



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA**



**SEDIMENTOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y EDAFOLOGÍA
EN DOS VIÑAS DE LA COMUNA DE SAN ROSENDO,
REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE.**

Memoria para optar al Título de Geólogo

Hugo Álvaro Contreras Riquelme

Profesor Patrocinante: Dra. María Verónica Pineda Mascayano

Profesor Copatrocinante: Dr. Ignacio Marcelo Serra Stepke

Profesores Comisión: Dr. Joaquín Alejandro Cortés Aranda

Dra. Verónica Laura Oliveros Clavijo

Concepción, 2018.



A mi madre, por su aliento constante, su presencia y su preocupación durante todo el transcurso de la Carrera y, por supuesto, la Memoria.

A mi padre, por ser el punto de apoyo para concretar este largo viaje.

A mi amor, por el aliento que me entregó en cada dificultad y por haber mantenido su fe en mí.

ÍNDICE

Página

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Objetivos generales | 1 |
| 1.2 Objetivo específicos | 1 |
| 1.3 Metodología resumida de trabajo | 1 |
| 1.4 Ubicación y accesos | 2 |
| 1.5 Clima | 4 |
| 1.6 Geomorfología | 5 |
| 1.7 Trabajos anteriores | 7 |
| 1.8 Agradecimientos | 9 |
| 2. METODOLOGÍA | 10 |
| 2.1 Análisis sedimentológico de muestras de viñas Turquía Norte y Peñaflor ... | 10 |
| 2.1.1 Descripción visual de sedimentos | 10 |
| 2.1.2 Método del tamizado (basado en Folk y Ward, 1957) | 10 |
| 2.1.3 Método de la pipeta (basado en Folk, 1974) | 11 |
| 2.2 Ensayos hidráulicos con método de Porchet (pozo Auger invertido) | 13 |
| 2.3 Balance hídrico mediante método de Thornthwaite (1948) | 14 |
| 2.4 Análisis químico nutricional de suelos | 17 |
| 2.5 Análisis de densidad aparente de suelos | 17 |
| 2.5.1 Metodología de muestreo en terreno | 17 |
| 2.5.2 Metodología de laboratorio | 19 |
| 2.6 Análisis textural de suelos | 19 |
| 2.6.1 Metodología de muestreo en terreno | 19 |
| 2.6.2 Metodología de laboratorio | 20 |
| 2.7 Descripción del sistema radicular con el método del perfil vertical | 23 |
| 3. MARCO GEOLÓGICO | 25 |
| 3.1. Marco geológico regional | 25 |
| 3.1.1 Rocas metamórficas | 25 |
| 3.1.2 Rocas ígneas | 27 |
| 3.1.3 Rocas estratificadas | 28 |
| 3.1.4 Sedimentos recientes no consolidados | 28 |
| 3.2. Marco geológico local | 28 |
| 3.2.1 Rocas intrusivas | 29 |
| 3.2.2 Sedimentos no consolidados | 30 |
| 4. ANÁLISIS LITOLÓGICO | 31 |
| 5. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE MUESTRAS DE VIÑA PEÑAFLOR Y TURQUÍA NORTE | 35 |
| 5.1 Análisis estadístico de granulometría en Viña Turquía Norte | 35 |
| 5.2 Análisis estadístico de granulometría en Viña Peñaflor | 35 |
| 5.3 Descripción de sedimentos de Viña Turquía Norte con lupa binocular | 37 |
| 5.4 Descripción de sedimentos de Viña Peñaflor con lupa binocular | 38 |

| | |
|--|----|
| 5.5 Interpretación de ambiente de sedimentación | 39 |
| 5.6 Definición de unidades sedimentarias en área de estudio | 42 |
| 6. ENSAYOS HIDRÁULICOS CON MÉTODO DE PORCHET | 46 |
| 7. NIVELES FREÁTICOS Y BALANCE HÍDRICO | 48 |
| 7.1 Niveles freáticos en Viña Peñaflore y anegamiento del suelo | 48 |
| 7.2 Balance hídrico mediante método de Thornthwaite (1948) | 50 |
| 7.2.1 Datos meteorológicos del área de estudio | 50 |
| 7.2.2 Series de suelo | 50 |
| 7.2.3 Balance hídrico | 53 |
| 8. ANÁLISIS QUÍMICOS NUTRICIONALES DE SUELOS | 56 |
| 9. ANÁLISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELOS | 58 |
| 9.1 Resultados de análisis en laboratorio | 58 |
| 9.1.1 Viña Turquía Norte | 58 |
| 9.1.2 Viña Peñaflore | 58 |
| 9.2 Interpretación de resultados | 59 |
| 10. ANÁLISIS TEXTURAL DE SUELOS | 60 |
| 10.1 Resultados de análisis en laboratorio | 60 |
| 10.1.1 Viña Turquía Norte | 60 |
| 10.1.2 Viña Peñaflore | 60 |
| 10.2 Clasificación textural de suelos en sistema U.S.D.A. | 61 |
| 10.2.1 Viña Turquía Norte | 61 |
| 10.2.2 Viña Peñaflore | 62 |
| 10.3 Interpretación de resultados | 63 |
| 11. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RADICULAR EN VIÑAS PEÑAFLORE Y TURQUÍA NORTE | 65 |
| 11.1 Distribución radicular de vides en calicatas de Viña Turquía Norte | 65 |
| 11.2 Distribución radicular de vides en calicatas de Viña Peñaflore | 65 |
| 12. CONCLUSIONES | 69 |
| REFERENCIAS | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 1. 1. Mapa de Ubicación de las viñas estudiadas | 3 |
| 1. 2. Zonas climáticas de la región del Bío Bío (modificado de Sarricolea y otros, 2016) | 4 |
| 1. 3. Gráficos de precipitación mensual total desde el año 2012 hasta el año 2016 | 5 |
| 1. 4. Unidades geomorfológicas de la Región del Biobío descritas por Börgel (1983) | 6 |
| 1. 5. Unidades geomorfológicas en el área de estudio | 7 |
| 2. 1. Infiltración de agua al suelo desde un pozo Auger en un ensayo tipo Porchet (tomado de Oosterbaan y Nijland, 2006) | 14 |
| 2. 2. Pauta para conteo y dimensionamiento de raíces en perfil vertical | 24 |
| 3. 1. Mapa geológico de Chile costero entre latitudes 36°45' y 37°15' (tomado de Léppez, 2002 y basado en Gajardo, 1981 y Ferraris, 1981) | 26 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4. 1. | Mapa de muestras litológicas obtenidas en terreno | 31 |
| 5. 1. | Histograma granulométrico de muestra A90T de Viña Turquía Norte | 36 |
| 5. 2. | Histograma granulométrico de muestra F90T de Viña Peñaflor | 37 |
| 5. 3. | Estadísticas gráficas de 191 muestras de sedimentos eólicos (tomado de Ahlbrandt, 1979) | 41 |
| 5. 4. | Localización de muestras utilizadas para análisis sedimentológico | 42 |
| 5. 5. | Distribución granulométrica de muestra P3, indicando error estadístico | 44 |
| 5. 6. | Límite aproximado entre muestras de río y dunas (modificado de Ghosh y Goswami, 2011, junto a ploteo de muestras P5, P6 y Turquía Norte) | 45 |
| 6. 1. | Comparación de conductividad hidráulica (en m/día) de formaciones geológicas y suelos (modificado de Heath, 1983) | 46 |
| 7. 1. | Niveles freáticos mensuales medidos en Viña Peñaflor durante el año 2017... | 48 |
| 7. 2. | Series de suelo en área de estudio (tomadas de base de datos del I.N.I.A) | 51 |
| 7. 3. | Balance hídrico de la Viña Turquía Norte | 54 |
| 7. 4. | Balance hídrico de la Viña Peñaflor | 55 |
| 8. 1. | Rangos guía de nutrientes y cationes intercambiables en suelo para viticultura (modificado de Cass y otros, 2004) | 57 |
| 10. 1. | Muestras de Viña Turquía Norte graficadas en el Triángulo textural de suelos del USDA (modificado de Gerakis y Baer, 1999) | 63 |
| 10. 2. | Muestras de Viña Peñaflor graficadas en el Triángulo textural de suelos del USDA (modificado de Gerakis y Baer, 1999) | 64 |
| 11. 1. | Distribución radicular en perfiles de calicatas A-I en Viña Turquía Norte | 66 |
| 11. 2. | Distribución radicular en perfiles de calicatas A-I en Viña Peñaflor | 68 |
| 12. 1. | Gráfico comparativo de cantidad de raíces promedio en ambas viñas | 70 |
| 12. 2. | Mapa de unidades sedimentarias para aptitud de cultivo vitinícola | 71 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| Fotografía | Página |
|---|---------------|
| 2. 1. Agitador eléctrico (Ro-tap) con tamices | 11 |
| 2. 2. Balanza analítica de precisión | 12 |
| 2. 3. Perforación de pozo con barreno Auger | 15 |
| 2. 4. Excavación de calicata en sector Turquía Norte | 17 |
| 2. 5. Calicata con paredes verticales y excavaciones para toma de muestras a los 15, 50 y 90 cm | 18 |
| 2. 6. Cilindro tipo Uhland. Foto tomada en Viña Turquía Norte | 19 |
| 2. 7. Hidrómetro de Bouyoucos con escala de medida en g/L. Foto tomada en laboratorio | 20 |
| 2. 8. Agitación de suspensión de suelo en probeta de sedimentación | 22 |
| 2. 9. Realización de un perfil vertical bajo una parra en Viña Peñaflor | 23 |
| 4. 1. Microfotografía de muestra M1 (Diorita de hornblenda) en lupa binocular ... | 32 |
| 4. 2. Microfotografía de muestra M2 (Microdiorita) en lupa binocular | 32 |
| 4. 3. Diorita de grano medio (muestra M5) | 33 |
| 4. 4. Afloramiento de roca intrusiva altamente diaclasada y meteorizada | 34 |
| 5. 1. Sedimentos de Viña Turquía Norte en lupa binocular (diámetro de campo visual: 5mm) | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5. 2. | Sedimentos de Viña Peñaflor en lupa binocular (diámetro de campo visual: 5mm) | 39 |
| 7. 1. | Raíces muertas (de color negro) bajo calicata de Viña Peñaflor | 49 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Página | |
|--------------|---|----|
| 2. 1. | Tiempos y profundidades de extracción con pipeta (tomado de Folk, 1974) .. | 12 |
| 5. 1. | Parámetros estadísticos de suelos en Viña Turquía Norte | 35 |
| 5. 2. | Parámetros estadísticos de suelos en Viña Peñaflor | 36 |
| 5. 3. | Parámetros estadísticos y descripción de muestras del sector de Turquía (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) y de Viña Turquía Norte (en promedio) | 43 |
| 6. 1. | Resultados de ensayos Porchet en Viña Turquía Norte y Peñaflor | 47 |
| 7. 1. | Compilación de datos meteorológicos de área de estudio para el año 2017 (tomados de D.G.A.) | 50 |
| 7. 2. | Resumen de características hidrológicas de series de suelo en viñas Turquía Norte y Peñaflor | 52 |
| 7. 3. | Rangos sugeridos para características físicas e hídricas de suelos, en cultivo de vides moderadamente vigorosas y espaciadas 3x3 m (modificado de Cass y otros, 2004) | 53 |
| 7. 4. | Cálculo de balance hídrico para la Viña Turquía Norte, año 2017 | 53 |
| 7. 5. | Cálculo de balance hídrico para la Viña Peñaflor, año 2017 | 54 |
| 8. 1. | Resumen de resultados de análisis químicos nutricionales en suelos de ambas viñas | 56 |
| 9. 1. | Resultados de análisis de densidad aparente en calicatas de Viña Turquía Norte (en g/cm ³) | 58 |
| 9. 2. | Resultados de análisis de densidad aparente en calicatas de Viña Peñaflor | 59 |
| 10. 1. | Porcentajes granulométricos en muestras de Viña Turquía Norte (sistema U.S.D.A.) | 61 |
| 10. 2. | Porcentajes granulométricos en muestras de Viña Peñaflor (sistema U.S.D.A.) | 62 |
| 11. 1 | Número total de contactos (raíces) por cada calicata de Viña Turquía Norte . | 65 |
| 11. 2. | Número total de contactos (raíces) por cada calicata de Viña Peñaflor | 67 |

RESUMEN

La relación entre la geología y la viticultura es un campo de investigación poco explorado por la comunidad geológica nacional, y son aún más escasos los estudios que relacionen la sedimentología y la hidrología con la viticultura.

En este proyecto se realizaron análisis sedimentológicos a muestras de suelo de dos viñas ubicadas en la comuna de San Rosendo (denominadas Turquía Norte y Peñaflor) para definir su ambiente sedimentario de origen, en base a sus propiedades morfológicas y parámetros estadísticos. Se realizó, además, un muestreo sedimentológico al sector de Turquía y sus alrededores para identificar unidades sedimentarias cercanas. En base a lo anterior, se definió la presencia de depósitos tipo duna en la Viña Turquía Norte y el sector de Turquía. Los suelos de la Viña Peñaflor fueron clasificados como sedimentos aluviales, y mediante análisis mineralógico se identificó una relación roca madre-sedimento entre muestras de la Quebrada Peñaflor, pertenecientes al Batolito Costero, y los suelos de la viña.

La conductividad hidráulica no saturada de los suelos de ambas viñas fue evaluada mediante ensayos tipo Porchet, y en base a la interpretación de estos ensayos, fue de mayor magnitud en la Viña Turquía Norte. Además, se midió el nivel freático en el transcurso del año 2017 en una noria en la Viña Peñaflor, con resultados de niveles de agua más someros que 1 m b.n.s. desde mayo a octubre. Finalmente, se realizó un balance hídrico anual para ambas viñas, basado en datos climáticos del año 2017 y en los parámetros físicos de cada suelo.

Al relacionar los resultados de la sedimentología e hidrología de la Viña Turquía Norte con las abundancias radiculares de las vides, se pudo confirmar que este predio y los sectores enmarcados por el mismo tipo de unidad sedimentaria (dunas), poseen más aptitud para la viticultura que la Viña Peñaflor y los predios ubicados sobre depósitos aluviales provenientes del Batolito Costero.

Finalmente, para evaluar la influencia de las características físicas del suelo de ambas viñas en el desarrollo radicular de sus vides, se excavaron 9 calicatas de 1 m de profundidad y 1 m de ancho en cada viña, en las cuales se tomaron muestras de suelo para análisis textural y de densidad aparente, cuantificando simultáneamente las abundancias radiculares de las plantas con el método del perfil vertical. Los resultados mostraron una relación entre las propiedades mencionadas.

1. INTRODUCCIÓN

Esta Memoria de Título ha sido llevada a cabo para contribuir a una mejor selección de terrenos destinados a la viticultura en la comuna de San Rosendo, aportando observaciones desde los campos de la geología (específicamente desde las áreas de sedimentología e hidrología) y la edafología. La expansión de la viticultura local y la necesidad de conocimiento científico por parte del Programa de Desarrollo Local (Prodesal) fueron factores a considerar durante la gestación del proyecto.

1.1 Objetivos generales

Identificar el ambiente de sedimentación de los suelos de las viñas Turquía Norte y Peñaflores, evaluar las características físicas e hidrológicas de los mismos y la influencia que tienen estos parámetros en el sistema radicular de las vides, para distinguir unidades sedimentarias con distinta aptitud para viticultura.

1.2 Objetivos específicos

- a. Identificar el ambiente de sedimentación de los suelos de ambas viñas estudiadas.
- b. Evaluar conductividades hidráulicas no saturadas de los suelos de ambas viñas.
- c. Extrapolar un perímetro para las unidades sedimentarias descritas anteriormente, y así identificar sectores con mismo origen de sedimentación y características hidrológicas similares.
- d. Describir condiciones hídricas de las viñas.
- e. Evaluar influencia de parámetros físicos (textura granulométrica y densidad aparente) en la distribución del sistema radicular de las vides.

1.3 Metodología resumida de trabajo

1.3.1 Etapa de pre-terreno:

- a. Definir el perímetro del área de estudio y compilar datos climáticos del sector.
- b. Realizar una compilación bibliográfica acerca de la relación entre la geología, las propiedades físicas y químicas del suelo y la viticultura.
- c. Definir las viñas a estudiar en base a condiciones similares de viticultura y propiedades geológicas y edafológicas contrastantes.

1.3.2 Etapa de terreno:

- a. Muestreo sedimentológico en ambas viñas y en sectores aledaños.
- b. Descripciones macroscópicas de suelo y aspectos geomorfológicos de las zonas con plantaciones de variedad Malbec.
- c. Excavación de calicatas para extraer muestras de suelo a distintas profundidades y medir abundancia de las raíces en una hoja tipo perfil vertical.
- d. Mediciones mensuales de nivel freático en norias ubicadas, en lo posible, a pocos metros de las viñas.
- e. Realización de ensayos hidráulicos tipo “Porchet” en ambas viñas para evaluar conductividad hidráulica de capas sedimentarias superficiales.

1.3.3 Etapa de laboratorio:

- a. Análisis de densidad aparente de suelos.
- b. Análisis de proporciones de arenas, limos y arcillas en suelos con método del hidrómetro.
- c. Análisis químicos nutricionales de suelos.
- d. Análisis de distribución granulométrica de sedimentos con método del tamizado y de la pipeta.
- e. Análisis de muestras litológicas y sedimentológicas por medio de lupa binocular.

1.3.4 Etapa de gabinete:

- a. Ordenamiento de los resultados para su análisis, e interpretación de acuerdo a criterios propios y/o establecidos por autores.
- b. Elaboración de informe con formato de Memoria de Título, que incluya la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

1.4 Ubicación y acceso

Las dos viñas del sector de estudio están ubicadas en la comuna de San Rosendo, provincia del Biobío, Región del Biobío, Chile, aproximadamente 7,0 y 8,2 km al noreste de la localidad homónima, dependiendo del predio a visitar, y a pocos kilómetros de la localidad de Río Claro (Figura 1.1). La viña occidental (en adelante denominada Viña Peñaflore) pertenece al sector denominado Quebrada de Peñaflore, y la viña oriental (en adelante denominada Viña Turquía Norte)

pertenece al sector llamado Turquía Norte, 2,3 km al este de la viña anterior. Ambas viñas están localizadas en el margen oriental de la Cordillera de la Costa y se han desarrollado en condiciones de secano, sin adición de fertilizantes y con distribución similar de cultivo.

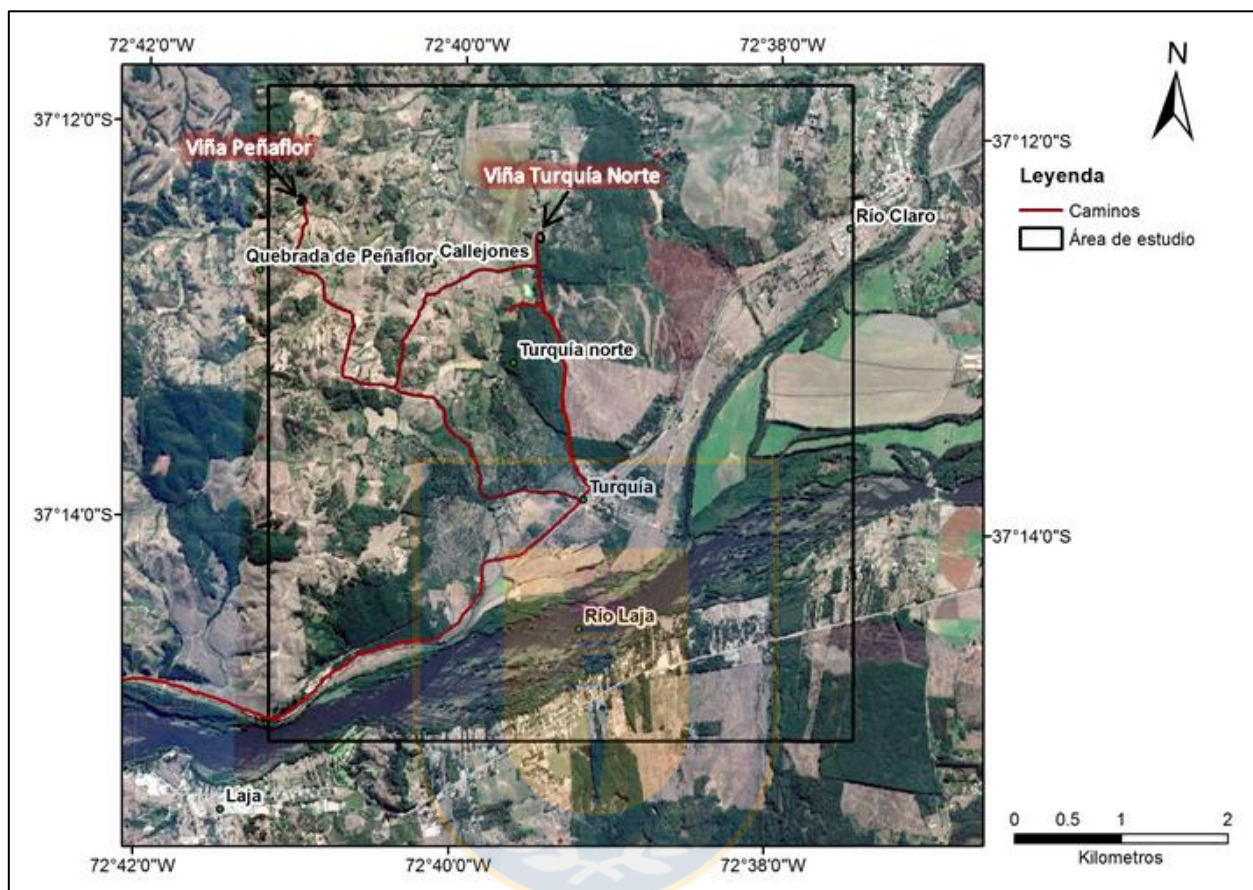


Figura 1.1: Mapa de ubicación de las viñas estudiadas.

Desde San Rosendo, se puede acceder a la Viña Peñaflor bordeando el Río Laja hasta llegar al sector de Turquía, para continuar hacia la ruta O-778, doblando posteriormente según la señalización que indica la entrada al sector de Quebrada Peñaflor. Para alcanzar la ubicación exacta de la viña, es necesario atravesar un puente construido en el sector más bajo de la quebrada.

Para llegar a la Viña Turquía Norte, se debe bordear el Río Laja desde San Rosendo hacia el extremo norte del poblado de Turquía, donde existe una señalización que indica la entrada hacia el sector de Turquía Norte.

Desde este punto en adelante el camino carece de desvíos significativos, y se puede constatar la llegada a la viña por medio de la presencia de un molino en un terreno aledaño.

1.5 Clima

Para caracterizar el clima del área de estudio, se utiliza un mapa de regionalización climática basado en una compilación de datos estadísticos de precipitación, temperatura y humedad ambiental y la clasificación climática anterior de Köppen-Geiger (Sarricolea y otros, 2016).

De manera general los autores asignan un clima mediterráneo para la mayor parte del área regional, y específicamente en las viñas se identifica un clima mediterráneo cálido con estación seca corta (Csb) sin influencia oceánica (Figura 1.2).

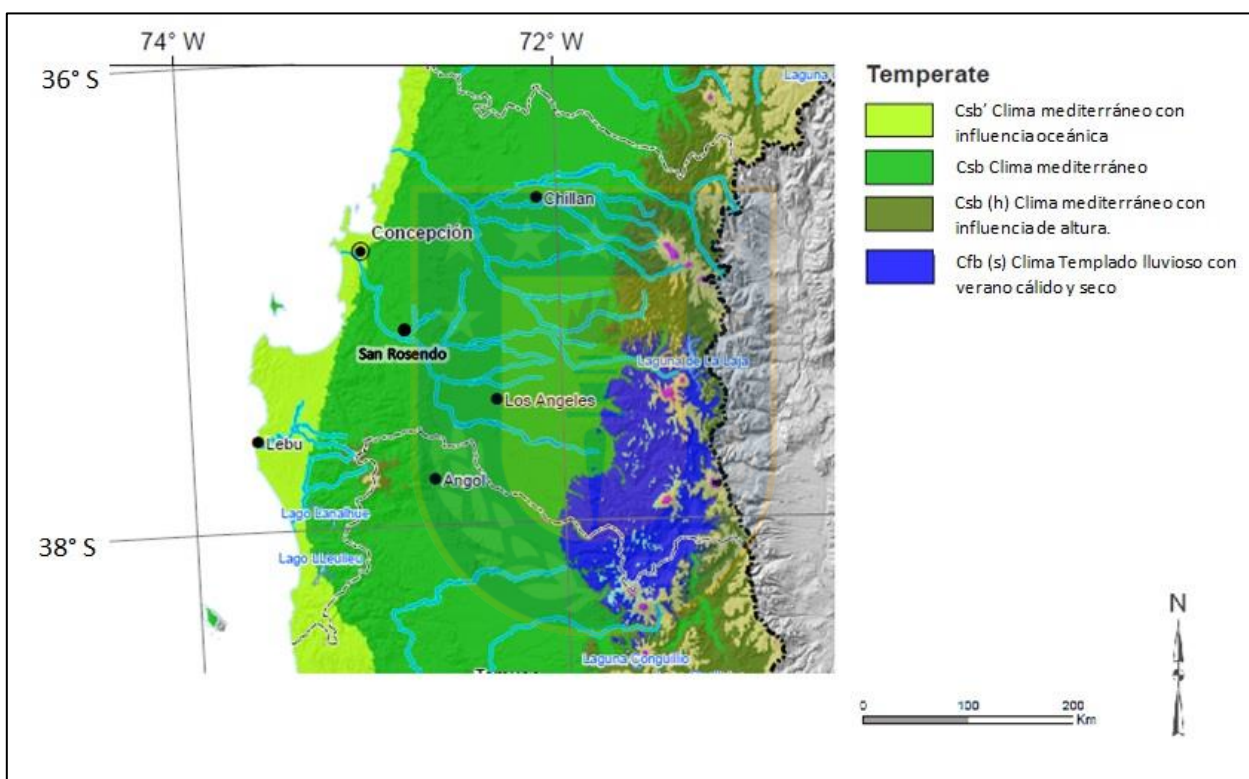


Figura 1.2: Zonas climáticas de la Región del Biobío (modificado de Sarricolea y otros, 2016).

A continuación se definen las sub-zonas climáticas de tipo mediterráneo en la Región del Biobío:

- Clima Mediterráneo Cálido con Estación Seca Corta (Csb y Csb'): Presenta pequeñas diferencias térmicas entre el interior y el sector costero, pero por lo general las precipitaciones van en aumento a medida que se avanza en latitud. En cuanto a las temperaturas, las oscilaciones anuales son más bajas en la costa que en el interior, debido a la influencia moderadora del mar. Esta zona climática presenta dos sub-zonas con y sin influencia oceánica.

- Clima Mediterráneo Cálido Lluvioso con influencia montañosa (Csbh): Presente a alturas mayores de 1000 m s.n.m. Las características del clima templado cálido lluvioso se ven afectadas por el gradiente negativo de temperatura ($0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de altura) con el aumento del relieve.

De manera más específica, al analizar los datos obtenidos a partir de la estación meteorológica Laja, ubicada a 1 km de San Rosendo y propiedad de la DGA, se infiere que los meses con mayor precipitación en los últimos 5 años son mayo, junio, julio y agosto, con algunas precipitaciones significativas en septiembre (Figura 1.3). Además, se observa que el año con mayor abundancia de precipitación fue 2014, con valores superiores a los 50 mm en marzo y abril y sobrepasando los 200 mm mensuales entre junio y julio. Esta tendencia cambió el año 2015, ya que hubo pocas precipitaciones en el mes de marzo y abril, y la proporción de agua caída fue distribuida de manera más equitativa desde mayo a octubre.

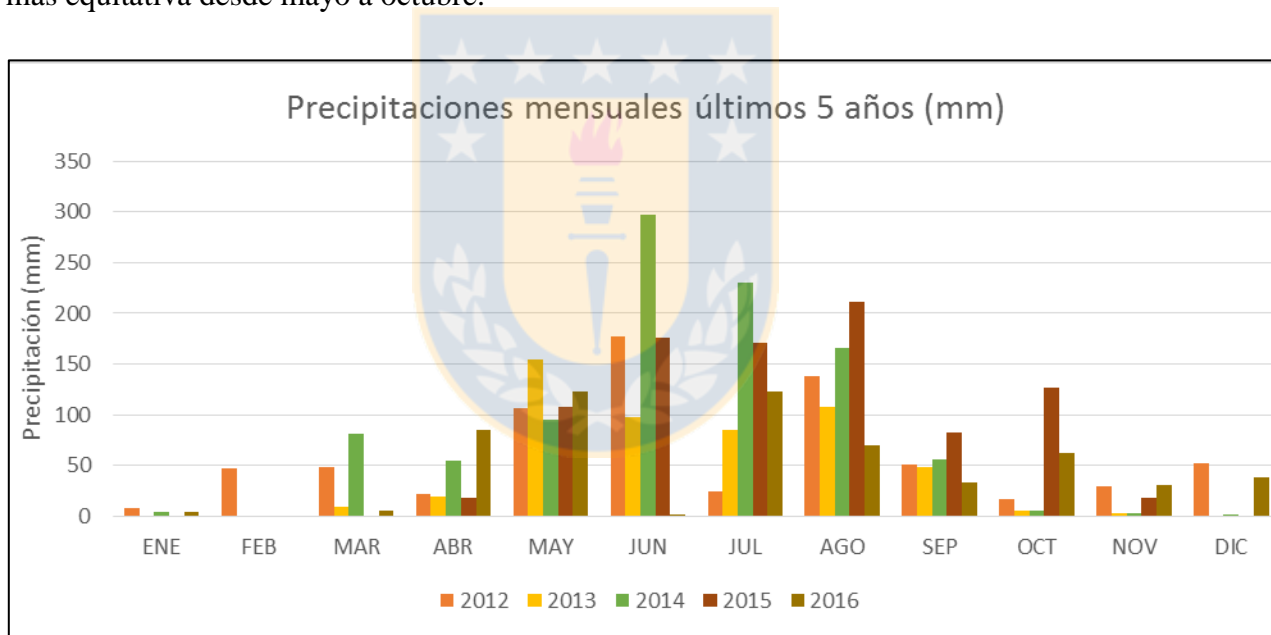


Figura 1.3: Gráficos de precipitación mensual total desde el año 2012 hasta el año 2016.

En el año 2016 los valores fueron bajos en el período enero-marzo, y se observó una caída de las precipitaciones respecto a los años anteriores en el período junio-octubre. A modo general, se concluye que el año 2016 fue menos lluvioso que los años 2014 y 2015.

1.6 Geomorfología

El área de estudio está ubicada en el límite entre el sector oriental de la Cordillera de la Costa y la Depresión Intermedia, ambas unidades geomorfológicas descritas por Börgel (1983) (Figura 1.4).

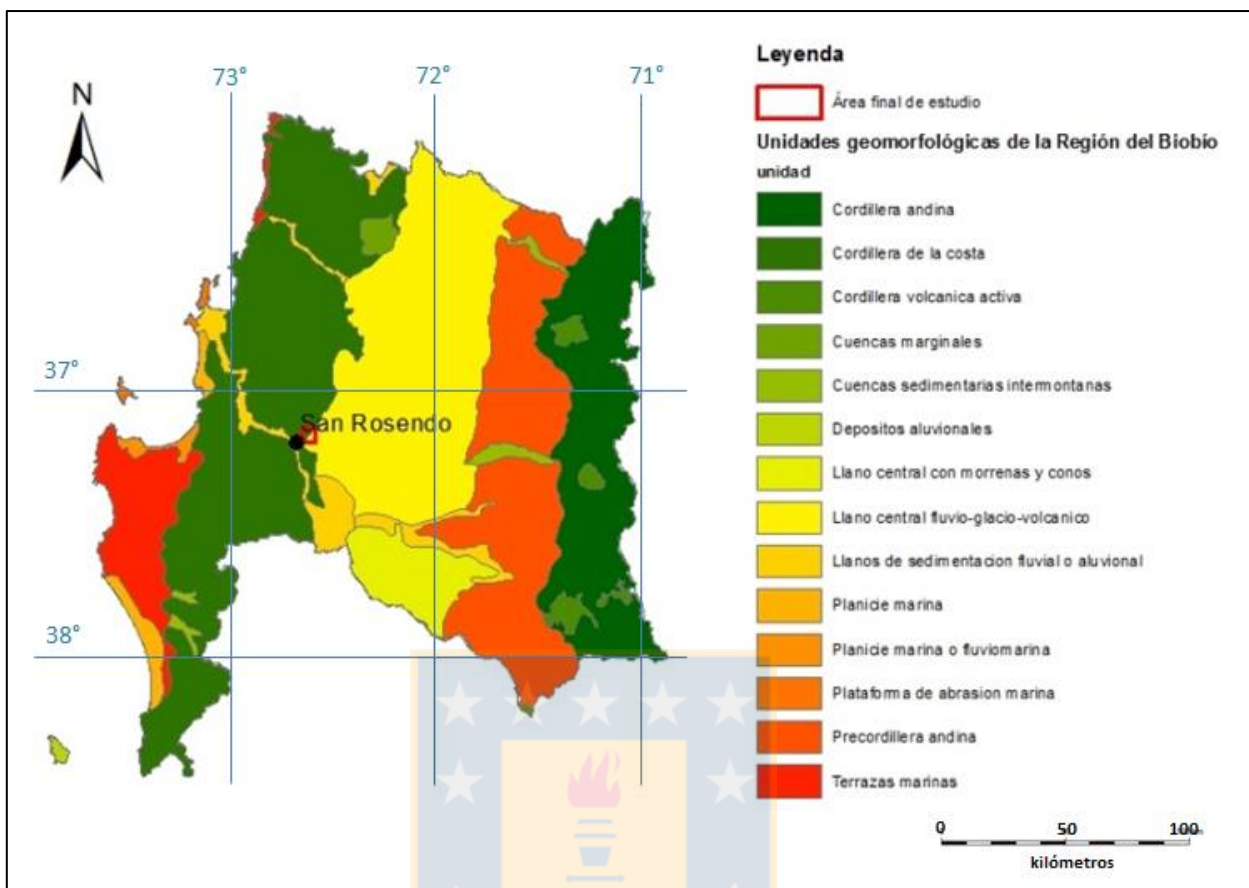


Figura 1.4: Unidades geomorfológicas de la Región del Biobío descritas por Börgel (1983).

A nivel local pueden distinguirse tres unidades geomorfológicas (Figura 1.5), que han sido definidas y delimitadas de acuerdo a la altitud (en m s.n.m.), sus características morfológicas, su relación con los ríos Claro y Laja y la geología del sector, descrita previamente por González y otros (1999).

De acuerdo al criterio anterior, se definen como “terrazas fluviales” a todos aquellos sectores bajos o llanuras que bordean los ríos Claro y Laja, cuya altitud está aproximadamente bajo los 90 m s.n.m, y que están conformados, al menos en su capa más superficial, por arenas negras basálticas según lo observado en terreno. La unidad de “Piedemonte y campos de dunas” se define como una zona compuesta de relieves de piedemonte adyacentes a la Cordillera de la Costa y cerros de baja altura. En los relieves de piedemonte abundan depósitos aluviales compuestos de arenas limosas de color pardo claro, que reflejan una composición similar a los granitos desde los cuales provienen. En los cerros de baja altura ubicados al norte y noreste de Turquía, en tanto, se observan depósitos de arenas negras basálticas.

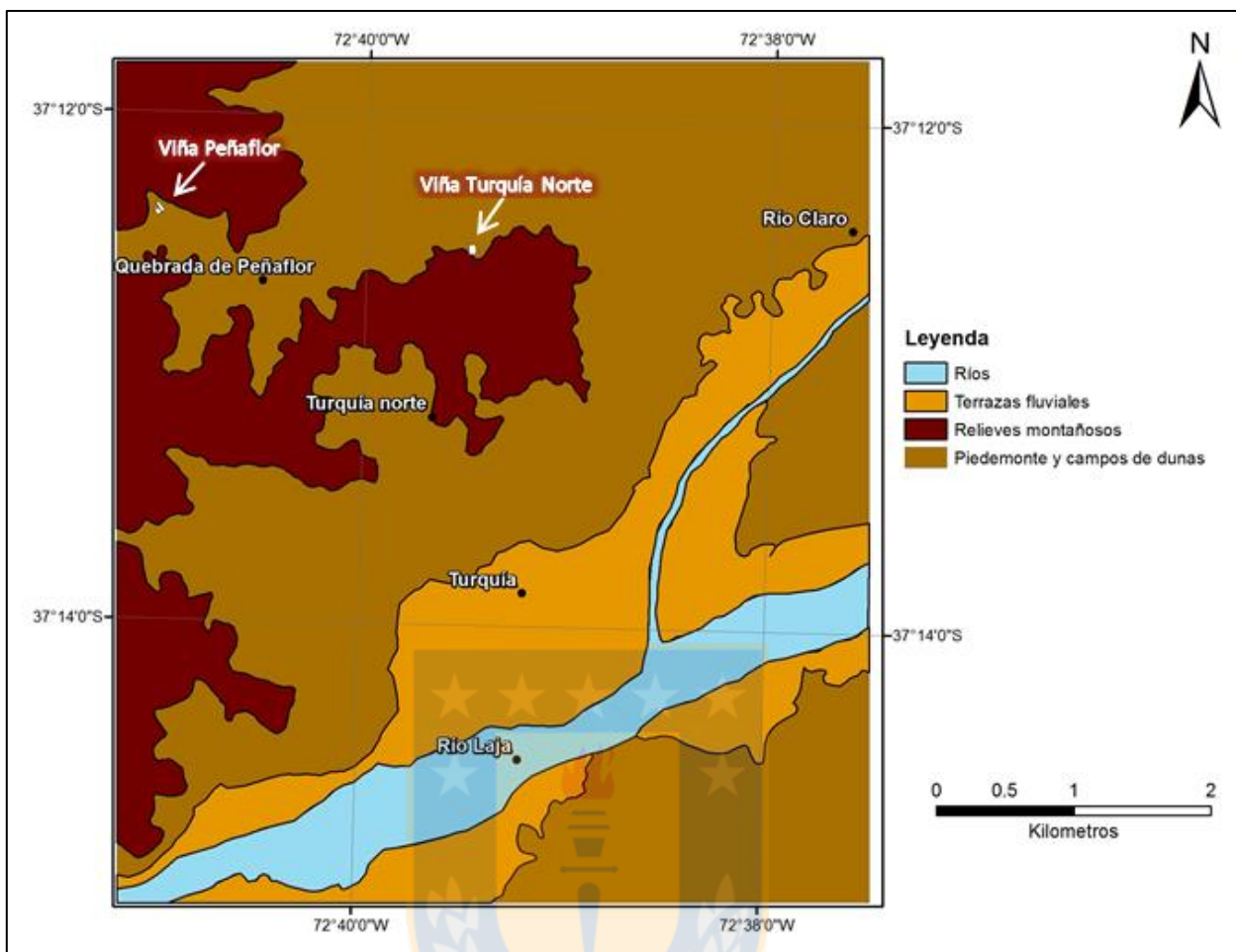


Figura 1.5: Unidades geomorfológicas en el área de estudio.

