

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

***“Determinación del potencial acuífero de las cuencas  
costeras de la zona sur del Cantón de Nandayure,  
Guanacaste, Costa Rica”***

Tesis de Investigación para optar por el grado académico  
de Licenciatura en Geología

**Nazareth Torres Jiménez**

**A86378**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
2020

Tesis de investigación sometida y aceptada por el tribunal de trabajo final de graduación como requisito parcial para optar por el grado académico de Licenciatura en Geología.

**Comité Asesor**



M.Sc. Ingrid Vargas Azofeifa  
*Directora*



M.Sc. Mario Arias Salguero  
*Co – director*



M.Sc. Michelle Arias Fernández  
*Co – directora*



Lic. Alonso Alfaro Martínez  
*Lector*



Dr. Mauricio Mora Fernández  
*Presidente del Tribunal*



Nazareth Torres Jiménez  
*Sustentante*

## Derechos de propiedad intelectual

Yo, Nazareth Beatriz Torres Jiménez, portadora de la cédula de identidad costarricense N°. 304330663, conocedora de las sanciones legales con las que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio.

Declaro bajo la fe de juramento lo siguiente: que soy estudiante de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica y como requisito de graduación debo defender mi tesis para optar por el grado académico de Licenciatura en Geología, la cual versa sobre el tema: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ACUÍFERO DE LAS CUENCAS COSTERAS DE LA ZONA SUR DEL CANTÓN DE NANDAYURE, GUANACASTE, COSTA RICA. Por lo que manifiesto que la misma ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad de Costa Rica.

Además, declaro solemnemente que dicha tesis es fruto de mi esfuerzo e investigación en su totalidad, que en ella no han participado personas ajenas a mi directora, tutores y lectores, instituciones ni organizaciones extrañas y que los documentos utilizados están respectivamente citados. ES TODO.

Firma en la ciudad de San José a las 9 horas del 12 de enero del 2021.

*Nazareth Torres*

---

Nazareth Torres Jiménez  
*Sustentante*

## **Dedicatoria**

A Dios, por permitirme concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres, Gerardo Torres Méndez y Laurita Jiménez Coto, quienes han estado conmigo a lo largo de toda mi vida, llenándome de amor y carácter para lograr todo lo que me he propuesto; me han apoyado incondicionalmente para que haya llegado hasta aquí; son y siempre serán mi gran inspiración.

A mi amor, mi mejor amigo, mi colega y compañero a lo largo de toda la carrera, Allan Sanabria Jiménez, de quien solo he recibido amor, apoyo incondicional invaluable y un sin fin de enseñanzas y experiencias.

A mis hermanos, Daniel, Diego y Eva, a los cuales admiro y quiero con el corazón y quienes a la distancia me han apoyado todo este tiempo.

## **Agradecimientos**

Un agradecimiento muy especial a la MSc. Ingrid Vargas Azofeifa, por creer en mí y acompañarme a lo largo de este proyecto, por todas sus enseñanzas en el campo de la hidrogeología, por su paciencia, sus consejos de vida y su amistad sincera; le agradezco profundamente todo el apoyo brindado.

Al MSc. Mario Arias Salguero, por su apoyo, sus acertadas correcciones y sus valiosos consejos.

A la MSc. Michelle Arias Fernández, por su acompañamiento a la mayoría de las giras, por sus consejos en toda esta investigación, sus correcciones al documento y por todo el apoyo que me ha dado, le agradezco profundamente.

Al Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), especialmente a los geólogos Roberto Ramírez, Alonso Alfaro, y al técnico Pedro Bermúdez, por el financiamiento de las giras y todo el apoyo logístico.

A los geólogos Adrián Obando y Paola Alvarado por aclararme las dudas sobre el álgebra de mapas del balance hídrico de suelos; a los geólogos Marlen Brenes y Allan Sanabria por apoyarme en las giras de campo y sus buenos consejos y al geólogo Fabián Campos por ayudarme en la inversión de datos de las tomografías eléctricas.

Quisiera agradecer a mi familia que siempre me ha apoyado incondicionalmente: a mis papás que han dado lo mejor de ellos por verme crecer y han tenido tanta paciencia en todo el proceso; a Allan que siempre ha estado conmigo en todo momento, a mis hermanos, a mis suegros, cuñados y amigos que sus palabras de apoyo han permitido concluir esta investigación.

Finalmente, quiero agradecerle a la Universidad de Costa Rica, por permitirme estudiar y llegar a ser profesional, por financiar parte de esta investigación, y por enseñarme tantas cosas tanto científicas como de acción social; por brindarme tantas oportunidades y abrirme horizonte hacia la vida. Siempre estaré orgullosa de esta gran institución.

## Resumen

El área de estudio se ubica en la zona sur del cantón de Nandayure, dentro de la provincia de Guanacaste, Costa Rica; abarca 338,56 km<sup>2</sup>; comprende las cuencas de los ríos Islita, Corozalito, Quebrada Seca, Bejuco, Ciego y Jabillo; las quebradas Camaronal, Quebrada Nando y Cana; así como parte de las cuencas del río Ora, Bongo y Juan de León. Los motivos que llevan a esta investigación se centran en tres aspectos fundamentales, que son el turismo, cada día más demandante, la creciente demografía y las puntuales actividades económicas como la ganadería y la acuicultura; estos son los principales promotores para un estudio detallado sobre las condiciones hidrogeológicas, recarga potencial y vulnerabilidad del acuífero, esto con el objetivo de ampliar el conocimiento técnico para una adecuada gestión del recurso hídrico.

Respecto al clima, el área pertenece a la subregión occidental de la Península de Nicoya de la región climática del Pacífico Norte caracterizada por sequía, con temperaturas de moderadas a altas, frecuentemente con un periodo seco de diciembre a marzo, y lluvioso de mayo a octubre, los meses de abril y noviembre son de transición.

La geomorfología se clasifica en 7 unidades, de origen denudacional, fluvial y marino que son Laderas de pendiente baja (10<sup>o</sup>-20<sup>o</sup>), moderada (20<sup>o</sup>-30<sup>o</sup>) y alta (>30<sup>o</sup>), depósitos aluviales correspondientes a las zonas planas del área, acantilados cerca de Islita y Corozalito, playa en las líneas de costa y manglar en la zona intermareal. La mayoría de cuencas se clasifican ligeramente alargadas, presentan pendientes en las zonas altas >15<sup>o</sup> y en las partes bajas de 0 a 5<sup>o</sup> con patrones de drenaje dentrítico y reticulado.

La geología se compone mayormente por basaltos del Complejo de Nicoya ubicada principalmente en las zonas montañosas y depósitos aluviales en las zonas planas. Estructuralmente presentan fallas paleotectónicas y neotectónicas. La geofísica muestra los materiales subterráneos evidenciando el basamento local y los depósitos recientes, así como los niveles de flujo subterráneo.

La recarga potencial varía en el área entre 556,50 mm y 1865 mm por año en la totalidad del área, esto entre los meses de mayo a noviembre; esto de una precipitación que varía de 2601,2 mm y 3563,6 mm anuales. El modelo hidrogeológico muestra el estudio del acuífero libre poroso aluvial en las microcuencas de la zona sur del cantón de Nandayure, ubicado en los depósitos aluviales, con espesores de 5 a 33,9 m, transmisividades de hasta 389 m<sup>2</sup>/d. El nivel de agua se encuentra en un rango de 1 a 13,39 m de profundidad con dirección de flujo hacia el sureste y suroeste y Gradiente Hidráulico Promedio de 0,02 - 0,01. Presenta una conductividad hidráulica de 0,15 m/d – 14,80 m/d. El agua se clasifica como bicarbonatada cálcica, dulce y meteórica y su vulnerabilidad se considera de baja a media con la metodología GOD y de insignificante a alta con el método SEA-GIndex.

**Palabras Clave:** Nandayure, zona sur, Guanacaste, recarga potencial, balance hídrico, modelo conceptual, hidrogeoquímica, vulnerabilidad.

## Tabla de Contenido

Comité Asesor.....	i
Derechos de propiedad intelectual.....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Resumen.....	v
Tabla de Contenido.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tablas .....	xv
Índice de Gráficos .....	xvi
Índice de Ecuaciones.....	xvii
Lista de Abreviaturas.....	xviii
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ubicación geográfica .....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 Hipótesis.....	7
1.5 Metodología de la investigación.....	7
1.5.1 Etapa 1. Información inicial .....	7
1.5.2 Etapa 2. Recolección de datos, trabajo de campo y de oficina.....	8
1.5.3 Etapa 3. Interpretación y análisis de los datos .....	9
1.6 Clima y vegetación .....	10
1.6.1 Clima.....	10
1.6.2 Vegetación .....	12
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Modelo Hidrogeológico Conceptual .....	17
2.2 Recarga Potencial mediante Balance Hídrico de Suelos .....	18
2.2.1 Precipitación .....	19
2.2.2 Fracción de lluvia interceptada por el follaje.....	19
2.2.3 Infiltración.....	20
2.2.4 Recarga al acuífero .....	24



2.3 Geofísica .....	28
2.3.1 Definición .....	28
2.3.2 Sondeos Eléctricos Verticales .....	28
2.3.3 Tomografía eléctrica .....	29
2.4 Hidrogeoquímica .....	31
2.4.1 Constituyentes inorgánicos y rangos de concentraciones .....	31
2.4.2 Origen geoquímico de las sustancias disueltas en las aguas subterráneas .....	32
2.4.3 Representación gráfica y clasificación del agua subterránea .....	34
2.5 Vulnerabilidad .....	35
2.5.1 Método GOD (Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero) .....	36
2.5.2 Método SEA – GINDEX (Vulnerabilidad a la contaminación marina de acuíferos costeros) .....	38
<b>CAPÍTULO III. GEOMORFOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
3.1 Mapa Geomorfológico .....	40
3.2 Unidades Geomorfológicas.....	42
3.2.1 Formas de origen denudacional .....	42
3.2.2 Formas de origen fluvial .....	43
3.2.3 Formas de origen marino .....	43
3.3 Morfometría de las cuencas.....	45
3.3.1 Cuencas del área de estudio.....	45
3.3.2 Forma de las cuencas .....	45
3.3.3 Pendientes y orientación de laderas.....	49
3.3.4 Patrones de drenaje .....	51
3.3.5 Órdenes de cauces .....	51
3.3.6 Relación de bifurcación .....	52
3.3.7 Densidad y frecuencia de drenaje .....	56
<b>CAPÍTULO IV. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES .....</b>	<b>60</b>
4.1 Geología regional .....	60
4.1.1 Complejo de Nicoya (Basaltos) .....	60
4.1.2 Formación Loma Chumico .....	64
4.1.3 Formación Sabana Grande .....	65
4.1.4 Formación Piedras Blancas.....	67
4.1.5 Formación Curú .....	68

4.1.6 Formación Cóbano.....	69
4.2 Tectónica regional .....	70
4.2.1 Paleotectónica.....	71
4.2.2 Neotectónica .....	72
4.3 Geología Local .....	75
4.3.1 Basaltos del Complejo de Nicoya.....	78
4.3.2 Lutitas de la Formación Curú .....	84
4.3.3 Arenisca y conglomerado de la Formación Cóbano .....	88
4.3.4 Depósitos aluviales del Cuaternario .....	91
4.3.5 Humedales.....	93
4.3.6 Depósitos de playa.....	93
4.4 Geología estructural local .....	96
<b>CAPÍTULO V. GEOFÍSICA.....</b>	<b>99</b>
5.1 Sondeos Eléctricos Verticales .....	100
5.2 Tomografías Eléctricas .....	100
5.2.1 Tomografía eléctrica C – C'.....	101
5.2.2 Tomografía eléctrica D – D'.....	104
5.2.3 Tomografía eléctrica E – E' .....	107
<b>CAPÍTULO VI. HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>109</b>
6.1 Estimación del potencial hídrico mediante el cálculo de la recarga al acuífero .....	109
6.1.1 Primera Parte: Fracción de lluvia interceptada por el follaje .....	111
6.1.2 Segunda Parte: Infiltración .....	117
6.1.3 Tercera Parte: Recarga Potencial al Acuífero .....	132
6.1.4 Comparación de la recarga potencial de Nandayure sur.....	146
6.2 Características hidrogeológicas.....	149
6.2.1 Pozos del área de estudio.....	149
6.2.2 Dinámica de flujo de agua subterránea .....	151
6.2.3 Relación entre el agua subterránea y los ríos .....	154
6.2.4 Datos de transmisividad .....	157
6.2.5 Perfiles hidrogeológicos .....	160
6.3 Hidrogeoquímica .....	168
6.3.1 Características físicas y químicas .....	169
6.3.2 Clasificación hidrogeoquímica.....	173

6.4 Vulnerabilidad.....	175
6.4.1 Metodología GOD (Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación del acuífero).....	175
6.4.2 Metodología SEA – GINDEX (Vulnerabilidad a la contaminación marina de acuíferos costeros).....	183
6.5 Modelo Hidrogeológico Conceptual .....	190
<b>CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>193</b>
7.1 Conclusiones .....	193
7.2 Limitaciones.....	194
7.3 Recomendaciones .....	195
<b>CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>195</b>
<b>Anexo I. Descripción macroscópica de rocas .....</b>	<b>204</b>
<b>Anexo II. Descripción microscópica de rocas .....</b>	<b>210</b>
<b>Anexo III. Sondeos Eléctricos Verticales .....</b>	<b>218</b>
<b>Anexo IV. Datos de precipitaciones tomados del CIGEFI .....</b>	<b>222</b>
<b>Anexo V. Pruebas de Infiltración .....</b>	<b>250</b>
<b>Anexo VI. Resultados de análisis de suelos realizados en el CIA.....</b>	<b>271</b>
<b>Anexo VII. Balances hídricos de suelos años 2015 y 2017 .....</b>	<b>279</b>
<b>Anexo VIII. Pozos del área de estudio .....</b>	<b>305</b>
<b>Anexo IX. Aforos .....</b>	<b>323</b>
<b>Anexo X. Análisis físicos y químicos de aguas .....</b>	<b>343</b>
<b>Anexo XI. Valores de los puntos de información para parámetros GOD.....</b>	<b>351</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	2
<b>Figura 2.</b> Mapa subregiones geográfico – climáticas del Pacífico Norte. ....	11
<b>Figura 3.</b> Distribución de las zonas de vida en el área de estudio. ....	13
<b>Figura 4.</b> Mapa de Vegetación del área de estudio. ....	16
<b>Figura 5.</b> Arreglo geoeléctrico Schlumberger.....	29
<b>Figura 6.</b> Secuencia de medición de la resistividad en tomografías eléctricas.....	30
<b>Figura 7.</b> Tipo de aguas deducidas de un diagrama triangular de Piper. ....	35
<b>Figura 8.</b> Categorías de la Vulnerabilidad.....	36
<b>Figura 9.</b> Valores para el confinamiento hidráulico. ....	37
<b>Figura 10.</b> Valores para la ocurrencia del sustrato suprayacente. ....	37
<b>Figura 11.</b> Valores para la distancia al nivel del agua subterránea ....	38
<b>Figura 12.</b> Valores para los parámetros del método SEA-GINDEX. ....	39
<b>Figura 13.</b> Mapa Geomorfológico del área de estudio. ....	41
<b>Figura 14.</b> Verificación de geomorfología en giras de campo. ....	44
<b>Figura 15.</b> Cuencas de interés dentro y cerca del área de estudio. ....	46
<b>Figura 16.</b> Mapa de longitudes de las cuencas.....	48
<b>Figura 17.</b> Mapa de pendientes en grados. ....	50
<b>Figura 18.</b> Mapa de orientación de laderas. ....	50
<b>Figura 19.</b> Mapa de orden de los cauces.....	53
<b>Figura 20.</b> Mapa de densidad de drenaje. ....	58
<b>Figura 21.</b> Mapa de frecuencia de drenaje. ....	58
<b>Figura 22.</b> Mapa de capacidad de infiltración y escorrentía según la densidad y frecuencia de drenaje.....	59
<b>Figura 23.</b> Columna estratigráfica general del área de estudio.....	61
<b>Figura 24.</b> Mapa de morfología terrestre y marina de Costa Rica.....	72
<b>Figura 25.</b> Superficies de aplanamiento y sistemas de fallas del área de estudio.....	74
<b>Figura 26.</b> Mapa de afloramientos zona sur del cantón de Nandayure. ....	76
<b>Figura 27.</b> Mapa geológico de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	77
<b>Figura 28.</b> Afloramientos de basaltos masivos. ....	79
<b>Figura 29.</b> Afloramientos de basaltos en almohadillas.....	80

<b>Figura 30.</b> Fotografías de algunas de las muestras macroscópicas de basaltos del área de estudio con su respectivo código. ....	82
<b>Figura 31.</b> Fotografías de las secciones delgadas de algunas de las muestras recolectadas de basaltos.....	83
<b>Figura 32.</b> Afloramientos de lutitas. ....	85
<b>Figura 33.</b> Fotos de las muestras macroscópicas de calcilutitas.....	86
<b>Figura 34.</b> Fotografías de las secciones delgadas de las muestras de lutitas.....	87
<b>Figura 35.</b> Afloramiento de arenisca y conglomerado. ....	89
<b>Figura 36.</b> Fotos de las muestras macroscópicas de arenisca y conglomerado. .	90
<b>Figura 37.</b> Fotografías de las secciones delgadas de la muestra 30R-16,02-NanS. ....	91
<b>Figura 38.</b> Afloramientos de depósitos aluviales.....	92
<b>Figura 39.</b> Humedales. ....	94
<b>Figura 40.</b> Depósitos de playa. ....	95
<b>Figura 41.</b> Fotos de estructuras geológicas observadas en el campo. ....	97
<b>Figura 42.</b> Anticlinal y sinclinal. ....	98
<b>Figura 43.</b> Mapa de ubicación de los estudios geofísicos. ....	99
<b>Figura 44.</b> Tomografías eléctricas. ....	100
<b>Figura 45.</b> Tomografía eléctrica C - C'. ....	103
<b>Figura 46.</b> Tomografía eléctrica D - D'. ....	106
<b>Figura 47.</b> Tomografía eléctrica E – E'. ....	108
<b>Figura 48.</b> Diagrama metodología de Schosinsky (2006). ....	110
<b>Figura 49.</b> Mapa de distribución de la precipitación promedio anual.....	112
<b>Figura 50.</b> Mapa de uso de suelo. ....	114
<b>Figura 51.</b> Verificación de uso de suelo en el campo.....	115
<b>Figura 52.</b> Mapa de Coeficiente de Follaje (Cfo). ....	116
<b>Figura 53.</b> Mapa de Retención de lluvia anual interceptada por el follaje (Ret). .	117
<b>Figura 54.</b> Ubicación de las Pruebas de infiltración. ....	118
<b>Figura 55.</b> Ejemplos de pruebas de infiltración. ....	120
<b>Figura 56.</b> Incidencia del valor de infiltración en la unidad de Basaltos del Complejo de Nicoya. ....	121

<b>Figura 57.</b> Incidencia del valor de infiltración en las unidades geológicas restantes. .....	122
<b>Figura 58.</b> Fracción que infiltra por textura del suelo (Kfc).....	123
<b>Figura 59.</b> Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal (Kv). ....	124
<b>Figura 60.</b> Mapa de pendientes en porcentaje.....	126
<b>Figura 61.</b> Fracción que infiltra por efecto de la pendiente (Kp).....	126
<b>Figura 62.</b> Coeficiente de Infiltración (Ci).....	127
<b>Figura 63.</b> Precipitación que infiltra anualmente al suelo (Pi) .....	128
<b>Figura 64.</b> Escorrentía Superficial Anual (ESC).....	130
<b>Figura 65.</b> Mapa de temperatura promedio anual .....	131
<b>Figura 66.</b> Evapotranspiración potencial anual (ETP).....	132
<b>Figura 67.</b> Capacidad de campo en % por peso de suelo seco. ....	134
<b>Figura 68.</b> Punto de marchitez en % por peso de suelo seco. ....	134
<b>Figura 69.</b> Densidad aparente en porcentaje (%). ....	135
<b>Figura 70.</b> Profundidad de Raíces según la vegetación existente. ....	136
<b>Figura 71.</b> Capacidad de campo en mm.....	136
<b>Figura 72.</b> Punto de marchitez en mm.....	137
<b>Figura 73.</b> Humedad disponible anual (HD).....	139
<b>Figura 74.</b> Evapotranspiración real anual (ETR).....	140
<b>Figura 75.</b> Mapa de la recarga potencial anual en el periodo 1980 – 2017.....	142
<b>Figura 76.</b> Comparación de la recarga potencial mensual de los meses de enero, mayo, julio y setiembre. ....	143
<b>Figura 77.</b> Recarga potencial en la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya. .....	145
<b>Figura 78.</b> Recarga potencial en las unidades sedimentarias y las del cuaternario. .....	145
<b>Figura 79.</b> Comparación de balance hídrico de suelos. ....	147
<b>Figura 80.</b> Mapa de ubicación de los pozos .....	150
<b>Figura 81.</b> Red de flujo del agua subterránea de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	153
<b>Figura 82.</b> Ejemplo de aforo en río Jabillo .....	155

<b>Figura 83.</b> Mapa de aforos del Río Jabillo realizados en marzo 2019.....	156
<b>Figura 84.</b> Mapa de ubicación de pozos con valores de Transmisividad de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	158
<b>Figura 85.</b> Mapa de ubicación de los perfiles hidrogeológicos.....	161
<b>Figura 86.</b> Perfil hidrogeológico F - F'.....	163
<b>Figura 87.</b> Perfil hidrogeológico G - G'.....	163
<b>Figura 88.</b> Perfil hidrogeológico H - H'.....	167
<b>Figura 89.</b> Perfil hidrogeológico I - I'.....	167
<b>Figura 90.</b> Mapa de puntos de muestreo de aguas. ....	168
<b>Figura 91.</b> Fotos de algunos pozos de muestreo.....	169
<b>Figura 92.</b> Diagrama Piper zona sur Nandayure.....	174
<b>Figura 93.</b> Mapa de grado de confinamiento hidráulico (G) de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	177
<b>Figura 94.</b> Mapa de ocurrencia del sustrato suprayacente (O) de la zona sur del cantón de Nandayure.....	179
<b>Figura 95.</b> Mapa de distancia al nivel del agua (D) de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	180
<b>Figura 96.</b> Mapa de vulnerabilidad metodología GOD de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	182
<b>Figura 97.</b> Mapa de variación del nivel piezométrico en la zona sur del cantón de Nandayure. ....	184
<b>Figura 98.</b> Mapa del parámetro litología de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	186
<b>Figura 99.</b> Mapa del parámetro distancia al mar de la zona sur del cantón de Nandayure. ....	187
<b>Figura 100.</b> Mapa de vulnerabilidad metodología SEA-GIndex de la zona sur del cantón de Nandayure.....	189
<b>Figura 101.</b> Modelo Conceptual Hidrogeológico de la zona sur de Nandayure..	191

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Datos de la Subregión Occidental de la Península de Nicoya (PN1).....	11
<b>Tabla 2.</b> Distribución de las zonas de vida en Costa Rica.....	13
<b>Tabla 3.</b> Características de las zonas de vida en el área de estudio.....	14
<b>Tabla 4.</b> Características de los tipos de bosques en el área de estudio.....	15
<b>Tabla 5.</b> Valores de clasificación para Kv. ....	21
<b>Tabla 6.</b> Valores de clasificación de Kp. ....	22
<b>Tabla 7.</b> Elementos químicos e iones inorgánicos en agua subterránea.....	31
<b>Tabla 8.</b> Fuentes naturales de algunas especies químicas en aguas. ....	33
<b>Tabla 9.</b> Distribución areal de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio. .....	42
<b>Tabla 10.</b> Clasificación del factor forma de la cuenca. ....	47
<b>Tabla 11.</b> Cálculos del factor forma .....	47
<b>Tabla 12.</b> Relación de Bifurcación en las cuencas de interés .....	54
<b>Tabla 13.</b> Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica C. ....	101
<b>Tabla 14.</b> Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica D. ....	104
<b>Tabla 15.</b> Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica E.....	107
<b>Tabla 16.</b> Valores de la infiltración básica (Fc).....	119
<b>Tabla 17.</b> Valores de Kfc para la zona de Nandayure sur. ....	121
<b>Tabla 18.</b> Reclasificación de Kp.....	125
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de horas de sol mensual. ....	131
<b>Tabla 20.</b> Valores de CC, PM y DA.....	133
<b>Tabla 21.</b> Resumen de datos del balance hídrico de suelos. ....	144
<b>Tabla 22.</b> Recarga potencial por unidad geológica .....	144
<b>Tabla 23.</b> Red de monitoreo en pozos seleccionados.....	152
<b>Tabla 24.</b> Resultados de las pruebas de aforo.....	155
<b>Tabla 25.</b> Valores de transmisividad disponibles. ....	159
<b>Tabla 26.</b> Resumen de las características de la unidad hidrogeológica de la zona de estudio .....	190



## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Distribución porcentual de las unidades geológicas del área de estudio. .....	76
<b>Gráfico 2.</b> Variación mensual de la precipitación promedio en el área de estudio. .....	112
<b>Gráfico 3.</b> Distribución porcentual de las unidades de uso de suelo.....	114
<b>Gráfico 4.</b> Distribución de Kfc unidad de basaltos .....	122
<b>Gráfico 5.</b> Distribución de Kfc unidades geológicas restantes .....	123
<b>Gráfico 6.</b> P mensual vrs ETP mensual.....	138
<b>Gráfico 7.</b> Comparación de recargas en diferentes años.....	148
<b>Gráfico 8.</b> Datos de temperatura en el agua.....	170
<b>Gráfico 9.</b> Datos de pH del agua. ....	171
<b>Gráfico 10.</b> Datos de Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos. ....	172
<b>Gráfico 11.</b> Datos de alcalinidad del agua. ....	172

## Índice de Ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Coeficiente de Follaje (Cfo).....	19
<b>Ecuación 2.</b> Retención de lluvia interceptada por follaje (Ret).....	20
<b>Ecuación 3.</b> Fracción que infiltra por textura del suelo (Kfc).....	21
<b>Ecuación 4.</b> Coeficiente de infiltración del suelo (Ci).....	22
<b>Ecuación 5.</b> Infiltración pluvial mensual (Pi).....	22
<b>Ecuación 6.</b> Escorrentía Superficial (ESC).....	23
<b>Ecuación 7.</b> Evapotranspiración (ETP).....	23
<b>Ecuación 8.</b> Conversión capacidad de campo y punto de marchitez a milímetros. .....	24
<b>Ecuación 9.</b> Coeficiente de humedad al inicio del mes (C1).....	25
<b>Ecuación 10.</b> Coeficiente de humedad al final del mes (C2).....	26
<b>Ecuación 11.</b> Humedad Disponible (HD).....	26
<b>Ecuación 12.</b> Evapotranspiración Real (ETR).....	27
<b>Ecuación 13.</b> Recarga Potencial (Rp).....	27
<b>Ecuación 14.</b> Coeficiente Geométrico dispositivo Schlumberger.....	29
<b>Ecuación 15.</b> Factor forma de la cuenca.....	45
<b>Ecuación 16.</b> Relación de bifurcación.....	52
<b>Ecuación 17.</b> Densidad de Drenaje.....	56
<b>Ecuación 18.</b> Frecuencia de drenaje.....	56

## Lista de Abreviaturas

- **ASADAS:** Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes
- **CAAR:** Comités Administradores de Acueductos Rurales
- **CIA:** Centro de investigaciones Agronómicas
- **CIEMTEC:** Centro de Investigación y Extensión de Ingeniería de los Materiales, Tecnológico de Costa Rica
- **CIGEFI:** Centro de Investigaciones Geofísicas
- **IGN:** Instituto Geográfico Nacional
- **IMN:** Instituto Meteorológico Nacional
- **INDER:** Instituto de Desarrollo Rural
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censo
- **ITCR:** Instituto Tecnológico de Costa Rica
- **MINAE:** Ministerio de Ambiente y Energía
- **msnm:** metros sobre el nivel del mar
- **SAF:** Sistemas Agroforestales
- **SENARA:** Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
- **SEV:** Sondeo Eléctrico Vertical
- **SINAC:** Sistema Nacional de Áreas de Conservación
- **SIREFOR:** Sistema de Información de Recursos Forestales
- **SNIT:** Sistema Nacional de Información Territorial
- **UCR:** Universidad de Costa Rica

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

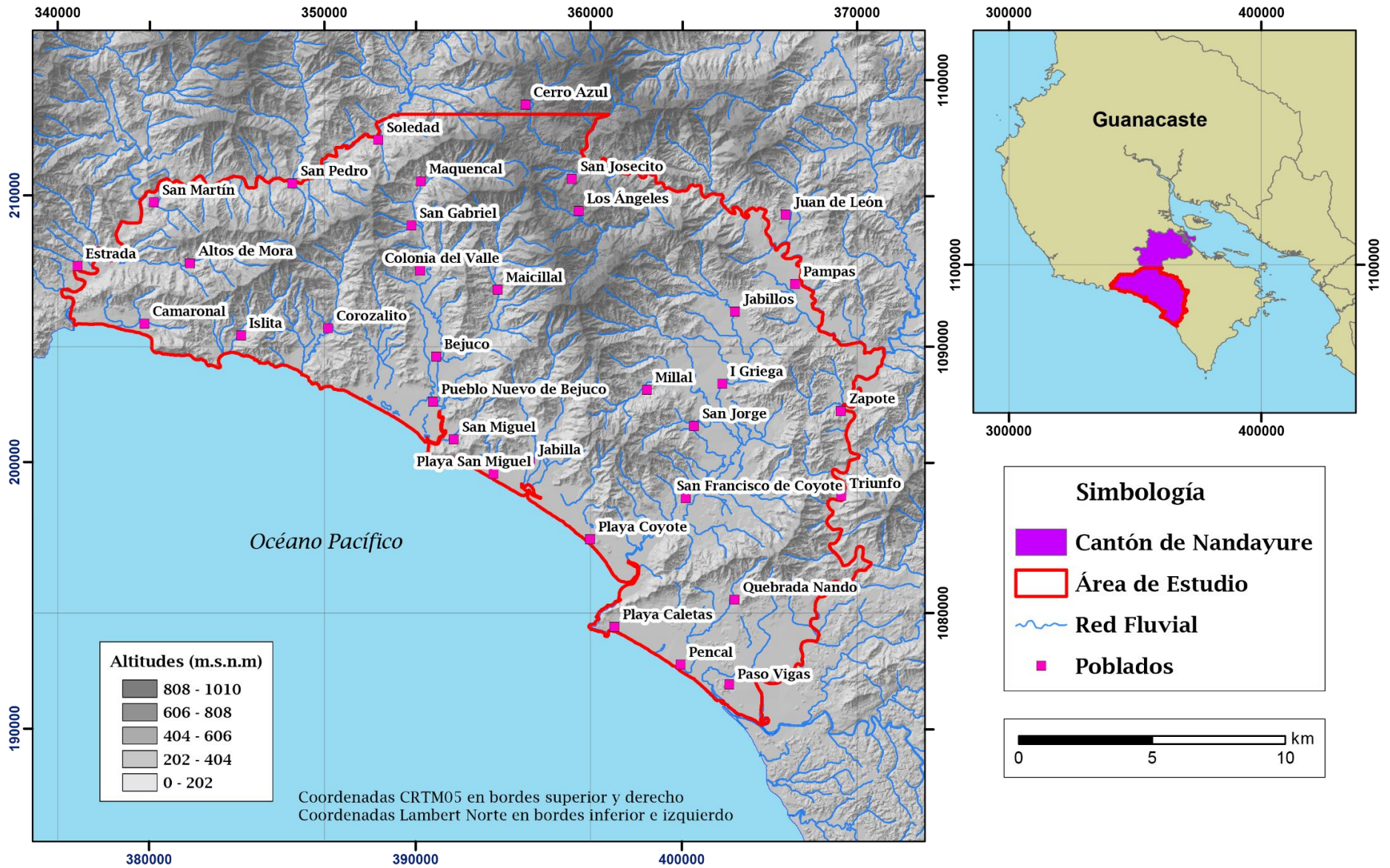
### 1.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en el Pacífico Norte de Costa Rica, en la zona sur del cantón de Nandayure, dentro de la provincia de Guanacaste; administrativamente el límite es cantonal, comprende el distrito de Bejuco y parte de los distritos de Zapotal y Porvenir; localmente se extiende desde el poblado de Camaronal hasta Paso Vigas al sureste y desde la localidad de la Soledad y Maquencal al norte, hasta la costa (figura 1). Hidrográficamente comprende las cuencas de los ríos Islita, Corozalito, Quebrada Seca, Bejuco, Ciego y Jabillo; las quebradas Camaronal, Quebrada Nando y Cana; así como parte de las cuencas del río Ora, Bongo y Juan de León.

Esta zona abarca 338,56 km<sup>2</sup>, se delimita entre las coordenadas geográficas 190 000 N – 213 000 N y 376 750 E – 407 000 E del sistema Lambert Norte; 1 075 875 N – 1 098 748 N y 340 165 E – 371 080 E del sistema CRTM05; dentro de las hojas topográficas Cerro Azul, Puerto Coyote, Venado y Río Arío a una escala 1:50000 tomadas del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Su relieve posee pendientes fuertes y también zonas planas principalmente hacia la costa, sus elevaciones varían entre los 0 – 1010 metros sobre el nivel del mar según su modelo de elevación.

La zona de estudio posee dos principales vías de acceso:

- La ruta más indicada (teniendo en cuenta el buen estado del camino) es la ruta 1, la Carretera Interamericana Norte, luego hay que desviarse en el cruce de Limonal, pasar por el Puente de la Amistad, dirigirse hacia Nicoya y de ahí a Sámara (ruta 150), ingresando por el camino de Puerto Carrillo (ruta 160) hacia Camaronal; sin embargo, antes de llegar a Nicoya se puede también tomar una ruta alterna hacia Hojancha (ruta 158), dirigirse por la localidad de Mansión hasta Santa Marta e ingresar al área por el poblado de El Carmen (ruta 901); a



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona sur del cantón de Nandayure.  
(Elaboración propia).

pesar de ser más corto el camino, para esta ruta se necesita un carro de doble tracción principalmente por la pendiente del camino.

- Otra ruta es tomar desde la ciudad de Puntarenas el ferry que se dirige a playa Naranjo, mediante la carretera 21 llegar a Jicaral y seguir el camino de lastre hacia Dominicas (ruta 163) y llegar al poblado del Triunfo.

## **1.2 Justificación**

Los motivos que llevan al desarrollo de esta investigación para determinar el potencial acuífero de las cuencas costeras de la zona sur del cantón de Nandayure se centran en tres aspectos fundamentales, el turismo, la demografía y las actividades económicas de la zona. Estos son los principales promotores del estudio detallado sobre las condiciones hidrogeológicas con el objetivo de generar información imprescindible para una adecuada gestión del recurso hídrico.

Una de las características principales de la zona de estudio es su gran belleza natural, aunado a la poca intervención por el ser humano. No obstante, se desarrolla turismo por lo que es necesario evaluar su potencial hídrico para planificar crecimiento y desarrollo económico y social de la zona. De acuerdo con Argos (2009), en términos generales, el principal recurso turístico son las playas que tienen un amplio potencial para el desarrollo de productos combinados de sol-playa-mar y recursos naturales considerando los esteros y manglares, sobre todo los que separan las playas Islita, Bejuco, San Miguel y Coyote. Otra actividad turística de la zona se extiende desde el río Ora hasta Punta Islita, el Refugio Nacional de Vida Silvestre Camaronal, que fue declarado en 1994; es lugar de anidación de la tortuga lora y en menor medida de las tortugas baula y verde; además, sus olas entre moderadas y fuertes, la convierten en un sitio ideal para surfistas. También es apta para practicar la pesca, así como para acampar; presenta abundante vegetación, principalmente en la desembocadura del río, donde predomina manglar (Argos, 2009), como es el caso de los ríos Bejuco, Ciego, Corozalito y Jabillo y las quebradas Seca y Cana por mencionar algunos.

Paralelamente al crecimiento de turismo local, se incrementará la necesidad de proyectos de infraestructura ya sea para hospedar visitantes, o bien para restaurantes, sodas y/o locales comerciales. Esto puede generar un impacto en los sistemas acuíferos durante la construcción y operación de los negocios; por lo que se requiere información previa sobre las condiciones del agua subterránea y su vulnerabilidad a la contaminación, para prevenir la extracción intensiva.

El segundo aspecto identificado en la zona sur del cantón de Nandayure es el creciente demográfico. Para el censo realizado en el año 2000 por el INEC, en los distritos de Zapotal, Porvenir y Bejuco se contabilizaron 4750 habitantes (INEC, 2000), y para el del 2011 se contabilizaron 4982 habitantes. Este crecimiento en la población genera un aumento en la demanda de los servicios básicos, entre estos el consumo de agua.

El servicio de agua potable en la zona de estudio es suministrado por las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (ASADAS) y Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAAR); en la mayoría de las localidades se presenta su propio acueducto, como son los casos de los poblados de Colonia del Valle, San Francisco de Coyote, Quebrada Nando, Jabillos, Javilla, Bejuco, Pilas de Bejuco (Quebrada Seca), Corozalito e Islita; sin embargo, aún existen comunidades donde no hay un grupo debidamente organizado que administre el acueducto, en la zona de estudio se podría hablar de los sectores de La Soledad, El Carmen y Camaronal (INDER, 2016), por lo que estas comunidades acuden a la utilización de pozos ya sean tubulares (perforados) o artesanales. Los acueductos rurales de la zona son sistemas pequeños con poca infraestructura y personal, estos poseen pocos abonados por poblado. Los insuficientes ingresos económicos que reciben no les permite a los administradores invertir en estudios hidrogeológicos con información técnica/científica para mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico y su gestión. En las mismas condiciones se encuentran los dueños de pozos (perforados y artesanales) quienes, a pesar de utilizarlos constantemente, en la mayoría de casos, no cuentan con datos actuales sobre las condiciones hidrogeológicas existentes. De modo que, contar con un estudio ayudará tanto a los acueductos como al gobierno local y usuarios, así

como a los propietarios de pozos, a tomar conciencia sobre la importancia del uso sostenible del recurso hídrico de la zona.

Además del turismo existen otras actividades desarrolladas en esta área del cantón, tales como: la agricultura, la ganadería y la acuicultura. En la zona de Hacienda Palo Arco, la Griega, Millal, los Ángeles y sectores aledaños (figura 1) se desarrolla una gran cantidad de plantaciones de teca para exportaciones de madera a nivel continental. Según el plan de manejo forestal de la empresa Panamerican Woods Plantations S.A se utilizan cierto tipo y cantidad de agroquímicos (herbicidas) para estas plantaciones (PAW, 2016), esto podría interferir o no los reservorios de agua subterránea. Por su parte, en la zona de Pilas de Bejuco opera una planta especializada en la producción de olominas, en esta práctica de acuicultura, el cultivo de especie acuática es del llamado Pargo Manchado. Luego de su crianza en esta planta es trasladado a la planta de engorde ubicada en Quepos, Puntarenas para posteriormente ser exportado. Esta planta utiliza el agua de mar para su proceso y el agua salina que se descarta la regresan al manglar que se encuentra cerca para su preservación principalmente en la época seca (Villalobos, 2016). Finalmente, otra actividad desarrollada, aunque en menor escala, es la ganadería; a lo largo del área se pueden encontrar fincas ganaderas puntuales (camino a Juan de León y camino de Islita a Corozalito, por ejemplo) donde también se usa el recurso hídrico, ya sea para mantenimiento de sus terrenos como para consumo del ganado.

Con referencia a lo anterior es pertinente entender la dinámica del recurso hídrico especialmente el agua subterránea y zonificar aquellas áreas donde pueda darse vulnerabilidad a la contaminación, ya sea por actividades antrópicas, agrícolas o industriales, incluso intrusión salina. Contar con un modelo conceptual hidrogeológico y delimitar la vulnerabilidad a la contaminación del agua permitirá una mejor planificación territorial y un manejo adecuado de actividades de desarrollo económico y social además de una gestión adecuada del agua.

La condición actual evidencia la necesidad de contar con un estudio que caracterice la condición del agua subterránea de la zona; es por esta razón que el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) estableció un



convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad de Costa Rica para realizar un diagnóstico hidrogeológico, el cual se desarrolló en el proyecto de investigación denominado “Investigaciones en Acuíferos Seleccionados de Costa Rica” bajo el código N 113-B5-169 debidamente inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. En el marco de este proyecto, se profundiza la investigación mediante este estudio, el cual pretende generar información novedosa, como la caracterización del acuífero o posibles acuíferos, el balance hídrico de suelos y el modelo hidrogeológico conceptual, tipo de agua según características químicas, entre otros aspectos; este estudio servirá como insumo para la gestión del recurso hídrico y la toma de decisiones por parte de las instituciones encargadas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Establecer el potencial de las aguas subterráneas en las cuencas costeras de la zona sur del Cantón de Nandayure a partir del balance hídrico de suelos y las propiedades hidráulicas como insumo para la gestión del recurso hídrico.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar un modelo conceptual hidrogeológico a partir de los parámetros hidráulicos, información geofísica, de pozos y datos químicos, para conocer la situación actual del agua subterránea en las cuencas de interés.
- Determinar la recarga potencial a partir de la metodología de balance hídrico de suelos, para caracterizar el potencial del acuífero.
- Confeccionar el mapa de vulnerabilidad en los depósitos aluviales del área de estudio, a partir de las características hidrogeológicas locales, para delimitar la susceptibilidad a la contaminación del agua subterránea.

## 1.4 Hipótesis

El trabajo de investigación se orientará en el razonamiento de la siguiente hipótesis de trabajo:

Los sectores topográficamente planos de la zona de estudio, conformados por depósitos aluviales, constituyen el área de mayor potencial hidrogeológico, debido a su recarga directa a partir de la porosidad primaria. Sin embargo, al analizar en conjunto las cuencas al sur del cantón de Nandayure, se prevé que su potencial acuífero es bajo, debido al predominio de rocas volcánicas del Complejo de Nicoya en las zonas montañosas con porosidad primaria y secundaria baja.

## 1.5 Metodología de la investigación

La investigación se desarrolló en tres etapas con el fin de generar información necesaria para la creación de modelo hidrogeológico y la evaluación del potencial hídrico de la zona de estudio.

### 1.5.1 Etapa 1. Información inicial

- > Recopilación de información bibliográfica: Se revisó la información existente: informes, tesis y publicaciones. Se obtuvo información sobre la geología, geología estructural, hidrogeología, geofísica y clima. También se revisó la base de datos de pozos del SENARA.
- > Mapas: Se crearon mapas base con ayuda de las curvas de nivel a través de la plataforma del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), y se utilizaron capas como la de caminos y ríos accesibles en el Atlas del ITCR del año 2014, toda esta información se integró en el sistema de información geográfico *Arcgis 10,8*.
- > Reconocimiento: Se realizaron visitas de campo para el reconocimiento general de la zona de estudio, vías de acceso, condiciones en las rutas, logística para las siguientes giras.

### 1.5.2 Etapa 2. Recolección de datos, trabajo de campo y de oficina

- > Descripción del medio físico: Se ejecutaron giras de campo para la comprobación de litologías; se tomaron muestras de roca para realizar análisis petrográficos y químicos; además, se observaron estructuras y formas del terreno para la realización del mapa geomorfológico.
- > Hidrogeoquímica: A lo largo del área de estudio se localizaron algunos pozos para la recolección de un total de 17 muestras de agua debidamente etiquetadas, esto con el fin de clasificarlas químicamente.
- > Red de monitoreo: Se propuso una red de monitoreo de niveles, para conocer la variación estacional del agua subterránea.
- > Balance hídrico de suelos: Para el análisis del balance hídrico de suelos se realizaron tres actividades importantes que sirven de insumo inicial para el análisis de la recarga, estas son:
  - a) Pruebas de Infiltración: Se tomaron un total de 14 pruebas para determinar la infiltración básica del suelo en este estudio y además se utilizaron los resultados de 7 pruebas de infiltración del estudio coordinado por Vargas (2018). Las pruebas de infiltración fueron realizadas con el infiltrómetro de cilindros concéntricos (Método de Müntz) o mejor conocido como *Doble Anillo*, el cual consiste en introducir dos anillos metálicos en el suelo hasta una profundidad aproximada de 10-15 cm, seguidamente se llena con agua el anillo externo para saturar la zona exterior; luego se fija una regla verticalmente en el anillo interior donde se introduce agua con una medición conocida; durante la prueba se registra cada cierto tiempo el descenso de la columna de agua, medido con la regla. La función del anillo exterior es impedir la expansión lateral del agua infiltrada a través del área que limita el cilindro interior (Custodio & Llamas, 2001).
  - b) Muestreo de suelos: En los mismos sitios donde se realizaron las pruebas de infiltración se tomaron muestras de suelo para la obtención de parámetros físicos (textura, capacidad de campo, punto de marchitez, porosidad) y químicos (pH, cationes, Zn, P, Cu, Fe, Mn, acidez).

- c) Uso de suelo: Se realizó el mapa de uso de suelo del área de estudio a escala 1:50000 con su debida verificación en el campo durante las giras realizadas.
- > Estaciones climatológicas: Debido a que dentro de la zona de estudio no existen estaciones meteorológicas del IMN, se utilizaron datos facilitados por el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica, obtenidos del proyecto B7507 denominado Efectos del Cambio Climático observado sobre el Ciclo Hidrológico y la Disponibilidad de Recurso Hídrico en la región Chorotega.
  - > Aforos: Se realizaron un total de 20 aforos diferenciales a lo largo del Río Jabillo para conocer los tramos de comportamiento efluente o influente del cauce.
  - > Prospección geofísica: Se realizaron 3 tomografías eléctricas para conocer la variación de materiales del subsuelo y que se pueden relacionar con los pozos existentes, la geología y con los SEVs realizados en Vargas (2018).

### **1.5.3 Etapa 3. Interpretación y análisis de los datos**

- > Recarga Potencial: Se realiza mediante el balance de humedad del suelo propuesto por Schosinsky (2006) para el cálculo de la recarga potencial a lo largo del área de estudio. Debido a la gran cantidad de datos necesarios para el análisis espacial se implementó para la zona sur del cantón de Nandayure un sistema de información geográfica, en este caso se utilizó el software *ArcGis 10,8* (Licencia institucional de UCR), mediante la herramienta interna llamada “Algebra de Mapas” se calcula distintas operaciones matemáticas básicas de mapas en formato tipo raster y el software *Surfer 10* para crear interpolaciones de puntos.
- > Modelo Conceptual Hidrogeológico: Con los datos de geología, geomorfología, los informes de perforación, geofísica, niveles de agua (piezometría), calidad de agua y red de flujo se establecieron perfiles hidrogeológicos que ayuden a correlacionar características hidrogeológicas y se propuso un modelo conceptual del área de estudio
- > Vulnerabilidad: Se realizó una zonificación de la vulnerabilidad a la zona sur del cantón de Nandayure con el objetivo de evaluar el peligro de contaminación del agua

subterránea como insumo para la protección de su calidad a nivel municipal y/o provincial, mediante el cálculo del índice de vulnerabilidad usando dos metodologías distintas entre sí, la metodología GOD y la metodología SEA-Gindex.

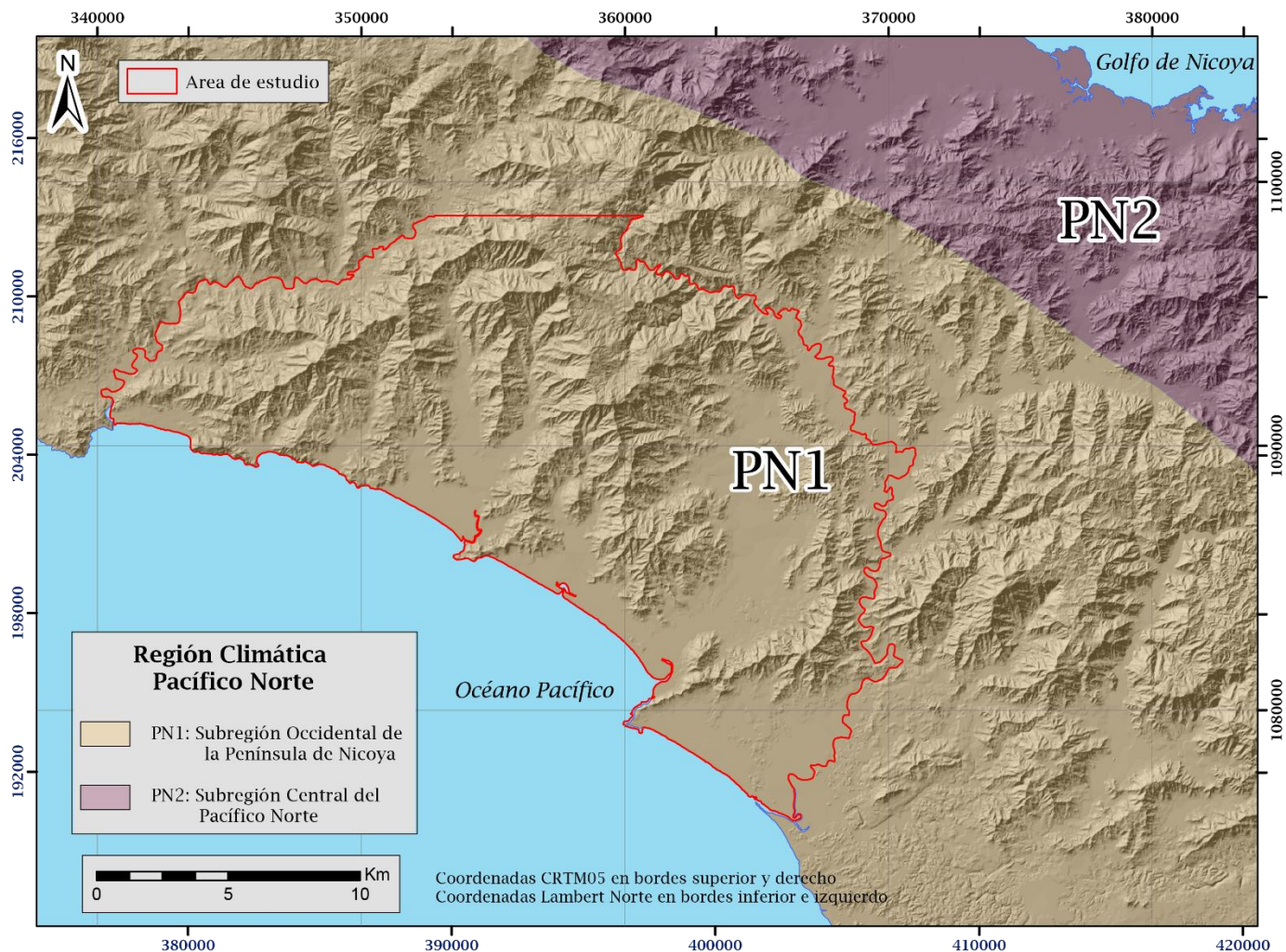
## **1.6 Clima y vegetación**

### **1.6.1 Clima**

Para Solano & Villalobos (2001), la zona sur del cantón de Nandayure al igual que la totalidad de la provincia de Guanacaste, pertenece a la Región Geográfico – Climática del Pacífico Norte, compartida con los cantones de Esparza y Montes de Oro (Puntarenas) y Orotina y San Mateo (Alajuela). Al ser una región muy extensa con gran diversidad climática se divide en cuatro subregiones para su descripción, estas son: Subregión Occidental de la Península de Nicoya (PN1), Subregión Central del Pacífico Norte (PN2), base y faldas de las cordilleras de Guanacaste y Tilarán (PN3) y cuenca baja de los Ríos Barranca y Grande de Tárcoles (PN4).

