variable desde grueso a fino, que contiene abundantes inclusiones básicas alargadas (1-10% , ... , paralelas, de 0,1-1 m de longitud. Presentan texturas alotriomórfica granular e inequigranular

	seriada, con plagioclasas micropertíticas de bordes mirmekíticos, anfíbola con embahíamientos de plagioclasa e inclusiones poikilíticas de cuarzo.
--	--

En la Figura 5.4.1 es posible reconocer cuatro unidades de depósitos cuaternarios los que se asocian a distintos procesos geomorfológicos. En primer lugar, es posible apreciar que el valle, casi en su totalidad, corresponde a un nivel de terraza de abrasión marina con una cubierta aluvial producto de las características de la zona y de mapeos de mayor detalle en Contreras et al. (2015). Los depósitos aluviales son los segundos más relevantes en cuanto a su abundancia y se ubican en la cabecera de la quebrada central y rellena por completo la quebrada oeste, la cual se diferencia por ser más angosta que sus vecinas. Los depósitos coluviales se reconocen en cada ladera y una de sus características relevantes es su mala selección, lo que implica que estos suelos posean material de distinta granulometría, variando desde gravas a arcillas. Finalmente los depósitos fluviales inciden sobre el nivel de terraza y se caracterizan por ser gravas redondeadas clastosoportadas.

5.4.2 Datos Hidrológicos Valle de Casablanca

Para poder tener una mayor claridad sobre las condiciones de saturación del suelo se utilizaron datos de la DGA con respecto al nivel estático de todos los pozos ubicados en el Valle de Casablanca. Este nivel indica a qué profundidad se encuentra el agua en cada pozo.

Se obtuvieron datos para 28 pozos ubicados en el valle los cuales se muestran en la siguiente tabla (Tabla 5.4.2) junto a su ubicación en coordenadas UTM. Además en el mapa (Figura 5.4.2) se muestra la ubicación de los pozos y su distribución en el Valle de Casablanca.

Tabla 5.4.2: Ubicación UTM de los Pozos. Valle Casablanca

UTM x	UTM y	Nombre Pozo
6313177	286614	Fundo La Vega
6309365	284292	Fundo el Tapihue
6319938	272167	Fundo la Playa
6321902	274453	Fundo lo Orzco
6321864	274143	Hacienda lo Orozco
6322056	277093	Fundo la Viña
6312407	274363	Fundo Santa Rosa
6311841	273910	Fundo Santa Rosa 2
6312359	272345	Fundo Santa Amalia
6311272	281377	Fundo Santa Inés
6309375	279246	Fundo Santa Esmeralda
6315446	277865	Fundo Loma Larga
6310409	275962	Fundo el Mirador
6321408	274387	Hacienda lo Orozco 2

UTM x	UTM y	Nombre Pozo
6310338	275550	Fundo Santa Rosa 3
6314622	287877	Mina de Agua
6317654	272014	Fundo Santa Rita
6313839	267132	Ap. Las Dichas
6318208	280029	Embalse lo Ovalle Bajo
6311576	275780	La Rotunda
6304717	285973	Plaza Peaje Zapata
6307233	281313	Parcela 4 Mundo Nuevo
6307093	283282	P.C. D-3 Santa Marta
6311812	276654	Agroindustria Casablanca
6306573	286242	Fundo la Vinilla
6306641	286551	Fundo Maucolen
6320417	283710	Sector el Carpintero
6319695	283104	Cymeneyen

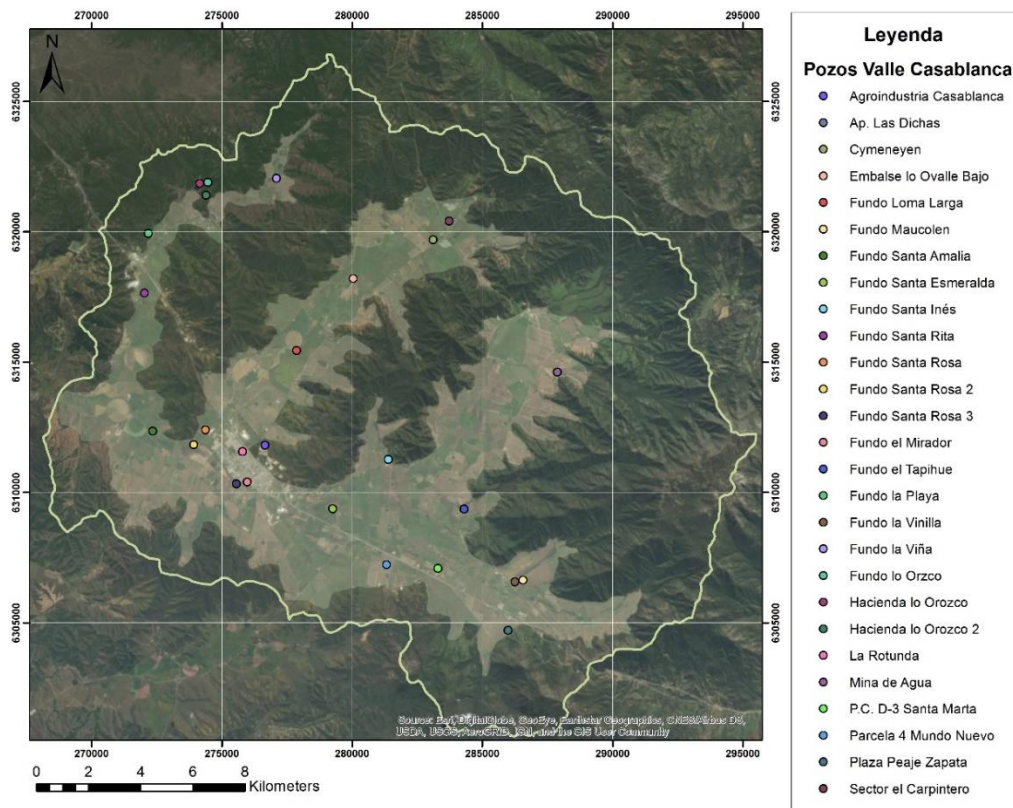


Figura 5.4.2: Ubicación de los pozos en el Valle de Casablanca

A partir del registro histórico de cada uno de estos pozos se graficó la variación del nivel estático a través de los años. Si bien cada pozo tiene un comportamiento particular, es posible observar que en la tendencia general es la disminución del nivel estático con los años. Esto se puede observar claramente en los gráficos mostrados a en la Figura 5.4.3, donde se muestran cuatro pozos que se consideraron representativos de la tendencia del comportamiento del nivel freático en el valle.

En el pozo P.C D-3 Santa Rita ocurre lo contrario, es decir, el nivel estático aumenta con el pasar de los años representando la única excepción. Esto se muestra en la Figura 5.4.4

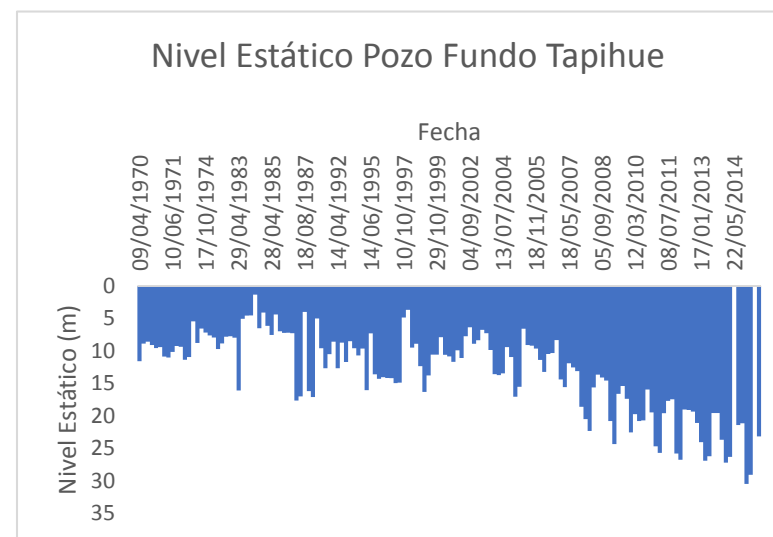
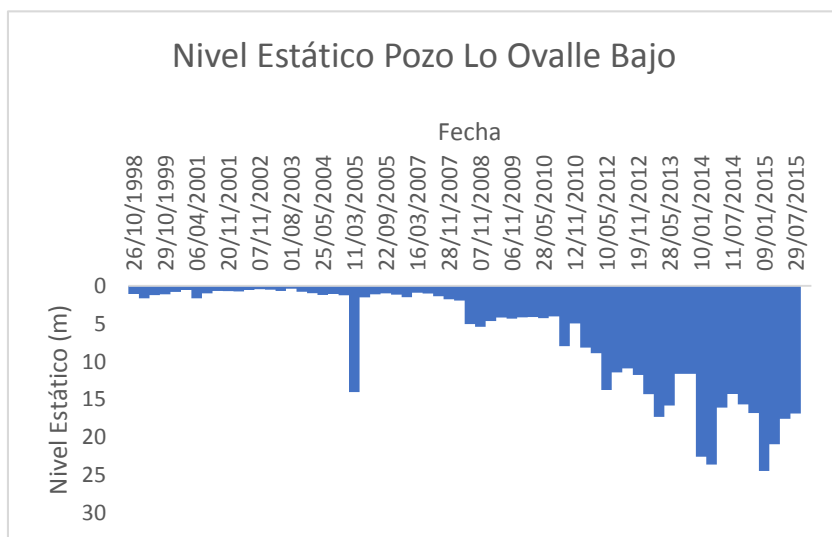
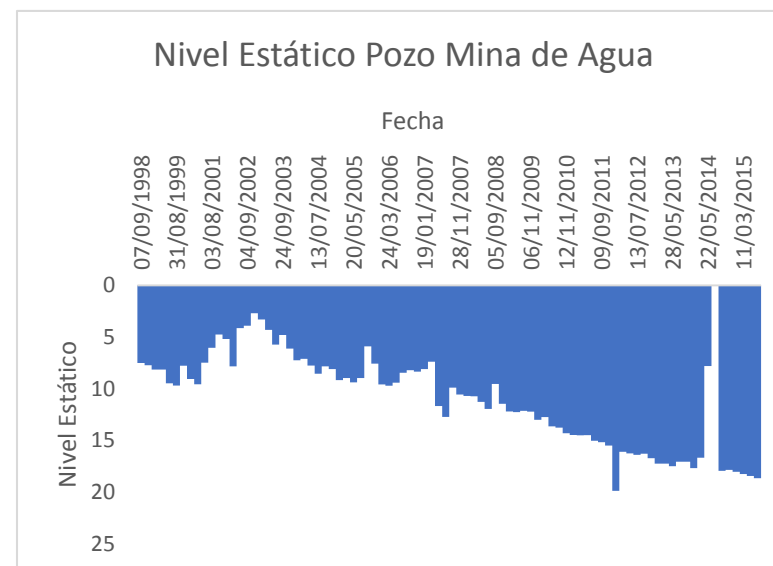
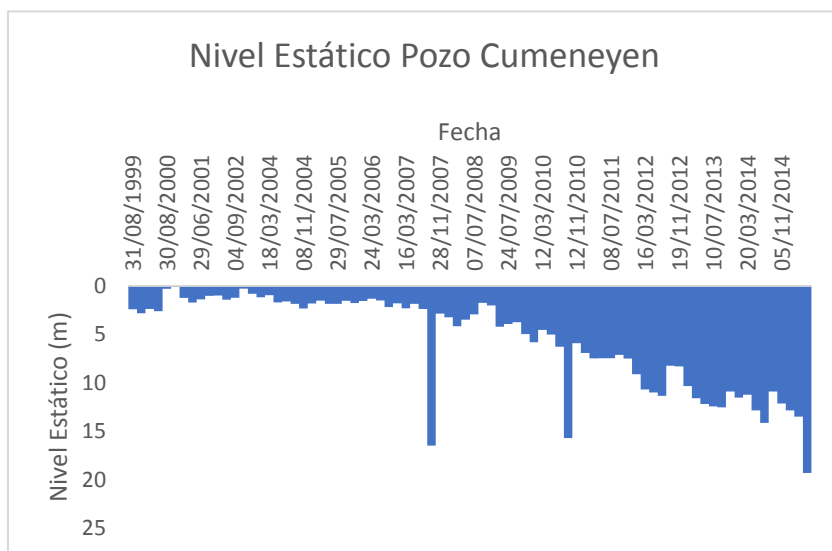


Figura 5.4.3: Gráficos de cuatro pozos del Valle de Casablanca. Es posible observar como se ha comportado el nivel estático en cada uno de ellos a lo largo de los años.

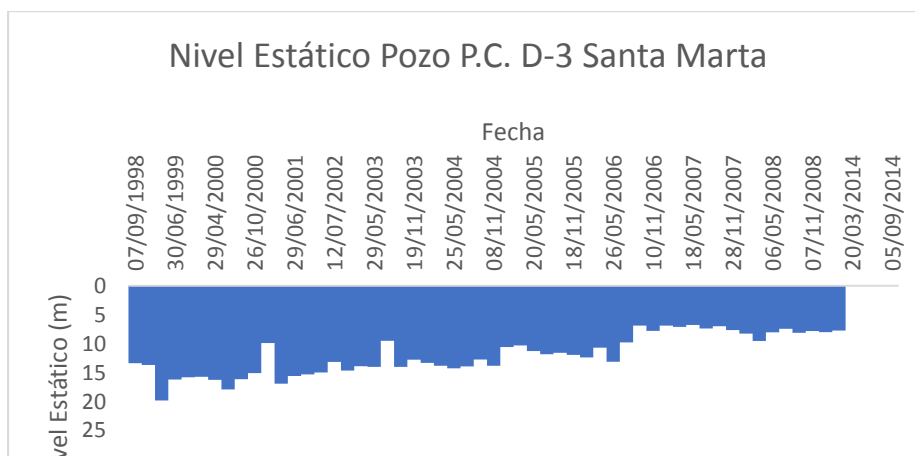


Figura 5.4.4: Variación del Nivel estático Pozo Santa Marta Valle de Casablanca.