En los sectores más bajos (valles actuales) de estos relieves escurren cursos de agua en sentido W-E, que desembocan en los ríos Claro y Laja.

Finalmente, se considera como relieves montañosos a aquellos terrenos escarpados con elevaciones mayores a 130 m s.n.m., los cuales pertenecen a la Cordillera de la Costa, y que pueden alcanzar los 370 m s.n.m. unos km al norte del sector de Turquía.

1.7 Trabajos anteriores

La relación entre las características geológicas de un terreno con las propiedades físicas de la vid que crece en él, es un tema poco común de estudio en la geología.

Algunos autores afirman que la petrografía, es decir, la mineralogía y la textura de la roca madre que está en contacto con la raíz profunda de una planta, sumado a la topografía del sector, ejercen influencia directa sobre su crecimiento y la calidad de su fruta (Haynes, 1999; Wright, 2001; Burns,

2012). Es así como se ha defendido el controversial concepto de *terroir*, el cual implica que ciertas localidades geográficas, debido a sus particularidades geológicas, edafológicas y climáticas, son únicas en cuanto a la calidad de sus bayas y el vino que se hace a partir de ellas. Igualmente, se ha afirmado que el suelo afecta primariamente a las plantas jóvenes en sus etapas tempranas de crecimiento, pero una vez que las raíces se han establecido a grandes profundidades pueden ser afectadas principalmente por las condiciones litológicas (Haynes, 1999). Ciertos estudios de terreno comparan cualitativamente las características del vino producido a partir de vides cultivadas en similares condiciones de manejo y clima, sobre unidades geológicas distintas, concluyendo que existe una relación entre la geología y el desarrollo de la vid con la consecuente calidad de la uva (Wilson, 1998; Wright, 2001; Burns, 2012). Sin embargo, otros autores argumentan que el rol de la geología puede estar siendo exagerado y que en la mayoría de los casos, es el suelo y sus características (disponibilidad de nutrientes, porosidad y drenaje), el que influye en el crecimiento de las plantas y que la geología sólo tendría un rol indirecto (Maltman, 2008; Huggett, 2006). En pocos casos, donde las raíces de las plantas alcanzan los 6 m de profundidad, la geología puede tomar un rol fundamental (Huggett, 2006).

Existe una considerable variedad de resultados respecto al grado de influencia de los parámetros físicos y químicos del suelo por separado en las propiedades de las vides y su rendimiento. Algunos autores enfatizan el papel esencial de los parámetros físicos del suelo (retención de agua, punto de marchitez, granulometría, porosidad y compactación), los cuales deben permitir una disponibilidad moderada de agua en los poros alcanzados por las raíces, pero no excesiva al punto que haya saturación (Cass y otros, 2004; van Leeuwen y otros, 2004; Martínez-Casasnovas y otros, 2009). A partir de análisis físico-químicos del suelo y estudios en terreno, se concluyó que las variables de suelo que más se relacionan al vigor del cultivo y su rendimiento fueron la textura del horizonte superficial y el contenido volumétrico de humedad (Martínez-Casasnovas y otros, 2009), y se ha relegado a un segundo plano los factores químicos como pH y nutrientes en suelo, explicando que existe un efecto por toxicidad o deficiencia sólo cuando los valores son en extremo altos o bajos (Cass y otros, 2004; van Leeuwen y otros, 2004). De acuerdo a lo anterior se elaboró una sugerencia de rangos guía de concentración de elementos en el suelo para el crecimiento adecuado de las vides (Cass y otros, 2004). Además, se abordaron los efectos de dos niveles de pH de suelo (4.8 y 6.7) en el desarrollo de la biomasa de raíces y planta total de la especie *Vitis vinífera L.*, concluyendo un efecto negativo en el crecimiento de las raíces en suelos ácidos (Himelrick, 1991).

Otros autores han evaluado la influencia tanto de los aspectos físicos como químicos de distintos tipos de suelo (textura, retención de agua, conductividad hidráulica y capacidad de intercambio catiónico) en las características de las plantas y las bayas producidas, manteniendo equivalentes las condiciones climáticas, la pendiente topográfica y el cultivar de vid (Battany y otros, 2008). Asimismo, un estudio chileno en la zona centro-sur de Chile confirmó que factores físicos del suelo como la densidad aparente, el contenido de arcillas y la resistencia a la penetración, evaluados en tres tipos distintos de suelos (arcilloso, arcilla arenosa y arena limosa), modulan el número de racimos por vid, número de bayas por racimo y el rendimiento (Quezada y otros, 2014). El mayor rendimiento fue logrado en suelos de arcilla arenosa y arena limosa.

En Chile se han realizado pocas investigaciones acerca de la relación de la geología con la viticultura. Una investigación de origen nacional describió la geomorfología de los terrenos de dos viñas en la Región de Valparaíso, junto con la granulometría de los suelos presentes bajo ellas, proponiendo que la geomorfología es un factor importante en el “*terroir*” y que el alto porcentaje de arenas (80%) y bajo porcentaje de limos y arcillas (20%) favorece el drenaje y por lo tanto a la viticultura (Lagos, 2015). Otro estudio local realizado el mismo año en dos viñas de la Región de Valparaíso y O’Higgins, comparó la geoquímica de suelos formados a partir de un material parental similar, indicando que existe una relación entre la geoquímica del material parental y aquella de los suelos, reconociéndose además la influencia de la formación de minerales secundarios como óxidos de hierro y arcillas en la biodisponibilidad de algunos elementos (tierras raras livianas, hierro y aluminio) (Castillo y otros, 2015).

1.8 Agradecimientos

De manera especial agradezco al Dr. Mauricio Schoebitz, Ingeniero Agrónomo de la UdeC, por su valioso aporte al desarrollo de este trabajo, facilitando equipos de laboratorio y muestreo cada vez que fue requerido. Al Dr. Ignacio Serra, Enólogo de la UdeC, por su acompañamiento inicial en terreno y por apoyar este proyecto con sus conocimientos. A la Dra. Verónica Pineda, quien aceptó el patrocinio de esta Memoria a pesar de tener escaso tiempo disponible. A don Guillermo Córdova, por su disposición para albergar los trabajos en su predio, además de su actitud paternal y hospitalaria. A don Francisco Figueroa, ex jefe técnico del Prodesal San Rosendo, por gestionar el préstamo de la retroexcavadora por parte de la Municipalidad y obtener recursos para los análisis químicos de suelo. A don Pedro Bravo, técnico del departamento de Ciencias de la Tierra.

2. METODOLOGÍA

2.1 Análisis sedimentológico de muestras de viñas Turquía Norte y Peñaflo

Para realizar estos análisis sedimentológicos fueron seleccionadas tres muestras en cada viña, las cuales fueron extraídas aproximadamente a 90 cm de profundidad, ya que de esta forma se pudo minimizar la influencia de la materia orgánica (que disminuye hacia niveles más profundos) y el efecto de la meteorización sobre la granulometría.

2.1.1 Descripción visual de sedimentos

Mediante una lupa binocular con aumento 4X, se analizaron las características mineralógicas y morfológicas de los sedimentos obtenidos en la Viña Peñaflo y Viña Turquía Norte.

2.1.2 Método del tamizado (basado en Folk y Ward, 1957)

Usado para sedimentos tamaño arena (0,063 a 2 mm de diámetro) con proporciones reducidas de limo y arcilla. Su objetivo es separar las fracciones granulométricas mediante cada diámetro de tamizado para analizar estadísticamente la distribución de las fracciones.

El diámetro de tamizado clasifica a las partículas sobre la base de la dimensión del área de su menor sección. Se emplean tamices de la escala A.S.T.M. (American Society for Testing Materials) y el material pasa a través de cada uno por medio de la vibración inducida por un agitador o Rot-Tap (Fotografía 2.1), provocando que los granos se acumulen en aquellos tamices cuyos orificios sean menores a su diámetro mínimo.

En primer lugar, la muestra se seca a 40°C por 24 horas y se disgrega. Posteriormente, se pesa en una balanza y se selecciona la cantidad de material a utilizar, que dependerá del tamaño visible de grano. A continuación se seleccionan los tamices, que en el caso de los análisis realizados tienen una diferencia de $\frac{1}{2}\Phi$ (phi) entre ellos, y se limpian para descartar la existencia de sedimentos remanentes de análisis anteriores. Los tamices se instalan en el vibrador de manera descendiente de mayor a menor diámetro de abertura para la agitación, y en el fondo se coloca el colector.

Una vez realizado todo lo anterior se procede a agitar la muestra con el Ro-Tap por 15 minutos, tiempo que debe ser constante para todas las muestras.



Fotografía 2.1: Agitador eléctrico (Ro-Tap) con tamices.

Por último, se pesa el contenido de cada tamiz con una exactitud de 0,01 g. Los valores medidos en cada pesaje son registrados en una tabla.

2.1.3 Método de la pipeta (basado en Folk, 1974)

La virtud de este método en comparación al del hidrómetro de Bouyoucos es su precisión, sin embargo, requiere un mayor tratamiento previo de la muestra y permite menor cantidad de ensayos simultáneos (Norambuena y otros, 2002). Es comúnmente utilizado para determinar fracciones granulométricas más finas que 4Φ (menores a 62 micrones), y está basado en las distintas velocidades de decantación de las partículas de acuerdo a la Ley de Stokes. En el método de la pipeta, en momentos predeterminados (Tabla 2.1), se retiran con este instrumento volúmenes pequeños de suspensión, los cuales se evaporan en vasos precipitados para permitir la medición del peso de los sólidos suspendidos.

Antes del análisis, se debe remover todo el material más grueso que 4Φ (limos gruesos) de la muestra, lo cual se realizó previamente en este caso con el método del tamizado. Posteriormente se selecciona la cantidad de sedimento a utilizar (se recomiendan 15 g, sin embargo, se pueden realizar mediciones a muestras de 5 a 10 g).

Tabla 2.1: Tiempos y profundidades de extracción con pipeta (tomado de Folk, 1974).

| ϕ diam. csr. 4 | Withdrawal Depth cm. | Time at 20°C | Weight spl. and beaker | Weight beaker | Wt. spl. 32.53(S) | Less Dispers. .037 g. | X50 | Cumulative Percent (see formula above) 76.7(100S/S+F) |
|------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|---------|--|
| 4 | 20 | 20s | 10.553 | 10.321 | .232 | .195 | 9.75(F) | 76.7 |
| 5 | 10 | 1m56s | 11.631 | 11.486 | .145 | .108 | 5.40(P) | 87.1 |
| 6 | 10 | 7m44s | 9.903 | 9.794 | .110 | .073 | 3.64(P) | 91.2 |
| 7 | 10 | 31m | 10.608 | 10.510 | .098 | .061 | 3.04(P) | 92.6 |
| 8 | 10 | 2h03m | 12.781 | 12.718 | .063 | .025 | 1.25(P) | 96.9 |
| 9 | 5 | 4h06m | 9.726 | 9.672 | .054 | .017 | 0.85(P) | 98.0 |
| 10 | 5 | 16h24m | 10.301 | 10.256 | .045 | .008 | 0.40(P) | 99.0 |

Adicionalmente, de manera previa al trabajo con la pipeta, se debe agregar un agente dispersante (hexametáfosfato de sodio u oxalato de sodio) a la muestra para evitar la floculación de las arcillas. En este estudio, cada muestra fue suspendida en una solución 0,01 N (0,067 g por litro) de oxalato de sodio por una noche.

En el procedimiento se agita fuertemente la suspensión de sedimento dentro de una probeta de 1000 ml con una varilla larga, hasta que el sedimento esté distribuido uniformemente en la columna de agua. En el momento en que termina la última agitación, se comienza a contar el tiempo con un cronómetro, procurando extraer exactamente 20 ml de suspensión con la pipeta a las profundidades y tiempos señalados en la Figura 2.1.

Las suspensiones son depositadas en vasos precipitados de 50 ml, previamente pesados y rotulados, los que se colocan en un horno a una temperatura de 100 a 130°C durante 24 horas. Posteriormente, una vez retirados del horno y enfriados, son pesados en una balanza analítica de 0,001 g de precisión (Fotografía 2.2).

**Fotografía 2.2: Balanza analítica de precisión.**

2.2 Ensayos hidráulicos con método de Porchet (pozo Auger invertido)

La conductividad hidráulica puede ser estimada en terreno, en el laboratorio o a partir de modelos, sin embargo, la precisión de los resultados obtenidos a partir de cada método es altamente variable. La elección del método depende de las condiciones para su implementación, la escala de la investigación y los parámetros de calibración del modelo (Tokumoto y otros, 2014). Por ejemplo, los resultados de laboratorio a partir de volúmenes reducidos de suelo atraviesan cierta dificultad al ser extrapolados a terreno, ya que las propiedades hidráulicas medidas en el laboratorio pueden ser diferentes a aquellas medidas *in situ*. Esto ocurre debido a que estos enfoques teóricos no consideran la variabilidad espacial del material (Bon y otros, 2016).

Uno de los métodos de medición de terreno más usados para la determinación de la conductividad hidráulica no saturada es el método de pozo Auger invertido (van Hoorn, 1979), también llamado método de Porchet, que se realiza sobre el nivel freático y es especialmente útil en la evaluación del comportamiento del suelo frente a la irrigación (Bon y otros, 2016). Este ensayo entrega la conductividad hidráulica no saturada al mostrar el descenso del nivel de agua dentro de un pozo perforado con barreno, después que se ha provocado un aumento de carga dentro de él.

El método consiste en excavar un cilindro de radio “r” con un barreno tipo Auger y llenarlo con agua hasta una altura “H” (Figura 2.1). A medida que el nivel del agua desciende, el suelo alrededor de las paredes y el fondo del pozo alcanza un punto de saturación casi completo, por lo tanto la tasa de infiltración se mantiene más o menos constante (Oosterbaan y Nijland, 2006).

La conductividad hidráulica (K) se puede estimar mediante la siguiente expresión (Gabriels y otros, 2011):

$$K = \frac{r \ln[(1 + 2H_0/r)/(1 + 2H/r)]}{2(t - t_0)}$$

Donde “r” es el radio del pozo, “H₀” es el nivel inicial de agua en m b.n.s., “t₀” es el tiempo inicial considerado y “H” es el nivel de agua en m b.n.s. en un tiempo “t” determinado

Así pues, para determinar K basta con medir pares de valores (H₀, t₀) y (H, t), de forma que t₀ y t no difieran demasiado, y luego evaluarlo en la expresión anterior.

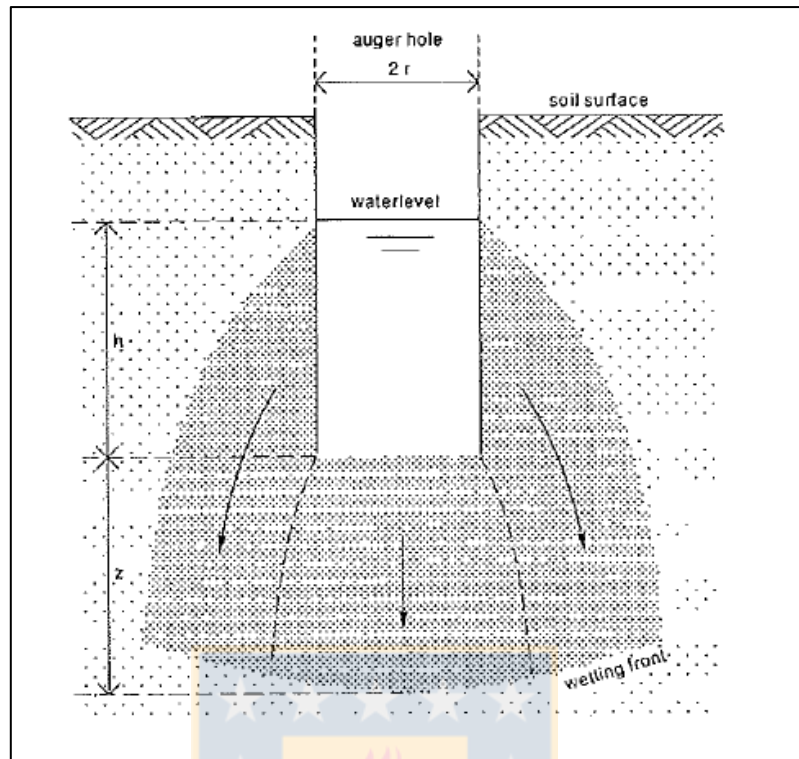


Figura 2.1: Infiltración de agua al suelo desde un pozo Auger en un ensayo tipo Porchet (tomado de Oosterbaan y Nijland, 2006).

En este estudio se realizaron 5 ensayos Porchet en la Viña Turquía Norte y otros 4 ensayos en la Viña Peñaflor, con un diámetro de pozo de 0,3 m y perforaciones desde los 0,4 a 0,7 m de profundidad. En la Viña Peñaflor la profundidad máxima de los pozos excavados fue de 0,55 m debido a que el nivel freático fue identificado a los 0,7 m, marcando el inicio de la zona saturada bajo la cual son inválidos este tipo de ensayos.

Para excavar los pozos cilíndricos se ocupó un barreno o Auger manual (Fotografía 2.3). El descenso posterior del nivel de agua o recuperación fue medido en cada ensayo con una huincha en varios intervalos de tiempo. Los valores obtenidos en cada intervalo fueron promediados para entregar un solo valor de K por pozo.

2.3 Balance hídrico mediante método de Thornthwaite (1948).

La necesidad de conocer las reservas hídricas mensuales de los suelos en las dos viñas del área de estudio, implica realizar un balance hídrico en el cual se determinen datos como la evapotranspiración, la cantidad de agua que se infiltra al suelo y la escorrentía superficial.



Fotografía 2.3: Perforación de pozo con barreno Auger.

La evapotranspiración es el resultado del proceso por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso y, directamente o a través de las plantas, vuelve a la atmósfera en forma de vapor. En consecuencia resulta ser la suma de dos fenómenos: evaporación y transpiración (Custodio y Llamas, 1983).

La evapotranspiración potencial (ETP) constituye el valor máximo de agua que estaría sometida a este proceso de existir cantidad suficiente en el terreno, mientras que la evapotranspiración real (ETR), que es la cantidad de agua que realmente vuelve a la atmósfera por evapotranspiración, se calcula a partir de la ETP, la pluviometría (P) y la reserva útil del suelo (Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988). La última variable mencionada corresponde a la cantidad de agua que un suelo puede retener y al mismo tiempo ceder a las plantas, y se calcula restando el punto de marchitez del suelo a su capacidad de campo. Su valor se expresa en mm por metro de profundidad y por unidad de superficie y varía según el tipo de suelo.

Un método empírico para estimar la evapotranspiración potencial a partir de datos de temperatura media mensual fue propuesto por Thornthwaite (1948). El método usa la temperatura del aire como

un indicador de la energía disponible para la evapotranspiración, asumiendo que esa temperatura está correlacionada con los efectos integrados de la radiación neta y otras causas de la evapotranspiración. El cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) es necesario para calcular posteriormente la evapotranspiración real (ETR), lo cual representa el objetivo de los cálculos explicados a continuación.

Para el cálculo de evapotranspiración potencial Thornthwaite utiliza las temperaturas medias diarias del aire (t) para obtener un índice de calor mensual (i):

$$i = (t/5)^{1,514}$$

Posteriormente se obtiene el índice de calor anual (I) como la suma de los doce valores del índice de calor mensual para meses teóricos de 30 días y 12 horas diarias de calor. Estos valores deben corregirse en función del mes considerado y el número de horas de insolación, que dependen de la latitud en la cual se encuentra la estación meteorológica que ha suministrado los datos. La evapotranspiración potencial media en mm/día es:

$$\varepsilon = 16(10t/I)^a$$

Donde “ ε ” es la evapotranspiración potencial media en mm/día, “t” es la temperatura media diaria del mes en °C, “I” es el índice de calor anual y “a” es una función compleja de I igual a $(0,675 \times 10^{-6} \times I^3) - (0,771 \times 10^{-4} \times I^2) + (1,792 \times 10^{-2} \times I) + 0,49$.

La corrección de los valores de evapotranspiración mensual de acuerdo a los días totales del mes considerado y las horas de insolación efectivas para una latitud determinada se realiza con la siguiente fórmula:

$$ETP = K \times \varepsilon$$

Donde “ETP” es la evapotranspiración potencial en mm/mes, “K” es igual a $[(N/12) \times (d/30)]$, “N” es el número máximo de horas de sol según la latitud, “D” es el número de días del mes y “ ε ” es la evapotranspiración potencial media en mm/día determinada anteriormente.

Una vez calculada la ETR podemos conocer la cantidad de lluvia útil, que representa la suma de la escorrentía superficial (ES) e infiltración (IF). La escorrentía pasa a formar parte de los cursos de agua superficiales y la infiltración aumenta la reserva útil del suelo (Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988). Entre todas las variables mencionadas se puede definir una equivalencia simple:

$$ES + IF = P - ETR$$

Debido a la complejidad de los cálculos necesarios para determinar el ETR de cada tipo de suelo, se utilizaron planillas especialmente diseñadas para tal fin, que además calculan el balance hídrico del suelo. Previamente, se compilaron valores de temperaturas medias mensuales, precipitaciones totales mensuales y número de horas de luz relativos al área de estudio para el año 2017, mediante el sistema de registro de la Dirección General de Aguas (D.G.A).

2.4 Análisis químico nutricional de suelos

Con el objetivo de hacer una caracterización preliminar de las propiedades químicas del suelo de las viñas Turquía Norte y Peñaflo, y descartar valores extremos de exceso o carencia de ciertos elementos (nutrientes), se realizaron análisis de nutrientes del suelo a muestras obtenidas por medio de calicatas (Figura 2.4) en tres profundidades distintas (15, 50 y 90 cm).



Fotografía 2.4: Excavación de calicata en sector Turquía Norte.

Los parámetros cuantificados fueron el peso en mg/kg de N-P-K, pH en agua, % de materia orgánica y medidas en cmol/kg de cationes Ca, Mg, Na, K y Al intercambiables.

2.5 Análisis de densidad aparente de suelos

2.5.1 Metodología de muestreo en terreno

En cada viña (Peñaflo y Turquía Norte) se escogieron nueve plantas de vides cultivar Malbec, y frente a ellas se realizaron calicatas de 1 a 1,5 m de ancho y 1 m de alto, a una distancia promedio

de 30 cm del tronco, procurando que las paredes fueran verticales. En las calicatas de la Viña Turquía Norte se tomaron muestras de suelos a los 15, 50 y 90 cm de profundidad (Fotografía 2.5) para análisis de densidad aparente y textura granulométrica.



Fotografía 2.5: Calicata con paredes verticales y excavaciones para toma de muestras a los 15, 50 y 90 cm.

En las paredes de las calicatas de Viña Peñaflores el muestreo fue efectuado a los 15, 50 y 80 cm, debido a que las calicatas se inundaban bajo esta profundidad por la presencia del nivel freático.

La toma de muestras se realizó con el método Uhland (Uhland, 1949), que corresponde al procedimiento más común de medición de densidad aparente por su sencillez y costo (Fotografía 2.6). Las muestras fueron guardadas en bolsas, rotuladas y trasladadas a laboratorio para su posterior análisis.

El método Uhland es normalmente utilizado con caída forzada o golpeo del martillo (usado como escala en la imagen) sobre un cilindro de diámetro y altura definidos (76,2 mm de diámetro y 76,2 mm de altura), provocando que el cilindro penetre verticalmente el suelo y compacte la muestra. La toma de muestras con el cilindro de aluminio (típicamente utilizado para la determinación de la densidad aparente seca y húmeda), fue introducida por Uhland (1949), quien los utilizó y patentó de acuerdo a lo descrito por Yoder (1936), modificándolos y mejorándolos.



Fotografía 2.6: Cilindro tipo Uhlund. Foto tomada en Viña Turquía Norte.

Con el análisis de densidad aparente se pretende obtener una medida indirecta de la porosidad y compactación de los dos tipos de suelo. Estos parámetros influyen en la cantidad de espacio disponible que puede ser ocupado por agua subterránea en el suelo, en la aireación del suelo y en el grado de dificultad para el crecimiento de las raíces.

2.5.2 Metodología de laboratorio

En el laboratorio se continúa con el análisis midiendo el peso de la muestra húmeda de suelo (extraída del cilindro) más el peso del contenedor de la muestra, con una balanza de precisión. Posteriormente, la muestra debe ser calentada a 105°C por 24 horas en un horno para eliminar la humedad. Una vez calentada, se procede a medir el peso del suelo seco para calcular la densidad aparente. La densidad aparente se calcula según la fórmula:

- $d = p/V$ (donde “p” es peso de suelo seco y V es volumen del cilindro, calculado previamente)

2.6 Análisis textural de suelos

2.6.1 Metodología de muestreo en terreno

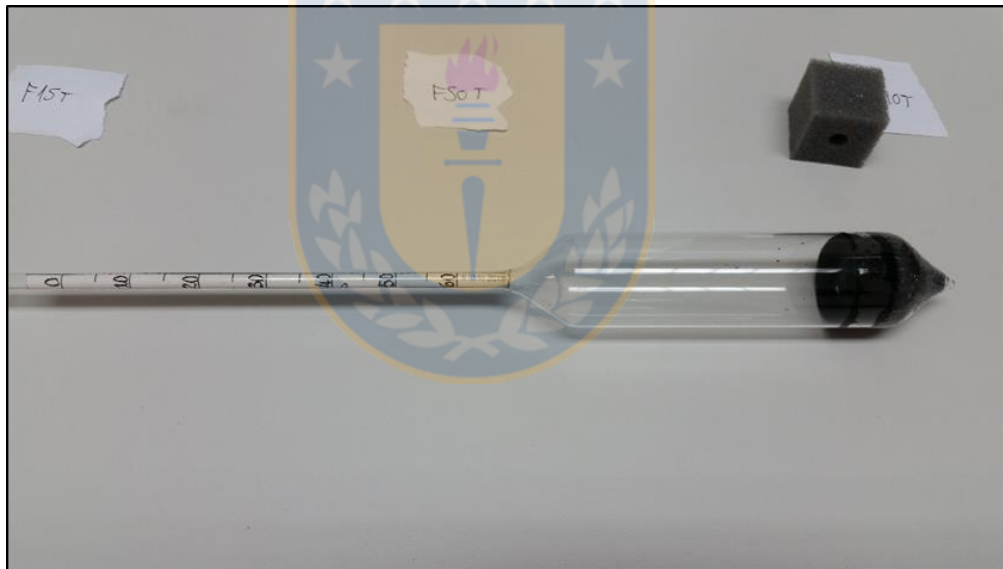
De manera simultánea a la extracción de muestras de suelos para análisis de densidad aparente en cada calicata, como se explica en el capítulo anterior, se realizaron tomas de muestras para efectuar análisis granulométricos en el laboratorio con hidrómetro de Bouyoucos.

Para simular repeticiones de análisis de textura en una misma profundidad y aumentar la representatividad de la muestra, se tomaron tres sub-muestras por cada nivel en cada calicata. La suma de estas muestras fue equivalente o mayor a 1 kg de suelo por nivel. Los ejemplares fueron guardados en bolsas, rotulados y trasladados a laboratorio para su posterior análisis.

2.6.2 Metodología de laboratorio

Para clasificar texturalmente las muestras de suelo obtenidas en las calicatas de las viñas Turquía Norte y Peñaflor, fue necesario identificar la proporción de distintas granulometrías de sedimentos inferiores a 2 mm de diámetro (inferiores a tamaño grava). Esto se realizó usando el método del Hidrómetro de Bouyoucos (Bouyoucos, 1962).

El hidrómetro de Bouyoucos es un cilindro vacío de vidrio con una punta redondeada rellena de plomo, que posee una vara con escala adherida en su extremo superior (Fotografía 2.7).



Fotografía 2.7: Hidrómetro de Bouyoucos con escala de medida en g/L. Foto tomada en laboratorio.

La unidad de medida de esta escala está en g/L, y el valor que se entrega una vez que el hidrómetro flote en la suspensión con movimiento vertical mínimo, va a corresponder a la densidad de la suspensión, que se puede traducir a peso en gramos. Esto es debido al efecto de la Ley de Stokes, que implica que la densidad de una suspensión de suelo colocada en una probeta de sedimentación, va disminuyendo a medida que se sedimentan las partículas.

Como éstas sedimentan a velocidades proporcionales a su tamaño, si se seleccionan los tiempos, una lectura de la densidad en un momento determinado puede servir de medida del contenido en peso de arena, limo y arcilla para cada ocasión (Beretta y otros, 2014).

En primer lugar, las muestras se desplegaron en una mesa y se mantuvieron a temperatura ambiente por dos días seguidos con el fin de eliminar parcialmente la humedad contenida en el suelo.

Al término de este secado, se tamizaron las muestras de suelo con malla de 2 mm para eliminar la fracción de gravas presente en ellas, ya que el método sólo analiza la proporción de arena, limo y arcilla.

Posteriormente se pesaron 50 g de suelo tamizado por cada muestra, que fueron depositados en vasos precipitados con 50 ml de solución 0,5 N de hidróxido de sodio (NaOH), para que reaccionaran por un período de 15 a 20 horas.

Esto con el objetivo de desagregar la materia orgánica y los cúmulos de sedimento que pueden haberse compactado con la humedad.

Después del período de reacción, se trasladó cada suspensión de suelo desde el vaso precipitado a una probeta de sedimentación, rellenándola con agua destilada hasta 1 L, y colocándole algunas gotas de etanol para disolver la espuma. Se procedió posteriormente a agitar cada suspensión con una varilla de fondo plano por 20 a 30 repeticiones para simular un proceso de sedimentación (Fotografía 2.8), tomando medidas con el hidrómetro de Bouyoucos a los 40 segundos, 4 minutos y 2 horas desde el último movimiento, y registrando la temperatura de la suspensión en el momento de cada medición.

En este ensayo, los valores que resultan de las medidas a los 40 segundos y 2 horas representan los porcentajes granulométricos de la clasificación granulométrica del U.S. Department of Agriculture (U.S.D.A), y aquellos valores que resultan de las medidas a los 4 minutos y 2 horas representan los porcentajes de la clasificación granulométrica del Sistema Internacional (S.I). Cada medida debe ser corregida de acuerdo a la temperatura de la suspensión en el momento de la medición, sumando 0,2 g/L por cada grado de temperatura sobre los 20°C, y restando 0,2 g/L por cada grado de temperatura inferior a los 20°C.



Fotografía 2.8: Agitación de suspensión de suelo en probeta de sedimentación.

También se debe hacer una corrección por el uso del hidróxido de sodio (NaOH) en el vaso precipitado. Esta corrección corresponde a restar 1 g/L en cada medida del hidrómetro por cada 50 ml de solución 0,5 N de NaOH utilizada.

De forma paralela a las mediciones con el hidrómetro en cada suspensión, se calentaron 50 g de suelo tamizado por cada muestra en un horno a 105°C durante 24 horas para determinación de masa seca, valor que es utilizado en el cálculo de las proporciones granulométricas.

Los porcentajes de arena, limo y arcilla para cada muestra se obtienen por medio de las siguientes ecuaciones:

- Escala USDA: % Arena = $(SS - LC (40 \text{ seg})) 100/SS$; % Arcillas = $(LC (2 \text{ horas})) 100/SS$
- Escala Internacional: % Arena = $(SS - LC (4 \text{ min})) 100/SS$; % Arcillas = $(LC (2 \text{ horas})) 100/SS$.

En estas ecuaciones, SS corresponde al peso del suelo seco (después del secado a 105°C durante 24 horas) y LC corresponde a la lectura corregida. Los porcentajes de arena, limo y arcilla deben sumar 100%.

2.7 Descripción del sistema radicular con el método del perfil vertical

En el método de perfil vertical (Böhm, 1976) se excava una pared vertical a una distancia determinada de la planta (20 a 30 cm en el caso de las vides estudiadas), para contar en ella el número de raíces que se presentan en una capa horizontal determinada de suelo y clasificarlas según su diámetro en milímetros. Esto se puede lograr utilizando una malla metálica con divisiones cada 5 o 10 cm (Fotografía 2.9).



Fotografía 2.9: Realización de un perfil vertical bajo una parra en Viña Peñaflore.

Para graficar las raíces se usa un diagrama donde se marca la posición natural de las raíces en el perfil vertical por medio de puntos, que varían en tamaño o forma de acuerdo con el diámetro de la raíz considerada (Figura 2.2).

La forma de realizar estos perfiles, en el caso de viñas con plantas distribuidas en filas (Viña Peñaflore y Turquía Norte), es de modo transversal a las mismas, ya que en este caso la distribución radicular y las propiedades del suelo pueden ser inspeccionadas mucho mejor.

El largo, ancho y profundidad de la excavación (calicata) dependerá del estado de desarrollo de las plantas a ser estudiadas y el objetivo de la investigación. Generalmente el área de trabajo en la pared vertical debiera ser de 1 m de ancho, por lo tanto el ancho de la calicata debiera ser de 1,2 a 1,5 m. Para facilitar la visualización de las raíces es necesario remover una capa de tan sólo 1 cm de suelo desde la pared una vez excavada.

3. MARCO GEOLÓGICO

3.1 Marco geológico regional

Las rocas más antiguas a nivel regional corresponden a afloramientos continuos de un basamento rocoso paleozoico entre los 32°S y 42°S que conforma la Cordillera de la Costa. Este basamento está compuesto principalmente por un complejo metamórfico costero elongado en dirección N-S que se presenta expuesto continuamente desde los 34°S al sur, y por un cuerpo plutónico de grandes dimensiones y elongación N-S, denominado Batolito Costero de Chile central, pareado junto al cinturón metamórfico (Hervé y otros, 2007) (Figura 3.1).

Este cuerpo metamórfico, en su borde oriental y aproximadamente a los 37°15'S, subyace a una secuencia sedimentaria triásica denominada Formación Santa Juana (Ferraris, 1981).

Las unidades sedimentarias más recientes pertenecen al Cuaternario, y entre ellas destacan los depósitos de arenas negras del “Abanico Aluvional” (Varela y Moreno, 1982), principalmente ubicados en la Depresión Central y los valles de los Laja, Itata y Claro (en el área de estudio).

3.1.1 Rocas metamórficas

El complejo metamórfico costero de Chile Central ha sido subdividido en las series Oriental y Occidental (Aguirre y otros, 1972). Pertenecen a la clasificación evolutiva de cinturón metamórfico pareado, que define una unidad metamórfica del tipo andalusita-sillimanita hacia el lado continental y otra del tipo jadeíta-glaucófano hacia el Pacífico (Miyashiro, 1961). La edad del peak de metamorfismo de la Serie Occidental ha sido asignada a un intervalo entre 319 y 292 Ma a partir de dataciones Ar-Ar en phengita, y adicionalmente se ha calculado un intervalo de 301 a 296 Ma para el peak de metamorfismo de la Serie Oriental a partir de dataciones Ar-Ar en muscovita, utilizando un área amplia de muestreo, lo cual indica que son contemporáneas (Willner y otros, 2005). Esta unidad ha sido interpretada como un prisma de acreción dominado por acreción basal (Glodny y otros, 2005). La ocurrencia ocasional de glaucófano a lo largo de la unidad y de lawsonita en Chiloé, ha llevado a sugerir que la Serie Occidental era un cinturón metamórfico de alta presión y baja temperatura (P/T) (Aguirre y otros, 1972). La Serie Occidental presenta un contacto transicional con la Serie Oriental, y en algunas localidades se observa un contacto por falla.