El área de estudio se encuentra en la Subregión Occidental de la Península de Nicoya como lo muestra la figura 2, esta comprende desde Cabo Velas hasta Bahía Ballena en Puntarenas; hacia el oeste Santa Cruz, Nicoya, Hojancha y Carmona; abarca además zonas montañosas de la Península y la cuenca de los ríos: Arío, Blanco, Bongo, Ora, Nosara, Montaña y Tabaco; Santa Rosa de Santa Cruz, Florida, Belén, Nosara, San Gabriel, La Fresca y Cóbano (Solano & Villalobos, 2001).

De acuerdo con Solano & Villalobos (2001), en toda la región predomina la temperatura de moderada a alta y el periodo seco que va de tres a seis meses. El tipo de clima característico de la subregión PN1 es de sequía, con variaciones desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud en las regiones más calientes y menos lluviosas. La tabla 1 muestra la información climática de la subregión PN1 con los valores de precipitación anual, número de días con lluvia promedio y duración aproximado del periodo seco, temperatura máxima, mínima y media anual.



**Figura 2.** Mapa subregiones geográfico – climáticas del Pacífico Norte. Modificado de Solano & Villalobos (2001).

**Tabla 1.** Datos de la Subregión Occidental de la Península de Nicoya (PN1). Tomado de Solano & Villalobos (2001).

Subregión	Precipitación Media Anual (mm)	Temperatura Máxima Media Anual (°C)	Temperatura Mínima Media Anual (°C)	Temperatura Media Anual (°C)	Promedio de Días con Lluvia	Duración del Periodo Seco (meses)
<b>PN1</b>	2385	30	23	25 a 30	99	4

Según el IMN (s.f.), frecuentemente en esta zona el periodo seco va de diciembre a marzo, precipitando el 4% del total de la lluvia anual, siendo los vientos alisios predominantes; en el mes de abril se presenta una transición y en mayo se establecen las lluvias. En este primer periodo lluvioso que va desde mayo a agosto precipita el 50% del total de la lluvia anual. En el mes de junio ocurre el primer máximo de lluvia al intensificarse los vientos suroestes, que provocan tormentas locales y fuertes aguaceros (IMN, s.f.). Entre los meses de julio y agosto los vientos alisios vuelven a incrementarse y como consecuencia se presenta el veranillo del Pacífico o canícula. Un segundo periodo lluvioso se extiende desde los meses de setiembre hasta noviembre. Durante setiembre y octubre se produce el mayor aporte de lluvia (46% de la lluvia anual), asociado con una mayor influencia de eventos ciclónicos. Finalmente, noviembre es un mes de transición hacia el periodo seco (IMN, s.f.).

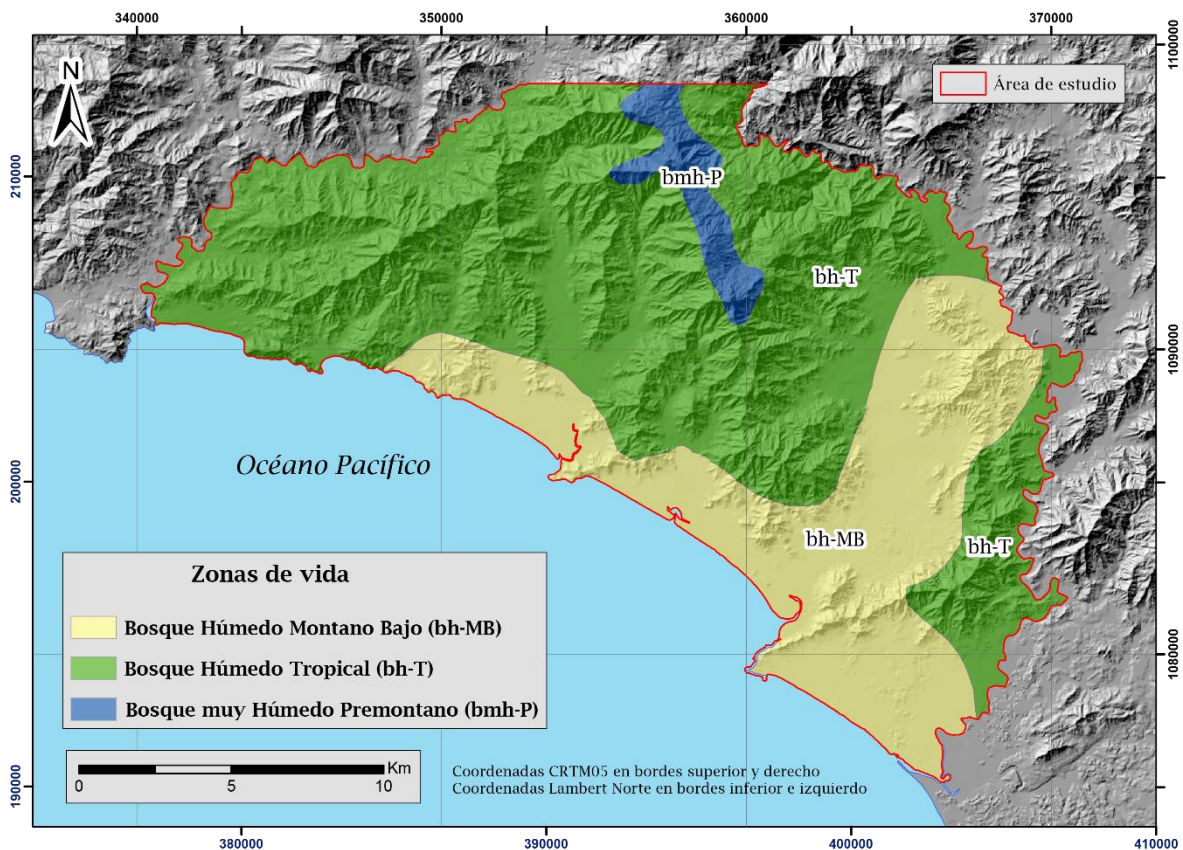
Cabe mencionar que, la subregión PN1 se encuentra en una formación forestal de bosque seco tropical, comprende áreas transicionales al bosque húmedo con valores bajos de precipitación y la biotemperatura media anual varía entre los 24°C y 24,5°C (Solano & Villalobos, 2001).

### **1.6.2 Vegetación**

Dentro del área de estudio se presentan tres zonas de vida según Quesada (2007), las cuales el autor define como conjuntos de asociaciones o ecosistemas, que comparten características semejantes como rangos de temperatura, precipitación y humedad, de tal forma que se pueden definir divisiones balanceadas de los parámetros climáticos. Para este autor, uno de los sistemas más utilizados de clasificación de los bosques es el de Zonas de Vida de Holdridge (1967), el cual divide a Costa Rica en 12 zonas de vida distribuidas en 5 pisos altitudinales. (tabla 2). En la figura 3 se observan las tres zonas de vida clasificadas para el área de estudio.

**Tabla 2.** Distribución de las zonas de vida en Costa Rica.  
Modificado de (Fournier, 1980) y (Quesada, 2007).

Piso Altitudinal	Límites de temperatura (°C)	Rango altitudinal (msnm)	Zonas de vida
Basal	Más de 24°	0 – 700 (según región)	Bosque seco Bosque húmedo Bosque muy húmedo
Premontano	Entre 24° – 18°	700 – 1400 (según región)	Bosque húmedo Bosque muy húmedo Bosque pluvial
Montano Bajo	Entre 18° - 12°	1400 – 2700	Bosque húmedo Bosque muy húmedo Bosque pluvial
Montano	Entre 12° - 6°	±2400 – 3700 (según región)	Bosque muy húmedo Bosque pluvial
Subalpino (Montano Alto)	Entre 6° – 3°	2800 – 4000	Páramo pluvial



**Figura 3.** Distribución de las zonas de vida en el área de estudio.  
Tomado y adaptado de (Quesada, 2007).



Las zonas de vida del área de estudio pertenecen a los pisos Basal, Premontano y Montano Bajo. La tabla 3 muestra un resumen de las características de cada zona presente.

**Tabla 3.** Características de las zonas de vida en el área de estudio. Tomado y modificado de (Fournier, 1980) y (Quesada, 2007).

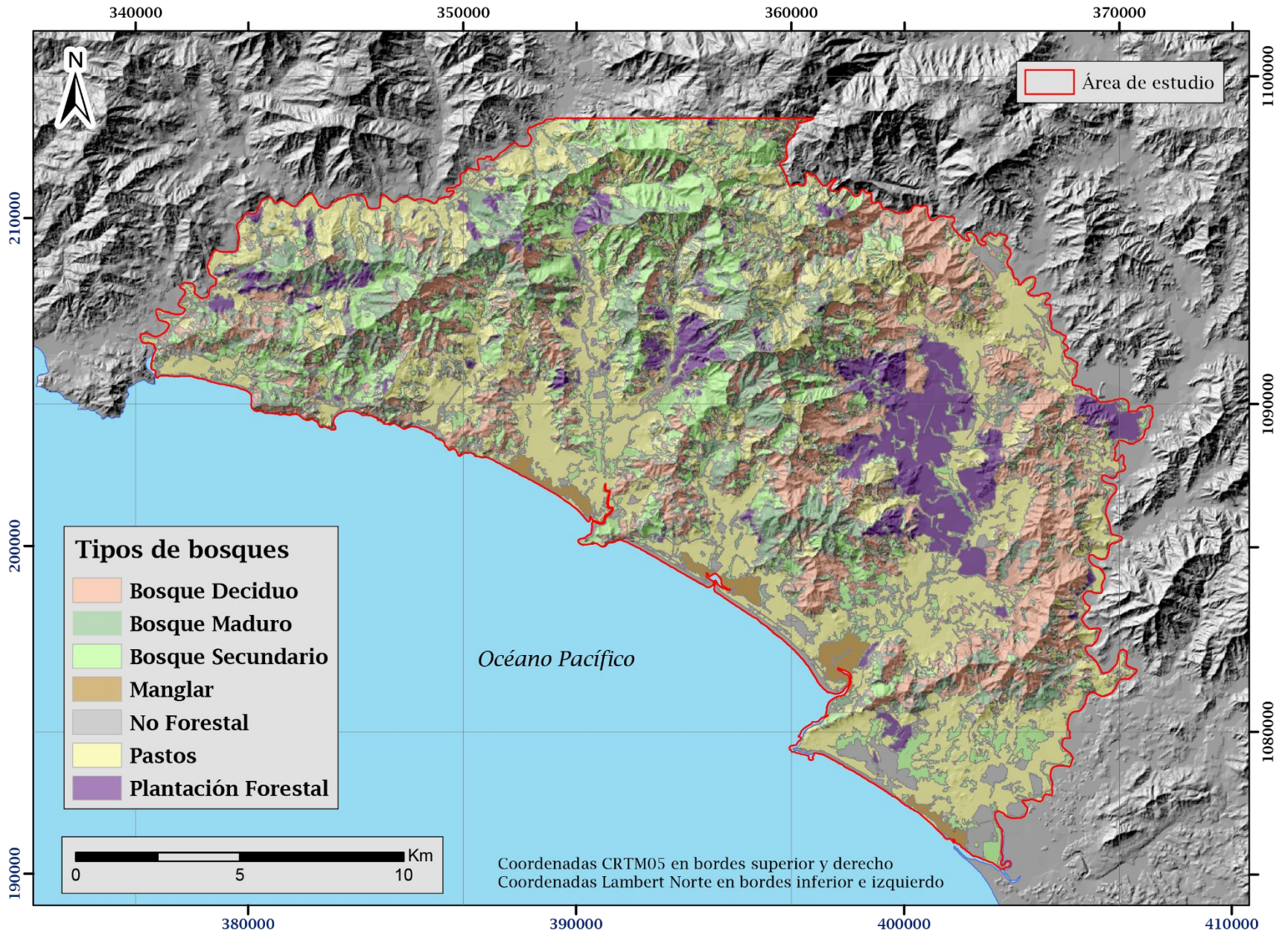
Zona de vida	Precipitación (mm)	Vegetación
Bosque húmedo Tropical (bh-T)	Entre 1800 a más de 4000	Estructuras verticales de 4 a 3 estratos, bien diferenciados, un abundante sotobosque, con un predominio de especies perennifolias. La altura media del dosel superior puede alcanzar entre 30 y 4 m de altura. En bosques no perturbados se pueden encontrar más de 150 especies de porte arbóreo, por lo cual son considerados como bosques diversos (Quesada, 1997)
Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P)	Entre 2000 y 4000	La vegetación está constituida por especies como: <i>Scheffera morototoni</i> (fosforilo), <i>Vochysia alleni</i> (botarrama), <i>Ruopala montana</i> (carne asada), <i>Cedrela odorata</i> (Cedro amargo), <i>Turpinia occidentalis</i> (falso cristóbal) y <i>Ulmus mexicana</i> (tirrá)
Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB)	Entre 1400 y 2000	El bosque de esta zona de vida es de baja altura, con dos estratos, poco denso, con abundancia de epífitas, siempreverde.

En el año 2013, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) dependiente al MINAE mediante el Sistema de Información de Recursos Forestales (SIREFOR) inició el Inventario Forestal Nacional elaborando el mapa de tipos de bosques, que contribuye al ordenamiento de las tierras forestales y a ubicar geográficamente las diferentes características boscosas del territorio nacional. Para el 2014 se identificó ocho tipos de cobertura forestal: bosques maduros, bosques secundarios, bosques deciduos, manglares, bosques de palmas naturales, plantaciones forestales, pastos y páramos (tabla 4).

La distribución geográfica de los tipos de bosques para la zona sur del cantón de Nandayure se muestra en la figura 4.

**Tabla 4.** Características de los tipos de bosques en el área de estudio.  
Modificado de (SINAC, 2014).

Tipo de Bosque	Definición
<b>Bosque Maduro</b>	Es un bosque producto de un proceso de sucesión que se ha mantenido interrumpido durante 75-100 o más años. Están compuestos por especies nativas de árboles y no presentan huellas evidentes de la actividad del hombre y sus procesos ecológicos no se han visto alterados de una forma apreciable. Se identifican fácilmente en las imágenes satelitales y fotografías aéreas por su textura irregular.
<b>Bosque Secundario</b>	Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales. Se identifican en las imágenes satelitales y fotografías aéreas por su textura homogénea.
<b>Bosque Deciduo</b>	Se caracteriza porque la mayoría de los árboles pierden sus hojas simultáneamente en la época seca de cada año. Hay especies siempreverde en el sotobosque, por ejemplo, pequeños árboles de los géneros <i>Eugenia</i> y <i>Clusia</i> , así como varias especies de suculentas. Se ubican en la provincia de Guanacaste y en zonas aisladas en la zona sur del cantón de Buenos Aires. Corresponden a un tipo de vegetación descrita como asociación edáfica localizada en zonas con más de 2 meses de secos, en climas de lomas, laderas, suelos como profundos y arenosos en donde se presenta una déficit hídrica por más de dos meses al año.
<b>Manglar</b>	Los manglares son biotipos tropicales y subtropicales, localizados en la zona intermareal. Esta agrupación de árboles posee adaptaciones que les permite sobrevivir en terrenos anegados con intrusiones de agua salobre o salada. En Costa Rica el 99% de los manglares se encuentran en la costa pacífica, se identifican en las imágenes satelitales y fotografías aéreas por su textura homogénea y por su posición respecto a las costas.
<b>Plantaciones Forestales</b>	Son superficies arboladas que se han obtenido de forma artificial, mediante plantación o siembra. Los árboles pertenecen en general a una misma especie, tienen los mismos años de vida y presentan una distribución espacial homogénea. Se identifican en las imágenes satelitales y fotografías aéreas por su textura homogénea.
<b>Pastos</b>	La mayoría de los árboles presentes en los terrenos dedicados a la ganadería son remanentes del bosque original talado para crear el potrero; no obstante, algunos son el resultado de programas de establecimiento de árboles forestales en sistemas agroforestales (SAF). En la actualidad, los pastizales arbolados son importantes pues proveen un alto porcentaje de la madera que consume el país. Con frecuencia se revierte el proceso de sucesión mediante la tala de los árboles para utilizarlos como leña o postes, o simplemente para evitar que se inicie el proceso de sucesión natural y el pastizal se convierta en un charral.



**Figura 4.** Mapa de Vegetación del área de estudio.  
 Modificado del (SINAC, 2013).

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Modelo Hidrogeológico Conceptual

Cualquier modelo es una simplificación de una situación real que se conoce sólo puntualmente a través de un número limitado de datos. La validez de la simplificación depende del objetivo que se pretende conseguir con el pasar de una situación real a través de estudios hidrogeológicos a un modelo conceptual (Custodio & Llamas, 2001). Se entiende por modelo de un acuífero el procedimiento que permite realizar una simulación de su comportamiento. Un modelo es tanto más representativo del sistema real, cuando es capaz de reproducir más fielmente su comportamiento, o lo que es lo mismo, reproducir los estados del sistema, las acciones sobre él y las leyes que los relacionan (Custodio & Llamas, 2001).

Para poder definir el movimiento del agua en un acuífero se necesita:

- a) La descripción de su geometría
- b) La descripción de propiedades físicas del medio en cada punto del dominio: permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, etc.
- c) Las leyes que rigen el movimiento del agua: Ley de Darcy, Teorema de Continuidad
- d) Las condiciones en el límite del sistema.
- e) Las condiciones del sistema en un tiempo  $t = 0$
- f) La descripción de las acciones exteriores al sistema.

Primero se asignan unos parámetros y unas variables al modelo para conocer su coherencia con los datos reales que se poseen; una vez realizado este proceso, que es identificación, se pasa al siguiente, que es el de simulación. El proceso de optimización es el análisis de los resultados de la simulación de las alternativas posibles y la propuesta de las soluciones existentes. En este último proceso pueden ya entrar en juego, además de los factores técnicos, otros factores como económicos, políticos, legales o sociales (Custodio & Llamas, 2001).

La utilización principal de un modelo ha sido simular su comportamiento ante distintas alternativas de utilización de aguas subterráneas y tratar de elegir la más conveniente. En algunos casos sólo se ha pretendido conocer la respuesta del acuífero ante una alternativa única, para ver si era técnicamente factible (Custodio & Llamas, 2001).

## **2.2 Recarga Potencial mediante Balance Hídrico de Suelos**

Para delimitar las zonas de recarga potencial de acuíferos del área de estudio es preciso contar con un balance hídrico que muestre una aproximación cuantitativa del volumen de agua que potencialmente ingresa al sistema durante un periodo determinado. En este estudio se utilizó la metodología propuesta por Schosinsky (2006), para estimar el potencial del acuífero mediante un balance hídrico de suelos. En primer lugar, se debe calcular la fracción de lluvia que es interceptada por el follaje; en segundo lugar, se requiere conocer la infiltración del agua de lluvia en el suelo y, en tercer lugar, se debe realizar el balance de humedad que permite estimar el agua que drena del suelo por la acción gravitacional hacia el acuífero.

Esta metodología es la más utilizada para estudios hidrogeológicos a nivel país, fue oficializada según el acuerdo 60-2012 del MINAET dentro del documento técnico “Metodologías Hidrogeológicas para la Evaluación del Recurso Hídrico” donde se indica que este balance de suelos es una combinación del método de precipitación que infiltra y balance de humedad de suelos.

La recarga potencial del acuífero se basa en el principio de la conservación de la materia; es decir, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo, y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos (Schosinsky, 2006). El potencial de las aguas subterráneas de un acuífero se determina mediante la recarga a dicho acuífero; establecida mediante una serie de cálculos dependientes del sitio de estudio presentes en (Schosinsky, 2006).

### 2.2.1 Precipitación

De acuerdo con Escuder et al (2009) la precipitación se forma a partir de los núcleos de condensación atmosférica presentes en el vapor de agua de la atmósfera. Por encima de un cierto nivel de humedad en el aire, el agua se condensa y cae por gravedad, a aumentar el peso de cada núcleo. Esta precipitación puede presentarse de diversas formas: líquida (lluvia, llovizna), sólida amorfa (granizo), sólida cristalizada (nieve), intermedia (nieve granulada, aguanieve), por condensación (rocío, niebla), por sublimación (escarcha), etc.

La precipitación puede ser considerada como originaria de todas las corrientes de aguas superficiales y subterráneas, de manera que será fundamental su medición y conocimiento para la realización de cualquier estudio de carácter hidrológico (Escuder et al, 2009).

### 2.2.2 Fracción de lluvia interceptada por el follaje

- *Coeficiente de Follaje (Cfo)*

De acuerdo con Schosinsky (2006), el coeficiente de follaje (*Cfo*) se define como el porcentaje de la lluvia mensual que es retenido por el follaje, expresado en decimales y propone dos categorías (ecuación 1):

**Bosques densos:  $Cfo = 0,20$**

**Demás cobertura vegetal:  $Cfo = 0,12$**

**Ecuación 1.** Coeficiente de Follaje (*Cfo*).

- *Retención de lluvia interceptada por follaje (Ret)*

Para calcular la retención de lluvia por follaje (*Ret*), se aplican las condiciones de la ecuación 2 (Schosinsky, 2006):

Si  $P \leq 5 \text{ mm/mes}$ ,  $Ret = P$

Si el producto  $(P)(Cfo) \geq 5 \text{ mm/mes}$ ,  $Ret = (P)(Cfo)$

Si  $P > 5 \text{ mm/mes}$  y el producto  $(P)(Cfo) < 5$ ,  $Ret = 5$

Siendo:  $P$  = Precipitación mensual del mes [mm/mes].  
 $Ret$  = Retención de lluvia en el follaje [mm/mes].  
 $Cfo$  = Coeficiente de retención del follaje.

**Ecuación 2.** Retención de lluvia interceptada por follaje (Ret).

### 2.2.3 Infiltración

La infiltración es la parte del agua que llega a la zona saturada, incorporándose a las aguas subterráneas del acuífero; es, por tanto, una de las entradas, a menudo la más importante, del agua contenida en la zona saturada y, en consecuencia, condiciona el volumen de recurso subterráneo disponible. Los aportes de agua por infiltración directa de lluvia constituyen un factor esencial en la definición de las características químicas del agua de cualquier acuífero (Escuder et al, 2009).

Para el estudio de la capacidad de infiltración se toman en cuenta tres parámetros, el primero es la fracción que infiltra por textura del suelo ( $Kfc$ ) el cual se obtiene de los resultados de las pruebas de infiltración; la fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal ( $Kv$ ) obtenido de sensores remotos que reproducen imágenes satelitales para la creación del mapa de uso de suelo, además de la comprobación de campo; y la fracción que infiltra por efecto de pendiente ( $Kp$ ), el cual se obtiene de las curvas de nivel proyectadas en un modelo de elevación digital para el cálculo de porcentajes de la pendiente a escala 1:50000.

- *Fracción que infiltra por textura del suelo ( $Kfc$ )*

Mediante las siguientes condiciones (ecuación 3) establecidas por Schosinsky & Losilla (2000), se determina a fracción  $Kfc$ :

Si  $16 \text{ mm/día} < fc < 1568 \text{ mm/día}$ :

$$K_{fc} = 0,267 \ln (fc) - 0,000154 fc - 0,723$$

Si  $fc < 16 \text{ mm/día}$ :

$$K_{fc} = 0,0148 fc/16$$

Si  $fc > 1568 \text{ mm/día}$ :

$$K_{fc} = 1$$

Siendo:  $fc$  = Infiltración Básica [mm/día].

**Ecuación 3.** Fracción que infiltra por textura del suelo ( $K_{fc}$ ).

- *Fracción que infiltra por efecto de la cobertura Vegetal ( $K_v$ )*

Schosinsky & Losilla (2000), establecieron que la fracción de lluvia que infiltra por efecto de la cobertura vegetal ( $K_v$ ) se clasifica como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.** Valores de clasificación para  $K_v$ .  
Tomado de (Schosinsky, 2006).

Cobertura Vegetal	$K_v$
Cobertura con zacate menos del 50%	0,09
Terrenos cultivados	0,10
Cobertura con pastizal	0,18
Bosques	0,20
Cobertura con zacate más del 75%	0,21

- *Fracción que infiltra por efecto de pendiente ( $K_p$ )*

Schosinsky & Losilla (2000), establecen de manera general la clasificación de las pendientes en porcentajes con su respectivo valor de  $K_p$ ; estos valores se muestran en la tabla 6.



**Tabla 6.** Valores de clasificación de Kp.  
Tomado de (Schosinsky, 2006).

<b>Pendiente</b>	<b>Porcentaje original</b>	<b>Kp</b>
Muy plana	0,02% - 0,06%	0,30
Plana	0,3% - 0,4%	0,20
Algo plana	1% - 2%	0,15
Promedio	2% - 7%	0,10
Fuerte	> 7%	0,06

- *Coeficiente de infiltración del suelo (Ci)*

Los valores de “Kfc”, “Kv” y “Kp” vienen a conformar el Coeficiente de Infiltración del suelo (Ci), que está dado según Schosinsky (2006) por la ecuación 4:

$$\text{Si } Kp + Kv + Kfc > 1, \text{ entonces } Ci = 1$$

$$\text{Si } Kp + Kv + Kfc \leq 1, \text{ entonces } Ci = Kp + Kv + Kfc$$

**Ecuación 4.** Coeficiente de infiltración del suelo (Ci).

- *Infiltración Pluvial Mensual (Pi)*

De acuerdo con Schosinsky (2006), para el cálculo de la precipitación que infiltra mensualmente (Pi) se deben considerar la precipitación mensual, la retención pluvial mensual y el coeficiente de infiltración. El cálculo de Pi está dado por la ecuación 5:

$$Pi = (Ci)(P - Ret)$$

Siendo:

**Ci** = Coeficiente de Infiltración [adimensional]

**P** = Precipitación mensual del mes [mm/mes].

**Ret** = Retención de lluvia en el follaje [mm/mes].

**Ecuación 5.** Infiltración pluvial mensual (Pi).

- *Escorrentía Superficial (ESC)*

Según Schosinsky (2006), la escorrentía superficial generada por la lluvia mensual está dada por la ecuación 6, donde se le resta a la precipitación mensual (P) la retención de lluvia en el follaje (Ret) y la infiltración (Pi):

$$ESC = P - Ret - Pi$$

**Ecuación 6.** Escorrentía Superficial (ESC).

- *Evapotranspiración (ETP)*

La Evapotranspiración es el resultado de la suma de la evaporación y la transpiración, este término es aplicable correctamente a una determinada área de terreno cubierta por vegetación (Custodio & Llamas, 2001). Para Heras (1972), cada planta tiene una evapotranspiración diferente y su magnitud dependerá de la temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento y el grado de desarrollo de la planta. Debido a que en una cuenca es casi imposible determinar la evapotranspiración de la vegetación debido a la gran variedad y grado de desarrollo de las plantas, es conveniente promediar una evapotranspiración para el área de interés; esta evapotranspiración promedio de la cuenca se asume como la evapotranspiración potencial (ETP) (Schosinsky, 2006). Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se utiliza la ecuación de Blaney & Criddle (ONU, 1972), que se expresa en la ecuación 7:

$$ETP = (8,10 + 0,46T) Ps$$

Siendo:

*T* = Temperatura media mensual [°C]

*Ps* = Porcentaje de horas de luz solar mensual con respecto al año %

**Ecuación 7.** Evapotranspiración (ETP).

#### 2.2.4 Recarga al acuífero

De acuerdo con Schosinsky (2006) la recarga al acuífero se lleva a cabo si la cantidad de agua que infiltra es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y además satisfacer la evapotranspiración de las plantas. El agua que sobra, una vez satisfecha la capacidad de campo y la evapotranspiración es la que recarga al acuífero.

Para calcular la recarga se deben tener los datos de capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente, profundidad de raíces, determinar el mes de inicio y los coeficientes de humedad, así como la humedad disponible y la evapotranspiración real.

- *Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM), Densidad Aparente (Da) y Profundidad de Raíces*

Según Schosinsky (2006), la máxima humedad que puede tener un suelo que no se encuentre saturado, es igual a la capacidad de campo (CC), en esta condición la planta tiene la máxima capacidad de transpiración. La mínima humedad que puede tener un suelo es aproximadamente igual al punto de marchitez (PM), ya que con humedades menores una planta muere.

De acuerdo con este autor, se deben trabajar los valores de CC y PM en unidades de milímetros; por lo que se deben convertir estos datos de porcentaje por peso de suelo seco a porcentaje por volumen con la ecuación 8:

$$CC(mm) = (CC(\%) * Prof. Raíces)/100$$

$$PM(mm) = (PM(\%) * Prof. Raíces)/100$$

**Ecuación 8.** Conversión capacidad de campo y punto de marchitez a milímetros.

- *Determinación del Mes de Inicio del Balance*

Para calcular la humedad inicial *H<sub>si</sub>* se deben tomar en cuenta la diferencia entre la precipitación mensual que infiltra (*P<sub>i</sub>*) y la evapotranspiración potencial (ETP),

(Schosinsky, 2006), sugiere que se le asigne al mes siguiente de los meses consecutivos donde la  $P_i$  supere la ETP el valor de  $H_{si} = CC$  esto para asegurarse que hay suficiente humedad en el suelo como para cubrir la necesidad de las plantas y generar un excedente; cuando esta condición ocurre en meses consecutivos, se puede iniciar el balance en el mes siguiente.

- *Determinación de los coeficientes de Humedad (C1 y C2)*

Según Schosinsky (2006), cuando ocurre la precipitación, el agua que infiltra se acumula en los poros del suelo hasta llevarlo a capacidad de campo. Posteriormente, una vez terminado el aguacero, se lleva a cabo la evapotranspiración, donde las raíces extraen el agua que se encuentra en los poros del suelo. Si la cantidad de infiltración del agua de lluvia es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y llenar la necesidad de evapotranspiración, el sobrante del agua que infiltra percola para recargar al acuífero.

Al iniciar un mes cualquiera, el suelo tendrá una humedad inicial  $H_{si}$ , si no existiera evapotranspiración, la precipitación que infiltra ( $P_i$ ) vendría a aumentar la humedad del suelo, permitiendo una mayor evapotranspiración, el cálculo del coeficiente de humedad al inicio del mes ( $C_1$ ), se obtiene de la ecuación 9:

$$C_1 = (H_{si} - PM + P_i)/(CC - PM)$$

Siendo:

$C_1$  = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración [adimensional]

$H_{si}$  = Humedad del suelo al inicio del mes [mm]

$PM$  = Punto de marchitez [mm]

$P_i$  = Precipitación que infiltra [mm/mes]

$CC$  = Capacidad de Campo [mm]

**Ecuación 9.** Coeficiente de humedad al inicio del mes ( $C_1$ ).

Si se considera la evapotranspiración, una vez ocurrida la infiltración, el coeficiente de humedad al final del mes ( $C2$ ) sería (ecuación 10):

$$C2 = (Hsi - PM + Pi - ETR1)/(CC - PM)$$
$$ETR1 = (C1)(ETP)$$

Siendo:

$C2$  = Coeficiente de humedad al final del mes después de que ocurra la evapotranspiración [adimensional]

$ETR1$  = Evapotranspiración Potencial Real [mm], considera la humedad correspondiente al coeficiente  $C1$

$ETP$  = Evapotranspiración Potencial [mm/mes]

**Ecuación 10.** Coeficiente de humedad al final del mes ( $C2$ ).

Los valores de los coeficientes  $C1$  y  $C2$  no pueden ser inferiores a 0 ni superiores a 1, en caso de que  $C1$  y  $C2$  sea mayor de 1, se tomará igual a 1, si  $C1$  y  $C2$  son negativos se tomarán con valor de 0 (Schosinsky, 2006).

- *Humedad Disponible (HD)*

Se define la Humedad Disponible (HD) como aquella humedad que pueden tomar las raíces de las plantas, para poder evapotranspirar (Schosinsky, 2006). La humedad disponible está dada por la ecuación 11:

$$HD = Hsi + Pi - PM$$

Siendo:

$Hsi$  = Humedad del suelo al inicio del mes [mm]

$Pi$  = Precipitación que infiltra [mm/mes]

$PM$  = Punto de marchitez [mm]

**Ecuación 11.** Humedad Disponible (HD)

- *Evapotranspiración Real (ETR)*

De acuerdo con Custodio & Llamas (2001), la evapotranspiración real (ETR) se considera como la cantidad de agua que realmente vuelve a la atmósfera por evaporación y transpiración. Se debe tomar en cuenta la humedad disponible del suelo, así como los coeficientes de infiltración (C1 y C2) y la evapotranspiración potencial (ETP).

Para Schosinsky (2006), la Evapotranspiración Real (ETR) está formulada de la siguiente manera (ecuación 12):

$$\text{Si } ((C1 + C2)/2)(ETP) \leq HD, \text{ entonces } ETR = ((C1 + C2)/2)(ETP)$$

$$\text{Si } ((C1 + C2)/2)(ETP) > HD, \text{ entonces } ETR = HD$$

**Ecuación 12.** Evapotranspiración Real (ETR).

- *Recarga Potencial (Rp)*

La recarga potencial se realiza de acuerdo con Schosinsky (2006), con el agua sobrante, una vez satisfecha la capacidad de campo y la evapotranspiración y se calcula con la siguiente fórmula (ecuación 13):

$$Rp = Pi + Hsi - Hsf - ETR$$

Siendo:

**Pi** = Precipitación que infiltra [mm/mes]

**Hsi** = Humedad del suelo al inicio del mes [mm]

**Hsf** = Humedad del suelo al final del mes [mm]

Si  $HD + PM - ETR < CC$ , entonces  $Hsf = HD + PM - ETR$

Si  $HD + PM - ETR \geq CC$ , entonces  $Hsf = CC$

**ETR** = Evapotranspiración real [mm/mes]

**Ecuación 13.** Recarga Potencial (Rp).

## **2.3 Geofísica**

### **2.3.1 Definición**

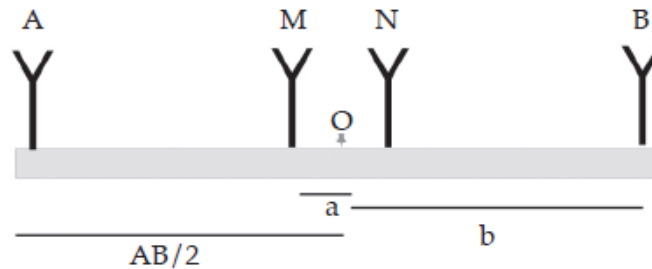
La geofísica aplicada o *prospección geofísica* que trata la parte de aplicación de la geofísica pura, se encarga de buscar toda clase de recursos minerales, energéticos, aguas subterráneas y para estudios geotécnicos (Arias, 2000). Existen métodos geofísicos que son utilizados para investigaciones relacionadas a hidrogeología; los métodos geoelectricos son de los más indicados; de acuerdo con Arias (2000), estos métodos utilizan las variaciones de las propiedades eléctricas de las rocas, en especial su resistividad o su valor inverso conocido como conductividad.

### **2.3.2 Sondeos Eléctricos Verticales**

Para Arias (2002), la aplicación de la prospección geofísica con fines hidrogeológicos se ha enfocado al uso de los métodos eléctricos en una dimensión (1D), principalmente en *Sondeo Eléctrico Vertical* (SEV), el cual sirve para investigar los cambios de la resistividad a profundidad, asociados a los cambios en las propiedades de las unidades rocosas. Este método consiste en un arreglo eléctrico el cual inyecta corriente en dos electrodos hincados en la superficie del suelo denominados como A y B, a la vez son necesarios dos electrodos más (M y N) para medir la diferencia de potencial generada.

La interpretación unidimensional de los datos de sondeo, presupone que el subsuelo consiste de capas horizontales, homogéneas e isotrópicas, por lo cual la resistividad del suelo variará únicamente con la profundidad, pero, la mayor limitación es que en diversos ambientes geológicos las variaciones laterales tienen una gran influencia y generan distorsiones significativas tanto en los datos medidos con los diferentes dispositivos, así como; en la interpretación asociada (Arias, 2007). Es por esta razón que este método mide la resistividad aparente, la cual viene calculada a partir de la medida de la intensidad de corriente que está en el terreno y de la medida de la caída de potencial en los electrodos internos del arreglo geométrico escogido y se obtiene la resistividad verdadera y el espesor de las capas mediante diferentes métodos tanto manuales como computacionales (Arias, 2002).

El arreglo Schlumberger es el más común en los SEV, en este dispositivo, la relación AB/MN se debe mantener lo más grande posible; en la práctica se tiene que  $4 \leq AB/MN \leq 20$  y se cambia la línea MN cuando la medida de la diferencia de potencial es muy pequeña (Arias, 2007). La figura 5 muestra el dispositivo geoelectrico; el coeficiente geométrico se presenta en la ecuación 14.



**Figura 5.** Arreglo geoelectrico Schlumberger.  
Tomado de (Arias, 2007).

$$K = 2\pi \frac{(a^2 - b^2)}{2b}$$

**Ecuación 14.** Coeficiente Geométrico dispositivo Schlumberger  
Tomado de (Arias, 2007).

Se considera que este dispositivo presenta una moderada profundidad de investigación, moderada resolución vertical y la mayor conveniencia para la realización de los sondeos eléctricos verticales (Reynolds, 1997).

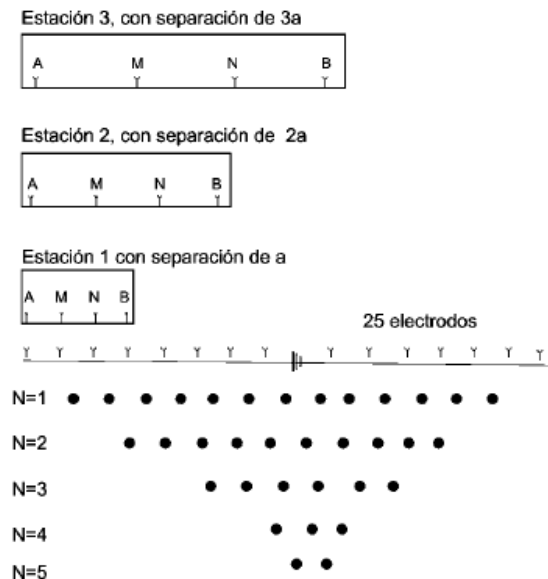
### 2.3.3 Tomografía eléctrica

La tomografía eléctrica pretende obtener una imagen de las propiedades eléctricas del subsuelo y para ello se utilizan una serie de electrodos hincados en el suelo a un intervalo igual de separación a lo largo de una línea de perfil. Los electrodos se encuentran separados a una distancia entre 1 y 15 m en función de la profundidad de investigación deseada conectados con un cable multicanal que se vincula además un sistema central que mide y almacena la resistividad del subsuelo (Arias, 2002a).



De acuerdo a Arias (2002a), para obtener la resistividad del subsuelo, se inyecta una corriente por un par de electrodos (A y B) y se mide el voltaje generado en otros dos electrodos (M y N) y para construir una imagen con las variaciones de la resistividad a lo largo de un sector es necesario realizar un perfil de mediciones en las cuales la separación de electrodos esté definida por una distancia  $a$ , el espacio entre los electrodos debe incrementarse en  $2a$  para el nuevo perfil (figura 6). Este proceso se repite incrementando la separación de los electrodos cada vez en múltiplos de  $N$  de la separación  $a$ . Conforme la separación de los electrodos es mayor la profundidad de investigación se incrementa (Griffith & Barker, 1994).

Los datos recibidos son interpolados y unidos por medio de líneas de iso-resistividad obteniendo una pseudosección en 2D, que refleja la distribución de la resistividad en función de la profundidad y de la distancia horizontal. La técnica de inversión automatizada, está basada en el método de mínimos cuadrados, que produce un modelo de dos dimensiones a partir de los valores de resistividad aparente de la pseudosección. Este modelo presentará la profundidad y resistividad real del subsuelo (Arias, 2002a).



**Figura 6.** Secuencia de medición de la resistividad en tomografías eléctricas. Tomado de (Arias, 2002a).

## 2.4 Hidrogeoquímica

La hidrogeoquímica se limita al estudio de los aspectos geoquímicos del agua en sí y en sus relaciones con las rocas de la corteza terrestre (Custodio & Llamas, 2001). Para la mayoría de sus usos, las propiedades químicas del agua son tan importantes como las propiedades físicas y la cantidad disponible; la composición de la solución acuosa es función de una multiplicidad de factores, por ejemplo, la composición inicial del agua, la presión parcial de la fase gaseosa, el tipo de materia mineral con la que el agua entra en contacto, el pH y el potencial de oxidación de la solución (Fetter, 2001).

### 2.4.1 Constituyentes inorgánicos y rangos de concentraciones

De acuerdo con Freeze & Cherry (1979) las interacciones químicas entre el agua subterránea y los materiales geológicos, además de las contribuciones de la atmósfera y el agua superficial producen una gran variedad de componentes químicos inorgánicos disueltos en diversas concentraciones. Las sustancias químicas disueltas en el agua subterránea pueden dividirse en constituyentes mayores, y traza. La tabla 7 muestra los constituyentes y sus respectivas concentraciones.

**Tabla 7.** Elementos químicos e iones inorgánicos en agua subterránea. Modificado de (Custodio & Llamas, 2001).

Componentes Mayores (concentraciones mayores de los 5 mg/l)	Componentes menores (concentraciones entre 0,01 y 10,0 mg/l)	Componentes traza (concentraciones menores de 0,1 mg/l)
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sílice (SiO<sub>2</sub>)</li> <li>&gt; Ácido Carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> <li>&gt; Bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</li> <li>&gt; Calcio (Ca<sup>2+</sup>)</li> <li>&gt; Cloruro (Cl<sup>-</sup>)</li> <li>&gt; Magnesio (Mg<sup>2+</sup>)</li> <li>&gt; Sodio (Na<sup>+</sup>)</li> <li>&gt; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Boro (B<sup>3+</sup>)</li> <li>&gt; Carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)</li> <li>&gt; Estroncio (Sr<sup>2+</sup>)</li> <li>&gt; Flúor (F<sup>-</sup>)</li> <li>&gt; Hierro (Fe<sup>2+</sup>)</li> <li>&gt; Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</li> <li>&gt; Potasio (K<sup>+</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Aluminio (Al)</li> <li>&gt; Antimonio (Sb)</li> <li>&gt; Arsénico (As)</li> <li>&gt; Bario (Ba)</li> <li>&gt; Berilio (Be)</li> <li>&gt; Bismuto (Bi)</li> <li>&gt; Bromuro (Br)</li> <li>&gt; Cadmio (Cd)</li> <li>&gt; Cerio (Ce)</li> <li>&gt; Cobalto (Co)</li> <li>&gt; Cromo (Cr)</li> <li>&gt; Cesio (Cs)</li> <li>&gt; Cobre (Cu)</li> <li>&gt; Galio (Ga)</li> <li>&gt; Germanio (Ge)</li> <li>&gt; Oro (Au)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Indio (In)</li> <li>&gt; Yoduro (I)</li> <li>&gt; Lantano (La)</li> <li>&gt; Litio (Li)</li> <li>&gt; Plomo (Pb)</li> <li>&gt; Manganeso (Mn)</li> <li>&gt; Molibdeno (Mo)</li> <li>&gt; Níquel (Ni)</li> <li>&gt; Niobio (Nb)</li> <li>&gt; Fosfato (<math>\text{PO}_4^{3-}</math>)</li> <li>&gt; Platino (Pt)</li> <li>&gt; Rubidio (Rb)</li> <li>&gt; Rutenio (Ru)</li> <li>&gt; Escandio (Sc)</li> <li>&gt; Selenio (Se)</li> <li>&gt; Plata (Ag)</li> <li>&gt; Talio (Tl)</li> <li>&gt; Torio (Th)</li> <li>&gt; Titanio (Ti)</li> <li>&gt; Estaño (Sn)</li> <li>&gt; Tungsteno (W)</li> <li>&gt; Uranio (U)</li> <li>&gt; Vanadio (V)</li> <li>&gt; Itrio (Y)</li> <li>&gt; Zinc (Zn)</li> <li>&gt; Zirconio (Zr)</li> </ul>
--	--	--

#### 2.4.2 Origen geoquímico de las sustancias disueltas en las aguas subterráneas

A continuación, se presenta la descripción de las fuentes naturales de algunas especies químicas en aguas (tabla 8); dicha información fue tomada de Custodio & Llamas (2001).

**Tabla 8.** Fuentes naturales de algunas especies químicas en aguas.  
Modificado de (Custodio & Llamas, 2001).

<b>Componente</b>	<b>Fuente</b>
<b>ANIONES</b>	
<b>Cloruro</b>	Lavado de terrenos de origen marino, aguas congénitas y fósiles; agua de lluvia; mezcla con agua marina en regiones costeras, raramente de gases y líquidos asociados a emanaciones volcánicas, vertidos urbanos e industriales.
<b>Sulfato</b>	Lavado de terrenos formados en condiciones de gran aridez o en ambiente marino, oxidación de sulfuros de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias, disolución de yeso ( $\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ ), anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ) y terrenos yesíferos.
<b>Bicarbonato y Carbonato</b>	Disolución de $\text{CO}_2$ atmosférico o del suelo, disolución de calizas y dolomías e hidrólisis de silicatos. Son fácilmente precipitables por concentración por cambio en la presión parcial de $\text{CO}_2$ o por efecto de ion común.
<b>Nitrato</b>	Procede de procesos de nitrificación naturales, descomposición de materia orgánica y contaminación urbana, industrial y ganadera, abonos agrícolas, en pequeña proporción por agua de lluvia, raramente del lavado de ciertos minerales nitrogenados, emanaciones volcánicas o lavados de suelos antiguos y localmente del desarrollo de pozos con explosivos. Su origen no es siempre claro, es relativamente estable, pero puede ser fijado a veces por el terreno o ser reducido a $\text{N}_2$ o $\text{NH}_4$ en ambientes reductores. Muchas veces es un indicador de contaminación, en cuyo caso debe estar estratificado, dominando las concentraciones mayores en la parte alta del acuífero libre.
<b>Sílice</b>	Procede de ataques de silicatos y otras rocas que contienen sílice soluble, en cantidades pequeñas de la disolución de cuarzo y sus formas alotrópicas. Las rocas carbonatadas apenas tienen sílice soluble mientras que las rocas plutónicas y volcánicas pueden llegar a dar hasta 100 ppm, frente a alrededor de 7 ppm las primeras. La sílice puede ser un indicador del tipo de terreno atravesado por el agua subterránea y aún mejor de la temperatura del acuífero.
<b>CATIONES</b>	
<b>Sodio</b>	Ataque de feldespatos (albita $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), feldespatoideos y otros silicatos, lavado de sedimentos de origen marino y cambio de bases con arcillas, mezcla de agua del mar, evaporitas como halita ( $\text{NaCl}$ ) localmente de la disolución de sal gema o sulfato sódico natural, contaminación urbana e industrial, concentración del agua de lluvia. Es muy soluble y es el catión más abundante en el agua del mar.
<b>Potasio</b>	Ataque de la ortosa y otros silicatos como microclina, leucita ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ), micas y evaporitas como silvina ( $\text{KCl}$ ); localmente de la disolución de sales potásicas naturales, en pequeña cantidad de aportes del agua de la lluvia, en ocasiones de contaminación industrial, minera y agrícola (abonos). Tiende a ser fijado irreversiblemente por el terreno durante la formación de arcillas.
<b>Calcio</b>	Disolución de calizas, dolomías, yeso y anhidrita, de ataques de feldespatos (Anortita $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$ ) y otros silicatos cálcicos, piroxenos, epidota, augita, fluorita, aragonito, disolución de cemento calcáreo de muchas rocas y de la concentración del agua de lluvia. Esta frecuentemente en estado de saturación, puede precipitarse con facilidad y es muy afectado por el cambio iónico.
<b>Magnesio</b>	Disolución de dolomías y calizas dolomíticas, de ataque de silicatos magnésicos y ferromagnésicos, localmente del lavado de rocas evaporitas magnésicas, de la mezcla con agua de mar, de la contaminación industrial y minera. Aunque se disuelve más lentamente es más soluble que el Ca y tiende a permanecer en solución cuando éste se precipita. Es afectado por el cambio iónico.
<b>Hierro</b>	Ataque de silicatos ferríferos, del ataque de sulfuros y óxidos de hierro, del ataque de la mayoría de las rocas sedimentarias, localmente del entubado de los pozos. Su estabilidad depende del potencial redox; se solubiliza y precipita con facilidad. En medios oxidantes sólo se tienen cantidades mínimas de Fe disuelto. Magmáticos: anfíboles, micas (biotitas), $\text{FeS}$ , piritita $\text{FeS}_2$ , magnetita, $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , olivino. Sedimentos: óxidos, carbonatos y sulfuros de hierro, minerales de arcilla y piritita
<b>GASES DISUELTOS</b>	
<b>Anhídrido Carbónico</b>	Disolución de gases del terreno no saturado, de la descomposición y oxidación de materia orgánica en varios procesos tales como reducción de sulfatos, reducción de Fe, etc., de la disolución de gases del aire por la lluvia y el agua superficial y de emanaciones magmáticas. Juega un papel importante en el comportamiento hidrogeoquímico de las aguas subterráneas.
<b>Oxígeno disuelto</b>	Disolución de aire por el agua de lluvia y las aguas superficiales, de la disolución de gases del terreno no saturado, del proceso de fotosíntesis en el seno de aguas superficiales. Juega un papel importante en los procesos redox. El contenido de oxígeno disuelto en las aguas subterráneas profundas, es pequeño o nulo debido a que se consume sin posibilidad de renovación.