5.5 Teledetección de Arcillas

Los resultados que a continuación se muestran corresponden a una metodología exploratoria. Se reconoce la importancia que juegan los distintos tipos de arcilla en la vitivinicultura, por lo que se lleva a cabo para el Valle de Copiapó, que es el que se encuentra más al norte y presenta menos vegetación en las laderas, lo que facilita este tipo de análisis.

Esta metodología destaca mediante colores las distintas zonas donde se pueden reconocer diversos tipos de arcillas en base a sensores remotos. La imagen satelital utilizada para el análisis corresponde a una imagen ASTER obtenida durante los meses de verano del año 2007 y con una cubierta de nubes menor al 10%.

Como es posible apreciar en la Figura 5.5.1, las arcillas que fueron reconocidas en esta zona corresponden a la illita y la caolinita, sin la presencia de montmorillonita ni vermiculita. Estas arcillas fueron identificadas con el software *ENVI* y luego corregidas de manera manual dejando sólo aquellos datos con las mejores correlaciones.

Es posible observar que los distintos tipos de arcillas reconocidos se ubican en sectores diferentes de la zona de estudio. Las illitas se ubican preferentemente hacia el sureste del mapa, sin tener mayor incidencia sobre las zonas de cultivo mientras que las zonas mapeadas como caolinita se observan como un franja al lado este del mapa y además asociada a actividad minera (Mina Candelaria), lo cual debido a su cercanía a las zonas cultivadas, podría influir en estas.

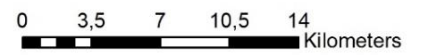
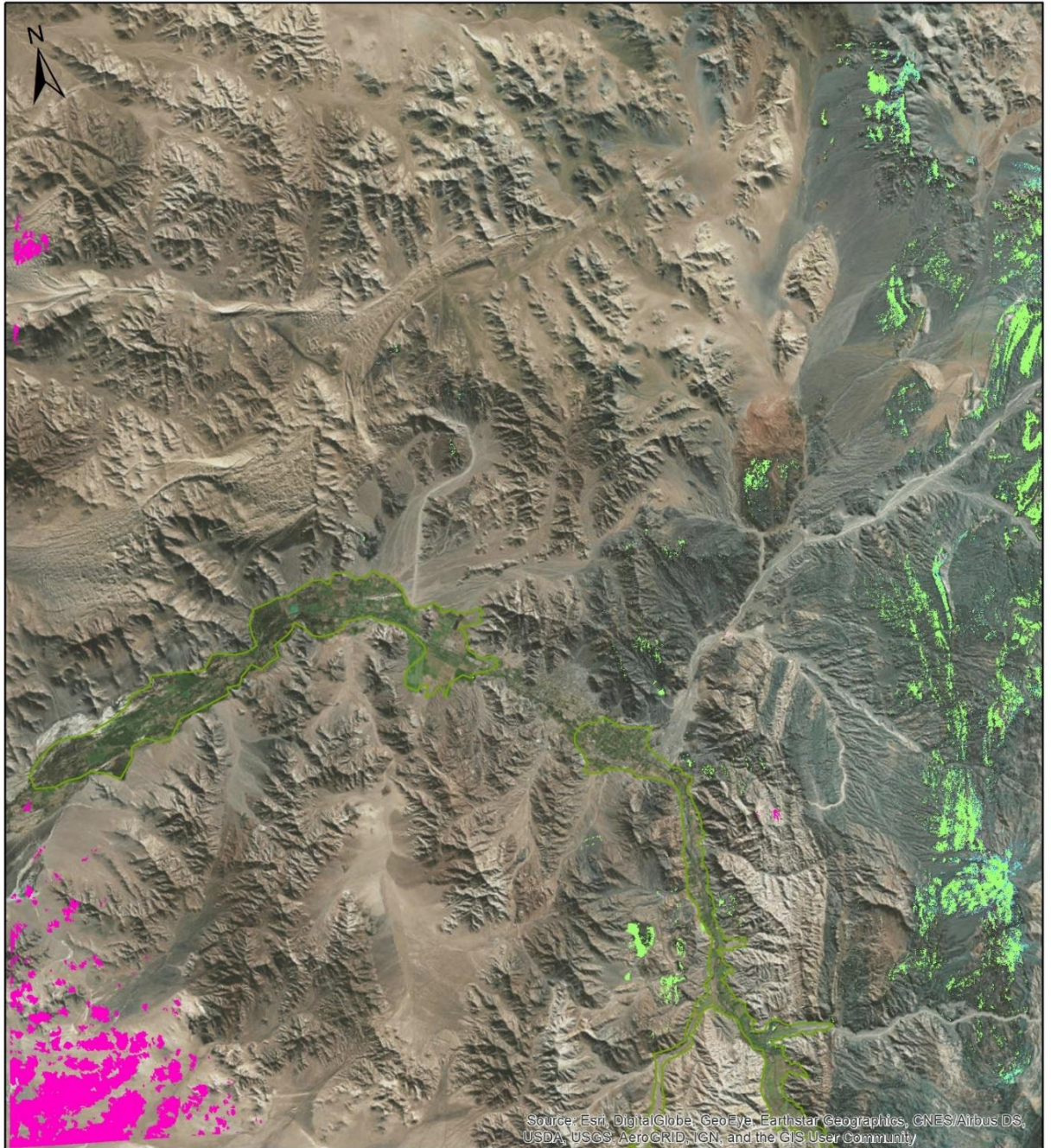


Figura 5.5.1: Mapeo de Arcillas en sección del Valle de Copiapó. Elaboración propia.

6 CAPITULO VI: DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este capítulo es discutir los resultados obtenidos, observando tanto las metodologías aquí utilizadas como la información disponible para este trabajo.

Si bien no se discuten los resultados obtenidos para cada valle, se reconocen factores comunes para las distintas regiones vitivinícolas de Chile en cuanto a su geología.

Además, se incluyen las recomendaciones pertinentes a cada metodología.

6.1 Características geológicas y Denominaciones de Origen

6.1.1 Definición de los Valles

“El material parental es el estado inicial de un sistema de suelos y corresponde al material a partir del cual el suelo es originado” (Jenny, 1941 en Hueng et al., 2013). Los diversos tipos de suelos, con sus propiedades físicas y químicas, están fuertemente influenciado por el material parental (Hueng et al., 2013). Es en este contexto que es relevante comprender la importancia que el material parental juega en el desarrollo de suelos y como estos factores determinan, hasta cierto punto, cuan apto es un terreno para una producción agrícola determinada.

Como se observa en la Figura 5.1.1 se definieron en primer lugar los 14 valles vitivinícolas que se reconocen en las denominaciones de origen chilenas. Estos valles, sin embargo, fueron definidos como las zonas bajas topográficamente, donde se reconoce la actividad agrícola y no engloban la geología completa del entorno. Es por este motivo que se incorporaron conceptos y delimitaciones hidrográficas ya existentes, con las cuencas, subcuencas y subsubcuencas generadas por la Dirección General de Aguas (DGA).

El objetivo de esta metodología consistió en incorporar una zona de influencia geológica alrededor del valle, lo que culminó con las delimitaciones observadas en la Figura 5.1.2. Cada cuenca es delimitada por la divisoria de aguas la cual representa una línea que va por las cumbres e indica que toda el agua lluvia que caigan dentro de su límite serán recogidos por los ríos principales de la respectiva cuenca. Esto implica que el material que se erosione desde las laderas transportará y depositará en las laderas o en los ríos principales y seguirá el mismo flujo que sigue el agua dentro de la cuenca.

La incorporación de una zona de influencia geológica sobre el valle y sus suelos busca poder incorporar, en un primer acercamiento y a una escala regional, información sobre el origen de un terreno, es decir, si este va a corresponder a un suelo originado a partir de un depósito generado por procesos geológico o si corresponde a un suelo desarrollado in situ sobre alguna roca y cuáles serían sus características en base a la composición y textura del material parental.

Es necesario mencionar que se seleccionaron las sub-subcuencas que se encuentran exclusivamente rodeando el valle definido, dejando fuera aquellas que se ubican en la cabecera de los ríos. Como la mayoría de los valles se encuentran asociado la acción fluvial de un río, siendo las zonas plantadas generalmente depósitos fluviales y aluviales asociados a la acción de este, estos suelos, que es donde ocurre la mayor parte de la actividad agrícola, no incorporarán únicamente rocas pertenecientes a las laderas adyacentes, sino que representan toda la trayectoria del río y los distintos tipos de roca que se ha encontrado en su camino.

A pesar de que se incorpora un área alrededor de cada valle, es posible observar que las valles acá definidas son, en la mayoría de los casos, significativamente menor a las áreas establecidas en la zonificación vinícola (Tabla 6.1.1). Esto se debe a que la división realizada para las denominaciones de origen se basa en divisiones administrativas del territorio, lo cual puede o no ir de la mano de las características geográficas del terreno.

Tabla 6.1.1: Tabla comparativa de la extensión de cada valle vitivinícola y la diferencia porcentual con la zonificación del Decreto 464

Valle Vitivinícola	Área Cuenca (ha)	Área Zonificación Vinícola (ha)	Diferencia (%)
Valle de Copiapó	3.257.743,5	505.993,1	84,47
Valle del Huasco	1.819.167,1	33.0324,2	81,84
Valle del Elqui	1.100.514,9	442.132,3	59,82
Valle del Limarí	1.106.540,3	429.000,7	61,23
Valle del Choapa	607.811,5	273.020,4	55,08
Valle del Aconcagua	355.649,7	471.543,1	-32,59
Valle del Casablanca	97.007,1	95.415,1	1,64
Valle de San Antonio	151.750,2	203.509,9	-34,11
Valle del Maipo	1.538.928,7	1.000.117,5	35,01
Valle de Rapel	1.634.521,3	956.385,2	41,49
Valle de Curicó	772.280,1	319.947,2	58,57
Valle del Maule	2.213.975,5	1.343.083,7	39,34
Valle de Itata	554.769,5	728.691,7	-31,35
Valle del Bio Bio	406.515,2	726.155,3	-78,63
Valle de Malleco	786.064,8	519.917,9	33,86
Valle de Cautín	89.918,4	173.352,1	-92,79
Valle de Osorno	727.930,6	355.761,2	51,13

Los valles en donde ocurre lo contrario, es decir, donde su extensión en el Decreto Vinícola es menor que la definida en base a las cuencas hidrográficas, se debe a que su área era compleja de delimitar. Un ejemplo de esto es el Valle de Cautín, cuya extensión es 92% mayor que en las denominaciones de origen. En este caso ni la topografía ni la imagen del valle aportaban información significativa para fijar sus límites, por lo que se utilizó como guía las divisiones comunales de la legislación. Al agregar a esta zona las subsubcuencas hidrográficas, el Valle de Cautín superó sus límites con creces, incorporando a la zona viñedos que hoy día no pueden ser clasificados como pertenecientes a este valle.

Cuando la diferencia es positiva ocurre que viñedos que hoy sí son considerados como pertenecientes a cierto valle vitivinícola queden fuera del análisis. Esto conlleva

que algunos *terroirs* de interés puedan quedar excluidos de la zona demarcada y, por ende, se estaría perdiendo valiosa información.

Debido a esta discrepancia respecto a las zonas definidas acá y la zonificación oficial, es necesario una revisión detallada de la extensión de cada valle. En particular son de interés las zonas en las que se desarrolla una viticultura de alta calidad, en donde la expresión del terroir se dé de forma particular, para así poder ir comparando con más detalle cada zona vitivinícola.

6.1.2 Características Geológicas

El objetivo de la zonificación vitivinícola es establecer zonas de interés, con características únicas que dejen un sello o impronta sobre el vino. Actualmente los valles vitivinícolas chilenos se caracterizan en base a sus condiciones climáticas y la influencia que la geografía tiene sobre el clima.

En este sentido, la caracterización geológica de cada valle apunta a asignarle a cada uno de ellos una impronta adicional: su geología y la historia que las rocas juegan en la evolución geológica de los suelos.

Si bien la información geológica trabajada en esta memoria de título corresponde a un mapa de escala 1:1.000.000, lo cual es muy poco detalle en contraste con la escala de una viña, representa un primer acercamiento a la incorporación de esta información en la visión de la vitivinicultura a escala de valles.

Es necesario mencionar que no se han trabajado ni con los contactos entre las unidades geológicas ni con las estructuras que se adjuntan en el mapa del SERNAGEOMIN. Esto se debe a que los usuarios de este producto (mapa geovitivinícola de Chile) no son geólogos, sino agrónomos, por lo que para ellos la relevancia entre un contacto observado, inferido o cubierto es poca. A su vez, incorporar conceptos de estructuras puede dificultar el entendimiento de la información por lo que se decidió omitir estas características.

A grandes rasgos es posible observar que cada valle presenta características únicas en su contenido geológico, ya sea por la presencia de las rocas que construyen el valle, su disposición espacial o por las unidades morfoestructurales que se encuentran presentes. Considerando también las regiones vitivinícolas, es posible apreciar características distintivas.