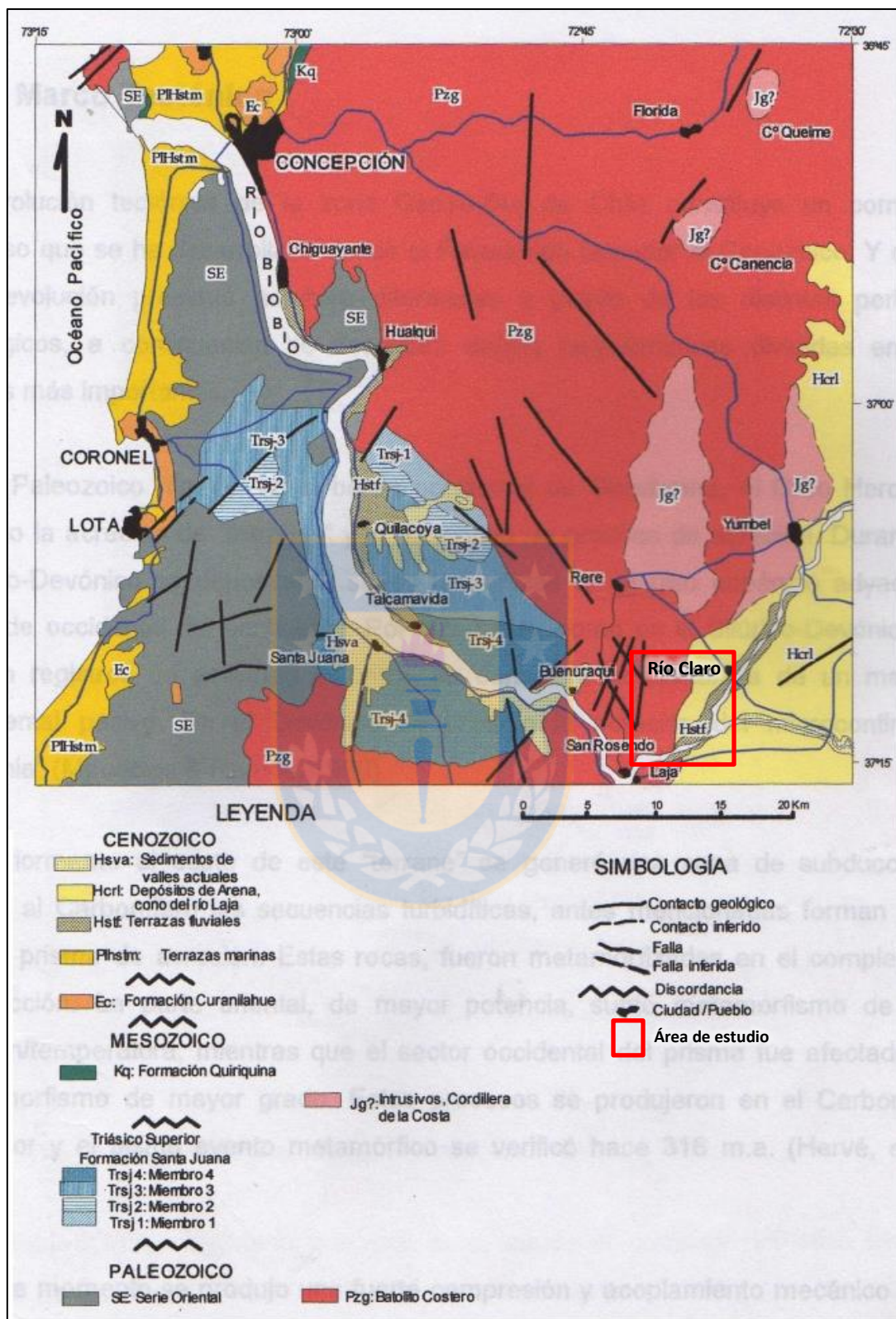


Figura 3.1: Mapa geológico de Chile costero entre latitudes $36^{\circ}45'$ y $37^{\circ}15'$ (tomado de Lépéz, 2002 y basado en Gajardo, 1981 y Ferraris, 1981).

La Serie Oriental está compuesta principalmente de metagrauvas y metapelitas de origen turbidítico, acompañadas por abundantes lentes calcosilicatados menores (Hervé y otros, 1988).

Este cinturón metamórfico representa una retrocuña de subducción débilmente deformada (Willner y otros, 2005). En Chile Central, la Serie Oriental, en su mayoría, posee una superposición de un evento post-cinemático de metamorfismo de baja presión y alta temperatura (P/T). Las zonas metamórficas descritas en terreno tienen una orientación N-S, e indican un aumento del grado de metamorfismo hacia el Batolito Costero, que intruye a la Serie Oriental en su lado este (Hervé y otros, 1988).

3.1.2 Rocas ígneas

El Batolito Costero de Chile Central es un cuerpo intrusivo elongado en una dirección NNE-SSW, presente entre los 33° S y 38° 20' S, y compuesto de granitoides calcoalcalinos de edad Carbonífero Superior a Pérmico temprano (Hervé y otros, 2007). Este complejo plutónico está conformado mayormente por granodioritas y tonalitas, con presencia subordinada de diorita cuarcífera y granito (Hervé y otros, 1976).

Los granitoides intruyeron en la Serie Oriental del cinturón metamórfico pareado, el que estaba expuesto a procesos contemporáneos de deformación y metamorfismo. Algunas edades calculadas del Plutón central Nahuelbuta, perteneciente al batolito, han sido 294 ± 24 Ma (Hervé y otros, 1988) y 306 Ma (Lucassen y otros, 2004), por medio de dataciones Rb-Sr. Se ha definido además una edad similar de 305 Ma en base a dataciones U-Pb en zircones (Willner y otros, 2005).

El límite superior de edad del Batolito Costero ha sido definido vagamente por evidencia estratigráfica, ya que existen rocas sedimentarias de edad Cárnico a Rético en inconformidad sobre ella entre los 34°S y los 37°S (Hervé y otros, 2007).

Se identifican otros cuerpos intrusivos en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, con una composición similar a la del Batolito Costero pero con una textura más fina (Gajardo, 1981). La datación de estos cuerpos magmáticos ha entregado un intervalo de 207 a 172 Ma, correspondiente a la transición entre los períodos Triásico superior a Jurásico (Drake y otros, 1982).

3.1.3 Rocas estratificadas

En el tramo inferior del Río Biobío, en la Cordillera de la Costa cerca de la localidad de Concepción, existe una secuencia sedimentaria triásica denominada Formación Santa Juana, inicialmente caracterizada por Ferraris (1981).

Las rocas de la Formación Santa Juana fueron depositadas en una cuenca de orientación NW-SE, presumiblemente durante la ruptura de Gondwana y relacionada al sistema de fallas de Gastre (Rapela y Pankhurst, 1992). Sobreyacen en inconformidad a las rocas del Batolito Costero y la Serie Oriental, lo cual queda en evidencia al observar los conglomerados gruesos en la base de la secuencia, que contienen líticos metamórficos y graníticos (Hervé y otros, 1976).

Se trata de una secuencia de ambiente principalmente continental (fluvial y lacustre), interrumpida por al menos una transgresión marina (Nielsen, 2005). Este ambiente continental consistía en una planicie fluvio-aluvial, con sistemas de ríos trezados, lagos someros y abanicos aluviales. La paleoflora descrita en el sector permite acotar la edad de la secuencia al Cárnico (Nielsen, 2005).

3.1.4 Sedimentos recientes no consolidados

En la base de las laderas orientales del Batolito Costero y en la Depresión Intermedia, se disponen sedimentos fluviales y fluvio-volcánicos (producto de la erosión de lavas basálticas) del Cuaternario, con altitudes entre los 75 a 100 m s.n.m. (Varela y Moreno, 1982). Todas las unidades menores que los conforman constan de arenas oscuras denominadas como “arenas negras del valle del Laja” (MacPhail, 1966). Su naturaleza de sedimentación es secundaria, ya que corresponden a sedimentos removidos de las Arenas Negras de Trupán-Laja (del valle superior del río homónimo) por grandes flujos de detritos asociados a la actividad volcánica del volcán Antuco (Thiele y otros, 1998). Estos depósitos presentan una alta permeabilidad y porosidad, lo cual favorece la infiltración y el desarrollo de acuíferos (González y otros, 2001).

3.2 Marco geológico local

En el sector occidental del área de estudio, cuyos límites son la localidad de Río Claro al este y la Viña Peñaflores al oeste, se identifican rocas intrusivas pertenecientes al Batolito Costero de Chile central, que conforman los relieves altos (Figura 3.2).

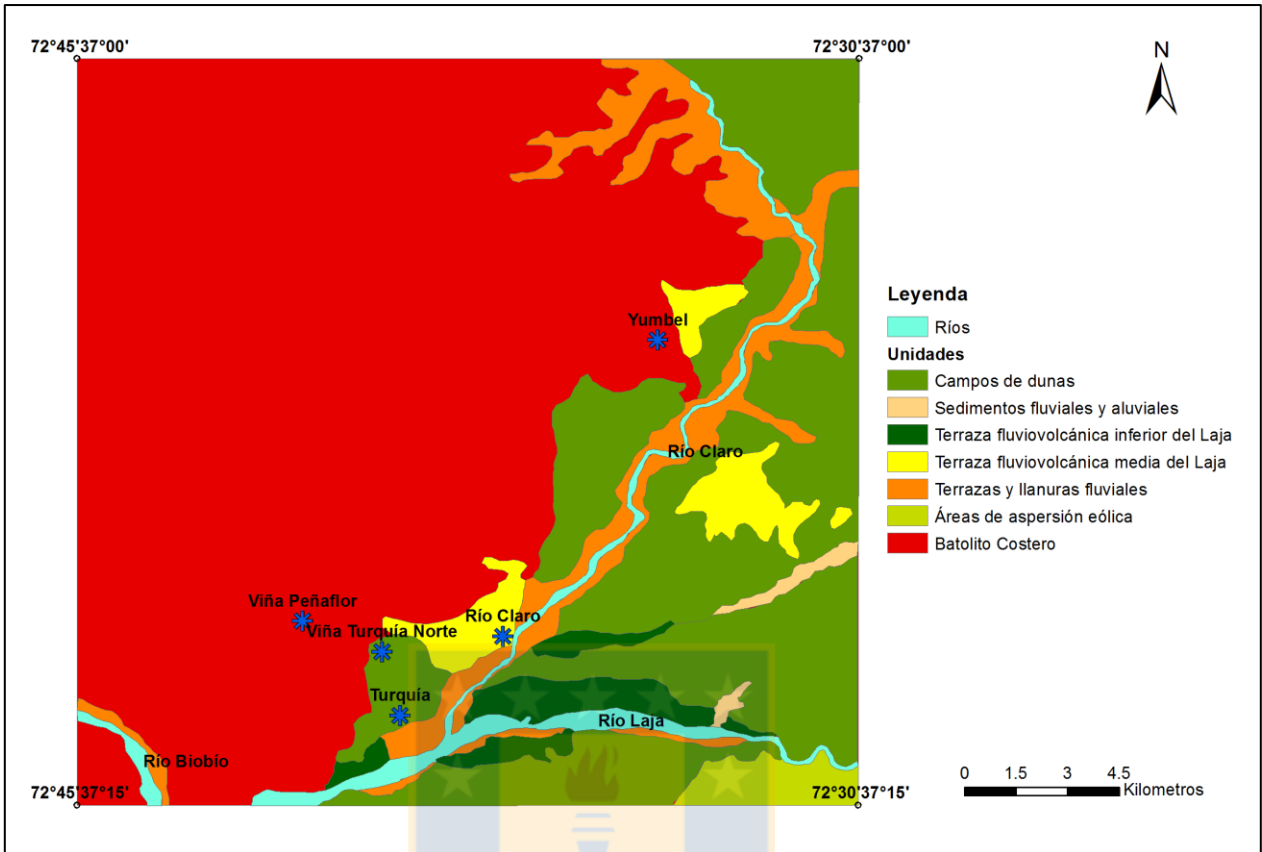


Figura 3.2: Geología del área Yumbel - Río Claro (modificado de González y otros, 1999).

Al este del batolito y bordeando el Río Claro, se disponen de manera extensa los depósitos de sedimentos no consolidados del Cuaternario, conformados por arenas negras basálticas. Estos, en las cercanías de Turquía y Río Claro, han sido descritos como “Campos de dunas” y “Terrazas fluvio-volcánicas medias del Laja”, y conforman los relieves bajos (75 a 100 m s.n.m.) (González y otros, 1999). A continuación se elabora una descripción más detallada de cada unidad geológica principal.

3.2.1 Rocas intrusivas

Estos granitoides de edad paleozoica han sido afectados fuertemente por meteorización química, y yacen bajo una capa espesa profunda de suelo y regolito, compuesta por arenas limosas con gran cantidad de arcillas y gravilla (González y otros, 1999). Se han definido dos unidades intrusivas en este perímetro: Unidad la Cantera y Unidad Nahuelcura (Bizama, 1998). La primera está constituida por dioritas cuarcíferas de hornblenda-biotita, y la segunda está compuesta mayoritariamente por granodioritas de biotita, con facies marginales graníticas y tonalitas de

biotita-hornblenda. Éstas últimas contienen xenolitos de anfibolita. En el sector se pueden encontrar también algunos cuerpos filonianos de composición básica.

3.2.2 Sedimentos no consolidados

Desde la localidad de Turquía a Río Claro, los depósitos de arenas negras basálticas del Cuaternario (Varela y Moreno, 1982; MacPhail, 1966), se disponen en los relieves bajos adyacentes al Río Claro como terrazas fluviales (denominadas terrazas fluvio-volcánicas medias del Laja por Peña, 1992) y campos de dunas. Estos depósitos se ubican más lejos del curso actual del río que los sedimentos actuales (Figura 3.2), y tienen una apariencia homogénea a nivel de afloramiento.

Los depósitos actuales consisten principalmente en aluviones de piedemonte conformados por arenas arcillosas y depósitos fluviales de corrientes menores.



4. ANÁLISIS LITOLÓGICO

Las muestras litológicas obtenidas en el área de estudio y sus cercanías fueron escasas, debido al alto nivel de meteorización experimentado por las rocas del Batolito de la Costa en esta zona. En la Figura 4.1 se ilustran los puntos de muestreo litológico.

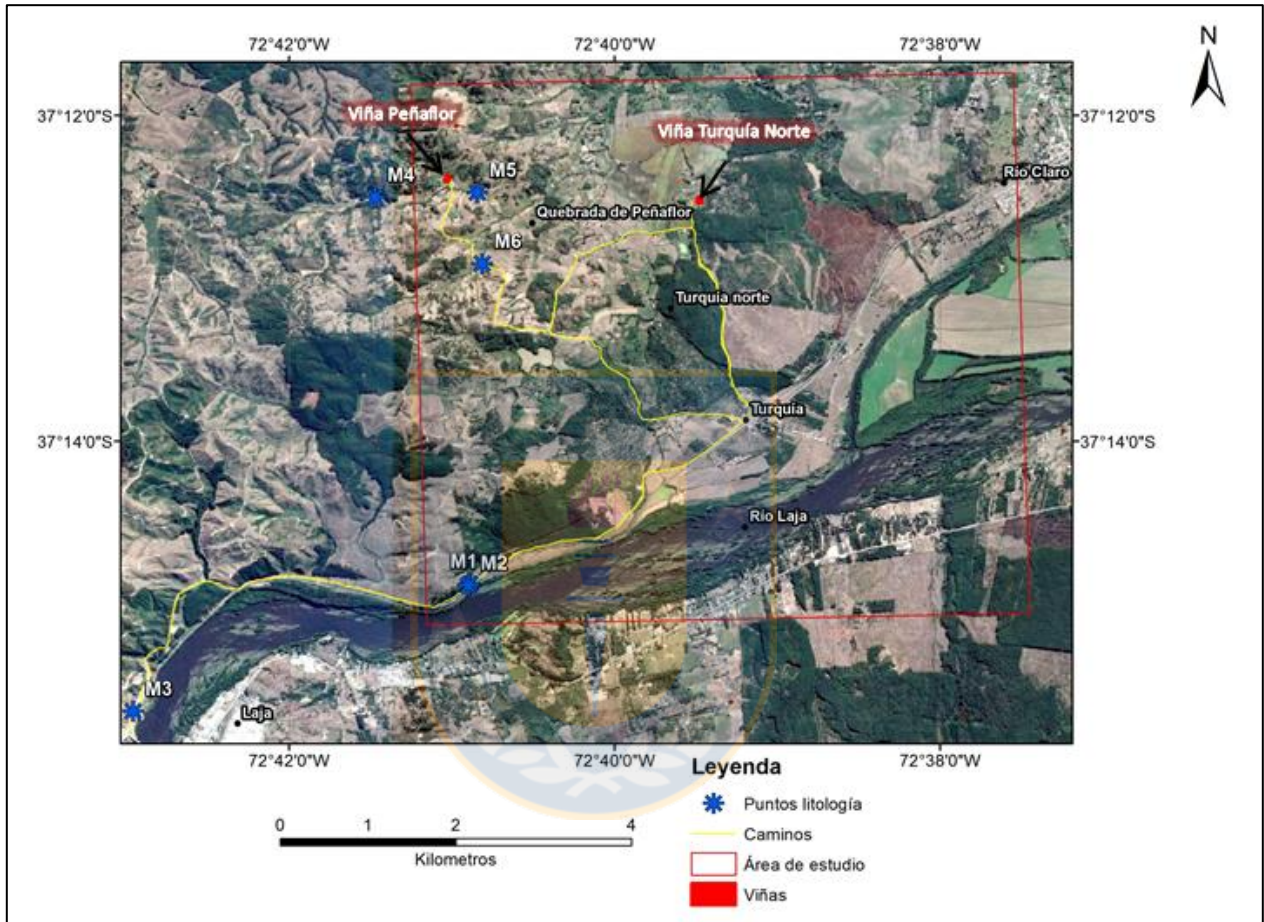


Figura 4.1: Mapa de muestras litológicas obtenidas en terreno.

La muestra M1, obtenida en una cantera en el sector suroeste del área de estudio, consiste en una diorita de hornblenda de grano medio (Fotografía 4.1), con un 17% en minerales máficos y cantidades menores de cuarzo (5%), lo cual coincide con la descripción efectuada por Bizama (1998) para la unidad diorítica La Cantera. En un afloramiento adyacente al puente de cruce entre San Rosendo y Laja, se identificaron rocas color gris verdoso con alteración clorítica-calcítica en la matriz y orientación visible en sus minerales, a partir de las cuales se extrajo la muestra M3, que fue clasificada como cataclasita. En ésta se pudo observar una textura inicial obliterada y cristales angulares de cuarzo dispuestos de forma alargada, además de una fractura con espejo de falla.



Fotografía 4.1: Microfotografía de muestra M1 (diorita de hornblenda) en lupa binocular.

En el mismo afloramiento de la muestra M1 se distinguieron rocas filonianas de composición máfica y color verde oscuro, que fueron clasificadas como microdioritas porfíricas (M2) con fenocristales de hornblenda (12%) y plagioclasa (6%) (Fotografía 4.2).



Fotografía 4.2: Microfotografía de muestra M2 (Microdiorita) en lupa binocular.

La muestra M4 fue obtenida en un afloramiento ubicado aproximadamente 1 km al oeste de la Viña Peñaflor, y en base a sus características mineralógicas fue clasificada como diorita de grano fino, diferenciándose en el tamaño de grano respecto a la muestra M1 y en el contenido de anfíbol (10%).

La muestra M5 (Fotografía 4.3), en tanto, fue hallada en una pequeña quebrada ubicada 300 m al sureste de la Viña Peñaflor, y se clasificó como diorita cuacífera de hornblenda, ya que posee 12% de anfíbol y 10% de cuarzo. La composición de esta muestra permite asociarla a los suelos formados en esta zona, ya que éstos poseen fragmentos remanentes de cuarzo de 2-3 mm.



Fotografía 4.3: Diorita de grano medio (muestra M5).

Por último, en el corte de un camino ubicado 1 km al sureste de la Viña Peñaflor, se identificaron rocas intrusivas altamente diaclasadas y meteorizadas (alteradas a arcillas y óxidos de hierro) (Fotografía 4.4), a partir de las cuales se extrajo la muestra M6, cuya composición no pudo ser determinada debido al alto nivel de meteorización de la muestra.

Este último afloramiento fue considerado de gran importancia, debido a que en él se pudo observar la meteorización gradual de las rocas del Batolito Costero hasta el aspecto final que presentan en la Viña Peñaflor.

En el Anexo A, se incluyen las descripciones y fotos de las muestras litológicas obtenidas en terreno.



Fotografía 4.4: Afloramiento de roca intrusiva altamente diaclasada y meteorizada.



5. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE MUESTRAS DE VIÑA PEÑAFLORES Y TURQUÍA NORTE

5.1 Análisis estadístico de granulometría en Viña Turquía Norte

Una vez tabulados los porcentajes en peso entre cada intervalo de dos medidas de phi (Φ), lo cual fue realizado mediante el método del tamizaje y la pipeta en cada muestra obtenida de las calicatas de la Viña Turquía Norte (datos incluidos en Anexo B), se han ingresado los datos al software Gradistat 8.0, desarrollado por Blott (2001), para calcular sus coeficientes estadísticos de acuerdo al modelo de Folk y Ward (1957). En la Tabla 5.1 se detallan estos resultados.

Tabla 5.1: Parámetros estadísticos de suelos en Viña Turquía Norte.

| Muestra | A90T | E90T | H90T |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Logarítm. | Logarítm. | Logarítm. |
| | Φ | Φ | Φ |
| Media | 3,652 | 3,750 | 3,771 |
| Selección (σ) | 0,595 | 0,644 | 0,678 |
| Asimetría | 0,218 | 0,240 | 0,240 |
| Kurtosis | 1,215 | 1,137 | 1,048 |

A nivel general, los resultados obtenidos muestran coherencia, a pesar de estar compuestos de un número reducido de muestras. Los sedimentos están compuestos de partículas tamaño arena muy fina (promedio 75,71 μm), moderadamente bien seleccionadas (desviación estándar σ promedio de 1,56 μm), con asimetría positiva (promedio de 0,229 Φ) y leptocúrticas (promedio 1,13 Φ). En la Figura 5.1 se ilustra el histograma de la muestra A90T, cuya distribución estadística se aproxima a la curva normal o gaussiana. Esta tendencia es compartida por todas las muestras en la Viña Turquía Norte.

5.2 Análisis estadístico de granulometría en Viña Peñaflores

Una vez realizado el proceso de tabulación en base a los resultados del método del tamizado, se realizó el mismo procedimiento que aquel aplicado a los datos de la viña anterior. Según se observa en los resultados, las muestras D90T y F90T presentan una distribución simétrica, mientras que la muestra A90T presenta asimetría negativa (-0,241 Φ). Por último, se concluye que todas las muestras de la Viña Peñaflores son platicúrticas (0,763 Φ).

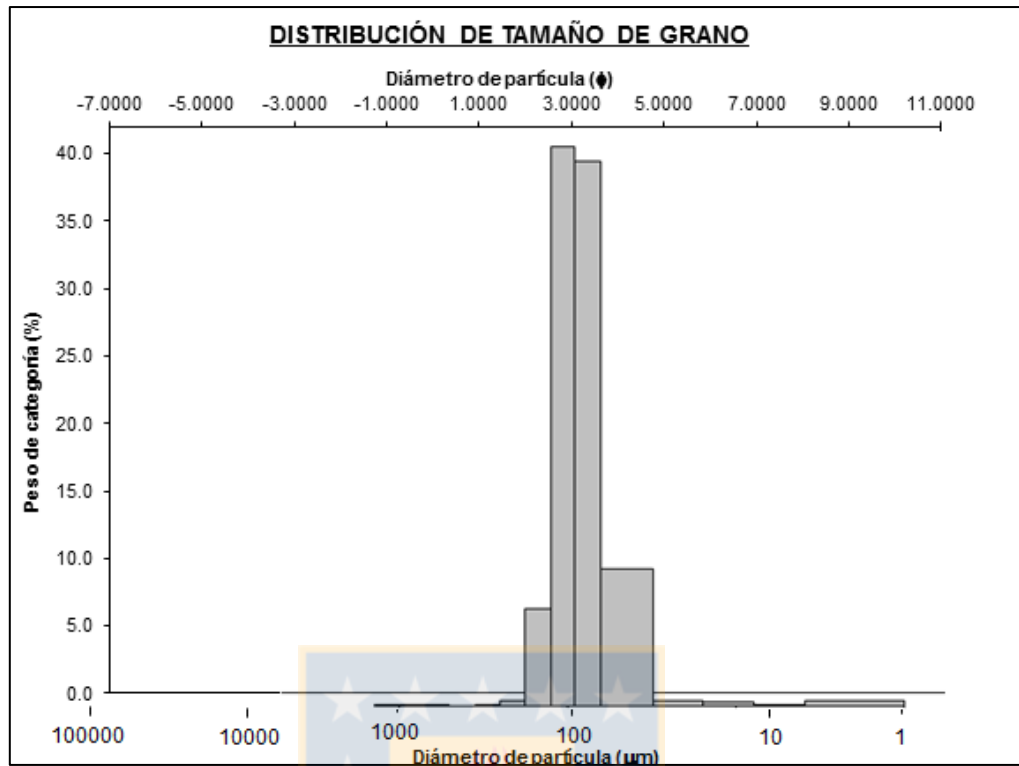


Figura 5.1: Histograma granulométrico de muestra A90T de Viña Turquía Norte.

Los coeficientes estadísticos de las muestras analizadas muestran cierta concordancia en su naturaleza (Tabla 5.2).

Tabla 5.2: Parámetros estadísticos de suelos en Viña Peñaflo.

| Muestra | A90T | D90T | F90T |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Logarítm. | Logarítm. | Logarítm. |
| | Φ | Φ | Φ |
| Media | 4,069 | 3,439 | 3,322 |
| Selección σ | 2,801 | 2,918 | 2,954 |
| Asimetría | -0,241 | -0,059 | -0,035 |
| Kurtosis | 0,808 | 0,773 | 0,707 |

En la Figura 5.2 se ilustra el histograma de la muestra F90T, cuya distribución estadística se aleja significativamente de la curva gaussiana. Esta tendencia es compartida por todas las tres muestras presentes en la Viña Peñaflo. Las partículas presentan un gran abanico de tamaños, es por esto que se reconocen como sedimentos muy pobremente seleccionados (promedio 2.9 Φ de selección).

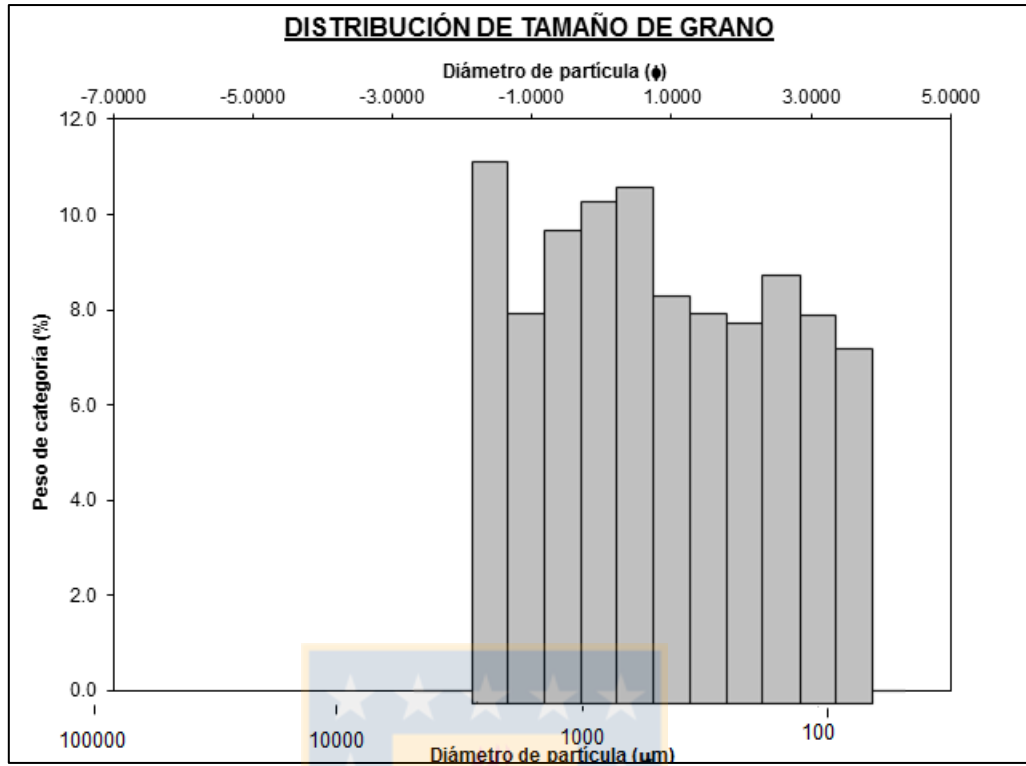


Figura 5.2: Histograma granulométrico de muestra F90T de Viña Peñafior.

Se puede afirmar que la población media corresponde a limos muy gruesos ($59,56 \mu\text{m}$) en el caso de la muestra A90T, y arenas muy finas en el caso de las muestras D90T y F90T. Los antecedentes anteriores permiten inferir un ambiente de sedimentación aluvial para las muestras de la Viña Peñafior. Es importante mencionar que no fue posible realizar el método de la pipeta para las muestras de este sector debido a que éstas se compactaban al perder la humedad, lo cual obligaba a tamizarlas en húmedo, provocando el lavado y la posterior pérdida de los finos.

5.3 Descripción de sedimentos de Viña Turquía Norte con lupa binocular

Los sedimentos de la Viña Turquía Norte, descritos como arenas negras basálticas, son de color pardo oscuro a simple vista. En lupa binocular se observan con tamaño moderadamente homogéneo, predominantemente sub-angulosos (en menor medida sub-redondeados) y con esfericidad moderada (Fotografía 5.1). La mineralogía de las partículas consiste principalmente en plagioclasa (45 %) y magnetita (22%), con cantidades menores de cuarzo (10%) y hematita (8%). Además la muestra posee un 15% de líticos de basalto. La presencia de magnetita es evidenciada por el ligero magnetismo de los sedimentos, propiedad comprobada con el uso de un imán.



Fotografía 5.1: Sedimentos de Viña Turquía Norte en lupa binocular (Diámetro de campo visual: 5 mm).

Los resultados del tamizado y el método de la pipeta indican que existe una fracción menor a 5% de arcillas en las muestras y que el grado de selección es moderadamente seleccionado ($> 0,5 \Phi$), además los granos son subredondeados. Todo lo anterior lleva a clasificar el sedimento como submaduro.

5.4 Descripción de sedimentos de Viña Peñaflor con lupa binocular

Los sedimentos de la Viña Peñaflor, descritos como arenas fangosas de origen granítico, son de colores principalmente claros en lupa binocular, altamente heterogéneos en tamaño, angulosos y con esfericidad baja a moderada, ya que simultáneamente existen gran cantidad de minerales subesféricos como cuarzo y minerales tabulares o alargados como micas y plagioclasas (Fotografía 5.2). La mineralogía de los sedimentos es difícil de describir debido a la gran cantidad de arcillas que opacan las características de las partículas, sin embargo, se puede afirmar que predomina el cuarzo y la plagioclasa, y hay cantidades menores de micas y anfíbol. Además hay cierta proporción de líticos intrusivos. Los resultados del tamizado y el análisis morfológico indican que existe una proporción alta de arcillas (sobre 5%) y que el grado de selección es muy pobre, además los granos son angulosos, por lo tanto se pueden clasificar los sedimentos como inmaduros.



Fotografía 5.2: Sedimentos de Viña Peñaflores en lupa binocular (Diámetro campo visual: 5 mm).

5.5 Interpretación de ambiente de sedimentación

Identificar el ambiente original de deposición de un sedimento determinado implica idealmente un trabajo previo en terreno, como elaboración de una columna estratigráfica o análisis de material fosilizado y estructuras sedimentarias, sin embargo, hay propiedades importantes del ambiente de sedimentación que sólo pueden ser identificadas mediante un análisis granulométrico estadístico y morfológico (Folk, 1974). Los intentos de discriminar entre distintos contextos de sedimentación en base a gráficos de dos variables están basados en la idea de que aquellos parámetros estadísticos reflejan directamente las diferencias en los mecanismos de flujo que llevan al transporte y la sedimentación de las partículas (Sutherland y Lee, 1994). Otros autores tienen una visión crítica de la utilidad de los parámetros estadísticos en la determinación de los ambientes de sedimentación, debido a la variabilidad en las condiciones de deposición que existen en contextos sedimentarios (Boggs, 2006).

Para visualizar el significado geológico de los cuatro parámetros estadísticos (tamaño medio de grano, selección, asimetría y curtosis), usualmente los valores son ilustrados en gráficos de dispersión. La asimetría y la curtosis indican cuán cerca está la distribución de tamaño de grano con respecto a la curva de distribución normal Gaussiana, y se ha detectado que los sedimentos de

una sola fuente (arenas de playa y arenas eólicas) tienden a tener curvas normales, mientras que sedimentos de fuentes múltiples (mezclas de arenas de playa con arcillas lacustres, o arenas fluviales con guijarros de origen local) muestran bajos valores de curtosis y altos valores de asimetría (Folk, 1974). En general se ha observado que las arenas de playa son bien seleccionadas y negativamente asimétricas, mientras que las arenas fluviales son moderadamente seleccionadas y positivamente asimétricas, con ciertas excepciones (Tucker, 1990).

Los sedimentos de la Viña Peñaflores son muy pobremente seleccionados, negativamente asimétricos, platicúrticos e inmaduros según la clasificación de madurez textural, por lo tanto, es evidente que han sido depositados por corrientes aluviales que los han transportado desde los relieves altos cercanos. Además, la mineralogía de las muestras mantiene cierta semejanza con aquella descrita en la roca madre (diorita de grano medio en Fotografía 4.3), lo cual es un antecedente que suma a esta hipótesis.

Los sedimentos de la Viña Turquía Norte son moderadamente seleccionados (promedio 0,639 Φ de desviación estándar), positivamente asimétricos (promedio 0,233 Φ), leptocúrticos (1,133 Φ) y su tamaño medio de grano corresponde al de las arenas muy finas (promedio 3,724 Φ). Este rango de valores coincide con las medias estadísticas halladas en 191 muestras de depósitos de dunas interiores por Ahlbrandt (1979) (Figura 5.3), sin embargo se ha debatido extensamente sobre el grado en el cual los parámetros texturales sirven para diferenciar depósitos eólicos de otras unidades sedimentarias (Pye y Tsoar, 1990). Algunas arenas bimodales de origen fluvial, por ejemplo, alcanzan tamaños medios de grano de 3 Φ con desviaciones estándar de 0,5 a 0,75 Φ (moderadamente bien seleccionadas), mostrando semejanza con parámetros identificados en un número significativo de muestras de dunas (Folk y Ward, 1957), y con las muestras de la Viña Turquía Norte. Los valores de curtosis son descartados debido al consenso general de que la curtosis es un parámetro discriminante de poca utilidad en depósitos eólicos (Tsoar, 1976).

La alta variabilidad de los valores de desviación estándar y curtosis en la Figura 5.3 es explicada por la presencia de muestras pertenecientes a posiciones de inter-duna, que se caracterizan por su bimodalidad (Ahlbrandt, 1979). En los depósitos eólicos, el tamaño medio de grano puede alcanzar los 4 Φ en dunas (Cooke y Warren, 1973; Dijkmans y otros, 1988).

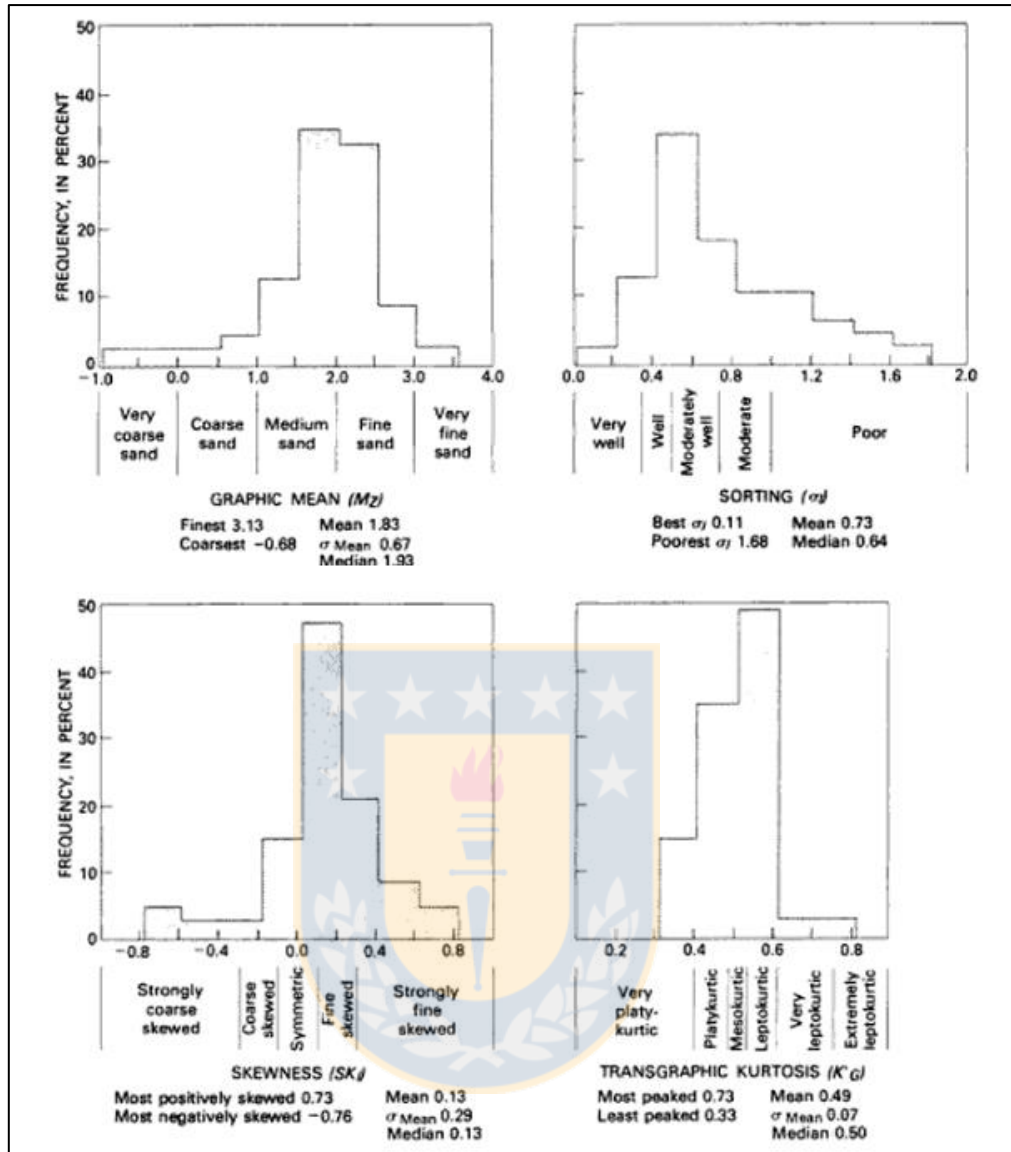


Figura 5.3: Estadísticas gráficas de 191 muestras de sedimentos eólicos (tomado de Ahlbrandt, 1979).

Esta tendencia a presentar arenas muy finas, es probablemente la mayor diferencia observable en las muestras de la viña Turquía Norte con los ambientes fluviales.

Al considerar la heterogeneidad textural de las dunas de interior, provocada por cambios de régimen eólico, diferencias entre tipos de dunas y variabilidad de secciones dentro de la misma duna, se comprenden las dificultades en varios estudios al intentar diferenciar estos depósitos de sus fuentes sedimentarias (Moiola y Weiser, 1968). Estas fuentes pueden ser abanicos aluviales, depósitos glacio-fluviales, fluviales, lacustres y regolitos de roca altamente meteorizada, lo cual explica la variabilidad en el grado de selección y tamaño medio de grano (Ahlbrand, 1979).