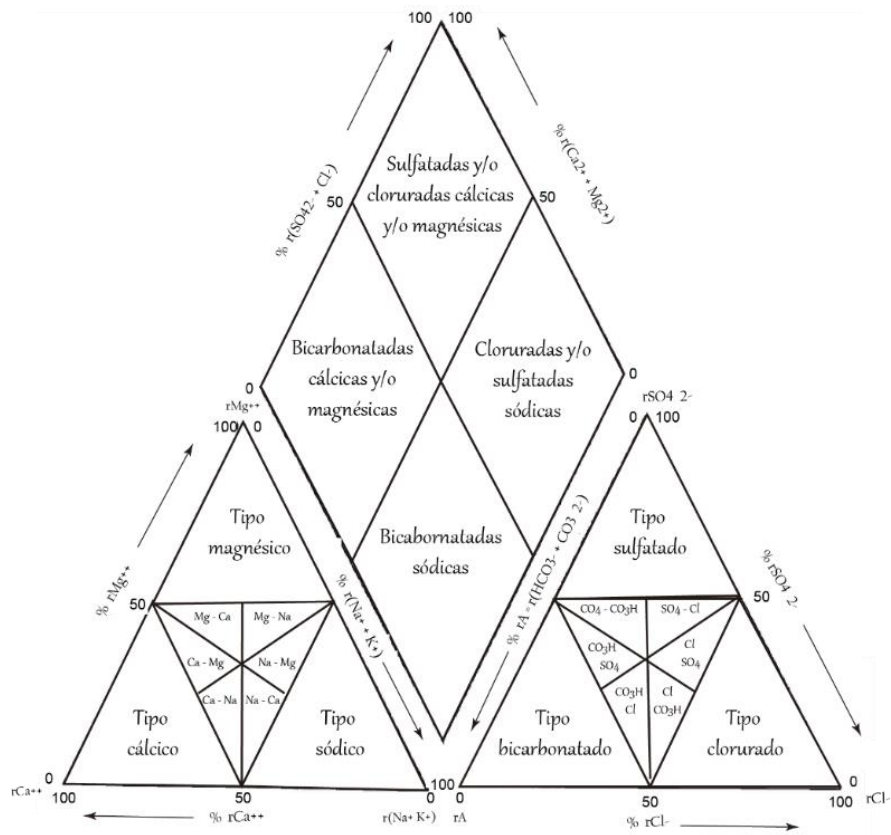
## 2.4.3 Representación gráfica y clasificación del agua subterránea

### 2.4.3.1 Diagrama Piper

Las principales especies iónicas en la mayoría de las aguas naturales son  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ . Un diagrama trilineal puede mostrar la composición porcentual de tres iones (Fetter, 2001). Cada vértice de un triángulo representa una concentración del 100% de uno de los tres componentes. Si una muestra tiene dos grupos constituyentes presentes, entonces el punto que representa el porcentaje de cada uno se trazará en la línea entre los vértices de esos dos grupos. Si los tres grupos constituyentes están presentes, los análisis caerían en el interior del campo. El campo en forma de diamante entre los dos triángulos se utiliza para representar la composición del agua con respecto a los cationes y aniones (Fetter, 2001).

A medida que el agua fluye a través de un acuífero, asume una composición química como resultado de la interacción con el marco litológico. El término facie hidroquímica se utiliza para describir los cuerpos de agua subterránea, en un acuífero, que difieren en su composición química. Las facies están en función de la litología, la cinética de la solución y los patrones de flujo del acuífero (Fetter, 2001). Las facies hidroquímicas pueden clasificarse sobre la base de los iones dominantes mediante el diagrama trilineal (Fetter, 2001).

En la figura 7 se muestra los tipos de aguas deducidas de un diagrama triangular de Piper; esta se modificó de (Custodio & Llamas, 2001).



**Figura 7.** Tipo de aguas deducidas de un diagrama triangular de Piper. Modificado de (Custodio & Llamas, 2001).

## 2.5 Vulnerabilidad

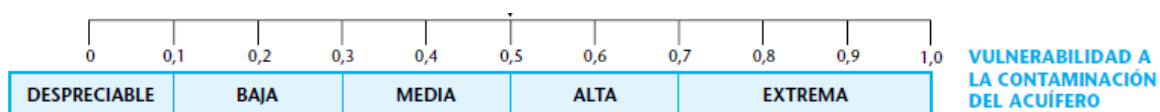
De acuerdo con Foster et al. (2002), el término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero intenta representar la sensibilidad de un acuífero a ser afectado en forma adversa por una carga contaminante impuesta. Esta es una función de la inaccesibilidad de la zona saturada en un sentido hidráulico a la penetración del contaminante, así como a la capacidad de atenuación de la zona no saturada en función de las características propias de los suelos y rocas (Arias, 2012). Para Foster et al. (2002) el mapeo de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos normalmente es el primer paso en la evaluación del peligro de contaminación del agua subterránea y protección de su calidad a escala municipal o provincial.

### 2.5.1 Método GOD (Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero)

El método GOD fue desarrollada por Foster et al. (2002) y establece tres parámetros de la zona saturada y no saturada del acuífero; estas variables son las definiciones de la abreviatura de su nombre en inglés:

- **G (*Groundwater hydraulic confinement*):** Grado de confinamiento hidráulico del acuífero en consideración.
- **O (*Overlaying Strata*):** Ocurrencia del sustrato suprayacente (zona no saturada o capas confinantes) en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes.
- **D (*Depth to groundwater table*):** Distancia al agua determinada como la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados.

El índice final integrado de la vulnerabilidad de acuíferos GOD es el producto de los índices obtenidos para cada uno de estos parámetros (Foster et al., 2002). Este valor se encuentra entre 0 y 1; se divide en cinco categorías: Despreciable, Baja, Media, Alta y Extrema (figura 8). Este método ha sido ampliamente usado en Costa Rica debido a que utiliza solamente tres variables y es apto cuando no se cuenta con mucha información, se pueden mencionar algunos trabajos como Obando (2018) y Chacón (2016).

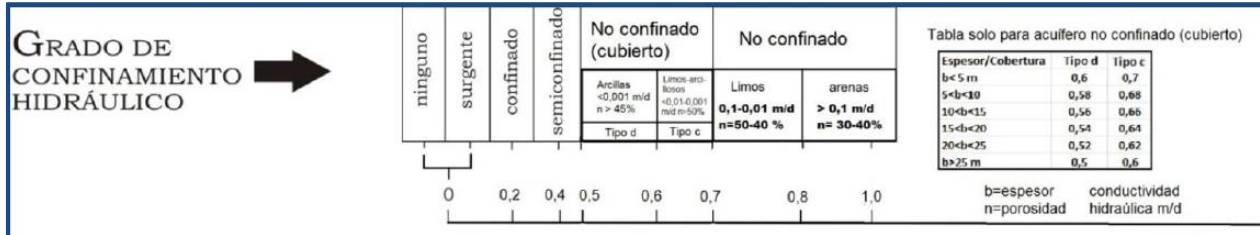


**Figura 8.** Categorías de la Vulnerabilidad.  
Tomada de Foster et al, (2002).

#### 2.5.1.1 Grado de confinamiento hidráulico (G)

De acuerdo con SENARA (2017), la valoración del grado de confinamiento hidráulica es muy subjetiva, y para reducir esta interpretación y hacerla más objetiva, se plantea la incorporación de datos adicionales, como son la clasificación granulométrica (gravas, arenas, limos y arcillas), porosidad y conductividad hidráulica, con su respectivo valor del espesor de la zona no saturada, con estos datos se pueden utilizar las

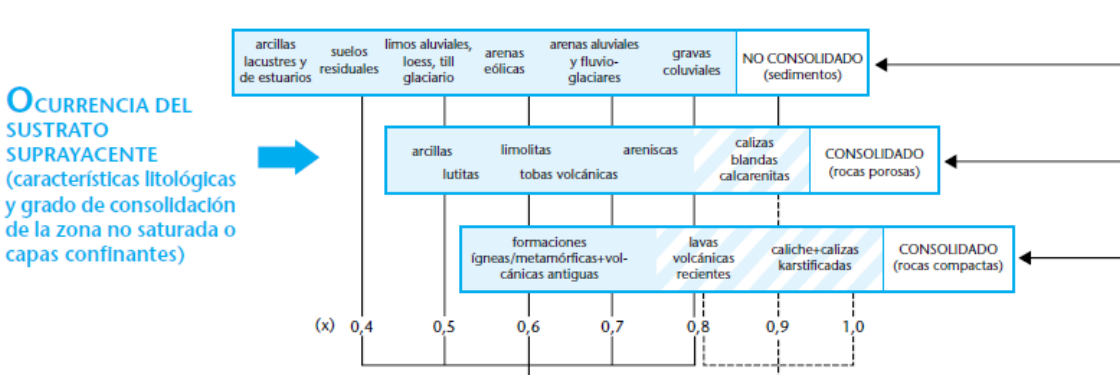
modificaciones del parámetro “grado de confinamiento” y ponderar mejor los valores del GOD. La modificación que se asigna con mayor detalle se muestran en la figura 9.



**Figura 9.** Valores para el confinamiento hidráulico. Tomado de (SENARA, 2017).

### 2.5.1.2 Ocurrencia del sustrato suprayacente (O)

Para este parámetro es necesario el estudio de la zona no saturada o capas confinantes; específicamente en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes (Foster et al, 2002). La figura 10 presenta los valores para este parámetro.

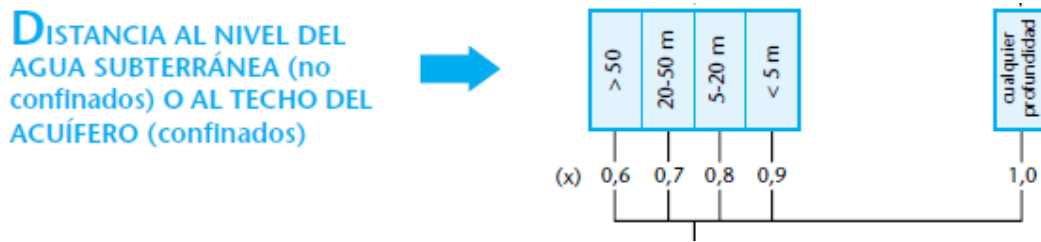


**Figura 10.** Valores para la ocurrencia del sustrato suprayacente. Tomada de (Foster et al., 2002).

### 2.5.1.3 Distancia al nivel del agua subterránea (D)

La distancia al agua subterránea se determina como la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados. En la figura 11 se observa los valores para clasificar el parámetro D.





**Figura 11.** Valores para la distancia al nivel del agua subterránea Tomada de (Foster et al., 2002).

## 2.5.2 Método SEA – GINDEX (Vulnerabilidad a la contaminación marina de acuíferos costeros)

De acuerdo con Bocanegra et al (2004), la metodología SEA – GINDEX es una modificación del método GOD. Este método se utiliza para evaluar la vulnerabilidad de acuíferos de manera lateral y no toma en cuenta el movimiento vertical de contaminantes desde la superficie del terreno; es decir, las variables de suelo y la zona no saturada no se incluyen (Villegas, 2011).

Para la obtención del método SEA – GINDEX se adaptó el método GOD incluyendo nuevos parámetros, que juegan un papel importante en la posición de la interfaz agua dulce – agua salada. En Costa Rica este método ha sido utilizado por Monge (2015) en su estudio hidrogeológico de los acuíferos de playa Potrero y playa Brasilito en Santa Cruz Guanacaste. Los parámetros a analizar son los siguientes:

### 2.5.2.1 Distancia a la costa

Esta es en lugar de la distancia vertical al agua subterránea; la parte del acuífero más alejada de la costa es menos vulnerable a la contaminación marina.

### 2.5.2.2 Altura Piezométrica

Este es el parámetro reemplazable al grado de confinamiento hidráulico); este factor es importante porque se convierte en una barrera natural contra el avance de la contaminación marina.

### 2.5.2.3 Litología

Dependiendo de ella, el agua salada o salobre va a tener menor o mayor resistencia a contaminar el acuífero de agua dulce.

Según Villegas (2011), con este método se pueden obtener vulnerabilidades en un rango de “insignificante” a “extrema”, tal como se muestra en la figura 12.

$h > 10$	$10 > h > 5$	$5 > h > 2.5$	$2.5 > h > 1$	$h < 1$	Nivel piezométrico (m)
0,3	0,6	0,8	0,9	1	
Loess Arenas eólicas Areniscas Rocas de baja permeabilidad Rocas Volcánicas Gravas y arenas Calizas Karst					Litología
0,3	0,6	0,8	0,9	1	
$d > 10$	$10 > d > 6$	$6 > d > 3$	$3 > d > 1.5$	$d < 1.5$	Distancia al mar (km)
0,2	0,4	0,7	0,9	1	
$V < 0,3$	$0,3 < V < 0,5$	$0,5 < V < 0,7$	$0,7 < V < 0,9$	$0,9 < V < 0,1$	Vulnerabilidad intrusión marina
insignificante	baja	moderada	alta	extrema	

**Figura 12.** Valores para los parámetros del método SEA-GINDEX. Tomado de (Villegas, 2011).

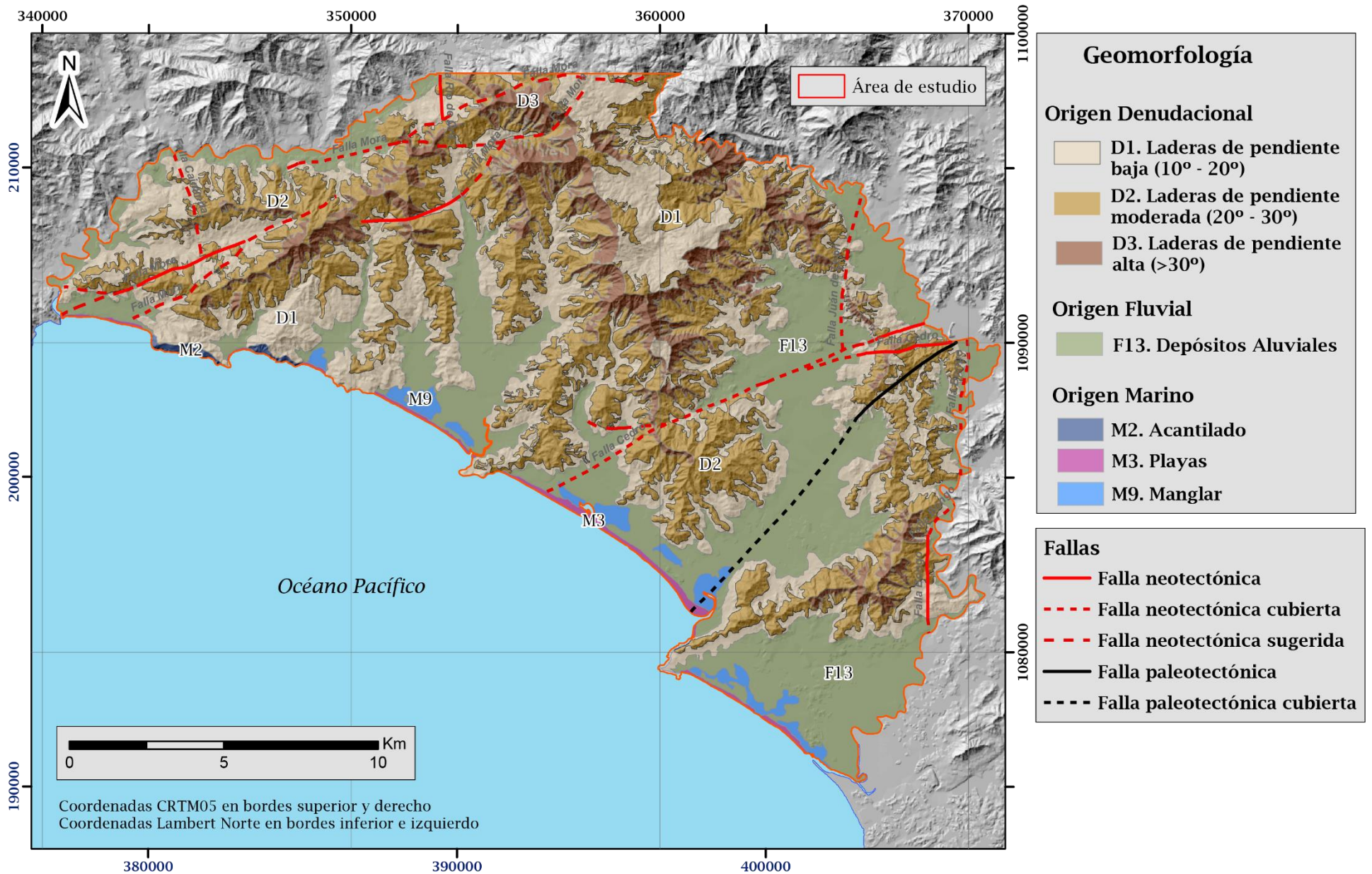
## CAPÍTULO III. GEOMORFOLOGÍA

### 3.1 Mapa Geomorfológico

De acuerdo con Bergoeing et al., (1983) la Península de Nicoya es una entrada en el mar con relieve reducido a un sistema de colinas alcanzando los niveles en su parte axial de 1018 m; en casi todas partes, el relieve de colinas llega hasta el mar, lo que da a la península las características de una costa muy recortada. Este relieve de colinas determina los rasgos principales de un relieve litoral: colmatación o inundación de los valles y entallado de los relieves en acantilados (Bergoeing, 1998).

Respecto a su morfogénesis, según Bergoeing (1998) la configuración general de la Península de Nicoya está determinada por la tectónica, tanto por grandes alineamientos de fallas regionales como por muchas otras fallas con sentido noroeste-sureste donde los trazados de la red hidrográfica se inscriben siguiendo estas direcciones. Por su parte Madrigal & Rojas (1980), mencionan que la erosión ha dejado estas serranías en un estado de denudación extrema principalmente sobre rocas del Complejo de Nicoya. Estas formas podrían considerarse como las más viejas del país, es probable que su inicio corresponda a algún período del Neógeno (Madrigal & Rojas, 1980).

Específicamente, la parte sur del cantón de Nandayure presenta 7 unidades geomorfológicas, de origen denudacional, fluvial y marino; la delimitación de dichas unidades se realizó con ayuda de mapas de sombras, de pendientes y de orientación de laderas, imágenes satelitales de Google Earth, observaciones durante las giras de campo y la clasificación de Zuidam & Robert (1985). Estas unidades se distribuyen en la figura 13 y su información se resume en la tabla 9.



**Figura 13.** Mapa Geomorfológico del área de estudio.  
 Elaboración propia; las fallas fueron tomadas de Denyer et al. (2014).

**Tabla 9.** Distribución areal de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio.

<b>Código</b>	<b>Unidad Geomorfológica</b>	<b>Origen</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>D1</b>	Ladera de pendiente baja	Denudacional	98,920241	29,2
<b>D2</b>	Ladera de pendiente moderada	Denudacional	107,2572	31,67
<b>D3</b>	Ladera de pendiente alta	Denudacional	29,692894	8,77
<b>F13</b>	Depósitos Aluviales	Fluvial	93,4962	27,6
<b>M2</b>	Acantilado	Marino	0,886865	0,26
<b>M3</b>	Playa	Marino	2,768292	0,82
<b>M9</b>	Manglar	Marino	5,689485	1,68

## **3.2 Unidades Geomorfológicas**

### **3.2.1 Formas de origen denudacional**

#### **3.2.1.1 D1. Laderas de pendiente baja**

Cubren un 29,20 % del total del área (98,92 km<sup>2</sup>) y se encuentra a lo largo de toda la zona sur del cantón (figura 14a). Se refiere a los sitios con topografías suaves, con pendientes entre los 10° a 20°; litológicamente se podría decir que estas zonas son el límite entre los basaltos del Complejo de Nicoya y los Aluviones.

#### **3.2.1.2 D2. Laderas de pendiente moderada**

Son zonas con topografías moderadas, con pendientes entre los 20° a 30°, corresponden a los sistemas montañosos del área de estudio, se pueden ubicar variablemente distribuidas en toda el área de estudio (figura 14b) y pertenecen a los basaltos del Complejo de Nicoya. Esta forma es la de mayor distribución del área con un 31,67 %, aproximadamente 107,25 km<sup>2</sup>.

#### **3.2.1.3 D3. Laderas de pendiente alta**

Corresponden al 8,77 % del área (29,69 km<sup>2</sup>), se encuentran en las partes más altas de la zona montañosa (figura 14c), en lugares como Cerro Azul, Los Ángeles, Chompipe y Maquencal; poseen pendientes mayores a los 30°. Al igual que las anteriores, pertenece a los basaltos del Complejo de Nicoya.

### **3.2.2 Formas de origen fluvial**

#### **3.2.2.1 F13. Depósitos Aluviales**

Esta forma corresponde a las zonas más planas del área de estudio abarca un 27,60% del total del área (93,49 km<sup>2</sup>), la topografía es irregular y las pendientes son menores a los 10° (figura 14c). Está formada por el transporte de los ríos Ora, Islita, Corozalito, Bejuco, Ciego, Jabillo, Juan de León y Bongo, así como las quebradas Seca, Milagro, Playa Coyote, Playa Caletas y Cana. La mayoría de poblados del área de estudio se encuentran asentados en esta morfología.

### **3.2.3 Formas de origen marino**

#### **3.2.3.1 M2. Acantilado**

Dentro del área de estudio se pueden localizar 2 acantilados, cerca de Islita y Camaronal, presentan pendientes abruptas con alturas aproximadas de 10 – 15 m, principalmente corresponden con basaltos del Complejo de Nicoya. Cubren un 0,26% del total del área, aproximadamente unos 890 m<sup>2</sup> (figura 14d).

#### **3.2.3.2 M3. Playa**

Se refieren a las acumulaciones de arena, grava o una mezcla de ambas, situadas en el límite del mar y el continente, en cuya dinámica interviene fundamentalmente el oleaje (Flor, 2004). En el área de estudio se localizan en las líneas de la costa. Se pueden enlistar las Playas Camaronal, Islita, Corozalito como playas en forma de Herradura y Playa San Miguel, Bejuco, Coyote, Caletas y Pencal como playas tipo más alargadas y rectas (figura 14e). Esta unidad abarca 0,82% (2,77 km<sup>2</sup>).

#### **3.2.3.3 M9. Manglar**

Los manglares se desarrollan en la parte superior de la zona intermareal, sobre litorales de estuarios y en costas al abrigo de un fuerte oleaje (Guilcher, 1979); y es justamente donde se ubican en el área de estudio, cerca de lugares como Bejuco, San Miguel, Coyote y Pencal (figura 14f). Corresponde a un 1,68% del área (5,69 km<sup>2</sup>).



**Figura 14.** Verificación de geomorfología en giras de campo. **(a)** y **(b)** Ladera de pendiente baja y moderada (fotografías tomada desde 349387,90/ 1095031,43); **(c)** Ladera de pendiente alta desde Jabillos (365410,44/ 1090772,67); **(d)** Acantilado Islita (fotografía tomada desde 346098,69/ 1089228,15); **(e)** Playa Pencil (362654,24/1078358,57); **(f)** Manglar (361895,41/1078879,92).

### 3.3 Morfometría de las cuencas

#### 3.3.1 Cuencas del área de estudio

Como se ha mencionado antes el área de estudio se encuentra dentro de las cuencas de los Ríos Bejuco, Ciego, Corozalito e Islita; las quebradas Camaronal, Cana, Jabilla, Milagro, Playa Caletas, Playa Coyote y Seca; así como parte de las cuencas del Río Bongo, Juan de León y Ora. Aunque estas últimas no comprenden toda el área de la cuenca, para los análisis morfométricos sí se tomará en cuenta. En la figura 15 se observa la ubicación de las cuencas a analizar y su distribución areal.

#### 3.3.2 Forma de las cuencas

Es uno de los parámetros que explica la elongación de una cuenca (Córdova, 2016). De acuerdo con Gutiérrez (2008), la forma de la cuenca de drenaje es de gran importancia; pues las cuencas alargadas transmiten mayores distancias el flujo producto de precipitaciones; y las cuencas más equilibradas son las que sus divisorias se aproximan a un círculo; además que, en las cuencas alargadas, las descargas son de menor volumen debido a que el cauce de agua principal es más largo que los cauces secundarios (Córdova, 2016).

Horton (1932) estableció el factor de forma con la expresión presentada en la ecuación 15.

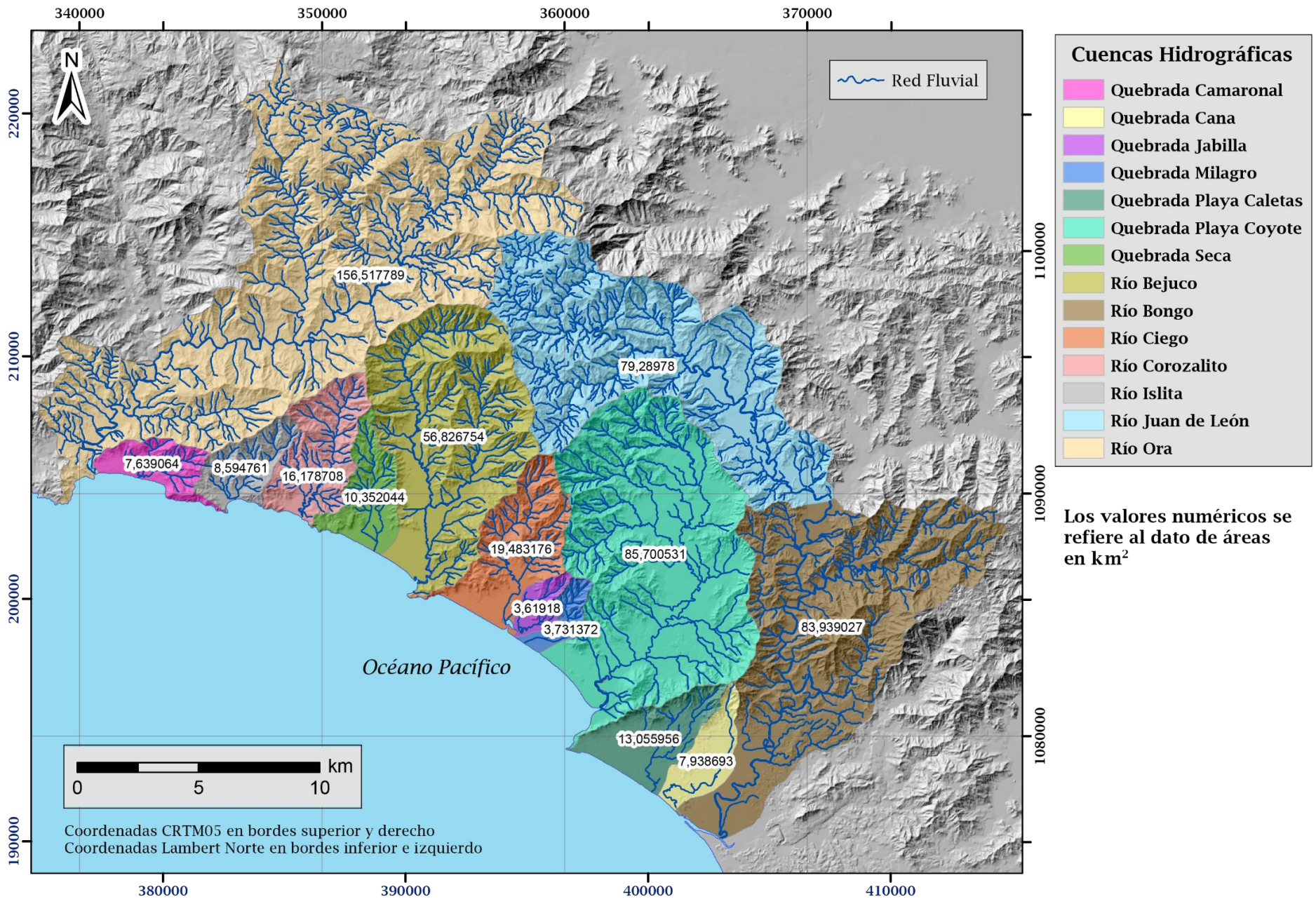
$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

$A$  = área de la cuenca [km<sup>2</sup>];  $L$  = longitud de la cuenca [km]

**Ecuación 15.** Factor forma de la cuenca.  
Tomada de Horton (1932)

Si la forma de la cuenca es aproximadamente circular, entonces el valor de  $Ff$  se acercara a 1; mientras que, las cuencas más alargadas tendrán un  $Ff$  menor (Córdova, 2016). En la tabla 10 se observa una clasificación de la forma de la cuenca según su factor.





**Figura 15.** Cuencas de interés dentro y cerca del área de estudio.  
Elaboración propia.

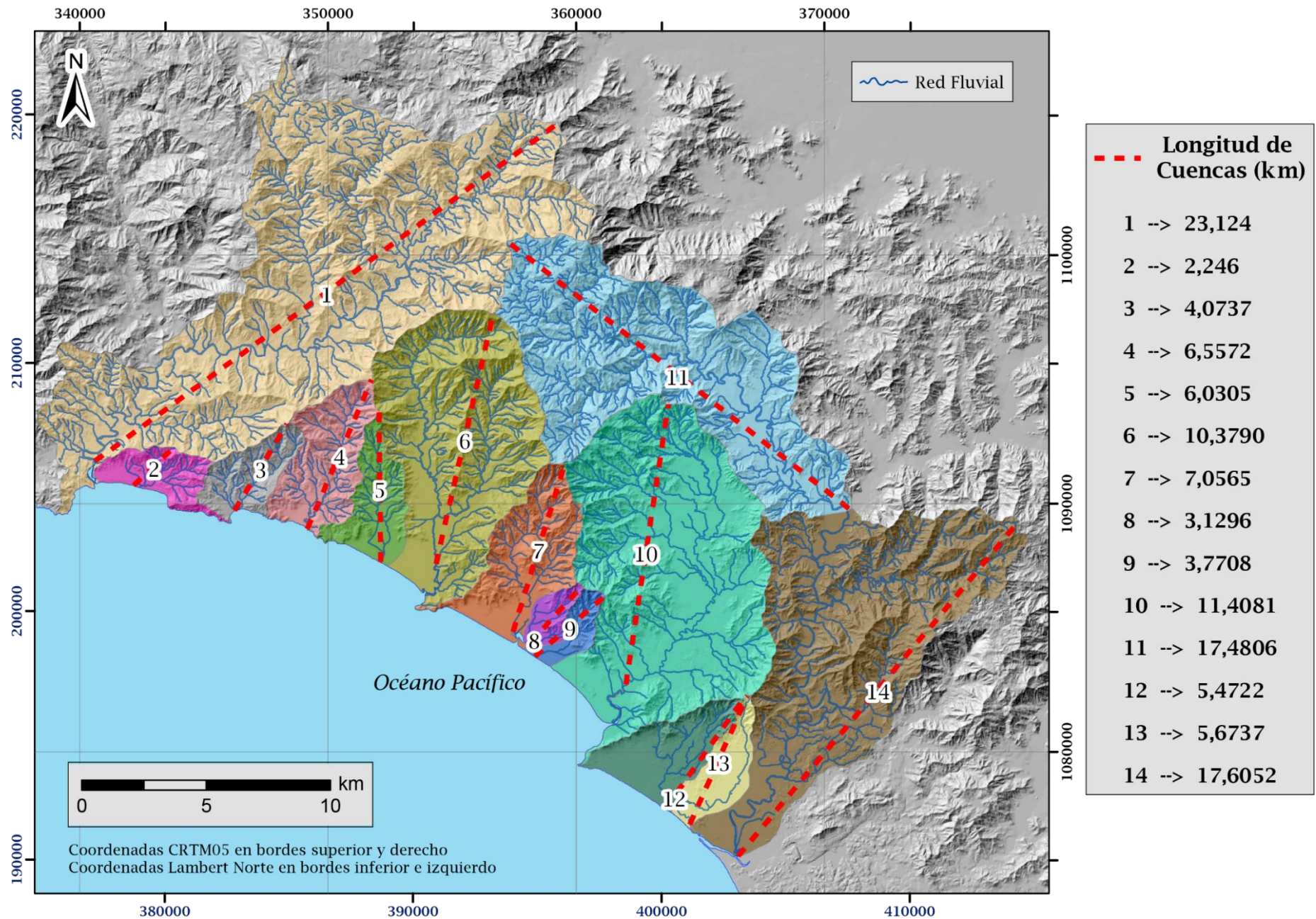
**Tabla 10.** Clasificación del factor forma de la cuenca.  
Tomado de (Pérez, 1979).

Factor de forma (Valores aproximados)	Forma de la cuenca
< 0,22	Muy alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,20	Muy ensanchada
>1,20	Rodeando el desagüe

Se realiza este ejercicio con el fin de determinar la geometría de las cuencas del área de estudio; la figura 16 muestra los valores de medición de las longitudes de las cuencas que junto a los datos de las áreas de la figura 15 establecen el factor forma. La tabla 11 presenta el resultado de los cálculos.

**Tabla 11.** Cálculos del factor forma

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (km)	Factor Forma
Quebrada Camaronal	7,639064	2,246	1,514330413
Quebrada Cana	7,938693	5,6737	0,246613173
Quebrada Jabilla	3,61918	3,1296	0,369515378
Quebrada Milagro	3,731372	3,7708	0,262422792
Quebrada Playa Caletas	13,055956	5,4722	0,435998258
Quebrada Playa Coyote	85,700531	11,4081	0,65850166
Quebrada Seca	10,352044	6,03053	0,284652593
Río Bejuco	56,826754	10,37901	0,527522501
Río Bongo	83,963767	17,60518	0,270901229
Río Ciego	19,566406	7,0565	0,392945545
Río Corozalito	16,178708	6,557287	0,376266412
Río Islita	8,594761	4,0737	0,517911696
Río Juan de León	79,28978	17,4806	0,25948039
Río Ora	156,517789	23,124363	0,292700961



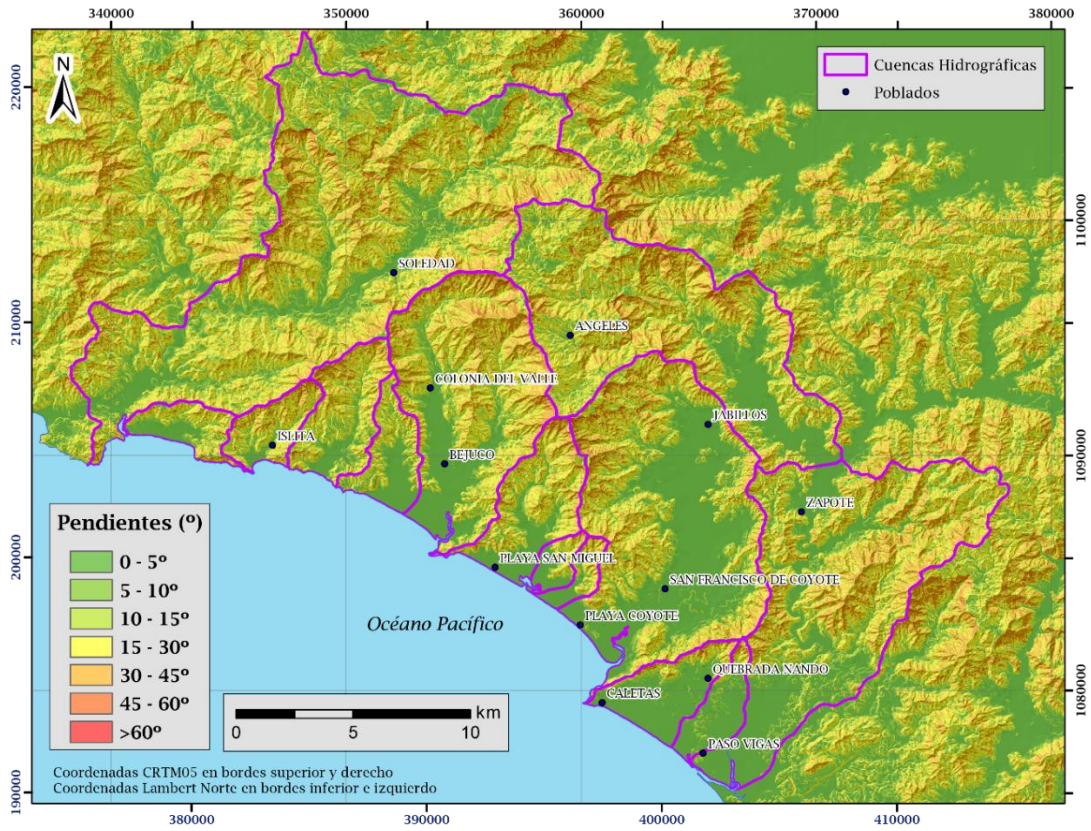
**Figura 16.** Mapa de longitudes de las cuencas.  
 Elaboración propia.

Como se observa, las cuencas que se consideran alargadas son las Quebradas Seca, Jabilla, Milagro y Cana, además de los ríos Ora, Juan de León y Bongo; Quebrada Jabilla se clasifica como ligeramente alargada, mientras que los ríos Corozalito, Ciego y la quebrada Playa Caletas no se consideran ni alargadas ni ensanchadas según esta clasificación. Por su parte, la cuenca de los ríos Islita y Bejuco se considera como ligeramente ensanchada; Quebrada Playa Coyote ensanchada y la Quebrada Camaronal rodeando el desagüe. Es importante mencionar la relación que tiene la forma de la cuenca con la escorrentía, ya que a cuencas más alargadas se presentaría menos escorrentía por tener el espacio suficiente para que se produzca la infiltración.

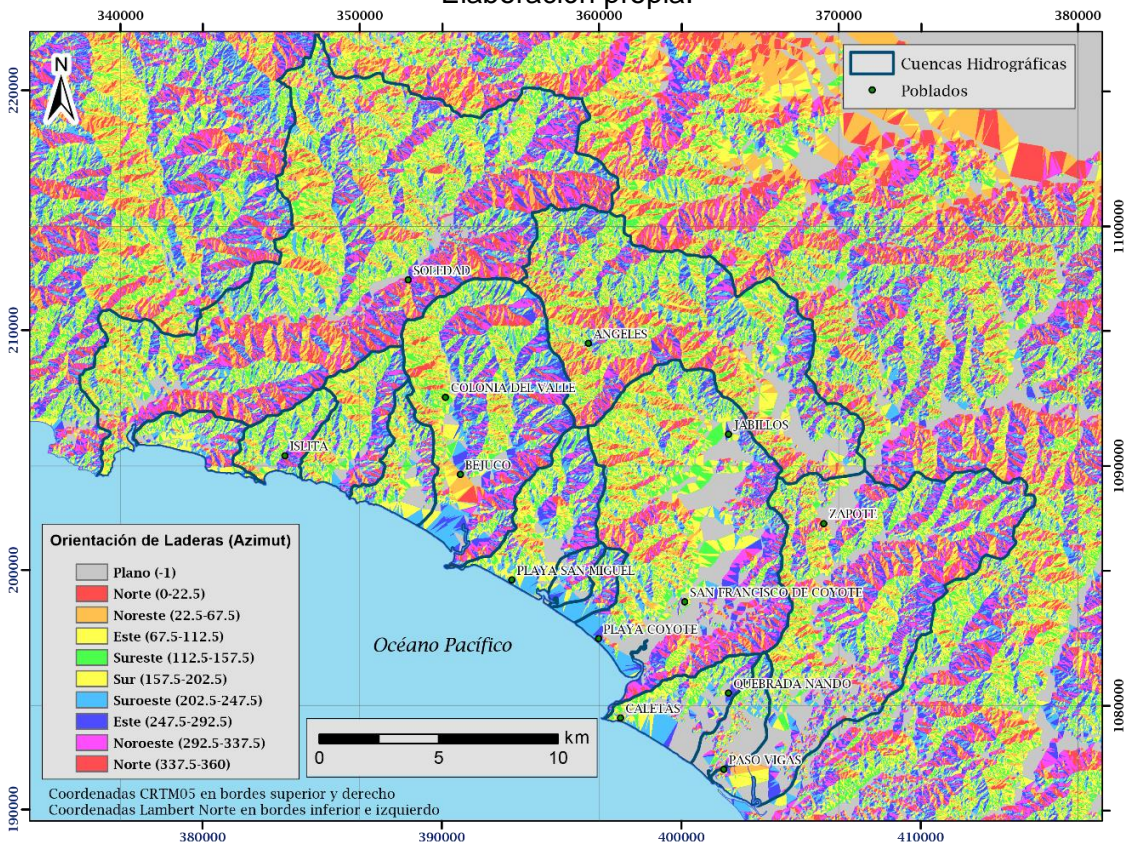
### **3.3.3 Pendientes y orientación de laderas**

La figura 17 muestra el mapa de pendientes del área de estudio, en este se observa que el mayor porcentaje presenta pendientes mayores a  $15^{\circ}$  principalmente en las zonas altas hacia el noroeste, teniendo valores mayores a  $60^{\circ}$  a los costados de las divisorias de aguas de las cuencas. Las partes bajas y las zonas costeras presentan pendientes entre los  $0$  a  $5^{\circ}$ .

Por su parte, la orientación de las laderas no presenta alguna predominancia, ya que como se observa en la figura 18 contiene gran variedad de direcciones; sin embargo, se puede notar la divisoria de aguas de cada una de las cuencas por el abrupto cambio de dirección de las laderas.



**Figura 17.** Mapa de pendientes en grados.  
Elaboración propia.



**Figura 18.** Mapa de orientación de laderas.  
Elaboración propia.

### **3.3.4 Patrones de drenaje**

Se reconocen dos tipos de patrones de drenaje; el primero es dentrítico y se observa en las zonas con pendientes altas y medias, este patrón es característico en zonas con uniformidad litológica, es decir un solo tipo de roca (Salazar, s.f.), como en este caso en las zonas predominantes por los basaltos del Complejo de Nicoya y en algunas zonas de los depósitos aluviales; se puede observar en todas las cuencas en estudio.

El segundo patrón se refiere a reticulado, el cual se relaciona a zonas de transición de las partes planas hacia la costa, donde la topografía es suave la marea penetra en tierra por medio de canales marinos, generando este tipo de patrón (Salazar, s.f.), este se puede observar en la zona de la costa en cuencas como Río Ora, Río Corozalito, Río Bejuco, Quebrada Playa Coyote, Quebrada Cana y Río Bongo.

Los patrones de drenaje se encuentran ligados al control estructural del área, pues los ríos siguen lineamientos donde pueden producirse infiltraciones, sin embargo, a mayor deformidad de los ríos se presentan mayores lineamientos, mayor es su escorrentía y menor infiltración del agua superficial al acuífero.

### **3.3.5 Órdenes de cauces**

El orden de los cauces es una propiedad básica de las redes fluviales, ya que se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal (Gutiérrez, 2008). El sistema más utilizado es el de Strahler (1952), en el que un segmento de un curso fluvial que no tiene afluente desde su origen se considera un segmento de primer orden. Un segmento de segundo orden se origina al unirse dos segmentos de primer orden; uno de tercer orden resulta de la confluencia entre dos segmentos de segundo orden y así sucesivamente. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un orden determinado confluye otro segmento de orden menor (Gutiérrez, 2008).

Se realiza una ordenación de los segmentos de los cauces para la zona sur de Nandayure, resultando un mapa como el mostrado en la figura 19; se observa que para las cuencas de la quebrada Playa Coyote (Río Jabillo) y los ríos Bejuco, Bongo, Juan de León y Ora el máximo orden es 5; para las quebradas Caletas y Camaronal y los ríos Ciego, Corozalito e Islita el orden máximo es de 4; por su parte el orden máximo de 3 se asigna a las quebradas Jabilla, Milagro y Seca y el orden máximo de 2 se determina para la quebrada Cana.

Este ejercicio resulta útil para analizar varios aspectos de la cuenca, entre ellos, ayuda visualmente a saber cuáles ríos mantienen su caudal permanente, ya que para Strahler (1982), los cauces de orden 1 y 2 no suelen llevar agua durante la época seca; además puede servir para dividir la cuenca en sub-cuencas y cuantitativamente puede utilizarse para la relación de bifurcación que se mostrará a continuación.

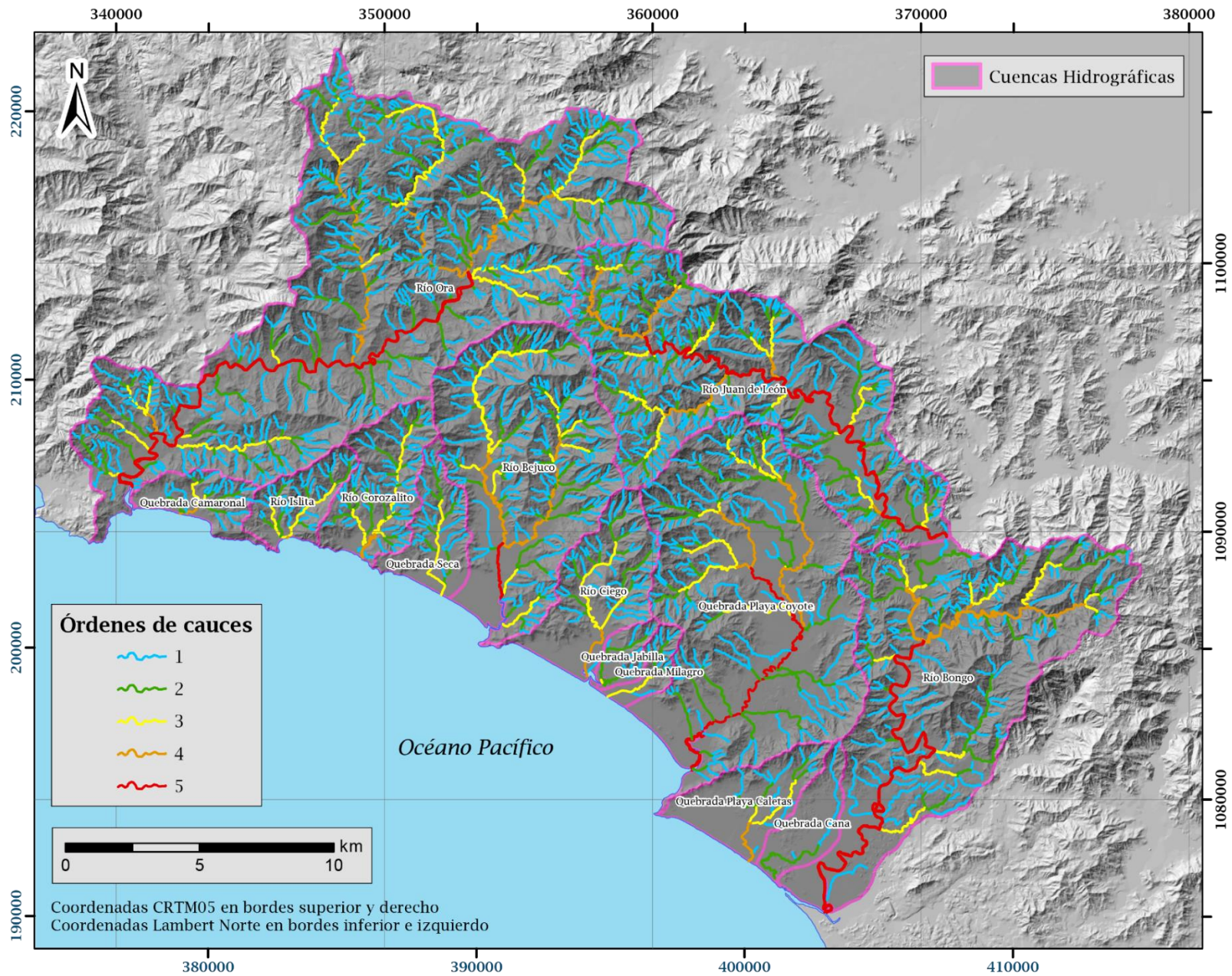
Esto se corroboró en una visita al campo en marzo del 2019, para realizarse los aforos que se presentarán más adelante; sólo se observó caudal en el río Jabillo de la cuenca Quebrada Playa Coyote; las quebradas Milagro y Jabilla, así como río Ciego se encontraban secos.

### **3.3.6 Relación de bifurcación**

La relación de bifurcación descrita por Horton (1932) es definida como la relación matemática del número de cursos de orden  $n$  al número de cursos de orden más alto ( $n + 1$ ). Se define como (ecuación 16):

$$Rb = \frac{N_n}{N_{n+1}}$$

**Ecuación 16.** Relación de bifurcación



**Figura 19.** Mapa de orden de los cauces.  
Elaboración propia.



En la tabla 12 se definirá la relación de bifurcación para cada cuenca de interés presentadas anteriormente.

**Tabla 12.** Relación de Bifurcación en las cuencas de interés

Cuenca	Orden	Cantidad de cauces	Cálculo	Relación de Bifurcación
<i>Quebrada Camaronal</i>	1	20	20/7	2,86
	2	7	7/3	2,33
	3	3	3/1	3,0
	4	1	-	-
	Total	31		
<i>Quebrada Cana</i>	1	3	3/1	3,0
	2	1	-	-
	Total	4		
<i>Quebrada Jabilla</i>	1	9	9/2	4,50
	2	2	2/1	2,0
	3	1	-	-
	Total	12		
<i>Quebrada Milagro</i>	1	11	11/2	5,50
	2	2	2/1	2,0
	3	1	-	-
	Total	14		
<i>Quebrada Playa Caletas</i>	1	13	13/4	3,25
	2	4	4/2	2,0
	3	2	2/1	2,0
	4	1	-	-
	Total	20		
<i>Quebrada Playa Coyote (Río Jabillo)</i>	1	135	135/38	3,55
	2	38	38/8	4,75
	3	8	8/3	2,66
	4	3	3/1	3,0
	5	1	-	-
	Total	185		
<i>Quebrada Seca</i>	1	22	22/7	3,14
	2	7	7/1	7,0
	3	1	-	-
	Total	30		
<i>Río Bejuco</i>	1	160	160/46	3,47
	2	46	46/10	4,60
	3	10	10/2	5,0
	4	2	2/1	2,0
	5	1	-	-
	Total	219		
<i>Río Bongo</i>	1	179	179/40	4,48
	2	40	40/12	3,33
	3	12	12/3	4,0
	4	3	3/1	3,0
	5	1	-	-
	Total	235		
<i>Río Ciego</i>	1	45	45/11	4,09
	2	11	11/2	5,50
	3	2	2/1	2,0
	4	1	-	-
	Total	59		

<b>Río Corozalito</b>	1	57	57/17	3,35
	2	17	17/3	5,67
	3	3	3/1	3,0
	4	1	-	-
	Total	78		
<b>Río Islita</b>	1	30	30/8	3,75
	2	8	8/2	4,0
	3	2	2/1	2,0
	4	1	-	-
	Total	41		
<b>Río Juan de León</b>	1	307	307/83	3,70
	2	83	83/19	4,37
	3	19	19/5	3,80
	4	5	5/1	5,0
	5	1	-	-
	Total	415		
<b>Río Ora</b>	1	458	458/102	4,49
	2	102	102/21	4,86
	3	21	21/3	7,0
	4	3	3/1	3,0
	5	1	-	-
	Total	585		

La relación de bifurcación puede relacionarse con la escorrentía y las crecidas del río, pues para Strahler (1964), los valores bajos de  $R_b$  se asocian con cuencas bien drenadas que pueden generar a su vez crecidas más violentas. Respecto a esto en la mayoría de las cuencas sí aplica lo dicho por este autor, para las cuencas de los ríos Camaronal, Islita y Bejuco y quebrada Playa Coyote que tienden a ser ensanchadas los valores son bajos, con rangos de 2,7 a 3,8; para las que no tienen una geometría definida como Corozalito y Playa Caletas presentan valores de 4,0 y 2,41 respectivamente, sin embargo, la cuenca del río Ciego presenta un valor alto de 5,8; de las cuencas alargadas o ligeramente alargadas solamente cumple con la teoría expuesta las cuencas del río Ora con un  $R_b$  de 4,8 y quebrada Seca con un valor de 5,07; las demás cuencas (quebrada Cana, Jabilla y Milagro y ríos Bongo y Juan de León) tienen valores bajos. La explicación a que una cuenca alargada presente un valor bajo de bifurcación corresponde a las bajas pendientes de la cuenca en su tramo medio y bajo (Senciales, 1999), ya que ante la incorporación más rápida y casi simultánea de los caudales de escorrentía de un aguacero se generaría bruscas crecidas; precisamente lo que puede suceder en las cuencas alargadas del área de estudio.