En primer lugar, las Regiones de Atacama y Coquimbo presentan similitudes en cuanto a las unidades geológicas que atraviesan los valles y a sus geometrías. Estos corresponden a valles transversales, ubicados en la zona de transición, donde la morfoestructura del Valle Central desaparece y la actividad volcánica es nula. El Valle de Copiapó se encuentra al inicio de la Precordillera y se extiende hacia la Costa, siendo el Valle del Elqui el que abarca la mayor parte de la Cordillera Principal. Las secuencias volcánicas y volcanosedimentarias del Cretácico y Jurásico son una componente relevante en estos valles, junto con los intrusivos que caracterizan a la Cordillera de la Costa.

La Región del Aconcagua es única debido a que abarca el Valle de Casablanca y San Antonio los cuales se ubican dentro del Batolito de la Costa. En estos valles se reconoce la influencia de los granitoides debido a los suelos desarrollados *in-situ*, presentan una particular textura y además climáticamente es relevante la influencia marina sobre la geomorfología de la zona producto de la erosión del mar. El Valle del Aconcagua, sin embargo, se diferencia de estos valles costeros y sus vecinos más al norte.

A pesar de que corresponde al último valle transversal, muestra características similares al Valle del Maipo y en su geología tienen una mayor influencia de los depósitos fluviales y aluviales.

La Región del Valle Central se caracteriza por mostrar una clara diferencia entre la Cordillera Principal y la Cordillera de la Costa, no solo evidenciada por la geografía de la zona, sino que por las distintas rocas que la caracterizan. La Cordillera de los Andes es representada por rocas volcánicas de edad Oligoceno-Mioceno mientras que los cordones costeros son representados por secuencias Cretácicas, Jurásicas, cuerpos intrusivos y en menor medida rocas metamórficas.

En la Región del Sur se comienza a notar una mayor influencia de la actividad volcánica más reciente. Esta se representa por unidades de rocas piroclásticas que comienzan a apoderarse del Valle Central, reemplazando la relevancia de los depósitos aluviales. La Cordillera de la Costa pasa a ser representada principalmente por rocas intrusivas y metamórficas disminuyendo la abundancia de las secuencias volcano-sedimentarias.

Finalmente, la Región Austral muestra diversas características, con una predominancia de rocas metamórficas en la Costa y productos volcánicos recientes hacia el este.

Si bien esta clasificación geológica está realizada a escala regional, esto permite comprender de mejor manera como estas unidades reflejan el proceso de evolución geológica del Chile y el proceso de formación de la Cordillera de los Andes. Esto agrega una característica distintiva a cada valle y apunta a dar valor al patrimonio geológico y vitivinicultura chilena.

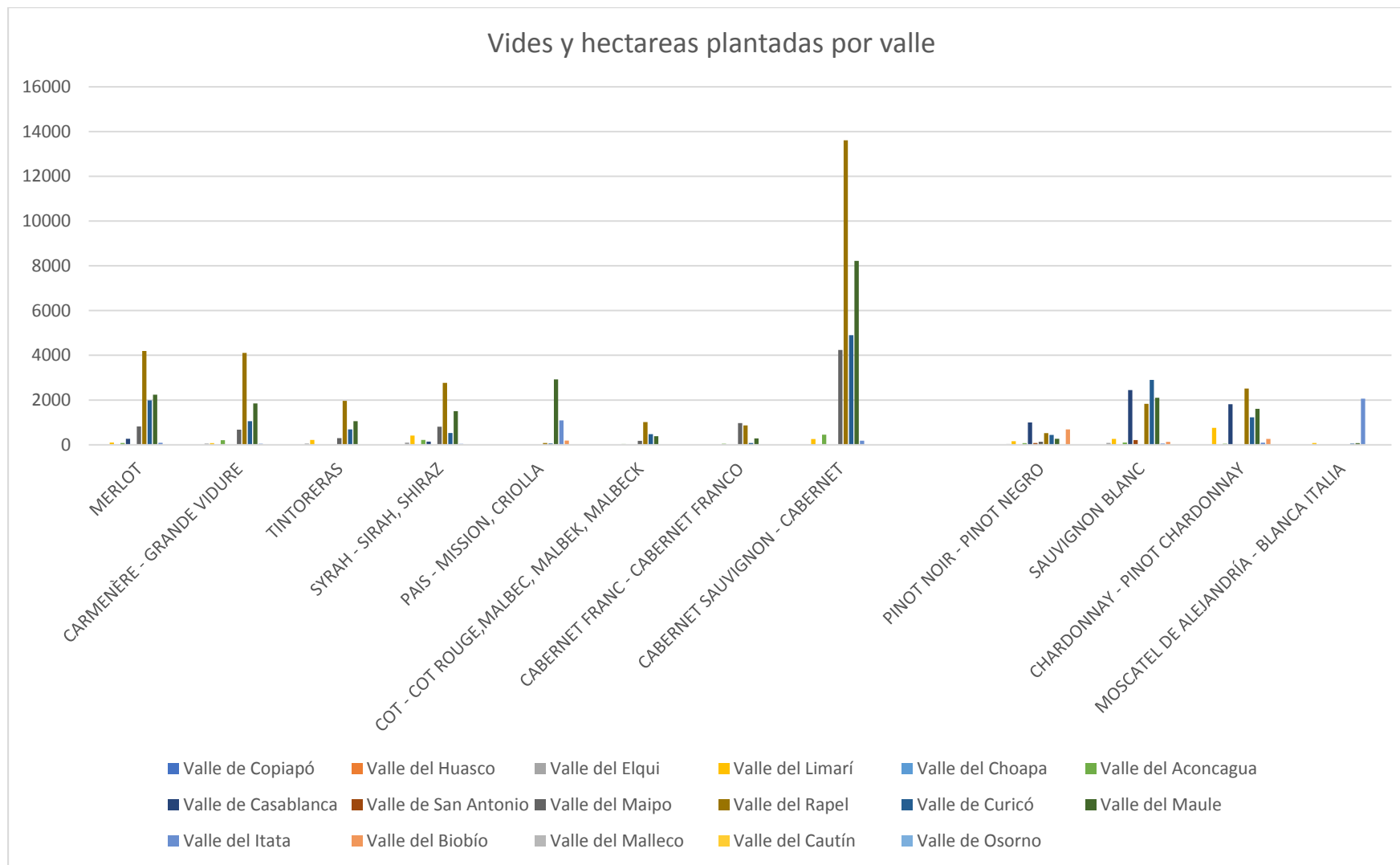
6.1.3 Zonificación de las Variedades

Las distintas variedades de cepas se estudiaron a través de Catastro Vinícola del año 2016. Este informe da cuenta de cuáles son las cepas que se encuentran en los distintos valles, pero no su ubicación dentro de estos.

Si bien es posible observar que las variedades blancas se ubican preferencialmente en los valles al sur del Valle de Biobío y en las zonas costeras de las regiones más cálidas y que las variedades tintas se ubican en mayor proporción en la zona sur, esto no se relaciona con la calidad sino la cantidad del producto. Esta zonificación de las distintas variedades, que se puede observar en la Tabla 6.1.2, es muy amplia para ser comparada con las características geológicas ya que el clima sigue siendo el factor más relevante a considerar por los agricultores.

Para poder cruzar la información vitivinícola y poder comprender de mejor forma las distintas expresiones del *terroir* se hace necesario una información detallada con respecto a la ubicación de las viñas *premium* las que representarían sectores ideales para la vitivinicultura.

Tabla 6.1.2: Distribución de los distintos cepajes en los distintos valles. Datos obtenido del Catastro Vinífero 2016.



6.2 Geomorfología

6.2.1 Geología escala 1:100.000

En el Valle de Casablanca se realizó un mapa de mayor detalle para observar la diferencia entre los diversos procesos geomorfológicos que generan los distintos tipos de depósitos recientes en base a la Carta Geológica escala 1:100.000 de la zona de Valparaíso-Curacaví (Gana et al. 1996). Cada unidad acá definida aporta información con respecto a la granulometría del material, selección de los granos y forma de los granos lo cual es relevante para caracterizar un suelo. Es posible apreciar en la Figura 5.2.7 que estos datos no son proporcionados en el mapa de escala 1:1.000.000 (SERNAGEOMIN 2004), donde la única categoría para los depósitos no consolidados corresponde a Q1 los cuales son caracterizados únicamente como depósitos aluviales.

Un mapeo de mayor detalle no aporta sólo información con respecto a la delimitación del polígono de cada tipo de depósito, sino que además trae consigo una descripción más detallada de los mismos. Esta información es importante para caracterizar, en primera instancia, un suelo que es desconocido, en cuanto a sus componentes de gravas, arenas, limos y arcillas y permite hacer una zonificación inicial en base a estas características.

En particular esta metodología fue realizada solo para el Valle de Casablanca debido a que la digitalización de una carta representa una gran cantidad de trabajo y se encuentra fuera de los alcances del presente estudio. Actualmente el SERNAGEOMIN tiene sus cartas en formato digital por lo que se recomienda que estas versiones sean compradas para poder mejorar el detalle de la información. Este valle además es el valle más pequeño por lo que permite abordar de manera más simple la información.

6.2.2 Mapas de pendiente y orientación

Se realizaron mapas de pendientes para seis valles vitivinícolas caracterizados por el Consorcio I+D de Vinos de Chile como “Valles prioritarios” los cuales corresponden a: Valle de Casablanca, Valle del Maipo, Valle de Rapel, Valle de Curicó, Valle del Maule y Valle de Itata.

Estos mapas entregan información con respecto a las características geográficas del valle y permite observar con claridad las distintas morfologías de las laderas. La pendiente, junto con la orientación de las laderas, representa una información relevante al momento de elegir un terreno para optimizar en particular la llegada de la radiación solar a la vid.

A pesar de ser herramientas sumamente útiles, se recomienda que sean utilizadas para sectores más específicos donde se pueda observar un mayor detalle. Además, deben ser contrastados con datos de terreno para buscar en qué pendientes se ubican los mejores viñedos y con qué orientación. Esta información permitiría, en base a los mapas ya realizados, hacer una zonificación de las zonas aptas para la vitivinicultura.

6.3 Recurso Hídrico

Esta metodología se realizó, al igual que el mapeo a detalle, solamente para el Valle de Casablanca; esto se debe a que el valle tiene una pequeña extensión y por ende la información entregada mediante la ley de transparencia podía ser abordable, en los márgenes de tiempo establecidos. A pesar de lo pequeño del valle se obtuvieron datos históricos para 28 pozos en total, los cuales abarcaban un periodo de aproximadamente 10 años.

Es posible observar en las Figura 5.4.2 que en los pozos seleccionados presentan una clara disminución del nivel estático a lo largo de los años. En el caso del pozo Lo Ovalle Bajo es posible apreciar que el nivel estático disminuye de 2 m a 24 m en un periodo de 10 años. Esta tendencia está relacionada con el desarrollo de la vitivinicultura en el área la cual tiene una historia reciente, provocando la una explotación no equilibrada de los acuíferos del valle.

En el caso del pozo Santa Marta (Figura 5.4.4), se observa la tendencia contraria, donde el nivel estático del pozo aumenta con los años. Esto puede estar asociado a cambios en la dirección de flujo del acuífero producto de cambios generados por la explotación de este. Esto, sin embargo, debe ser comprobado con datos de terreno y con un mapeo de las aguas subterráneas.

La incorporación de esta información en el mapa geo-vitivinicola de Chile apunta a aportar información con respecto a la condición de saturación del suelo. Suelos altamente saturados disminuyen la calidad del fruto, por lo que zonas con niveles estáticos someros no son recomendable para la viticultura.

Todos los datos utilizados en esta metodología son datos encontrados en línea y que la DGA suministra para todos los valles de Chile. Es así como se recomienda realizar esto para todos los valles de Chile y así no solo generar conciencia sobre el uso sustentable del recurso agua, sino que poder utilizar esta información como un dato para la evaluación de un predio.

6.4 Teledetección

El contenido de arcillas de un suelo se relaciona con su capacidad para drenar el agua y permitir el desarrollo de raíces. Entre mayor sea el contenido de arcillas, estas captaran el agua lo que evitará el crecimiento y la penetración de las raíces en el suelo. Por otra parte, el tipo particular de arcilla entrega propiedades particulares al suelo, afectando la fertilidad de este (arcillas con alta capacidad de intercambio catiónico, CIC) y a su estructura (arcillas expandibles que generan agrietamiento del suelo en períodos secos).

En el Valle de Copiapó, donde la vegetación se restringe a los bajos topográficos, es posible analizar mediante teledetección las zonas aledañas al valle con respecto a su contenido de arcillas. Para los valles de regiones más australes esta metodología no puede ser implementada producto que la vegetación cubre, no solo los valles, sino las laderas del entorno.

Esta metodología muestra, en particular para este valle, zonas con arcillas del tipo caolinita en el sector noreste del mapa e illita en el sector suroeste (Figura 5.5.1). Si bien se estas arcillas se encuentran alejadas de las zonas cultivadas en la Figura 6.4.1 es posible observar que hay sectores que presentan caolinita que se encuentran cercanas a las zonas de cultivo. Se observa que las arcillas están asociadas a zonas de actividad minera (mina Candelaria) lo que indica una relación con posibles procesos de alteración hidrotermal. Esto puede indicar que los suelos cercanos a esos sectores pueden presentar un alto contenido de este mineral, siendo una condición desfavorable para la viticultura.