5.6 Definición de unidades sedimentarias en área de estudio.

Con el objetivo de definir unidades sedimentarias dentro del área de estudio se realizó un muestreo de sedimentos en cortes de caminos desde la localidad de Río Claro hasta el sector de Turquía, (Figura 5.4) a los cuales se les realizaron análisis sedimentológicos (Anexo F).

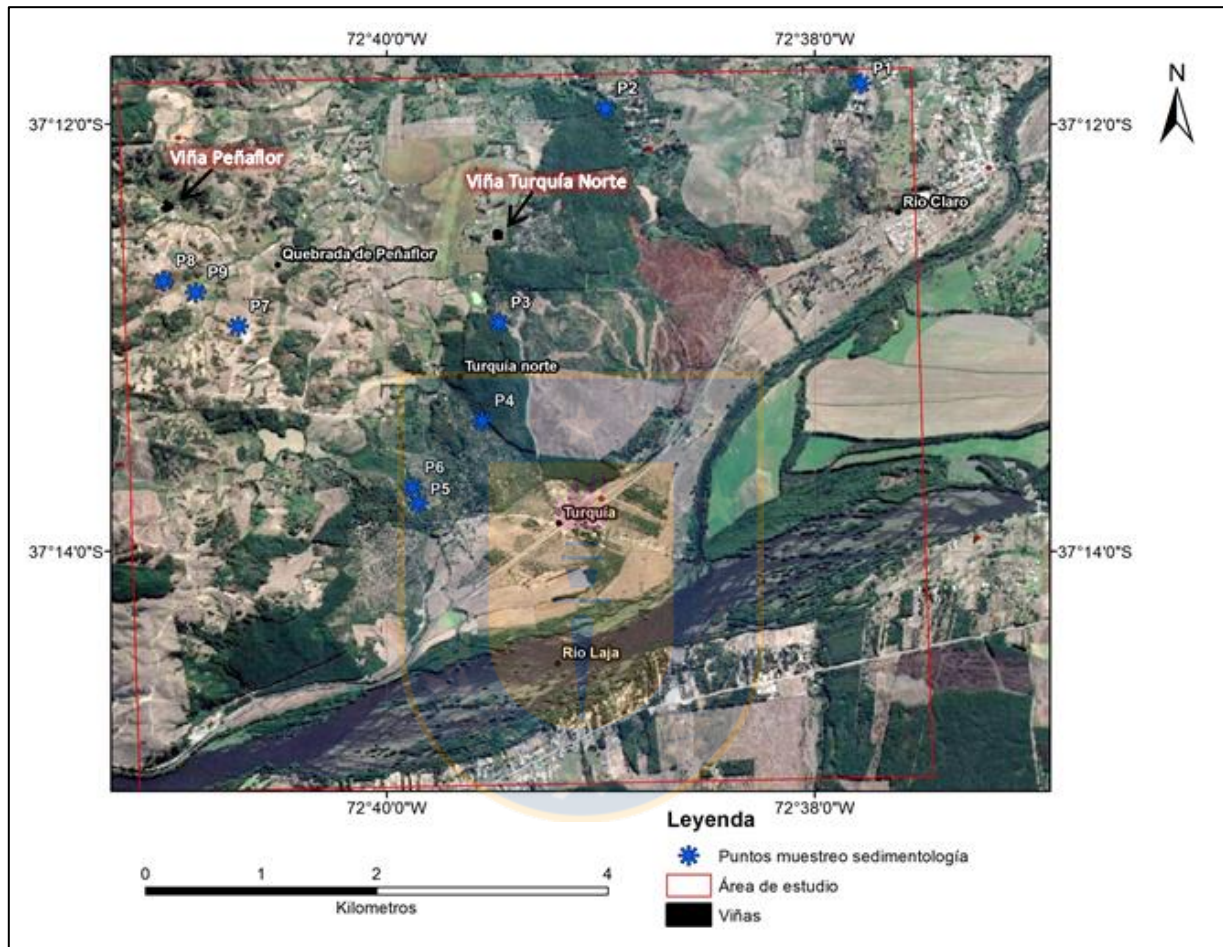


Figura 5.4: Localización de muestras utilizadas para análisis sedimentológico.

El número de afloramientos con un espesor suficiente para realizar este muestreo fue escaso debido a la abundante cobertura de vegetación y la restricción de acceso a los fondos, sin embargo se encontraron algunas tendencias en los resultados estadísticos (Tabla 5.3). El procedimiento del análisis sedimentológico fue el mismo que aquel realizado en los sedimentos de las viñas, incluyendo el método del tamizado, el método de la pipeta y el cálculo de los parámetros estadísticos de las muestras por medio del software Gradistat 8.0.

Tabla 5.3: Parámetros estadísticos y descripción de muestras del sector de Turquía (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) y de Viña Turquía Norte (en promedio).

| | Parámetro | Valor (Φ) | Descripción |
|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|
| P1 | Media (valor μm) | 113,4 | Arena muy fina Pobrementemente seleccionados Asimetría muy negativa Muy leptocúrticos |
| | Media | 3,141 | |
| | Selección | 1,078 | |
| | Asimetría | 0,447 | |
| | Curtosis | 2,049 | |
| P2 | Media (valor μm) | 37,92 | Limo muy fino Pobrementemente seleccionados Asimetría muy negativa Platicúrticos |
| | Media | 4,721 | |
| | Selección | 1,511 | |
| | Asimetría | 0,642 | |
| | Curtosis | 0,792 | |
| P3 | Media (valor μm) | 39,59 | Limo muy fino Pobrementemente seleccionados Asimetría negativa Platicúrticos |
| | Media | 4,659 | |
| | Selección | 1,766 | |
| | Asimetría | 0,351 | |
| | Curtosis | 0,820 | |
| P4 | Media (valor μm) | 90,41 | Arena muy fina Pobrementemente seleccionados Asimetría muy negativa Muy leptocúrticos |
| | Media | 3,467 | |
| | Selección | 1,074 | |
| | Asimetría | 0,415 | |
| | Curtosis | 2,175 | |
| P5 | Media (valor μm) | 172,0 | Arena fina Moderadamente bien Asimetría negativa Leptocúrticos |
| | Media | 2,540 | |
| | Selección | 0,613 | |
| | Asimetría | 0,140 | |
| | Curtosis | 1,158 | |
| P6 | Media (valor μm) | 75,52 | Arena muy fina Moderadamente seleccionados Asimetría negativa Mesocúrticos |
| | Media | 3,727 | |
| | Selección | 0,962 | |
| | Asimetría | 0,135 | |
| | Curtosis | 1,083 | |
| Viña Turquía Norte | Media (valor μm) | 75,72 | Arena muy fina Moderadamente bien Asimetría negativa Leptocúrticos |
| | Media | 3,724 | |
| | Selección | 0,639 | |
| | Asimetría | 0,233 | |
| | Curtosis | 1,133 | |

Cabe destacar que en las muestras P1 a P4 sólo se realizaron extracciones con el método de la pipeta a los 20 segundos y a las 2 horas, por lo tanto se dispone únicamente del porcentaje de las fracciones granulométricas de 4 Φ y 8 Φ , a diferencia de lo realizado en la muestra P6, que incluye las fracciones 4, 5, 6, 7 y 8 Φ (Anexo F). En la muestra P5 el porcentaje de finos fue de 2,3 g, por lo tanto se consideró innecesario hacer un proceso de separación posterior. El menor grado de

separación de finos en los análisis de las muestras P1, P2, P3 y P4 tuvo como consecuencia una disminución de la exactitud de los parámetros estadísticos, como se observa en el gráfico de distribución granulométrica de la muestra P3 (Figura 5.5).

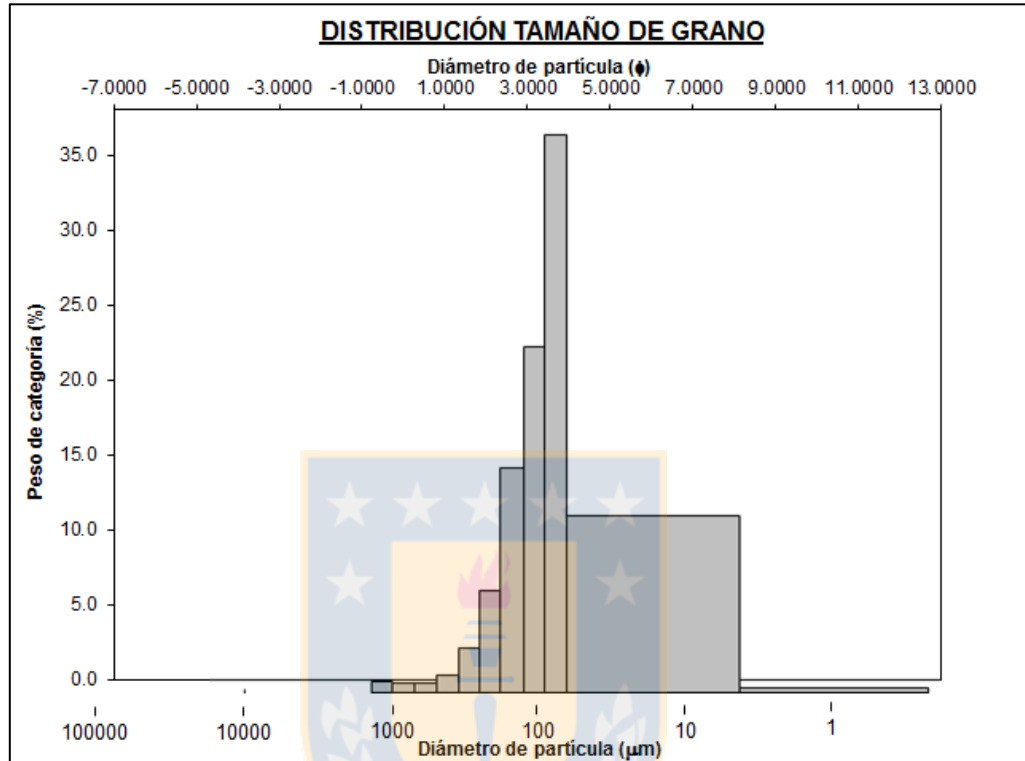


Figura 5.5: Distribución granulométrica de muestra P3, indicando error estadístico.

Al ingresar en el software nuevos porcentajes granulométricos inferidos por medio de la curva normal de Gauss, se produce una variación significativa en la selección, asimetría y curtosis de las muestras P1 y P4, asemejándose a las muestras P5 y P6.

A pesar de la imprecisión en los resultados de las muestras P1-P4, existen similitudes claras entre los parámetros estadísticos de las muestras P1, P4, P5 y P6. Todas ellas son arenas finas o muy finas, con asimetría positiva (fina a muy fina) y leptocúrticas. El grado de selección varía entre pobre a moderado por el efecto del análisis de finos.

De acuerdo a lo ejemplificado por Ghosh y Goswami (2011) (Figura 5.6), las semejanzas mencionadas anteriormente permiten inferir que las muestras P1, P4, P5 y P6 pertenecen a una unidad sedimentaria con características de duna, y a ellas se suman los sedimentos de la Viña Turquí Norte, que poseen parámetros estadísticos similares.

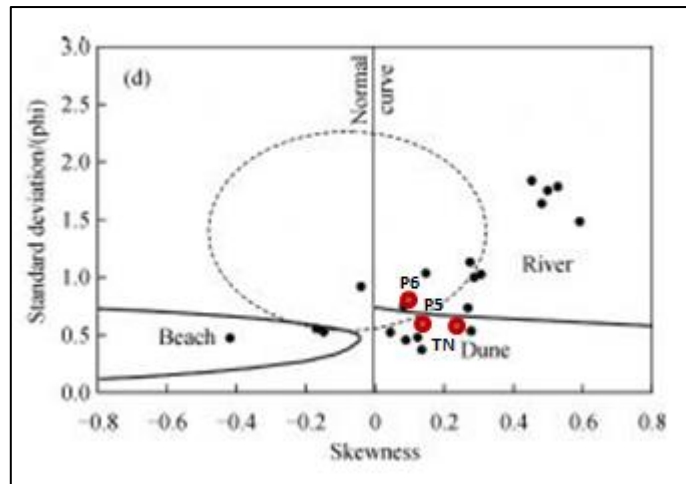


Figura 5.6: Límite aproximado entre muestras de río y dunas (modificado de Ghosh y Goswami, 2011, con ploteo de muestras P5, P6 y Turquía Norte).

Otra característica esencial al definir un ambiente eólico para las muestras anteriores fue el grado de redondez de algunos clastos, lo cual pudo ser observado en lupa binocular (Fotografía 5.1). Las muestras P2 y P3 se diferencian de las anteriores, y sus parámetros (selección pobre y asimetría muy fina) permiten compararlas con sedimentos de origen fluvial.

Se necesita, sin embargo, un mayor número de muestras para interpretar de manera más confiable el ambiente de sedimentación, en lo posible con funciones de discriminación linear (Sevon, 1966).

6. ENSAYOS HIDRÁULICOS CON MÉTODO DE PORCHET

Con el objetivo de determinar la conductividad hidráulica no saturada del suelo, se realizaron 5 ensayos Porchet (o tipo pozo Auger inverso) en la Viña Turquía Norte y otros 4 ensayos en la Viña Peñafior, perforando pozos con diámetro de pozo de 0,3 m y profundidades desde los 0,4 m hasta los 0,7 m.

La interpretación de los resultados de los ensayos hidráulicos indicó una mayor conductividad hidráulica (K) no saturada en la Viña Turquía Norte en comparación con la Viña Peñafior. Además, en la primera viña se observaron diferencias entre los valores de conductividades hidráulicas obtenidos en los pozos más superficiales y en los pozos más profundos.

Al comparar la interpretación de los resultados de los ensayos hidráulicos de terreno con valores referenciales de conductividades hidráulicas en distintos materiales (Figura 6.1), se ve la similitud de los suelos de Viña Peñafior con aquellos en el rango de arenas limosas (“*Silty sand*”). En el caso de la Viña Turquía Norte, en tanto, el valor es más cercano al rango de arenas puras (“*Clean sand*”).

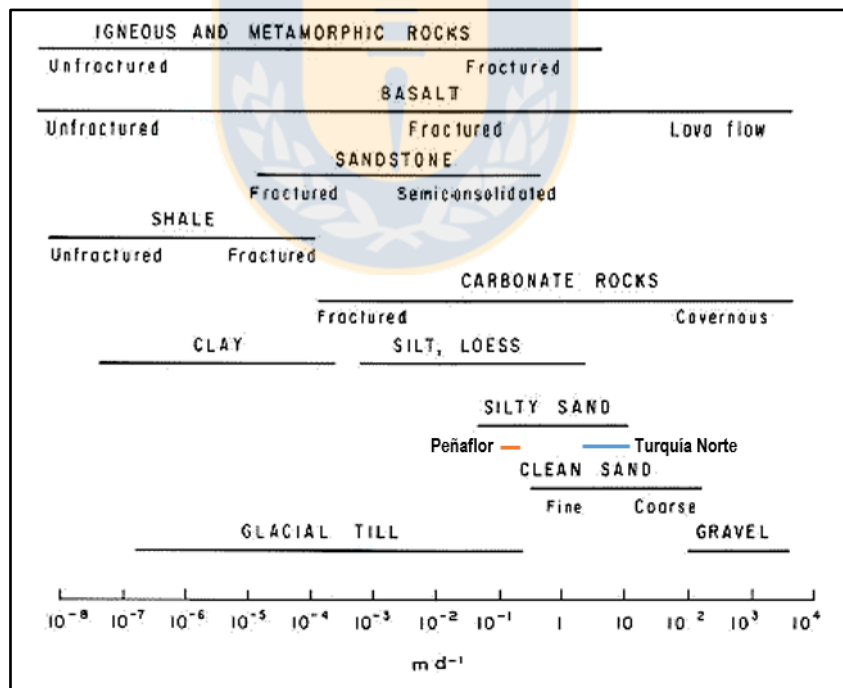


Figura 6.1: Comparación de conductividad hidráulica (en m/día) de formaciones geológicas y suelos (modificado de Heath, 1983).

En la Tabla 6.1 se resumen los resultados de los ensayos Porchet realizados en ambas viñas junto con los valores de conductividad hidráulica (K) calculados en m/día.

Tabla 6.1: Resultados de ensayos Porchet en viñas Turquía Norte y Peñaflo.

| Viña | N° prueba | Prof. pozo (m) | Ascenso máximo (m b.n.s.) | Radio de pozo (m) | Descenso total (m) | Tiempo total (s) | K (m/día) |
|---------------|-----------|----------------|---------------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------|
| Turquía Norte | 1 | 0,40 | 0,24 | 0,15 | 0,184 | 1.560 | 4,1 |
| | 2 | 0,40 | 0,28 | 0,15 | 0,180 | 1.320 | 3,7 |
| | 3 | 0,48 | 0,18 | 0,15 | 0,129 | 630 | 6,9 |
| | 4 | 0,70 | 0,14 | 0,15 | 0,133 | 480 | 12,7 |
| | 5 | 0,65 | 0,25 | 0,15 | 0,191 | 660 | 8,7 |
| Peñaflo | 1 | 0,45 | 0,27 | 0,15 | 0,05 | 3.600 | 0,27 |
| | 2 | 0,40 | 0,28 | 0,15 | 0,06 | 7.200 | 0,21 |
| | 3 | 0,50 | 0,28 | 0,15 | 0,04 | 3.600 | 0,21 |
| | 4 | 0,55 | 0,27 | 0,15 | 0,02 | 3.600 | 0,12 |

Las planillas de registro de los ensayos son presentadas en el Anexo C.

Algunos estudios han comprobado la influencia de la textura granulométrica en la capacidad de drenaje de los suelos, indicando que existe una correlación positiva entre el contenido de arena y la conductividad hidráulica, y una relación negativa en el caso de las arcillas (Nath y Krishna, 2014; Saxton y otros, 1986). Esta correlación fue confirmada en la presente Memoria de Título, en base a los resultados del análisis textural de suelos (detallados más adelante en el capítulo 10), ya que se observó que en la Viña Turquía Norte las muestras contienen mayor proporción de arena y menor proporción de arcilla que en aquellas de la Viña Peñaflo, y la conductividad hidráulica no saturada de los suelos es mayor.

Las fórmulas que calculan la conductividad hidráulica en base a parámetros estadísticos de tamaños de grano tienen precisiones variables, y deben ser adaptadas a los distintos ambientes de origen de las muestras (Rosas y otros, 2014). En el caso de los depósitos de dunas, se han encontrado correlaciones significativas entre la conductividad hidráulica de las unidades y ciertos parámetros estadísticos como la asimetría (en valores Φ) y el contenido de limo de las muestras (López y otros, 2015). Las muestras P1, P4, P5 y P6 pertenecen a depósitos clasificados como dunas, por lo tanto existiría la posibilidad de calcular aproximadamente las conductividades hidráulicas en este sector a partir de sus parámetros estadísticos, considerando necesariamente un mayor número de ejemplares para aumentar la representatividad de los resultados.

7. NIVELES FREÁTICOS Y BALANCE HÍDRICO

7.1 Niveles freáticos en Viña Peñafloor y anegamiento del suelo

En este estudio se midieron manualmente y de manera mensual los niveles freáticos de la Viña Peñafloor (sin irrigación) en una noria de 1 m de diámetro y 6 m de profundidad construida en el predio (Figura 7.1). El nivel fue más somero que 1 m b.n.s. desde mayo a octubre, y más profundo que 1 m b.n.s. los demás meses del año.

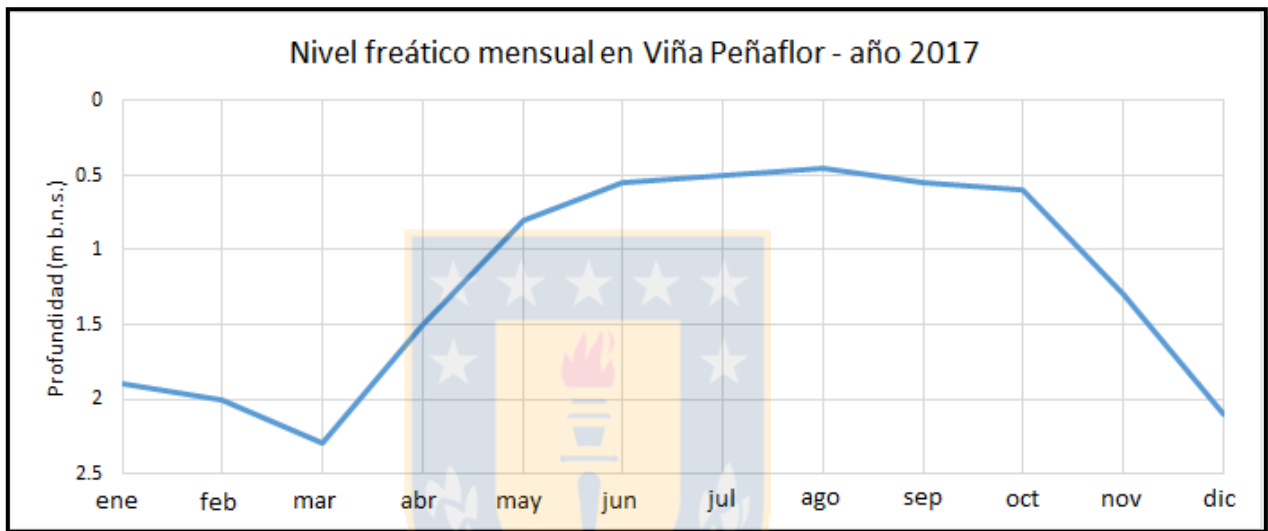


Figura 7.1: Niveles freáticos mensuales medidos en Viña Peñafloor durante el año 2017.

Previamente se calculó un valor promedio de conductividad hidráulica no saturada de 0,2 m/día en los suelos de la Viña Peñafloor, el cual se define como moderadamente bajo. La consecuencia de una baja conductividad hidráulica y niveles freáticos excesivamente someros es una saturación hídrica del suelo por períodos prolongados, lo cual se denomina anegamiento o “*waterlogging*”. La susceptibilidad del suelo a anegamiento es función de la frecuencia de lluvias e irrigación, de la capacidad de drenaje del suelo (conductividad hidráulica) y la profundidad del nivel freático (Fitzpatrick y otros, 1993).

El grado de anegamiento en el subsuelo se mide por días de ciclo de saturación unidos a un evento de precipitación, y se considera como un problema cuando este ciclo se prolonga por más de un día. Se ha comprobado en viñedos de varias cepas que el exponer la zona radicular entera a anegamiento por 7 días afecta negativamente el proceso de iniciación de brotes de uva y de crecimiento general de la planta, y lo mismo ocurre si se expone la zona radicular a anegamiento

cíclico por más de 3 días, incluso si fue sólo la mitad de la raíz que estuvo expuesta a tales condiciones (Stevens y otros, 1999, y West y Taylor, 1984). La anoxia frecuentemente lleva a muerte de las raíces, como se observa en la Fotografía 7.1, y es perjudicial para la productividad de las plantas si ocurre en el comienzo de la primavera, cuando inicia el período de crecimiento de los brotes (Pongracz, 1978).



Fotografía 7.1: Raíces muertas (de color negro) bajo calicata de Viña Peñaflor.

Un subsuelo saturado crea condiciones que restringen la penetración y funcionamiento de las raíces, además de causar el lavado de nutrientes del suelo y temperaturas bajas circundantes (Myburgh y Moolman, 1991). De hecho, la alta conductividad hidráulica en terreno es a menudo asociada con una alta calidad de la fruta (Seguin, 1986).

Según lo observado en las calicatas, gran parte del volumen radicular de las vides de Viña Peñaflor estuvo expuesto a anegamiento desde abril a octubre.

No fue posible medir el nivel freático en la Viña Turquía Norte, debido a que no existen norias o pozos construidos en el predio. Sin embargo, la mayoría del volumen del sistema radicular de las vides está ubicado en los primeros 0,7 m de suelo, y no se observó la presencia de un nivel freático en las calicatas excavadas durante los meses de otoño e invierno, por lo tanto se puede asumir que las vides de la Viña Turquía Norte no interactuaron con suelo saturado por períodos prolongados de tiempo. Adicionalmente, la conductividad hidráulica no saturada del suelo de esta viña es

moderadamente alta, con un mínimo de 7,2 m/día, por lo tanto la infiltración ocurre de manera rápida hacia niveles más profundos después de un evento de lluvia.

La suma de las condiciones anteriores permite asumir que las vides en la Viña Turquía Norte experimentan un moderado estrés hídrico, ya que el nivel de humedad del suelo asciende principalmente por períodos cortos.

Un estrés hídrico moderado aplicado sobre las vides antes de la maduración de la uva favorece la concentración de polifenoles en la fruta, lo cual es un indicador indirecto de su calidad (Cheng y otros, 2014 y van Leeuwen y otros, 2004). Por lo tanto, las condiciones hidrológicas en la Viña Turquía Norte son altamente favorables para la viticultura.

7.2 Balance hídrico mediante método de Thornthwaite (1948)

7.2.1 Datos meteorológicos del área de estudio

A partir de la base de datos de estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas (D.G.A.) y anuarios climatológicos de la Dirección Meteorológica de Chile, se compilaron valores de temperaturas medias mensuales, precipitaciones totales mensuales y número mensual máximo de horas de luz correspondientes al área de estudio para el año 2017 (Tabla 7.1).

Tabla 7.1: Compilación de datos meteorológicos de área de estudio para el año 2017 (tomados de D.G.A.)

| Mes | ene-17 | feb-17 | mar-17 | abr-17 | may-17 | jun-17 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T° promedio mensual | 21 | 20,5 | 15,7 | 12,6 | 8,3 | 7,4 |
| P totales por mes (mm) | 3,5 | 3,2 | 11,5 | 12 | 126,5 | 227,5 |
| n° horas máximas sol | 14,3 | 13,7 | 12,8 | 11,7 | 10,6 | 9,8 |
| Mes | jul-17 | ago-17 | sep-17 | oct-17 | nov-17 | dic-17 |
| T° promedio mensual | 6,4 | 7,3 | 9,1 | 11,4 | 15,3 | 18,2 |
| P totales por mes (mm) | 127 | 183,5 | 70,5 | 145,5 | 35,6 | 3 |
| n° horas máximas sol | 9,9 | 10,7 | 11,8 | 12,9 | 13,8 | 14,3 |

7.2.2 Series de suelo

A partir de la base de datos de series de suelos del I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), se identificaron las principales series de suelo del área de estudio (Figura 7.2). Mediante localización geográfica, se puede señalar que la Viña Peñaflore pertenece a la serie “Suelo Reciente”, mientras que la Viña Turquía Norte pertenece a la serie “Duna”. Cabe destacar que esta asignación es sólo a modo de referencia, sin considerar las características descritas en literatura.

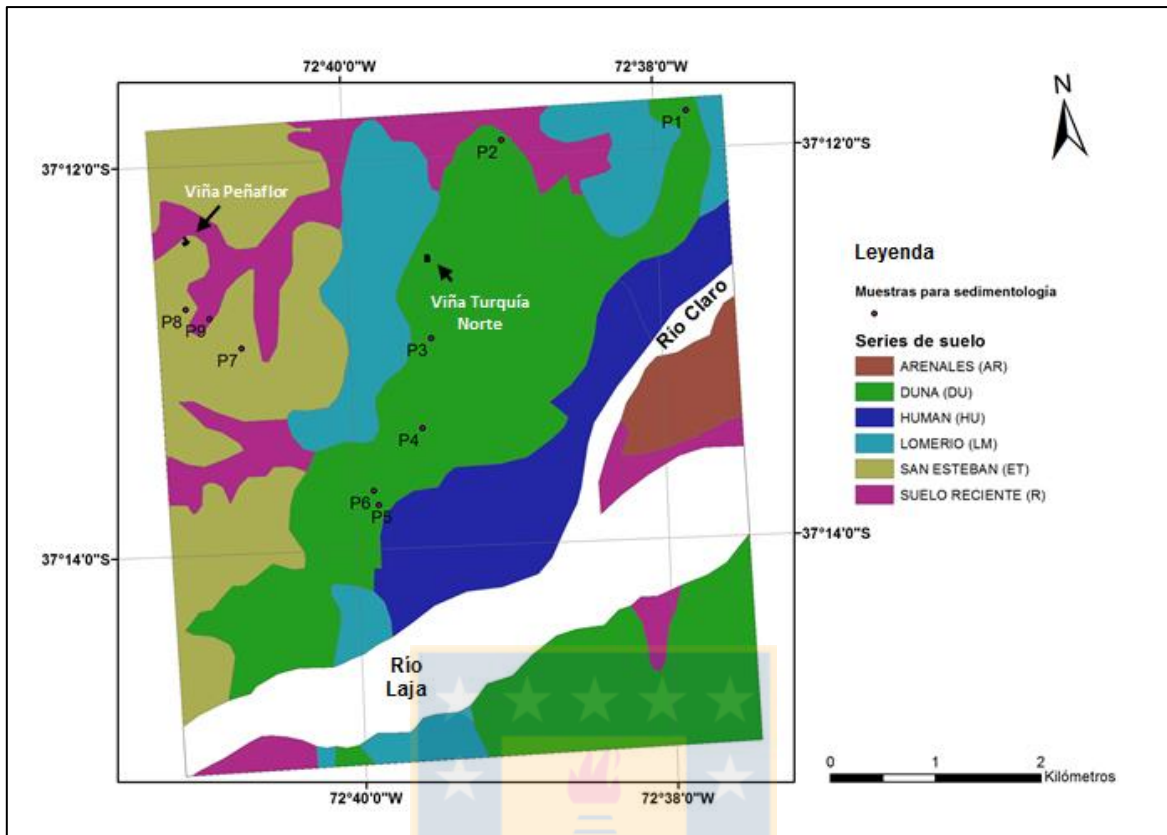


Figura 7.2: Series de suelo en área de estudio (tomadas de base de datos del I.N.I.A).

Debido a la gran cantidad de valores de densidad aparente y textura granulométrica de suelo que se compilaron por viña, se calculó un promedio para cada sector, y cada promedio puede ser considerado representativo de la serie de suelo correspondiente debido a que el balance hídrico se realiza sólo para el área que cubre la viña.

Estos promedios fueron ingresados al software de cálculo “*Hidraulic properties calculator*” (Saxton y otros, 1986), en el cual se obtuvieron valores hidráulicos aproximados del suelo tales como punto de marchitez, capacidad de campo, saturación y agua disponible para las plantas (Tabla 7.2).

El agua disponible o útil es la cantidad de agua que un suelo puede ceder a las plantas, y se calcula restando el punto de marchitez (punto bajo el cual las plantas ya no pueden obtener agua del suelo) a la capacidad de campo, que es la cantidad máxima de humedad que el suelo es capaz de retener después de la saturación (Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988). Los datos anteriores son necesarios para calcular la evapotranspiración real (ETR) en el modelo de Thornwaite.

Tabla 7.2: Resumen de características hidrológicas de series de suelo en viñas Turquía Norte y Peñaflo.

| Viña (Serie de suelo) | Viña Turquía Norte (Duna) | Viña Peñaflo (Suelo Reciente) |
|---|---------------------------|-------------------------------|
| % Arena* | 58,17 | 47,48 |
| % Arcilla* | 2,69 | 12,13 |
| Textura* | Franco-arenosa | Franca |
| Punto de marchitez (cm ³ agua/cm ³ suelo) | 0,07 | 0,1 |
| Capacidad de campo (cm ³ agua/cm ³ suelo) | 0,2 | 0,23 |
| Densidad aparente* (gr/cm ³) | 1,16 | 1,65 |
| Saturación (cm ³ agua/cm ³ suelo) | 0,34 | 0,44 |
| Conductividad hidráulica no saturada* (m/día) | 7,22 | 0,2 |
| Agua utilizable por las plantas | 0,13 | 0,13 |
| Profundidad enraizante* (m) | 0,8 | 0,8 |
| Área (m ²) | 3.240 | 3.513 |
| Volumen utilizable por Ha (m ³ /Ha) | 1.206,4 | 1.716 |
| Reserva máxima (mm) | 120,64 | 171,6 |
| *Datos obtenidos en laboratorio y terreno. | | |

En la Tabla 7.3 se detalla una serie de rangos de valores sugeridos para propiedades físicas e hidráulicas de suelo, con aplicación a la viticultura y en base a lo compilado por Cass y otros (2004).

Los valores de agua total disponible obtenidos en ambas viñas se ajustan a los rangos descritos (Tabla 7.2), sin embargo, la Viña Peñaflo posee un menor potencial hidrológico, debido a que el valor sugerido para la conductividad hidráulica es mayor de 0,5 m/día, y la máxima conductividad medida en ensayos Porchet fue de de 0,27 m/día en el predio. Además, en la viña mencionada existió una condición de anegamiento que estuvo ausente en la Viña Turquía Norte.

Los rangos sugeridos en la Tabla 7.3 deben ser ajustados de acuerdo al clima y el acceso a la irrigación, ya que no existe un suelo ideal para la viticultura, sino un set de condiciones apropiadas en el suelo para cada clima (Cass y otros, 2004).

En el balance hídrico de la Viña Peñaflor (Tabla 7.5), de manera similar a lo que ocurre en la Viña Turquía Norte, se observó que durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre hubo excedentes de agua que no ingresaron al suelo y se convirtieron en escorrentía superficial, mientras que el déficit hídrico se manifestó en enero, febrero, marzo y abril.

Tabla 7.5: Cálculo de balance hídrico para la Viña Peñaflor, año 2017.

| Reserva máxima = 171,6 mm | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Variable | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | ene | feb | mar | Total |
| T° | 1,6 | 8,3 | 7,4 | 6,4 | 7,3 | 9,1 | 11,4 | 15,3 | 18,2 | 21 | 20,5 | 15,7 | |
| i | 4,05 | 2,15 | 0,46 | 1,45 | 1,77 | 2,48 | 3,48 | 5,44 | 7,07 | 8,78 | 8,47 | 5,65 | 51,26 |
| ETP sin corr | 51,5 | 29,9 | 25,8 | 21,3 | 25,3 | 33,7 | 45,2 | 66,2 | 83,0 | 100,0 | 96,9 | 68,5 | 647,4 |
| n°días mes | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28,25 | 31 | |
| n° horas luz | 11,7 | 10,6 | 9,8 | 9,9 | 10,7 | 11,8 | 12,9 | 13,8 | 14,3 | 14,3 | 13,7 | 12,8 | |
| ETP corr. | 50,2 | 27,3 | 12,9 | 18,2 | 23,3 | 33,2 | 50,2 | 76,2 | 102,2 | 123,1 | 104,2 | 7,5 | 696,5 |
| Precipitac. | 12,0 | 126,5 | 227,5 | 127,0 | 183,5 | 70,5 | 145,5 | 35,6 | 3,0 | 3,5 | 3,2 | 11,5 | 949,3 |
| ETR | 12,0 | 27,3 | 12,9 | 18,2 | 23,3 | 33,2 | 50,2 | 76,2 | 102,2 | 35,3 | 3,2 | 11,5 | 405,5 |
| Déficit | 38,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 87,8 | 101,0 | 64,0 | 290,9 |
| Reserva | 0,0 | 99,2 | 171,6 | 171,6 | 171,6 | 171,6 | 171,6 | 131,0 | 31,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Excedentes | 0,0 | 0,0 | 142,2 | 108,8 | 160,2 | 37,3 | 95,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 543,8 |

En las figuras 7.3 y 7.4 se ilustran de manera gráfica los balances hídricos de las viñas Turquía Norte y Peñaflor. El área entre las líneas de evapotranspiración real y evapotranspiración potencial corresponde al déficit hídrico. Comparando los gráficos se puede concluir que ambos balances hídricos fueron prácticamente similares durante el año 2017, sin embargo, en la Viña Turquía Norte el déficit hídrico se prolongó por más tiempo debido a que incluyó al mes de diciembre.

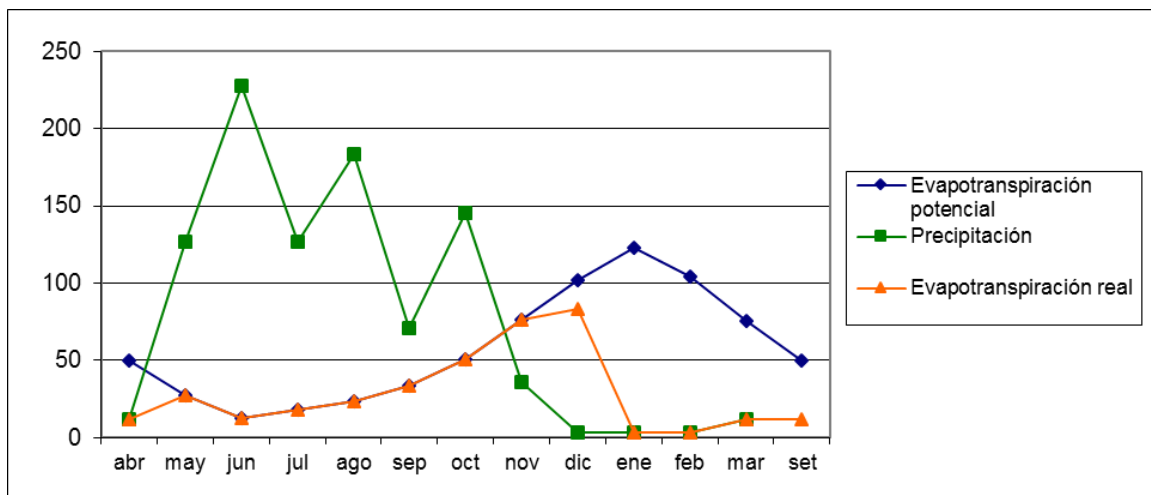


Figura 7.3: Balance hídrico de la Viña Turquía Norte.