### 3.3.7 Densidad y frecuencia de drenaje

La densidad de la red de drenaje consiste en la relación de la longitud total de todos los cursos de todos los órdenes y el área de la cuenca (Horton, 1932). Su relación se presenta en la ecuación 17:

$$Dd = \frac{\sum \text{longitud de cauces (km)}}{\text{área (km}^2\text{)}}$$

**Ecuación 17.** Densidad de Drenaje

Por su parte la frecuencia de drenaje se refiere a la relación entre el número total de cauces entre el área de la cuenca (ecuación 18):

$$Fd = \frac{\text{Número total de cauces}}{\text{área (km}^2\text{)}}$$

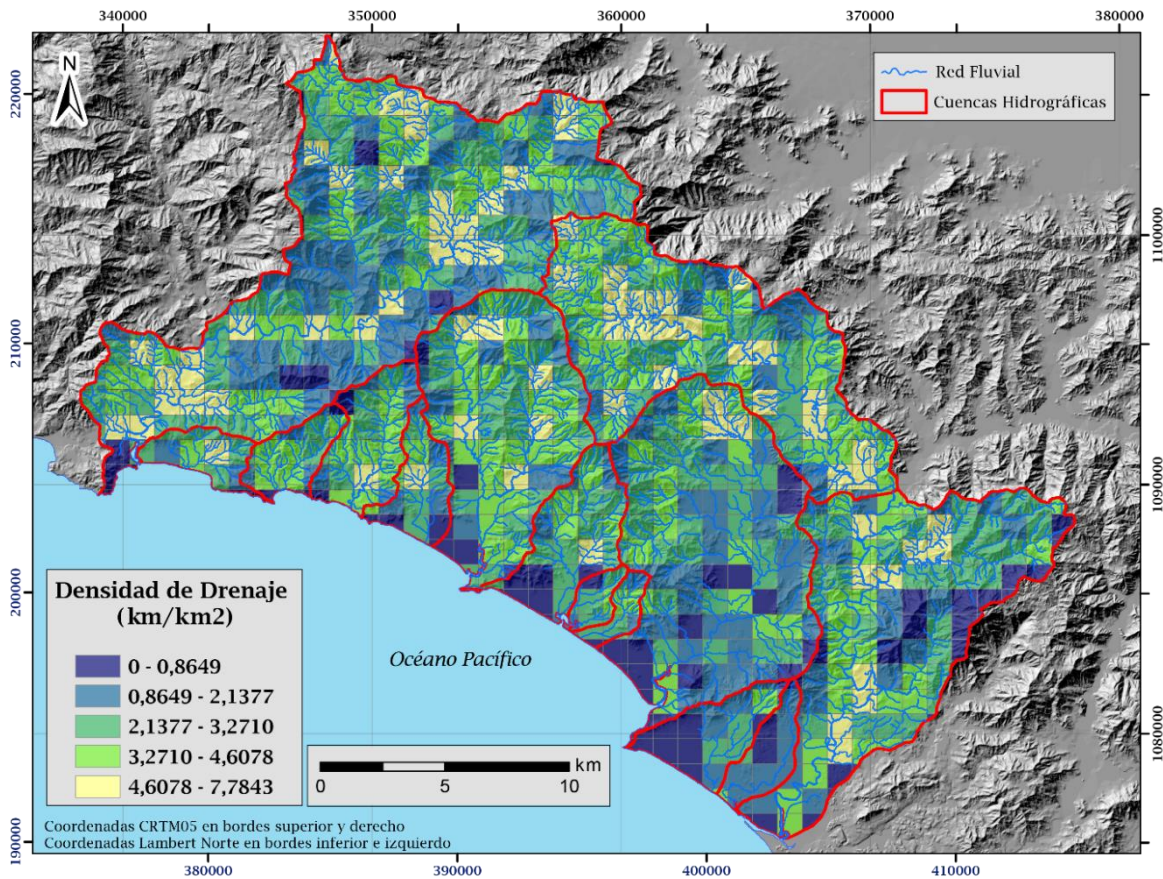
**Ecuación 18.** Frecuencia de drenaje

En las figuras 20 y 21 se presenta la densidad y frecuencia de drenaje respectivamente; el área de cada cuadrícula mostrada es de 1 km<sup>2</sup>. La densidad de drenaje para las cuencas en estudio varía desde los 0 a 7,78 km/km<sup>2</sup>; mientras que, con respecto a la frecuencia de drenaje oscila entre los 0 a los 18 cauces/km<sup>2</sup>.

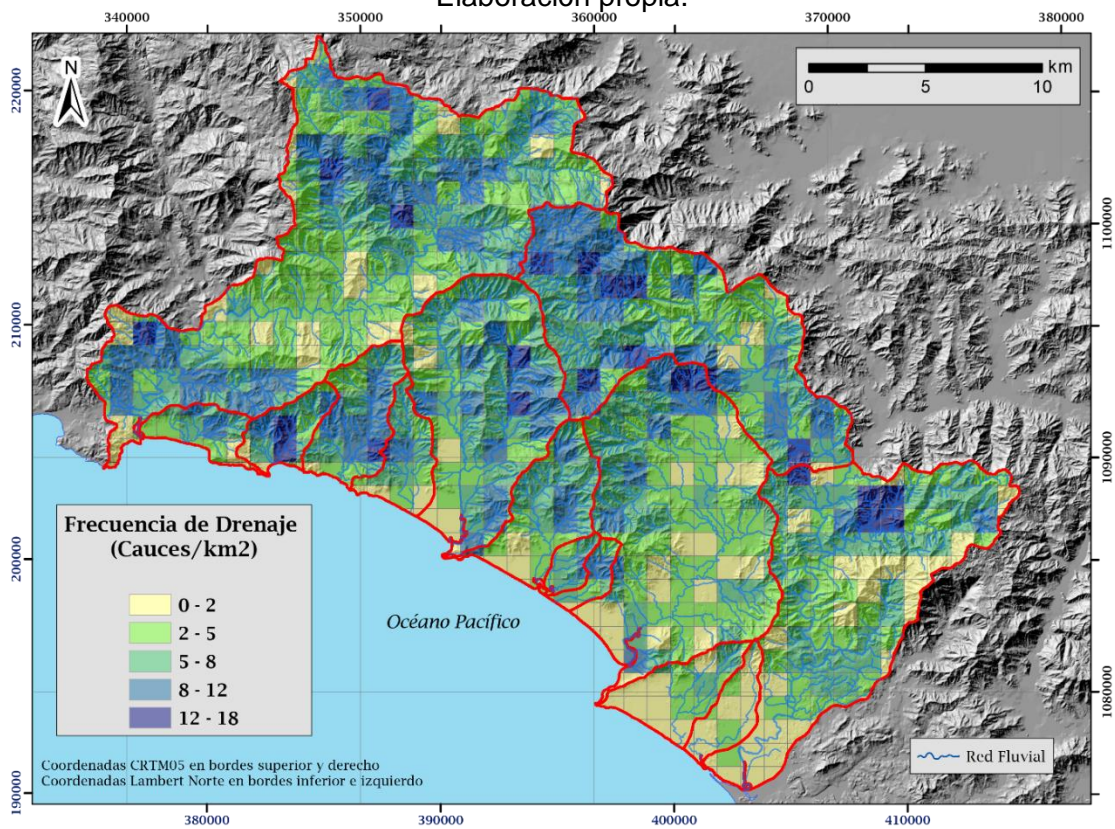
De acuerdo con Strahler (1964), generalmente una densidad de drenaje alta se asocia con materiales impermeables a nivel subsuperficial, vegetación dispersa y relieves montañosos; además de ello indica que la cuenca posee suficiente drenaje para cuando se presentan las tormentas. Una cuenca bien drenada generaría poca oportunidad de darle tiempo a la escorrentía superficial de infiltrarse y percolar a nivel subterráneo, de allí que los acuíferos de estas regiones son de bajos rendimientos o en su defecto el volumen de recarga es muy pobre (Ruiz, 2001).

Con respecto a lo anterior, esto es lo que ocurre en las partes altas de la zona sur del cantón de Nandayure, ya que esas zonas se presentan los valores más altos de densidad y frecuencia de drenajes, por lo que se esperaría que la roca sea poco permeable, que corresponde con los basaltos del Complejo de Nicoya, lo que hace que el agua tienda a escurrir y la escorrentía sea mayor que la infiltración. En las partes planas de las cuencas, se presentan valores bajos de densidad y frecuencia de drenajes, esto nos indica que son materiales permeables y aunque exista escurrimiento, es mayor la infiltración al subsuelo. En estas áreas se presentan los depósitos recientes.

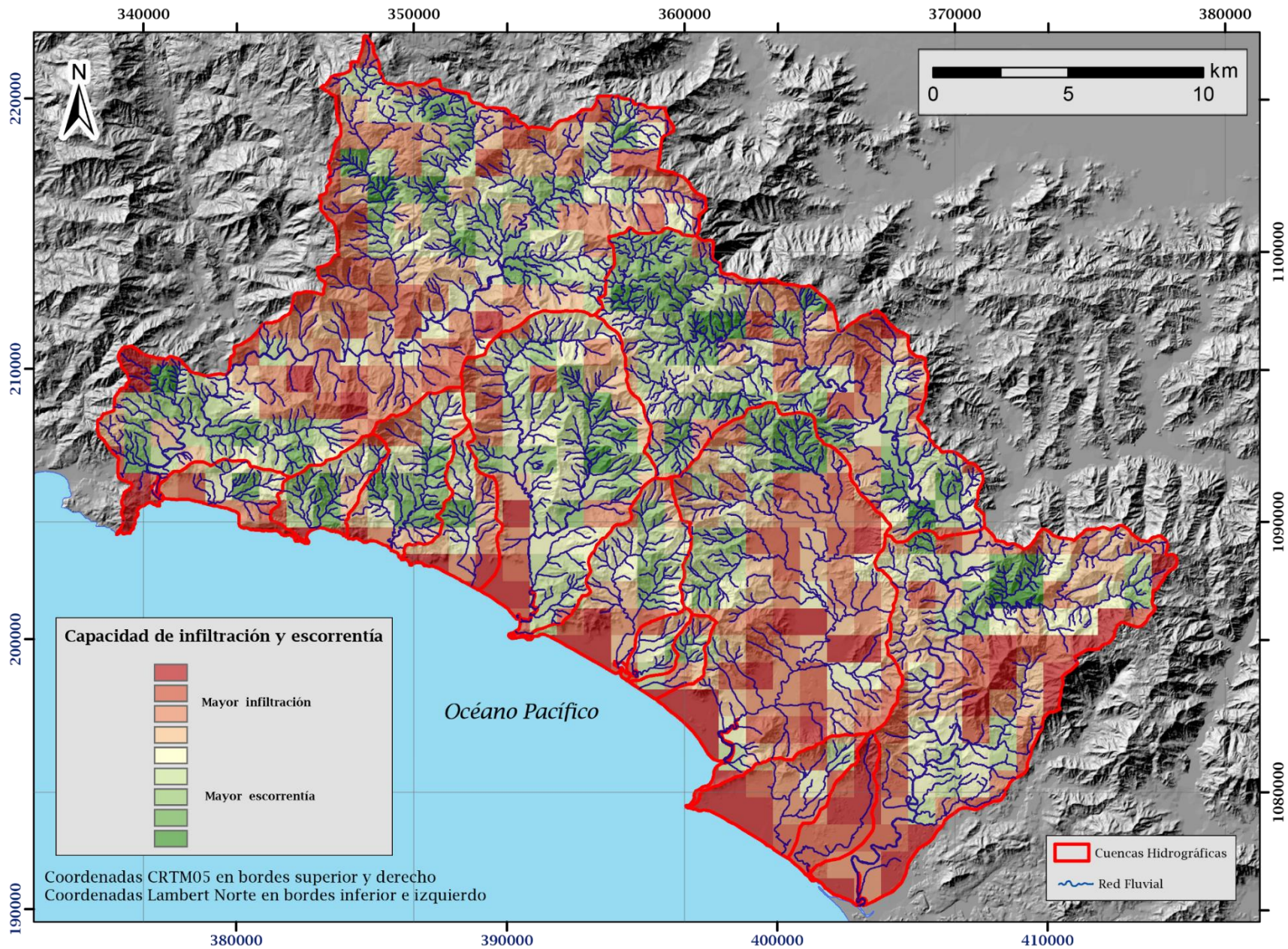
El mapa de la figura 22 muestra una combinación de los parámetros anteriores donde se identifica las zonas donde puede haber mayor infiltración que en este caso se observa que es en las zonas planas y donde existe mayor escurrimiento, esto según la densidad y frecuencia de drenajes, se localiza en las zonas montañosas del área de estudio. Este tema será ampliado en la sección de infiltración del balance hídrico de suelos.



**Figura 20.** Mapa de densidad de drenaje.  
Elaboración propia.



**Figura 21.** Mapa de frecuencia de drenaje.  
Elaboración propia.



**Figura 22.** Mapa de capacidad de infiltración y escorrentía según la densidad y frecuencia de drenaje.  
Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES

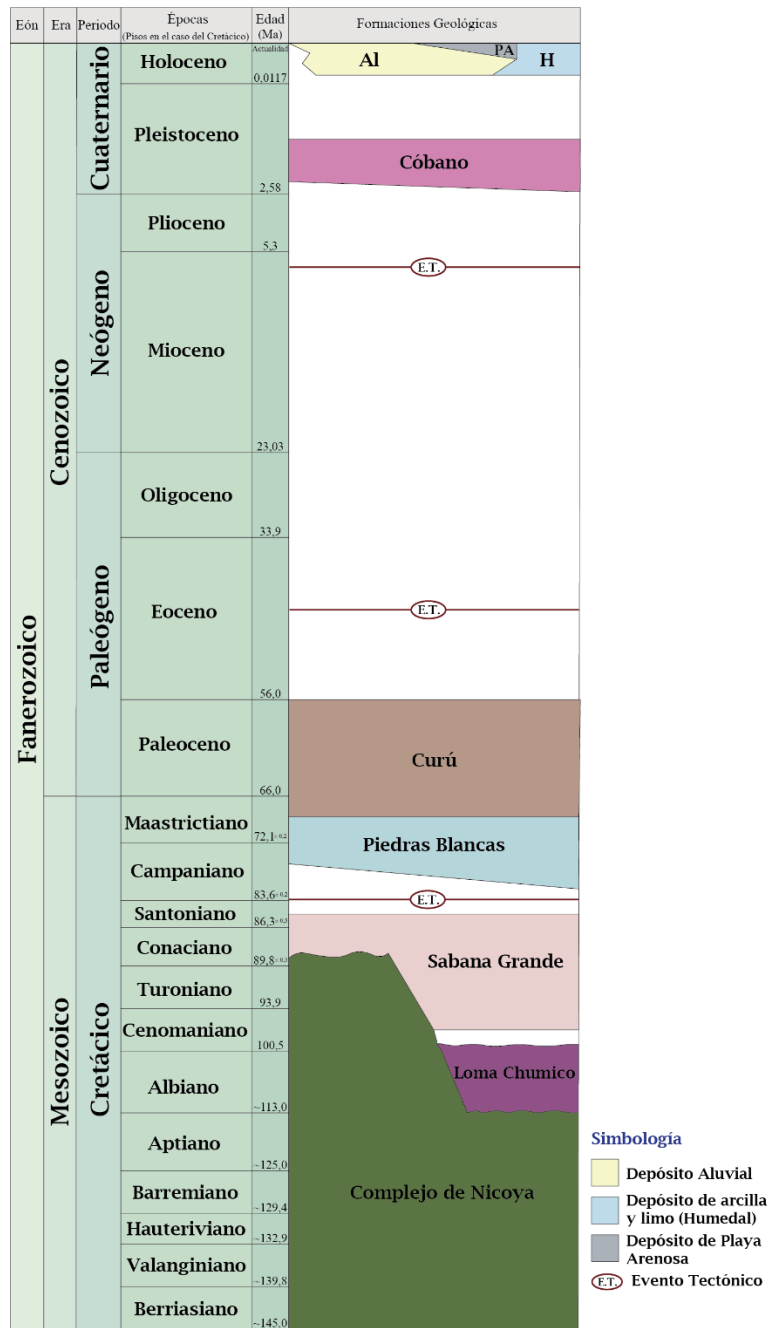
### 4.1 Geología regional

Geológicamente la zona sur del cantón de Nandayure se caracteriza por la presencia de: rocas volcánicas, basaltos principalmente del denominado Complejo de Nicoya las cuales se ubican principalmente en las zonas montañosas o de mayor elevación del área de estudio; sobreyaciendo las rocas del Complejo de Nicoya se tienen las rocas sedimentarias, las cuales afloran en las partes bajas, se incluyen: Loma Chumico, Sabana Grande, Piedras Blancas, Curú y Cóbano, en orden cronológico respectivamente. Todas estas unidades serán descritas a continuación. Además, existen depósitos recientes representados por depósitos aluviales, así como los depósitos de arcilla y limo ubicados en el humedal costero y los depósitos de playa arenosa ubicados principalmente en la zona costera del área y que fueron observados en el campo. La figura 23 muestra la columna estratigráfica regional de las formaciones geológicas.

#### 4.1.1 Complejo de Nicoya (Basaltos)

El primero en mencionarlo fue Sapper (1905), quien se refirió a las “*cuarcitas con jaspe y piedra eruptiva verde*” que afloran cerca de Sardinal; Romanes (1912), por su parte realizó una descripción de estas rocas; Sears (1919), indicó la complejidad estructural y los fenómenos de la alteración secundaria de estas rocas; MacDonal (1920), describió los basaltos del Complejo y los denominó “*Lavas de la Península de Nicoya*”; Roberts (1944), fue el primero en reconocer los basaltos elipsoidales y aglomerados de basaltos, que son las rocas más abundantes del Complejo y Dengo (1962), refiere en forma general a esta unidad como las rocas más antiguas que afloran extensamente en toda la Península de Nicoya. Kuijpers (1979), redefine estas rocas con el nombre de Complejo de Nicoya. En un inicio Dengo (1962), describe las rocas del Complejo de Nicoya como unidades de origen ígneo y sedimentario, donde los sedimentos son grauwacas macizas y compactas de color gris oscuro, ftanitas, lutitas afaníticas y calizas

silíceas afaníticas. Las rocas ígneas son coladas de basalto, aglomerados de basaltos e intrusiones de diabasa, gabro y diorita. Todas las rocas están muy plegadas y presentan metamorfismo incipiente, así como cloritización de los basaltos a lo largo de planos de cizalle.



**Figura 23.** Columna estratigráfica general del área de estudio. Modificada de Flores (2003) y Denyer et al. (2014).



. Y de forma general, Tournon (1984) y Wildberg (1984), describen la composición de esta unidad como una secuencia de afinidad oceánica de basaltos toleíticos masivos y en almohadillas, diques, brechas de hialoclastita, gabros, ferrogabros, picritas y plagiogranitos, incluyendo granófiros con hedembergita y ferrodolerita con fayalita. En esta secuencia se encuentran radiolaritas asociadas, que fueron depositadas en el fondo oceánico, pedernales, producto de acción hidrotermal y recirculación del sílice (Tournon, 1984 & Wildberg, 1984), Por su parte, Flores (2003), refiere las rocas asociadas a esta unidad como basaltos masivos y en almohadillas alterados e intensamente fracturados por vetas de calcedonia; intrusivos, diques y stocks de gabros y diabasas; lavas komatíticas enriquecidas en olivinos; brechas hialoclásticas, de almohadillas, volcaniclásticas y aglomerados volcánicos y pedernales con mineralizaciones de manganeso.

Denyer et al. (2014), describe dicha unidad como una secuencia de afinidad oceánica, compuesta por rocas ígneas, tanto volcánicas como intrusivas, radiolaritas conformando el basamento regional que son parte de una secuencia ígnea que constituyen el CLIP (*Caribbean Large Igneous Province*), el cual fue el evento magmático que abarcó la región Caribe, como resultado de la influencia de un punto caliente. Se analizaron y se dividieron en dicha referencia 5 unidades principales del Complejo de Nicoya, las cuales son: Complejo de Nicoya – Basaltos, Complejo de Nicoya – Radiolaritas, Intrusivo Potrero, Plagiogranito Ocotál y Komatitas Tortugal; sin embargo y para efectos de esta investigación solamente se describirá más adelante la unidad de basaltos.

Con respecto a la edad geológica, Dengo (1962), le asigna una edad Jurásico a Cretácico Inferior; Barr & Escalante (1969), por medio de método K/Ar obtuvieron edades de  $72 \pm 4$  m.a. para los basaltos en almohadilla; Tournon & Alvarado (1997), presenta microfauna del Cenomaniano – Turoniano; Sinton et al. (1997), reportan edades con  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de Turoniano a Coniciano Inferior en los basaltos y diabasas, y Campaniano Inferior basal en gabros y plagiogranitos. Alvarado et al. (1997), asigna Turoniano a dataciones radiométricas de  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  en lavas komatíticas de Tortugal. Hauff et al. (1999), con dataciones  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  en basalto en almohadillas de Playa Tambor obtienen

Cenomaniano Inferior y en un plagiogranito de Potrero Coniciano/Santoniano. Hoernle et al. (2004), presentan edades Berriasiano – Hauteriviano en basaltos. Denyer & Gazel (2009), restringen a las rocas oceánicas más antiguas que el Campaniano Inferior – Santoniano.

Dentro del área de estudio el Complejo de Nicoya aflora en las hojas Cerro Azul, Puerto Coyote, Río Arío y Venado. Esta sobreyacida inconformemente por las formaciones Loma Chumico, Sabana Grande, Berrugate, Barbudal, Piedras Blancas y Curú. La base de la Formación Chumico muestra un contacto concordante con las brechas asociadas al Complejo de Nicoya. Con respecto a los espesores de esta formación, Kuijpers (1979), reporta un espesor total mínimo de 490 m, sin embargo, Flores (2003), no descarta mayores espesores, Denyer & Arias (1991), mencionan un espesor mínimo de 1500 m.

Específicamente respecto a la unidad de basaltos, de acuerdo con Denyer et al. (2014), conforman el basamento regional y local. Esta unidad es la más abundante tanto en el complejo como en la península de Nicoya, así como en la zona de estudio. Según Alvarado (1984), los basaltos son elipsoidales (“*pillow lava*”) de origen subacuático y tienen un núcleo afanítico rodeado de capas concéntricas cloritizadas. Al meteorizarse, adquieren un aspecto arenoso. Por su parte Flores (2003), describe los basaltos como flujos de lavas masivas, estratificadas y en almohadillas, caracterizadas por presentarse mediana a altamente alterados; en algunos sitios se presentan intensamente fracturadas y cortadas con vetas de calcedonia, calcita y micrita. Denyer et al. (2014), los refieren como flujos de basaltos masivos, los cuales están cruzados por varias generaciones de fracturas y vetillas en su mayoría de zeolitas y algunas silíceas, también se encuentran estructuras de almohadilla y en ocasiones microalmohadilla. Las almohadillas muestran una corteza de hialoclastita fracturada, producto del enfriamiento y en cortes transversales se observan las fracturas radiales y una estructura concéntrica mostrando una mejor cristalización en la parte central y las brechas asociadas a los basaltos se formaron como autobrechas o como brechas de explosión de las almohadillas (Denyer et al., 2014).

Los basaltos toleíticos están compuestos por plagioclasa tipo labradorita, augita e hipersteno, son de textura fina, en general afíricos, todo en una matriz afanítica. Se presentan en vetillas de calcedonia, zeolitas, ópalo y rara vez de calcita (Denyer et al., 2014).

Esta unidad es parte del CLIP, correspondiente con un evento magmático regional intenso, originado cuando la Placa Farallón (antigua placa que posteriormente se fragmenta y da origen a las placas Nazca y Cocos), pasó por un punto caliente, quizás el de Galápagos y produjo intrusiones y derrames lávicos; esto causó el engrosamiento de la corteza, que, al continuar su viaje sobre la placa boyante, hoy compone el basamento del Caribe (Denyer et al., 2014).

#### **4.1.2 Formación Loma Chumico**

Se nombra formalmente por Astorga (1990), en alusión a la localidad de Loma Chumico en la hoja topográfica Matambú; Flores (2003), reafirma este como estratotipo. En la zona de estudio aflora en la hoja Cerro Azul en áreas muy reducidas.

Flores (2003), describe esta unidad de la base al techo compuesta por:

- Intercalaciones decimétricas a centimétricas de brechas y areniscas gruesas basálticas con areniscas finas y lutitas silíceas y bituminosas.
- Intercalaciones decimétricas a centimétricas de lutitas silíceas y bituminosas.

Los fósiles más comunes son amonites con edades de Albiano Superior (Azéma et al., 1978), radiolarios, fragmentos de peces, foraminíferos planctónicos y algas (Erlich et al., 1996; Schmidt-Effing, 1980).

Astorga (1987), menciona espesores de 600 m y Flores (2003), mide espesores máximos de 90 m en diferentes localidades. Esta formación sobreyace inconformemente a los basaltos, intrusivos y brechas del Complejo de Nicoya y discontinuamente por la Formación Sabana Grande (Flores, 2003).

Astorga (1987), menciona que su origen está asociado a una sedimentación pelágica, biogénica silícea, en la cual se desarrollaron períodos de sedimentación relativamente cortos, cíclicos en un ambiente anóxico (pelita bituminosa). Esta sedimentación es interrumpida ocasionalmente por la llegada de corriente de turbidez de

baja concentración o por depositación pelágica por floculación de polvo piroclástico, que se desarrolló sobre el piso oceánico, engrosado por el efecto de una amplia actividad volcánica submarina contemporánea (Astorga, 1990). Flores (2003), redefine esta formación separándola del Complejo de Nicoya, con base en su importancia sedimentológica, paleoambiental y cronoestratigráfica; y Flores et al, (2003), restringen su uso a los sedimentos silíceos y bituminosos del Albiano Superior.

#### **4.1.3 Formación Sabana Grande**

El nombre fue dado por Mac Donald (1920), al describir las “calizas silíceas de Sabana Grande”; Dengo (1962), la define formalmente indicando que se compone por calizas silíceas, ftanitas con radiolarios, duras y estratificadas en capas delgadas, lutitas silíceas, pedernal y lutitas claras. Debido a que estas rocas sedimentarias yacen disconformemente sobre el Complejo de Nicoya se asociaron a otra formación independiente. Astorga (1987), la describe como una depositación pelágica que ocasionalmente es interrumpida por el aporte de material terrígeno a través de corrientes de turbidez de baja concentración y de material tefrítico (cenizas).

Astorga (1987), basándose en la litología, rango de tiempo de su sedimentación y posición estratigráfica relativa divide este sistema en 3 diferentes unidades de depósitos pelágicos, 2 unidades basales con sedimentos silíceos y 1 superior con sedimentos carbonatados:

- *Unidad Silícea Inferior:* Pelitas silíceas, bituminosas y tobáceas alternantes. Sobreyace inconformemente los basaltos del Complejo de Nicoya, con un espesor de 600 m y edad de Cretácico Inferior (Albiano) a Santoniano Inferior. Sedimentación bajo ambientes anóxicos interrumpidos por la llegada de corrientes de turbidez de baja concentración.
- *Unidad Silícea Superior:* Pelitas silíceas con intercalaciones de pelitas tobáceas, arcillas brechosas, arenas turbidíticas y en menor proporción pelitas bituminosas. Sobreyace inconformemente el Complejo de Nicoya. Espesor variable de pocos metros hasta 50 m. Su edad es de Campaniano inferior. Sedimentación de origen pelágica.

- *Unidad Carbonatada*: Calcilutitas (margas y cretas) intercaladas con areniscas turbidíticas y pelitas tobáceas. Espesor variable desde decenas de metros hasta más de 800 m. Período de sedimentación de Campaniano Inferior/Media a Maastrichtiano.

Por su parte, Flores (2003), describe esta unidad compuesta por sedimentos pelágicos, hemipelágicos y turbidíticos del pre-campanianos, que se encuentran ampliamente distribuidos en la península de Nicoya. Se detalla la secuencia de la base al techo de la siguiente forma:

- Lutitas silíceas.
- Lutitas verdes cafés y verde grisáceas silíceas.
- Lutitas verdes grisáceas y café calcáreas.
- Calcilutitas parcialmente silicificadas (calizas silíceas).
- Intercalaciones decimétricas a centimétricas de areniscas medias y finas calcáreas.

Astorga (1987), considera la localidad tipo en el área de los alrededores del poblado de Sabana Grande al NW de Nicoya y Flores (2003), propone el cerro Jesús ubicado en el extremo sur de la fila con el mismo nombre. El espesor observado es de 180 m aproximadamente en el sector norte de los cerros de la Rejoya Oscura y 250 m al norte del Cerro Obispo (hoja Matambú). En el área de estudio de la presente investigación esta unidad aflora en las hojas Cerro Azul, Río Arío y Venado.

Con respecto a la edad, Dengo (1962), indica que posiblemente pertenezca al Senoniano o más antigua, con base en su posición stratigráfica bajo la Formación Rivas (Curú). Por su parte, Flores (2003) y Bandini et al. (2008), le asignan una edad probable de Coniciano – Campaniano. Denyer et al. (2014), consideran un rango de edad de Cenomaniano al Santoniano. Esta Formación sobreyace inconformemente a basaltos, intrusivos y brechas del Complejo de Nicoya, con contactos discordantes erosivos por fallas. Está sobreyacida discontinuamente por sedimentos del Coniciano de la Formación Nambí, del Campaniano de la Formación Piedras Blancas y del Maastrichtiano de la Formación Curú (Flores, 2003); y de forma discordante por la Formación Puerto Carrillo que se extiende de Campaniano al Maastrichtiano (Denyer et al., 2014).

#### 4.1.4 Formación Piedras Blancas

Anteriormente esta unidad era reconocida como caliza de la Formación Rivas (Dengo, 1962), Unidad Cuajiniquil (Protti, 1981), Formación Caliza Pelágica Golfito (Baumgartner et al, 1984) y Miembro Lutita Calcárea Punta Blanca de la Formación Sabana Grande (Astorga, 1987).

Está compuesta por calcilutitas blancuzcas y rojizas con intercalaciones de areniscas medias a finas rojas y gris-carbonatadas, ligeramente silíceas (Flores et al., 2003). Flores (2003), define esta Formación con sedimentos hemipelágicos ricos en *Globotruncanas* del Cretácico Superior y Flores et al. (2003), mencionan que representa un horizonte correlacionable a nivel mundial, producto de uno de los Eventos Oceánicos Óxicos (OOEs), ocurrido en el mar de Thetys (Hu et al. 2005). Esta unidad evidencia una sedimentación carbonatada hemipelágica (Denyer et al., 2014), que se le asigna la edad Campaniano Superior terminal hasta el Maastrichtiano Inferior basal (Robaszynski & Caron, Foraminifères pladtoniques du Crétacé Commentaire de la zonation Europe-Méditerranée, 1995), esto con base en dataciones micropaleontológicas que muestran una fauna de foraminíferos planctónicos de la zonación de *Globotruncanas* (Flores, 2003; Robaszynski et al., 1984).

De la base al techo Flores (2003), señala la siguiente secuencia:

- Intercalaciones de areniscas medias a finas rojas carbonatadas.
- Intercalación centimétrica de calcilutitas rojas.
- Intercalación centimétrica a decimétricas de calcilutitas blancas.
- Areniscas gruesas a medias grises.

El espesor máximo observado por Flores (2003), es de 35 m en un afloramiento del cerro Sombrero (fuera del área de estudio). La secuencia se presenta con estratificación de centimétrica a decimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular y se presentan de leve a moderadamente plegados, principalmente en áreas cercanas a grandes estructuras tal como la falla Uvita (Flores, 2003). La localidad tipo según Flores (2003), es un corte de carretera entre los poblados de Uvita y Guaria, en la parte alta del cerro Piedras Blancas, en la hoja Matambú. Con respecto a la zona de interés, esta unidad se encuentra dentro de las hojas Cerro Azul, Río Arío y Venado.

Esta Formación sobreyace inconformemente a las rocas asociadas al Complejo de Nicoya; discontinuamente a los sedimentos de la Formación Sabana Grande por medio de un contacto erosivo (Flores, 2003). Este mismo autor describe que, el contacto inferior con los sedimentos turbidíticos de la parte superior de la Formación Nambí es transicional. En la hoja Río Arío se observa un contacto relativamente brusco, que corresponde con una discontinuidad regional (Denyer et al., 2014). Y, además es sobreyacida discordantemente por el Miembro Quebrada Pavas de la Formación Curú con un contacto erosivo (Flores et al., 2003).

#### **4.1.5 Formación Curú**

Llamada anteriormente Rivas (Zoppis & Del Giudice, 1958; Dengo, 1962; Lundberg, 1982; Rivier, 1983), redefinida por Astorga (1987), como Formación Curú compuesta por sedimentos que consisten en mezclas de arenas y lodos de variable porcentaje y en menor proporción gravas. Astorga (1987) lo divide en tres tipos de depósitos sedimentarios principales:

- A. Los depósitos de turbiditas de planos de cuenca, los cuales están conformados por alternancias rítmicas de areniscas y lutitas de estratificación muy delgada a media y por intercalaciones irregulares y ocasionales de turbiditas arenosas de estratificación gruesa.
- B. Depósitos de complejos lobulares referidos a la depositación de flujos turbulentos (arenosos) de alta concentración y divididos en dos tipos básicos de depósitos: los depósitos de lóbulos de areniscas y los depósitos de turbiditas interlóbulo.
- C. Los depósitos canalizados progradantes relacionados con series de facies de grano grueso, que son generados por la depositación de flujos turbulentos de gravas, arenas y lodos en alta concentración que sobrepasan al área de desembocadura del cañón submarino y progradan como canales de distribución.

Astorga (1987), describe la composición como mezcla de arena y lodo en proporciones variables y algo de gravas caracterizado por la abundancia de feldespatos, magnetita y de minerales ferromagnesianos y la carencia de cuarzo; hacia el techo la composición cambia paulatinamente de basáltica a andesítica. Se presentan 5 facies:

flujos turbulentos lodo-arenosos, flujos turbulentos arenosos, flujos turbidíticos retrabajados, flujos turbulentos gravosos y flujos de escombros. Flores (2003), detalla la composición de esta formación de la base al techo de la siguiente forma:

- Areniscas medias a gruesas, grises con lentes de conglomerados.
- Intercalaciones centimétricas de lutitas calcáreas.
- Intercalaciones centimétricas de lutitas café y areniscas finas gris verdosas.
- Conglomerados y calcarenitas.
- Intercalación decimétricas de areniscas medias gris café

Dentro del área de estudio, esta formación aflora en las hojas topográficas Cerro Azul, Río Arío y Venado (Denyer et al., 2014). La localidad tipo se presenta fuera de la zona de interés, en los acantilados de Punta Curú en la hoja Tambor (Astorga 1987), y en la base del cerro Arena en la hoja Talolinga (Flores, 2003). Presenta un espesor promedio según Astorga (1987), de 1500 m (mínimos de 600-800 m, máximos de 2500 m) con una edad de Maastrichtiano Medio /Superior a paleoceno Superior basal. Flores (2003), propone un espesor máximo de 800 m.

Según Flores (2003), esta formación sobreyace discordantemente a las Formaciones Loma Chumico, Nambí y Piedras Blancas con contactos erosivos y tectónicos; y está sobreyacida concordantemente por la Formación Descartes y discordantemente por la Formación Barra Honda. Para Denyer et al., (2014), sobreyace discontinuamente a las formaciones Piedras Blancas, Santa Ana, San Buenaventura y esta sobreyacida concordantemente por la Formación Descartes y la Formación Arío. La Formación Barra Honda se observa sobreyaciendo en contacto lateral. El contacto con la Formación Descartes es transicional, mientras que con la Formación Barra Honda se presenta por medio de una discordancia angular.

#### **4.1.6 Formación Cóbano**

Se propone el nombre de Formación Cóbano para designar los sedimentos de origen continental que afloran al W-NW del poblado de Cóbano; esta aflora en la zona de estudio en las hojas Puerto Coyote y Río Arío (Denyer et al., 2014).



Su descripción se refiere a depósitos de abanicos aluviales y terrazas conformados por conglomerados, con clastos volcánicos del Complejo de Nicoya, pedernales rojos y amarillos, en una matriz arenosa o arcillosa de colores rojizos; el estratotipo de esta unidad se encuentra en los cortes de camino, entre las localidades de Cóbano y San Ramón en la Hoja Arío (Denyer et al., 2014). Los autores reportan una columna en la localidad tipo de 4,8 m donde se detalla su estratigrafía típica.

Estos depósitos son el resultado de un fuerte proceso de erosión y de la denudación de las rocas del Complejo de Nicoya y de la cobertura sedimentaria paleógena, durante un periodo de tiempo que posiblemente acaecieron durante el final del Plioceno e inicios del Pleistoceno; así como al levantamiento de la región que favoreció la depositación de materiales gruesos, la alteración y la denudación (Denyer et al., 2014).

Esta Formación estratigráficamente se encuentra sobreyaciendo a la Formación Montezuma, aunque en algunos afloramientos parece existir una transición lateral entre las formaciones Montezuma y Cóbano, típico de un ambiente de transición marino – continental (Denyer et al., 2014). Además, se puede correlacionar con unidades geológicas tales como las formaciones Esparza y El Tigre (Denyer et al., 2003).

## **4.2 Tectónica regional**

La península de Nicoya ha sido una de las regiones de Costa Rica más estudiadas, esto debido a su geología y todos sus componentes (edad, génesis, ubicación) así como por los procesos tectónicos que han afectado a gran parte de esta zona por su posición geoestructural con respecto a la Fosa Mesoamericana donde es subducida la placa de Cocos bajo la placa del Caribe. Denyer et al. (2014), divide la deformación ocurrida en la península en dos grandes procesos, la tectónica en las rocas de afinidad oceánica del Complejo de Nicoya (paleotectónica) y la deformación posterior al emplazamiento del basamento de afinidad oceánica que afectaron a las rocas que lo cubren (neotectónica).

### 4.2.1 Paleotectónica

Denyer et al. (2014), consideran tres fases tectónicas principales de manera general en toda la península de Nicoya, estos se definen como Eventos Tectónicos (EV) y se pueden observar cronológicamente en la columna estratigráfica regional del área de estudio de la figura 23. A continuación, se describen las fases tectónicas principales.

#### 1) *Fase Santoniano terminal hasta inicios del Campaniano*

Corresponde con el límite superior del Complejo de Nicoya (Kuijpers, 1990; Baumgartner et al., 1984; Gursky, 1988; Astorga, 1992; Sprechmann et al., 1994; Chinchilla, 1998; Denyer & Alvarado, 2007) con dirección de compresión cercana al N – S (DeBoer, 1979; Baumgartner et al., 1984; Astorga, 1992; Sprechmann et al., 1994; Denyer et al., 2014) la cual produce un levantamiento regional que permite la erosión subaérea del Complejo de Nicoya. Esta fase coincide con movimientos regionales entre las placas, que desplazaron las masas continentales de América del Norte y del Sur (Denyer et al., 2014).

#### 2) *Fase Eoceno Medio*

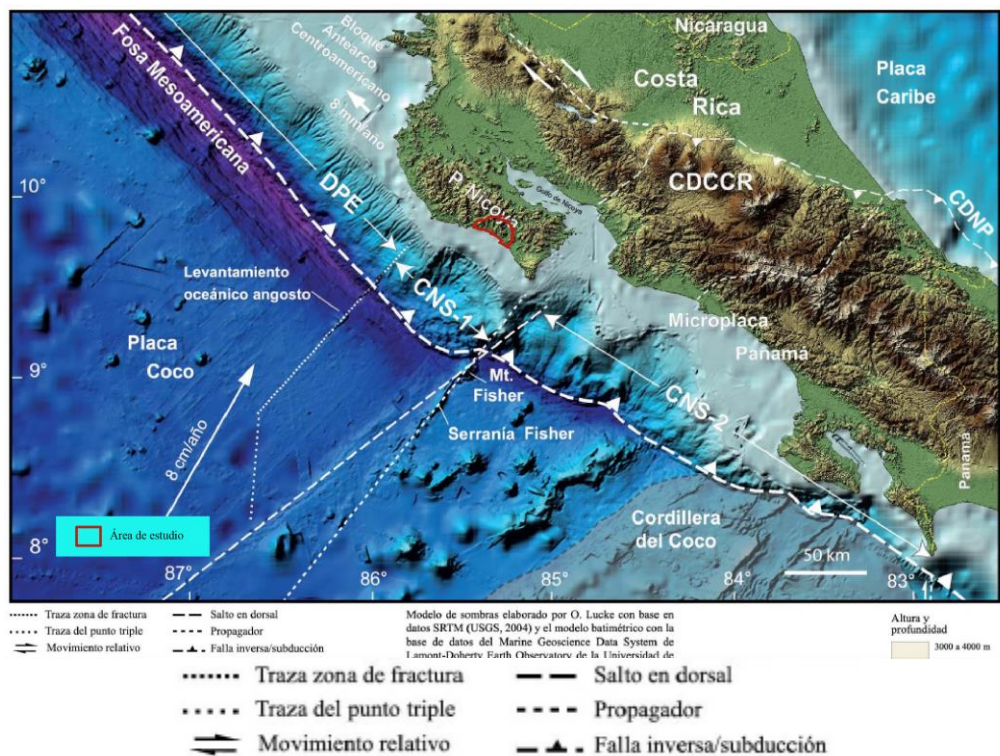
En el Eoceno Medio termina la predominancia de depósitos pelágicos y turbidíticos, y se produce un evento tectónico que causó desprendimientos, deslizamientos y deformación caótica por gravedad de la parte superior de la secuencia oceánica y un levantamiento drástico, que a su vez dio origen a una depositación nerítica carbonatada discordante en grandes áreas (Baumgartner et al., 1984). Astorga (1992); Sprechmann et al. (1994) y Chinchilla (1998) concuerdan que este evento tiene dirección de compresión SW – NE. Además, Denyer et al. (2014) consideran que durante este evento ocurrió la mayoría del plegamiento y basculamiento de la península de Nicoya que en varios sectores tuvo dirección N – S.

### 3) Fase Mioceno Superior

En el Mioceno Superior hubo una compresión regional afectando a las rocas ya deformadas en el Eoceno Superior y además provocó la deformación de nuevas unidades (Denyer et al., 2014), estos mismos autores consideran que la compresión tuvo una dirección NNE – SSW.

#### 4.2.2 Neotectónica

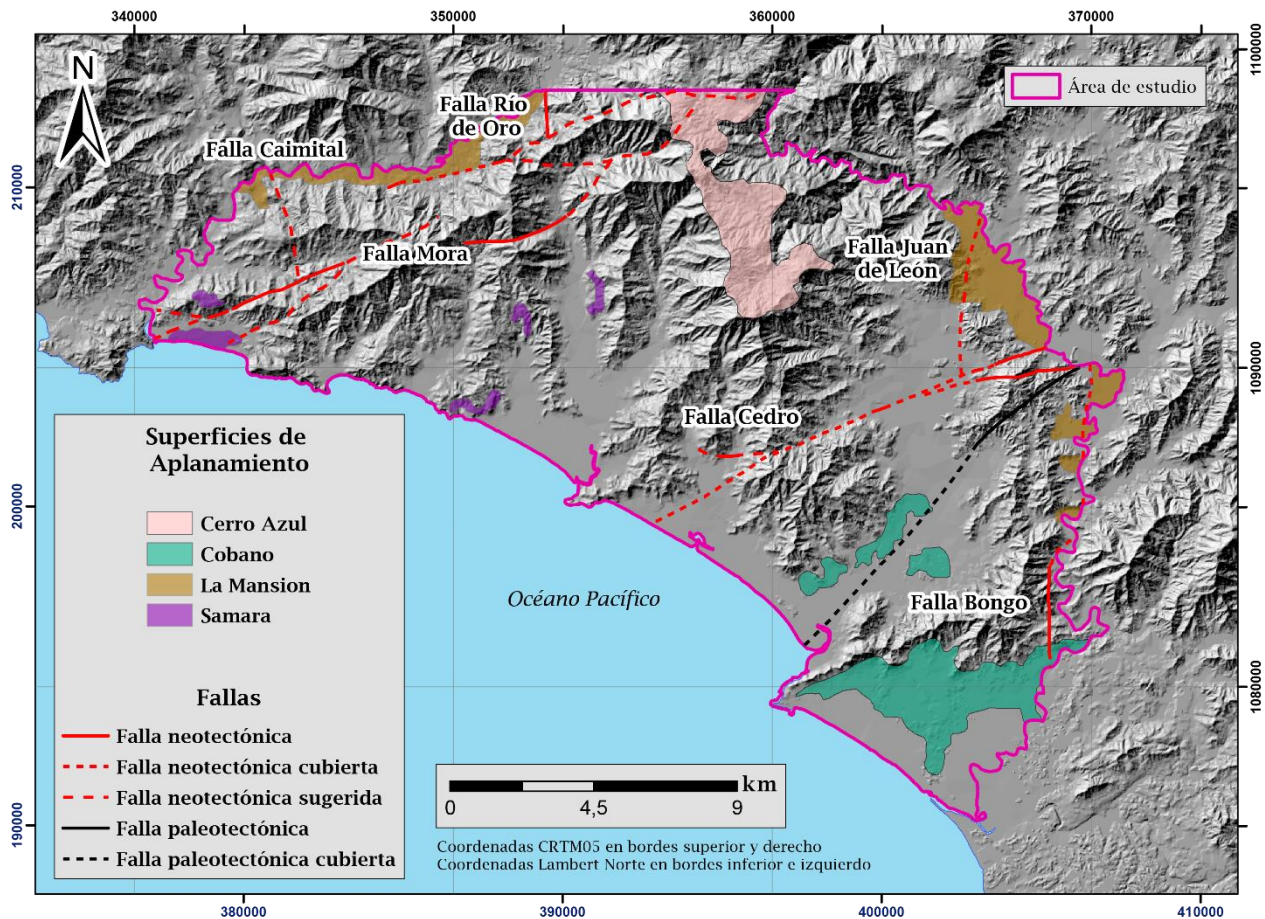
El área de estudio se encuentra en la zona suroeste de la Península de Nicoya, y bajo esta costa se subduce el primer precursor de la corteza oceánica formada en la dorsal entre las placas Coco y Nazca denominada CNS-1 con una edad entre 22,5 y 22,0 millones de años (Barckhausen et al., 2001). Esta zona limita al NW con una serranía oceánica angosta en Punta Guiones y a la zona sur por la serranía de Fisher (Denyer et al., 2014) como lo indica la figura 24.



**Figura 24.** Mapa de morfología terrestre y marina de Costa Rica. Modificada de Denyer et al. (2014).

Para Hare & Gardner (1985), hay un elemento geomórfico relevante en la península de Nicoya llamada superficie de aplanamiento Cerro Azul, el cual corresponde con una antigua superficie de erosión formada cerca del nivel del mar durante un largo periodo de estabilidad tectónica (pudo comprender el Mioceno Temprano al Medio); que luego comenzó a ser levantada durante un periodo indeterminado hasta alturas de 700 m, lo cual renovó el ciclo geomórfico y desarrolló un nuevo patrón de drenaje. Además, superficies de aplanamiento más recientes se localizan cerca de la costa pacífica a alturas comprendidas hasta 100 – 200 m sobre el nivel del mar, como la superficie de erosión de Cóbano al sur de la península, la cual se sugiere fue formada durante el ascenso del nivel del mar que culminó hace unos 120 000 M.a (Sak et al., 2009). Dentro del área de estudio se pueden observar las superficies de aplanamiento de Cerro Azul, Cóbano, Sámará y La Mansión, como lo muestra la figura 25; así como las fallas presentes, las cuales se detallan a continuación según Montero & Denyer, (2011).

- *Falla Caimital*: De rumbo predominantemente NNW con desplazamiento dextral; esta falla de ~35 km de longitud, es la causante de un descabezamiento del Paleorío Grande (fuera del área de estudio) provocando que este se dividiera en dos brazos. La superficie Cerro Azul sugiere estar desplazada por la altitud observada en algunos sectores donde muestra el levantamiento. Al sur de la falla termina contra la falla Mora que es donde se observa en el área de estudio, cerca del poblado de San Martín.
- *Falla Juan de León*: Ubicada al NE del área de estudio pasando por Jabillos; es una falla dextral de ~15 km de longitud con rumbo NNE que corta las estribaciones E de la fila Balsa (fuera del área), mostrando morfologías bien conservadas, como abanicos desplazados, quebradas desviadas, adaptadas y descabezadas, lo que sugiere actividad reciente. Al S parece terminar contra la falla Cedro.
- *Falla Río de Oro*: Localizada al W de Carmona, falla dextral de rumbo N-S y de ~12 km de longitud; presenta una expresión morfotectónica bastante prominente. En el área de estudio se observa hacia el N cerca al poblado La soledad, que se sugiere termina contra la falla Mora, aunque no se descarta que continúe más al sur.



**Figura 25.** Superficies de aplanamiento y sistemas de fallas del área de estudio. Modificada de Montero & Denyer (2011).