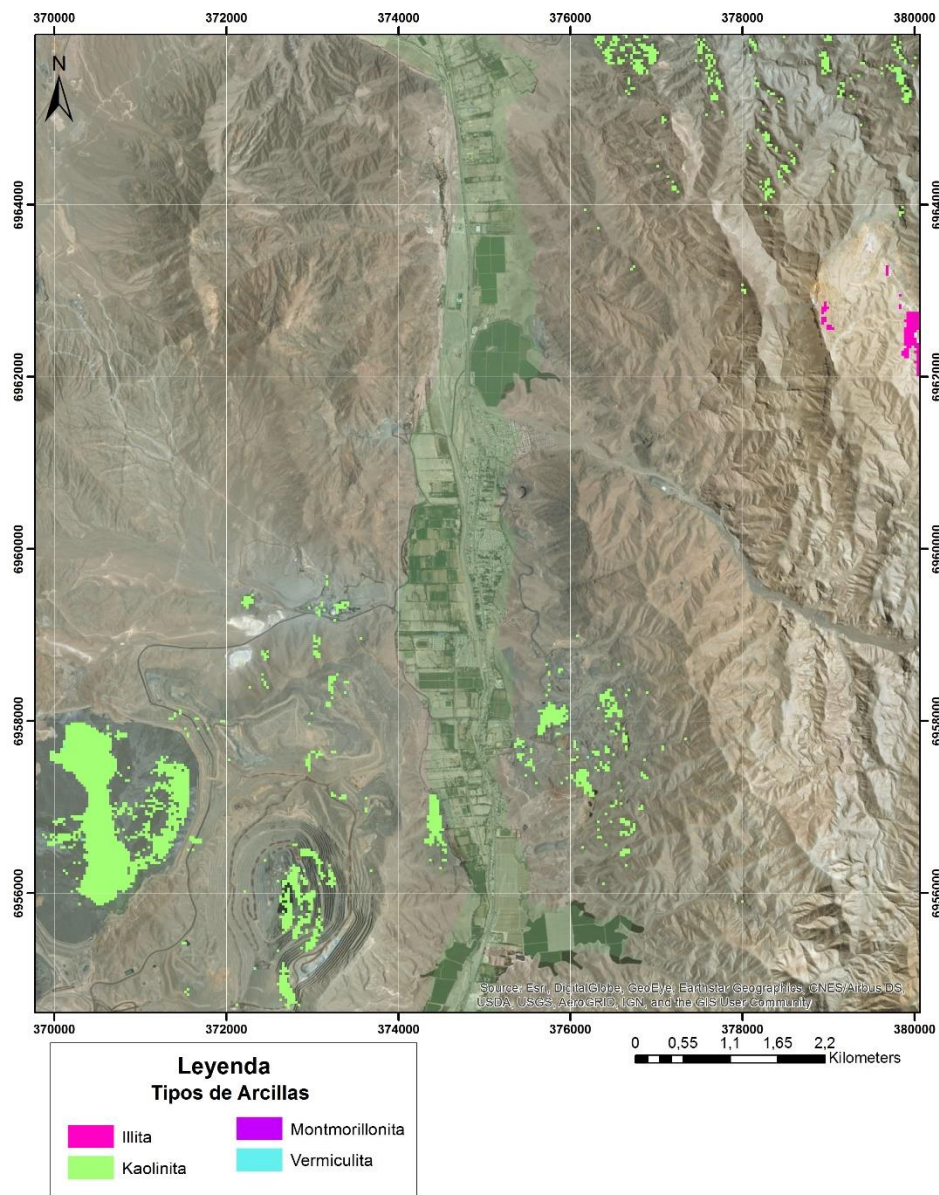


Figura 6.4.1: Mapeo de arcillas sector del Valle de Copiapó

Es necesario, sin embargo, considerar que esta metodología identifica las arcillas que se encuentran en superficie y no está relacionado con los horizontes del suelo en profundidad. Sin embargo, si se observa un alto contenido de este material en la superficie, puede ser un buen primer acercamiento para comprender la composición de un suelo al momento de evaluar un predio agrícola.

La significancia de estudiar distintos minerales de arcillas, y no arcillas en general, permite diferencias en particular a la montmorillonita. Esta arcilla, la cual presenta la capacidad de ser expansiva, es más desfavorable para la viticultura que minerales como la illita y caolinita.

El archivo SWIR de la imagen utilizada tiene una resolución espacial de 30 m, esto indica que los pixeles mapeados como arcilla representan un área de 30x30m. Esto hace que esta información sea útil a escala regional, sin embargo, para un estudio de mayor detalle es necesario un sensor con una mejor resolución o un estudio mineralógico del suelo a escala de cada viñedo.

Dentro de las ventajas de esta metodología es que las imágenes ASTER se pueden descargar de forma gratuita y abarcan todo el territorio. Si bien el sensor SWIR fue dañado después del 2007 y por ende las imágenes necesarias deben ser posteriores a ese año, la geología del entorno no se debiese ver afectada significativamente desde el 2007 a la actualidad. Los elementos que pueden haber cambiado corresponden principalmente a las zonas cultivadas y zonas aledañas a localidades y ciudades.

6.5 Criterios de evaluación de predios agrícolas

Todas las distintas capas de información presentadas en este estudio corresponden a criterios de evaluación para predios agrícolas.

En primer lugar, la comprensión de la geología del entorno de sectores de cultivo entrega información con respecto a la composición y textura de los suelos generados, ya sean desarrollados directamente sobre la roca o sobre depósitos semiconsolidados recientes. La información geológica puede ayudar a prever condiciones físicas y químicas de los suelos de una zona, además de proporciona un valor agregado a las denominación de origen de cada valle, en cuanto a su patrimonio geológico.

La incorporación de información sobre las cuencas hidrográficas de la zona permite darles a los valles vitivinícolas una perspectiva más dinámica, donde cada valle no es una unidad estática, sino que presenta un área de influencia geológica relacionada con los cursos de agua y los distintos procesos geomorfológicos presentes y pasados.

La definición de nuevos valles en la Región de Aysén fue realizada en base a la hidrografía y la geología de la zona. Se eligieron valles, asociados a ríos, cuyo relleno sedimentario permita el desarrollo de la viticultura y, además, previendo que estos se encuentren protegidos de la influencia marina directa. Es por este motivo que las subsubcuencas 2 (Río Simpson) y 3 (Río Baker Cochrane) se ubican en el sector oriental de la Cordillera Patagónica.

La subsubcuenca 1 (Río Palena) presenta características muy similares al Valle de Casablanca, con rocas intrusivas rodeando las planicies, como el caso de valles como el de Casablanca, Itata y el sector de Santa Cruz, dentro del Valle de Colchagua, entre otros. El Valle del Simpson presenta una litología predominantemente volcánica mientras que el Valle del Baker-Cochrane presenta rocas metamórficas en mayor abundancia. Si bien el Valle del Palena presenta características geológicas favorables, comparándola con los valles ya existentes, los Valles del Simpson y Baker pueden representar *terroirs* interesantes, con características geológicas únicas en comparación con el resto del territorio.

Esta zona se encuentra fuertemente afectada por la acción glacial, representado principalmente por los depósitos morrénicos cuaternarios. Estos depósitos, sin embargo, presentan un alto contenido de material arcilloso por lo que no son favorables para la vitivinicultura. Sin embargo, gran parte de los valles seleccionados presentan suelos aluviales al igual que los valles establecidos en la zonificación vinícola chilena. Esto debe ser revisado en mapas de mayor detalle debido a que producto de la escala estos depósitos aluviales (*Q1*) pueden, en realidad, corresponder a depósitos recientes de otro origen, pero de menor distribución espacial, tal como ocurre en el caso del mapeo 1:100.000 en Casablanca

Metodologías de mapeo regionales para identificar zonas aptas para la vitivinicultura han sido realizadas en EEUU en el Valle de Umpque, Oregón (Jones et al, 2004), donde se analizaron factores del terreno (elevación, pendiente y aspecto), del suelo (drenaje, profundidad hasta la roca

madre y pH) y factores climáticos para determinar si un suelo era apto para la actividad agrícola. En la Tabla 6.5.1 es posible apreciar las distintas clases analizadas y el ranking que se le asoció a cada una de estas para la evaluación del terreno.

Tabla 6.5.1: Clasificación de los distintos factores considerados para la evaluación de un terreno agrícola (Jones et al. 2004).

Table 1 Topographic categorization of the landscape in Douglas County and the Umpqua Valley AVA using a 10 meter DEM (elevation, slope, and aspect). Class rankings represent a range of values related to the potential of the landscape for grape growing.					
Elevation (ft.)	Class Ranking	Slope (%)	Class Ranking	Aspect (°)	Class Ranking
0-199	0	< 1 (flat)	0	0-89	0
200-399	1	10-13.4	1	90-134	
400-799	2	5-15	2	135-224	2
800-999	1	15-20	1	225-269	1
1000-1199	0	20-30	0	270-360	0
>1200	-1	> 30	-1		

Estos datos, sin embargo, están basados utilizando como referencia viñas premium de la zona buscando características similares a ellas. En base a eso, esta metodología podría ser utilizada para los valles chilenos, si se dispusiera de información respecto a las actividades particulares de cada valle y sus viñedos.

Si bien, actualmente la zona de Aysén no es apta para la vitivinicultura debido a sus condiciones climáticas, el continuo cambio de estas condiciones podría volver favorable el desarrollo de esta actividad agrícola. Si bien es necesario incorporar más información para poder evaluar este terreno, y se debe considerar la flora y fauna de la zona, en este trabajo de delimitan zonas de posible interés en base a la geología, geomorfología, ubicación e hidrografía.

7 CAPITULO VII: CONCLUSIONES

La geología es un factor relevante para considerar en el cultivo de la vid. Si bien el *terroir* corresponde a una suma de factores, donde es sumamente complejo evaluar la interacción y relevancia de estos componentes; la geología es el “nivel base” sobre la cual se desarrolla un viñedo, donde características geológicas como la litología, la geomorfología, la permeabilidad, el contenido de arcillas, pendiente, orientación de las laderas, entre otros, determinan en gran medida las características del suelo y su capacidad para ser un terreno apto y favorable para la vitivinicultura.

Para la caracterización geo-vitivinícola de Chile se acotó el área de estudio en los 14 valles vitivinícolas los cuales son reconocidos por el Decreto 464 que establece la zonificación vinícola chilena. Estos valles fueron delimitados de manera independiente, a una escala adecuada para su extensión, en base a la topografía, las imágenes satelitales disponibles y las denominaciones de origen. Para cada uno de estos se incorporó el concepto de cuencas hidrográficas generando una zona de influencia de la geología sobre el valle. Finalmente se realizó una descripción general de su geología en base al Mapa geológico a escala 1:1.000.000 generado por el SERNAGEOMIN.

A pesar de que no fue posible apreciar una relación entre las características geológicas con la distribución de las cepas, se reconoce que las cepas presentan una variación tanto norte-sur, donde las cepas blancas y pisqueras se ubican en la zona norte y las variedades tintas se ubican preferentemente hacia el sur, existiendo además una variación este-oeste dentro de un mismo valle donde las variedades blancas se ubican en la Costa y las tintas a los pies de la Cordillera Principal. De la misma forma la geología de los valles vitivinícolas varía de norte a sur, donde al sur abundan depósitos volcánicos recientes y secuencias metamórficas mientras que en las zonas nortes se caracterizan son secuencias volcanosedimentarias y volcánicas junto con rocas intrusivas hacia la costa.

Los valles vitivinícolas chilenos presentan características únicas tanto en su geología, en el clima y los procesos y depósitos geomorfológicos. Esto le confiere a cada valle una identidad impar que permite que distintas cepas se desarrollen de manera singular en los distintos territorios. Independiente de esto, se reconoce que valles de la misma región presentan características similares. Las regiones de Atacama y Coquimbo se caracterizan por los valles transversales y angostos, donde no se reconoce una Depresión Intermedia. La Región del Aconcagua es única debido a los valles que se ubican dentro del Batolito Costero, donde los granitoides determinan las características composicionales y texturales del suelo. La Región Central se caracteriza por evidenciar claramente las unidades morfoestructurales de Cordillera Principal, Cordillera de la Costa y Depresión Central, no solo en la geografía sino también en las rocas que las forman. La Región del Sur destaca por la actividad volcánica reciente y finalmente, la Región Austral por la presencia de rocas metamórficas y productos volcánicos actuales.

Las metodologías exploratorias que se realizaron, tanto para el Valle de Casablanca como para el Valle de Copiapó, evidencia la versatilidad del producto de este trabajo. El Mapa Geovitivinícola de Chile puede ser actualizado constantemente e ir incorporando, a medida que sea pertinente, distintas capas de información que permita comprender mejor la relación entre la geología y la vitivinicultura.

Con respecto a la propuesta de nuevos valles vitivinícolas en la Región de Aysén, si bien a través del estudio de las cuencas hidrográficas y el estudio de la geología de la zona se definieron zonas para el cultivo de la vid, es necesario considerar que el factor climático sigue siendo más

predominante al momento de decidir si el terreno es apto para la vitivinicultura. Actualmente el clima de la región no permite el desarrollo de esta actividad agrícola, por lo el desarrollo de la vid en esta zona implica un escenario drástico de cambio climático.

Todas estas capas de información corresponden a criterios de evaluación de predios agrícolas, permitiendo una mejor comprensión de los valles y agregando características únicas a cada uno de estos para las denominaciones de origen

8 BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, P., Aguirre-Urreta, M., Godoy, E., Ramos, V. (1996). Estratigrafía del Jurásico de la Cordillera Principal de Argentina y Chile (33°45' -34°00' S). VIII Congreso Geológico Chileno. Antofagasta.

Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R., Kausel, E. (2010). The West Andean Thrust, the San Ramon Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, 29.