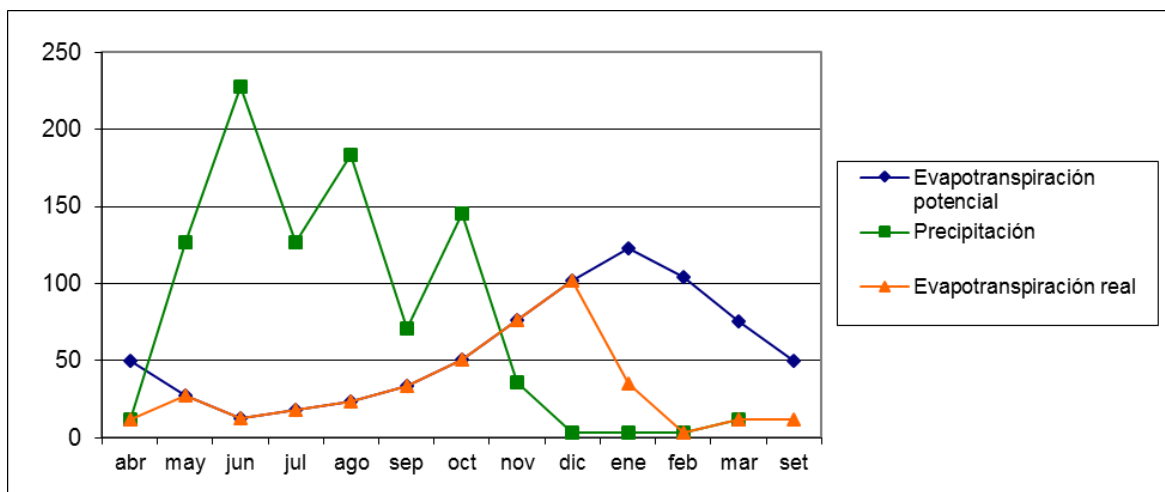


Figura 7.4: Balance hídrico de la Viña Peñaflores.

Asimismo, la suma del déficit anual fue de 341,9 mm en la Viña Turquía Norte, mientras que en la Viña Peñaflores fue de 290,9 mm.



8. ANÁLISIS QUÍMICOS NUTRICIONALES DE SUELO

En las viñas Turquía Norte y Peñaflores se realizaron análisis químicos nutricionales de suelo en un punto por predio a tres distintas profundidades (15, 50 y 90 cm), con el objetivo de descartar preliminarmente valores extremos de exceso o carencia de ciertos nutrientes (orgánicos e inorgánicos) y probar la predominancia de los factores físicos en el crecimiento de las raíces. En la Tabla 8.1 se resumen los valores identificados en cada muestra, mientras que las planillas de análisis se incluyen en el Anexo D.

Tabla 8.1: Resumen de resultados de análisis químicos nutricionales en suelos de ambas viñas.

| Viña | Profundidad (cm) | mg/kg | | | pH | MO (%) | Intercambiables (cmol/kg) | | | |
|---------------|------------------|-------|-----|-----|-----|--------|---------------------------|-----|------|------|
| | | N | P | K | | | Ca | Mg | Na | K |
| Peñaflores | 15 | 19,4 | 5,6 | 45 | 6,5 | 1,9 | 8,1 | 3,2 | 0,11 | 0,12 |
| | 50 | 3,7 | 7 | 55 | 7,2 | 1,3 | 9,7 | 3,7 | 0,19 | 0,14 |
| | 90 | 1,7 | 4,5 | 34 | 7,2 | 0,6 | 8,1 | 3,0 | 0,17 | 0,09 |
| Turquía Norte | 15 | 14,8 | 7,2 | 335 | 6,7 | 3,5 | 7,4 | 0,9 | 0,02 | 0,86 |
| | 50 | 2,5 | 2 | 204 | 6,9 | 2,3 | 5,7 | 0,5 | 0,04 | 0,52 |
| | 90 | 0,9 | 1,1 | 135 | 7,0 | 1,4 | 3,7 | 0,6 | 0,03 | 0,35 |

Como se observa en la Tabla 8.1, los porcentajes en peso de materia orgánica en la muestra van disminuyendo con la profundidad, lo cual es coherente con la naturaleza del proceso de formación de horizontes de suelo (Cass y otros, 2002). A nivel general, en las muestras de la Viña Turquía Norte la cantidad de materia orgánica es significativamente mayor que aquellas de la Viña Peñaflores.

El valor de pH va aumentando a medida que se profundiza en el suelo de ambas viñas, y se acerca a valores neutros, con rangos entre 6,5 y 7,2.

Respecto a los pesos totales en muestra de nutrientes de suelo (N, P y K), se observa que las muestras de Viña Peñaflores son ligeramente más abundantes en nitrógeno (N), mientras que son notoriamente más escasas en potasio (K) que la Viña Turquía Norte, con diferencias de orden de casi una magnitud. Otras diferencias significativas se observan en los valores de cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K), donde las muestras de Viña Peñaflores contienen valores significativamente mayores de magnesio (Mg) y sodio (Na), con diferencias de entre 4 y 6 veces.

Algunos autores han relegado a un segundo plano los factores químicos como pH y nutrientes inorgánicos en suelo respecto a las propiedades físicas de las viñas, explicando que existe un efecto

por toxicidad o deficiencia en la planta sólo cuando los valores son en extremo altos o bajos (Cass y otros, 2004). Los mismos autores, mediante una compilación de antecedentes bibliográficos y observaciones en terreno, han elaborado una tabla de rangos guía de ciertos nutrientes y parámetros químicos, que sirven como sugerencia para la elección de suelos potenciales para viticultura (Figura 8.1).

| Nutriente | Rango de concentración en suelo (mg/kg) | | | | |
|----------------------|---|-----------|-----------|--------|----------------|
| | Deficiente | Marginal | Adecuado | Alto | Tóxico |
| NO ₃ -N | <1 | 1,0 - 2,0 | 2,0 - 10 | >10 | |
| K | <50 | 50 - 100 | 100 - 250 | >250 | |
| P | <25 | 25 - 35 | 35 - 80 | >70 | |
| pH CaCl ₂ | Concentración relativa de catión intercambiable | | | | |
| | Ca | Mg | Na | K | Razón Ca:Mg |
| 5,5-8 | 60-80 | 15-30 | <6 | 5,0-10 | 2,0 - 10 |

Figura 8.1: Rangos guía de nutrientes y cationes intercambiables en suelo para viticultura (modificado de Cass y otros, 2004).

Al comparar los resultados obtenidos en los análisis químicos y los rangos guía sugeridos anteriormente, se concluye que ambos suelos presentan un valor adecuado de pH, son deficientes en fósforo (P) y presentan valores adecuados a excesivamente altos de nitrógeno (N).

La mayor diferencia entre los suelos de la Viña Turquía Norte y de la Viña Peñaflores, es que los primeros contienen un nivel alto de potasio (promedio de 224,6 mg/kg), mientras que los últimos contienen un nivel deficiente (promedio de 44,7 mg/kg). En cuanto a la proporción catiónica relativa de cada suelo, se distingue que en la Viña Peñaflores existen valores adecuados de Ca, Mg y Na, mientras que en la Viña Turquía Norte hay deficiencia leve en Mg y exceso en Ca.

Ponderando los parámetros evaluados, se puede postular que los suelos de la Viña Turquía Norte son ligeramente más aptos en el aspecto químico para la viticultura, sin embargo, se necesita una cantidad mayor de muestras para acercarse a una descripción más confiable. Las diferencias encontradas permiten inferir que la influencia de los parámetros físicos como textura, densidad aparente y conductividad hidráulica es más significativa en el crecimiento del sistema radicular.

9. ANÁLISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELOS

9.1 Resultados de análisis en laboratorio

9.1.1 Viña Turquía Norte

Los valores de densidad aparente del suelo de esta viña muestran dos tendencias principales. La primera es el aumento progresivo de la densidad aparente con la profundidad (calicatas B, F, G e D), y la segunda es la disminución de la densidad aparente a los 50 cm y un aumento a los 90 cm (calicatas A, C, D, E y H). No se conoce el origen de esta divergencia, sin embargo, la segunda tendencia concuerda con lo observado en distintos suelos del tipo Entisol, que se caracterizan por la ausencia de desarrollo de horizontes de suelo (Alvarado y Forsythe, 2005).

Los valores de densidad aparente (en g/cm^3) para los suelos de las calicatas de la Viña Turquía Norte son resumidos en la Tabla 9.1, y las planillas de cálculo son incluidas en el Anexo E.

Tabla 9.1: Resultados de análisis de densidad aparente en calicatas de Viña Turquía Norte (en g/cm^3)

| | Calicata | | | | | | | | |
|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Profundidad | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 15 cm | 1,12 | 1,01 | 1,19 | 1,22 | 1,14 | 1,07 | 1,08 | 1,24 | 1,06 |
| 50 cm | 1,07 | 1,17 | 1,05 | 1,13 | 1,11 | 1,17 | 1,17 | 1,10 | 1,11 |
| 90 cm | 1,23 | 1,17 | 1,18 | 1,26 | 1,20 | 1,20 | 1,25 | 1,26 | 1,31 |

9.1.2 Viña Peñaflo

Los valores de densidad aparente de las muestras de esta viña muestran una tendencia única, en la cual el suelo se presenta más denso a los 50 cm y menos denso a los 90 cm. Esto concuerda con lo observado en distintos suelos del tipo Alfisol, caracterizados por un primer horizonte de menor valor de densidad (probablemente debido a una mayor actividad biológica cerca de la superficie), un horizonte argílico intermedio de mayor densidad y un nivel ubicado entre los 60 y 90 cm de profundidad, donde la densidad disminuye posiblemente por mayor presencia de humedad (Alvarado y Forsythe, 2005).

El suelo de la Viña Peñaflo presentó alto contenido de humedad a los 90 cm, por lo tanto se presume que el descenso de la densidad aparente se debió al mismo fenómeno descrito anteriormente.

Como se observa por comparación, los suelos de la Viña Peñafior son más densos que aquellos de la Viña Turquía Norte (con una diferencia de $0,6 \text{ g/cm}^3$ promedio a la misma profundidad).

Los valores de densidad aparente (en g/cm^3) en las calicatas de la Viña Peñafior son resumidos en la Tabla 9.2, y las planillas de cálculo son incluidas en el Anexo E.

Tabla 9.2: Resultados de análisis de densidad aparente en calicatas de Viña Peñafior (en g/cm^3)

| | Calicata | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Profundidad | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 15 cm | 1,68 | 1,60 | 1,58 | 1,79 | 1,59 | 1,59 | 1,62 | 1,60 | 1,57 |
| 50 cm | 1,73 | 1,67 | 1,80 | 1,82 | 1,74 | 1,67 | 1,67 | 1,69 | 1,75 |
| 80 cm | 1,51 | 1,64 | 1,68 | 1,55 | 1,65 | 1,60 | 1,60 | 1,45 | 1,63 |

9.2 Interpretación de resultados

En los análisis de densidad aparente se descubrió que los suelos de Viña Peñafior son más densos que aquellos de Viña Turquía Norte, con una diferencia promedio de $0,6 \text{ g/cm}^3$. La diferencia entre ambos suelos tiene su origen en las características texturales y la composición mineralógica de los mismos, sin embargo, sería necesario evaluar independientemente cada variable para conocer su influencia individual.

Por ejemplo, se ha comprobado que existe una relación directamente proporcional entre el contenido de SiO_2 , MgO , CaO y Na_2O de un suelo y su densidad, e inversamente proporcional en el caso de K_2O , TiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 (Giuseppe y otros, 2016). Al analizar la mineralogía de los suelos de Viña Peñafior (mayor contenido de cuarzo y feldespatos calco-sódicos) y de Viña Turquía Norte (mayor contenido de sales y óxidos de hierro), y compararla con los resultados de densidad aparente, se manifiesta esta relación.

La relevancia que tiene la densidad aparente del suelo en la aptitud para viticultura del mismo, radica en la influencia que tiene sobre el crecimiento del sistema radicular de las vides. En un suelo con mayor densidad, el crecimiento de las raíces será más limitado, y por lo tanto habrá una reducción en la capacidad de las raíces para extraer nutrientes y agua del suelo, afectando su desempeño.

10. ANÁLISIS TEXTURAL DE SUELOS

10.1 Resultados de análisis en laboratorio

10.1.1 Viña Turquía Norte

Los valores obtenidos a partir de los análisis de textura de suelo para la Viña Turquía Norte muestran dos tendencias principales. Una de ellas consiste en la disminución del porcentaje de arena a los 50 cm y el aumento consiguiente a los 90 cm (calicatas A, E, H e I), mientras que la segunda tendencia muestra un aumento progresivo del porcentaje de arenas con la profundidad (calicatas B, C y D). En todas las calicatas se observa una disminución del porcentaje de arcillas con la profundidad.

No se conoce el origen de la divergencia descrita anteriormente, sin embargo, el incremento del porcentaje de arena y el descenso de porcentaje de arcillas con la profundidad es característico de los suelos tipo Entisol (USDA, 1999). Esta clasificación de suelo, en tanto, fue otorgada al material sedimentario de la Viña Turquía Norte en base a un mapa de asociaciones de suelos realizado por Luzio y Alcayaga (1990).

En la Tabla 10.1 se resumen los resultados (expresados en %) de los análisis de textura de los suelos en las calicatas de la Viña Turquía Norte según el sistema USDA, y las planillas de cálculo se incluyen en el Anexo F, junto a los porcentajes granulométricos de las muestras de suelo de acuerdo al Sistema Internacional.

10.1.2 Viña Peñaflores

Los valores obtenidos a partir de los análisis de texturas de suelo para la Viña Peñaflores muestran dos tendencias principales. La primera consiste en un aumento progresivo del porcentaje de arenas con la profundidad (calicatas A, D, E, F, G e I) mientras que la segunda muestra una disminución de este porcentaje a los 50 cm, con un consiguiente aumento a los 90 cm (calicatas B, C y D). El porcentaje de arcillas decreció con la profundidad en todos los casos.

Los suelos de la Viña Peñaflores fueron clasificados como Alfisoles en base al mapa de asociaciones de suelos realizado por Luzio y Alcayaga (1990). En ellos existe un horizonte argílico intermedio con mayor contenido de arcillas y menor contenido de arenas (Alvarado y Forsythe, 2005).

Tabla 10.1: Porcentajes granulométricos en muestras de Viña Turquía Norte (sistema U.S.D.A.)

| Muestra | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Total finos (%) |
|----------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| A15T | 51,81 | 43,13 | 5,06 | 48,19 |
| A50T | 49,69 | 48,29 | 2,03 | 50,31 |
| A90T | 57,91 | 41,08 | 1,01 | 42,09 |
| B15T | 47,62 | 48,32 | 4,06 | 52,38 |
| B50T | 53,80 | 44,17 | 2,03 | 46,20 |
| B90T | 50,73 | 47,84 | 1,43 | 49,27 |
| C15T | 49,78 | 45,16 | 5,06 | 50,22 |
| C50T | 51,58 | 45,37 | 3,05 | 48,42 |
| C90T | 57,53 | 40,43 | 2,04 | 42,47 |
| D15T | 45,69 | 50,25 | 4,05 | 54,31 |
| D50T | 51,30 | 47,69 | 1,01 | 48,70 |
| D90T | 63,46 | 35,53 | 1,02 | 36,54 |
| E15T | 51,18 | 45,77 | 3,05 | 48,82 |
| E50T | 50,07 | 48,31 | 1,62 | 49,93 |
| E90T | 57,42 | 41,57 | 1,01 | 42,58 |
| F15T | 61,41 | 33,10 | 5,48 | 38,59 |
| F50T | 73,59 | 24,38 | 2,03 | 26,41 |
| F90T | 71,64 | 26,94 | 1,42 | 28,36 |
| G15T | 69,56 | 26,58 | 3,86 | 30,44 |
| G50T | 71,63 | 25,54 | 2,84 | 28,37 |
| G90T | 67,49 | 30,08 | 2,44 | 32,51 |
| H15T | 71,42 | 24,70 | 3,88 | 28,58 |
| H50T | 67,37 | 31,21 | 1,43 | 32,63 |
| H90T | 75,60 | 23,99 | 0,41 | 24,40 |
| I15T | 49,32 | 45,21 | 5,47 | 50,68 |
| I50T | 46,82 | 49,73 | 3,45 | 53,18 |
| I90T | 55,11 | 42,47 | 2,43 | 44,89 |

Este horizonte estuvo ausente en los resultados obtenidos en esta viña, por lo tanto se considera la posibilidad de un error de medición o muestreo. En la Tabla 10.2 se compilan los resultados de los análisis texturales para la Viña Peñaflores, y las planillas de cálculo se adjuntan en el Anexo F.

10.2 Clasificación textural de suelos en sistema U.S.D.A.

10.2.1 Viña Turquía Norte

Los resultados de los análisis de suelos de la Viña Turquía Norte indicaron una textura franco-arenosa, con menor proporción de muestras en el campo de los suelos areno-francosos.

Tabla 10.2: Porcentajes granulométricos en muestras de Viña Peñaflores (sistema U.S.D.A.)

| Muestra | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Total finos (%) |
|---------|-----------|----------|-------------|-----------------|
| A15T | 36,89 | 44,67 | 18,44 | 63,11 |
| A50T | 39,31 | 43,38 | 17,31 | 60,69 |
| A90T | 44,91 | 39,67 | 15,42 | 55,09 |
| B15T | 53,83 | 35,34 | 10,83 | 46,17 |
| B50T | 44,12 | 44,75 | 11,13 | 55,88 |
| B90T | 48,70 | 41,29 | 10,01 | 51,30 |
| C15T | 49,85 | 38,33 | 11,82 | 50,15 |
| C50T | 45,10 | 43,96 | 10,94 | 54,90 |
| C90T | 49,07 | 39,96 | 10,97 | 50,93 |
| D15T | 50,97 | 38,25 | 10,78 | 49,03 |
| D50T | 45,40 | 43,51 | 11,09 | 54,60 |
| D90T | 57,53 | 34,64 | 7,84 | 42,47 |
| E15T | 42,38 | 39,25 | 18,37 | 57,62 |
| E50T | 49,85 | 37,31 | 12,84 | 50,15 |
| E90T | 57,42 | 34,80 | 7,78 | 42,58 |
| F15T | 41,44 | 40,82 | 17,73 | 58,56 |
| F50T | 48,22 | 42,41 | 9,38 | 51,78 |
| F90T | 70,31 | 24,33 | 5,36 | 29,69 |
| G15T | 39,38 | 42,89 | 17,73 | 60,62 |
| G50T | 48,00 | 40,53 | 11,46 | 52,00 |
| G90T | 62,10 | 29,45 | 8,44 | 37,90 |
| H15T | 37,70 | 43,65 | 18,65 | 62,30 |
| H50T | 41,50 | 46,96 | 11,53 | 58,50 |
| H90T | 43,33 | 45,09 | 11,58 | 56,67 |
| I15T | 43,30 | 46,94 | 9,76 | 56,70 |
| I50T | 43,14 | 47,78 | 9,08 | 56,86 |
| I90T | 48,29 | 40,60 | 11,11 | 51,71 |

En la Figura 10.1 se presentan las muestras graficadas en el triángulo textural de suelo según la clasificación del U.S.D.A. Se observa que el porcentaje de arcillas es bajo referencialmente (<10%) y el porcentaje de arenas supera en general el 50%.

10.2.2 Viña Peñaflores

Los resultados de los análisis de textura de suelos de la Viña Peñaflores indican una textura franco-arenosa a franca, con mayor porcentaje de muestras en el campo de textura “franca” y el límite con el campo de textura “franco-arenosa”.

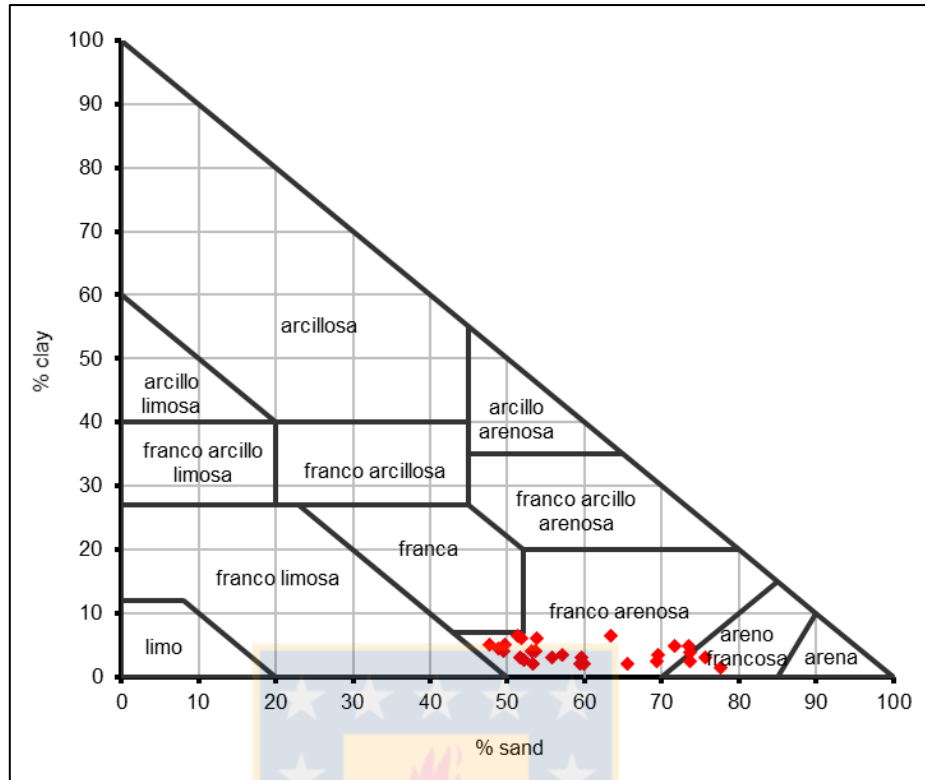


Figura 10.1: Muestras de Viña Turquía Norte graficadas en el Triángulo textural de suelos del USDA (modificado de Gerakis y Baer, 1999).

En la Figura 10.2 se presentan las muestras graficadas en el triángulo textural de suelo según la clasificación del U.S.D.A. Se observa que el porcentaje de arcillas se localiza entre el 10-20% de la muestra total, y el porcentaje de arenas es superior al 40%.

10.3 Interpretación de resultados

El objetivo inicial del análisis de textura de suelos en 9 calicatas por viña fue la comparación estadística de porcentajes granulométricos (% de arenas, limos y arcillas) con el número de raíces por profundidad. Sin embargo, al realizar una comparación proporcional simple se confirmó que no existe una relación directa entre las variables.

La textura del suelo, sin embargo, tiene un efecto directo en la porosidad del mismo, por consiguiente influye en su conductividad hidráulica, y la última propiedad mencionada influye en la aptitud del suelo para la viticultura (Seguin, 1986). De manera indirecta, entonces, la clasificación textural del suelo es relevante en la selección de suelos para viticultura.

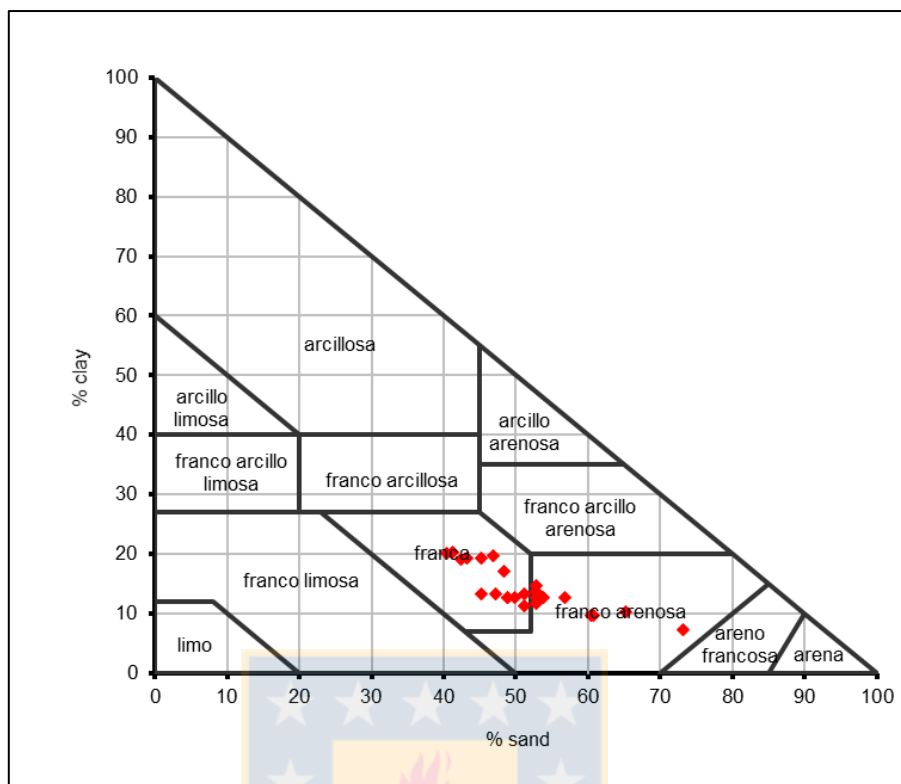


Figura 10.2: Muestras de Viña Peñaflo graficadas en el Triángulo textural de suelos del USDA (modificado de Gerakis y Baer, 1999).

11. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RADICULAR EN VIÑAS PEÑAFLORES Y TURQUÍA NORTE.

11.1 Distribución radicular de vides en calicatas de Viña Turquía Norte

Los diagramas de conteo de raíces evidenciaron una alta cantidad de contactos (número de raíces) y una gran heterogeneidad en las calicatas de la Viña Turquía Norte.

El número de raíces decreció progresivamente con la profundidad en todas las categorías de tamaño, salvo en aquellas con un diámetro mayor a 7 mm, cuya abundancia no obedeció un patrón en los últimos niveles del perfil. A nivel general, las raíces de diámetro inferior a 2 mm fueron significativamente más abundantes que aquellas con diámetro superior a 2 mm.

En la Tabla 11.1 se resume el número total de cada tipo de raíz por calicata, y se calcula el promedio de estos valores para la Viña Turquía Norte. Cabe destacar que para comparar homogéneamente las abundancias de las calicatas de ambas viñas, se consideraron solamente las raíces hasta los 0,8 m en las estadísticas. Los conteos detallados por cada nivel en cada calicata son incluidos en el Anexo G.

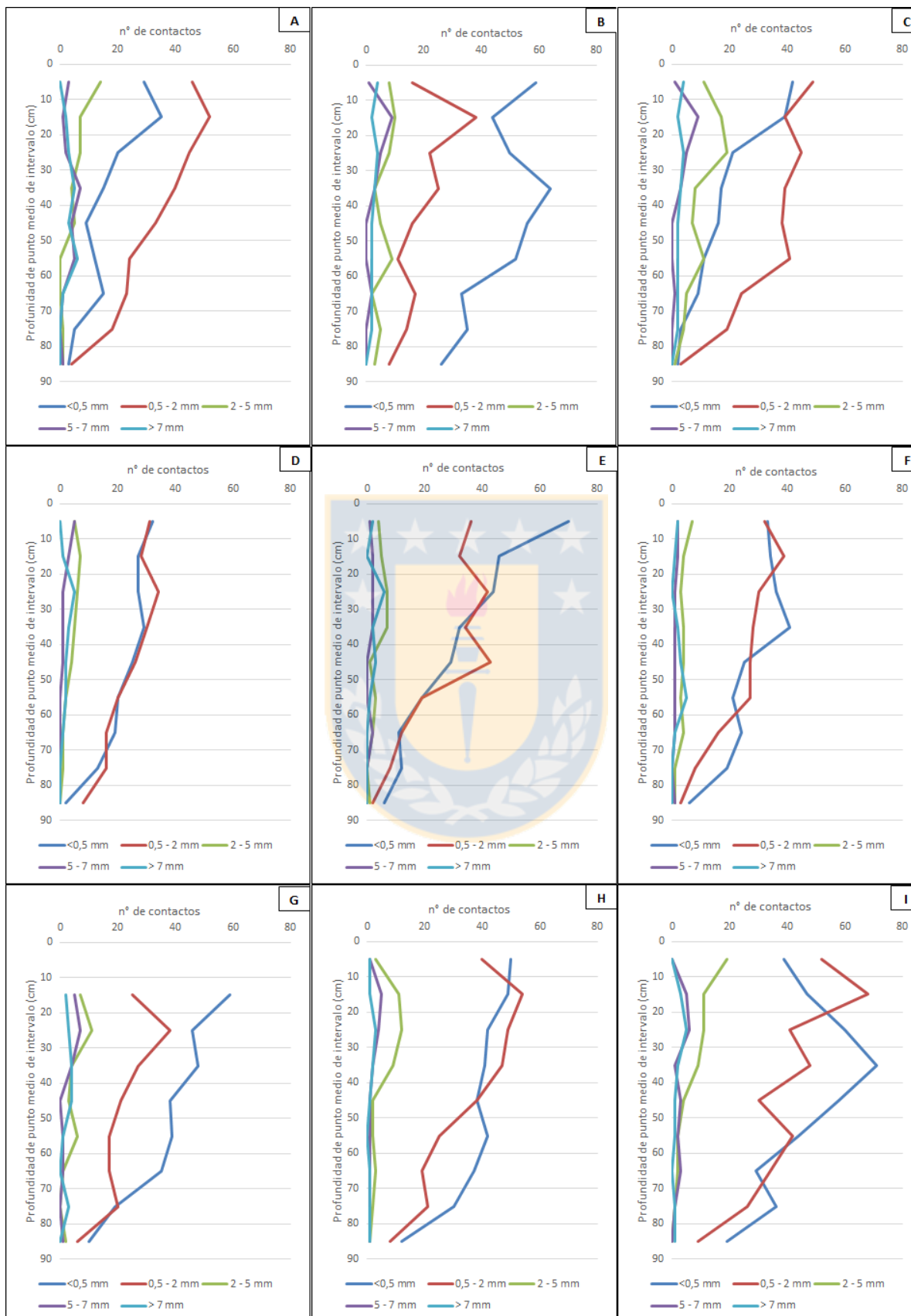
Tabla 11.1: Número total de contactos (raíces) por cada calicata de Viña Turquía Norte.

| Calicatas | A | B | C | D | E | F | G | H | I | Prom. |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Tipo raíz (mm) | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° |
| <0,5 mm | 140 | 393 | 158 | 192 | 263 | 233 | 284 | 329 | 384 | 264,0 |
| 0,5-2 mm | 281 | 159 | 294 | 201 | 226 | 207 | 165 | 293 | 341 | 240,8 |
| 2 – 5 mm | 38 | 50 | 82 | 31 | 29 | 30 | 32 | 44 | 59 | 43,9 |
| 5 – 7 mm | 23 | 20 | 19 | 11 | 9 | 9 | 18 | 16 | 21 | 16,2 |
| >7 mm | 20 | 21 | 21 | 14 | 14 | 14 | 17 | 10 | 13 | 16,0 |

Para tener una mejor visión de cómo cambió la distribución radicular con la profundidad, se graficó la abundancia de cada tipo de raíz por cada calicata (Figura 11.1). Cabe señalar que en la calicata G la excavación poco minuciosa de la pared impidió medir raíces en el primer nivel.

11.2 Distribución radicular de vides en calicatas de Viña Peñaflores.

De modo general, se observó que la abundancia radicular fue inferior en las vides de la Viña Peñaflores en comparación a aquellas de la Viña Turquía Norte. Los diagramas de conteo de raíces evidenciaron un bajo número de raíces por nivel de profundidad y alta heterogeneidad.



Figuras 11.1 (a-i): Distribución radicular en perfiles de calicatas A-I en Viña Turquía Norte.

A nivel general, las raíces de diámetro inferior a 2 mm fueron significativamente más abundantes que aquellas con diámetro superior a 2 mm. El número de raíces en las calicatas disminuyó progresivamente con la profundidad en todas las categorías de diámetro hasta un nivel de 0,6 m de profundidad aproximadamente. Desde este nivel hasta los 0,8 m, en contraste con lo que ocurrió en las calicatas de la Viña Turquía Norte, las raíces comenzaron a ser más abundantes en todas las categorías de tamaño, indicando una posible influencia de las propiedades físicas del suelo o del nivel freático. Cabe destacar que no se pudo contar las raíces en el intervalo de 0,8 a 0,9 m de profundidad en tres de las calicatas de esta viña debido a que la excavación estaba anegada en el momento del procedimiento, por lo tanto se consideran de manera homogénea las raíces presentes hasta los 0,8 m de profundidad en todas las calicatas.

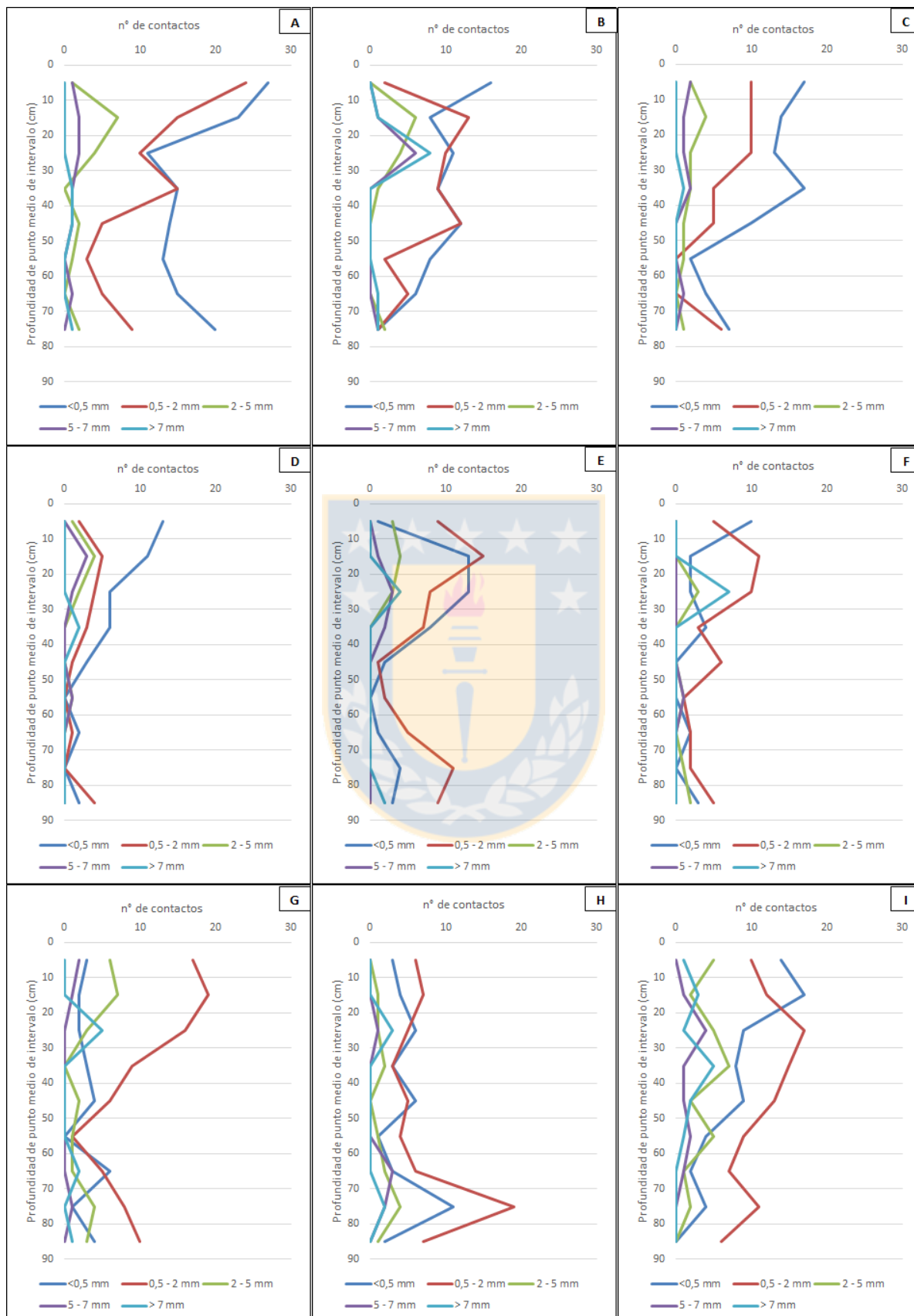
Una mayor densidad aparente dificulta el crecimiento de las raíces y su capacidad para extraer agua y nutrientes del suelo (Cass y otros, 2004), mientras que una mayor proporción de finos afecta la capacidad de infiltración del mismo (Saxton y otros, 1986). Lo anterior puede explicar la menor abundancia de raíces en las vides de la Viña Peñaflores, ya que los suelos presentaron las condiciones mencionadas.

En la Tabla 11.2 se resume el número total de cada tipo de raíz por calicata, y se otorga un valor por cada diámetro que corresponde al promedio de todas las calicatas de la Viña Peñaflores.

Tabla 11.2: Número total de contactos (raíces) por cada calicata de Viña Peñaflores.

| Calicatas | A | B | C | D | E | F | G | H | I | Prom. |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Tipo raíz (mm) | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° | n° |
| <0,5 mm | 138 | 71 | 84 | 41 | 42 | 20 | 21 | 37 | 67 | 57,9 |
| 0,5-2 mm | 86 | 54 | 46 | 16 | 58 | 40 | 81 | 55 | 94 | 58,9 |
| 2 – 5 mm | 17 | 13 | 13 | 8 | 10 | 5 | 24 | 11 | 29 | 14,4 |
| 5 – 7 mm | 8 | 8 | 7 | 5 | 6 | 1 | 4 | 6 | 10 | 6,1 |
| >7 mm | 3 | 11 | 1 | 2 | 4 | 7 | 7 | 5 | 13 | 5,9 |

Para tener una mejor visión de cómo varía la distribución radicular con la profundidad, se grafican los valores de cada tipo de raíz por cada calicata (Figura 11.2). Los conteos detallados por cada nivel en cada calicata son incluidos en el Anexo G.



Figuras 11.2 (a-i): Distribución radicular en perfiles de calicatas A-I en Viña Peñafior.

12. CONCLUSIONES

El análisis sedimentológico de muestras de suelo permitió asignar un ambiente de sedimentación eólico (tipo duna) para los suelos de la Viña Turquía Norte y aluvial para los suelos de la Viña Peñaflo. Lo anterior fue basado en estimaciones estadísticas de selección, asimetría y curtosis de sedimento para cada muestra, y caracterización visual por medio de lupa binocular. A modo general, los suelos de la Viña Turquía Norte presentaron mejor selección, mayor curtosis y mayor redondez que los suelos de la Viña Peñaflo.

Mediante análisis mineralógico se identificó como material parental de los suelos de Viña Peñaflo a las dioritas de hornblenda halladas en afloramientos de la Quebrada Peñaflo, las cuales pertenecen al Batolito Costero de Chile Central.