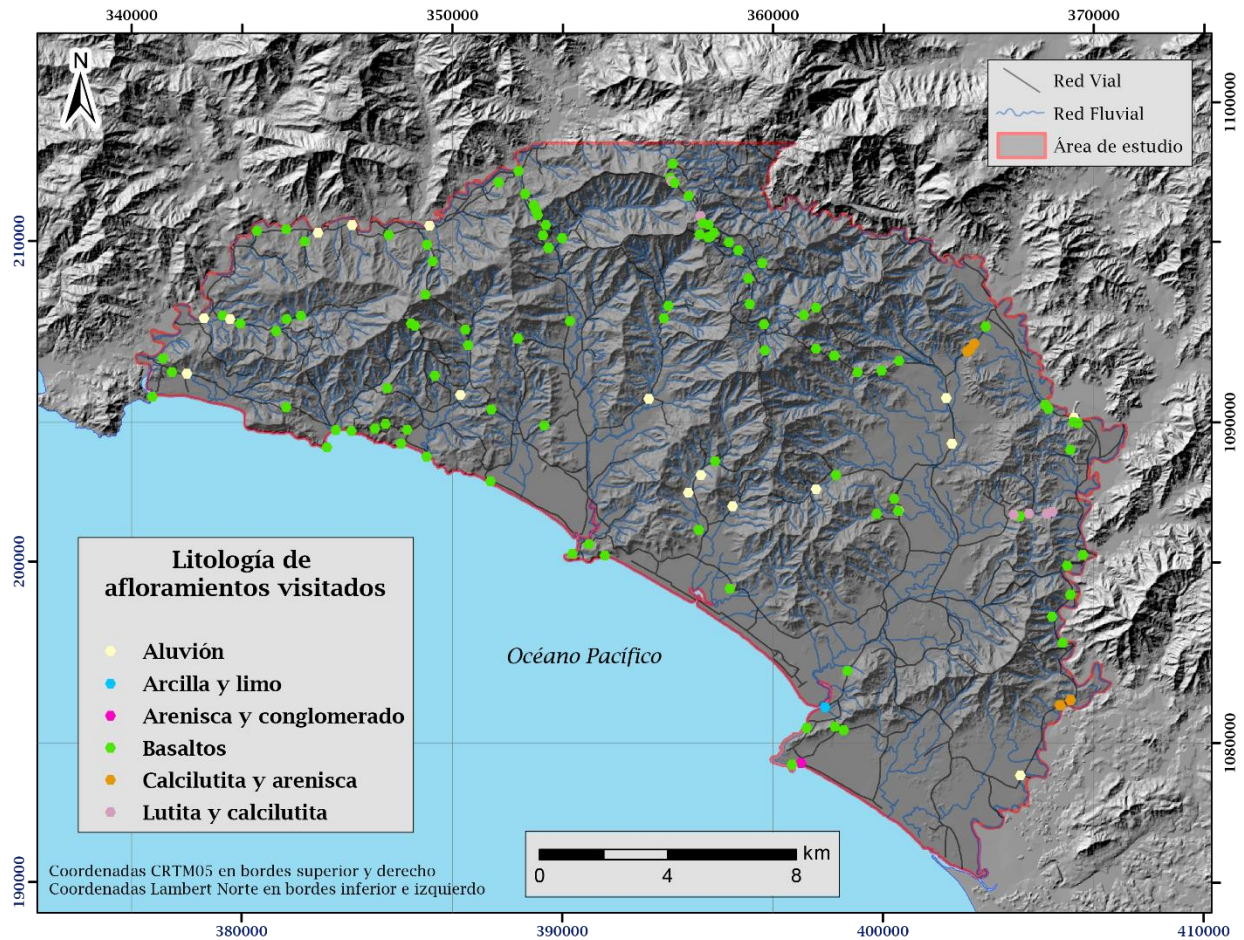
- Falla Mora*: De rumbo ENE con desplazamiento sinistral, se extiende por más de 32 km entre Puerto Carrillo (al W del área de estudio) hasta terminar al E contra la falla Juan de León. Sobre las estribaciones de la margen izquierda del río Mora, se distingue por una serie de contraescarpes alineados. Al cruzar la fila Mora, la falla pierde prominencia y se subdivide en varias trazas. El ramal sur muestra valles lineales, origina desvíos izquierdos tanto al cruzar el río Bejuco, como los bordes del valle. Al cruzar la superficie Cerro Azul sugiere desvíos izquierdos de la misma, como ocurre en el sector de Bajo Mora, donde también se observan desvíos en quebradas.

- *Falla Bongo*: Esta falla dextral de más de 25 km de longitud tiene un rumbo NNW a NNE extendiéndose al N a lo largo de dos ramales hasta la falla Cedro, a la cual no parece cruzar o desplazar. Al cruzar al sur la superficie de aplanamiento de Cóbano se divide en un par de trazas que limitan una nueva zona de transtensión. En el área de estudio la falla se encuentra en el margen SE de la zona cerca de las localidades de Zapote y el Triunfo.
- *Falla Cedro*: Esta falla de desplazamiento sinistral inverso se inicia al W cerca de playa San Miguel en la costa pacífica (dentro del área de estudio) y se extiende hasta playa Lorenza (fuera del área de estudio) en el lado oriental en un rumbo ENE a WNW. La extensión W de la falla se infiere con base en dos evidencias. La primera es un desvío izquierdo de las curvas de nivel que definen el pie de los cerros Millal al N y Jabilla al S. La segunda son posibles desvíos izquierdos en el río Jabillo y en una quebrada contigua al E, cerca del valle del río Millal.

### **4.3 Geología Local**

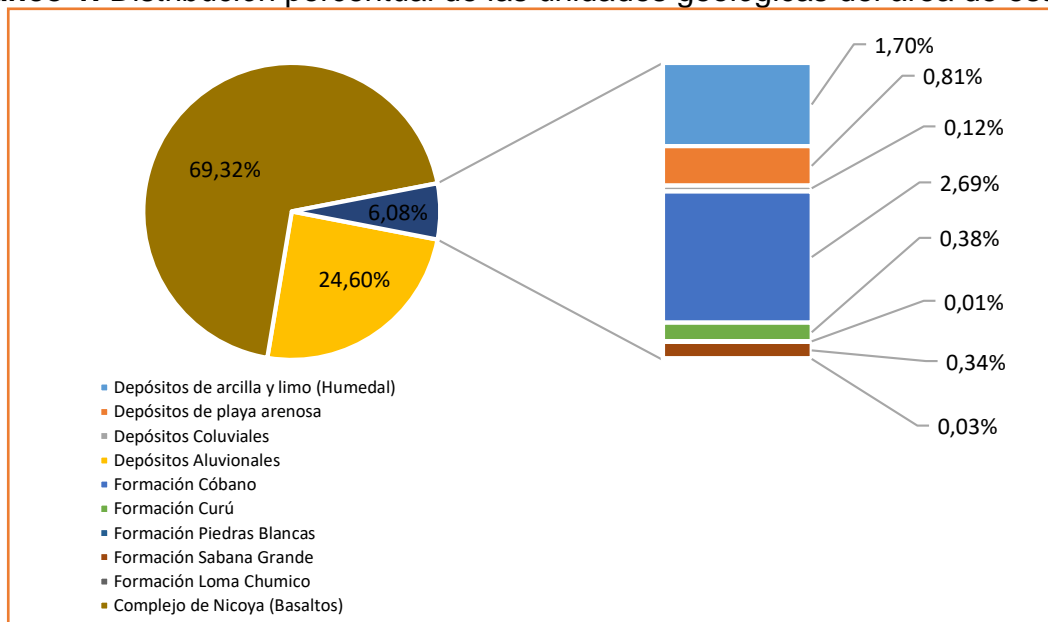
Para la geología local del área de estudio se toma como base el mapa geológico de la Península de Nicoya de Denyer et al., (2013), recopilado de las hojas Cerro Azul, Puerto Coyote, Venado y Río Arío; a partir de este se realizan giras de campo para la comprobación de la geología donde se visitaron 116 afloramientos abarcando la mayoría del área. Con este levantamiento de datos se genera el mapa de afloramientos de la zona de estudio (figura 26); al ser un área amplia, no se muestran los afloramientos como tal, para una mayor facilidad de lectura se presenta la ubicación de los sitios visitados con la litología observada al campo.

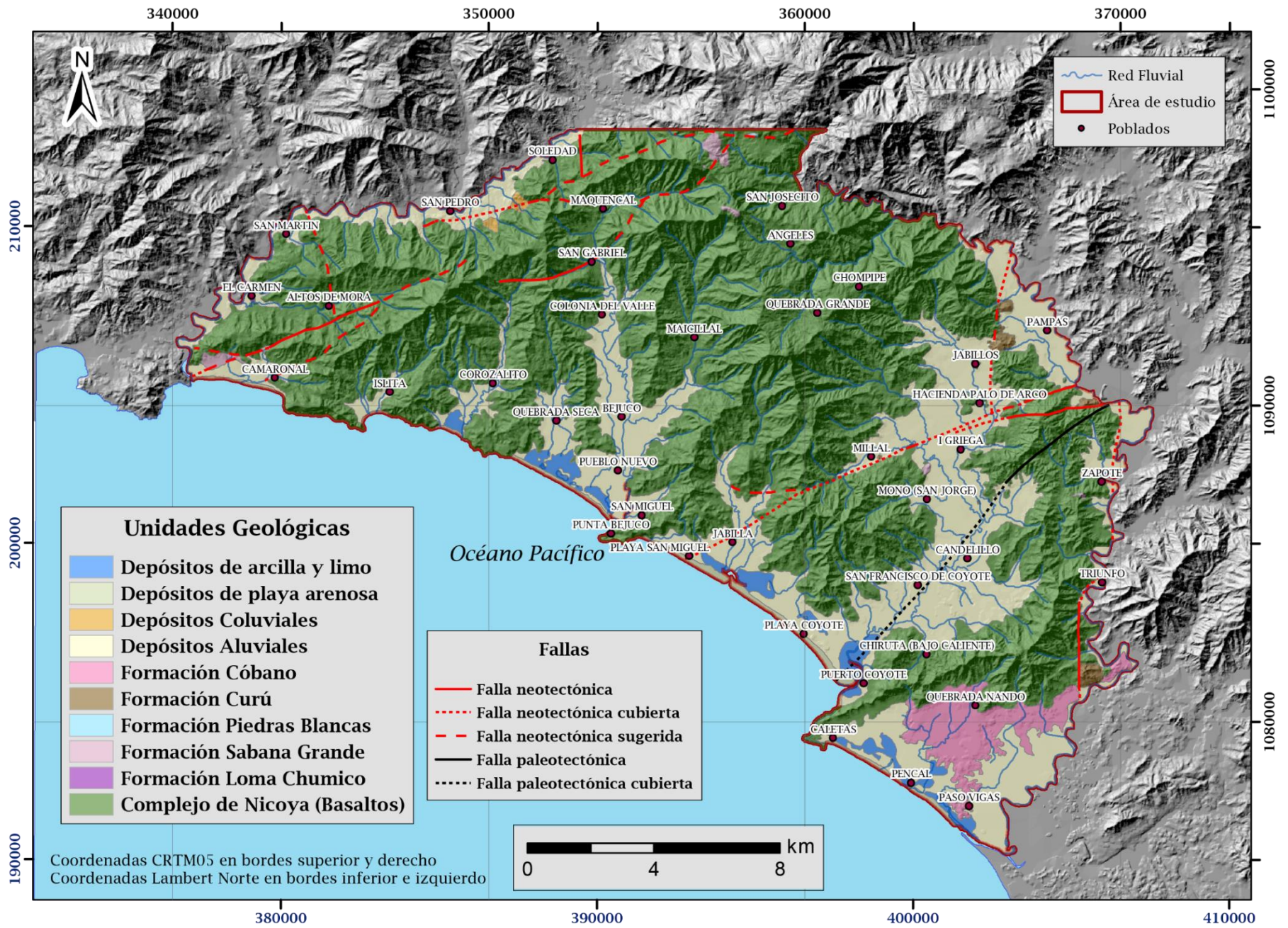
Además, en el gráfico 1 se representa la distribución porcentual de cada una de las formaciones geológicas del área de estudio y se observa la predominancia de los basaltos del Complejo de Nicoya y de los Depósitos Aluviales y en la figura 27 muestra la distribución de las unidades geológicas que resultan de esta investigación.



**Figura 26.** Mapa de afloramientos zona sur del cant3n de Nandayure.  
Elaboraci3n propia

**Gráfico 1.** Distribuci3n porcentual de las unidades geol3gicas del 1rea de estudio.





**Figura 27.** Mapa geológico de la zona sur del cantón de Nandayure. Modificado de Denyer et al. (2013) con base en trabajo de campo.



#### **4.3.1 Basaltos del Complejo de Nicoya**

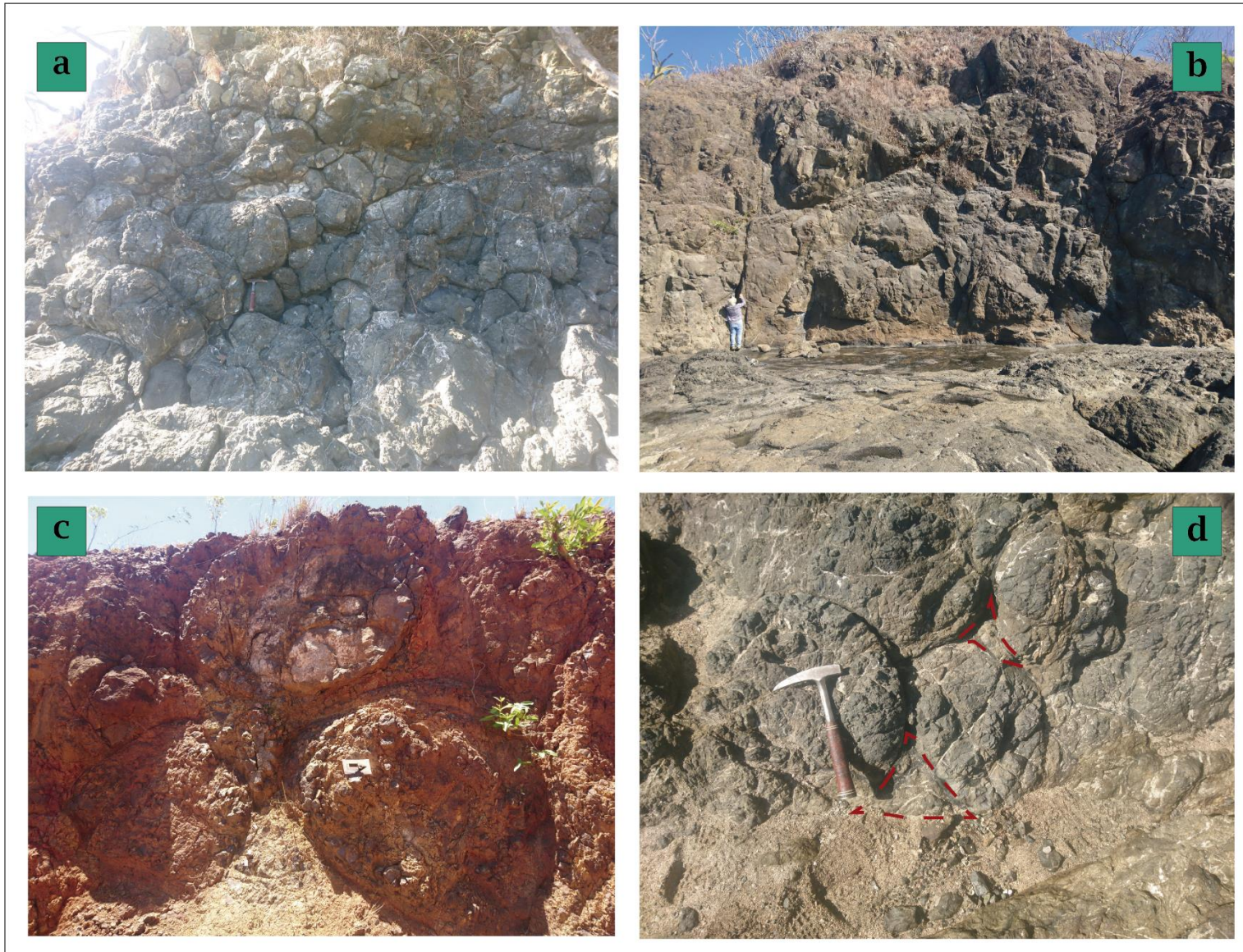
La unidad de basaltos relacionadas al Complejo de Nicoya constituye el basamento local, cubre 234,70 km<sup>2</sup> en la zona de estudio, indicando un 69,32% del total del área (gráfico 1). Se localiza principalmente en las zonas altas y montañosas, por ejemplo, en los sectores de Maicillal, Maquencal, San Gabriel y Los Ángeles esto hacia el Norte (figura 27); sin embargo, también se encuentran en las puntas costeras rocosas como es el caso de Punta Islita, Punta Camaronal, Punta Bejuco y Punta Caletas, además de los acantilados como el de Playa Islita y en las plataformas rocosas como en el caso de Playa Corozalito hacia el Oeste del área.

Las mejores exposiciones de basaltos afloran de dos formas, la primera y la más común con aspecto masivo (figuras 28 (a) y (b)), afloramientos de aproximadamente 30 a 40 m de altos, gris en zonas con superficies sanas (figura 28 (c)) que se tornan color café – verdoso por efecto de la meteorización; a estas rocas se les puede observar fracturas en diferentes direcciones (figura 28 (d)), probablemente resultado de la tectónica regional y local. La segunda forma de encontrar este tipo de roca es en estructura de almohadilla, en taludes de 20 a 30 m de altura aproximadamente (figura 29 (a)), de igual manera los sectores con menos exposición a la meteorización son gris – café (figura 29 (b)) y la alteración se tornan café – anaranjado (figura 29 (c)); del mismo modo presentan fracturas debido a los esfuerzos tectónicos imperantes en la zona; además, con meteorización esferoidal como es característico (figura 29 (c)) y en algunos casos se observan hialoclastitas (figura 29 (d)) producto de la rápida solidificación de la lava en medios acuáticos, que da como resultado un vidrio con materiales amorfos que es frecuente encontrar en el espacio que queda entre las almohadillas (Gutiérrez, 2008).



**Figura 28.** Afloramientos de basaltos masivos.

(a): Aspecto masivo en Río Mora (344831,68/1093229,83), (b): Aspecto masivo en Punta Coyote (361051,69/1080473,22), (c): Zonas con superficie sana en Río Ciego (358201,04/1088794,38), (d): Fracturas rellenas diferentes direcciones en Punta Coyote (361051,69/1080473,22).

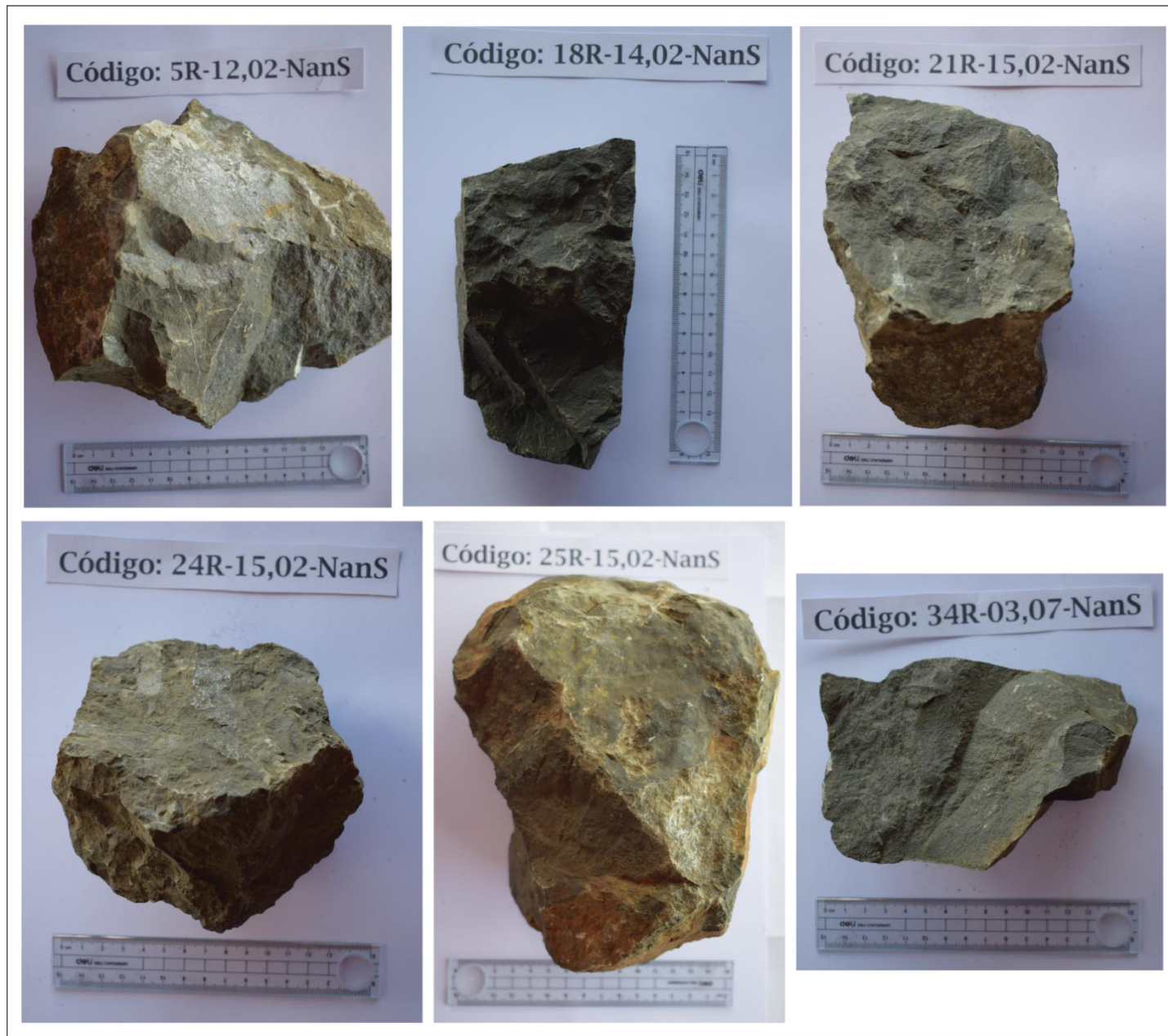


**Figura 29.** Afloramientos de basaltos en almohadillas.

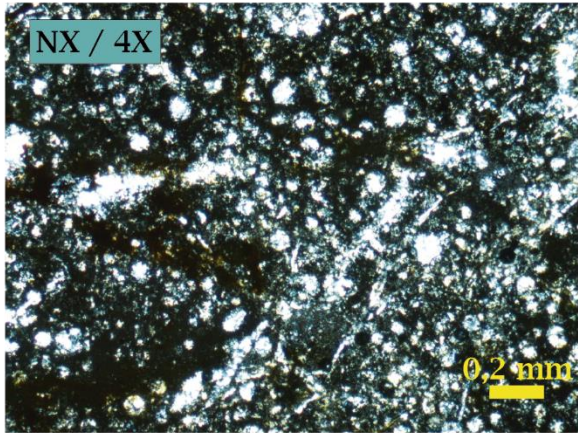
(a): Estructura de almohadillas en Punta Islita (346098,69/ 1089228,15), (b): Estructuras de almohadillas con menos exposición a la meteorización en plataforma en Corozalito (349205,95/ 1088942,63), (c): Alteración y meteorización esferoidal en las estructuras en almohadillas hacia el norte de Corozalito (350403,32/ 1092899,27), (d): Hialoclastitas en Punta Islita (346098,69/ 1089228,15).

Las muestras recolectadas se describen como rocas masivas en bloque, en condición sanas son gris a gris claro y en superficies de meteorización café claro, amarillo - verdoso, café - amarillento y café – anaranjado. Se pueden observar plagioclasas (30% - 40%) y minerales ferromagnesianos color negro redondeados (10% - 15%) en una matriz afanítica. La mayoría de las rocas presentan fracturas rellenas de vetas que no reaccionan a la vista al HCl (10%). En la figura 30 se observan algunas de las muestras recolectadas; la descripción de cada una se presenta en el Anexo I.

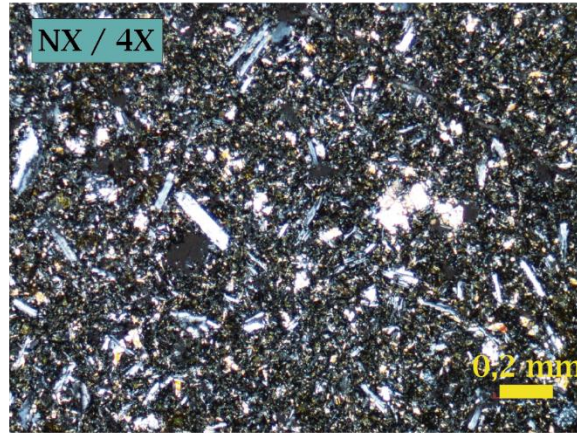
Microscópicamente corresponden con basalto con textura hipocristalina hasta holocristalina, porfirítica con fenocristales de plagioclasa (25% - 40%), comúnmente idiomórficas a hipidiomórficas, con cristales de augita (5% – 10%) xenomórficos y en algunos casos presenta olivino (1% - 3%); en una matriz (60% - 70%) de textura intersertal o intergranular compuesta de microlitos de plagioclasa y augita (figura 31 con los códigos 10R, 19R y 21R), ocasionalmente presenta minerales opacos como mineral accesorio. En algunas muestras presentan 1% a 2% de fenocristales en una matriz de 98% holocristalina (Figura 31 con los códigos 8R y 18R). Las descripciones detalladas, así como sus respectivas fotografías se presentan en el Anexo II.



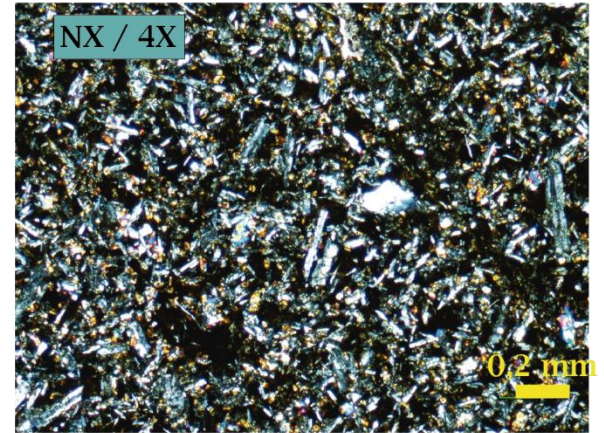
**Figura 30.** Fotografías de algunas de las muestras macroscópicas de basaltos del área de estudio con su respectivo código.



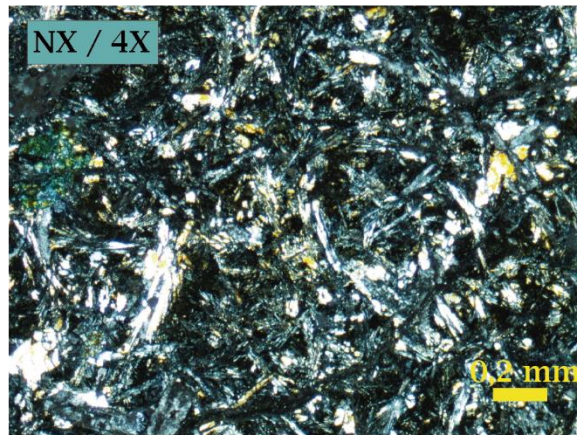
8R-13,02-NanS



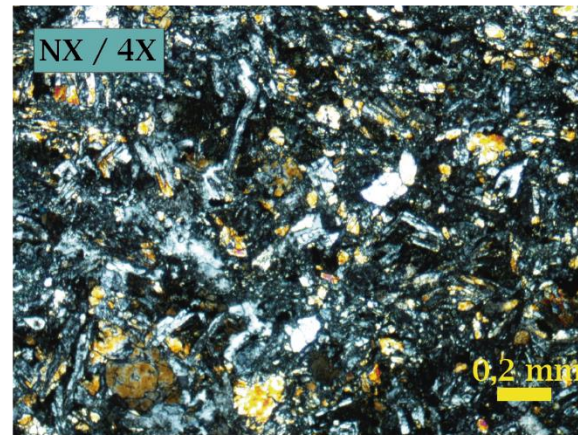
10R-13,02-NanS



18R-14,02-NanS



19R-14,02-NanS



21R-15,02-NanS

**Figura 31.** Fotografías de las secciones delgadas de algunas de las muestras recolectadas de basaltos. Aumento 4X y en Nícoles Cruzados (NX), su respectivo código de muestra en la parte inferior de cada foto.

#### 4.3.2 Lutitas de la Formación Curú

En el área de estudio, esta unidad cubre 1,29 km<sup>2</sup>, lo que equivale a 0,38% del total; se localiza principalmente al sureste de la zona, cerca de Pampas y Jabillos y al sur del poblado El Triunfo; al ser tan reducidos los lugares donde se ubica (figura 26), los afloramientos que se encontraron fueron muy puntuales. En la figura 31 se observan los sitios de mejor exposición de esta unidad, con afloramientos de 1 m hasta 5 m de alto, y de 10 – 20 m de largo, con intercalaciones de lutitas y areniscas medias a finas, centimétricas a decimétricas (figura 32 (a)) de color gris en superficie sana, cuenta con pátina de meteorización. Se encuentran estratificados, y altamente fracturados (figura 32 (b)). En algunos sitios no fue posible medir la dirección de buzamiento debido a la alteración, sin embargo, se logró medir en algunos planos.

Litológicamente corresponde con una roca café – grisáceo, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, no es posible observar minerales, con máximo 2 mm de pátina de meteorización en tonalidades café – amarillenta. Las lutitas y calcilitas encontradas reaccionan altamente al HCl (10%) al igual que sus fracturas rellenas de vetas. En algunas muestras presenta laminaciones planas de 4,5 mm en color negro. La figura 33 muestra fotos de algunas de las muestras recolectadas y las descripciones detalladas se pueden observar en el Anexo I.

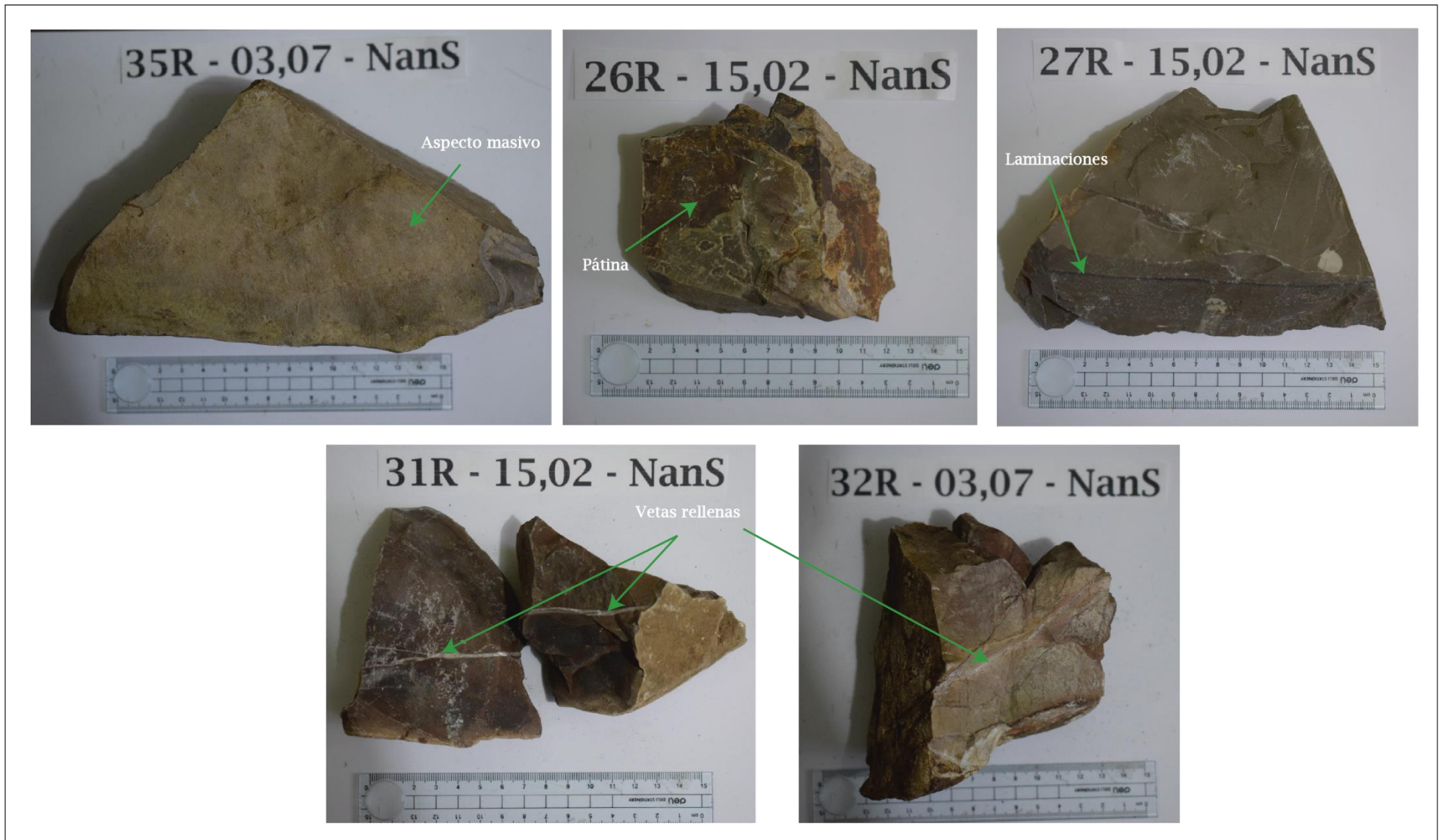
En microscopía se clasifica como lodolita micrítica (figura 34 con el código 27R) y barro de foraminíferos con plagioclasa (figura 34 con el código 31R); inmadura, bien seleccionada, compuesta generalmente de foraminíferos reemplazados a calcita (20% - 35%), plagioclasa (5%) en una matriz arcillosa (60% - 75%). En el Anexo II se detallan las descripciones de la petrografía de las muestras recolectadas.



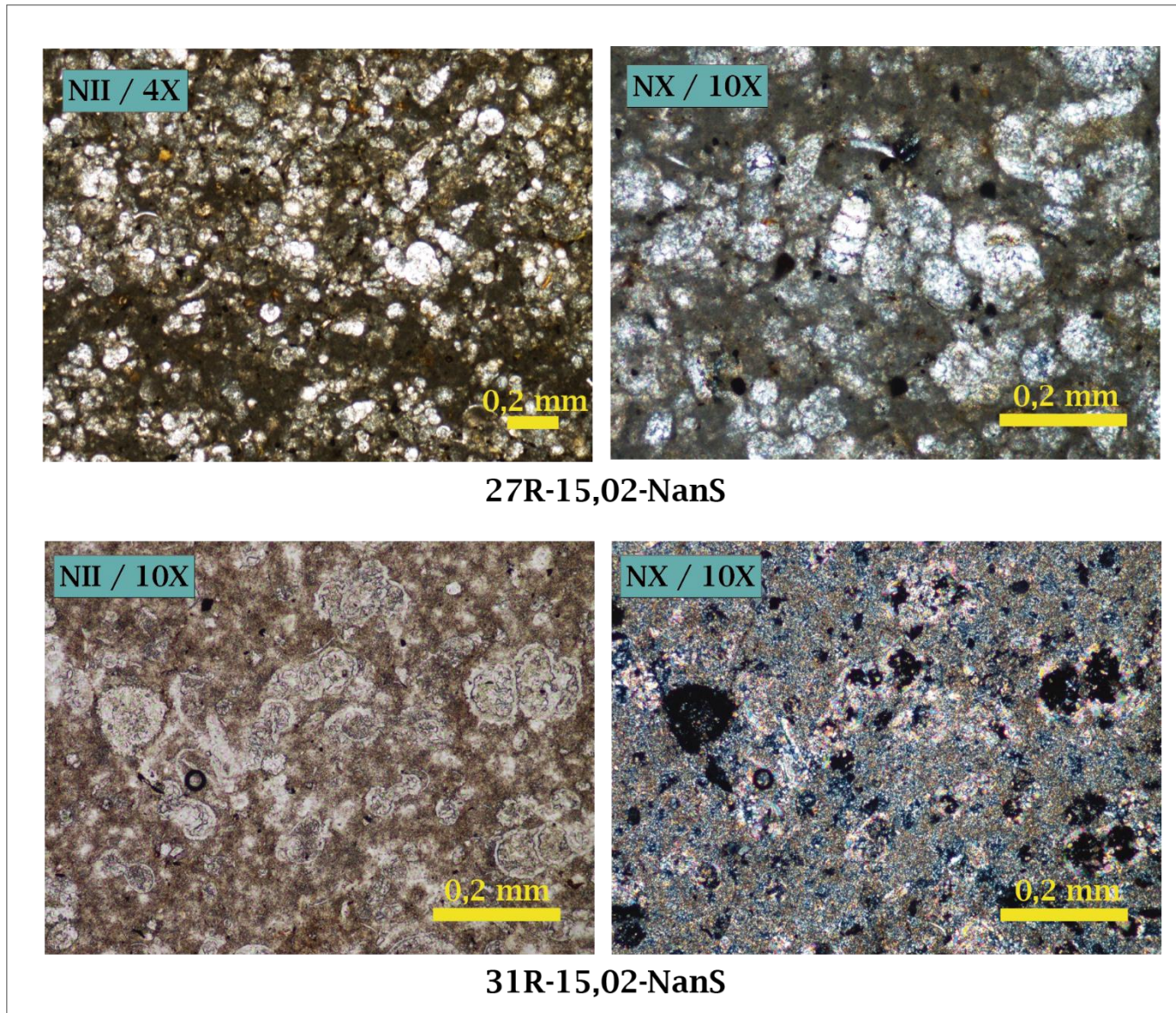
**Figura 32.** Afloramientos de lutitas.

(a): Intercalaciones de lutitas y areniscas medias a finas en el camino de Jabillos a Juan de León (366279,93/ 1092465,11), (b): Estratificación y fracturamiento de las lutitas al sur del poblado del Triunfo (369280,04/ 1081343,73).





**Figura 33.** Fotos de las muestras macroscópicas de calcilutitas.



**Figura 34.** Fotografías de las secciones delgadas de las muestras de lutitas. 4X y 10X de aumento y en Nícoles Paralelos (NII) y Nícoles Cruzados (NX), su respectivo código de muestra en la parte inferior.

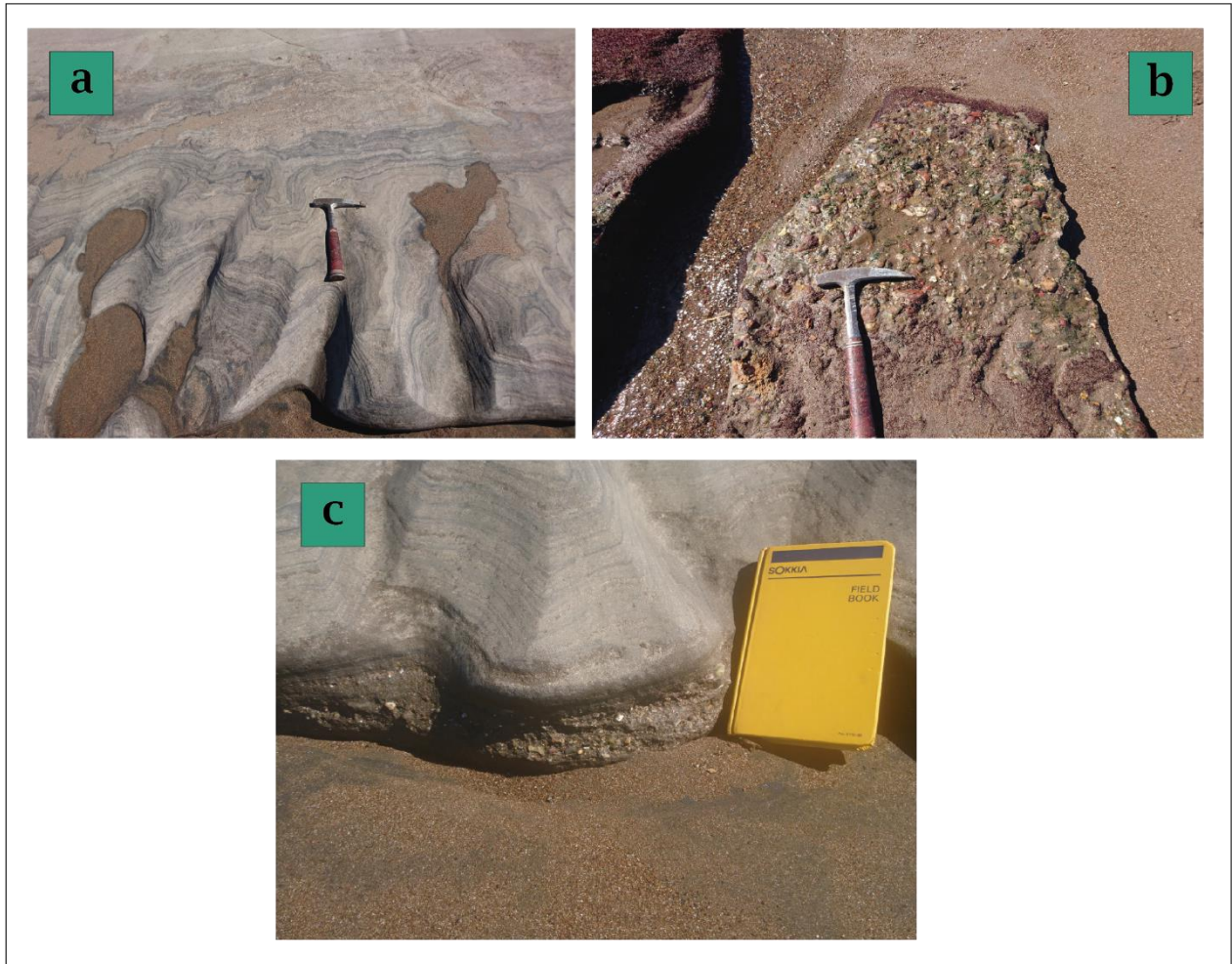
### 4.3.3 Arenisca y conglomerado de la Formación Cóbano

Se ubica principalmente al sureste del área de estudio, en una zona plana, hacia el poblado de Quebrada Nando; abarca 9,1 km<sup>2</sup> (2,69%) del total del área.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado, los afloramientos más representativos se ubican en Playa Caletas, donde se observa un afloramiento en la plataforma de la playa de 1,20 m de alto (medido) por 10 m de largo aproximadamente, con intercalaciones centimétricas de areniscas medias a gruesas (figura 35 (a)) como laminaciones paralelas continuas, sobreyaciendo a un conglomerado (figura 35 (b)) de 30 cm de espesor medido; su dirección de buzamiento es S30E/5°. Se observa claramente el contacto de los dos tipos de roca (figura 35 (c)).

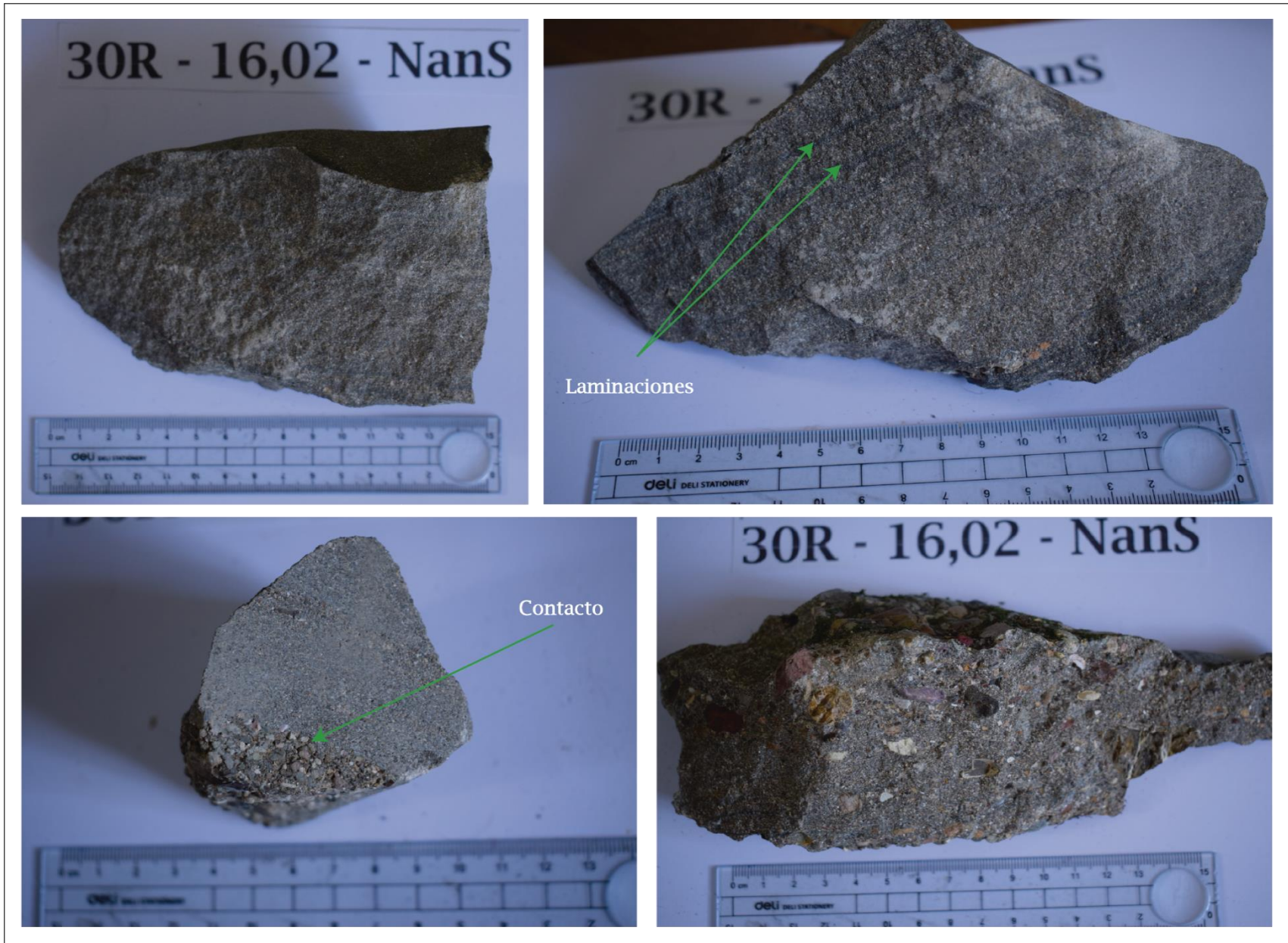
Las muestras recolectadas (figura 36) corresponden con arenisca calcárea de grano grueso a muy grueso bien seleccionado, presenta laminaciones de 2 mm y clastos negros, blancos y crema subredondeados, y subangulosos, que abarcan un 25% en una matriz arenosa gris (75%). Hacia la base de la roca se presenta un contacto entre arenisca y conglomerado y además se presenta una disminución en el grosor de las laminaciones. Por su parte, el conglomerado se describe como calcáreo muy pobremente seleccionado, con clastos blancos, grises, café rojizos y crema, subangulosos y subredondeados que abarcan 14% de la roca, con pátina de meteorización de 1 mm en una matriz arenosa de color gris claro (86%) calcárea.

Microscópicamente se describe como una arenisca muy gruesa inmadura, subredondeada, pobremente seleccionada con un tamaño máximo de grano de 0,3 mm, un tamaño mínimo de 0,08 mm, y un tamaño promedio de 0,19 mm, compuesto de líticas redondeados en su mayoría (50%), plagioclasa hipidiomórfica de 0,675 x 0,55 mm (5%), augita (3%), minerales opacos (3%) en una matriz arcillosa (35%) y cemento calcáreo (4%). El tipo de contacto es de punto y se puede clasificar como litoarenita (según McBride) (figura 37).

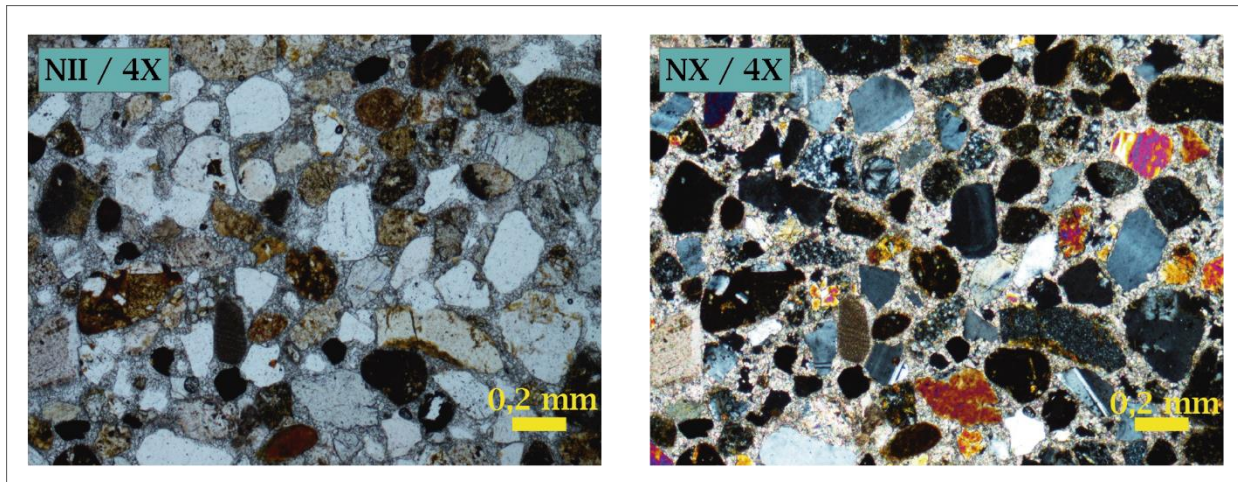


**Figura 35.** Afloramiento de arenisca y conglomerado.

**(a):** Estrato centimétrico de areniscas de medias a gruesas en Playa Caletas (360878,82/ 1079388,26), **(b):** Estrato de conglomerado en Playa Caletas (360878,82/ 1079388,26), **(c):** Contacto paralelo de las areniscas y el conglomerado en Playa Caletas (360878,82/ 1079388,26).



**Figura 36.** Fotos de las muestras macroscópicas de arenisca y conglomerado.



**Figura 37.** Fotografías de las secciones delgadas de la muestra 30R-16,02-NanS. Se clasifica como arenisca muy gruesa, tiene 4X de aumento y en Nícoles Paralelos (NII) y Nícoles Cruzados (NX).