Biblioteca del Congreso Nacional (2017) Clima y Vegetación Región del Maule, Chile Nuestro País. Santiago, Chile. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7/clima.htm>.

Castillo, P., Townley, B., Aburto, F. 2017b. REE Distribution in cultivated and no cultivated soils in two viticultural areas of Central Chile: Mineralogical, Pedological and Anthropogenic influences. 2017 AGU Fall Meeting. New Orleans-USA.

Castillo, P., Serra, I., Townley, B., López, S., Flores, P. 2017a. Biogeochemical association of soil and nutrients in cv. Carmenere and Pinot Noir berries: Applied study in four vineyards of Central Chile. 40th Congress of Vine and Wine. Sofía-Bulgaria.

Castillo-Lagos, P., Townley, B., Contreras, M., Serra, I., Flores, P., Turner, N., Mann, A. 2016. Rare earth elements (REE) geochemistry as tracers of pedogenetic processes and parent materials in viticultural soils from Central Chile. 1er Encuentro de jóvenes investigadores en Ciencias del Suelo. Valdivia-Chile.

Castillo, P., Townley, B., Contreras, M., López, S., Cortés, E. 2015. Análisis geoquímico de suelos derivados de granitoides en los valles de Casablanca y Santa Cruz. XIV Congreso Geológico Chileno. La Serena-Chile.

Charrier, R., Baeza, O., Elgueta, S., Flynn, J. J., Gans, P., Kay, S. M., Zurita, E. (2002). Evidence for Cenozoic extensional basin development and tectonic inversion south of the flat-slab segment, southern Central Andes, Chile (33°–36° S.L.). *Journal of South American Earth Sciences*, 15 (1), 117-139.

Charrier, R., Bustamante, M., Comte, D., Elgueta, S., Flynn, J.J., Iturra, N., Muñoz, N., Pardo, M., Thiele, R., Wyss, A.R. (2005). The Abanico Extensional Basin: Regional Extension, Chronology of Tectonic Inversion and Relation to Shallow Seismic Activity and Andean Uplift. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 236, 43-77.

Charrier, R., Farías, M., Maksaev, V. (2009). Evolución tectónica, paleogeográfica y metalogénica durante el Cenozoico en los Andes de Chile norte y central e implicaciones para las regiones adyacentes de Bolivia y Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65 (1), 5-35.

Charrier, R., Pinto, L., Rodríguez, M.P. (2007). Tectono-stratigraphic evolution of the Andean orogen in Chile, en: Gibbons, W. y Moreno, T. (Eds.), *Geology of Chile* (pp. 21-114). Londres. The Geological Society.

Consortio de Vinos de Chile (2018). Chile: Paraíso vitivinícola en una geografía única. Santiago, Chile. Recuperado de: <http://www.winesofchile.org/es/historia-geografia/chile-para%C3%ADso-vitivin%C3%ADcola-en-una-geograf%C3%ADa-%C3%BAnica>

Contreras, M., Castillo P., Lagos, F., Farías, M., Townley, B. 2015. Geología y Petrografía de dos viñas en los valles vitícolas de Casablanca y Santa Cruz, Chile Central. XIV Congreso Geológico Chileno. La Serena-Chile.

Contreras, M. 2017. Estudio geológico, petrográfico y granulométrico del material parental de suelos vitivinícolas de la Zona Central de Chile. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Concepción. Concepción. 129 pp.

Departamento de Geología, Universidad de Chile, 2010. Caracterización De Riesgos Naturales Para El Desarrollo De Un Programa Núcleo-Eléctrico En Chile. Informe elaborado para la Comisión de Energía Nuclear.

Director General de la OIV (2010). Resolución OIV/VITI 333/2010, Definición de “Terroir” Vitivinícola. Recuperado de: <http://www.oiv.int/public/medias/380/viti-2010-1-es.pdf>

Errázuriz, C. (2010) Indicaciones Geográficas Y Denominaciones De Origen. Propiedad Intelectual En Progreso. Revista Chilena Del Derecho, Santiago, Chile.

European Comission, 2013. Geographical-indications. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/trade/policy/accessing-markets/intellectual-property/geographical-indications/>

Farias, M., Charrier, R., Carretier, S., Martinod, J., Fock, A., Campbell, D., Comte, D. (2008). Late Miocene High And Rapid Surface Uplift And Its Erosional Response In The Andes Of Central Chile (33–35 S). *Tectonics*, 27 (1).

Fock, A. (2005). Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de los Andes de Chile central entre los 33o y los 34oS (Tesis de Magister). Universidad de Chile. Santiago.

Fock, A., Charrier, R., Maksaev, V., Farías, M., Alvarez, P. (2006). *Evolución Cenozoica de los Andes de Chile Central (33o-34oS)*. XI Congreso Geológico Chileno. Antofagasta.

Franzese, J. R., & Spalletti, L. A. (2001). Late Triassic–early Jurassic continental extension in southwestern Gondwana: tectonic segmentation and pre-break-up rifting. *Journal of South American Earth Sciences*, 14(3), 257-270.

Giambiagi, L., Alvarez, P. P., Bechis, F., & Tunik, M. (2005). *Influencia de las estructuras de rift triásico-jurásicas sobre el estilo de deformación en las fajas plegadas y corridas de Aconcagua y Malargüe, Mendoza*. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (4), 662-671.

Gregory, V. (2005) *Climate Change and Global Wine Quality*. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-005-4704-2>.

González, P. (2010). *Geología y geomorfología del Complejo de Remoción en Masa La Engorda, Chile Central (Memoria de título)*. Universidad de Chile. Santiago.

Gubler, W. D., Smith, R. J., Varela, L. G., Vasquez, S., Stapleton, J. J., & Purcell, A. H. (2008). *UC IPM Pest Management Guidelines: Grape, UC ANR Publication 3348, Diseases*.

Hepp, C 2014. Caracterización Agroclimática de la Región de Aysén. Centro de Investigación INIA Tamel Aike. Recuperado de: <http://repositoriodigital.corfo.cl/bitstream/handle/11373/3034/Informe%20final%20taxonomia%20suelos%20libro%201.pdf?sequence=2>

Huggett, J. M. (2006). *Geology and wine: a review*. *Proceedings of the Geologists' Association*, 117(2), 239-247.

Imre, S. P., & Mauk, J. L. (2009). *Geology and wine 12. New Zealand terroir. Geoscience Canada*, 36(4).

Instituto Nacional de Propiedad Industrial INAPI (2018) *¿Qué son las indicaciones geográficas y las denominaciones de origen?* (2018) Santiago, Chile. Recuperado de: <https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-article-750.html>.

Jones, G. V., Snead, N., & Nelson, P. (2004). *Geology and wine 8. Modeling viticultural landscapes: A GIS analysis of the terroir potential in the Umpqua Valley of Oregon. Geoscience Canada*, 31(4).

Lagos, F. 2015. Geomorfología del terroir en Malvilla y Tapihue, Región de Valparaíso, Chile. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile. Santiago. 50 pp.

López, S., Castillo, P., Serra, I., Townley, B. Flores, P. 2017a. Geological and hydrogeological influences in the development of roots in viticulture, study in four vineyards of the Central Zone of Chile. 40th Congress of Vine and Wine. Sofía-Bulgaria.

Mackenzie, D. E., & Christy, A. G. (2005). *The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. Water Science and Technology*, 51(1), 27-37.

Montes, C., Pérez-Quezada, J. F., Peña-Neira, A., & Tonietto, J. (2012). *Climatic potential for viticulture in Central Chile. Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18(1), 20-28.

Mpodozis, C., Ramos, V. A. (2008). *Tectónica jurásica en Argentina y Chile: extensión, subducción oblicua, rifting, deriva y colisiones. Revista de la Asociación geológica Argentina*, 63 (4), 481-497.

Nahrwold, H., 2014. "Vinos de Chile". Segunda Edición, Editorial Contrapunto. Santiago, Chile.

OIV (2001). *Acuerdo por el que se crea la Organización Internacional de la Viña y el Vino. París.* Recuperado de: <http://www.oiv.int/public/medias/2213/es-oiv-accord-20010403.pdf>

Poblete, J., Luca, R., Soto, C., Santelices, R., López, L., Guzmán, C., Townley, B., Peña, A. 2007. *Geochemical and mineralogical soil study of the Veramonte vineyard, Casablanca valley, central coastal Chile. 23rd International Applied Geochemistry Symposium (IAGS23), Oviedo, Spain, 14-19 June, 2007. Proc., abstract p 183.*

Ramos, V. A. (2008). The basement of the Central Andes: the Arequipa and related terranes. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 36, 289-324.

Rauld, R. (2011). Deformación cortical y peligro sísmico asociado a la falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33° S). Santiago, Chile: PhD. thesis in Science of Geology, Universidad de Chile.

Rivano, S., Godoy, E., Vergara, M., & Villarroel, R. (1990). Redefinición de la Formación Farellones en la Cordillera de los Andes de Chile Central (32-34 S). *Andean Geology*, 17(2), 205-214.

Sanchoyarto, R. (2017). *Viticultura: Clima y Viñedo.* Recuperado de: <http://www.aprenderdevino.es/clima-vinedo/>.

Sanchoyarto, R. (2017) *Viticultura: Amplitud Térmica y Viñedo.* Recuperado de: <http://www.aprenderdevino.es/amplitud-termica-uvas/>

Scheuber, E., Bogdanic, T., Jensen, A., & Reutter, K. J. (1994). Tectonic development of the north Chilean Andes in relation to plate convergence and magmatism since the Jurassic. In *Tectonics of the southern central Andes* (pp. 121-139). Springer, Berlin, Heidelberg.

Senado Chile (1994). *Decreto N°464: Establece Zonificación Vitícola y Fija Normas para su Utilización. Recuperado de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile* <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13601>.

Seguin, G. (1986). 'Terroirs' and pedology of wine growing. *Experientia*, 42(8), 861-873.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (2016). *Catastro vitícola nacional. Santiago, Chile. Recuperado de: <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/catastro-viticola-nacional/1490/publicaciones>.*

SERNAGEOMIN, 2004. *Mapa Geológico de Chile: versión digital, escala 1:1.000.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, N°4, Chile. 235 pp.*

SERNAGEOMIN, 1996. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA VALPARAISO-CURACAVÍ ESCALA 1:100.000.

Scheuber, E., Bogdanic, T., Jensen, A., & Reutter, K. J. (1994). Tectonic development of the north Chilean Andes in relation to plate convergence and magmatism since the Jurassic. In *Tectonics of the southern central Andes* (pp. 121-139). Springer, Berlin, Heidelberg.

Shreve, R. L. (1967). Infinite topologically random channel networks. *The Journal of Geology*, 75(2), 178-186.

Strahler, A. N. (1952). *Dynamic basis of geomorphology. Geological Society of America Bulletin*, 63(9), 923-938.

Townley, B., 2011, "Geología, Geoquímica y Vinos". En: *Seminario Geología, Terroir y Vins, Agosto 4 de 2011, Universidad Andrés Bello, Santiago.*

Townley, B., 2010. "Chile Geológico". *Universidad de Chile. Santiago.*

Van Leeuwen, C. and Seguin, G., 2006. The concept of terroir in viticulture. *Journal of wine research*, 17(1), pp.1-10.

Van Leeuwen, C. (2010). Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. In *Managing wine quality: Viticulture and wine quality*(pp. 273-315).

Vaudour, E. and Shaw, A.B., 2017. A worldwide perspective on viticultural zoning. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 26(2), pp.106-115.