La misma metodología de análisis sedimentológico fue aplicada para muestras adicionales obtenidas del sector de Turquía, previamente enmarcadas en la unidad de “campos de dunas” descrita por Peña (1992), y se propuso de manera similar un ambiente eólico de sedimentación. Se enfatiza, sin embargo, la necesidad de analizar un número mayor de ejemplares para obtener un resultado más concluyente.

Mediante ensayos hidráulicos tipo “Porchet”, se calcularon los valores de conductividad hidráulica no saturada de suelos en Viña Turquía Norte (promedio 7,2 m/día) y Viña Peñaflo (promedio 0,2 m/día), confirmando una baja capacidad de drenaje en el último predio. Algunos estudios han comprobado la influencia de la textura granulométrica en la capacidad de drenaje de los suelos, indicando que existe una correlación positiva entre el contenido de arena y la conductividad hidráulica, y una relación negativa en el caso de las arcillas (Nath y Krishna, 2014; Saxton y otros, 1986). Al comparar los porcentajes de arena y arcillas en ambas viñas con los valores obtenidos de conductividad hidráulica no saturada, se confirmó esta relación.

Para caracterizar de mejor forma la hidrología de la Viña Peñaflo, se midió el nivel freático en el transcurso del año 2017 en una noria presente en el predio, con resultados de niveles de agua más someros que 1 m b.n.s. desde mayo a octubre, lo cual implica una condición de anegamiento para las vides presentes en el lugar. En la Viña Turquía Norte fue descartada una medición mensual de niveles freáticos debido a la ausencia de norias construidas en el sector.

Se realizó un balance hídrico anual para ambas viñas con el método de Thornthwaite (1948), basado en datos climáticos del año 2017 y parámetros hidráulicos de suelo que fueron calculados con el software “Hydraulic properties calculator” en base a proporciones texturales del suelo, previamente obtenidas con el método del hidrómetro. En los resultados se identificaron excedentes hídricos que no ingresaron al suelo en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre en ambas viñas. Los meses de déficit hídrico del suelo, en tanto, correspondieron a enero, febrero, marzo y abril, sumando el mes de diciembre en el caso de la Viña Turquía Norte.

Para evaluar la influencia de las características físicas del suelo de ambas viñas en el desarrollo radicular de sus vides, se excavaron 18 calicatas (9 en cada viña) de 1 m de profundidad y 1 m de ancho, en las cuales se tomaron muestras de suelo para análisis textural y de densidad aparente, y se cuantificaron simultáneamente las abundancias radicales de las plantas con el método del perfil vertical. Los resultados de laboratorio indicaron mayor densidad aparente en los suelos de la Viña Peñaflores (1,65 g/cm³ promedio versus 1,16 g/cm³ promedio en Viña Turquía Norte) y mayores proporciones de limos y arcillas. En los perfiles verticales se observó una mayor abundancia comparativa de raíces bajo los ejemplares de la Viña Turquía Norte (580 contactos promedio en total versus 142 en la Viña Peñaflores) (Figura 12.1).

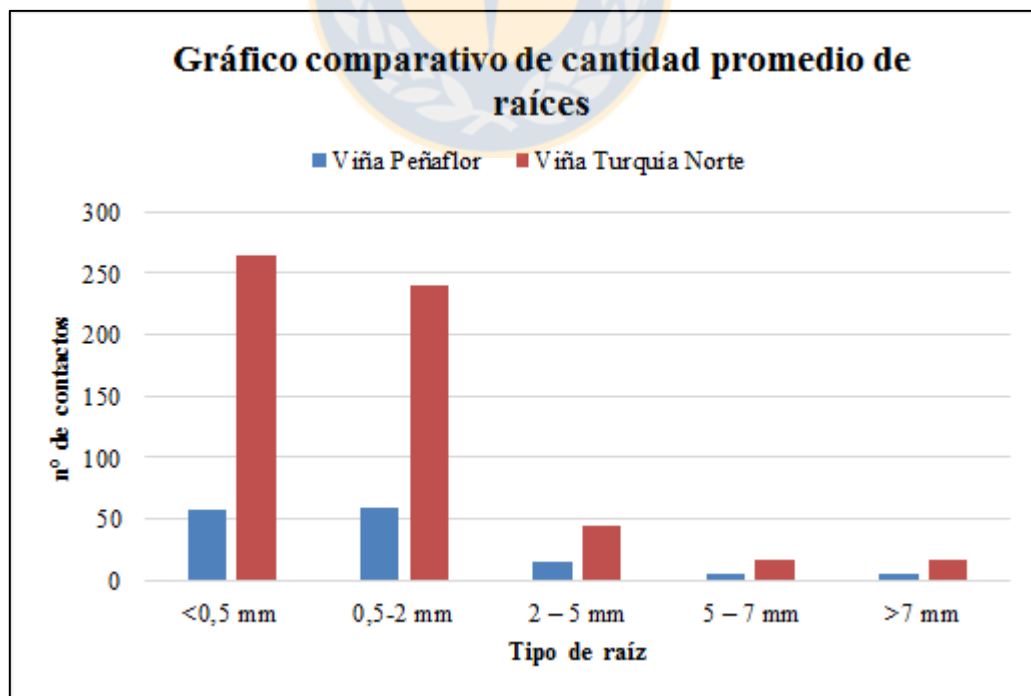


Figura 12.1: Gráfico comparativo de cantidad de raíces promedio en ambas viñas.

Al relacionar los resultados de análisis de suelos, sedimentología e hidrología de la Viña Turquía Norte con las abundancias radicales de los ejemplares presentes en ella, se pudo confirmar que este predio y los sectores enmarcados por el mismo tipo de unidad sedimentaria (dunas), poseen más aptitud para el crecimiento de las raíces que la Viña Peñaflor y los predios ubicados sobre depósitos aluviales provenientes del Batolito Costero (Figura 12.2).

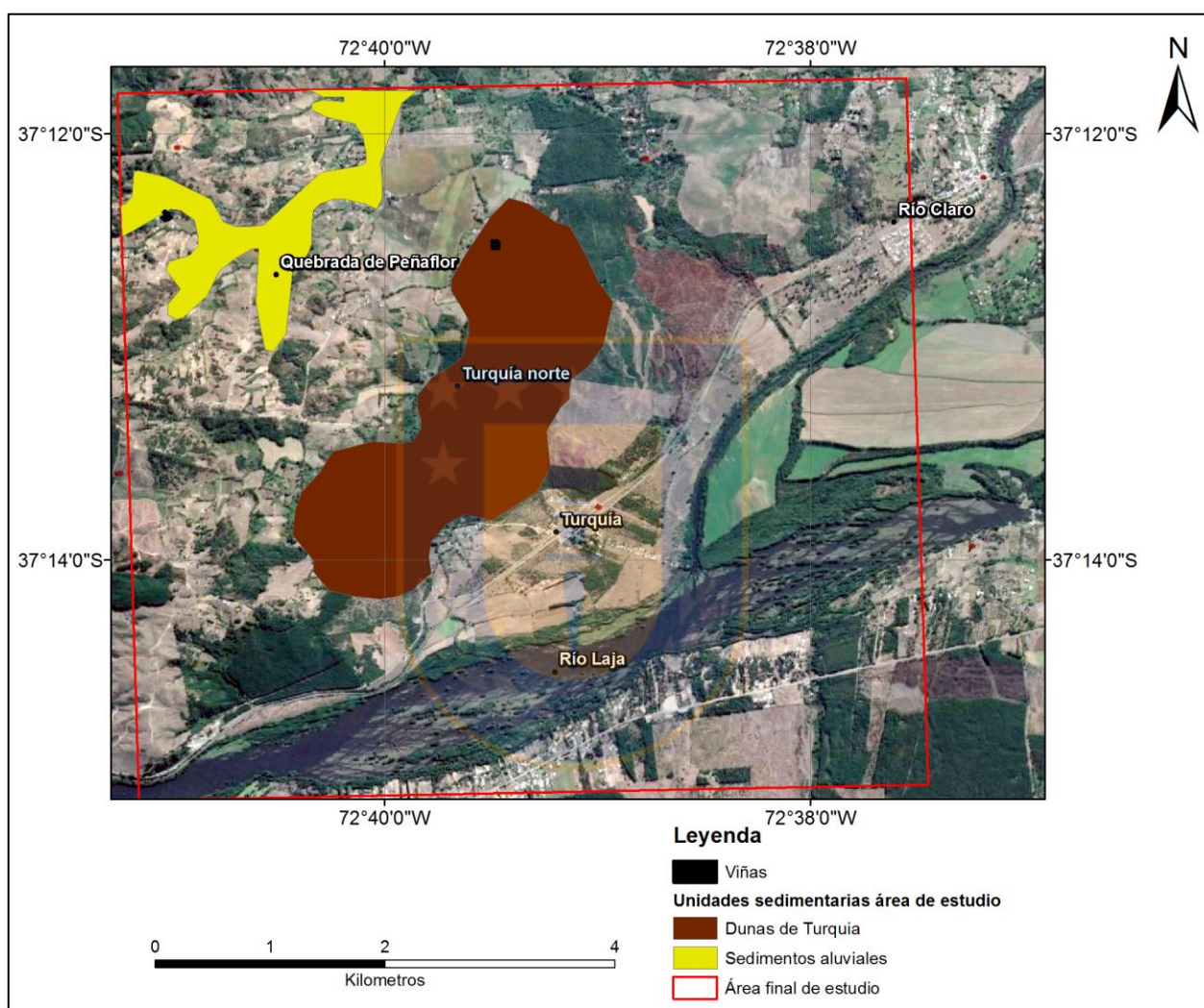


Figura 12.2: Mapa de unidades sedimentarias para aptitud de cultivo vitinícola.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, L.; HERVÉ, F. y GODOY, E. 1972. Distribution of metamorphic facies in Chile-An outline. *Krystalini-kum*. Vol. **9**: 7-19.
- AHLBRANDT, T. 1979. Textural parameters of aeolian deposits. A study of global sand seas (McKee, E. editor). United States Geological Survey Professional Paper. 1.052: 23-32. Washington, DC.
- ALVARADO, A. y FORSYTHE, W. 2005. Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. Vol. **29 (1)**: 85-94.
- BATTANY, M.; LAMBERT J.; DAHLGREN R.; MCELRONE A. y WOLPERT J. 2008. Impact of soil properties on nutrient availability and fruit and wine characteristics in a Paso Robles vineyard. Annual National Viticulture Research Conference N° 2. Acta **1**, 44-45. Davis, California.
- BERETTA N.; SILBERMANN V.; PALADINO L.; TORRES D.; BASSAHUM D.; MUSSELLI R. y GARCÍA A. 2014. Soil texture analyses using a hydrometer: modification of the Bouyoucos method. *Ciencia e Investigación Agraria*. Vol. **41**: 263-271.
- BIZAMA, G. 1998. Geología del Cuadrángulo Yumbel (37°00'-37°5'S, 72°30'-72°45'W) VIII Región del Bío-Bío, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 103 pp. Concepción.
- BLOTT, S. y PYE, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*. Vol. **26**: 1.237-1.248.
- BOGGS, S. 2006. Principles of sedimentology and stratigraphy. Pearson Prentice Hall: 662 pp. Upper Saddle River, New Jersey.
- BON, A; OMBOLO, A.; MBOUDOU, G.; NGOUPAYOU, J. y EKODECK, G. 2016. Estimation of Hydraulic Conductivity of Soils at a Watershed-Scale Using Porchet's Method: Application in the Olezoa Waterhed, Yaounde, Cameroon. *International Journal of Geosciences*. Vol. **7**: 397-408.

- BÖRGEL, R. 1983. Geografía de Chile: Geomorfología, Volumen 2. Instituto Geográfico Militar: 182 pp. Santiago de Chile.
- BOUYOUCOS, G. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. *Agronomy Journal*. Vol. **54**: 464-465.
- BÖHM, W. 1976. In situ estimation of root length at natural soil profiles. *Journal of Agricultural Science*. Vol. **87**: 365-368.
- BURNS, S. 2012. The importance of soil and geology in tasting terroir with a case history from the Willamette Valley, Oregon. *The Geography of Wine: Regions, Terroir and Techniques* (Dougherty, P. editor). Springer Netherlands: 95-108.
- CASS, A.; HANSEN, D. y DOWLEY A. 2002. Grape performance and soil conditions. Sustainable viticultural production: Optimising soil resources, final report to Grape and Wine Research and Development Corporation (Cass, A. editor): 5-15.
- CASS, A.; HANSEN, D. y LANYON, D. 2004. The effect of soil properties on vine performance. CSIRO Land and Water Technical Report N° **34** (4): 0-54.
- CASTILLO, P.; TOWNLEY, B.; CONTRERAS, M.; LÓPEZ, S. y CORTÉS, E. 2015. Análisis geoquímico de suelos derivados de granodioritas en los valles de Casablanca y Santa Cruz. Congreso Geológico Chileno N° 14. Actas **3**: 553-556. La Serena.
- COOKE, R. y WARREN, A. 1973. *Geomorphology in Deserts*. University of California Press: 374 pp. Londres.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. 1983. *Hidrología Subterránea*, 2da. edición. Omega: 1194 pp. Barcelona.
- DIJKMANS, J., GALLOWAY, J. y KOSTER, E. 1988. Grain-size and mineralogy of eolian and fluvial sediments in the central Kobuk Valley, northwestern Alaska. *U. S. Geological Survey, Open-File Report*. Vol. **369**: 1-21.

DRAKE, R.; VERGARA, M.; MUNIZAGA, F. y VICENTE, J. 1982. Geochronology of Mesozoic - Cenozoic magmatism in central Chile, lat. 31"-36"9. *Earth-Science Reviews*. Vol. **18** (3-4): 353-363.

FERRARIS, F. 1981. Hoja Los Ángeles-Angol, Región del Biobío, escala 1:250.000. *Mapas geológicos preliminares, Instituto de Investigaciones Geológicas*. N° **5**: 26 pp. Santiago de Chile.

FITZPATRICK R.; WRIGHT M. y STEVENS R. 1993. Drainage, sodicity and related problems of vineyard soils. Australian Wine Industry Technical Conference N°8. 1992. *Actas* **1**: 38-44. Melbourne.

FOLK, R. y WARD, W. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. Vol. **27** (1): 3-26.

FOLK, R. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks, Second Edition*. Hemphill Press: 182 pp. Austin, Texas.

GABRIELS, D.; LOBO L. y PULIDO M. 2006. Métodos para determinar la conductividad hidráulica saturada y no saturada de los suelos. *Venesuelos*. Vol. **14**:7-22.

GAJARDO, A. 1981. Hoja Concepción-Chillán, Región del Bío-Bío, escala 1:250.000. *Mapas Geológicos Preliminares de Chile, Instituto de Investigaciones Geológicas*. N° **4**: 32 pp. Santiago de Chile.

GERAKIS, A. y BAER, B. 1999. A computer program for soil textural classification. *Soil Science Society of America Journal*. Vol **63** (4): 807.

GHOSH, D. y GOSWAMI, B. Understanding the transportational and depositional setting of Panchet Formation, Purulia and Bankura districts of West Bengal, India - Evidence from grain size analysis. *Frontiers of Earth Science*. Vol. **5** (2): 138-149.

GIUSEPPE, D.; MELCHIORRE, M. y TESSARI, U. Relationship between particle density and soil bulk chemical composition. *Journal of Soils and Sediments*. Vol. **16** (3): 909-915.

GLODNY, J.; LHORMANN, J.; ECHTLER, H.; GRAFE, K.; SEIFERT, W.; COLLAO, S. y FIGUEROA, O. 2005. Internal dynamics of a paleoaccretionary wedge: insights from combined

isotope tectonochronology and sandbox modelling of the South-Central Chilean forearc. *Earth and Planetary Sciences Letters*. Vol. **231**: 23-39.

GONZÁLEZ, L.; GONZÁLEZ, A. y TUME, P. 2001. Aspectos geológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos de la cuenca del río Laja, Región del Biobío, Chile. Congreso Las Caras del Agua Subterránea. Vol. **2**: 713-720. Madrid.

GONZÁLEZ, L.; MARDONES, M.; SILVA, A. y CAMPOS, E. 1999. Hidrogeoquímica y comportamiento del agua subterránea en la cuenca del río Claro, Región del Biobío, Chile. *Revista Geológica de Chile*. Vol. **26** (2): 145-157.

HAYNES, S., 1999. Geology and Wine 1: Concept of terroir and the role of geology. *Geoscience Canada*. Vol. **26** (4): 190-194.

HEATH, R. 1983. Basic ground-water hydrology. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2220: 86 pp. Reston, Virginia.

HERVÉ, F. 1988. Late Paleozoic subduction and accretion in Southern Chile. *Episodes*. Vol. **11** (3): 183-188.

HERVÉ, F.; MUNIZAGA, F.; MONTAYANI, M. y HERVÉ, M. 1976. Edades Rb-Sr neopaleozoicas del basamento cristalino de la Cordillera de Nahuelbuta. Congreso Geológico Chileno N° 1. Actas **2**: 16-26. Santiago de Chile.

HERVÉ, F.; FAÚNDEZ, V.; CALDERÓN, M.; MASSONE, H. y WILLNER, A. 2007. Metamorphic and plutonic basement complexes. The Geology of Chile (Moreno, T. y Gibbons, W. editores). The Geological Society: 5-19, Londres.

HERVÉ, F.; MUNIZAGA, F.; PARADA, M.; BROOK, M.; PANKHURST, R.; SNELLING, N. y DRAKE, R. 1988. Granitoids of the coast range of central Chile: geochronology and geologic setting. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **1** (2): 185-194.

HIMELRICK, D. Growth and nutritional responses of nine grape cultivars to low soil pH. *HortScience*. Vol. **26** (3): 269-271.

HOORN, J. v. 1979. Determining hydraulic conductivity with the inversed auger hole and infiltrometer methods. *Proceedings of the International Drainage Workshop, ILRI Publications*. Vol. **25**: 150-154. Wageningen.

HUGGETT, J. 2006. Geology and wine: a review. *Proceedings of the Geologists Association*. Vol. **117**: 239-247.

LAGOS, F. 2015. Geomorfología del “terroir” en Malvilla y Tapihue, Región de Valparaíso, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología (Inédito): 78 pp. Santiago de Chile.

LEEUWEN, C. v.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TREGOAT O.; KOUNDOURAS S. y DUBORDIEU D. 2004. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. **55** (3): 207-217.

LÉPEZ, L. 2002. Análisis Estructural del Triásico de Santa Juana al sur y occidente del Río Bío-Bío, VIII Región, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 151 pp. Concepción.

LÓPEZ, O; JADOON, K.; MISSIMER, T. 2015. Method of Relating Grain Size Distribution to Hydraulic Conductivity in Dune Sands to Assist in Assessing Managed Aquifer Recharge Projects: Wadi Khulays Dune Field, Western Saudi Arabia. *Water*. Vol. **7** (11): 6.411-6.426.

LUCASSEN, F.; TRUMBULL, R.; FRANZ, G.; CREIXELL, C.; VÁSQUEZ, P.; ROMER, R. y FIGUEROA, O. 2004. Distinguishing crustal recycling and juvenile additions at active continental margins: the Paleozoic to recent compositional evolution of the Chilean Pacific margin (36-41°S). *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **17** (2): 103-119.

LUZIO, W. y ALCAYAGA, S. 1990. Mapa de Asociaciones de Grandes Grupos de suelos de Chile. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo N°6. Actas **1**: 285-294. Temuco.

MACPHAIL, D. 1966. El gran lahar del Laja. Estudios Geográficos. Universidad de Chile: 133-155. Santiago de Chile.

MALTMAN, A. 2008. The role of vineyard geology in wine typicity. *Journal of Wine Research*. Vol. **19**: 1-17.

- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.; RAMOS, M. y VALLÉS, D. 2009. Análisis de la relación entre las propiedades del suelo, el índice de vigor del cultivo y el rendimiento en un viñedo de la D.O. Costers del Segre (Lleida). Congreso de la Asociación Española de Teledetección N° 13. Actas: 37-40. Catayalud.
- MIYASHIRO, A. 1961. Evolution of metamorphic belts. *Journal of Petrology*. Vol. **2** (3): 277-311.
- MOIOLA, R. y WEISER, D. 1968. Textural parameters; an evaluation. *Journal of Sedimentary Research*. Vol. **38** (1): 45-53.
- MONTANER, M. y SÁNCHEZ-ALMOHALLA, E. 1988. Aproximación, por el método de Thornthwaite, al cálculo de infiltración de lluvia útil. *Papeles de Geografía*. Vol. **14**: 223-236.
- MYBURGH, P. y MOOLMAN, J. 1991. Ridging - a soil preparation practice to improve aeration of vineyard soils. *South African Journal of Plant and Soil*. Vol. **8** (4): 189-193.
- NATH, T. y KRISHNA, B. 2014. Influence of soil texture and total organic matter content on soil hydraulic conductivity of some selected Tea growing soils in Dibrugarh district of Assam, India. *International Research Journal of Chemistry and Chemical Sciences*. Vol. **1** (1): 2-9.
- NIELSEN, S. 2005. The Triassic Santa Juana Formation at the lower Biobío river, south central Chile. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **19**: 547-562.
- OOSTERBAAN, R. y NIJLAND, H. 2006. Determining the Saturated Hydraulic Conductivity. Drainage Principles and Applications (Ritzema, H. editor). ILRI Publications: 435-476. Wageningen.
- PEÑA, F. 1992. Levantamiento geomorfológico de la Hoja de Yumbel, escala 1:50.000, con alternativas de planificación territorial. Instituto Geográfico Militar. Santiago de Chile.
- PONGRACZ, D. 1978. Practical Viticulture. David Philip Publisher: 240 pp. Cape Town.
- PYE, K. y TSOAR, H. 1990. Aeolian sand and sand dunes. Springer: 476 pp. Berlin.
- QUEZADA, C.; SORIANO, M.; DÍAZ, J.; MERINO, R., CHANDÍA, A.; CAMPOS, J. y SANDOVAL, M. 2014. Influence of Soil Physical Properties on Grapevine Yield and Maturity

Components in an Ultic Paleixeralf Soils, Central-Southern, Chile. *Open Journal of Soil Science*. Vol. **4**: 127-135.

RAPELA, C. y PANKHURST, R. 1992. The granites of northern Patagonia and the Gastre Faults system in relation to the break-up of Gondwana. *In Magmatism and the Causes of Continental Break-Up. Geological Society of London, Special Publications*. Vol. **68**: 209-220.

ROSAS, J.; LÓPEZ, O.; MISSIMER, T.; COULIBALY, K.; DEHWAH, A.; SESLER, K.; LUJAN, L. y MANTILLA, D. 2014. Determination of Hydraulic Conductivity from Grain-Size Distribution for Different Depositional Environments. *Groundwater*. Vol. **52** (3): 399-413.

SARRICOLEA, P.; HERRERA-OSSANDÓN, M. y MESEGUER-RUIZ, O. 2016. Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*. Vol. **13**: 66-73.

SAXTON, K.; RAWLS, W.; ROMBERGER, J. y PAPENDICK, R. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Science Society of America Journal*. Vol. **50** (4): 1.031-1.036.

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

SEVON, W. 1966. Distinction of New Zealand beach, dune, and river sands by their grain size distribution characteristics. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*. Vol. **9** (3): 212-223.

STEVENS, R.; HARVEY, G. y JOHNS, R. 1999. Waterlogging reduces shoot growth and bud fruitfulness in pot-grown grapevines with a split-root system. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. Vol. **5**: 99-103.

SUTHERLAND, R. y LEE, C. 1994. Discrimination between coastal subenvironments using textural characteristics. *Sedimentology*. Vol. **41** (6): 1.133-1.145.

THIELE, R.; MORENO, H.; ELGETA, S.; LAHSEN, A.; ROBOLLEDO, S. y PETIT-BREUILH, M. 1998. Evolución geológico-geomorfológica cuaternaria del tramo superior del valle del río Laja. *Revista Geológica de Chile*. Vol. **25** (2): 229-255.

THORNTHWAITE, C. 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*. Vol. **38** (1): 55-94.

TOKUMOTO, I.; HEILMAN, J.; MCINNES, K. y MORGAN, C. 2014. Hydraulic Properties of Rocky Soils in a Semi-Arid Savanna on the Edwards Plateau. *Journal of Arid Land Studies*. Vol. **24**: 77-80.

TSOAR, H. 1976. Characterization of Sand Dune Environments by Their Grain Size, Mineralogy and Surface Texture. *Geography in Israel* (Amiran, D y Ben-Arieh, Y. editores). International Geographical Union: 327-343. Jerusalem.

TUCKER, M. 1990. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications: 408 pp. Boston.

UHLAND, R. 1949. Physical properties of soils as modified by crops and management. *Soil Science Society of America Proceedings*. Vol. **14**: 361-366.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1999. *Soil Taxonomy: a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*, 2nd Edition. Washington, DC.

VARELA, J. y MORENO, H. 1982. Los Depósitos de Relleno de la Depresión Central de Chile entre los ríos Lontué y Bio-Bio. Congreso Geológico de Chile N° 3. Actas, Vol. **2**: 280-306. Concepción.

WEST, D. y TAYLOR, J. 1984. Response of six grape cultivars to the combined effects of high salinity and rootzone waterlogging. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. **109**: 844-851.

WILLNER, A.; THOMSON, S.; KRÖNER, A.; WARTHÖ, J.; WIJBRANS, J. y HERVÉ, F. 2005. Time markers for the evolution and exhumation history of a late Palaeozoic paired metamorphic belt in central Chile (34 °-35°30'S). *Journal of Petrology*. Vol. **46** (9): 1.835-1.858.

WILSON, J .E. 1998. *Terroir: The role of geology, climate and culture in the making of French wines*. University of California Press: 336 p. Berkeley, California.

WRIGHT, T., 2001, Sonoma County: Diverse geology/soils impact wine quality. *Practical Winery and Vineyard Magazine*. **Sept-Oct**: 40-49.

YODER, R. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of American Society of Agronomy*. Vol. **28**:337-351.




ANEXO A

Muestras de rocas intrusivas de área de estudio.



| | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Código: | M1 | Localidad/ punto: | Camino a Turquía, punto G2 |
| Nombre: | Diorita de hornblenda | Tipo de roca: | Ígnea intrusiva |
| Textura y estructura: | Fanerítica de grano medio | | |
| Color de roca fresca: | Gris | Color de roca alterada: | - |
| Mineral | Porcentaje | | Tamaño (mm) |
| Plagioclasa | 78% | | 1 – 5 |
| Hornblenda | 15% | | 2 – 5 |
| Cuarzo | 5% | | 1,5 |
| Biotita | 2% | | 1 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | | | | |
|---|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| Código: | M2 | | Localidad/ punto: | Camino a Turquía, punto G2 |
| Nombre: | Microdiorita porfírica | | Tipo de roca: | Intrusiva hipoabisal |
| Textura y estructura: | Porfírica | | | |
| Color de roca fresca: | Gris verdoso | Color de roca alterada: | Gris pardo | |
| Mineral (fenocristales) | | Porcentaje | Tamaño (mm) | |
| Hornblenda | | 12% | 0,5 - 3 | |
| Plagioclasa | | 6% | 0,5 - 3 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
|  | | | | |

| | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Código: | M3 | Localidad/ punto: | Puente San Rosendo-Laja, punto G4 |
| Nombre: | Cataclasita | Tipo de roca: | Metamórfica |
| Textura y estructura: | Cataclástica | | |
| Color de roca fresca: | Gris verdoso | Color de roca alterada: | Gris |
| Mineral | Porcentaje | | Tamaño (mm) |
| Plagioclasa | 58% | | |
| Cuarzo | 35% | | |
| Clorita | 5% | | |
| Calcita | 2% | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Código: | M4 | Localidad/ punto: | 1 km al suroeste de Viña Peñaflores |
| Nombre: | Diorita | Tipo de roca: | Ígnea intrusiva |
| Textura y estructura: | Fanerítica de grano fino | | |
| Color de roca fresca: | Gris claro | Color de roca alterada: | Pardo anaranjado |
| Mineral | Porcentaje | | Tamaño (mm) |
| Plagioclasa | 90% | | 0,5 - 2,5 |
| Hornblenda | 10% | | 0,5 - 1 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Código: | M5 | | Localidad/ punto: | 300 m al este de Viña Peñaflo |
| Nombre: | Diorita cuarcífera de hornblenda | | Tipo de roca: | Ígnea intrusiva |
| Textura y estructura: | Fanerítica de grano medio | | | |
| Color de roca fresca: | Gris | Color de roca alterada: | Pardo anaranjado | |
| Mineral | Porcentaje | | Tamaño (mm) | |
| Plagioclasa | 70 | | 2-6 | |
| Hornblenda | 12 | | 1-4 | |
| Cuarzo | 10 | | 2-6 | |
| Biotita | 8 | | 0,5 – 3 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



| | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Código: | M6 | | Localidad/ punto: | 1 km al sureste de Viña Peñaflores |
| Nombre: | Granitoide alterado a óxidos de Fe | | Tipo de roca: | Ígnea intrusiva |
| Textura y estructura: | Fanerítica de grano medio-fino | | | |
| Color de roca fresca: | No se observa | Color de roca alterada: | Pardo anaranjado | |
| Mineral | | Porcentaje | Tamaño (mm) | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



ANEXO B

Análisis sedimentológicos de muestras de viñas Peñaflor y Turquía Norte.





UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....A90T..... **Ubicación:**.....Viña Peñaflor.....
Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme.....**Fecha:**...../10/17.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....
Peso inicial:.....101 g.....**Factor de cuarteo:**.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 4.05 | | |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 2.47 | | |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 3.48 | | |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 3.73 | | |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 4.03 | | |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 3.67 | | |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 4.00 | | |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 3.86 | | |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 4.72 | | |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 4.16 | | |
| 230 | 0,063 | 4 | 4.58 | | |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 58.25 | | |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....D90T..... **Ubicación:**.....Viña Peñaflo.....
Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme.....**Fecha:**...../10/17.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....
Peso inicial:.....102 g.....**Factor de cuarteo:**.....N/A.....
Observaciones:.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 7.2 | | |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 3.54 | | |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 3.92 | | |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 4.24 | | |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 4.86 | | |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 4.61 | | |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 4.89 | | |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 5.31 | | |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 6.6 | | |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 5.27 | | |
| 230 | 0,063 | 4 | 5.06 | | |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 46.5 | | |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|------|---|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....F90T..... Ubicación:..... Viña Peñaflor.....
Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme..... Fecha:...../10/17.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....
Peso inicial:.....102 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 6.21 | | |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 4.73 | | |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 5.43 | | |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 5.85 | | |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 6.16 | | |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 4.76 | | |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 4.65 | | |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 4.26 | | |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 5.32 | | |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 4.35 | | |
| 230 | 0,063 | 4 | 4.31 | | |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 45.97 | | |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....A90T..... **Ubicación:**.....Viña Turquía Norte.....
Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme.....**Fecha:**.....11/10/17.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....
Peso inicial:.....52 g.....**Factor de cuarteo:**.....N/A.....
Observaciones:.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|--------|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 0,04 | 0,08% | 0,08% |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 0,03 | 0,06% | 0,13% |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0,03 | 0,06% | 0,19% |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0,01 | 0,02% | 0,21% |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0,05 | 0,10% | 0,31% |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 0,15 | 0,29% | 0,60% |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 3,38 | 6,50% | 7,10% |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 17,55 | 33,75% | 40,85% |
| 230 | 0,063 | 4 | 18,55 | 35,67% | 76,52% |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 11,35 | 21,83% | 98,35% |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|------|---|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Nomenclatura del sedimento | Arena muy fina con fango |
| | |



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....E90T..... Ubicación:.....Viña Turquía Norte.....

Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme..... Fecha:.....11/10/17.....

Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....

Peso inicial:.....52,35 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....

Observaciones:.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|--------|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 0,01 | 0.02% | 0.02% |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 0,01 | 0.02% | 0.04% |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0,01 | 0.02% | 0.06% |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0,01 | 0.02% | 0.08% |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0,01 | 0.02% | 0.10% |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 0,08 | 0.15% | 0.25% |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 3,25 | 6.21% | 6.46% |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 16 | 30.56% | 37.02% |
| 230 | 0,063 | 4 | 18,93 | 36.16% | 73.18% |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 13,2 | 25.21% | 98.40% |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina fangosa

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....H90T..... Ubicación:.....Viña Turquía Norte.....
Analizada por:.....Álvaro Contreras Riquelme..... Fecha:.....11/10/17.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arenas.....
Peso inicial:.....52,35 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|--------|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | - | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0,01 | 0.02% | 0.02% |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0,01 | 0.02% | 0.04% |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0,01 | 0.02% | 0.06% |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 0,12 | 0.23% | 0.29% |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 3,6 | 6.88% | 7.16% |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 15,42 | 29.46% | 36.62% |
| 230 | 0,063 | 4 | 17,15 | 32.76% | 69.38% |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 14,85 | 28.37% | 97.75% |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Nomenclatura del sedimento | Arena muy fina fangosa |
| | |

| Código muestra | Muestra (código lab) | Diámetro máx. partícula | Profundidad (cm) | t medida cronómetro | Peso vaso (g) | Peso vaso más muestra seca (g) | Peso muestra (g) | Peso por 50 (g) | Porcentaje en muestra total (%) |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| A90T | 2a | 4Φ | 20 | 20" | 61.075 | 61.2847 | 0.2097 | 10.485 | 20.16% |
| | 2b | 5Φ | 10 | 1'56" | 60.822 | 60.8456 | 0.0236 | 1.18 | 2.27% |
| | 2c | 6Φ | 10 | 7'45" | 46.582 | 46.5998 | 0.0178 | 0.89 | 1.71% |
| | 2d | 7Φ | 10 | 30'40" | 42.501 | 42.5144 | 0.0134 | 0.67 | 1.29% |
| | 2e | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 61.288 | 61.30001 | 0.01201 | 0.6005 | 1.15% |
| E90T | 3a | 4Φ | 20 | 20" | 61.669 | 61.9389 | 0.2699 | 13.495 | 25.78% |
| | 3b | 5Φ | 10 | 1'56" | 43.826 | 43.86665 | 0.04065 | 2.0325 | 3.88% |
| | 3c | 6Φ | 10 | 7'45" | 43.054 | 43.0744 | 0.0204 | 1.02 | 1.95% |
| | 3d | 7Φ | 10 | 30'40" | 44.107 | 44.1203 | 0.0133 | 0.665 | 1.27% |
| | 3e | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 60.65 | 60.6616 | 0.0116 | 0.58 | 1.11% |
| H90T | 4a | 4Φ | 20 | 20" | 61.282 | 61.5665 | 0.2845 | 14.225 | 27.17% |
| | 4b | 5Φ | 10 | 1'56" | 46.6865 | 46.7353 | 0.0488 | 2.44 | 4.66% |
| | 4c | 6Φ | 10 | 7'45" | 46.751 | 46.7642 | 0.0132 | 0.66 | 1.26% |
| | 4d | 7Φ | 10 | 30'40" | 59.839 | 59.8518 | 0.0128 | 0.64 | 1.22% |
| | 4e | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 59.448 | 59.4561 | 0.0081 | 0.405 | 0.77% |

ANEXO C

Registros de terreno de ensayos Porchet (pozo Auger inverso) en viñas Peñaflor y Turquía Norte.



Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

27

Radio del tubo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Peñaflo

Fecha ensayo:

23-10-2017

n° ensayo:

1

Profundidad:

0.45 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 27.0 | 0 | |
| 0.5 | 26.5 | 360 | 3.041E-04 |
| 1.0 | 26.0 | 600 | 4.630E-04 |
| 1.3 | 25.7 | 900 | 2.249E-04 |
| 2.6 | 24.4 | 1800 | 3.329E-04 |
| 3.2 | 23.8 | 2400 | 2.373E-04 |
| 4.0 | 23.0 | 3000 | 3.236E-04 |
| 4.7 | 22.3 | 3600 | 2.902E-04 |

k (cm/s) = 3.11E-04
k (m/s) = 3.11E-06
k (m/día) = 0.27

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

28

Radio del tubo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Peñaflo

Fecha ensayo:

24-10-2017

n° ensayo:

2

Profundidad:

0.4 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 28.0 | 0 | |
| 0.5 | 27.5 | 120 | 8.865E-04 |
| 0.8 | 27.2 | 300 | 3.587E-04 |
| 1.0 | 27.0 | 600 | 1.445E-04 |
| 1.2 | 26.8 | 900 | 1.453E-04 |
| 1.6 | 26.4 | 1320 | 2.095E-04 |
| 2.1 | 25.9 | 1800 | 2.322E-04 |
| 2.7 | 25.3 | 2400 | 2.266E-04 |
| 3.3 | 24.7 | 3000 | 2.308E-04 |
| 3.7 | 24.3 | 3600 | 1.563E-04 |
| 4.2 | 23.8 | 4200 | 1.981E-04 |
| 5.0 | 23.0 | 5400 | 1.618E-04 |
| 5.3 | 22.7 | 6000 | 1.236E-04 |
| 6.0 | 22.0 | 7200 | 1.466E-04 |

k (cm/s) = 2.48E-04
k (m/s) = 2.48E-06
k (m/día) = 0.21

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

28.5

Radio del pozo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Peñaflores

Fecha ensayo:

24-10-2017

n° ensayo:

3

Profundidad:

0.5 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 28.5 | 0 | |
| 0.5 | 28.0 | 300 | 3.497E-04 |
| 1.1 | 27.4 | 600 | 4.261E-04 |
| 1.4 | 27.1 | 900 | 2.158E-04 |
| 2.0 | 26.5 | 1500 | 2.187E-04 |
| 2.0 | 26.5 | 1800 | 0.000E+00 |
| 2.3 | 26.2 | 2100 | 2.216E-04 |
| 2.6 | 25.9 | 2520 | 1.597E-04 |
| 3.6 | 24.9 | 3000 | 4.750E-04 |
| 4.0 | 24.5 | 3600 | 1.553E-04 |

k (cm/s) = 2.47E-04
k (m/s) = 2.47E-06
k (m/día) = 0.21

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

27.5

Radio del tubo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Peñaflores

Fecha ensayo:

24-10-2017

n° ensayo:

4

Profundidad:

0.55 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 27.5 | 0 | |
| 0.5 | 27.0 | 600 | 1.799E-04 |
| 0.8 | 26.7 | 1200 | 1.092E-04 |
| 1.2 | 26.3 | 1800 | 1.471E-04 |
| 1.6 | 25.9 | 2400 | 1.488E-04 |
| 1.9 | 25.6 | 3000 | 1.128E-04 |
| 2.2 | 25.3 | 3600 | 1.138E-04 |

k (cm/s) = 1.35E-04
k (m/s) = 1.35E-06
k (m/día) = 0.12

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

| |
|------|
| 24.4 |
|------|

Radio del tubo, R (cm) :

| |
|----|
| 15 |
|----|

Ubicación:

| |
|----------------|
| Viña Turquía N |
|----------------|

Fecha ensayo:

| |
|------------|
| 06-11-2017 |
|------------|

n° ensayo:

| |
|---|
| 1 |
|---|

Profundidad:

| |
|-------|
| 0.4 m |
|-------|

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 24.4 | 0 | |
| 0.7 | 23.7 | 30 | 5.547E-03 |
| 1.3 | 23.1 | 60 | 4.855E-03 |
| 1.9 | 22.5 | 90 | 4.951E-03 |
| 2.5 | 21.9 | 120 | 5.051E-03 |
| 3.0 | 21.4 | 150 | 4.288E-03 |
| 3.5 | 20.9 | 180 | 4.363E-03 |
| 4.0 | 20.4 | 210 | 4.441E-03 |
| 4.4 | 20.0 | 240 | 3.610E-03 |
| 5.0 | 19.4 | 270 | 5.515E-03 |
| 5.5 | 18.9 | 300 | 4.691E-03 |
| 6.0 | 18.4 | 330 | 4.780E-03 |
| 6.4 | 18.0 | 360 | 3.891E-03 |
| 6.9 | 17.5 | 390 | 4.951E-03 |
| 7.4 | 17.0 | 420 | 5.051E-03 |
| 8.0 | 16.4 | 450 | 6.199E-03 |
| 8.4 | 16.0 | 480 | 4.220E-03 |
| 18.4 | 6.0 | 1560 | 3.849E-03 |

| | |
|-------------------|-----------------|
| k (cm/s) = | 4.72E-03 |
|-------------------|-----------------|

| | |
|------------------|-----------------|
| k (m/s) = | 4.72E-05 |
|------------------|-----------------|

| | |
|--------------------|-------------|
| k (m/día) = | 4.08 |
|--------------------|-------------|

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

28

Radio del tubo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Turquía N

Fecha ensayo:

06-11-2017

n° ensayo:

2

Profundidad:

0.4 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 28.0 | 0 | |
| 1.3 | 26.7 | 60 | 4.663E-03 |
| 2.0 | 26.0 | 90 | 5.170E-03 |
| 2.6 | 25.4 | 120 | 4.518E-03 |
| 3.3 | 24.7 | 150 | 5.377E-03 |
| 3.9 | 24.1 | 180 | 4.702E-03 |
| 4.4 | 23.6 | 210 | 3.987E-03 |
| 4.9 | 23.1 | 240 | 4.052E-03 |
| 5.4 | 22.6 | 270 | 4.119E-03 |
| 5.9 | 22.1 | 300 | 4.188E-03 |
| 6.4 | 21.6 | 330 | 4.259E-03 |
| 6.8 | 21.2 | 360 | 3.460E-03 |
| 7.7 | 20.3 | 420 | 3.983E-03 |
| 8.5 | 19.5 | 480 | 3.650E-03 |
| 9.3 | 18.7 | 540 | 3.760E-03 |
| 10.3 | 17.7 | 600 | 4.864E-03 |
| 18.0 | 10.0 | 1320 | 3.798E-03 |

k (cm/s) = 4.28E-03
k (m/s) = 4.28E-05
k (m/día) = 3.70

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

| |
|----|
| 18 |
|----|

Radio del tubo, R (cm) :

| |
|----|
| 15 |
|----|

Ubicación:

| |
|----------------|
| Viña Turquía N |
|----------------|

Fecha ensayo:

| |
|------------|
| 06-11-2017 |
|------------|

n° ensayo:

| |
|---|
| 3 |
|---|

Profundidad:

| |
|--------|
| 0.48 m |
|--------|

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 18.0 | 0 | |
| 1.0 | 17.0 | 30 | 1.000E-02 |
| 1.8 | 16.2 | 60 | 8.300E-03 |
| 2.5 | 15.5 | 90 | 7.495E-03 |
| 3.2 | 14.8 | 120 | 7.727E-03 |
| 3.8 | 14.2 | 150 | 6.819E-03 |
| 4.4 | 13.6 | 180 | 7.010E-03 |
| 5.1 | 12.9 | 210 | 8.435E-03 |
| 5.8 | 12.2 | 240 | 8.729E-03 |
| 6.0 | 12.0 | 270 | 2.551E-03 |
| 6.7 | 11.3 | 300 | 9.139E-03 |
| 7.8 | 10.2 | 360 | 7.537E-03 |
| 8.8 | 9.2 | 420 | 7.269E-03 |
| 9.7 | 8.3 | 480 | 6.925E-03 |
| 10.8 | 7.2 | 540 | 9.020E-03 |
| 12.9 | 5.1 | 630 | 1.285E-02 |

| | |
|-------------------|-----------------|
| k (cm/s) = | 7.99E-03 |
|-------------------|-----------------|

| | |
|------------------|-----------------|
| k (m/s) = | 7.99E-05 |
|------------------|-----------------|

| | |
|--------------------|-------------|
| k (m/día) = | 6.90 |
|--------------------|-------------|

Ensayo Porchet o pozo "Auger" inverso

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

14.3

Radio del tubo, R (cm) :

15

Ubicación:

Viña Turquía N

Fecha ensayo:

06-11-2017

n° ensayo:

4

Profundidad:

0.7 m

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 14.3 | 0 | |
| 2.0 | 12.3 | 60 | 1.203E-02 |
| 4.3 | 10.0 | 120 | 1.544E-02 |
| 6.0 | 8.3 | 180 | 1.277E-02 |
| 7.3 | 7.0 | 240 | 1.073E-02 |
| 8.8 | 5.5 | 300 | 1.365E-02 |
| 10.2 | 4.1 | 360 | 1.424E-02 |
| 11.6 | 2.7 | 420 | 1.608E-02 |
| 13.3 | 1.0 | 480 | 2.279E-02 |

k (cm/s) = 1.47E-02
k (m/s) = 1.47E-04
k (m/día) = 12.71

Ensayo Porchet o pozo "Auger" invertido

Datos del Ensayo:

 Altura de agua en $t=0$, h (cm):

| |
|----|
| 25 |
|----|

Radio del tubo, R (cm) :

| |
|----|
| 15 |
|----|

Ubicación:

| |
|----------------|
| Viña Turquía N |
|----------------|

Fecha ensayo:

| |
|------------|
| 06-11-2017 |
|------------|

n° ensayo:

| |
|---|
| 5 |
|---|

Profundidad:

| |
|--------|
| 0.65 m |
|--------|

Lecturas:

| Descenso (cm) | H (cm) | Tiempo (seg) | k (cm/s) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 0.0 | 25.0 | 0 | |
| 3.0 | 22.0 | 60 | 1.211E-02 |
| 5.5 | 19.5 | 120 | 1.107E-02 |
| 8.0 | 17.0 | 180 | 1.215E-02 |
| 10.0 | 15.0 | 240 | 1.064E-02 |
| 11.0 | 14.0 | 300 | 5.683E-03 |
| 12.7 | 12.3 | 360 | 1.030E-02 |
| 14.5 | 10.5 | 420 | 1.191E-02 |
| 15.5 | 9.5 | 480 | 7.145E-03 |
| 17.1 | 7.9 | 540 | 1.236E-02 |
| 18.0 | 7.0 | 600 | 7.527E-03 |
| 19.1 | 5.9 | 660 | 9.862E-03 |

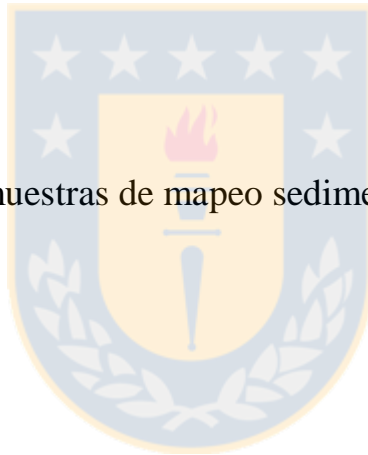
| | |
|-------------------|-----------------|
| k (cm/s) = | 1.01E-02 |
|-------------------|-----------------|

| | |
|------------------|-----------------|
| k (m/s) = | 1.01E-04 |
|------------------|-----------------|

| | |
|--------------------|-------------|
| k (m/día) = | 8.70 |
|--------------------|-------------|

ANEXO D

Análisis granulométrico de muestras de mapeo sedimentológico.





UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Nº de muestra:.....P1..... Ubicación:.....Cantera Río Claro.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....51.78 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | - | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.07 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0.2 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 1.25 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 6.49 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 17.6 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 11.83 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 6.18 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 8.13 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina con fango

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P2..... Ubicación:.....Puente Tricauco 2.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....54.51 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | - | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.08 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0.07 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0.12 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 0.2 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 1.48 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 6.57 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 18.19 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 27.55 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina con fango

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P3..... Ubicación:.....Bajando a Turquía.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....50.85 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 0.18 | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 0.17 | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.18 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0.3 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0.83 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 1.76 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 4.34 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 6.03 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 10.53 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 26.35 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|------|---|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina con fango



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P4..... Ubicación:.....Cerca de Turquía.....

Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....

Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....

Peso inicial:.....50.27 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....

Observaciones:.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | - | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.08 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0.12 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0.41 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 1.97 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 10.44 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 16.22 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 12.09 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 8.89 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina con fango

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P5..... Ubicación:.....Intermedia.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....66.58 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 0.02 | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.16 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 1.18 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 9.35 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 21.41 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 21.65 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 7.73 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 2.63 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 2.28 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento Arena muy fina con fango

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P6..... Ubicación:.....Subiendo a Quebrada.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....50.66 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....
.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | - | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | - | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | - | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | - | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 0.11 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 0.17 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 0.69 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 2.35 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 6.85 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 10.09 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 12.22 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 18.10 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Nomenclatura del sedimento | Arena muy fina con fango |
| | |



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P7..... Ubicación:.....Curva empinada.....
 Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
 Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
 Peso inicial:.....99.86 g.....Factor de cuarteo:.....N/A.....
 Observaciones:.....Fango lavado y perdido.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 0.9 | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 2.11 | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 2.93 | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 3.03 | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 2.81 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 2.08 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 1.68 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 1.35 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 1.58 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 1.63 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 1.91 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 77.85 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|------|---|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P8..... Ubicación:.....Bajando desde Peñaflor.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....99.83 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....Fango lavado y perdido.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 2.13 | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 1.3 | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 1.62 | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 2.34 | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 4.14 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 4.48 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 4.88 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 4.38 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 4.68 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 3.71 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 3.86 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 62.31 | - | - |

Peso total

| | Peso | % |
|------------|------|---|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

N° de muestra:.....P9..... Ubicación:.....Don Tito.....
Analizada por:.....Pedro Bravo..... Fecha:.....
Metodología:.....Tamizado en seco en arena.....
Peso inicial:.....98.92 g..... Factor de cuarteo:.....N/A.....
Observaciones:.....Fango lavado y perdido.....

| Tamices (malla) | Milímetros (mm) | Phi | Peso en gramos | % | % acumulado |
|-----------------|-----------------|------|----------------|---|-------------|
| 5 | 4,00 | -2,0 | - | - | - |
| 7 | 2,83 | -1,5 | - | - | - |
| 10 | 2,00 | -1,0 | 2.65 | - | - |
| 14 | 1,41 | -0,5 | 3.85 | - | - |
| 18 | 1,00 | 0,0 | 5.09 | - | - |
| 25 | 0,71 | 0,5 | 5.98 | - | - |
| 35 | 0,5 | 1,0 | 6.42 | - | - |
| 45 | 0,35 | 1,5 | 5.6 | - | - |
| 60 | 0,25 | 2,0 | 5.22 | - | - |
| 80 | 0,177 | 2,5 | 4.42 | - | - |
| 120 | 0,125 | 3,0 | 4.88 | - | - |
| 170 | 0,088 | 3,5 | 4.09 | - | - |
| 230 | 0,063 | 4 | 4.38 | - | - |
| > 230 | < 0,004 | > 8 | 46.34 | - | - |

Peso total

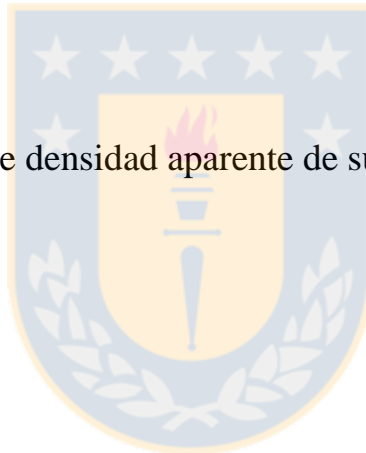
| | Peso | % |
|------------|-------------|----------|
| Grava | | |
| Arena | | |
| Limo | | |
| Arcilla | | |
| Peso total | | |

Nomenclatura del sedimento

| Código muestra | Muestra (código lab) | Diámetro máx. partícula | Profundidad (cm) | t medida cronómetro | Peso vaso (g) | Peso vaso más muestra seca (g) | Peso muestra (g) | Peso por 50 (g) | Porcentaje en muestra total (%) |
|----------------|----------------------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------|--------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|
| P1 | 1a | 4Φ | 20 | 20" | 60.766 | 60.919 | 0.153 | 7.65 | 14.77% |
| | 1b | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 59.158 | 59.166 | 0.008 | 0.4 | 0.77% |
| P2 | 2a | 4Φ | 20 | 20" | 60.576 | 61.089 | 0.513 | 25.65 | 47.06% |
| | 2b | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 61.301 | 61.312 | 0.011 | 0.55 | 1.01% |
| P3 | 3a | 4Φ | 20 | 20" | 60.72 | 61.27 | 0.55 | 27.5 | 54.08% |
| | 3b | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 60.654 | 60.665 | 0.011 | 0.55 | 1.08% |
| P4 | 4a | 4Φ | 20 | 20" | 61.179 | 61.352 | 0.173 | 8.65 | 17.21% |
| | 4b | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 59.453 | 59.462 | 0.009 | 0.45 | 0.90% |
| P6 | 1a | 4Φ | 20 | 20" | 42.371 | 42.714 | 0.343 | 17.15 | 33.85% |
| | 1b | 5Φ | 10 | 1'56" | 59.821 | 59.894 | 0.073 | 3.65 | 7.20% |
| | 1c | 6Φ | 10 | 7'45" | 60.444 | 60.477 | 0.033 | 1.65 | 3.26% |
| | 1d | 7Φ | 10 | 30'40" | 42.224 | 42.244 | 0.02 | 1 | 1.97% |
| | 1e | 8Φ | 10 | 2 hr 3' | 59.153 | 59.1656 | 0.0126 | 0.63 | 1.24% |

ANEXO E

Registros de determinación de densidad aparente de suelo.



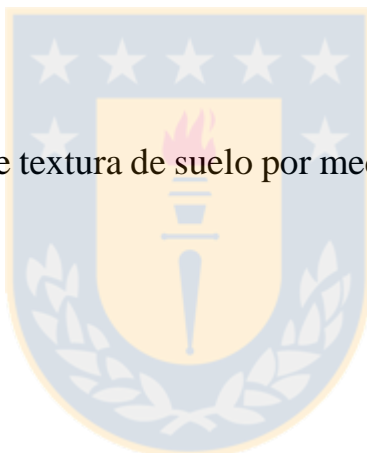
| Viña Peñaflo | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|---|---|---------------------------------------|--|---|--|
| Código muestra | Pesos recipientes (g) | Pesos recipientes con muestra húmeda (g) | Pesos recipientes con muestra seca (g) | Pesos muestras sin humedad (g) | Volumen cilindro (cm³) | Densidad aparente (g/cm³) | |
| A15D | 38.65 | 229.05 | 199.55 | 160.9 | 96.021 | 1.68 | |
| A50D | 27.6 | 223.05 | 193.35 | 165.75 | 96.021 | 1.73 | |
| A90D | 36.75 | 225.75 | 181.95 | 145.2 | 96.021 | 1.51 | |
| B15D | 24.5 | 207.5 | 177.75 | 153.25 | 96.021 | 1.60 | |
| B50D | 47.75 | 235.8 | 208.15 | 160.4 | 96.021 | 1.67 | |
| B90D | 50.55 | 239.8 | 208.1 | 157.55 | 96.021 | 1.64 | |
| C15D | 38.65 | 217.75 | 190.15 | 151.5 | 96.021 | 1.58 | |
| C50D | 27.6 | 233.1 | 200.9 | 173.3 | 96.021 | 1.80 | |
| C90D | 36.8 | 226.25 | 197.8 | 161 | 96.021 | 1.68 | |
| D15D | 24.55 | 228.85 | 196.05 | 171.5 | 96.021 | 1.79 | |
| D50D | 47.8 | 252.5 | 222.25 | 174.45 | 96.021 | 1.82 | |
| D90D | 50.65 | 233.15 | 199.85 | 149.2 | 96.021 | 1.55 | |
| E15D | 38.8 | 227.3 | 191.05 | 152.25 | 96.021 | 1.59 | |
| E50D | 46.75 | 245.1 | 214.2 | 167.45 | 96.021 | 1.74 | |
| E90D | 47.2 | 244.75 | 205.4 | 158.2 | 96.021 | 1.65 | |
| F15D | 30.1 | 217.4 | 182.55 | 152.45 | 96.021 | 1.59 | |
| F50D | 27.1 | 219.45 | 187.1 | 160 | 96.021 | 1.67 | |
| F90D | 48.9 | 242.5 | 202.2 | 153.3 | 96.021 | 1.60 | |
| G15D | 38.65 | 231.3 | 194.1 | 155.45 | 96.021 | 1.62 | |
| G50D | 27.6 | 222.8 | 188.25 | 160.65 | 96.021 | 1.67 | |
| G90D | 36.75 | 231.8 | 190.8 | 154.05 | 96.021 | 1.60 | |
| H15D | 24.5 | 213.65 | 178.6 | 154.1 | 96.021 | 1.60 | |
| H50D | 47.75 | 244.25 | 210.45 | 162.7 | 96.021 | 1.69 | |
| H90D | 50.55 | 229.9 | 190.1 | 139.55 | 96.021 | 1.45 | |
| I15D | 27.6 | 218.15 | 178.4 | 150.8 | 96.021 | 1.57 | |
| I50D | 38.65 | 238.1 | 206.95 | 168.3 | 96.021 | 1.75 | |
| I90D | 36.75 | 231 | 193.4 | 156.65 | 96.021 | 1.63 | |

Viña Turguía Norte

| Código muestra | Pesos recipientes (g) | Pesos recipientes con muestra húmeda (g) | Pesos recipientes con muestra seca (g) | Pesos muestras secas (g) | Volumen cilindro (cm ³) | Densidad aparente (g/cm ³) |
|----------------|-----------------------|--|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| A15D | 38.65 | 147.25 | 146 | 107.35 | 96.021 | 1.12 |
| A50D | 27.6 | 132.45 | 130.75 | 103.15 | 96.021 | 1.07 |
| A90D | 36.7 | 156.35 | 155.25 | 118.55 | 96.021 | 1.23 |
| B15D | 38.65 | 137.25 | 135.55 | 96.9 | 96.021 | 1.01 |
| B50D | 27.6 | 141.45 | 139.8 | 112.2 | 96.021 | 1.17 |
| B90D | 36.7 | 150.7 | 149 | 112.3 | 96.021 | 1.17 |
| C15D | 39.05 | 154.75 | 153.4 | 114.35 | 96.021 | 1.19 |
| C50D | 46.7 | 149.35 | 147.7 | 101 | 96.021 | 1.05 |
| C90D | 24.55 | 138.85 | 137.5 | 112.9 | 96.021 | 1.18 |
| D15D | 30.05 | 148.5 | 147.1 | 117.05 | 96.021 | 1.22 |
| D50D | 27.15 | 136.9 | 135.45 | 108.3 | 96.021 | 1.13 |
| D90D | 48.9 | 170.4 | 169.45 | 120.55 | 96.021 | 1.26 |
| E15D | 38.65 | 151.35 | 148.2 | 109.55 | 96.021 | 1.14 |
| E50D | 27.6 | 137.7 | 134.35 | 106.75 | 96.021 | 1.11 |
| E90D | 36.7 | 154.45 | 152.4 | 115.7 | 96.021 | 1.20 |
| F15D | 47.8 | 152.7 | 150.85 | 103.5 | 96.021 | 1.08 |
| F50D | 50.75 | 165.1 | 162.95 | 112.2 | 96.021 | 1.17 |
| F90D | 39.05 | 155.9 | 154.35 | 115.3 | 96.021 | 1.20 |
| G15D | 46.7 | 153.05 | 150.95 | 104.25 | 96.021 | 1.09 |
| G50D | 47.4 | 161.8 | 159.6 | 112.2 | 96.021 | 1.17 |
| G90D | 30.05 | 151.3 | 149.7 | 119.65 | 96.021 | 1.25 |
| H15D | 30.05 | 170.75 | 149.25 | 119.2 | 96.021 | 1.24 |
| H50D | 27.15 | 134.7 | 132.4 | 105.25 | 96.021 | 1.10 |
| H90D | 48.9 | 188.75 | 170.3 | 121.4 | 96.021 | 1.26 |
| I15D | 38.8 | 162.45 | 140.75 | 101.95 | 96.021 | 1.06 |
| I50D | 48.9 | 157.65 | 155.6 | 106.7 | 96.021 | 1.11 |
| I90D | 47.2 | 187.85 | 173.2 | 126 | 96.021 | 1.31 |

ANEXO F

Registros de determinación de textura de suelo por medio del método del hidrómetro de Bouyoucos.



| Viña Peñaflor | | | |
|--------------------------|---|------------------|----------------|
| Código de muestra | Medición con hidrómetro en tiempo transcurrido (g/L) | | |
| | 40 segundos | 4 minutos | 2 horas |
| A15T | 30 | 21 | 10 |
| A50T | 29 | 21.5 | 9.5 |
| A90T | 26 | 18.5 | 8.5 |
| B15T | 22 | 16 | 6.5 |
| B50T | 26 | 18 | 6.5 |
| B90T | 24 | 15 | 6 |
| C15T | 24 | 16.5 | 7 |
| C50T | 26 | 18.5 | 6.5 |
| C90T | 24 | 17 | 6.5 |
| D15T | 23.5 | 16.5 | 6.5 |
| D50T | 25.5 | 18 | 6.5 |
| D90T | 20 | 14 | 5 |
| E15T | 27 | 20.5 | 10 |
| E50T | 24 | 16 | 7.5 |
| E90T | 20 | 12 | 5 |
| F15T | 28 | 20 | 10 |
| F50T | 25 | 15 | 6 |
| F90T | 14 | 10 | 4 |
| G15T | 29 | 21.5 | 10 |
| G50T | 25 | 17.5 | 7 |
| G90T | 18 | 12.5 | 5.5 |
| H15T | 30 | 23 | 10.5 |
| H50T | 28 | 19 | 7 |
| H90T | 27 | 18 | 7 |
| I15T | 26.5 | 17 | 5.5 |
| I50T | 25.5 | 16.5 | 5 |
| I90T | 23 | 15 | 6 |

Medidas con hidrómetro a 3 tiempos distintos en suspensiones de cada muestra.

| Viña Peñaflo | | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Código muestra | T° a los 40 segundos (°C) | T° a los 4 minutos (°C) | T° a las 2 horas (°C) |
| A15T | 19 | 19 | 20 |
| A50T | 19 | 19 | 20 |
| A90T | 19 | 19 | 20 |
| B15T | 18 | 18 | 19 |
| B50T | 18 | 18 | 19 |
| B90T | 18 | 18 | 19 |
| C15T | 18 | 18 | 19 |
| C50T | 18 | 18 | 19 |
| C90T | 18 | 18 | 19 |
| D15T | 18 | 18 | 19 |
| D50T | 18 | 18 | 19 |
| D90T | 18 | 18 | 19 |
| E15T | 18 | 18 | 19 |
| E50T | 18 | 18 | 19 |
| E90T | 19 | 19 | 19 |
| F15T | 17 | 17 | 18 |
| F50T | 17 | 17 | 18 |
| F90T | 17 | 17 | 18 |
| G15T | 17 | 17 | 18 |
| G50T | 17 | 17 | 18 |
| G90T | 17 | 17 | 18 |
| H15T | 17 | 17 | 18 |
| H50T | 17 | 17 | 18 |
| H90T | 17 | 18 | 18 |
| I15T | 19 | 19 | 21 |
| I50T | 19 | 20 | 21 |
| I90T | 21 | 21 | 21 |

Medidas de temperatura de suspensión a tres tiempos distintos.

| Viña Peñaflor | | | |
|-----------------------|---|------------------|----------------|
| Código muestra | Medición con hidrómetro en tiempo transcurrido (g/L) | | |
| | 40 segundos | 4 minutos | 2 horas |
| A15T | 29.8 | 20.8 | 10 |
| A50T | 28.8 | 21.3 | 9.5 |
| A90T | 25.8 | 18.3 | 8.5 |
| B15T | 21.6 | 15.6 | 6.3 |
| B50T | 25.6 | 17.6 | 6.3 |
| B90T | 23.6 | 14.6 | 5.8 |
| C15T | 23.6 | 16.1 | 6.8 |
| C50T | 25.6 | 18.1 | 6.3 |
| C90T | 23.6 | 16.6 | 6.3 |
| D15T | 23.1 | 16.1 | 6.3 |
| D50T | 25.1 | 17.6 | 6.3 |
| D90T | 19.6 | 13.6 | 4.8 |
| E15T | 26.6 | 20.1 | 9.8 |
| E50T | 23.6 | 15.6 | 7.3 |
| E90T | 19.8 | 11.8 | 4.8 |
| F15T | 27.4 | 19.4 | 9.6 |
| F50T | 24.4 | 14.4 | 5.6 |
| F90T | 13.4 | 9.4 | 3.6 |
| G15T | 28.4 | 20.9 | 9.6 |
| G50T | 24.4 | 16.9 | 6.6 |
| G90T | 17.4 | 11.9 | 5.1 |
| H15T | 29.4 | 22.4 | 10.1 |
| H50T | 27.4 | 18.4 | 6.6 |
| H90T | 26.4 | 17.6 | 6.6 |
| I15T | 26.3 | 16.8 | 5.7 |
| I50T | 25.3 | 16.5 | 5.2 |
| I90T | 23.2 | 15.2 | 6.2 |

Valores corregidos en base a temperatura de suspensiones de cada muestra.

| Viña Peñaflor | | | | |
|-----------------------|----------------------------|---|---|------------------------------|
| Código muestra | Peso recipiente (g) | Peso muestra húmeda más recipiente (g) | Peso muestra seca más recipiente (g) | Peso muestra seca (g) |
| A15T | 38.65 | 88.65 | 87.45 | 48.8 |
| A50T | 27.6 | 77.7 | 76.7 | 49.1 |
| A90T | 36.7 | 86.75 | 85.35 | 48.65 |
| B15T | 24.55 | 77.6 | 73.5 | 48.95 |
| B50T | 47.80 | 97.75 | 95.4 | 47.6 |
| B90T | 50.75 | 100.8 | 98.7 | 47.95 |
| C15T | 39.05 | 89.05 | 88.1 | 49.05 |
| C50T | 46.7 | 96.7 | 95.15 | 48.45 |
| C90T | 47.4 | 97.4 | 95.7 | 48.3 |
| D15T | 30.05 | 80.05 | 79.2 | 49.15 |
| D50T | 27.15 | 77.1 | 74.95 | 47.8 |
| D90T | 48.9 | 98.9 | 97.4 | 48.5 |
| E15T | 38.65 | 88.7 | 86.55 | 47.9 |
| E50T | 27.6 | 77.6 | 76.65 | 49.05 |
| E90T | 36.7 | 86.65 | 85.55 | 48.85 |
| F15T | 24.5 | 74.5 | 73 | 48.5 |
| F50T | 47.80 | 97.8 | 96.85 | 49.05 |
| F90T | 50.75 | 100.7 | 99.25 | 48.5 |
| G15T | 39.05 | 89.1 | 87.55 | 48.5 |
| G50T | 46.7 | 96.7 | 95.55 | 48.85 |
| G90T | 47.4 | 97.35 | 95.95 | 48.55 |
| H15T | 30.05 | 80.1 | 78.85 | 48.8 |
| H50T | 27.15 | 77.15 | 75.70 | 48.55 |
| H90T | 48.9 | 98.9 | 97.25 | 48.35 |
| I15T | 47.8 | 97.8 | 95.95 | 48.15 |
| I50T | 50.65 | 100.65 | 96.9 | 46.25 |
| I90T | 38.8 | 88.8 | 85.6 | 46.8 |

Determinación de peso seco de muestras para cálculo de porcentajes granulométricos.

| Viña Peñaflor | | | | |
|-----------------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|
| Código muestra | % arena | % limo | % arcilla | % total finos |
| A15T | 36.89 | 44.67 | 18.44 | 63.11 |
| A50T | 39.31 | 43.38 | 17.31 | 60.69 |
| A90T | 44.91 | 39.67 | 15.42 | 55.09 |
| B15T | 53.83 | 35.34 | 10.83 | 46.17 |
| B50T | 44.12 | 44.75 | 11.13 | 55.88 |
| B90T | 48.70 | 41.29 | 10.01 | 51.30 |
| C15T | 49.85 | 38.33 | 11.82 | 50.15 |
| C50T | 45.10 | 43.96 | 10.94 | 54.90 |
| C90T | 49.07 | 39.96 | 10.97 | 50.93 |
| D15T | 50.97 | 38.25 | 10.78 | 49.03 |
| D50T | 45.40 | 43.51 | 11.09 | 54.60 |
| D90T | 57.53 | 34.64 | 7.84 | 42.47 |
| E15T | 42.38 | 39.25 | 18.37 | 57.62 |
| E50T | 49.85 | 37.31 | 12.84 | 50.15 |
| E90T | 57.42 | 34.80 | 7.78 | 42.58 |
| F15T | 41.44 | 40.82 | 17.73 | 58.56 |
| F50T | 48.22 | 42.41 | 9.38 | 51.78 |
| F90T | 70.31 | 24.33 | 5.36 | 29.69 |
| G15T | 39.38 | 42.89 | 17.73 | 60.62 |
| G50T | 48.00 | 40.53 | 11.46 | 52.00 |
| G90T | 62.10 | 29.45 | 8.44 | 37.90 |
| H15T | 37.70 | 43.65 | 18.65 | 62.30 |
| H50T | 41.50 | 46.96 | 11.53 | 58.50 |
| H90T | 43.33 | 45.09 | 11.58 | 56.67 |
| I15T | 43.30 | 46.94 | 9.76 | 56.70 |
| I50T | 43.14 | 47.78 | 9.08 | 56.86 |
| I90T | 48.29 | 40.60 | 11.11 | 51.71 |

Porcentajes granulométricos de cada muestra según sistema U.S.D.A.

| Viña Peñaflo | | | | |
|-----------------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|
| Código muestra | % arena | % limo | % arcilla | % total finos |
| A15T | 55.33 | 26.23 | 18.44 | 44.67 |
| A50T | 54.58 | 28.11 | 17.31 | 45.42 |
| A90T | 60.33 | 24.25 | 15.42 | 39.67 |
| B15T | 66.09 | 23.08 | 10.83 | 33.91 |
| B50T | 60.92 | 27.94 | 11.13 | 39.08 |
| B90T | 67.47 | 22.52 | 10.01 | 32.53 |
| C15T | 65.14 | 23.04 | 11.82 | 34.86 |
| C50T | 60.58 | 28.48 | 10.94 | 39.42 |
| C90T | 63.56 | 25.47 | 10.97 | 36.44 |
| D15T | 65.21 | 24.01 | 10.78 | 34.79 |
| D50T | 61.09 | 27.82 | 11.09 | 38.91 |
| D90T | 69.90 | 22.27 | 7.84 | 30.10 |
| E15T | 55.95 | 25.68 | 18.37 | 44.05 |
| E50T | 66.16 | 21.00 | 12.84 | 33.84 |
| E90T | 73.80 | 18.42 | 7.78 | 26.20 |
| F15T | 57.94 | 24.33 | 17.73 | 42.06 |
| F50T | 68.60 | 22.02 | 9.38 | 31.40 |
| F90T | 78.56 | 16.08 | 5.36 | 21.44 |
| G15T | 54.85 | 27.42 | 17.73 | 45.15 |
| G50T | 63.36 | 25.18 | 11.46 | 36.64 |
| G90T | 73.43 | 18.13 | 8.44 | 26.57 |
| H15T | 52.05 | 29.30 | 18.65 | 47.95 |
| H50T | 60.04 | 28.42 | 11.53 | 39.96 |
| H90T | 61.53 | 26.89 | 11.58 | 38.47 |
| I15T | 63.03 | 27.21 | 9.76 | 36.97 |
| I50T | 62.16 | 28.76 | 9.08 | 37.84 |
| I90T | 65.38 | 23.50 | 11.11 | 34.62 |

Porcentajes granulométricos de cada muestra según sistema Internacional.

| Viña Turquía Norte | | | |
|---------------------------|---|------------------|----------------|
| Código muestra | Medición con hidrómetro en tiempo transcurrido (g/L) | | |
| | 40 segundos | 4 minutos | 2 horas |
| A15T | 23 | 8 | 3 |
| A50T | 24 | 6 | 1.5 |
| A90T | 20 | 4 | 1 |
| B15T | 25 | 7 | 2.5 |
| B50T | 22 | 5 | 1.5 |
| B90T | 23 | 5 | 1 |
| C15T | 24 | 7 | 3 |
| C50T | 23 | 6 | 2 |
| C90T | 20 | 4 | 1.5 |
| D15T | 26 | 6 | 2.5 |
| D50T | 23 | 5 | 1 |
| D90T | 17 | 3 | 1 |
| E15T | 23 | 6 | 2 |
| E50T | 24 | 5 | 1.5 |
| E90T | 20 | 2 | 1 |
| F15T | 18 | 7 | 3 |
| F50T | 12 | 3.5 | 1.3 |
| F90T | 13 | 2 | 1 |
| G15T | 14 | 5 | 2.2 |
| G50T | 13 | 3.5 | 1.7 |
| G90T | 15 | 3 | 1.5 |
| H15T | 13 | 4 | 2.2 |
| H50T | 15 | 3.5 | 1 |
| H90T | 11 | 1.5 | 0.5 |
| I15T | 24 | 8 | 3 |
| I50T | 25 | 6.5 | 2 |
| I90T | 21 | 4 | 1.5 |

Medidas con hidrómetro a 3 tiempos distintos en suspensiones de cada muestra.

| Viña Turquía Norte | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Código muestra | T° a los 40 segundos (°C) | T° a los 4 minutos (°C) | T° a las 2 horas (°C) |
| A15T | 19 | 19 | 20 |
| A50T | 19 | 19 | 20 |
| A90T | 19 | 19 | 20 |
| B15T | 19 | 19 | 20 |
| B50T | 19 | 19 | 20 |
| B90T | 21 | 21 | 21 |
| C15T | 19 | 19 | 20 |
| C50T | 19 | 19 | 20 |
| C90T | 19 | 19 | 20 |
| D15T | 19 | 20 | 20 |
| D50T | 20 | 20 | 20 |
| D90T | 20 | 20 | 20 |
| E15T | 20 | 20 | 20 |
| E50T | 18 | 19 | 19 |
| E90T | 20 | 20 | 20 |
| F15T | 20 | 20 | 21 |
| F90T | 20 | 20 | 21 |
| F50T | 20 | 20 | 21 |
| G15T | 20 | 20 | 21 |
| G50T | 20 | 20 | 21 |
| G90T | 20 | 20 | 21 |
| H15T | 20 | 20 | 21 |
| H50T | 20 | 20 | 21 |
| H90T | 20 | 20 | 21 |
| I15T | 20 | 20 | 21 |
| I50T | 21 | 21 | 21 |
| I90T | 21 | 21 | 21 |

Medidas de temperatura de suspensión a tres tiempos distintos.

| Viña Turquía Norte | | | |
|---------------------------|---|------------------|----------------|
| Código muestra | Medición con hidrómetro en tiempo transcurrido (g/L) | | |
| | 40 segundos | 4 minutos | 2 horas |
| A15T | 22.8 | 7.8 | 3 |
| A50T | 23.8 | 5.8 | 1.5 |
| A90T | 19.8 | 3.8 | 1 |
| B15T | 24.8 | 6.8 | 2.5 |
| B50T | 21.8 | 4.8 | 1.5 |
| B90T | 23.2 | 5.2 | 1.2 |
| C15T | 23.8 | 6.8 | 3 |
| C50T | 22.8 | 5.8 | 2 |
| C90T | 19.8 | 3.8 | 1.5 |
| D15T | 25.8 | 6 | 2.5 |
| D50T | 23 | 5 | 1 |
| D90T | 17 | 3 | 1 |
| E15T | 23 | 6 | 2 |
| E50T | 23.6 | 4.8 | 1.3 |
| E90T | 20 | 2 | 1 |
| F15T | 18 | 7 | 3.2 |
| F50T | 12 | 3.5 | 1.5 |
| F90T | 13 | 2 | 1.2 |
| G15T | 14 | 5 | 2.4 |
| G50T | 13 | 3.5 | 1.9 |
| G90T | 15 | 3 | 1.7 |
| H15T | 13 | 4 | 2.4 |
| H50T | 15 | 3.5 | 1.2 |
| H90T | 11 | 1.5 | 0.7 |
| I15T | 24 | 8 | 3.2 |
| I50T | 25.2 | 6.7 | 2.2 |
| I90T | 21.2 | 4.2 | 1.7 |

Valores corregidos en base a temperatura de suspensiones de cada muestra.