#### 4.3.4 Depósitos aluviales del Cuaternario

Los depósitos aluviales de la parte sur de Nandayure hacen referencia al material que fue erosionado de las zonas montañosas y transportado mediante los cauces de los ríos, para luego depositarlos en las partes bajas de la zona de estudio. Principalmente se localiza en la mayoría de las cuencas, desde Jabillos hacia el sur pasando por poblados como la Griega y San Jorge hasta llegar a San Francisco de Coyote; también, localidades como Colonia del Valle, Bejuco, Quebrada Seca; así como los sitios cercanos a la costa, dígame Corozalito, Islita y Jabilla (figura 27). Esta unidad cubre los 24,60% del total del área, lo que iguala a 83,27 km<sup>2</sup>.

Algunos de los sitios descritos se muestran en la figura 38; estos depósitos corresponden con aluvión compuesto de bloques (especialmente basaltos relacionados al Complejo de Nicoya), inmersos en una matriz café areno – limosa; los bloques son de sub-angulares a angulares, con contactos principalmente puntuales, de granulometría variada y moderadamente seleccionado. Los afloramientos observados no sobrepasan los 5 m de alto, aunque la mayoría miden entre 1 a 2 m aproximadamente.



**Figura 38.** Afloramientos de depósitos aluviales.

**(a):** Río Corozalito (350260,66/1090874,08), **(b):** Camino cercano a Río Ciego (357750,64/1088367,69), **(c):** Quebrada Arenosa (358741,97/1087392,78), **(d):** Quebrada Mono (363927,40/1087248,55).

#### **4.3.5 Humedales**

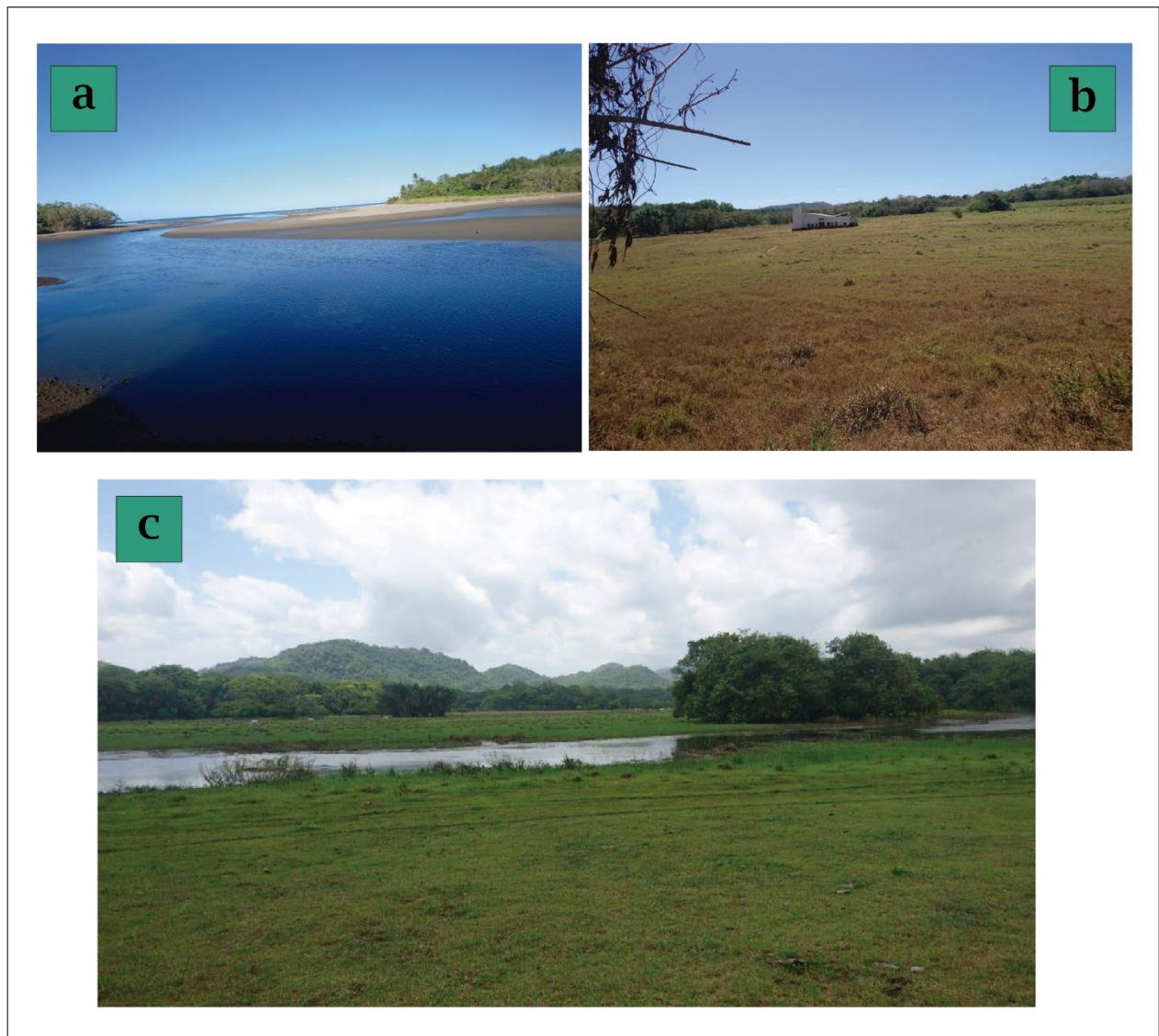
Abarca 5,75 km<sup>2</sup> según el mapa de Denyer et al (2014), lo que constituye a 1,70% del total del área de estudio, esta unidad generalmente se presenta como una zona plana que se inunda de forma intermitente según la época del año. En algunos sectores se mantiene seco durante la mayoría de meses, dejando así la oportunidad de ser accionada por el ser humano. También se puede presentar como estero principalmente en las zonas costeras del área.

En la figura 39 (a) se presenta el Estero Coyote cercano a la costa; así como un humedal seco y con intervención antropológica (figura 39 (b)) y además se muestra un humedal con presencia de agua en el sector de Pencal al sur de Quebrada Nando (figura 39 (c)).

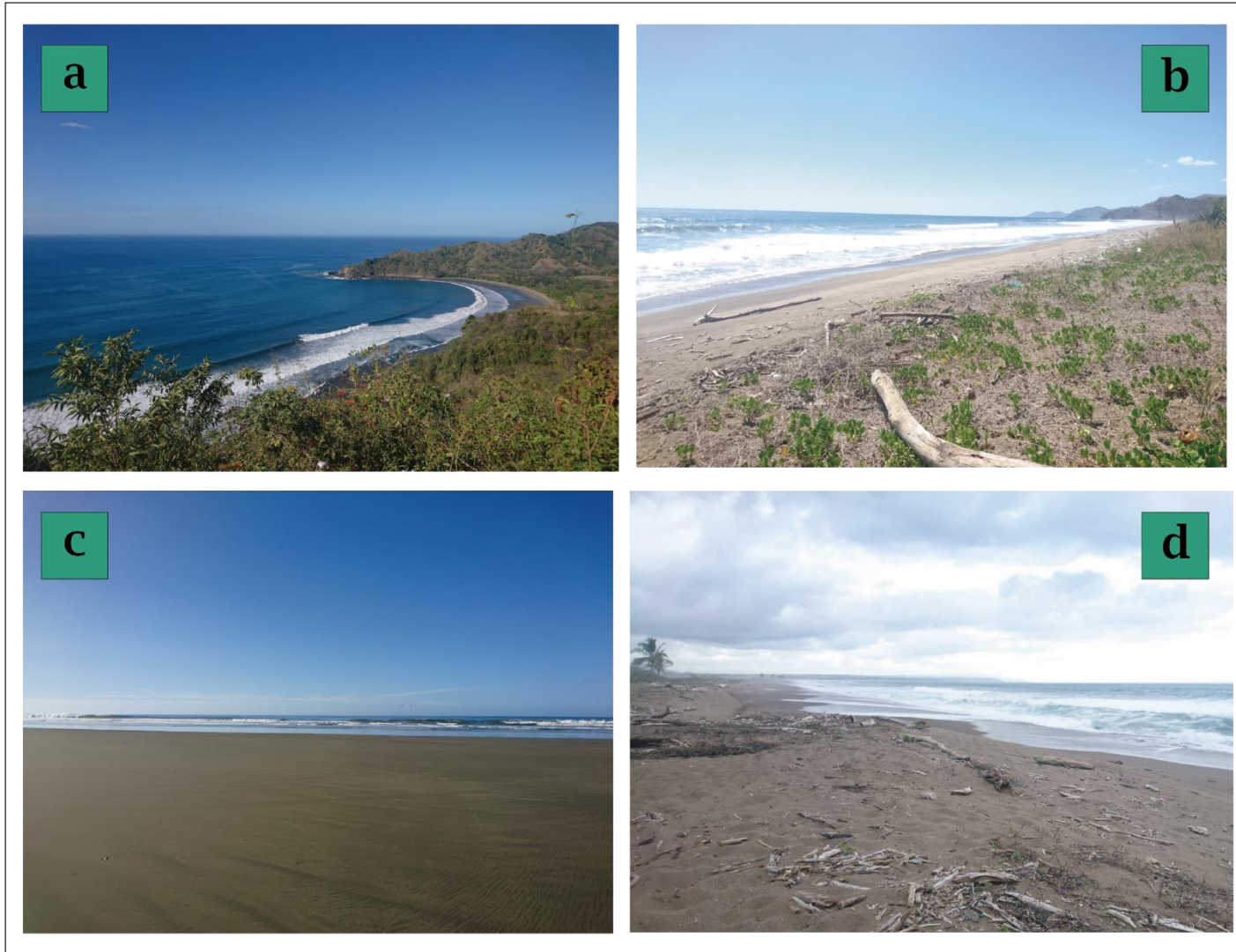
#### **4.3.6 Depósitos de playa**

Se localiza en las zonas costeras, según Denyer et al (2014) son franjas de aproximadamente 100 m de ancho, de arenas no consolidadas; limitan generalmente con los depósitos aluviales. Ocupan 0,81% del área en estudio, lo que equivale a 2,77 km<sup>2</sup> que a pesar de ser un área muy reducida es muy evidente en la zona costera. La figura 40 muestra algunos depósitos de playa observados.





**Figura 39.** Humedales.  
**(a):** Estero Coyote (361528,69/1081196,09), **(b):** Humedal seco e intervenido por el hombre cerca del camino hacia San Francisco de Coyote (360266,63/1083442,41), **(c):** Humedal cerca de Playa Pencil (361895,41/1078879,92).

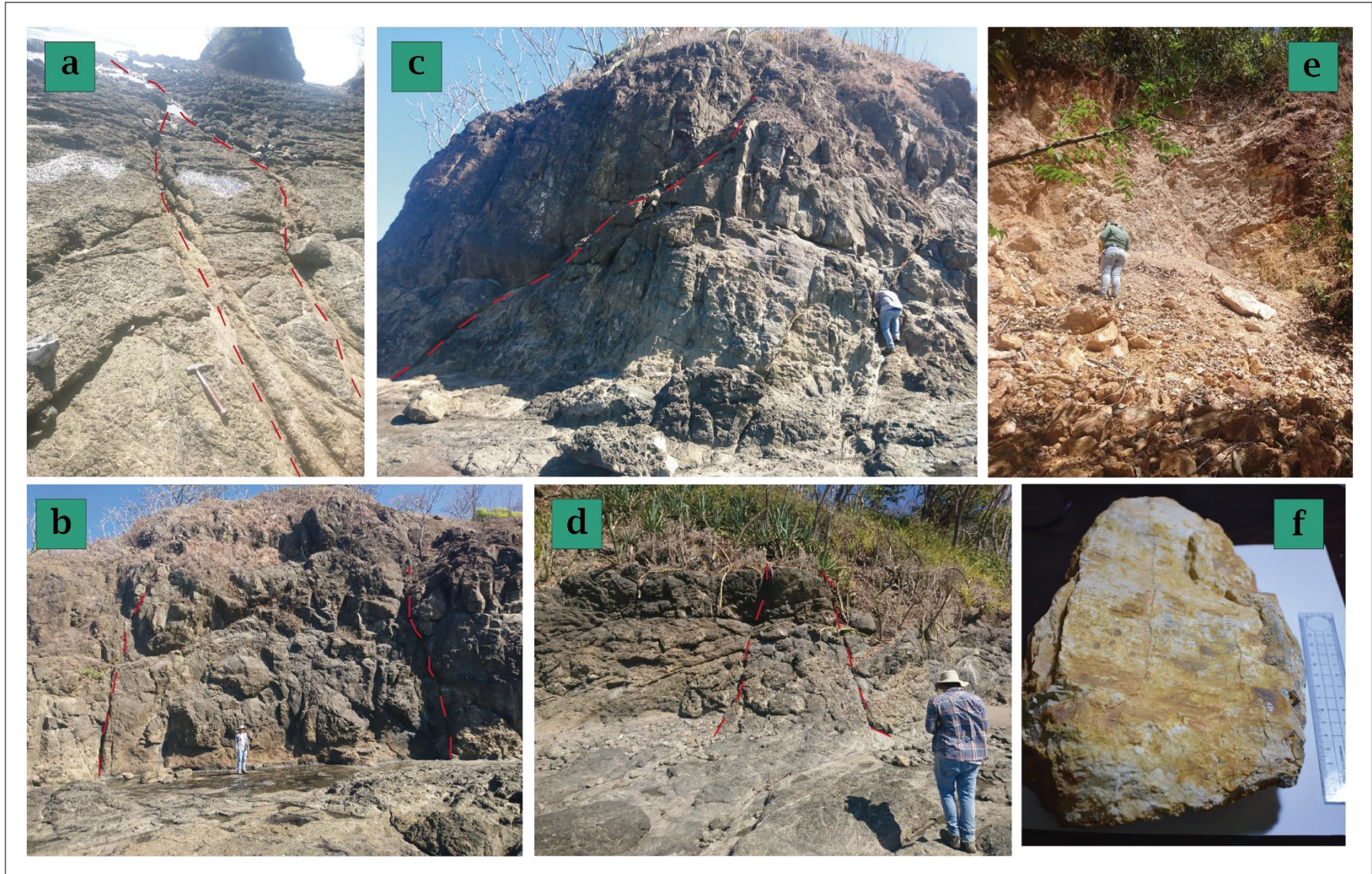


**Figura 40.** Depósitos de playa.  
**(a):** Playa Islita (346191,86/1089646,99), **(b):** Playa Bejuco (351049,62/1088219,56),  
**(c):** Playa San Miguel (355388,79/1085679,55), **(d):** Playa Pencal (362654,24/1078358,57).

#### **4.4 Geología estructural local**

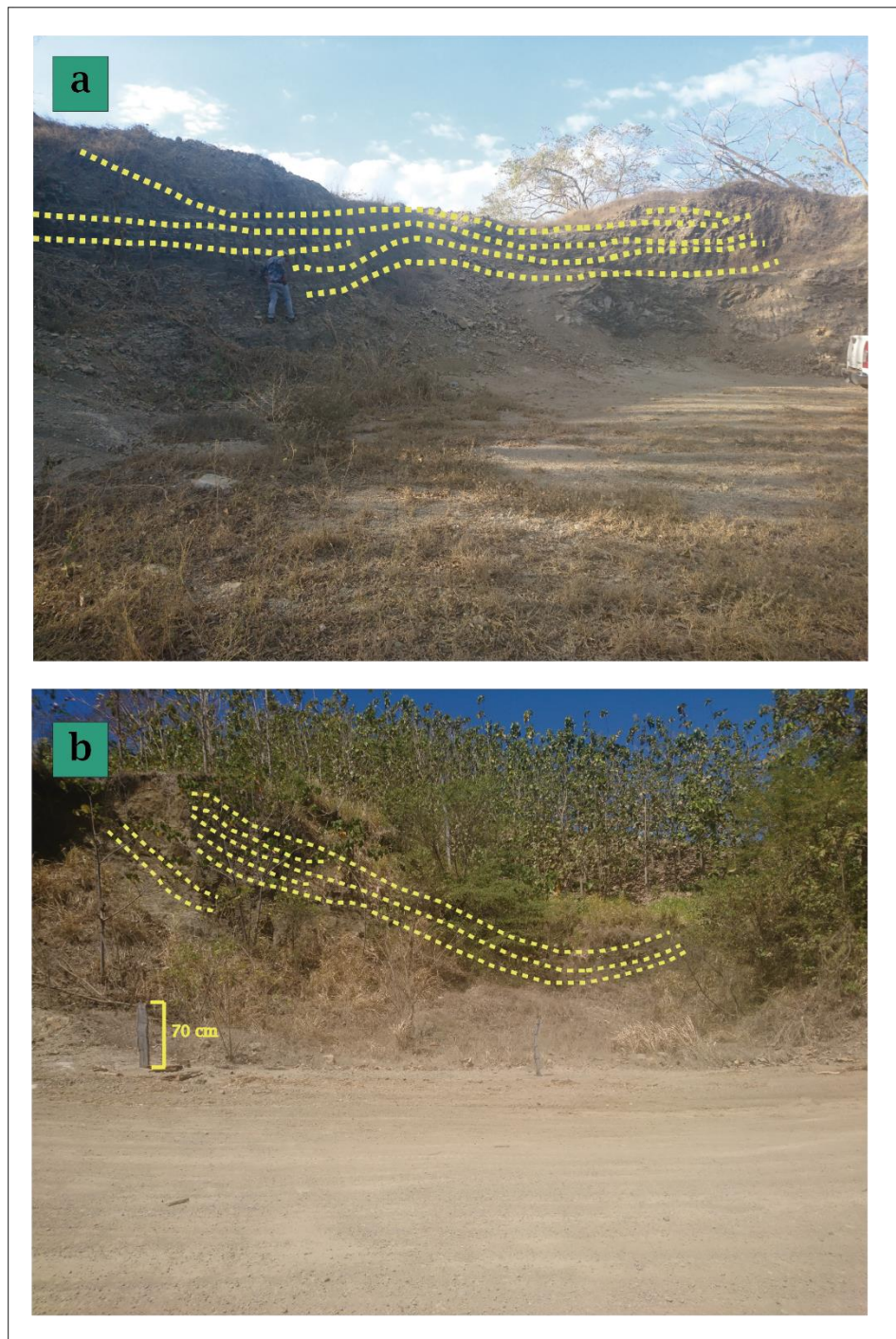
A partir del trabajo de campo se identificó una serie de estructuras geológicas tales como fallas, diaclasas y pliegues que se describen a continuación y que se presentan en la figura 41.

- Se observaron pequeñas fallas intersectando los macizos del Complejo de Nicoya, por el alto tectonismo al que ha sido sometida esta unidad geológica, evidenciado por las fallas en las plataformas con diaclasas (figura 41 (a) y (c)) y puntas costeras (figura 41 (b) y (d)), como en las localidades de Islita y Corozalito respectivamente; la dirección predominantemente es hacia el noroeste. Además, cerca del Carmen de Nandayure se pudo observar una zona de falla, donde se encontró un afloramiento altamente fracturado y meteorizado (figura 41 (e)), así como evidencias de estrías de falla en una muestra de mano (figura 41 (f)).
- Por su parte también se encontró evidencia en los materiales sedimentarios, en dos afloramientos puntuales se interpretaron pliegues que pudieron ser erosionados y/o alterados. En la figura 42 se puede observar la presencia de un anticlinal en un sector cercano a Juan de León y un sinclinal al sur del poblado del Triunfo ambos con buzamiento al sureste.



**Figura 41.** Fotos de estructuras geológicas observadas en el campo.

**(a):** Falla en la plataforma de Punta Islita (346098,69/1089228,15), **(b):** Falla en la plataforma costera de Corozalito (349205,95/1088942,63), **(c):** Conjunto de fallas en la plataforma costera de Corozalito (349205,95/1088942,63), **(d):** Falla en la plataforma de Punta Corozalito (348406,15/1089343,33), **(e):** Zona de falla en El Carmen (342847,41/1093341,45), **(f):** Muestra macroscópica con estrías de falla con código 8R-13,02-NanS.

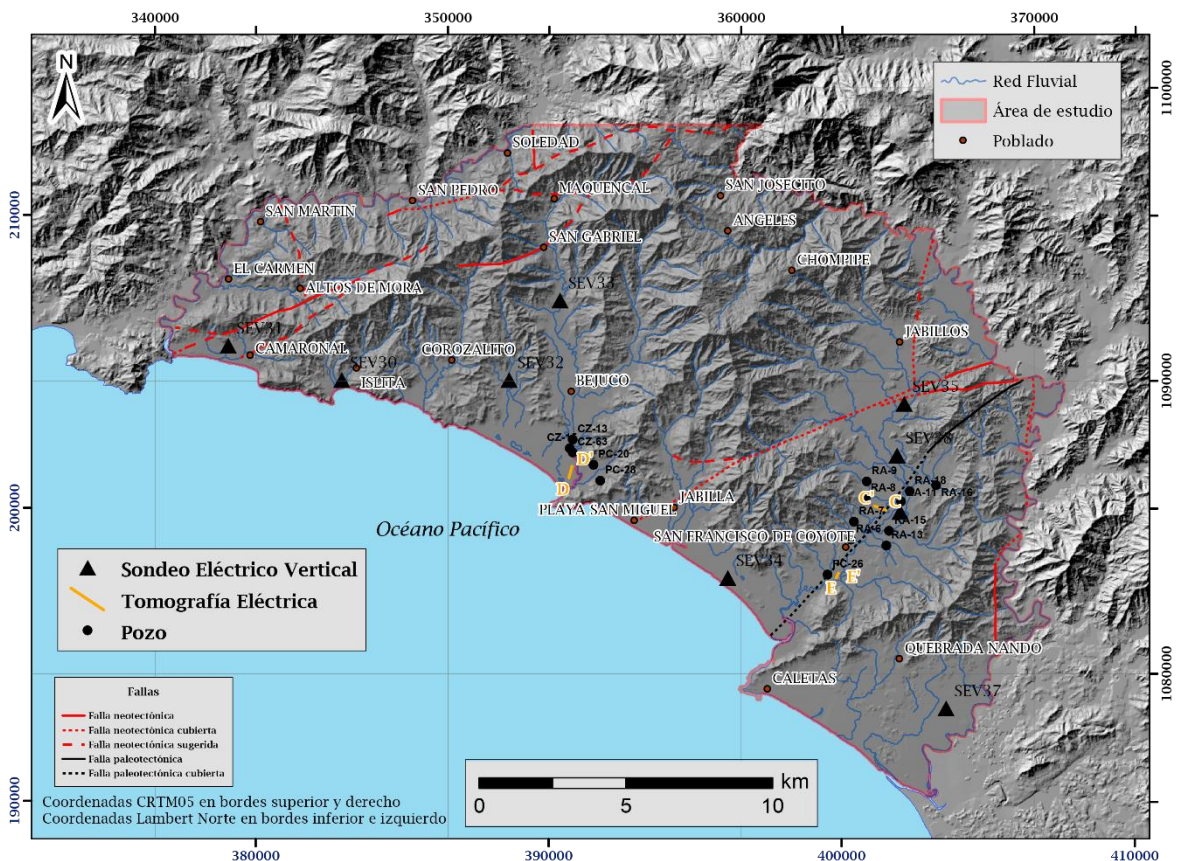


**Figura 42.** Anticlinal y sinclinal.

**(a):** Afloramiento con Anticlinal en el camino de Jabillos a Juan de León (366279,93/1092465,11), **(b):** Afloramiento con sinclinal al sur del poblado del Triunfo (369280,04/1081343,73).

## CAPÍTULO V. GEOFÍSICA

Con la colaboración del personal de la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica del SENARA, se llevó a cabo una campaña de geofísica durante el mes de marzo del 2019 en la zona de estudio. En este proyecto se participó en la selección de los sitios, así como en la ejecución de un total de 3 tomografías eléctricas. A su vez, se utilizaron los resultados obtenidos en los Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs) contenidos en el estudio “Diagnóstico hidrogeológico de la subcuenca de Andamajo, Pinilla y el cantón de Nandayure, Guanacaste, elaborado por Vargas (2018) y financiado por el SENARA vía convenio. En la figura 44 se presenta la ubicación de los SEVs, las tomografías y los perfiles dentro del área de estudio; así como la ubicación de los pozos utilizados para las interpretaciones.



**Figura 43.** Mapa de ubicación de los estudios geofísicos.  
Elaboración propia.

## 5.1 Sondeos Eléctricos Verticales

Los sondeos eléctricos verticales se desarrollaron mediante el arreglo tipo Schlumberger, sus longitudes fueron de hasta 400 m y su profundidad de investigación teórica fue de 50 m (Vargas, 2018). Los datos e interpretaciones de los SEVs, así como 2 perfiles geoelectrónicos resultantes, se muestran en el Anexo III.

## 5.2 Tomografías Eléctricas

Para las tomografías eléctricas realizadas en la zona de estudio (C, D y E), se utilizó el equipo Terrameter LS de la marca ABEM, con el arreglo eléctrico Schlumberger. La ubicación de las tomografías se observa en la figura 43; 2 de ellas son de 400 m de longitud y una de 200 m. La inversión y análisis de los datos se realizó con el software RES2DINV. El objetivo principal de estas tomografías es conocer los materiales subterráneos presentes en la zona de estudio, determinar sus aproximados espesores y la profundidad del nivel de agua subterránea. En la figura 44 se observan fotografías de algunas tomografías.



**Figura 44.** Tomografías eléctricas.  
**(a):** Tomografía C, **(b):** Tomografía E

### 5.2.1 Tomografía eléctrica C – C'

Esta tomografía se realizó cerca del poblado de San Jorge, en una propiedad privada, al sureste del área de estudio, tiene una longitud de 400 m con separación de 10 m entre electrodos; el rumbo es N68W, entre las coordenadas CRTM05 364935 – 1085590 y 364564 – 1085738.

Para realizar el análisis de los datos obtenidos se debió contar con información adicional que permitiera una coherente interpretación. Para esta tomografía se tomó en cuenta los informes de pozos RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-11, RA-13, RA-15, RA-16 y RA-18 obtenidos de la base de datos del SENARA, la interpretación del SEV-36 anteriormente mostrada, además de observaciones de campo y la toma del nivel de agua en algunos pozos relativamente cercanos (10,11 y 12). La tabla 13 muestra información de los pozos utilizados.

**Tabla 13.** Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica C.  
Tomado de la base de datos del SENARA del año 2018.

Pozo	X	Y	Localidad	Prof. (m)	Nivel Estático (m)
RA-6	363752,2225	1084589,447	San Francisco de Coyote	-	5,5
RA-7	363852,7163	1085189,421	San Francisco de Coyote	-	3,35
RA-8	364253,4015	1085989,17	San Francisco de Coyote	-	2,05
RA-9	364283,876	1086569,199	San Jorge	8,82	2,13
RA-10	365454,5298	1087238,304	San Juan de Bejuco	-	2,5
RA-11	365453,4277	1085888,185	San Juan de Bejuco	8	2,7
RA-13	364952,1674	1084388,46	San Juan de Candelillo	10,78	7,08
RA-14	363202,0109	1084389,872	San Francisco de Coyote	4,33	1,45
RA-15	365052,5806	1084888,423	San Juan de Candelillo	5,3	1,52
RA-16	366653,9797	1086437,252	San Juan de Candelillo	5,85	2,29
RA-18	365753,7391	1086237,97	San Juan de Candelillo	36	12
Pozo 10	363614	1084495	San Francisco de Coyote	50	4,13
Pozo 11	364051	1086713	San Jorge	-	6,77
Pozo 12	364066	1086665	San Jorge	7,38	5,46



La figura 45 muestra el análisis de la tomografía eléctrica C-C', esta presenta 3 perfiles, el primero muestra la pseudosección de resistividad aparente medida, el segundo presenta la pseudosección aparente calculada y en el tercero se observa el modelo de resistividad interpretado. Con un total de 7 interacciones se obtuvo un error de 2,1% y una profundidad de 79,4 m.

Del techo hasta la base de la tomografía presenta 5 capas, la capa 1, es la más superficial, con un espesor promedio de 6 m, se puede observar desde los 20 m a 50 m y de los 170 m a 365 m longitudinales, con valores de resistividades de  $15\Omega\text{m}$  a  $40\Omega\text{m}$ . Esta capa es horizontal y se relacionan a arenas como es el caso del SEV-36.

Por debajo se encuentra la capa 2, que se relacionan a arcillas con alto contenido de humedad, con valores de resistividad de  $5\Omega\text{m}$  a  $15\Omega\text{m}$ ; su humedad se debe a la información de pozos cercanos y a la toma de datos de campo, el nivel de agua junto con la capa 1 puede presentarse entre la profundidad de 1,45 m (RA-14) a 12 m (RA-18).

La capa 3, se localiza a 24 m de profundidad aproximadamente; al igual que la 1 se considera una capa de arenas; esta presenta valores  $15\Omega\text{m}$  a  $40\Omega\text{m}$  y se puede observar a lo largo de toda la tomografía.

A 36 m de profundidad se encuentra la capa 4, que se podría decir por su cambio de resistividad ( $60\Omega\text{m}$ ) que se trata de una zona de meteorización y fracturamiento relacionado a roca alterada del Complejo de Nicoya. No se observa su espesor, pero es mayor a 39m. Paralelamente se observa un aumento de resistividad a valores mayores de  $95,4\Omega\text{m}$ ; que se relacionaron a la roca masiva del complejo de Nicoya, la profundidad es variable y su espesor no es conocido.

Como se observa, la capa de roca masiva de basaltos y la zona de meteorizada y fracturada, así como la capa de arenas subyacente pierden su horizontalidad; esto debido a que esta zona presenta fracturamiento por la falla paleotectónica.

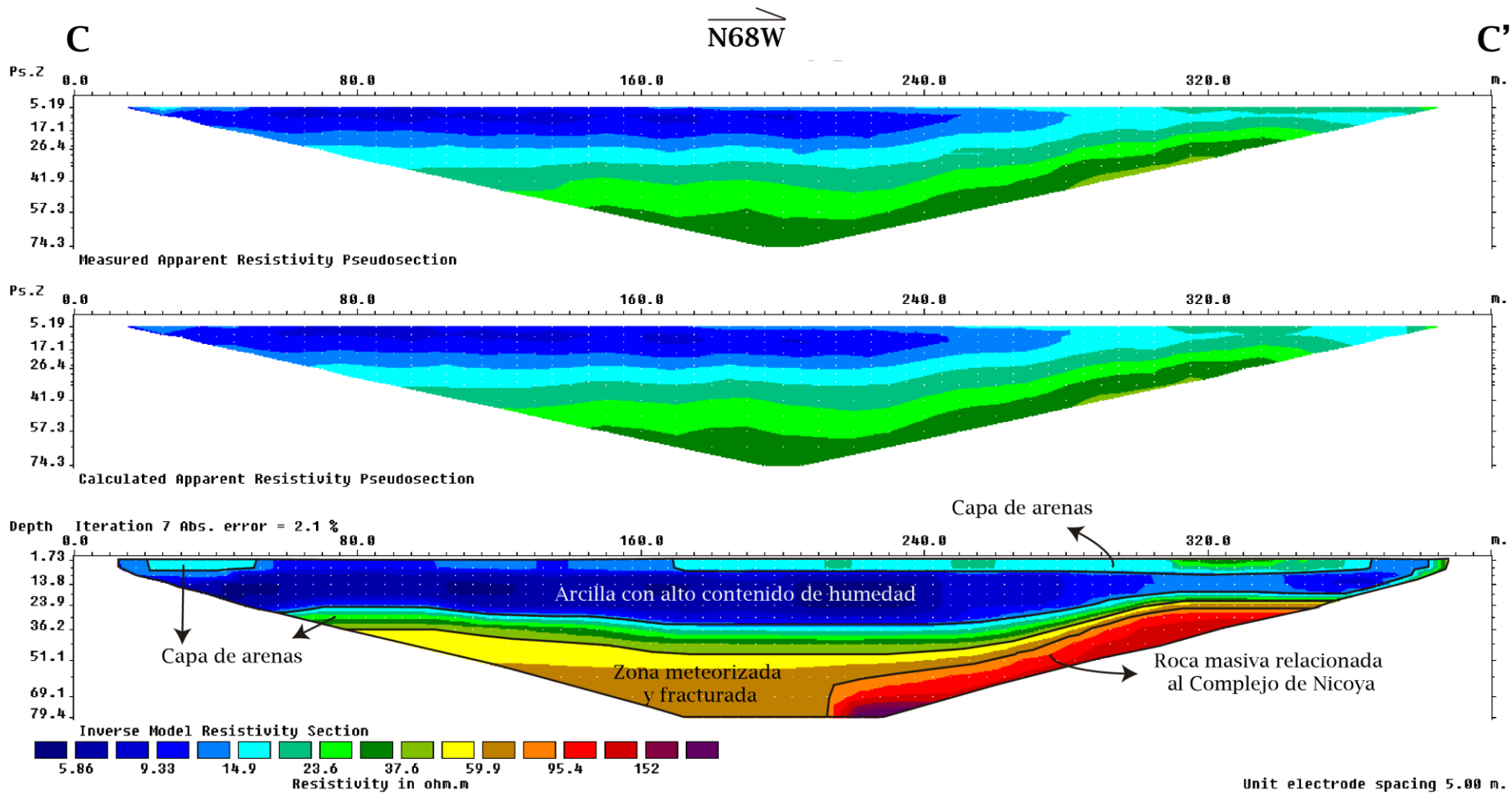


Figura 45. Tomografía eléctrica C - C'.

## 5.2.2 Tomografía eléctrica D – D'

Ubicada cerca del poblado Pueblo Nuevo de Bejuco, en un camino a 400 m de la costa; con rumbo N15E, entre las coordenadas CRTM05 354131 – 1086700 y 354234 – 1086086; tiene una longitud de 400 m de igual manera con separación de 10 m entre los electrodos. De igual manera, el análisis de los datos se realizó con ayuda de información adicional de pozos, los cuales fueron CZ-13, CZ-15, CZ-63, PC-20 y PC-28; además, del dato obtenido del nivel de agua en un pozo excavado cercano (Pozo 9). La tabla 14 detalla la información utilizada en esta tomografía.

**Tabla 14.** Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica D.  
Tomado de la base de datos del SENARA del año 2018.

Pozo	X	Y	Localidad	Prof. (m)	Nivel Estático (m)	Litología
CZ-13	354253,9094	1087997,463	Pueblo Nuevo de Bejuco	4,34	3,44	-
CZ-15	354153,656	1087697,505	Pueblo Nuevo de Bejuco	5,04	4,57	-
CZ-63	354253,5569	1087557,406	Bejuco, Nandayure	30	3	0-3 m arcilla Rojiza, 3-5 m arcillas-arenas, 15-20 m Arcillas rojizas, 20-30 arenas, gravas con poca arcilla.
PC-20	354962,308	1087132,785	Pueblo Nuevo de Bejuco	35	8,2	0-2: Materiales arcillosos 2-5: Materiales gravosos 5-12: Arcilla café 12-24: Basaltos meteorizados 24-35: Basaltos sanos.
PC-28	355195,9064	1086593,531	Pueblo Nuevo de Bejuco	40	8,2	0-2: Materiales arcillosos 2-5: Materiales gravosos 5-12: Arcilla café 12-24: Basaltos meteorizados 24-40: Basaltos sanos.
Pozo 9	353960	1087964	Pueblo Nuevo de Bejuco	12	3,10	-

La figura 46 presenta el análisis de la tomografía eléctrica D - D', igual que la anterior, muestra 3 imágenes, en la primera la pseudosección de resistividad aparente medida, en la segunda la pseudosección aparente calculada y en la tercera el modelo de resistividad interpretado. En este caso se realizaron 3 interacciones y se obtuvo un error de 1,75% y una profundidad de 79,4 m.

En esta tomografía se interpretaron 3 capas, la superficial con un espesor promedio de 69 m, con valores de resistividad de  $7,15\Omega\text{m}$  -  $23\Omega\text{m}$ ; es la capa con mayor espesor de la tomografía y se relaciona con arcillas que tienen un alto contenido de humedad, como es el caso de las capas superficiales de los pozos CZ-63, PC-20 y PC-28. El nivel de agua se encuentra entre los 3 m (CZ-63) a los 8,2 m (PC-20 y PC-28) de profundidad. En esta capa, además, se identificó un sector con menores valores de resistividad ( $<7,15\Omega\text{m}$ ) entre los 0 m hasta los 130 m longitudinales, que resultan de la cercanía a la costa, pudiendo ser una cuña de agua salina; sin embargo, se debería realizar un estudio más detallado para corroborar dicho supuesto.

Bajo esta se encuentra una segunda capa constituida posiblemente de arenas, ubicada a una profundidad 69 m aproximadamente y tiene valores de resistividad de  $23,6\Omega\text{m}$  –  $43\Omega\text{m}$ , no se observa el espesor total, sin embargo, se localiza hasta los 79,4 m. Esta subyace a una pequeña capa correlacionada con basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya, esta se encuentra paralela a la capa de arenas, tiene resistividades de  $77,8\Omega\text{m}$  en promedio; el espesor podría rondar los 2 – 3 m aproximadamente.

La última capa tiene una resistividad de más de  $140\Omega\text{m}$  y se relaciona con una roca masiva del Complejo de Nicoya; de una profundidad aproximada de 75m; el espesor no se logra observar en esta tomografía. Además, esta capa pierde su horizontalidad, posiblemente resultado de la compresión sísmica regional.

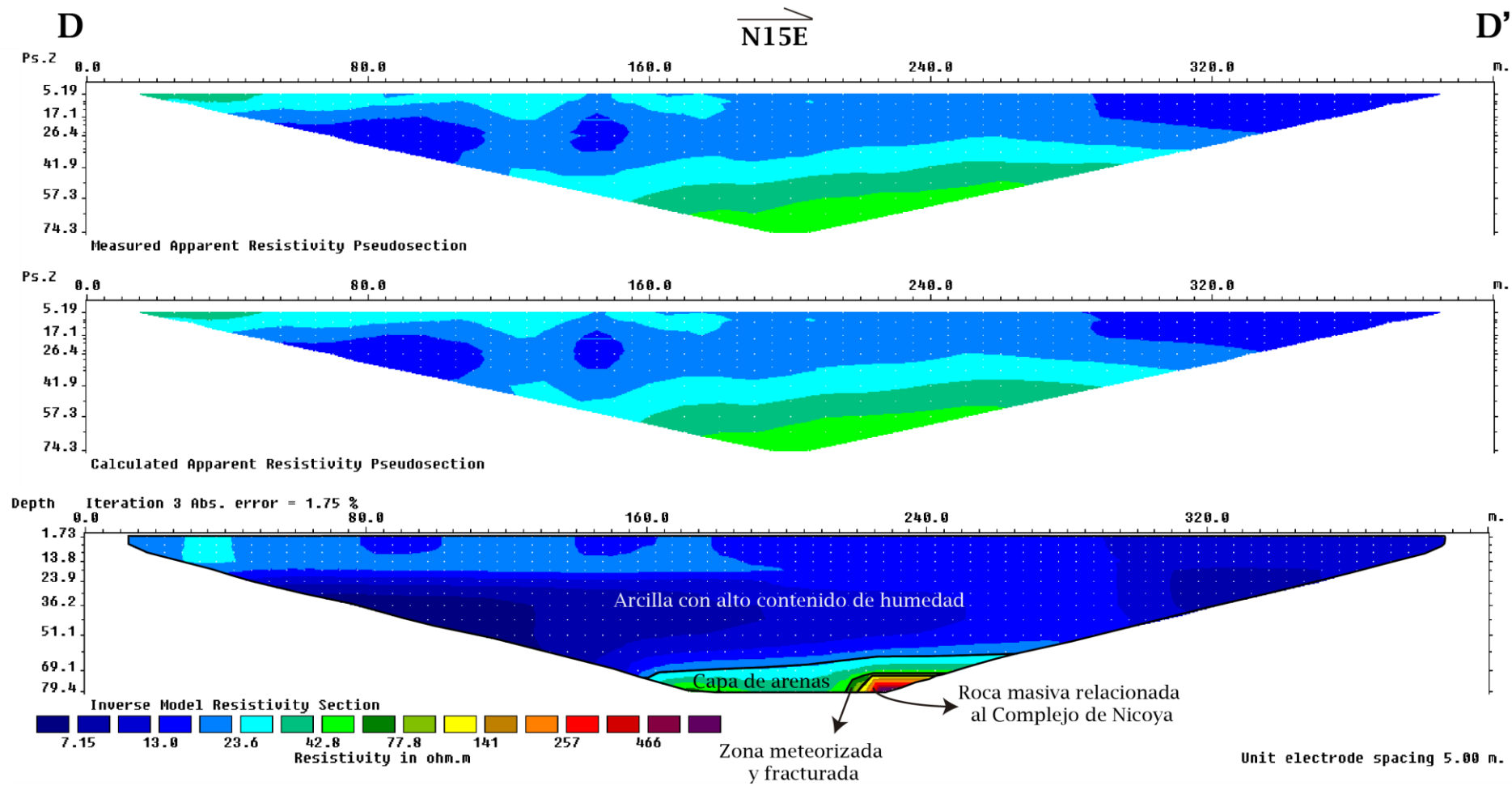


Figura 46. Tomografía eléctrica D - D'.

### 5.2.3 Tomografía eléctrica E – E'

Esta se realizó cerca del poblado de San Francisco de Coyote, a la orilla de la calle; tiene rumbo N26E y se encuentra entre las coordenadas CRTM05 363240 - 1083269 y 363327 – 1083448. Tiene una longitud de 200 m con separación de electrodos de 10 m y una profundidad de estudio de 36,2 m.

El único pozo cercano que se utilizó para la interpretación de esta tomografía es el PC-26 tomado de la base de datos del SENARA (tabla 15). En este caso se realizaron 3 interacciones con un porcentaje de error de 3,9.

**Tabla 15.** Información de los pozos utilizados en la tomografía eléctrica E.  
Tomado de la base de datos del SENARA del año 2018.

Pozo	X	Y	Localidad	Prof. (m)	Nivel Estático (m)	Litología
PC-26	362951,1847	1083389,982	Bejuco	20	4	0-4: Aluvi3n fino, predominan los limos y arcillas poca arena y grava fina 4-9: Constituido por gravas gruesas con pocos finos, los cantos son de basaltos. 9-20: Dominan arenas y la grava fina toda la unidad presenta alta porosidad

Según su análisis, la tomografía E evidencia 2 capas (la figura 47 presenta su interpretación), la primera (la más superficial) presenta resistividades de  $4,18\Omega\text{m}$  -  $17\Omega\text{m}$ , no se constata el espesor, pero se podría decir que se ubica en los 36,2 m de profundidad y se relaciona a arcilla con presencia de humedad, debido al nivel estático del pozo PC-26 se podría localizar a 4 m aproximadamente; esta capa se identifica a lo largo de toda la tomografía. Se observa además que, de los 135 m hasta los 400 m de longitud, aproximadamente, a una profundidad 14 m, hay una zona con mayor humedad, con valores de resistividad más bajos ( $4\Omega\text{m}$  -  $7\Omega\text{m}$ ), esto podría deberse a la cercanía del Río Jabillo ya que este presenta un cauce ancho que satura la capa por efecto de la pendiente plana. La segunda capa tiene un espesor muy reducido en la tomografía, se trata de una capa de arenas con resistividades de  $21,3\Omega\text{m}$ ; se ubica a una profundidad de 30 aproximadamente y se observa entre los 65 m hasta los 80 m de longitud; típica de variaciones laterales que podría evidencia paleocanales del aluvi3n como se refiere el pozo PC-26.

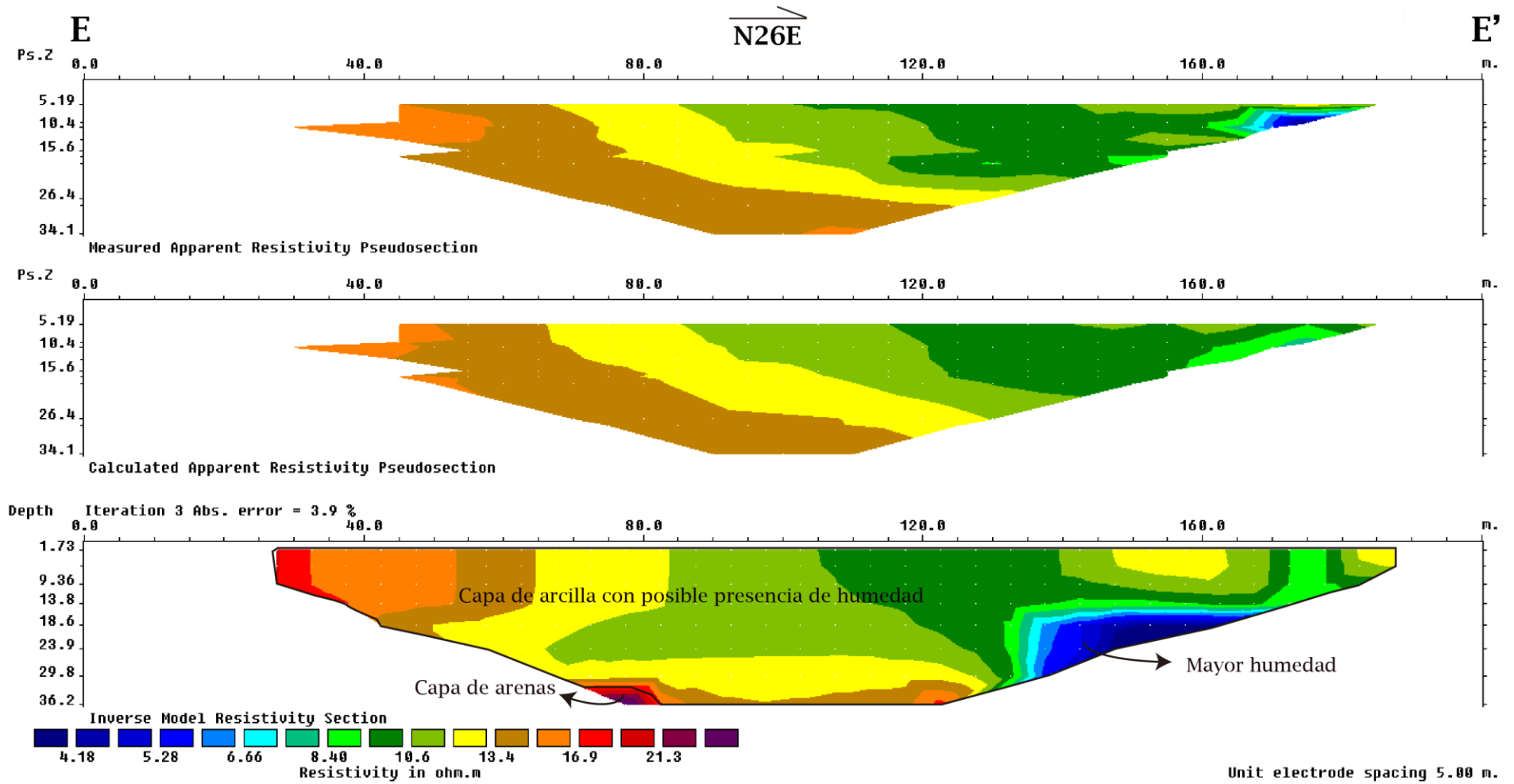


Figura 47. Tomografía eléctrica E – E'.

## **CAPÍTULO VI. HIDROGEOLOGÍA**

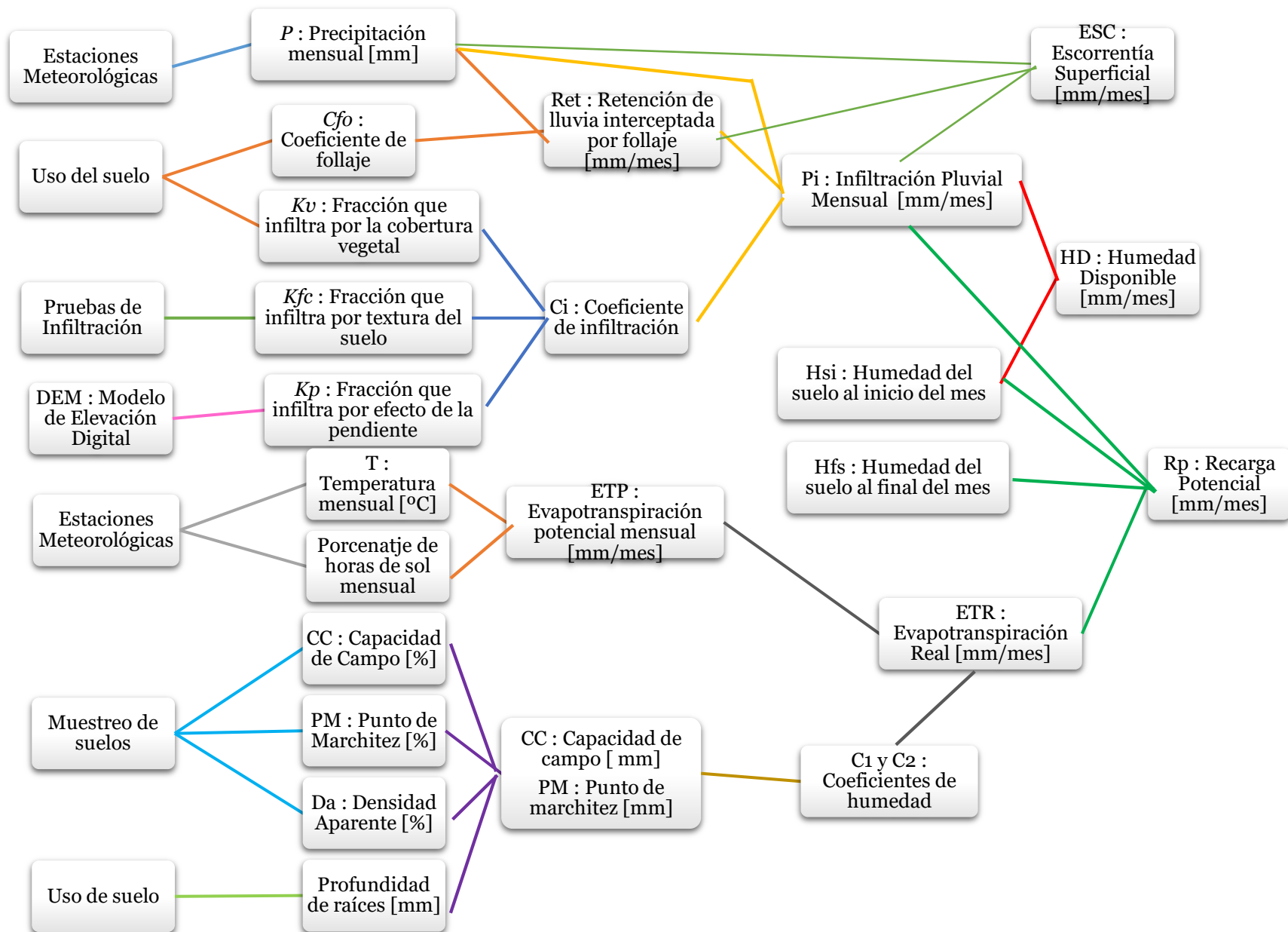
De acuerdo con el objetivo general del estudio se requiere caracterizar la condición del agua subterránea en la zona de estudio, para que se logre este objetivo se determina el potencial hídrico mediante el cálculo de la recarga al acuífero; además, se elabora con ayuda de parámetros hidráulicos un modelo hidrogeológico conceptual, así como la caracterización hidrogeoquímica y su vulnerabilidad a la contaminación.