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1: Leyenda Mapa SERNAGEOMIN

LEYENDA

	SECUENCIAS SEDIMENTARIAS	SECUENCIAS VOLCANOSEDIMENTARIAS	SECUENCIAS VOLCANICAS	ROCAS INTRUSIVAS	ROCAS METAMORFICAS	
Cuaternario	Qan Holoceno Depósitos de origen antrópico: tranques de retave y depósitos de material estéril de la gran minería de cobre, rellenos sanitarios.		Q3i Cuaternario Estratovolcánicos y complejos volcánicos: lavas básicas a ríolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesítico-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcálicos; adakíticos al sur de los 47°S. En la Cordillera Principal, regiones I a III: volcanes Taqúapa, Pampaocota, Láscar y Ojos del Salado. Principalmente holocenos en la Cordillera Principal, regiones Metropolitana a X; volcanes San José, Peñero, Antuco, Llaima, Villarica, Osorno y Calbuco, entre otros, en la Cordillera Patagónica, regiones XI a XIII: volcanes Hudson, Lauquar y Monte Burney. En Antártica: Isla Deception.			
	Q1 Pleistoceno-Holoceno Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa, en menor proporción fluvio-glaciales, delataos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX; adakíticos mixtos de depósitos aluviales y fluvio-glaciales con intercalación de depósitos volcanoclasticos.			Q3t Cuaternario Depósitos de flujo piroclástico, localmente solidados. En la Cordillera Principal, regiones I a III: Ignimbritas Tuyajto, Cayón, Chato Alakad.		
	Qf Pleistoceno-Holoceno Depósitos fluviales: gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y lunuras de inundación.			Q3av Cuaternario Depósitos de avalancha volcánica, asociados a colapso parcial de edificios volcánicos. En la Cordillera Principal, regiones I a VII: avalanchas de Pampaocota, Ollague, Socompa, Colón-Coya y Teno.		
	Qm Pleistoceno-Holoceno Depósitos litorales: arenas y gravas de playas actuales.					
	Qa Pleistoceno-Holoceno Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos. En la Depresión Central, regiones I a III: abanicos aluviales.					
	Q1g Pleistoceno-Holoceno Depósitos morrenos, fluvio-glaciales y glaciales: diamantos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. En la Cordillera Principal, regiones I a IV, en la Depresión Central, regiones IX y X, en regiones XI y XII: lobos morrenos en el frente de los lagos proglaciales, abanicos fluvio-glaciales frontales o varves en la ribera de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del Pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue (1; 35-14.2 ka); Santa María (2; 262-152 ka); Río Llico (3; 480-338 ka) o Catrovi (4; 687-612 ka).					
	Qe Pleistoceno-Holoceno Depósitos eólicos: arenas finas a medias con intercalaciones litoclasticas en dunas y sarpeles tanto activos como inactivos. En las regiones I a VII: dunas de Santo Domingo y Quivovigo.			P15 Pleistoceno Secuencias lávicas y centros volcánicos básicos e intermedios: depósitos piroclásticos andesítico-basálticos. En la Cordillera Principal, regiones Metropolitana a X.		
	P11m Pleistoceno Secuencias sedimentarias marinas litorales o fluviales estuarias: coquinas, conglomerados coquinales, areniscas y conglomerados dispostos en niveles terrazados emergidos. En la costa, regiones I y III: Estratos de Mejillones y de Caldera, en la región X: Estrato de Niebla (Carcagua).			P13t Pleistoceno Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. En la Depresión Central y valles de la Cordillera Principal, regiones V a VII: Ignimbrita Pudahuel y Toba Loma Seca.		
	P11r Pleistoceno-Pleistoceno Depósitos de remoción en masa: brechas polymictas con matriz de arenarimo en proporción variable, de flujo o deslizamiento gravitacional. En la Cordillera Principal: flujos de detritos de las quebradas Luta y Camarones (región I); avalancha de detritos de Colón-Coya (región VI).					
	P11e Pleistoceno-Pleistoceno Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillolitas, generalmente consolidados, de facies principalmente aluviales, subordinadamente lacustres y eólicas. En las regiones I a III forman abanicos aluviales inactivos mientras en Chile central (Estrato de Portero Alto) son niveles terrazados adosados al sustrato de la zona costera.					
P11i Pleistoceno-Pleistoceno Secuencias sedimentarias lacustres, limos y arcillas con intercalación de niveles calcáreos, conglomerados o piroclásticos. En la Cordillera Principal, regiones I y II: formaciones Lauca, Chichu y El Tambo.			P19 Pleistoceno Secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados: lavas principalmente basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados. En la Cordillera Principal, regiones VII a X: formaciones Cota de Zorro y Malleco; en la Cordillera Patagónica, región XII: basaltos de Pali Aike, en las islas oceánicas: volcán Polke (Isla de Pascua), archipiélago Juan Fernández, Isla Salas y Gómez, Islas San Félix y San Amador.			
CENOZOICO	M2a Mioceno-Cuaternario Depósitos eóclásticos: sulfatos, cloruros, carbonatos y niveles detríticos finos, localmente con borax y oro fino. En los salares, regiones I a III: salares de Durán, Huasco, Copoia, Pindados, Belavista, Grande, Atacama, Pedernales y Maricunga.	MP2 Mioceno Superior-Plioceno Secuencias volcanosedimentarias: conglomerados, lavas andesíticas, domos y tobas. En la Cordillera Principal, región VIII: Formación Mitrauquen.	P21 Plioceno Depósitos piroclásticos dacíticos a riolíticos parcialmente solidados. Principalmente en la Cordillera Principal, regiones I a III: Ignimbritas Lauca, Puripicar, Atana, Tuucuro, Palao y Laguna Verde.	P1 Plioceno (4-3 Ma) Granodioritas, tonalitas y monzogranitos. En la costa, región XI: granodioritas de península Tres Montes y Talao; en la Cordillera Patagónica, región XI: intrusivo del río de las Nieves.		
	MP1m Mioceno Superior-Plioceno Secuencias sedimentarias marinas transgresivas: areniscas, limolitas, coquinas, conglomerados, calizas y fangolitas. En la costa, regiones I a VIII: formaciones La Porada, Santa Inés, Coquimbo, Navidad y Tutul.		P31 Plioceno Centros volcánicos: lavas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos a dacíticos, conos de piroclastos y lavas basálticas a andesítico-basálticas. En la Cordillera Principal, regiones I a III: volcanes Larrancagua, Miño, Peñas Blancas y Laguna Escondida; en la región XI: centros volcánicos de la península de Talao.			
	MP1c Mioceno Superior-Plioceno Secuencias sedimentarias clásicas de pie de monte, aluviales, coluviales o fluviales: depósitos arenosos, areniscas y limolitas. En las regiones I a IV: formaciones Huaylas, Lauca y Pastos Chicos, lavas del Copapo; en la región XI: Formación Calera.		MP3 Mioceno-Plioceno Basaltos de plateau y rocas piroclásticas intermedias a solidas. En la Cordillera Principal, región VII y Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: basaltos de Chile Chico, adakitas de península de Talao y Formación Pácomares.			
	MP1i Mioceno Superior-Plioceno Secuencias sedimentarias lacustres, en parte fluviales y aluviales: limos, arenas, conglomerados, calizas y cenizas volcánicas. En las regiones I y II: formaciones El Liso, Quiligua y Viama.		M3t Mioceno Superior Ignimbritas dacíticas a riolíticas y depósitos piroclásticos asociados a estratovolcánicos. En la Cordillera Principal, regiones I a IV: Ignimbritas Ujma, Gifón, San Andrés, Grande y Formación Vatecío.		M3h Mioceno Superior (8-5 Ma) Porfidos andesíticos, dacíticos y granodioríticos de hornblenda, portadores de mineralización de tipo Porfido cuprífero gigante y chimeras de brechas. En la Cordillera Principal, región VI: El Teniente.	
	M1c Mioceno Inferior-Medio Secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales: gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas. En las regiones I a III: formaciones Diablo, Chucal, Altos de Pica (superior) y Gravas de Atacama; en las regiones VIII a IX: Formación Cura-Mallin (superior); en la región XI: Formación Las Dunas.	M2c Mioceno Inferior-Medio Secuencias volcanosedimentarias continentales: tobas, areniscas y tuffas. En la región XI: Formación Río Frías.	M3i Mioceno Superior Centros y secuencias volcánicas: lavas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos a dacíticos, con intercalaciones aluviales, asociados a depósitos epitermales de Au-Ag. En la Cordillera Principal, regiones I a IV: volcanes Choqueimpie, Copapo, Wheelwright y Formación Vacas Heladas.		M3g Mioceno Superior (13-7 Ma) Granodioritas de hornblenda y biotita, en menor proporción monzogranitos, monzonitas cuarzeras y monzonioritas. En la Cordillera Principal, regiones Metropolitana y VI: plutones La Gloria y San Gabriel.	
	M1m Mioceno Secuencias sedimentarias marinas transgresivas: areniscas finas, arcillolitas y limolitas. En la costa, región VIII: Fm. Rancagua; en la Depresión Central, región IX: Formación Cholchol.		M3o Mioceno Dipelmitinas, gabros, diques y lavas ahumilladas diabásicas, con intercalaciones de limolitas y areniscas finas. En la región XI: ofiolitas de la península de Talao.		M3h Mioceno (20-12 Ma) Porfidos dacíticos, andesíticos, monzonioritas y dioritas de hornblenda, piroxeno y biotita. En la Cordillera Principal, regiones I a III: porfidos de Poquis, Chapiquifa y 'Porfidos auríferos' de la Franja de Maricunga; en la Depresión Central y Cordillera Principal, región Metropolitana: cerro Manquehue.	
			M3av Mioceno Inferior-Medio Depósitos de avalancha volcánica asociados a colapso parcial de estratovolcánicos: depósitos de remoción en masa gravitacionales. En la Cordillera Principal, regiones I y III.			
			M3b Mioceno Lavas basálticas y andesítico-basálticas continentales. En la Cordillera de la Costa, región V: Lavas Las Pataguas; en la Cordillera Patagónica, región XII: Complejo Volcánico Cautín.		M3g Mioceno (18-6 Ma) Granodioritas, dioritas y tonalitas. En la Cordillera Principal, regiones VII a X; en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: Franja central del Batallito Nopobatomio y plutones orientales: plutones Liquefi, San Lorenzo, Paso Las Luvas y Torres del Páine.	
			M3t Mioceno Inferior-Medio Secuencias piroclásticas dacíticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso. En la Cordillera Principal, regiones I a III: Ignimbritas Huasco, Maricunga y Vega Helada.		M3mg Mioceno Inferior-Medio (22-16 Ma) Granodioritas, monzogranitos, monzonioritas, monzonitas y dioritas de biotita y hornblenda. En Cordillera Principal, regiones V y Metropolitana: Pluton La Cota.	
			M3i Mioceno Inferior-Medio Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas: lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesítico-basálticas a dacíticas. En la Cordillera Principal, regiones I a VIII: complejos volcánicos Doña Inés y Ojos de Maricunga; formaciones Cerro Las Tórtolas y Farellones.			

PALEOZOICO

OM1m Oligoceno-Mioceno
Secuencias sedimentarias marinas: areniscas y coquinas. En la región XI: formaciones Guadalu y Ayacura.

OM2m Oligoceno-Mioceno
Secuencias volcanosedimentarias marinas: cherts, areniscas y lutitas con lavas y brechas basálticas intercaladas. En la región XI: Formación Traiguén.

OM3 Oligoceno-Mioceno
Secuencias proclásticas dacíticas a ríolíticas asociadas a calderas de colapso. En la Cordillera Principal, regiones I a III: Formación Olaya, gimbríticas Río Frio y Los Temeros.

OM4 Oligoceno-Mioceno
Metasedimentos y metabasitos, derivados de la Formación Traiguén (Oligoceno). En la costa, región XI.

CRETÁCICO

KT1c Cretácico Superior-Terciario Inferior
Secuencias sedimentarias continentales aluviales y fluviales, conglomerados, areniscas y lutitas rojas. En la Precordillera de la región II: formaciones Totar y Tambillo, estratos de Gúipe y Barros Arana.

KT2 Cretácico Superior-Terciario Inferior
Secuencias volcanosedimentarias: areniscas, paraconglomerados, lavas andesíticas y dacíticas, intercalaciones de gimbríticas, molinitas y calizas. En la Precordillera, regiones II y III: Estratos Cerro Totar y Formación Venado.

KTg Cretácico Superior-Terciario Inferior
Granodioritas, dioritas y porfidos graníticos. Entre las cordilleras de la Costa y Principal, regiones I a IV, en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: granodios y porfidos de Puerto Itabazé e Islas Evans.

KTg Cretácico Superior-Terciario Inferior
Granodioritas, dioritas y porfidos graníticos. Entre las cordilleras de la Costa y Principal, regiones I a IV, en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: granodios y porfidos de Puerto Itabazé e Islas Evans.

MESOZOICO

J1m Jurásico-Neocomiano
Secuencias sedimentarias marinas carbonatadas y óstias: calizas, lutitas, areniscas, calizas, paraconglomerados, niveles de yeso e intercalaciones volcanoclasticas y lavas, basaltos almohadillados. En la Precordillera, regiones I a IV: formaciones Montaña y Asientos, en la Cordillera de la Costa; formaciones Pan de Azúcar y Posada Los Hidalgos, en la Cordillera Principal, regiones II a IV: formaciones Lautaro y Tres Cruces, en la Cordillera Principal, regiones VIII y IX: Formación Nacientes del Bobio (interior).

J2m Jurásico
Secuencias volcánicas y sedimentarias marinas: lavas y brechas andesíticas, basálticas, calizas y areniscas margas fosfílicas. En la Cordillera de la Costa, región I: Formación Calera Ligata, en la Depresión Central; regiones II a III: formaciones Sierra Candeleros y Sierra Fraga.

J3a Jurásico
Secuencias y centros volcánicos: rocas proclásticas dacíticas a ríolíticas, lavas andesíticas e intercalaciones óstias. En la Cordillera Patagónica y Antártica, regiones XI y XII: Grupo Itabazé y Formación Toblería.

J4a Jurásico Superior
Esquistos con metamorfismo de alto gradiente P-T. En la región XI: complejo metamórfico asociado de las Islas Diego de Almagro y Diego Ramírez.