| Viña Turquía Norte | | | | |
|---------------------------|----------------------------|---|---|------------------------------|
| Código muestra | Peso recipiente (g) | Peso muestra húmeda más recipiente (g) | Peso muestra seca más recipiente (g) | Peso muestra seca (g) |
| A15T | 38.65 | 88.8 | 88.04 | 49.39 |
| A50T | 27.6 | 77.65 | 76.89 | 49.29 |
| A90T | 36.7 | 86.8 | 86.12 | 49.42 |
| B15T | 24.55 | 74.55 | 73.81 | 49.26 |
| B50T | 47.8 | 97.9 | 97.15 | 49.35 |
| B90T | 50.75 | 100.7 | 99.87 | 49.12 |
| C15T | 39.05 | 89.25 | 88.43 | 49.38 |
| C50T | 46.7 | 96.7 | 95.85 | 49.15 |
| C90T | 47.4 | 97.3 | 96.37 | 48.97 |
| D15T | 30.05 | 80.15 | 79.4 | 49.35 |
| D50T | 27.15 | 77.1 | 76.43 | 49.28 |
| D90T | 48.9 | 98.93 | 98.16 | 49.26 |
| E15T | 38.65 | 88.6 | 87.81 | 49.16 |
| E50T | 27.6 | 77.6 | 76.87 | 49.27 |
| E90T | 36.7 | 86.67 | 86.02 | 49.32 |
| F15T | 24.55 | 74.65 | 73.79 | 49.24 |
| F50T | 47.8 | 97.75 | 97.03 | 49.23 |
| F90T | 50.75 | 100.85 | 100.12 | 49.37 |
| G15T | 39.05 | 89.05 | 88.33 | 49.28 |
| G50T | 46.7 | 96.9 | 96.04 | 49.34 |
| G90T | 47.4 | 97.5 | 96.61 | 49.21 |
| H15T | 30.05 | 80 | 79.03 | 48.98 |
| H50T | 27.15 | 77.15 | 76.18 | 49.03 |
| H90T | 48.9 | 98.86 | 98.09 | 49.19 |
| I15T | 38.65 | 88.72 | 87.98 | 49.33 |
| I50T | 27.6 | 77.65 | 76.87 | 49.27 |
| I90T | 36.7 | 86.85 | 86.15 | 49.45 |

Determinación de peso seco de muestras para cálculo de porcentajes granulométricos.

| Viña Turquía Norte | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|
| Código muestra | % arena | % limo | % arcilla | % total finos |
| A15T | 51.81 | 43.13 | 5.06 | 48.19 |
| A50T | 49.69 | 48.29 | 2.03 | 50.31 |
| A90T | 57.91 | 41.08 | 1.01 | 42.09 |
| B15T | 47.62 | 48.32 | 4.06 | 52.38 |
| B50T | 53.80 | 44.17 | 2.03 | 46.20 |
| B90T | 50.73 | 47.84 | 1.43 | 49.27 |
| C15T | 49.78 | 45.16 | 5.06 | 50.22 |
| C50T | 51.58 | 45.37 | 3.05 | 48.42 |
| C90T | 57.53 | 40.43 | 2.04 | 42.47 |
| D15T | 45.69 | 50.25 | 4.05 | 54.31 |
| D50T | 51.30 | 47.69 | 1.01 | 48.70 |
| D90T | 63.46 | 35.53 | 1.02 | 36.54 |
| E15T | 51.18 | 45.77 | 3.05 | 48.82 |
| E50T | 50.07 | 48.31 | 1.62 | 49.93 |
| E90T | 57.42 | 41.57 | 1.01 | 42.58 |
| F15T | 61.41 | 33.10 | 5.48 | 38.59 |
| F50T | 73.59 | 24.38 | 2.03 | 26.41 |
| F90T | 71.64 | 26.94 | 1.42 | 28.36 |
| G15T | 69.56 | 26.58 | 3.86 | 30.44 |
| G50T | 71.63 | 25.54 | 2.84 | 28.37 |
| G90T | 67.49 | 30.08 | 2.44 | 32.51 |
| H15T | 71.42 | 24.70 | 3.88 | 28.58 |
| H50T | 67.37 | 31.21 | 1.43 | 32.63 |
| H90T | 75.60 | 23.99 | 0.41 | 24.40 |
| I15T | 49.32 | 45.21 | 5.47 | 50.68 |
| I50T | 46.82 | 49.73 | 3.45 | 53.18 |
| I90T | 55.11 | 42.47 | 2.43 | 44.89 |

Porcentajes granulométricos de cada muestra según sistema U.S.D.A.

| Viña Turquía Norte | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|
| Código muestra | % arena | % limo | % arcilla | % total finos |
| A15T | 82.18 | 12.76 | 5.06 | 17.82 |
| A50T | 86.20 | 11.77 | 2.03 | 13.80 |
| A90T | 90.29 | 8.70 | 1.01 | 9.71 |
| B15T | 84.17 | 11.77 | 4.06 | 15.83 |
| B50T | 88.25 | 9.73 | 2.03 | 11.75 |
| B90T | 87.38 | 11.20 | 1.43 | 12.62 |
| C15T | 84.20 | 10.73 | 5.06 | 15.80 |
| C50T | 86.16 | 10.78 | 3.05 | 13.84 |
| C90T | 90.20 | 7.76 | 2.04 | 9.80 |
| D15T | 85.82 | 10.13 | 4.05 | 14.18 |
| D50T | 87.82 | 11.16 | 1.01 | 12.18 |
| D90T | 91.88 | 7.11 | 1.02 | 8.12 |
| E15T | 85.76 | 11.19 | 3.05 | 14.24 |
| E50T | 88.23 | 10.15 | 1.62 | 11.77 |
| E90T | 93.92 | 5.07 | 1.01 | 6.08 |
| F15T | 83.75 | 10.76 | 5.48 | 16.25 |
| F50T | 90.86 | 7.11 | 2.03 | 9.14 |
| F90T | 93.92 | 4.66 | 1.42 | 6.08 |
| G15T | 87.82 | 8.32 | 3.86 | 12.18 |
| G50T | 90.88 | 6.28 | 2.84 | 9.12 |
| G90T | 91.87 | 5.69 | 2.44 | 8.13 |
| H15T | 89.79 | 6.33 | 3.88 | 10.21 |
| H50T | 90.82 | 7.75 | 1.43 | 9.18 |
| H90T | 94.92 | 4.68 | 0.41 | 5.08 |
| I15T | 81.76 | 12.77 | 5.47 | 18.24 |
| I50T | 84.37 | 12.18 | 3.45 | 15.63 |
| I90T | 89.48 | 8.09 | 2.43 | 10.52 |

Porcentajes granulométricos de cada muestra según sistema Internacional.

ANEXO G

Registros de perfiles radicales en calicatas de viñas Peñaflor y Turquía Norte.

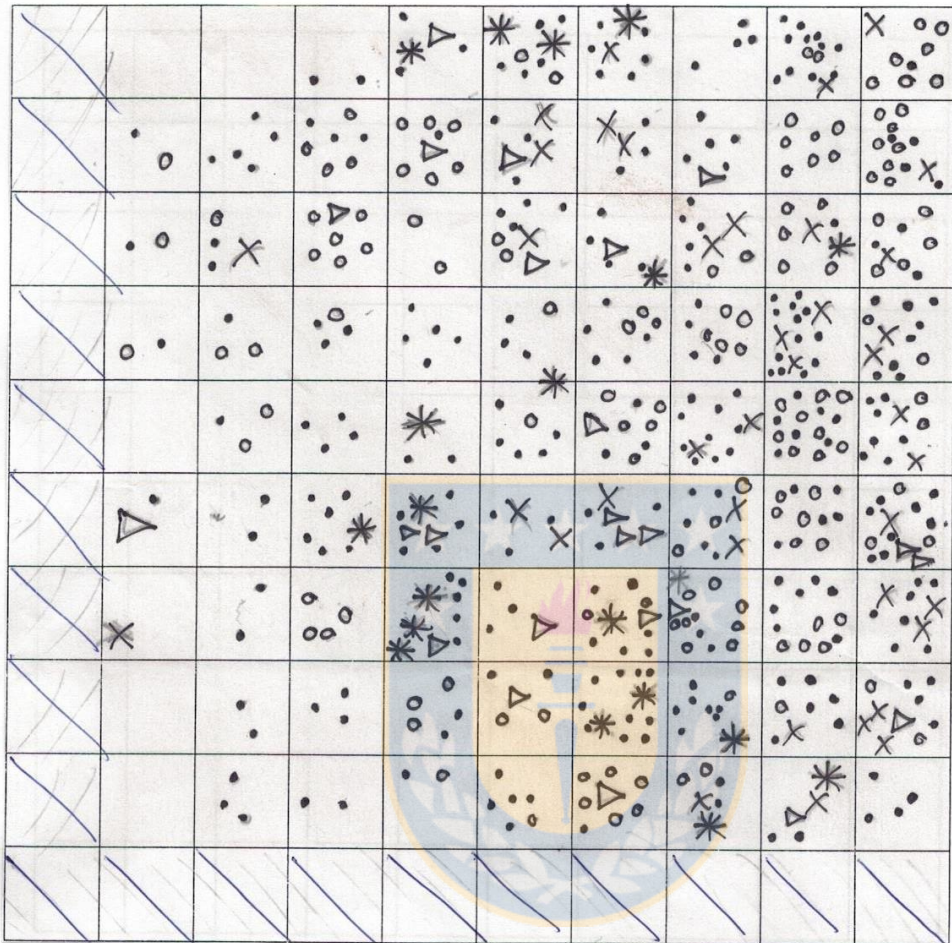


Viña Peñaflo

| Profundidad (mm) | Tamaño (mm) | Calicata A n° contactos | Calicata B n° contactos | Calicata C n° contactos | Calicata D n° contactos | Calicata E n° contactos | Calicata F n° contactos | Calicata G n° contactos | Calicata H n° contactos | Calicata I n° contactos | Promedio contactos nivel |
|------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 0-100 | <0.5 | 27 | 16 | 17 | 13 | 1 | 10 | 3 | 3 | 14 | 11.3 |
| 100-200 | <0.5 | 23 | 8 | 14 | 11 | 13 | 2 | 2 | 4 | 17 | 9.6 |
| 200-300 | <0.5 | 11 | 11 | 13 | 6 | 13 | 2 | 2 | 6 | 9 | 8.0 |
| 300-400 | <0.5 | 15 | 9 | 17 | 6 | 8 | 4 | 3 | 3 | 8 | 8.1 |
| 400-500 | <0.5 | 14 | 12 | 10 | 3 | 2 | 0 | 4 | 6 | 9 | 6.4 |
| 500-600 | <0.5 | 13 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3.0 |
| 600-700 | <0.5 | 15 | 6 | 4 | 2 | 1 | 2 | 6 | 3 | 2 | 4.9 |
| 700-800 | <0.5 | 20 | 1 | 7 | 0 | 4 | 0 | 1 | 11 | 4 | 5.5 |
| 800-900 | <0.5 | Inundado | Inundado | Inundado | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 0 | 2.8 |
| 0-100 | 0.5-2 | 24 | 2 | 10 | 2 | 9 | 5 | 17 | 6 | 10 | 9.4 |
| 100-200 | 0.5-2 | 15 | 13 | 10 | 5 | 15 | 11 | 19 | 7 | 12 | 11.9 |
| 200-300 | 0.5-2 | 10 | 10 | 10 | 4 | 8 | 10 | 16 | 5 | 17 | 9.1 |
| 300-400 | 0.5-2 | 15 | 9 | 5 | 3 | 7 | 3 | 9 | 3 | 15 | 6.8 |
| 400-500 | 0.5-2 | 5 | 12 | 5 | 1 | 1 | 6 | 6 | 5 | 13 | 5.1 |
| 500-600 | 0.5-2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1.6 |
| 600-700 | 0.5-2 | 5 | 5 | 0 | 1 | 5 | 2 | 5 | 6 | 7 | 3.6 |
| 700-800 | 0.5-2 | 9 | 1 | 6 | 0 | 11 | 2 | 8 | 19 | 11 | 7.0 |
| 800-900 | 0.5-2 | Inundado | Inundado | Inundado | 4 | 9 | 5 | 10 | 7 | 6 | 6.8 |
| 0-100 | 2.0-5.0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 6 | 0 | 5 | 1.6 |
| 100-200 | 2.0-5.0 | 7 | 6 | 4 | 4 | 4 | 0 | 7 | 1 | 2 | 4.1 |
| 200-300 | 2.0-5.0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2.8 |
| 300-400 | 2.0-5.0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 0.6 |
| 400-500 | 2.0-5.0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0.6 |
| 500-600 | 2.0-5.0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0.8 |
| 600-700 | 2.0-5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0.4 |
| 700-800 | 2.0-5.0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1.8 |
| 800-900 | 2.0-5.0 | Inundado | Inundado | Inundado | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1.2 |
| 0-100 | 5.0-7.0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.6 |
| 100-200 | 5.0-7.0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1.1 |
| 200-300 | 5.0-7.0 | 2 | 6 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2.0 |
| 300-400 | 5.0-7.0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.7 |
| 400-500 | 5.0-7.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 |
| 500-600 | 5.0-7.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0.4 |
| 600-700 | 5.0-7.0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0.7 |
| 700-800 | 5.0-7.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0.4 |
| 800-900 | 5.0-7.0 | Inundado | Inundado | Inundado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| 0-100 | >7.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1 |
| 100-200 | >7.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.1 |
| 200-300 | >7.0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 4 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3.1 |
| 300-400 | >7.0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1.0 |
| 400-500 | >7.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.3 |
| 500-600 | >7.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1 |
| 600-700 | >7.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.3 |
| 700-800 | >7.0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0.4 |
| 800-900 | >7.0 | Inundado | Inundado | Inundado | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.5 |

Viña Turquía Norte

| Profundidad (mm) | Tamaño (mm) | Calicata A n° contactos | Calicata B n° contactos | Calicata C n° contactos | Calicata D n° contactos | Calicata E n° contactos | Calicata F n° contactos | Calicata G n° contactos | Calicata H n° contactos | Calicata I n° contactos | Promedio n° contactos |
|------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 0-100 | <0.5 | 29 | 59 | 42 | 32 | 70 | 33 | - | 50 | 39 | 44.3 |
| 100-200 | <0.5 | 35 | 44 | 39 | 27 | 46 | 34 | 59 | 49 | 47 | 42.2 |
| 200-300 | <0.5 | 20 | 50 | 21 | 27 | 44 | 36 | 46 | 42 | 60 | 38.4 |
| 300-400 | <0.5 | 15 | 64 | 17 | 29 | 32 | 41 | 48 | 41 | 71 | 39.8 |
| 400-500 | <0.5 | 9 | 56 | 16 | 25 | 29 | 25 | 38 | 38 | 58 | 32.7 |
| 500-600 | <0.5 | 12 | 52 | 11 | 20 | 19 | 21 | 39 | 42 | 44 | 28.9 |
| 600-700 | <0.5 | 15 | 33 | 9 | 19 | 11 | 24 | 35 | 37 | 29 | 23.6 |
| 700-800 | <0.5 | 5 | 35 | 3 | 13 | 12 | 19 | 19 | 30 | 36 | 19.1 |
| 800-900 | <0.5 | 3 | 26 | 2 | 2 | 6 | 6 | 10 | 12 | 19 | 9.6 |
| 0-100 | 0.5-2 | 46 | 16 | 49 | 31 | 36 | 32 | - | 40 | 52 | 37.8 |
| 100-200 | 0.5-2 | 52 | 38 | 39 | 28 | 32 | 39 | 25 | 54 | 68 | 41.7 |
| 200-300 | 0.5-2 | 45 | 22 | 45 | 34 | 42 | 30 | 38 | 49 | 41 | 38.4 |
| 300-400 | 0.5-2 | 40 | 25 | 39 | 30 | 34 | 28 | 27 | 47 | 48 | 35.3 |
| 400-500 | 0.5-2 | 33 | 16 | 38 | 26 | 43 | 27 | 21 | 38 | 30 | 30.2 |
| 500-600 | 0.5-2 | 24 | 11 | 41 | 20 | 19 | 27 | 17 | 25 | 42 | 25.1 |
| 600-700 | 0.5-2 | 23 | 17 | 24 | 16 | 12 | 16 | 17 | 19 | 34 | 19.8 |
| 700-800 | 0.5-2 | 18 | 14 | 19 | 16 | 8 | 8 | 20 | 21 | 26 | 16.7 |
| 800-900 | 0.5-2 | 4 | 8 | 3 | 8 | 2 | 3 | 6 | 8 | 9 | 5.7 |
| 0-100 | 2.0-5.0 | 14 | 8 | 11 | 5 | 4 | 7 | - | 3 | 19 | 8.9 |
| 100-200 | 2.0-5.0 | 7 | 10 | 17 | 7 | 5 | 4 | 7 | 11 | 11 | 8.8 |
| 200-300 | 2.0-5.0 | 7 | 8 | 19 | 6 | 7 | 3 | 11 | 12 | 11 | 9.3 |
| 300-400 | 2.0-5.0 | 4 | 3 | 8 | 5 | 7 | 4 | 4 | 9 | 9 | 5.9 |
| 400-500 | 2.0-5.0 | 5 | 5 | 7 | 4 | 1 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3.9 |
| 500-600 | 2.0-5.0 | 0 | 9 | 11 | 2 | 3 | 3 | 6 | 2 | 2 | 4.2 |
| 600-700 | 2.0-5.0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2.2 |
| 700-800 | 2.0-5.0 | 1 | 5 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1.7 |
| 800-900 | 2.0-5.0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1.1 |
| 0-100 | 5.0-7.0 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 2 | - | 1 | 0 | 1.8 |
| 100-200 | 5.0-7.0 | 1 | 9 | 9 | 3 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4.6 |
| 200-300 | 5.0-7.0 | 2 | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 7 | 4 | 6 | 3.7 |
| 300-400 | 5.0-7.0 | 7 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2.7 |
| 400-500 | 5.0-7.0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1.1 |
| 500-600 | 5.0-7.0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.1 |
| 600-700 | 5.0-7.0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.3 |
| 700-800 | 5.0-7.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.2 |
| 800-900 | 5.0-7.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.4 |
| 0-100 | >7.0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 2 | - | 1 | 0 | 1.6 |
| 100-200 | >7.0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1.6 |
| 200-300 | >7.0 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 0 | 3 | 3 | 5 | 3.7 |
| 300-400 | >7.0 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2.9 |
| 400-500 | >7.0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2.3 |
| 500-600 | >7.0 | 6 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2.2 |
| 600-700 | >7.0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0.9 |
| 700-800 | >7.0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1.0 |
| 800-900 | >7.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.2 |



Fecha: 24/10/16

Distancia

Del tronco: 25 cm

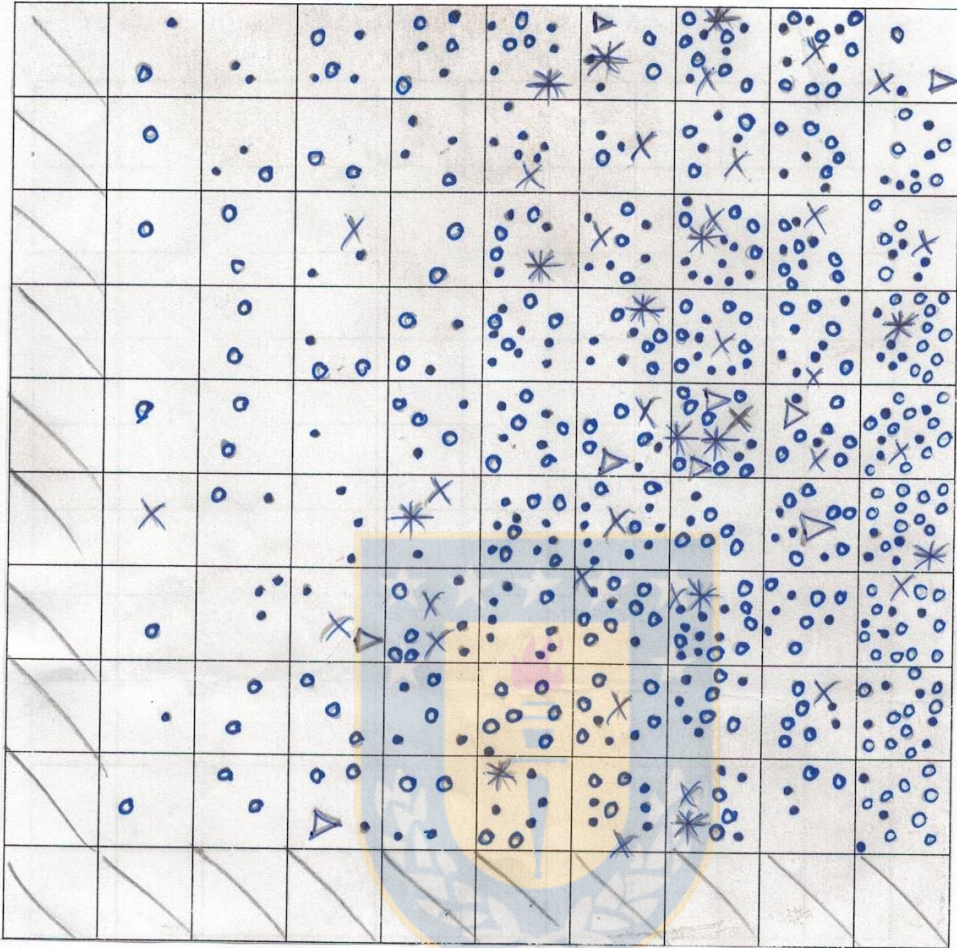
Predio:

Vina Turquesa Norte

Cuartel:

Ne calicata: A

- < 0,5 mm: raices finas
- 0,5-2,0 mm: raices delgadas
- X 2,0-5,0 mm: raices medias
- △ 5,0-7,0mm: raices medias a grandes
- * > 7,0mm: raices gruesas



- < 0,5 mm: raíces finas
- 0,5-2,0 mm: raíces delgadas
- X 2,0-5,0 mm: raíces medias
- △ 5,0-7,0mm:raíces medias a grandes
- * > 7,0mm: raíces gruesas

Fecha: 08/12/16
 Distancia: 40 cm
 Del tronco:
 Predio:
 Cuartel: Villa Turquesa Norte
 Nº calicata: E

ANEXO H

Análisis químicos de suelos de viñas Peñaflores y Turquía Norte.



Viña Peñafior - 15 cm

**SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS
TEMPORADA 2016
ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP**

1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO

| | | | | | | | | |
|--------------|--|-----------------------------|-----|--|--------------|---------|-----------------|------|
| Razón social | | | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | | | | |
| Dirección | | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | | Ciudad | | CHILLAN | Región | VIII |
| Fono | | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 | Correo elec. | | jhirzel@inia.cl | |

2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR

| | | | | | | | | |
|-----------|--|-------------------------|--|-----------------|--|--------------|--|--|
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | | Codigo operador | | 509 | | |
| Dirección | | | | Ciudad | | Región | | |
| Fono | | | | Fax | | Correo elec. | | |

3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR

| | | | | | | | | | |
|--------------|--|--------------------------------------|-----|--------------|--|----------------------|--|-----------|--------|
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | | RUT | | 69.151.100-6 | | | |
| Dirección | | IBIETA N°225 | | Comuna | | SAN ROSENDO | | Provincia | BIOBIO |
| Fono | | 963122343 | Fax | Correo elec. | | FCFIGUEROA@GMAIL.COM | | | |

4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO

| | | | | | | | | | |
|--------|--|-------------|--|-----------|--|--------|--|--------|------------|
| Nombre | | | | Rol | | | | | |
| Comuna | | SAN ROSENDO | | Provincia | | BIOBIO | | Región | DEL BIOBIO |

5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

| | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------------------|--|------------|--|
| Número de laboratorio | | 43495 | | | | | |
| Potrero | | GUILLERMO CORDOBA | | | | | |
| Profundidad (cm) | | 15 | | | | | |
| Superficie (ha) | | | | | | | |
| N * | (mg/kg) | 19,4 | | | | | |
| P Olsen | (mg/kg) | 5,6 | | | | | |
| K disponible | (mg/kg) | 45 | | | | | |
| pH en agua | | 6,49 | | | | | |
| pH CaCl2 | | | | | | | |
| Materia orgánica | (%) | 1,9 | | | | | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 8,14 | | | | | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 3,16 | | | | | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,11 | | | | | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,12 | | | | | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | | | | | |
| Saturación de Al | (%) | | | | | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | | | | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | | | | | |
| S disponible | (mg/kg) | | | | | | |
| N Incubado | (mg/kg) | | | | | | |
| CP | (kg P/ppm) | | | | | | |
| Fecha recepción de muestras | | 20/10/2016 | | Fecha entrega de Resultados | | 27/10/2016 | |

6. METODOLOGÍA

P (Olsen): extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua: relación 1 2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S: extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría. Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aún no normalizada por la UNH.

7. OTROS ANÁLISIS

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|--------------|--|--|--|
| Numero Laboratorio | | 43495 | | | |
| Boro | (mg / Kg) | | | | |
| Zinc | (mg / Kg) | | | | |
| Hierro | (mg / Kg) | | | | |
| Cobre | (mg / Kg) | | | | |
| Manganeso | (mg / Kg) | | | | |
| Al extractable | (mg / Kg) | | | | |
| CE 1:5 | (dS/m) | | | | |
| N - NO3 | (mg/kg) | | | | |
| N - NH4 | (mg/kg) | | | | |

8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO


| | | | | | | | | |
|--------|--|--------------------|--|-------|--|---|--|--|
| Nombre | | Juan Hirzel Campos | | Firma | |  | | |
|--------|--|--------------------|--|-------|--|---|--|--|

9 OBSERVACIONES

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|



Viña Peñaflo - 50 cm

SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS TEMPORADA 2016 ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO | | | |
|--|---------------------|--|---|
| Razón social | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | |
| Dirección | | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | Ciudad CHILLAN Región VIII |
| Fono | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 Correo elec. jhirzel@inia.cl |
| 2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR | | | |
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | Código operador 509 |
| Dirección | | | Ciudad Región |
| Fono | | Fax | |
| 3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR | | | |
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | RUT 69.151.100-6 |
| Dirección | | IBIETA N°225 | |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| Fono | 963122343 | Fax | Correo elec. FCFIGUEROA@GMAIL.COM |
| 4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO | | | |
| Nombre | | | Rol |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | | | |
| Número de laboratorio | 43496 | | |
| Potrero | GUILLERMO CORDOBA | | |
| Profundidad (cm) | 50 | | |
| Superficie (ha) | | | |
| N * | (mg/kg) | 3,7 | |
| P Olsen | (mg/kg) | 7,0 | |
| K disponible | (mg/kg) | 55 | |
| pH en agua | | 7,18 | |
| pH CaCl2 | | | |
| Materia orgánica | (%) | 1,3 | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 9,74 | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 3,66 | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,19 | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,14 | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | |
| Saturación de Al | (%) | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | |
| S disponible | (mg/kg) | | |
| N incubado | (mg/kg) | | |
| CP | (kg P/ppm) | | |
| Fecha recepción de muestras | 20/10/2016 | Fecha entrega de Resultados | 27/10/2016 |
| 6. METODOLOGÍA | | | |
| <small>P (Olsen): extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua: relación 1 2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/(CICE); CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S: extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría; Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aun no normalizada por la CNA.</small> | | | |
| 7. OTROS ANÁLISIS | | | |
| Numero Laboratorio | 43496 | | |
| Boro (mg / Kg) | | | |
| Zinc (mg / Kg) | | | |
| Hierro (mg / Kg) | | | |
| Cobre (mg / Kg) | | | |
| Manganeso (mg / Kg) | | | |
| Al extractable (mg / Kg) | | | |
| CE 1:5 (dS/m) | | | |
| N - NO3 (mg/kg) | | | |
| N - NH4 (mg/kg) | | | |
| 8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO | | | |
| Nombre | Juan Hirzel Campos | | Firma |
|  | | | |
| 9 OBSERVACIONES | | | |
| | | | |


Viña Peñaflor - 90 cm

SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS TEMPORADA 2016 ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO | | | |
|--|---------------------|--|---|
| Razón social | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | |
| Dirección | | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | Ciudad CHILLAN Región VIII |
| Fono | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 Correo elec. jhirzel@inia.cl |
| 2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR | | | |
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | Código operador 509 |
| Dirección | | | Ciudad Región |
| Fono | | Fax | |
| 3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR | | | |
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | RUT 69.151.100-6 |
| Dirección | | IBIETA N°225 | |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| Fono | 963122343 | Fax | |
| | | Correo elec. FCFIGUEROA@GMAIL.COM | |
| 4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO | | | |
| Nombre | | | Rol |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | | | |
| Número de laboratorio | 43497 | | |
| Potrero | GUILLERMO CORDOBA | | |
| Profundidad (cm) | 90 | | |
| Superficie (ha) | | | |
| N * | (mg/kg) | 1,7 | |
| P Olsen | (mg/kg) | 4,5 | |
| K disponible | (mg/kg) | 34 | |
| pH en agua | | 7,21 | |
| pH CaCl2 | | | |
| Materia orgánica | (%) | 0,6 | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 8,12 | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 3,02 | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,17 | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,09 | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | |
| Saturación de Al | (%) | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | |
| S disponible | (mg/kg) | | |
| N Incubado | (mg/kg) | | |
| CP | (kg P/ppm) | | |
| Fecha recepción de muestras | 20/10/2016 | Fecha entrega de Resultados | 27/10/2016 |
| 6. METODOLOGÍA | | | |
| <small>P (Olsen): extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua: relación 1 2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/(CICE); CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S: extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría; Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aun no normalizada por la CNA.</small> | | | |
| 7. OTROS ANÁLISIS | | | |
| Numero Laboratorio | 43497 | | |
| Boro | (mg / Kg) | | |
| Zinc | (mg / Kg) | | |
| Hierro | (mg / Kg) | | |
| Cobre | (mg / Kg) | | |
| Manganeso | (mg / Kg) | | |
| Al extractable | (mg / Kg) | | |
| CE 1:5 | (dS/m) | | |
| N - NO3 | (mg/kg) | | |
| N - NH4 | (mg/kg) | | |
| 8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO | | | |
| Nombre | Juan Hirzel Campos | Firma |  |
|  | | | |
| 9 OBSERVACIONES | | | |
| | | | |



Viña Turquía Norte - 15 cm

SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS TEMPORADA 2016 ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO | | | |
|--|---------------------|--|---|
| Razón social | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | |
| Dirección | | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | Ciudad CHILLAN Región VIII |
| Fono | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 Correo elec. jhirzel@inia.cl |
| 2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR | | | |
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | Código operador 509 |
| Dirección | | | Ciudad Región |
| Fono | | Fax | |
| 3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR | | | |
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | RUT 69.151.100-6 |
| Dirección | | IBIETA N°225 | |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| Fono | 963122343 | Fax | |
| | | Correo elec. FCFIGUEROA@GMAIL.COM | |
| 4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO | | | |
| Nombre | | | Rol |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | | | |
| Número de laboratorio | 43498 | | |
| Potrero | MANUEL ESCOBAR | | |
| Profundidad (cm) | 15 | | |
| Superficie (ha) | | | |
| N * | (mg/kg) | 14,8 | |
| P Olsen | (mg/kg) | 7,2 | |
| K disponible | (mg/kg) | 335 | |
| pH en agua | | 6,77 | |
| pH CaCl2 | | | |
| Materia orgánica | (%) | 3,5 | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 7,39 | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 0,85 | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,02 | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,86 | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | |
| Saturación de Al | (%) | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | |
| S disponible | (mg/kg) | | |
| N Incubado | (mg/kg) | | |
| CP | (kg P/ppm) | | |
| Fecha recepción de muestras | 20/10/2016 | Fecha entrega de Resultados | 27/10/2016 |
| 6. METODOLOGÍA | | | |
| <small>P (Olsen): extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua: relación 1:2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S: extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría; Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aun no normalizada por la CNA.</small> | | | |
| 7. OTROS ANÁLISIS | | | |
| Numero Laboratorio | 43498 | | |
| Boro | (mg / Kg) | | |
| Zinc | (mg / Kg) | | |
| Hierro | (mg / Kg) | | |
| Cobre | (mg / Kg) | | |
| Manganeso | (mg / Kg) | | |
| Al extractable | (mg / Kg) | | |
| CE 1:5 | (dS/m) | | |
| N - NO3 | (mg/kg) | | |
| N - NH4 | (mg/kg) | | |
| 8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO | | | |
| Nombre | Juan Hirzel Campos | | Firma |
|  | | | |
| 9 OBSERVACIONES | | | |
| | | | |



Viña Turquía Norte - 50 cm

SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS TEMPORADA 2016 ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO | | | |
|--|-----------------------------|--|---|
| Razón social | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | |
| Dirección | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | Ciudad | CHILLAN |
| Fono | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 |
| Correo elec. | | jhirzel@inia.cl | |
| 2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR | | | |
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | Código operador |
| Dirección | | | 509 |
| Fono | | | |
| Fax | | | |
| Correo elec. | | | |
| 3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR | | | |
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | RUT |
| Dirección | | IBIETA N°225 | 69.151.100-6 |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia |
| | | BIOBIO | Región |
| | | DEL BIOBIO | |
| Fono | | 963122343 | Fax |
| Correo elec. | | FCFIGUEROA@GMAIL.COM | |
| 4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO | | | |
| Nombre | | | Rol |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia |
| | | BIOBIO | Región |
| | | DEL BIOBIO | |
| 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | | | |
| Número de laboratorio | 43499 | | |
| Potrero | MANUEL ESCOBAR | | |
| Profundidad (cm) | 50 | | |
| Superficie (ha) | | | |
| N * | (mg/kg) | 2,5 | |
| P Olsen | (mg/kg) | 2,0 | |
| K disponible | (mg/kg) | 204 | |
| pH en agua | | 6,88 | |
| pH CaCl2 | | | |
| Materia orgánica | (%) | 2,3 | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 5,74 | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 0,53 | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,04 | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,52 | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | |
| Saturación de Al | (%) | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | |
| S disponible | (mg/kg) | | |
| N incubado | (mg/kg) | | |
| CP | (kg P/ppm) | | |
| Fecha recepción de muestras | 20/10/2016 | Fecha entrega de Resultados | 27/10/2016 |
| 6. METODOLOGÍA | | | |
| <small>P (Olsen): extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua: relación 1:2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S: extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría; Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aun no normalizada por la CNA.</small> | | | |
| 7. OTROS ANÁLISIS | | | |
| Numero Laboratorio | 43499 | | |
| Boro (mg / Kg) | | | |
| Zinc (mg / Kg) | | | |
| Hierro (mg / Kg) | | | |
| Cobre (mg / Kg) | | | |
| Manganeso (mg / Kg) | | | |
| Al extractable (mg / Kg) | | | |
| CE 1:5 (dS/m) | | | |
| N - NO3 (mg/kg) | | | |
| N - NH4 (mg/kg) | | | |
| 8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO | | | |
| Nombre | Juan Hirzel Campos | Firma |  |
|  | | | |
| 9 OBSERVACIONES | | | |
| | | | |

Viña Turquía Norte - 90 cm

SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS TEMPORADA 2016 ANÁLISIS DE SUELOS ÁCIDOS INDAP

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO | | | |
|---|---------------------|--|---|
| Razón social | | LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL INIA - CENTRO SUR | |
| Dirección | | AVDA. VICENTE MÉNDEZ N° 515 | Ciudad CHILLAN Región VIII |
| Fono | (42)2206782-2206785 | Fax | (42) 2206785 Correo elec. jhirzel@inia.cl |
| 2. IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR | | | |
| Nombre | | PRODESAL DE SAN ROSENDO | Código operador 509 |
| Dirección | | | Ciudad Región |
| Fono | | Fax | |
| Fono | | | Correo elec. |
| 3. IDENTIFICACIÓN DEL AGRICULTOR | | | |
| Razón social | | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN ROSENDO | RUT 69.151.100-6 |
| Dirección | | IBIETA N°225 | |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| Fono | 963122343 | Fax | |
| Fono | | | Correo elec. FCFIGUEROA@GMAIL.COM |
| 4. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO | | | |
| Nombre | | | Rol |
| Comuna | | SAN ROSENDO | Provincia BIOBIO Región DEL BIOBIO |
| 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | | | |
| Número de laboratorio | 43500 | | |
| Potrero | MANUEL ESCOBAR | | |
| Profundidad (cm) | 90 | | |
| Superficie (ha) | | | |
| N * | (mg/kg) | 0,9 | |
| P Olsen | (mg/kg) | 1,1 | |
| K disponible | (mg/kg) | 135 | |
| pH en agua | | 7,04 | |
| pH CaCl2 | | | |
| Materia orgánica | (%) | 1,4 | |
| Ca intercambiable | (cmol+/kg) | 3,66 | |
| Mg intercambiable | (cmol+/kg) | 0,60 | |
| Na intercambiable | (cmol+/kg) | 0,03 | |
| K intercambiable | (cmol+/kg) | 0,35 | |
| Al intercambiable | (cmol+/kg) | | |
| Saturación de Al | (%) | | |
| CICE | (cmol+/kg) | | |
| Suma de bases | (cmol+/kg) | | |
| S disponible | (mg/kg) | | |
| N Incubado | (mg/kg) | | |
| CP | (kg P/ppm) | | |
| Fecha recepción de muestras | 20/10/2016 | Fecha entrega de Resultados | 27/10/2016 |
| 6. METODOLOGÍA | | | |
| <small>P (Olsen):extracción con NaHCO₃ 0,5 mol/L a pH 8,5; pH en agua:relación 1 2,5; materia orgánica: combustión húmeda y colorimetría; Ca, Mg, K y Na intercambiables: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1 mol/L; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; CICE: Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; suma de bases: Ca + Mg + K + Na; S:extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol/L y turbidimetría; Técnicas analíticas según normas de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. * Técnica analítica aun no normalizada por la CNA.</small> | | | |
| 7. OTROS ANÁLISIS | | | |
| Numero Laboratorio | 43500 | | |
| Boro (mg / Kg) | | | |
| Zinc (mg / Kg) | | | |
| Hierro (mg / Kg) | | | |
| Cobre (mg / Kg) | | | |
| Manganeso (mg / Kg) | | | |
| Al extractable (mg / Kg) | | | |
| CE 1:5 (dS/m) | | | |
| N - NO3 (mg/kg) | | | |
| N - NH4 (mg/kg) | | | |
| 8. NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO | | | |
| Nombre | Juan Hirzel Campos | Firma |  |
|  | | | |
| 9 OBSERVACIONES | | | |
| | | | |