### **6.1 Estimación del potencial hídrico mediante el cálculo de la recarga al acuífero**

Al iniciar la elaboración del balance es necesario determinar algunos parámetros básicos como: la precipitación y la temperatura, generalmente obtenidos de las estaciones meteorológicas dentro o cerca del área de estudio; además de datos de tasa de infiltración, tipo de suelos y la distribución del uso de suelos, así como la elevación del terreno (curvas de nivel). Toda esta información permite la obtención de la recarga potencial de la zona sur del cantón de Nandayure.

Con el fin de ilustrar el proceso que se detallará a continuación se presenta en la figura 48 el orden de las variables que se utilizan en la metodología de Schosinsky (2006) y como se relacionan entre sí para la búsqueda de la recarga potencial.





**Figura 48.** Diagrama metodología de Schosinsky (2006).  
Elaboración propia.

### **6.1.1 Primera Parte: Fracción de lluvia interceptada por el follaje**

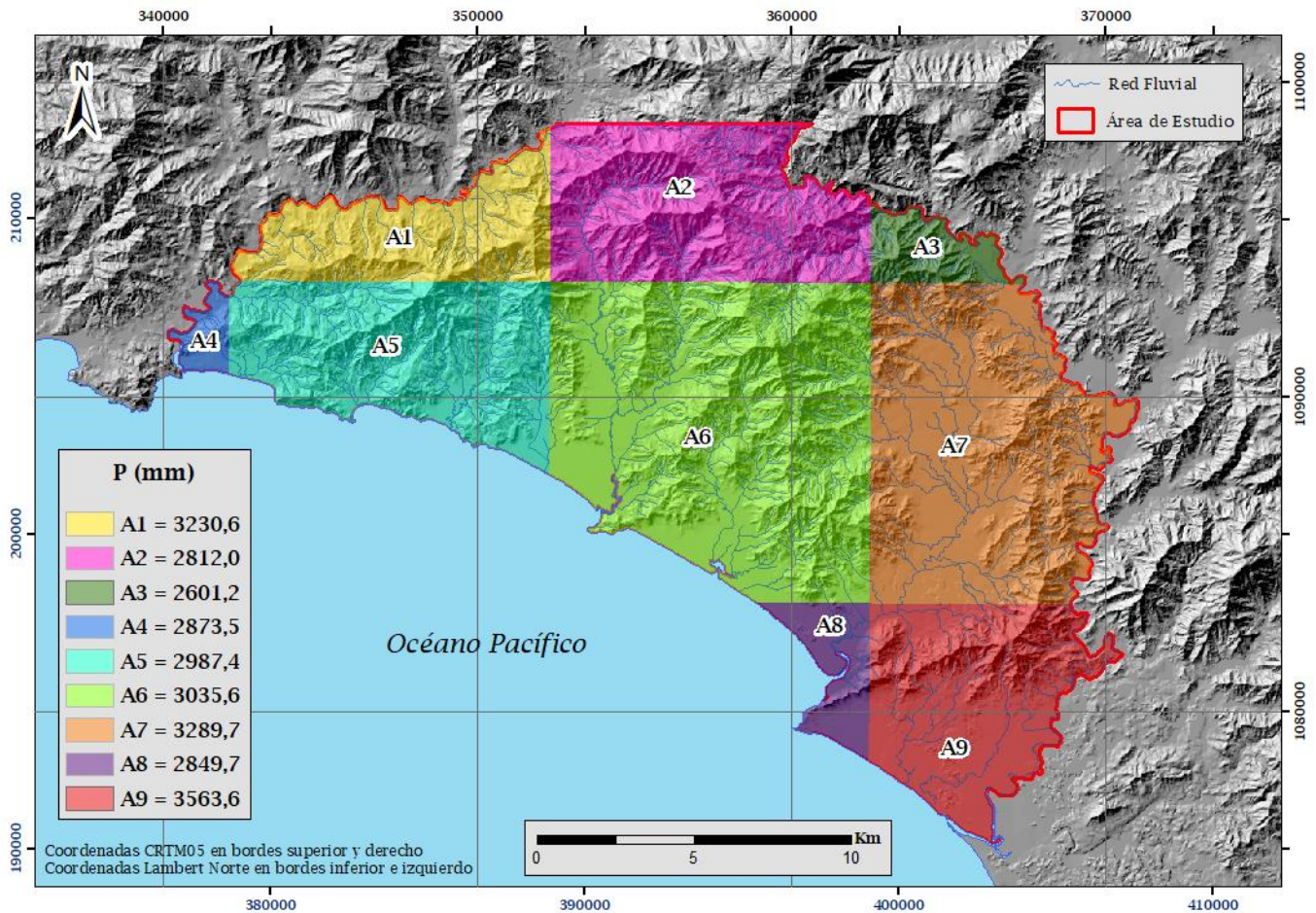
Durante el proceso de precipitación en una cuenca o región en particular, la vegetación existente retiene una parte de la lluvia. Para estimar la fracción de lluvia interceptada por la vegetación, se requiere contar con datos de precipitación y uso de suelo de la zona de interés.

#### **6.1.1.1 Precipitación (P)**

Debido a que en la zona sur del cantón de Nandayure no existen estaciones meteorológicas, la información de lluvia y temperatura se obtuvieron de los datos facilitados por el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica, obtenidos del proyecto B7507 denominado Efectos del Cambio Climático observado sobre el Ciclo Hidrológico y la Disponibilidad de Recurso Hídrico en la región Chorotega. Dicho estudio desarrolló productos de variables meteorológicas en las que registró datos de precipitación desde el año 1980. Para la presente investigación se utilizan los registros del periodo 1980 a 2017; estos datos se encuentran distribuidos en áreas de 10 km<sup>2</sup> a lo largo de toda la región; en este caso, se delimitó la zona sur del cantón en un total de 9 áreas.

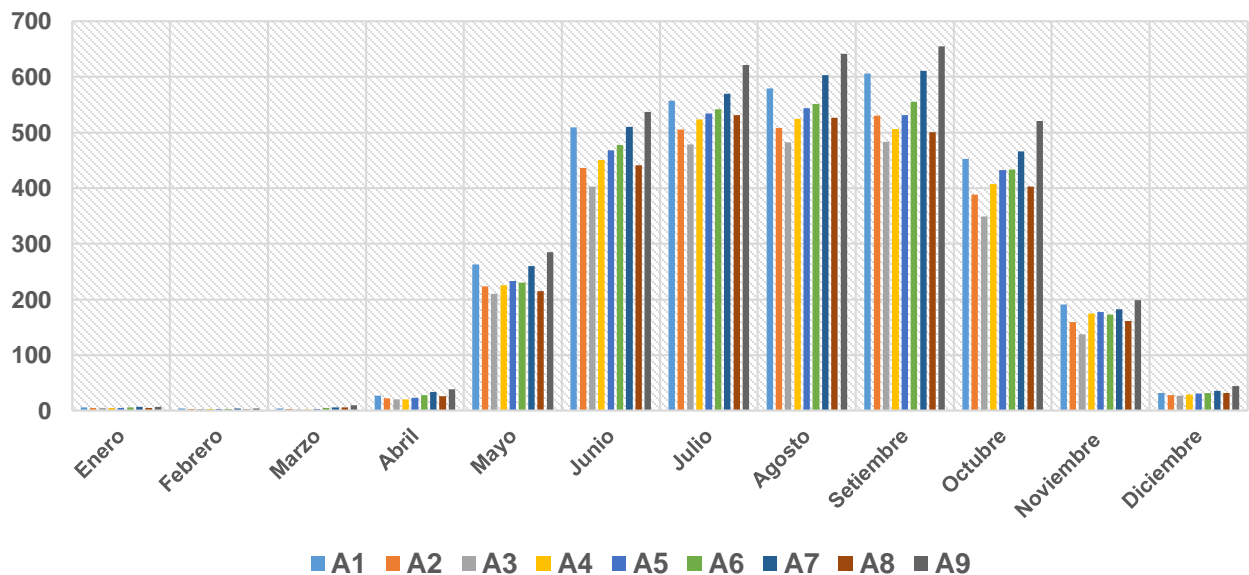
Cabe recalcar que para este balance hídrico se utilizan los datos promedio de las precipitaciones mensuales de cada área a lo largo de los 37 años de información; la totalidad de los datos se observan en el Anexo IV. La figura 49 muestra la distribución de las precipitaciones promedio anual, así como la identificación de cada una de las 9 áreas indicadas anteriormente (A) y el gráfico 2 muestra la variación mensual de la precipitación promedio a lo largo del año.

Los valores de precipitación promedio anual para el área de estudio varían entre 2601,2 mm y los 3563,6 mm donde se identifica una estación seca marcada que inicia en el mes de diciembre y se extiende hasta el mes de abril, el inicio de las lluvias ocurre en el mes de mayo; la máxima precipitación se presenta en setiembre y finaliza en el mes de noviembre, para iniciar un nuevo ciclo en el mes de diciembre. Específicamente las áreas A7 y A9 son las que presentan valores más altos de precipitación, esto podría incidir en los cálculos posteriores de la recarga.



**Figura 49.** Mapa de distribución de la precipitación promedio anual. Elaboración propia a partir de datos de Durán-Quesada et al. (2019).

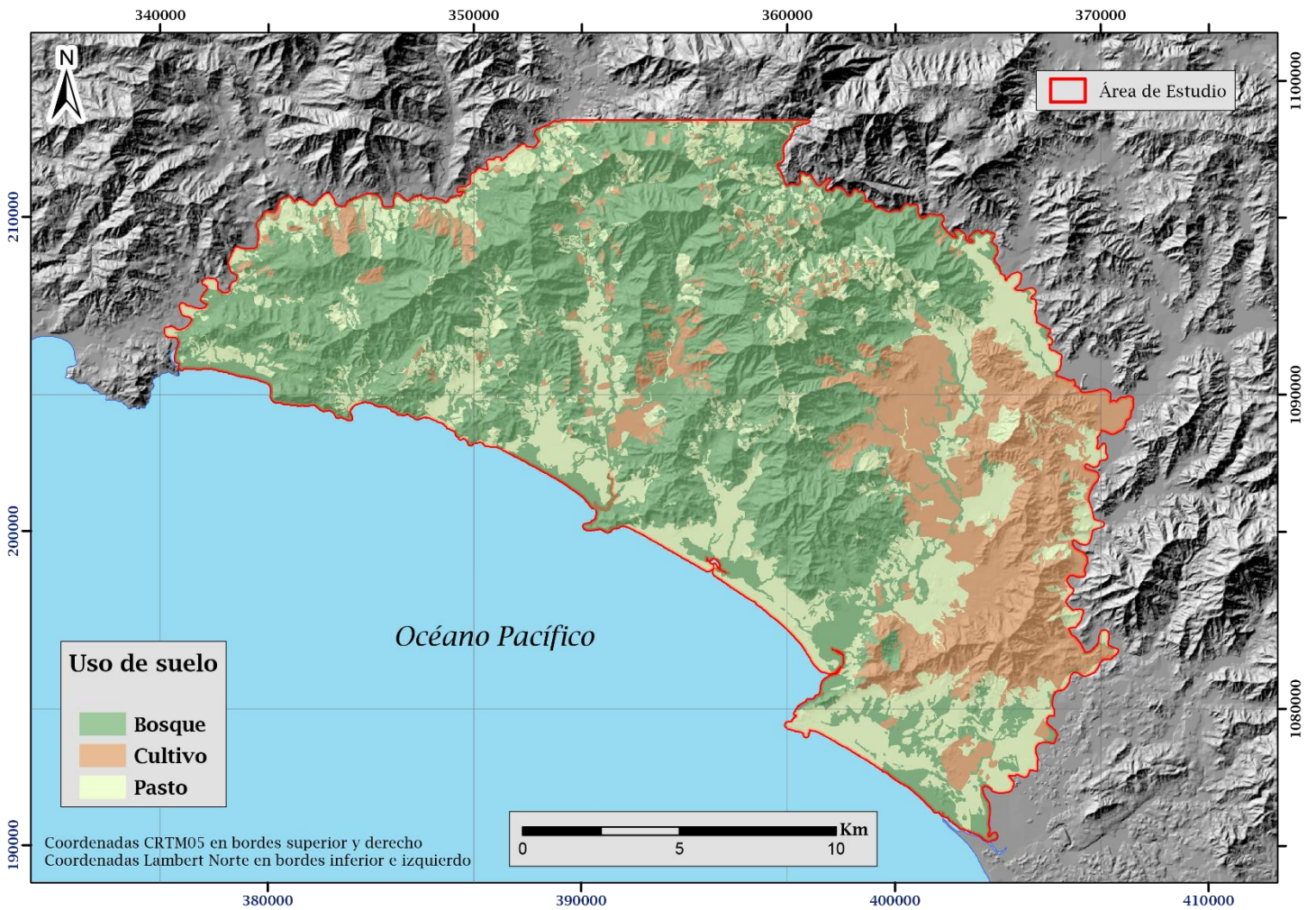
**Gráfico 2.** Variación mensual de la precipitación promedio en el área de estudio. Elaboración propia a partir de datos de Durán-Quesada et al. (2019).



### 6.1.1.2 Uso de suelo

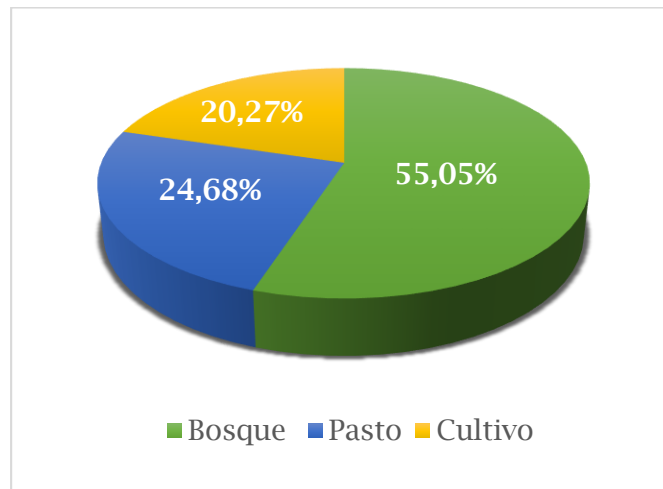
Mediante la utilización de imágenes satelitales de Google Earth del año 2018 y observaciones de campo, se creó el mapa de uso de suelo para la zona, el cual se reclasificó según la metodología de Schosinsky (2006) para obtener áreas con los valores de  $Cfo$  (coeficiente de follaje) y  $Kv$  (fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal), necesarios para el balance hídrico. La clasificación contempla zonas de bosques, pastos, cultivos y zona urbana; en el caso de viviendas y edificaciones del área de estudio, estas generalmente se ubican de 25 a 30 m de distancia entre sí, por lo que se tomó la zona urbana como pastos; un rasgo del sitio es que los caminos no se encuentran asfaltados lo que reduce la posibilidad de impermeabilización que existe en las zonas urbanas.

El mapa con la distribución del uso del suelo se muestra en la figura 50, donde predomina el bosque con un 55,05% de la totalidad del área (186,39 km<sup>2</sup>). Los suelos cubiertos con pastos y árboles aislados representan un 24,68%, es decir 83,56 km<sup>2</sup> y finalmente las zonas de cultivos (generalmente de teca) constituyen un 20,27% (68,61 km<sup>2</sup>) del total; el gráfico 3 muestra esta distribución. Por su parte, en la figura 55 se observan algunos ejemplos de usos de suelo a partir de la verificación en campo.



**Figura 50.** Mapa de uso de suelo.  
Elaboración propia.

**Gráfico 3.** Distribución porcentual de las unidades de uso de suelo.



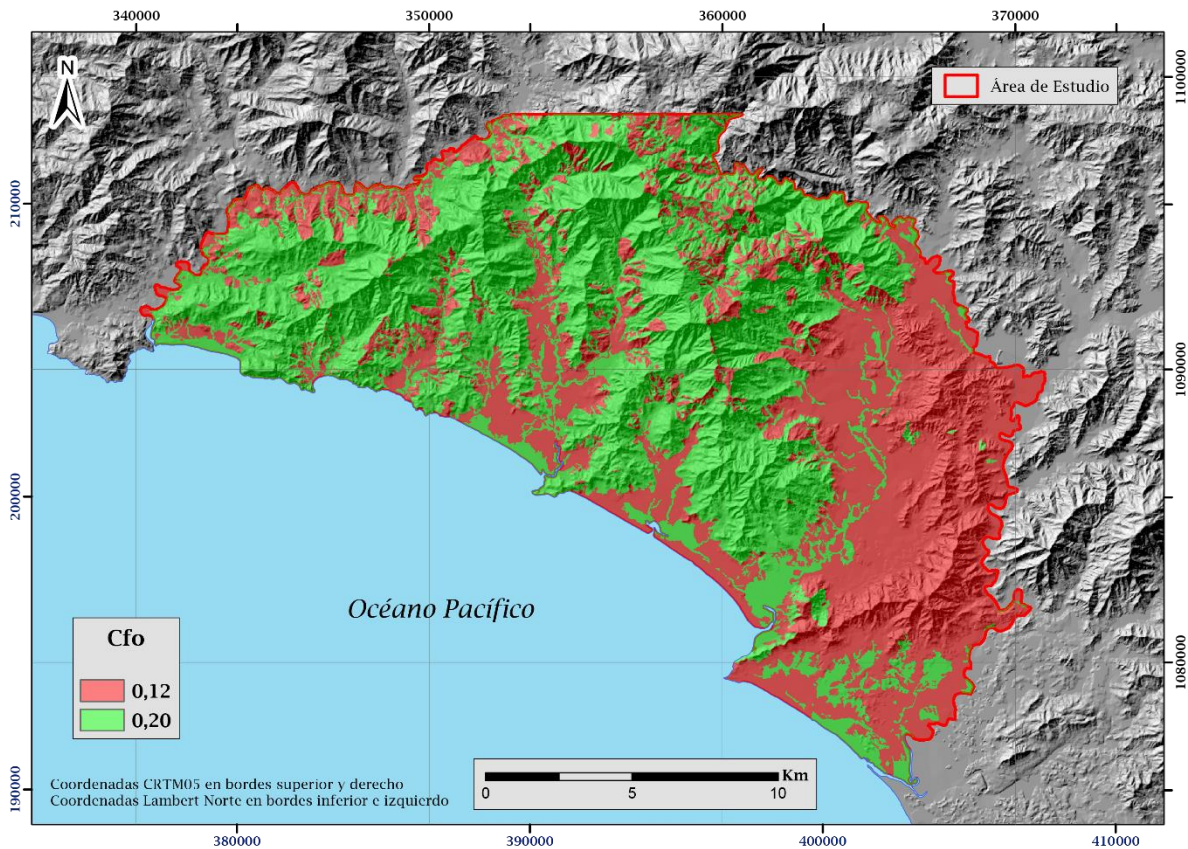


**Figura 51.** Verificación de uso de suelo en el campo.

(a): Bosque cerca de Altos de Mora (345283,83/10933325,48), (b): Pasto con árboles aislados al sur del poblado de Soledad (351450,26/1097494,11), (c): Cultivos de Teca observada en el camino hacia Quebrada Grande (363387,94/1091615,43), (d): Camino no asfaltado en Jabillos (365410,44/1090772,67).

### 6.1.1.3 Coeficiente de follaje ( $Cfo$ )

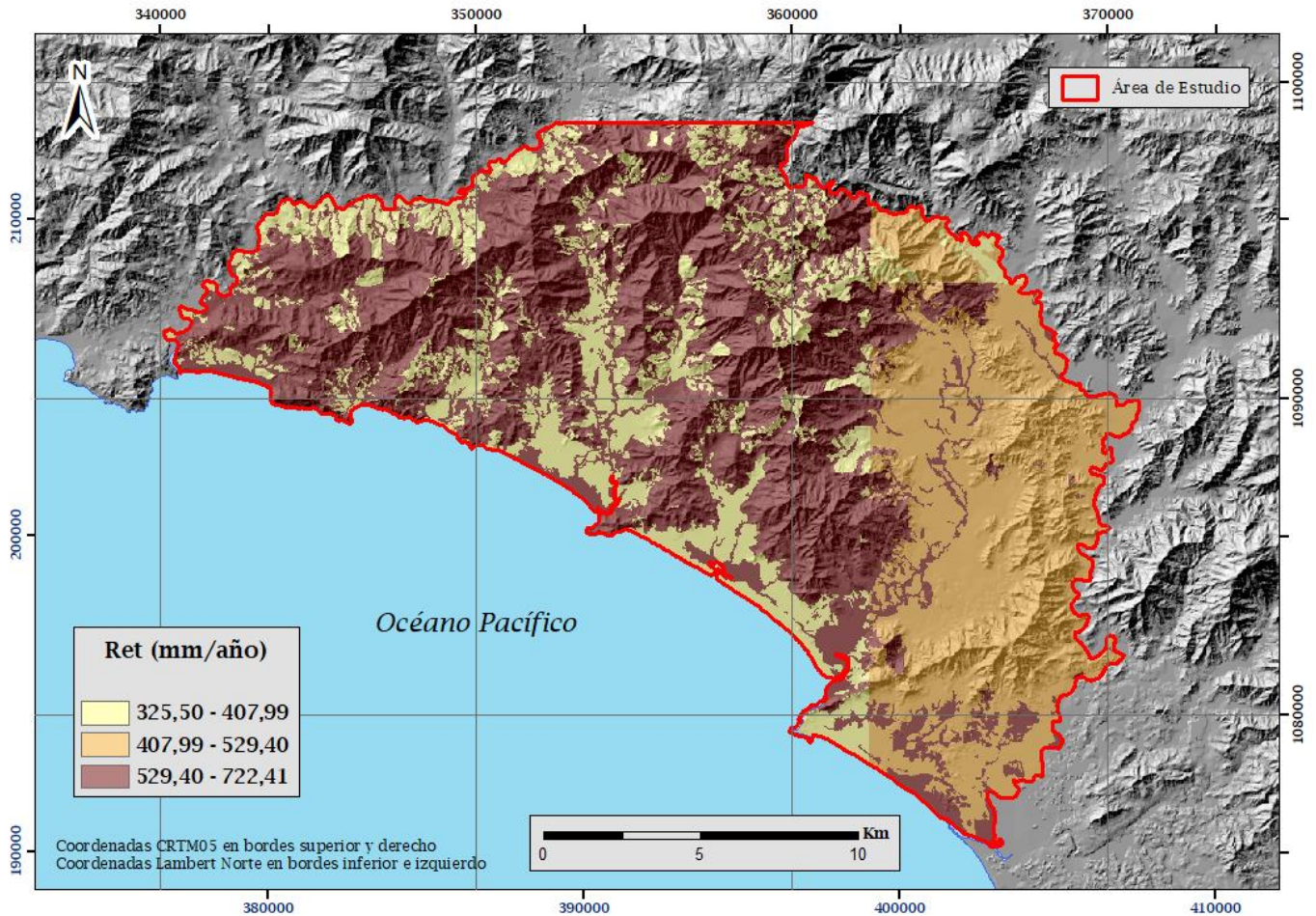
Con la debida reclasificación del mapa de uso de suelo (figura 50) se obtuvieron los valores del coeficiente de follaje para la zona de estudio, estos resultados se presentan en la figura 52. Como en la zona predominan los bosques densos, la mayor parte del área se clasifica en  $Cfo = 0,20$ , sin embargo también presenta zonas con otros uso de suelo (pasto y cultivo) que clasifica el  $Cfo = 0,12$ .



**Figura 52.** Mapa de Coeficiente de Follaje (Cfo).  
Elaboración propia.

#### 6.1.1.4 Retención de lluvia interceptada por follaje (Ret)

Mediante la herramienta de algebra de mapas se aplicó la fórmula de retención de lluvia a los mapas mensuales de las precipitaciones promedio de cada área, esto en formato raster (en total 12 mapas) junto al coeficiente de follaje; de esta forma se obtuvo la retención de lluvia mensual interceptada por el follaje. Los resultados se presentan en la figura 53. Los valores más altos se distribuyen generalmente en las zonas boscosas, ya que al presentar mucha densidad de vegetación se esperaría que la retención sea mayor y que se dificulte su paso hacia la infiltración.



**Figura 53.** Mapa de Retención de lluvia anual interceptada por el follaje (Ret).  
Elaboración propia.

### 6.1.2 Segunda Parte: Infiltración

Para la estimación de la precipitación que infiltra se realizaron pruebas de campo y se midió la capacidad de infiltración de los suelos presentes en la zona de estudio mediante pruebas de infiltración usando el método de doble anillo.

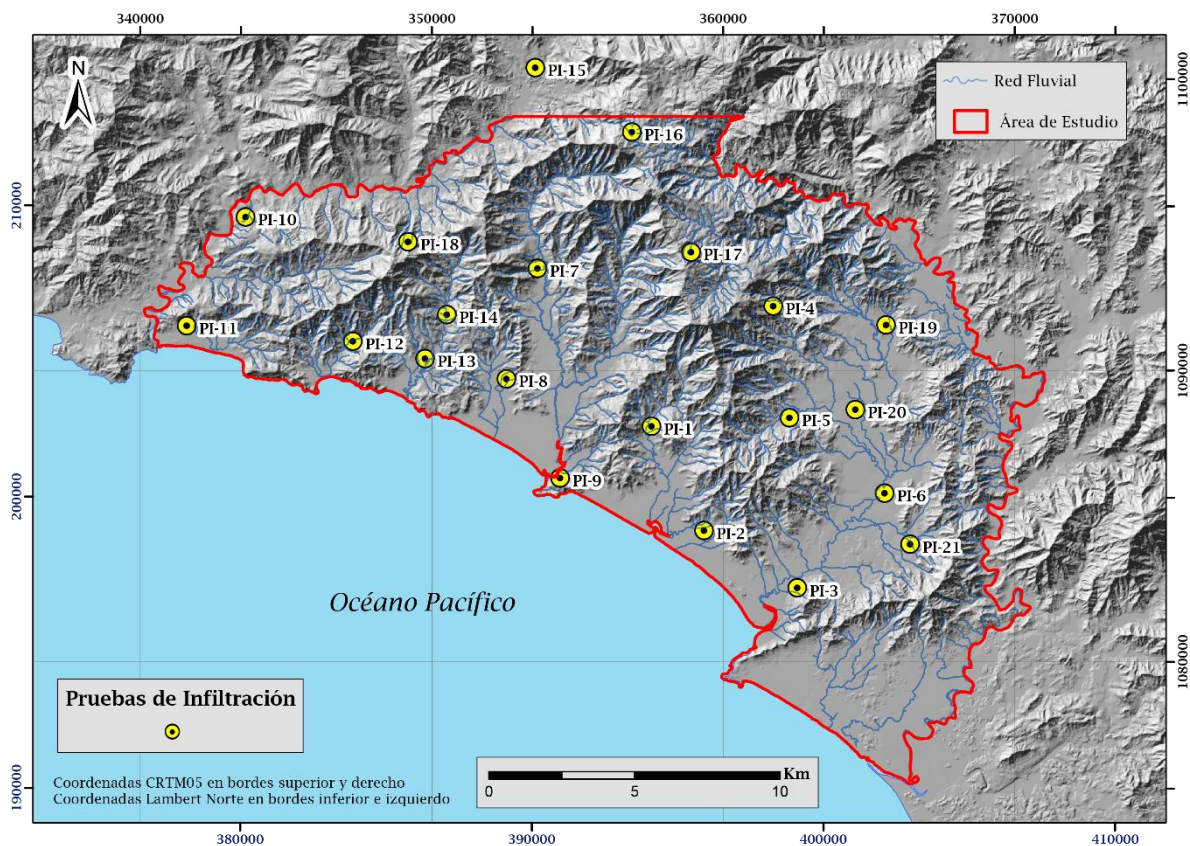
#### 6.1.2.1 Capacidad de Infiltración

La infiltración básica de un suelo se relaciona al proceso por el cual el agua penetra desde la superficie de un terreno hacia el suelo; de acuerdo con Schosinsky (2006) corresponde a la permeabilidad del suelo saturado en los primeros 30 cm de profundidad, por considerar que este es el espesor que está en contacto directo con



el agua de lluvia. La capacidad de infiltración se relaciona al término de infiltración básica al cuantificar la lluvia que infiltra; es la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en la unidad de tiempo y en unas condiciones definidas previamente (Horton, 1933).

Para determinar esta relación se ejecutaron un total de 14 pruebas de infiltración; también, se tomaron en cuenta los resultados de otras 7 pruebas realizadas en Vargas (2018); todas fueron analizadas con la hoja de cálculo facilitada por el SENARA mediante el método de Mínimos Cuadrados, las hojas de cálculo se observan en el Anexo V. La ubicación de las mismas se presenta en la figura 54. Los datos de infiltración básica del suelo se observan en la tabla 16, los códigos de cada prueba se unificaron para tener una mejor visualización en el mapa. La figura 55 muestra algunos sitios con diferente uso de suelo donde se realizaron las pruebas.



**Figura 54.** Ubicación de las Pruebas de infiltración.  
Elaboración propia.

**Tabla 16.** Valores de la infiltración básica (Fc)

Código	X	Y	h (m)	Fc (mm/día)	Lugar	Tipo de suelo	Fuente
PI-1	357535,83	1088097,49	52	159,187	Javilla	Arcilloso	Este estudio
PI-2	359334,15	1084519,61	19	224,473	San Miguel - San Francisco de Coyote	Franco Arcilloso	
PI-3	362538,91	1082548,83	46	285,679	San Francisco de Coyote	Arcilloso	
PI-4	361706,72	1092216,56	405	773,411	Chompipe	Franco Arcilloso	
PI-5	362263,61	1088380,66	61	215,619	Millal	Franco Arcilloso	
PI-6	365524,83	1085791,72	24	166,46	Mono (San Jorge)	Arcilloso	
PI-7	353618,72	1093510,44	66	103,388	Colonia del Valle	Arcilloso	
PI-8	352557,47	1089725,75	41	111,663	Quebrada Seca	Franco	
PI-9	354389,98	1086311,8	47	412,288	Bejuco	Arcilloso	
PI-10	343604,48	1095283,95	48	539,706	San Martín	Arcilloso	
PI-11	341591,08	1091545,87	38	14796	Reserva Camaronal	Arcilloso	
PI-12	347283,68	1091013,21	60	10670,688	Islita	Arcilloso	
PI-13	349765,6	1090420,11	19	326,273	ASADA Corozalito	Franco Arcilloso Limoso	
PI-14	350510,95	1091929,74	54	898,448	Corozalito	Franco	
PI-15	353550	1100411	-	1342,39	Poblado Río Ora	Franco Arcilloso Limoso	Vargas (2018)
PI-16	356861	1098200	-	1132,57	Cerro Azul	Arcilloso	
PI-17	358886	1094080	-	325,15	Los Ángeles	Arcilloso	
PI-18	349174	1094424	-	502,993	San Pedro	Arcilloso	
PI-19	365577	1091570	-	439,812	Jabillos	Franco Arcilloso	
PI-20	364528	1088670	-	833,163	I Griega	Franco Arcilloso	
PI-21	366400	1084040	-	1046,05	Candelillo	Arcilloso	



**Figura 55.** Ejemplos de pruebas de infiltración.  
**(a):** PI-2 en Pasto, **(b):** PI-5 en Cultivo de Teca, **(c):** PI-9 en Bosque.

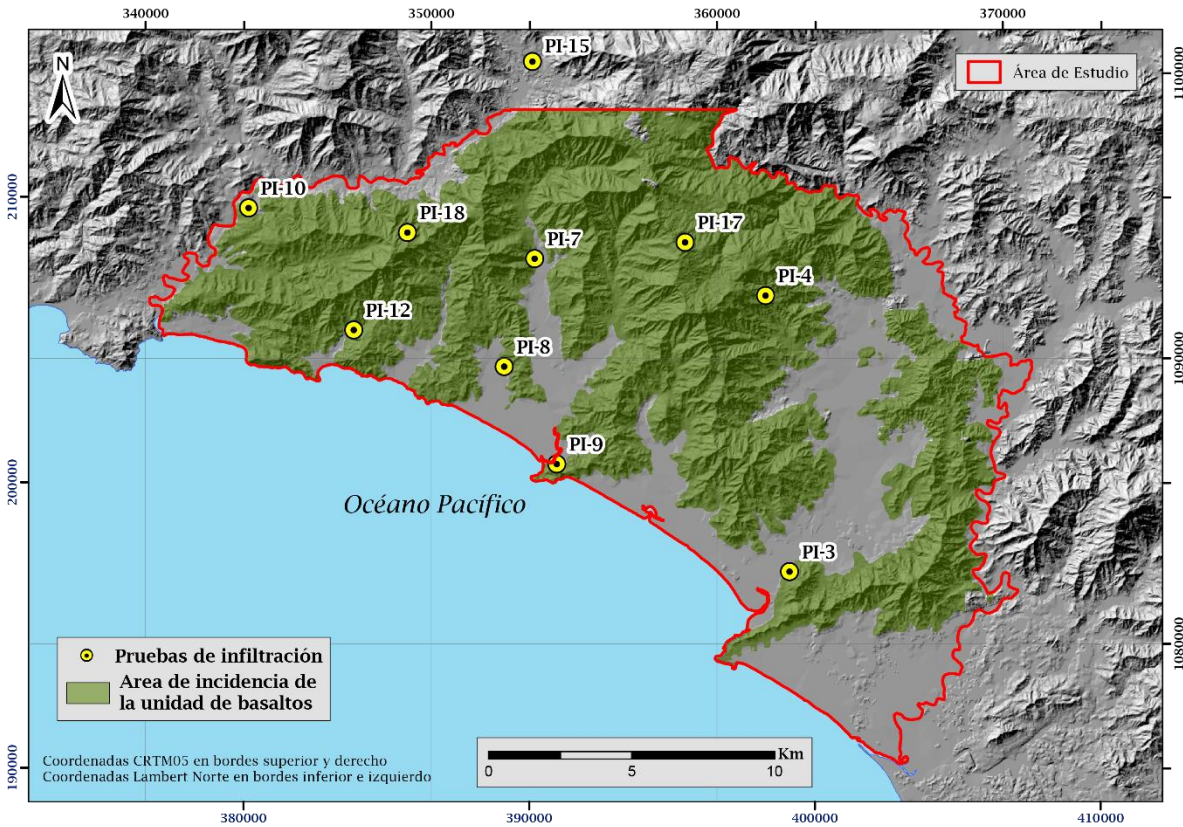
#### 6.1.2.2 Fracción que infiltra por textura del suelo ( $K_{fc}$ )

Con los valores de infiltración básica mostrados en la sección anterior se calcula el valor de la fracción que infiltra por textura del suelo ( $K_{fc}$ ) según la metodología de Schosinsky (2006), estos se presentan en la tabla 17. Con estos resultados y mediante el uso del software *Surfer* se interpolaron los datos usando el método de kriging, esto se llevó a cabo considerando la geología, por tanto, se generó el mapa de  $K_{fc}$  según corresponde a la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya (figura 56), rocas sedimentarias o a los depósitos aluviales (figura 57).

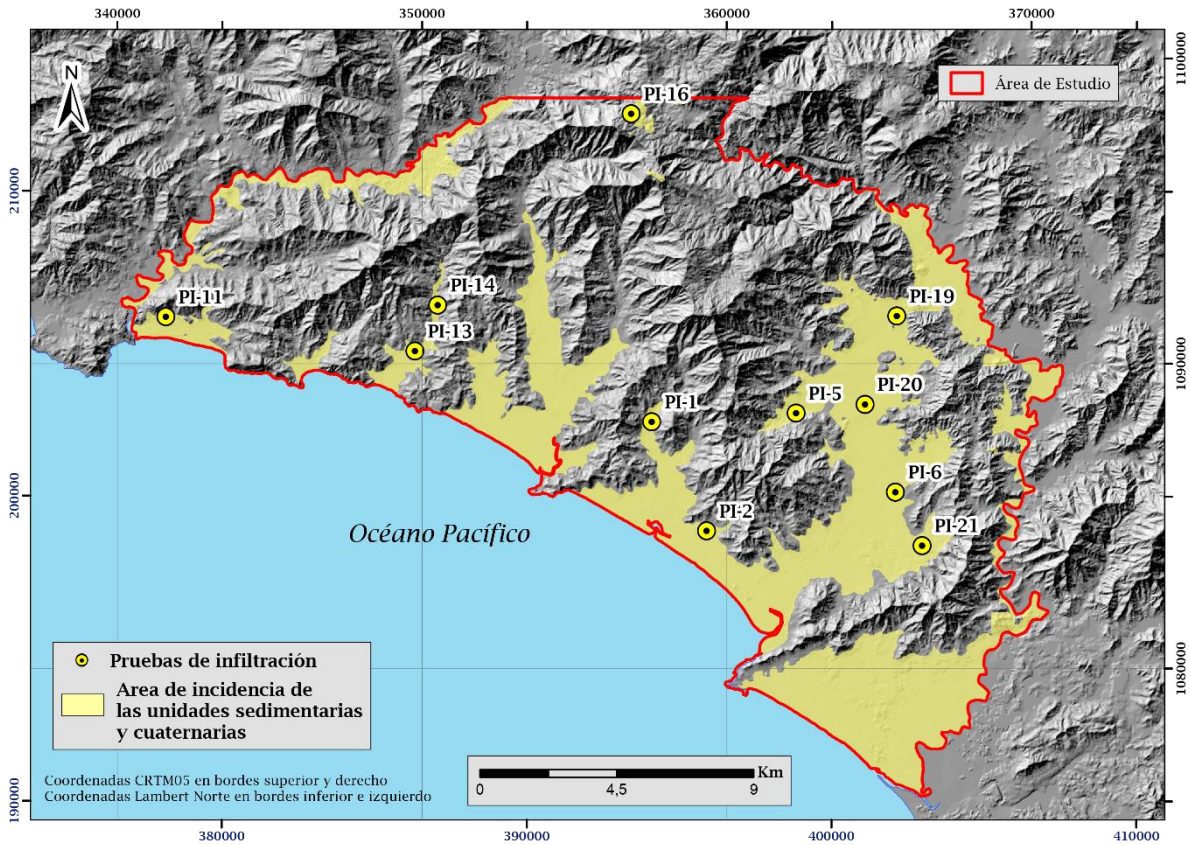
Cabe mencionar en que, los rangos de infiltración para cada unidad geológica son muy variables; para la unidad de basaltos la infiltración básica se encuentra entre los 103,388 mm/día y 10670 mm/día; y en las unidades restantes el rango de infiltración varía entre los 159,187 mm/día y 14796 mm/día; si bien es cierto hay mucha variabilidad en los resultados, se puede decir que los valores son ligeramente mayores en las rocas sedimentarias y los depósitos aluviales. Los gráficos 4 y 5 muestran dicha observación.

**Tabla 17.** Valores de Kfc para la zona de Nandayure sur.

Código	Fc (mm/día)	Kfc
PI-1	159,187	0,6062
PI-2	224,473	0,6879
PI-3	285,679	0,7429
PI-4	773,411	0,9337
PI-5	215,619	0,6785
PI-6	166,46	0,6170
PI-7	103,388	0,4996
PI-8	111,663	0,5188
PI-9	412,288	0,8213
PI-10	539,706	0,8736
PI-11	14796	1
PI-12	10670,688	1
PI-13	326,273	0,7721
PI-14	898,448	0,9544
PI-15	1342,39	0,9933
PI-16	1132,57	0,9802
PI-17	325,15	0,7713
PI-18	502,993	0,8604
PI-19	439,812	0,8343
PI-20	833,163	0,9443
PI-21	1046,05	0,9723

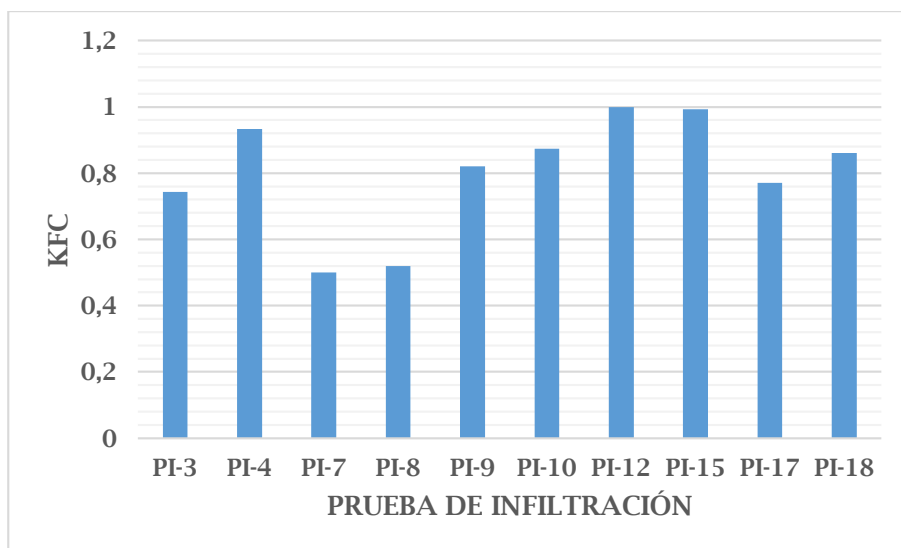


**Figura 56.** Incidencia del valor de infiltración en la unidad de Basaltos del Complejo de Nicoya. Elaboración propia.

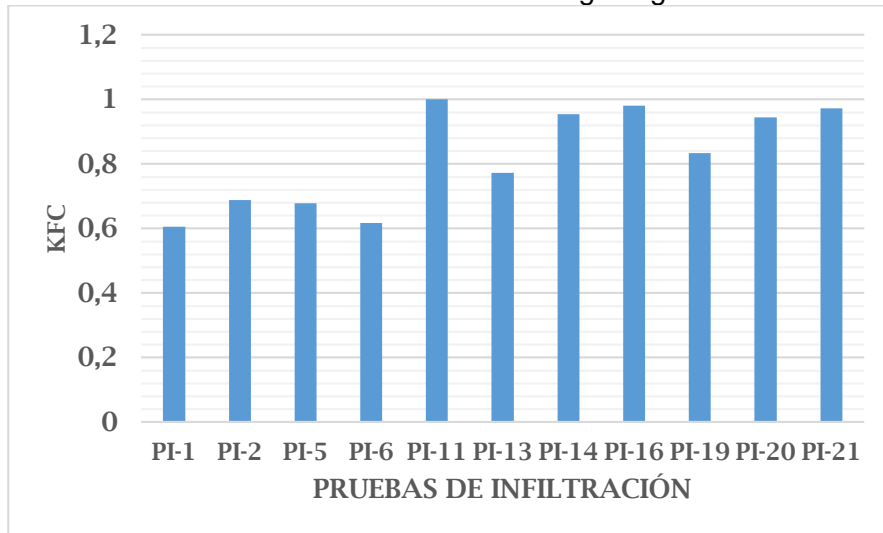


**Figura 57.** Incidencia del valor de infiltración en las unidades geológicas restantes.  
Elaboración propia.

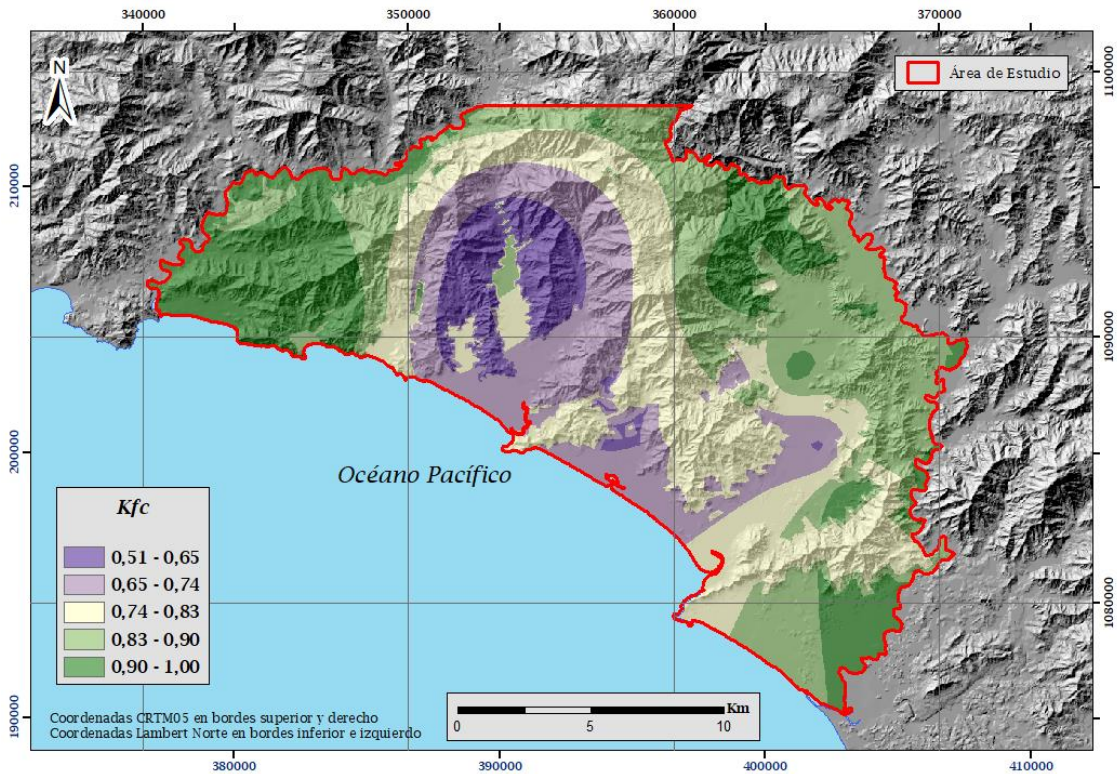
**Gráfico 4.** Distribución de K<sub>fc</sub> unidad de basaltos



**Gráfico 5.** Distribución de Kfc unidades geológicas restantes



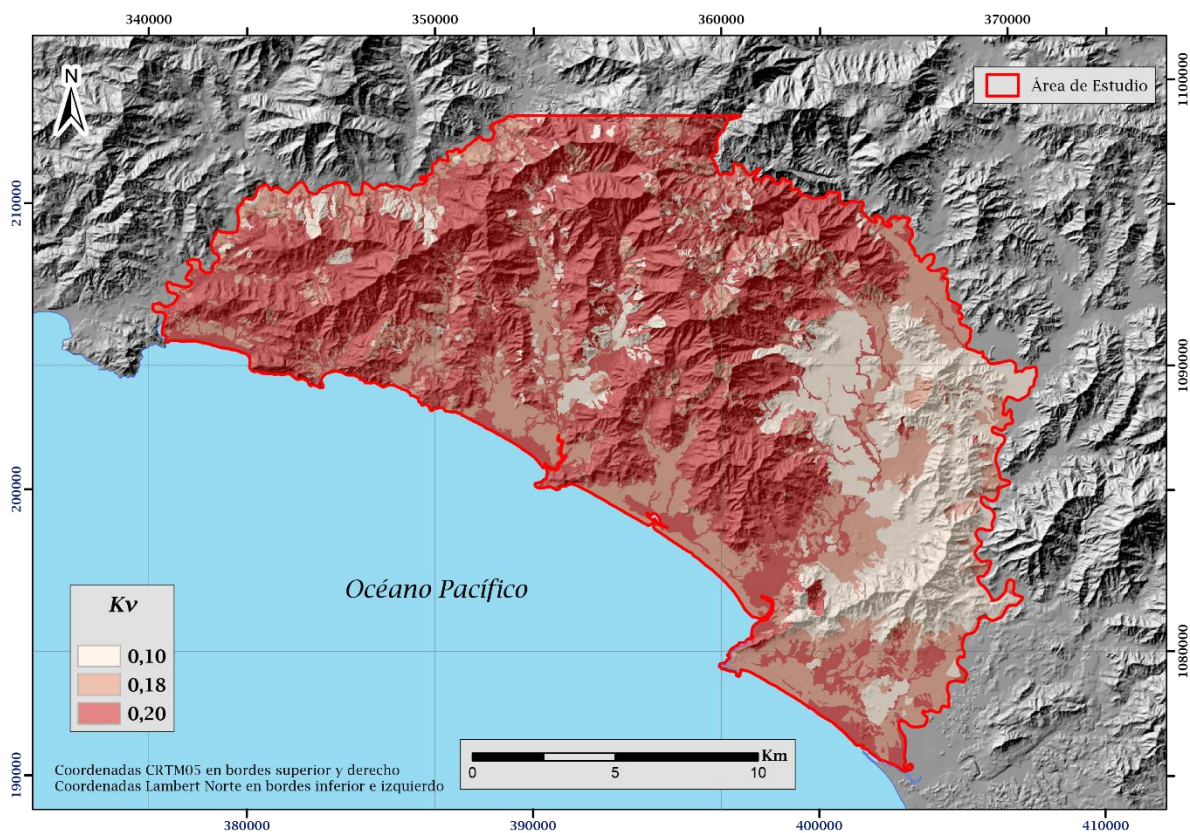
A partir de las interpolaciones realizadas, se generó el mapa de Kfc para la zona sur de Nandayure, los valores más bajos se observan en la zona central del área (figura 58).



**Figura 58.** Fracción que infiltra por textura del suelo (Kfc).  
Elaboración propia

### 6.1.2.3 Fracción que infiltra por la cobertura vegetal ( $K_v$ )

Se utiliza para esta clasificación el mapa de uso de suelo el cual se reclasificó según la metodología de Schosinsky (2006) para obtener áreas con los valores de  $K_v$ ; se asignó el valor de 0,10 para los cultivos, 0,18 para pastos y 0,20 para bosques. La figura 59 muestra la asignación del parámetro  $K_v$  para el área de estudio. Mayormente predomina el de 0,20, como es de esperar, ya que la mayor cobertura vegetal presente son los bosques.