OM1m Oligoceno-Mioceno
Secuencias sedimentarias marinas: areniscas y coquinas. En la región XI: formaciones Guadalu y Ayacura.
OM2m Oligoceno-Mioceno
Secuencias volcanosedimentarias marinas: cherts, areniscas y lutitas con lavas y brechas basálticas intercaladas. En la región XI: Formación Traiguén.
OM3 Oligoceno-Mioceno
Secuencias proclásticas dacíticas a ríolíticas asociadas a calderas de colapso. En la Cordillera Principal, regiones I a III: Formación Olaya, gimbríticas Río Frio y Los Temeros.
OM4 Oligoceno-Mioceno
Metasedimentos y metabasitos, derivados de la Formación Traiguén (Oligoceno). En la costa, región XI.
Og Oligoceno (33-24 Ma)
Granodioritas, monzogranitos, tonalitas, dioritas de hornblenda y biotita, dioritas y monzodioritas de proterozo y biotita, porfidos dacíticos y ríolíticos. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a V, en la Cordillera Patagónica, región XI: archipiélago de los Chonos.
Eop Eoceno-Oligoceno (42-31 Ma)
Porfidos granodioríticos, monzodioritas, dioritos, dacitos y ríolitos de biotita y hornblenda, portadores de mineralización de tipo 'Porfido cuprífero gigante'. En la Precordillera, regiones I a III: Collahuasi, El Atina, Chuquiaguata, La Escondida, El Salvador.
Eg Eoceno (52-33 Ma)
Granodioritas, tonalitas y dioritas cuarcíferas de hornblenda y biotita, dioritas y monzodioritas de proterozo y biotita, porfidos dacíticos y ríolíticos. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a V, en la Cordillera Patagónica, región XI: archipiélago de los Chonos.
PEg Paleoceno-Eoceno (63-38 Ma)
Monzodioritas de proterozo y biotita, granodioritas y monzogranitos de hornblenda y biotita, dioritas, dacitos y porfidos ríolíticos y dacíticos, asociados a mineralización de Cu-Au. En la Precordillera, regiones II y III: San Cristóbal, Inca de Oro, en la Cordillera Patagónica, región IV, en la Cordillera Patagónica, región XII: Islas Hoste y Londonero.
Pag Paleoceno (65-53 Ma)
Monzodioritas de proterozo y biotita, granodioritas y dioritas de hornblenda y biotita, porfidos dacíticos y ríolíticos, asociados a mineralización tipo porfido cuprífero chileno de brechas. En la Precordillera, regiones I a III: Cerro Colorado, Sierra Gorda, Cabeza de Vaca.
KTg Cretácico Superior-Terciario Inferior
Granodioritas, dioritas y porfidos graníticos. Entre las cordilleras de la Costa y Principal, regiones I a IV, en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: granodios y porfidos de Puerto Itabazé e Islas Evans.
Ksg Cretácico Superior (80-65 Ma)
Dioritas y monzodioritas de proterozo y hornblenda granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones I a IV, al este del Sistema de Falas Alacama-E Romera y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au (Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.
Kkg Cretácico Superior bajo (144-124 Ma)
Monzodioritas y dioritas de proterozo, hornblenda y biotita, granodioritas andesíticas. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV, asociados al Sistema de Falas Alacama-E Romera y mineralización de Fe (Cerro Iman, Algarrobo).
Kig Cretácico Inferior (144-90 Ma)
Granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita, granodioritas andesíticas, regiones VII a X: Grupo Plutónico Quilaua; archipiélago de los Chonos y borde oriental del Batolito Norpatagónico, en la península Antártica.
JTg Jurásico-Terciario
Esquistos micáceos, cuarcitas y mármoles con metamorfismo de bajo gradiente P-T. En la Península Antártica, isla Elifante. Complejo Metamórfico de Scotia.
JT4b Jurásico-Terciario
Esquistos glaucocenos, micáceos y metabasitos con metamorfismo de alto gradiente P-T. En la Península Antártica, isla Elifante. Complejo Metamórfico Scotia.
JKg Jurásico-Cretácico (150-100 Ma)
Granodioritas, dioritas, monzodioritas y granitos, porfidos dacíticos y andesíticos. En la Cordillera de la Costa, regiones I y II: batolitos Punta Negra y Huara-Pozo Almonte.
Jsg Jurásico Medio-Superior (180-142 Ma)
Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, proterozo y hornblenda. En la Cordillera de la Costa, regiones I a VI, en la Cordillera Principal, regiones V y XI: Plutón Pangulillí y borde oriental del Batolito Norpatagónico, en la península Antártica.
J4a Jurásico Superior
Esquistos con metamorfismo de alto gradiente P-T. En la región XI: complejo metamórfico asociado de las Islas Diego de Almagro y Diego Ramírez.
Jsg4 Jurásico Superior
Oñiscos de proclito intrusivo. En la región XII: neises de Cordillera Darwin.
Jg Jurásico Inferior (202-178 Ma)
Dioritas, gabros y monzodioritas de proterozo, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a III: plutones Flamenco y Caldera-Pajonales.

9.2 Anexo 2: Curvas de Nivel utilizadas para mapas de pendiente y orientación

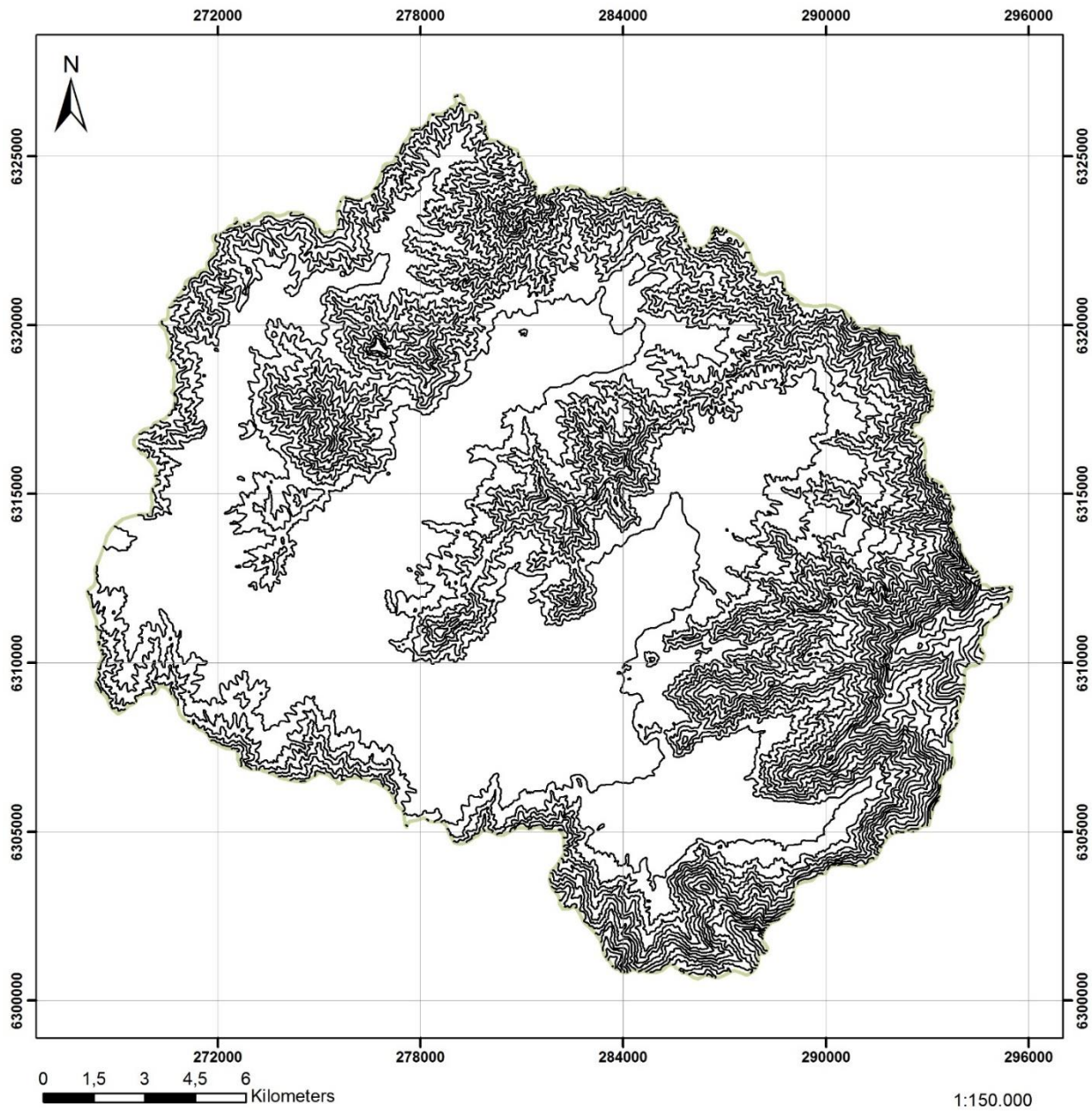


Figura 9.2.1: Curvas Valles de Casablanca. Cada 50 m

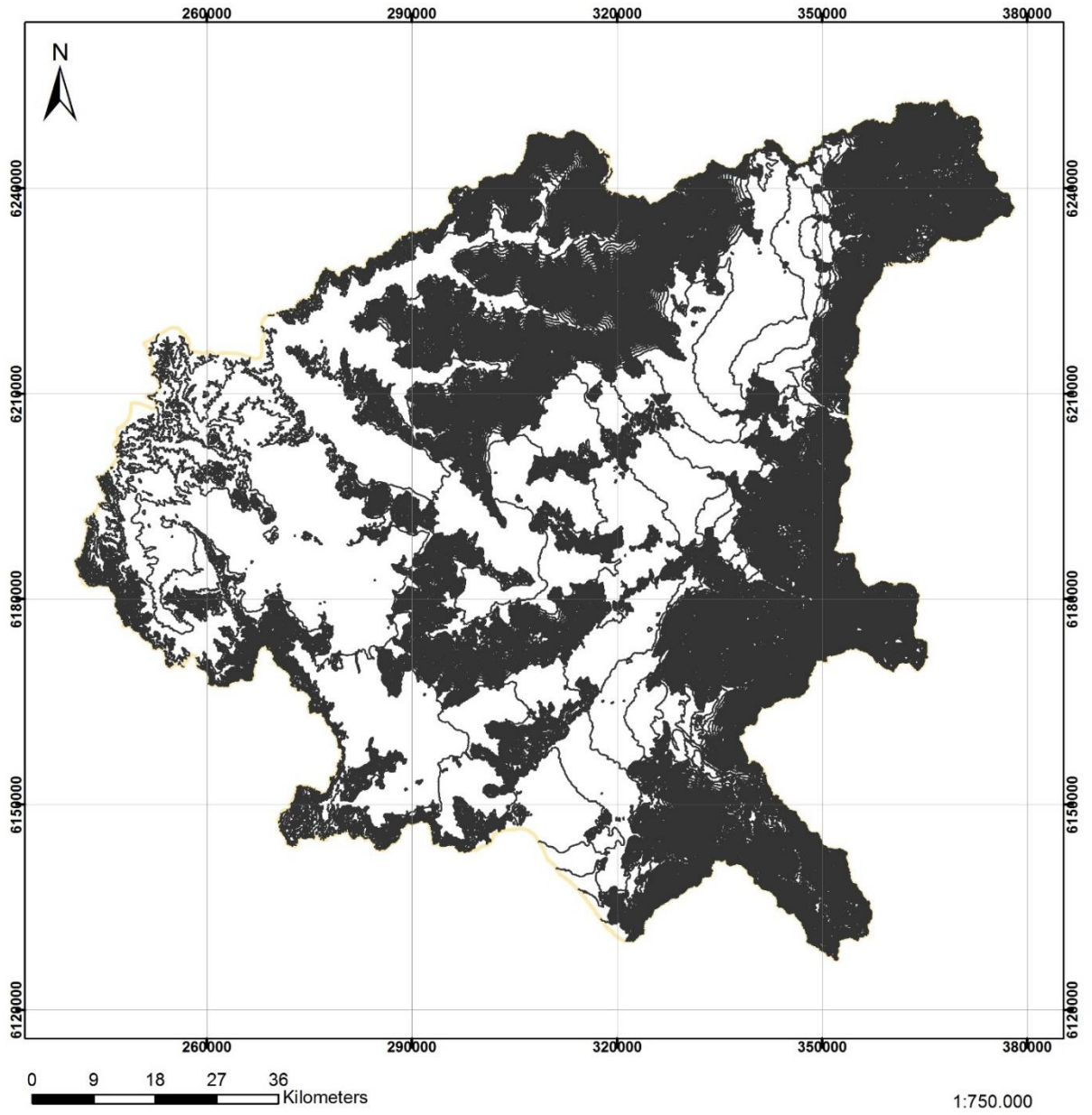


Figura 9.2.2: Curvas de nivel Valle del Maipo. Cada 50 m.

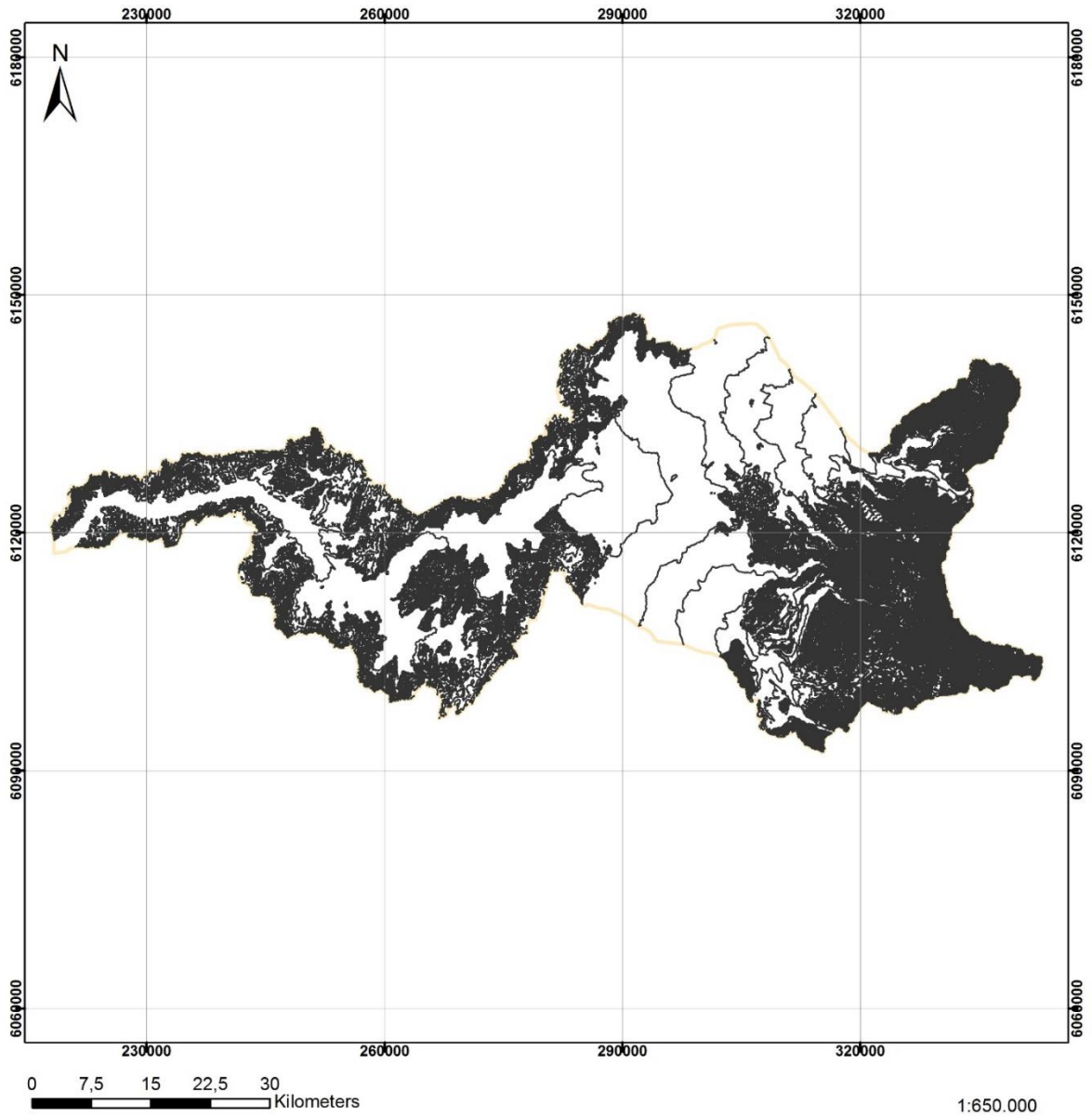


Figura 9.2.3: Curvas Valle de Curicó. Cada 50m.

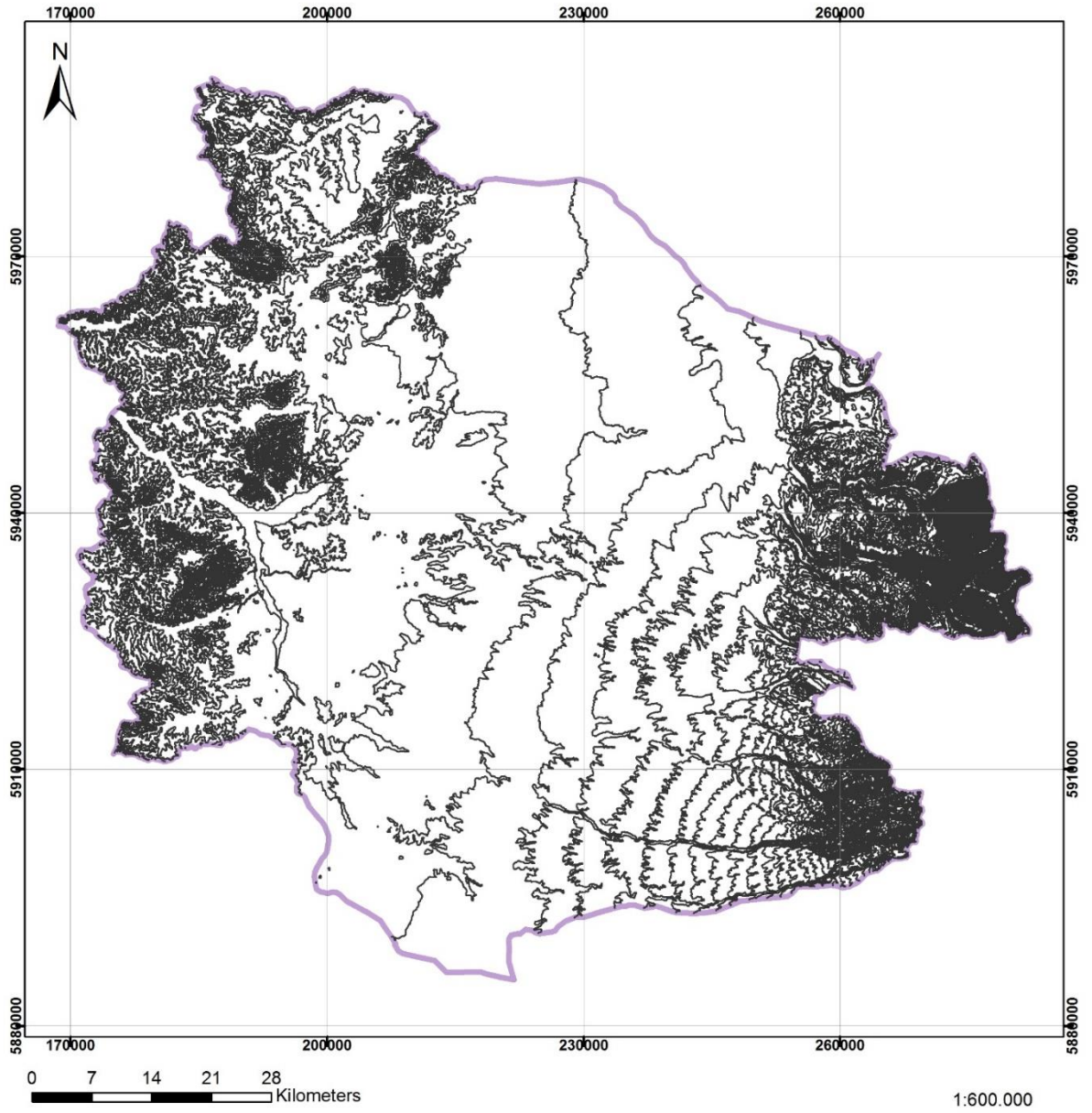


Figura 9.2.4: Curvas de nivel Valle de Itata. Cada 50m

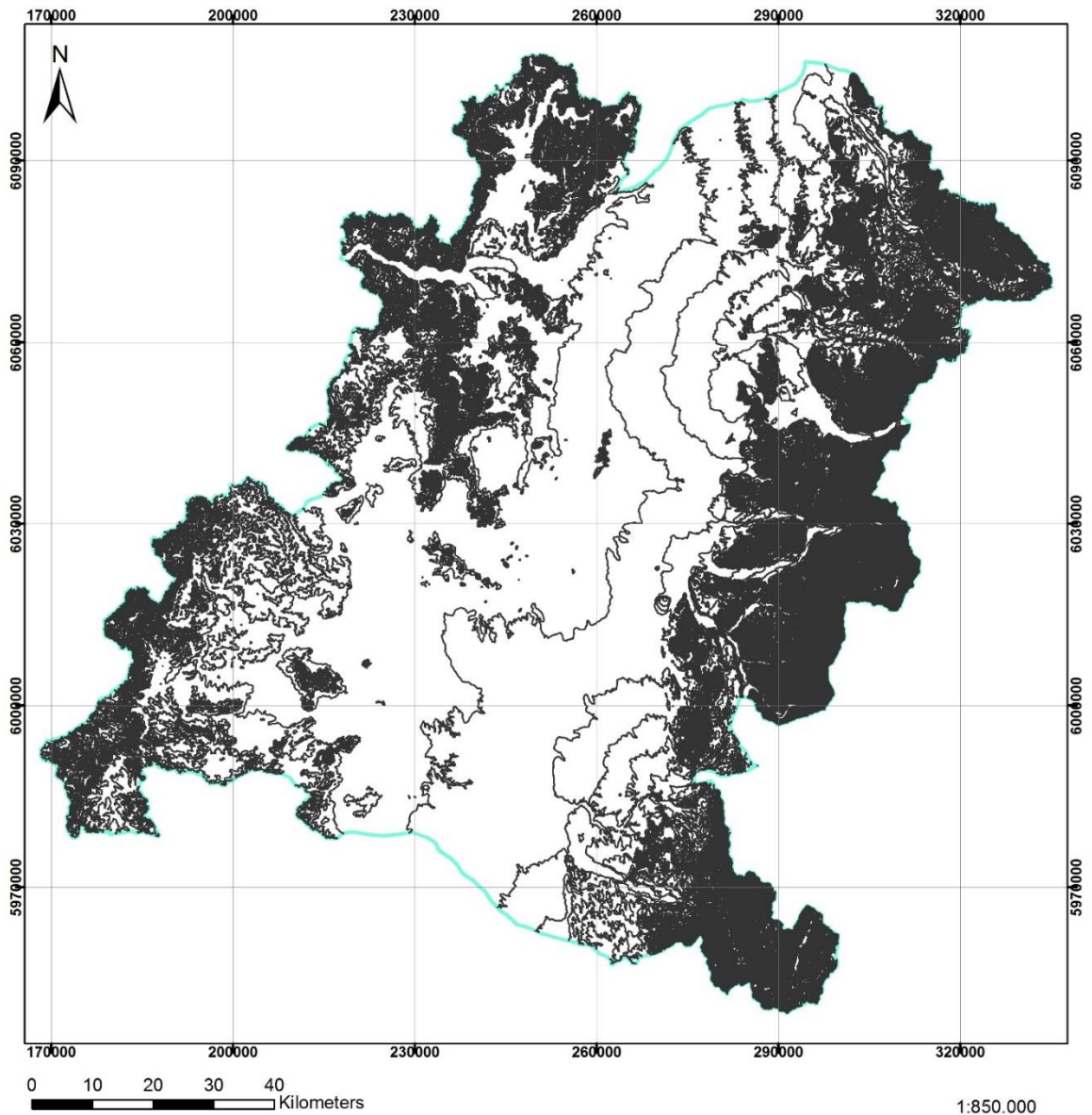


Figura 9.2.5: Curvas de nivel Valle del Maule. Cada 50 m.

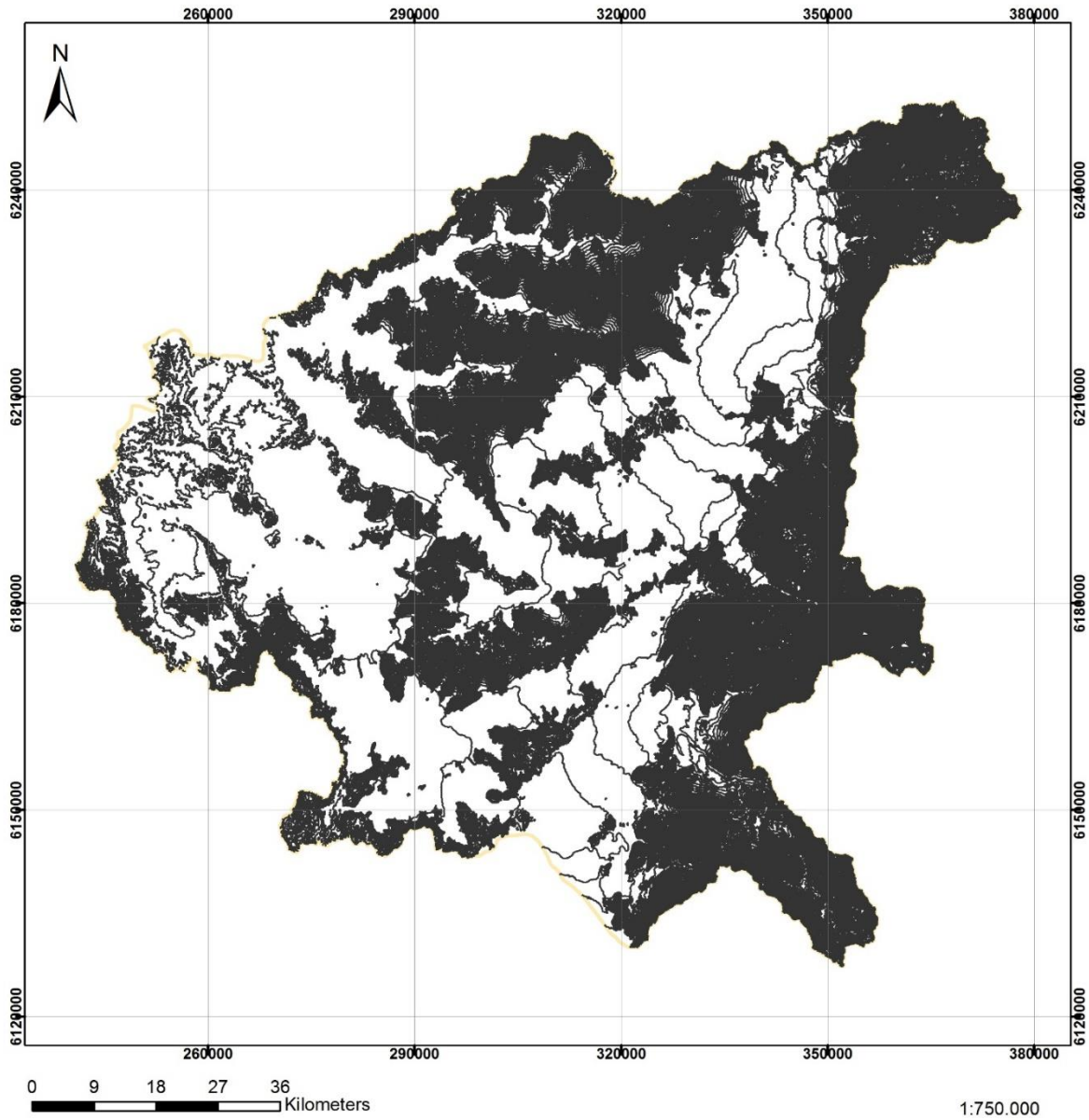


Figura 9.2.6: Curvas de Nivel Valle de Rapel. Cada 50 m.