**Figura 59.** Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal ( $K_v$ ).  
Elaboración propia.

#### 6.1.2.4 Fracción que infiltra por efecto de pendiente ( $K_p$ )

Para calcular la fracción de la lluvia que infiltra por efecto de la pendiente se realizó un mapa de pendientes a partir de curvas de nivel escala 1:50000 con curvas cada 20 m, accesibles en el sitio web del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) (figura 60).

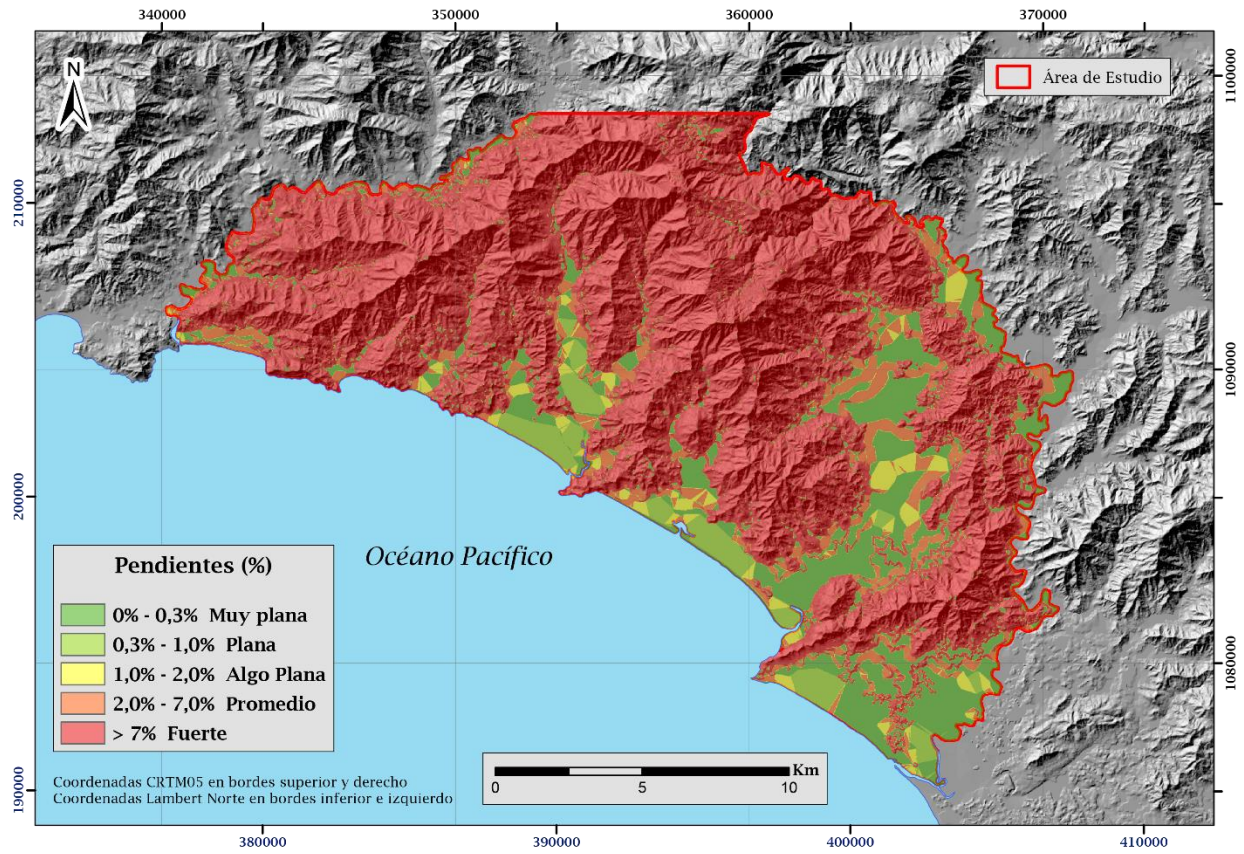
Es importante mencionar que se modificaron y ajustaron los intervalos propuestos en el artículo de Schosinsky (2006) para el valor de  $K_p$ , ya que la clasificación que existe no contempla algunos rangos de valores de porcentaje, por lo que se trató de incluirlos en dicha modificación. Los valores originales y modificados se observan en la tabla 18. La figura 61 muestra los valores de  $K_p$  a lo largo del área de la zona sur del cantón de Nandayure.

**Tabla 18. Reclasificación de  $K_p$ .**

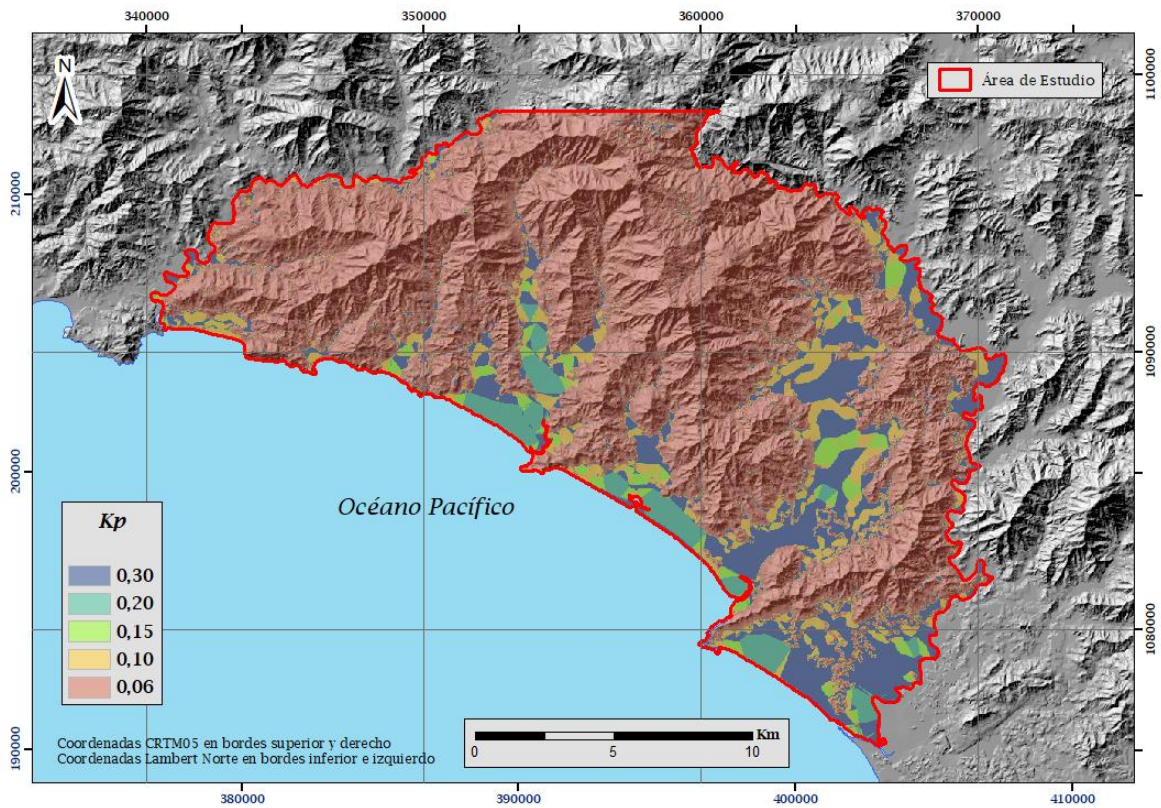
<b>Pendiente</b>	<b>Porcentaje original</b>	<b>Porcentaje modificado</b>	<b><math>K_p</math></b>
Muy plana	0,02% - 0,06%	0,02 – 0,3	0,30
Plana	0,3% - 0,4%	0,3%-1%	0,20
Algo plana	1% - 2%	1%-2%	0,15
Promedio	2% - 7%	2% - 7%	0,10
Fuerte	> 7%	> 7%	0,06

Los valores más bajos, como se puede observar en el mapa representan las pendientes que son mayores a 7%, precisamente, las zonas montañosas o altas del área de estudio; los depósitos aluviales y zonas planas muestran los valores más altos.





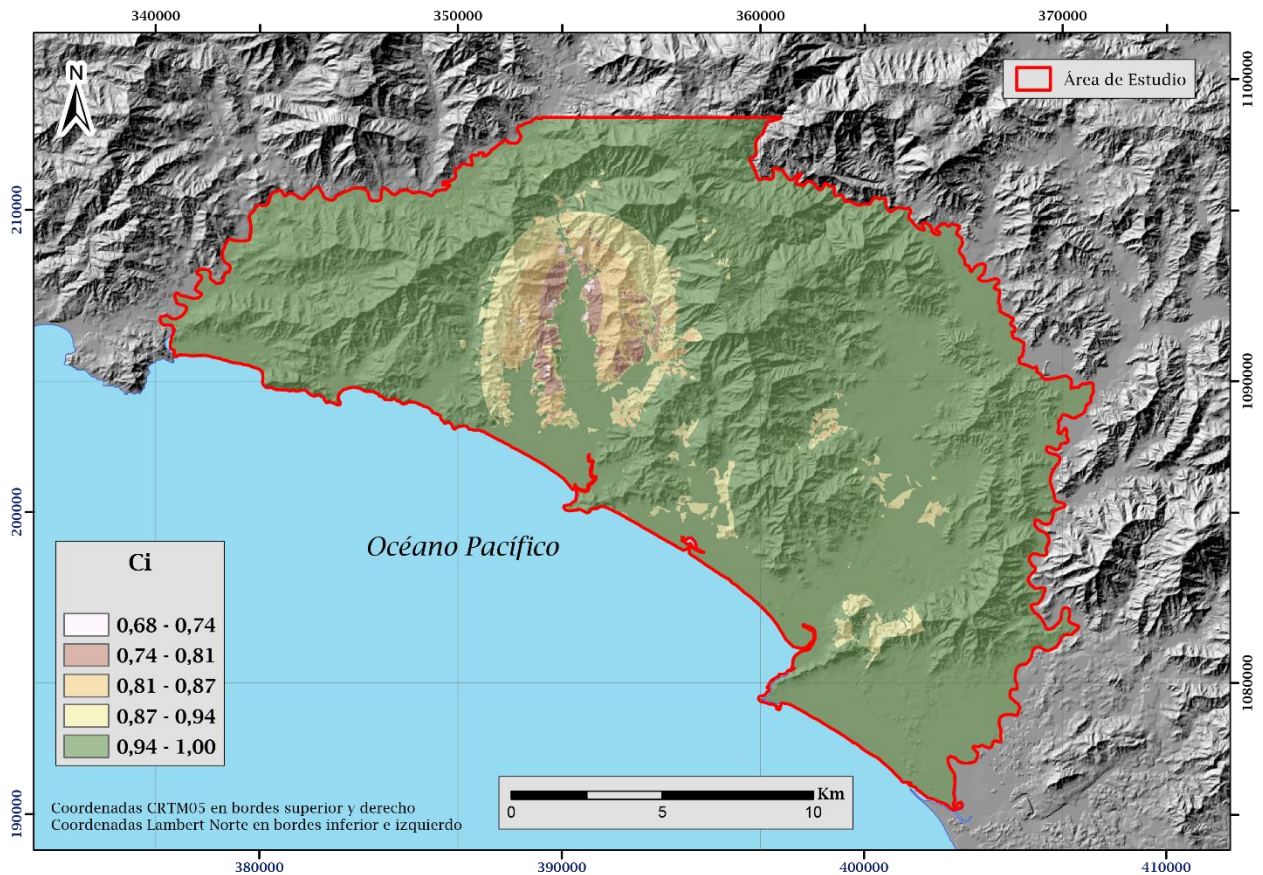
**Figura 60.** Mapa de pendientes en porcentaje.  
Elaboración propia a partir de datos del SNIT.



**Figura 61.** Fracción que infiltra por efecto de la pendiente (Kp).  
Elaboración propia.

### 6.1.2.5 Coeficiente de infiltración del suelo (Ci)

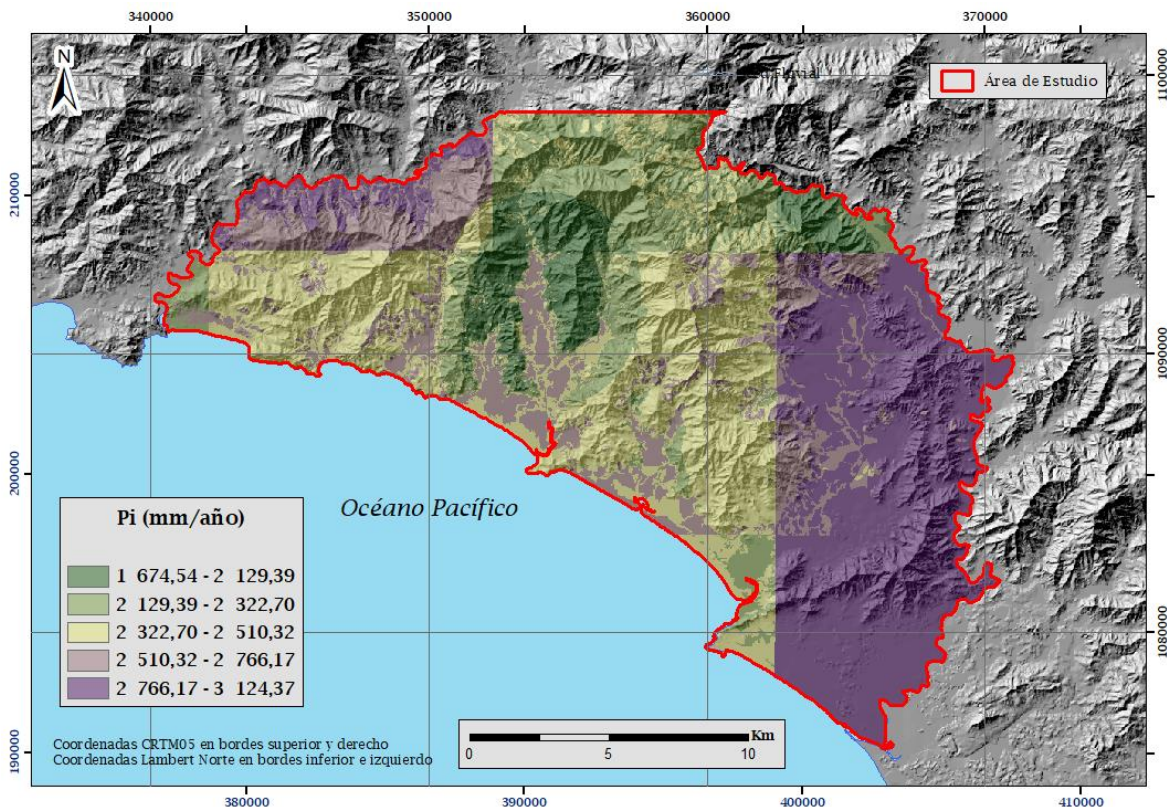
Con las condicionales teóricas y la herramienta de algebra de mapas se realizaron las respectivas operaciones para crear el mapa de coeficiente de infiltración presentado en la figura 62. La mayor parte del área de estudio presenta valores de Ci entre los 0,94 – 1. Para los valores mayores a 1, se les asigna este mismo valor según la metodología de Schosinsky (2006).



**Figura 62.** Coeficiente de Infiltración (Ci).  
Elaboración propia.

### 6.1.2.6 Infiltración Pluvial Mensual (Pi)

Con los valores calculados se determinan los valores de la ecuación de Pi, con esta información se generaron los mapas mensuales de la precipitación que infiltra, así se obtuvo que las mayores infiltraciones ocurren desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, precisamente durante la época más lluviosa cuando el suelo está húmedo, los valores más altos se presentan en el mes de setiembre con un valor de 576 mm/mes, a partir del mes de diciembre disminuye la Pi. En la figura 63 se presenta la suma de las precipitaciones mensuales que infiltran en el suelo, resultando el mapa de precipitación que infiltra anualmente en la zona; es evidente la influencia directa que tienen el dato de precipitación en el cálculo de Pi, por eso se nota el contraste de la franja color morado en el extremo este del área en estudio.



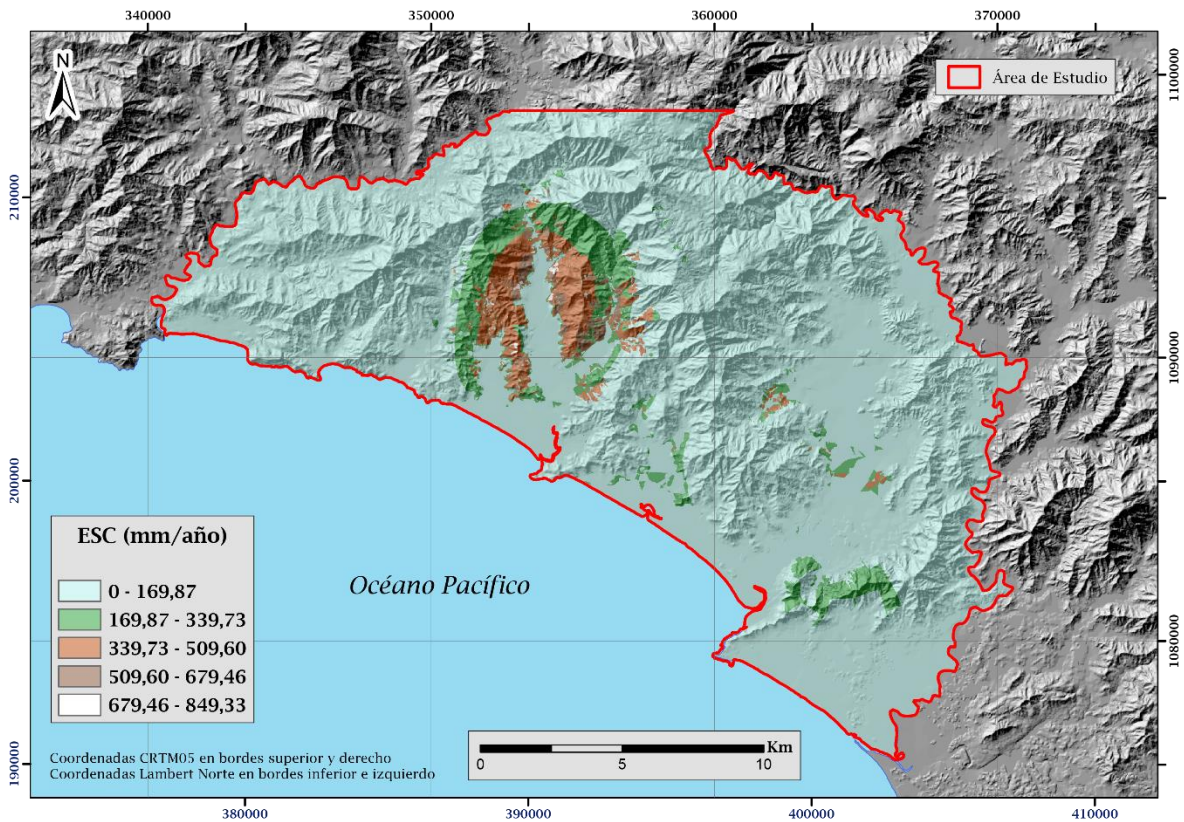
**Figura 63.** Precipitación que infiltra anualmente al suelo (Pi)  
Elaboración propia.

### **6.1.2.7 Escorrentía Superficial (ESC)**

La escorrentía fue calculada para los 12 meses del año, así se obtuvieron 12 mapas mensuales de escorrentía superficial; se observa que, los valores de mayor escorrentía superficial se dan en el mes más lluvioso que es setiembre con valores máximos de 156 mm/mes. La entrada de la época seca ocurre en el mes de diciembre, donde los valores son bajos y en algunos casos hasta nulos.

La figura 64 muestra la distribución de la escorrentía superficial anual, para la zona de estudio. También, se distingue una zona de mayor escorrentía en la parte noroeste del área de estudio, con valores hasta de 849,33 mm/año; esto se debe a la poca precipitación que infiltra debido a la textura del suelo, pues según los resultados del laboratorio y observaciones de campo, en ese sector existe un suelo arcilloso que generalmente es más impermeable, es decir no favorece la infiltración de agua de lluvia.

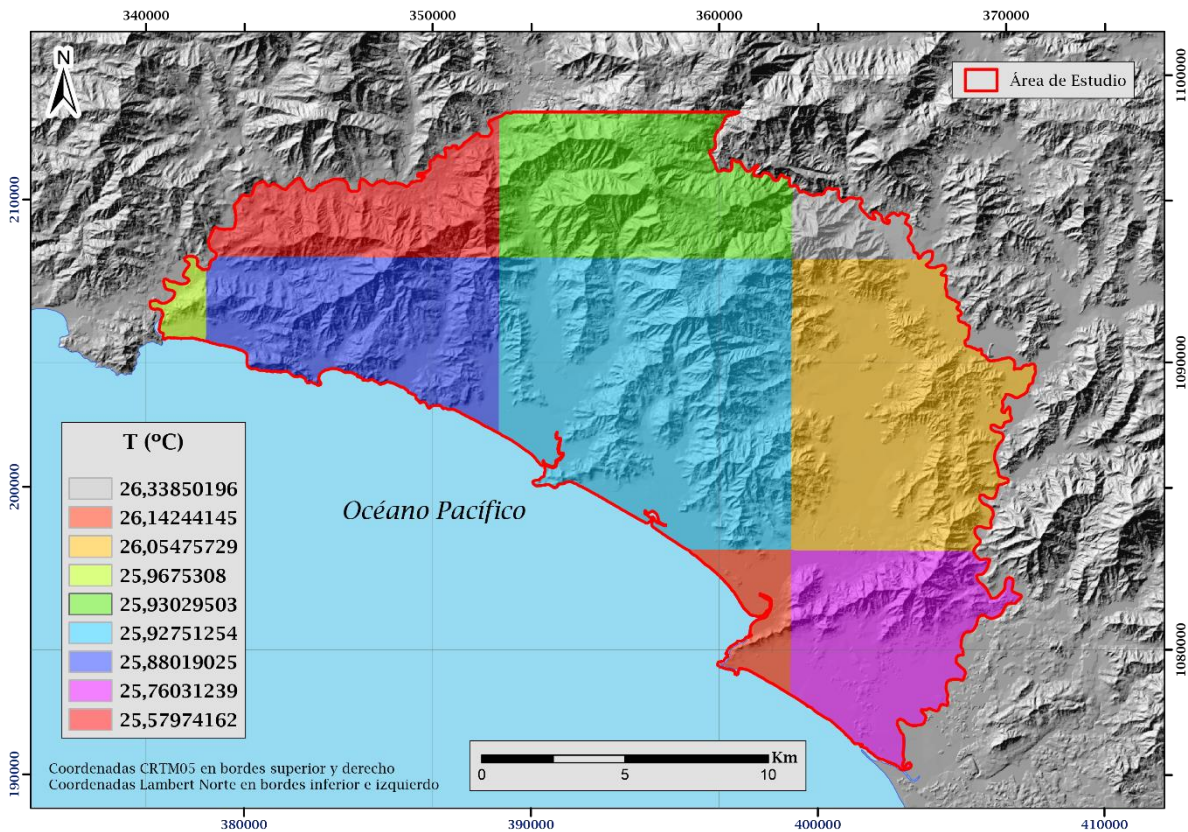
Además, la zona con mayor escorrentía, es decir poca infiltración se ubica en zonas montañosas donde se presenta como se mencionó en la sección 4.3.7 densidad y frecuencia de drenaje altas; aunque esto no ocurra a lo largo de toda el área, sí se cumple que, los lugares con topografía plana donde hay menor densidad y frecuencia de drenaje los valores de escorrentía son bajos.



**Figura 64.** Escorrentía Superficial Anual (ESC).  
Elaboración propia.

### 6.1.2.8 Evapotranspiración (ETP)

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se utilizó la ecuación de Blaney & Criddle (ONU, 1972) y los valores de temperatura se tomaron directamente de la información de Durán-Quesada et al. (2019); al igual que las precipitaciones se tiene información para el periodo que comprende los años 1980 a 2017 y de igual forma se trabajó con el promedio de los datos mensuales para cada mes del año. La figura 65 muestra la distribución de la temperatura promedio mensual a lo largo del año. Por su parte, para el porcentaje de horas de luz solar mensual se emplearon los valores de Calvo (1999) obtenidas en Schosinsky (2006) que son datos para la latitud 10° del hemisferio norte, donde se encuentra Costa Rica; estos datos se muestran en la tabla 19.

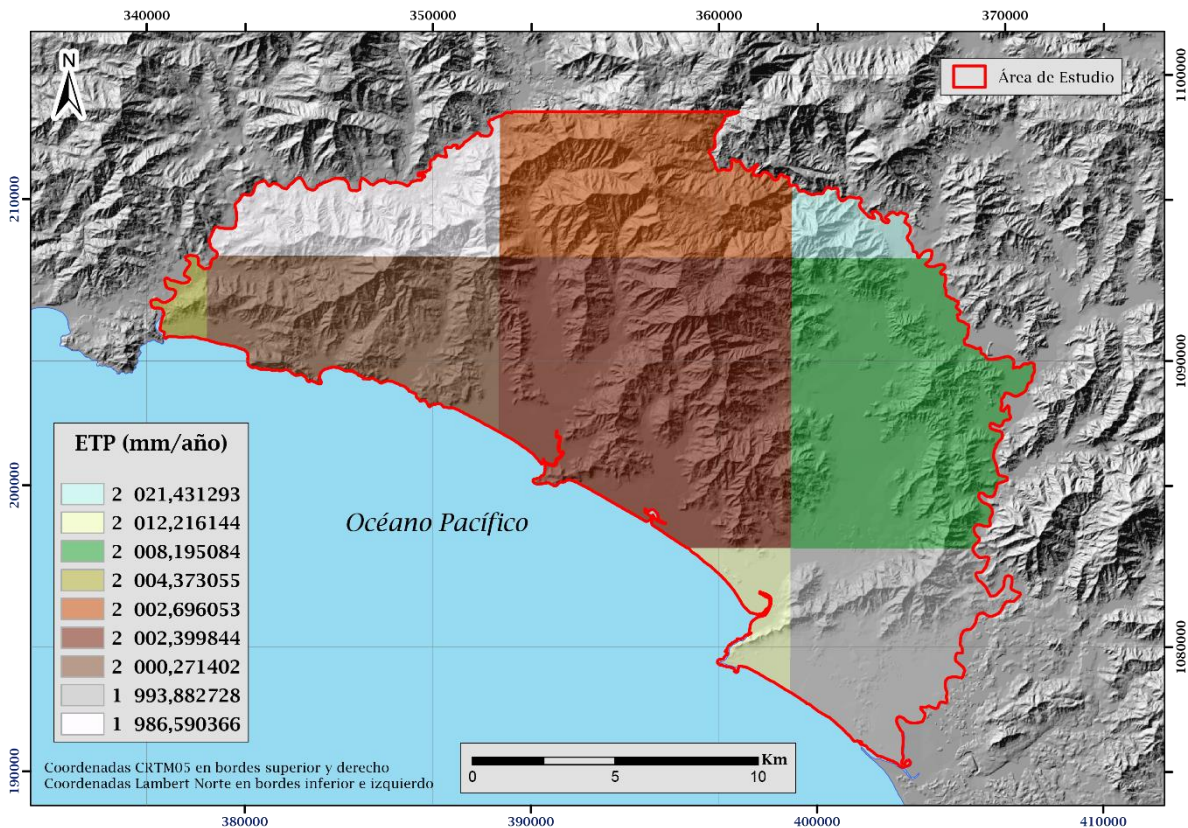


**Figura 65.** Mapa de temperatura promedio anual  
Elaboración propia a partir de datos de Durán-Quesada et al. (2019).

**Tabla 19.** Porcentaje de horas de sol mensual.  
Tomado de Schosinsky (2006)

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
%	8,13	7,47	8,45	8,37	8,81	8,60	8,86	8,71	8,25	8,34	7,91	8,10

Los valores de la evapotranspiración promedio anual se presentan en la figura 66; estos valores oscilan entre los 1986,59 mm/año a 2021,43 mm/año. Los valores donde la evapotranspiración es mayor se observa en las áreas con mayor temperatura, además donde predominan el uso de suelo de cultivos con mayor humedad en el suelo por las mayores precipitaciones en esa área.



**Figura 66.** Evapotranspiración potencial anual (ETP).  
Elaboración propia.

### 6.1.3 Tercera Parte: Recarga Potencial al Acuífero

Una vez calculados los parámetros de la retención de lluvia por el follaje y la estimación de la precipitación que infiltra, se determina la recarga potencial al acuífero con valores de humedad, capacidad de campo y punto de marchitez del suelo.

#### 6.1.3.1 Capacidad de Campo, Punto de Marchitez, Densidad Aparente y Profundidad de Raíces

Se realizaron 14 muestras de suelos en los mismos sitios donde se efectuaron las pruebas de infiltración, los cuales fueron analizados en el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) para el reporte de Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM) y Densidad Aparente (DA), así como la Textura de suelos;

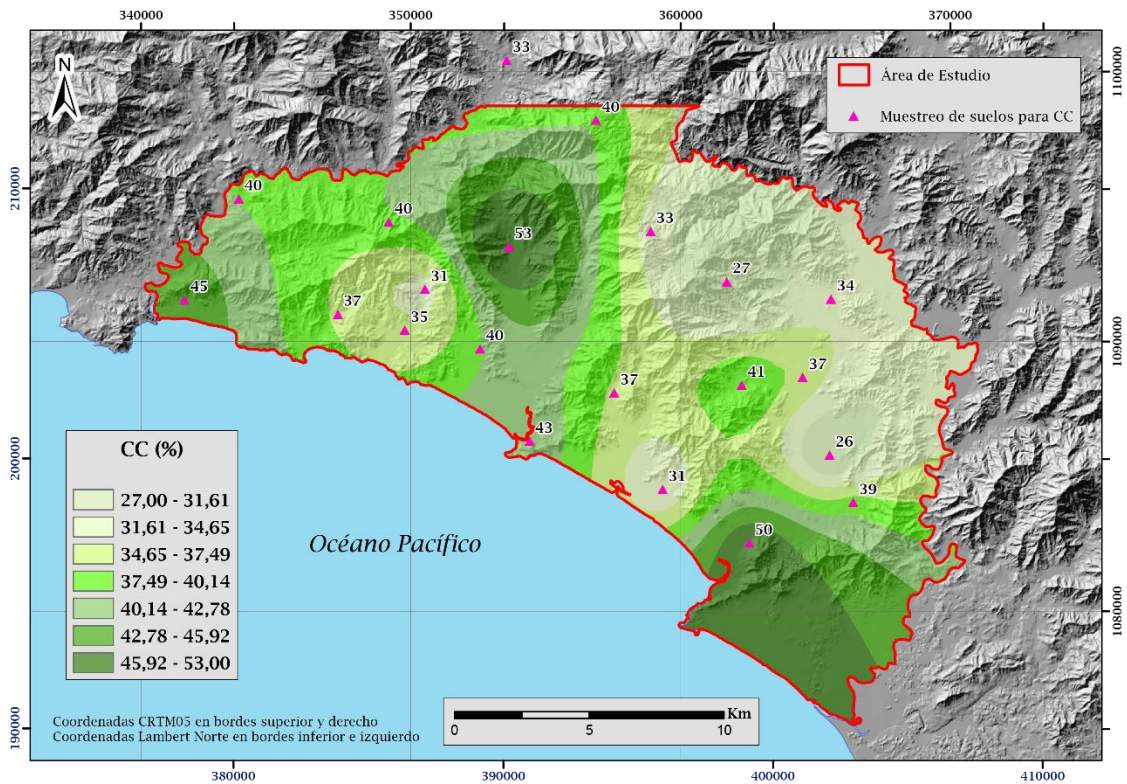
en la tabla 20 se resumen los datos y en el Anexo VI se adjuntan los resultados originales. Además, se tomaron 7 muestras adicionales por Vargas (2018).

Estos valores se interpolaron en el Software *Surfer 10* con el método *kriging*; no se utilizó una división como la realizada en el apartado del *Kfc* porque los resultados del laboratorio no poseen mayores diferencias, por lo que se optó por hacer una interpolación lineal para la totalidad del área de estudio. Las figuras 67, 68 y 69 muestran los mapas de CC, PM y DA en % por peso de suelo seco.

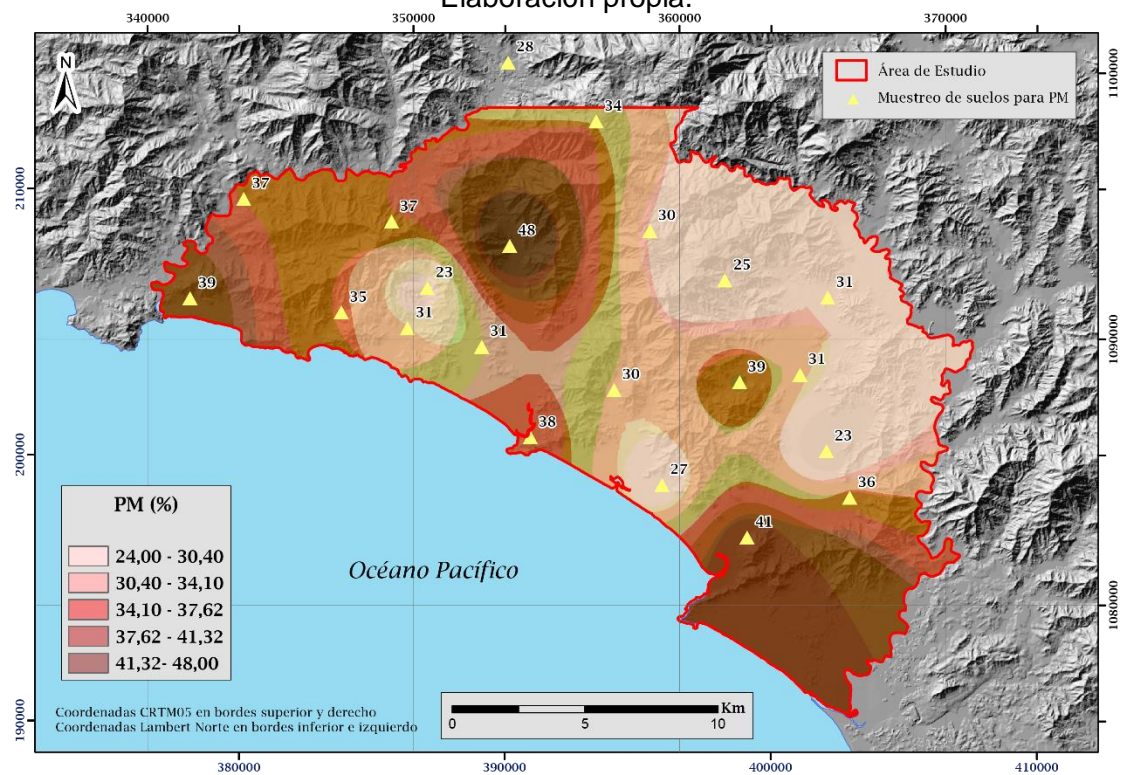
Tabla 20. Valores de CC, PM y DA  
Análisis del CIA-UCR (2019)

Prueba de Infiltración	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Código de muestra del suelo	% Retención		Densidad Aparente	
				CC	PM	g cm <sup>-3</sup>	
PI-1	357535,83	1088097,49	1S-6,11-Nan	37	30	1,2	Trabajo Propio
PI-2	359334,15	1084519,61	2S-6,11-Nan	31	27	1,3	
PI-3	362538,91	1082548,83	3S-6,11-Nan	50	41	1,1	
PI-4	361706,72	1092216,56	4S-7,11-Nan	27	25	1,3	
PI-5	362263,61	1088380,66	5S-7,11-Nan	41	39	1,3	
PI-6	365524,83	1085791,72	6S-7,11-Nan	26	23	1,5	
PI-7	353618,72	1093510,44	7S-8,11-Nan	53	48	1,1	
PI-8	352557,47	1089725,75	8S-8,11-Nan	40	31	1,1	
PI-9	354389,98	1086311,8	9S-8,11-Nan	43	38	1,3	
PI-10	343604,48	1095283,95	10S-5,2-Nan	40	37	1,3	
PI-11	341591,08	1091545,87	11S-6,2-Nan	45	39	1,2	
PI-12	347283,68	1091013,21	12S-6,2-Nan	37	35	1,1	
PI-13	349765,6	1090420,11	13S-7,2-Nan	35	31	1,3	
PI-14	350510,95	1091929,74	14S-7,2-Nan	31	23	1,4	
PI-15	353550	1100411	M9 / NAN-M.9	33	28	1,1	
PI-16	356861	1098200	NAY-10 / M10 - Nandayure	40	34	1,1	Vargas (2018)
PI-17	358886	1094080	NAY-11 / M11 - Nandayure	33	30	1,1	
PI-18	349174	1094424	NAY-12 / NAN - M.12	40	37	1,1	
PI-19	365577	1091570	NAY-13 / NAN-M.13 JAVILLOS	34	31	0,7	
PI-20	364528	1088670	NAY-14 / NAN-M.14 Y GRIEGA	37	31	1,1	
PI-21	366400	1084040	NAY-15 / NAN-M.15 NE CANDELILLO	39	36	1,5	
PI-22	365382	1079513	NAY-16 / NAN-M.16	44	39	0,7	

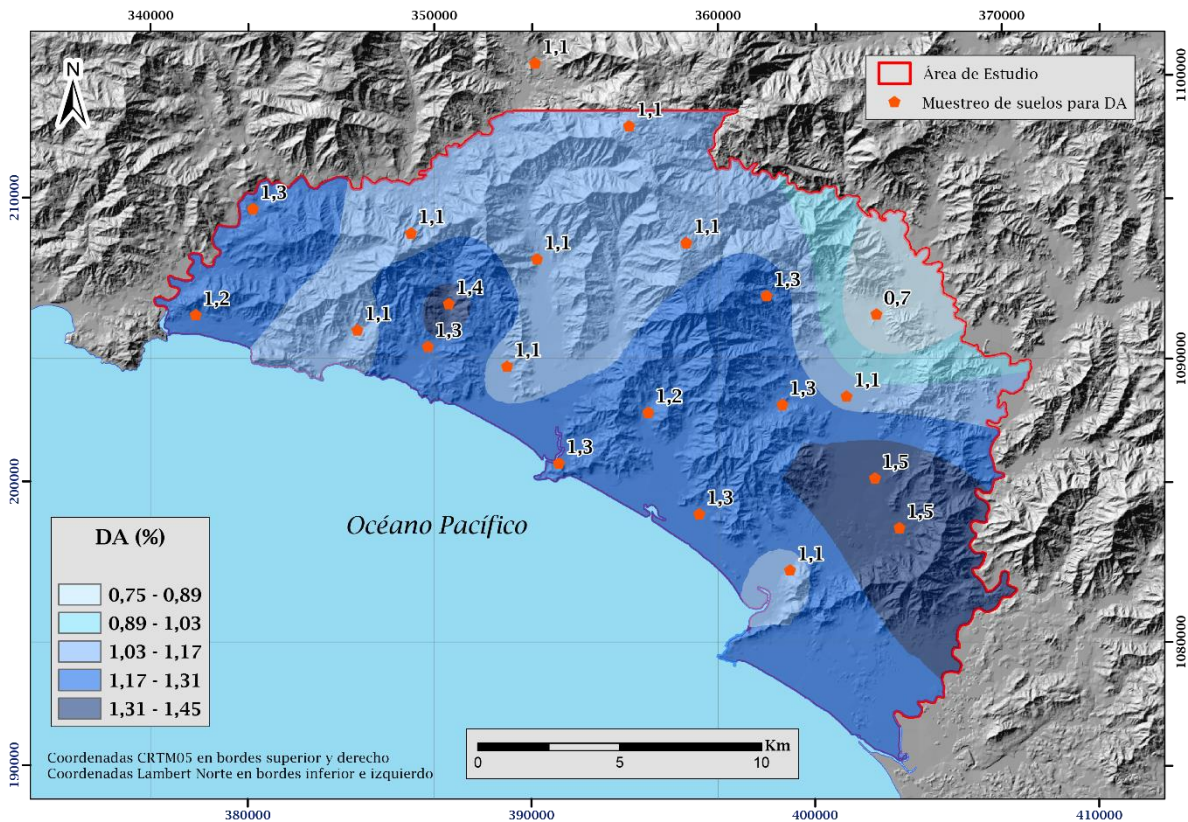




**Figura 67.** Capacidad de campo en % por peso de suelo seco.  
Elaboración propia.



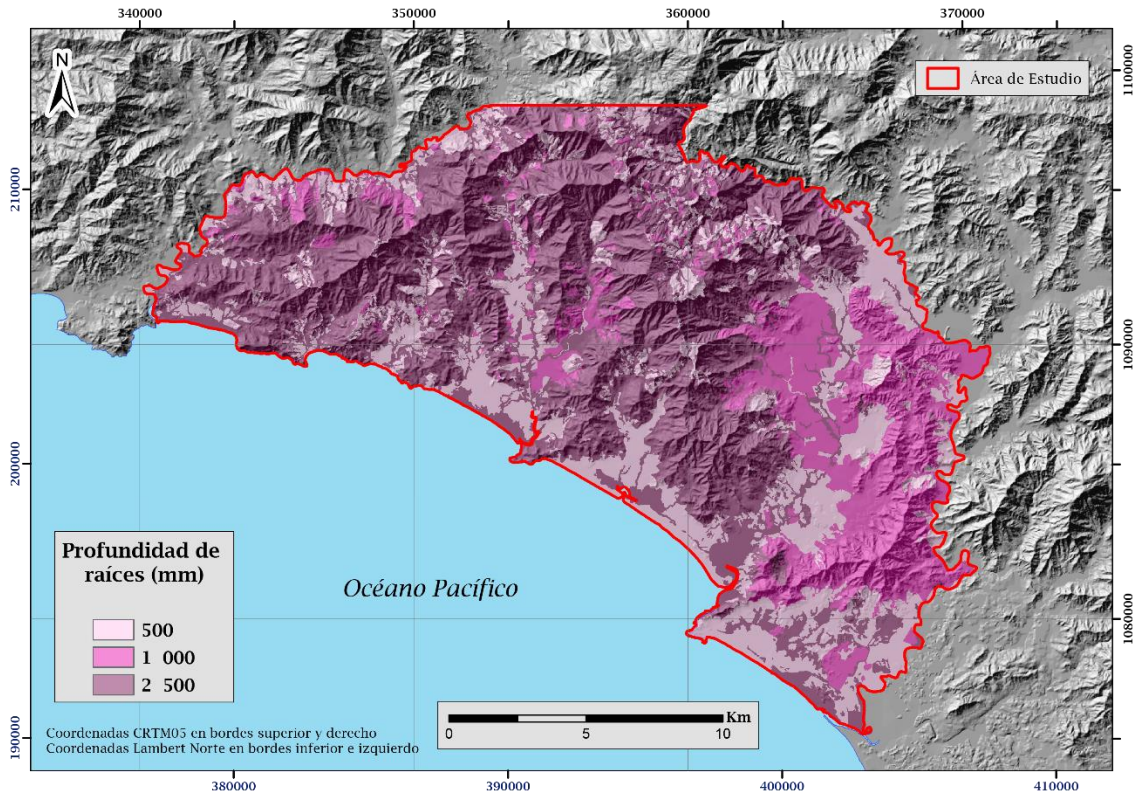
**Figura 68.** Punto de marchitez en % por peso de suelo seco.  
Elaboración propia



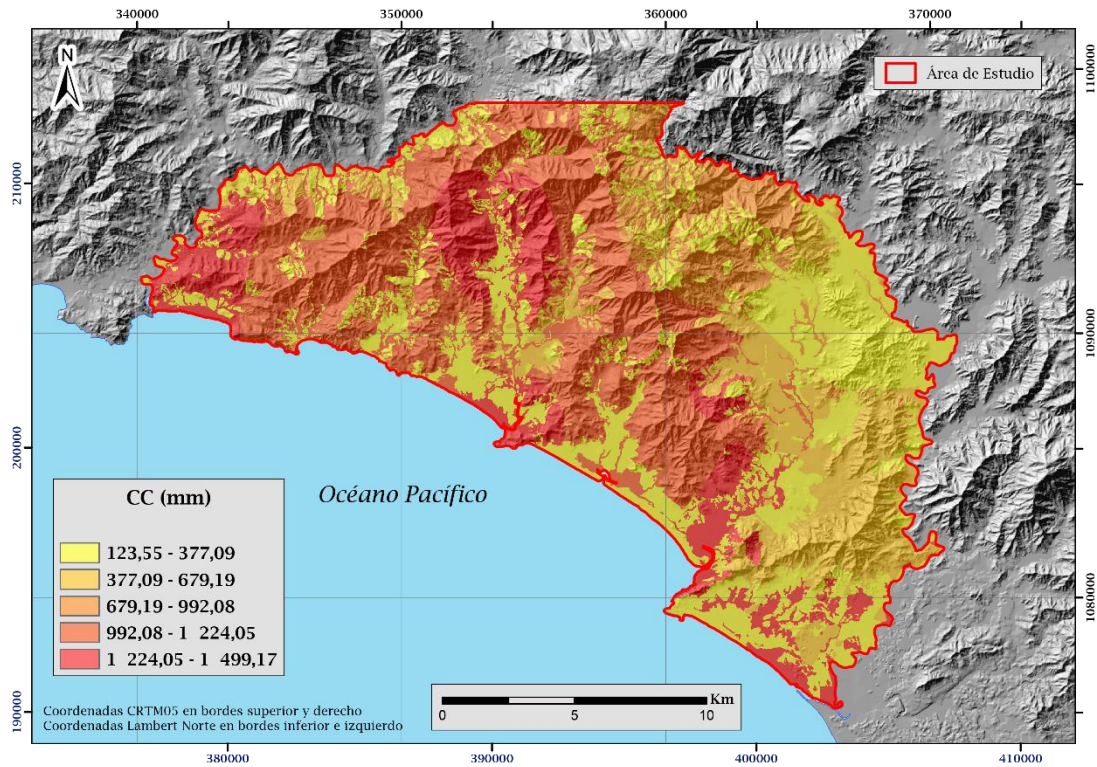
**Figura 69.** Densidad aparente en porcentaje (%).  
Elaboración propia.

Como estos datos deben ser presentados en unidades de milímetros se utilizó la fórmula respectiva (ecuación 9) para su conversión. La profundidad de raíces descrita en dicha ecuación se tomó de los valores propuestos de Grassi (1976) obtenidos en Schosinsky (2006) los cuales se muestran en la figura 70. Se reclasificó el mapa de uso de suelo; para este objetivo para los valores de bosque se tomó el valor de 2500 mm que es el promedio de los valores propuestos; en vista de que el cultivo principal es teca, se usó un valor de 1000 mm y para el uso de suelo de pasto se utilizó un valor de profundidad de raíces de 500 mm que también es el promedio de los datos propuestos. Los valores mayores se observan las zonas al noroeste del área de estudio, ya que es donde más se presenta zona boscosa.

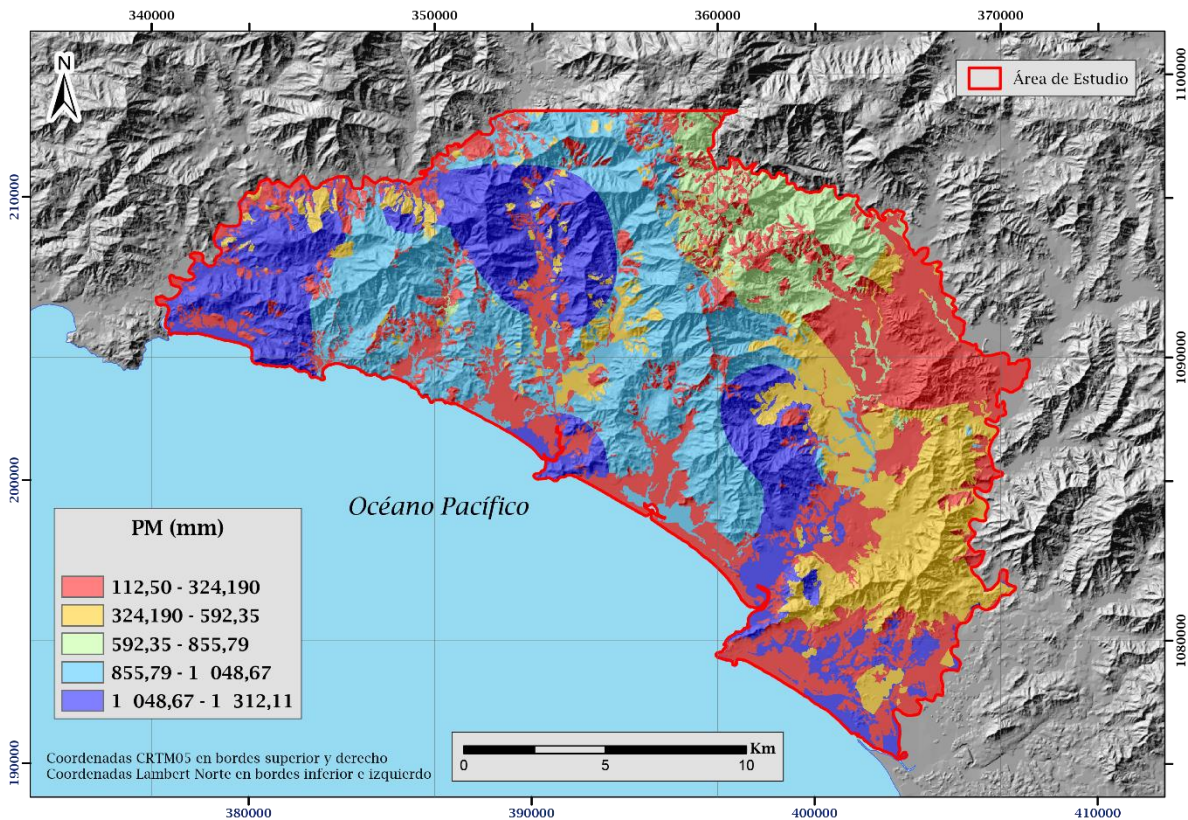
Los mapas de capacidad de campo y punto de marchitez en milímetros (mm) se observan en las figuras 71 y 72; para este caso los valores más bajos de CC y PM se presentan en las zonas donde predominan los cultivos y donde es mayor la precipitación del suelo, además de deberse a su profundidad de raíces mayor.



**Figura 70.** Profundidad de Raíces según la vegetación existente.  
Elaboración propia.



**Figura 71.** Capacidad de campo en mm.  
Elaboración propia.



**Figura 72.** Punto de marchitez en mm.  
Elaboración propia.

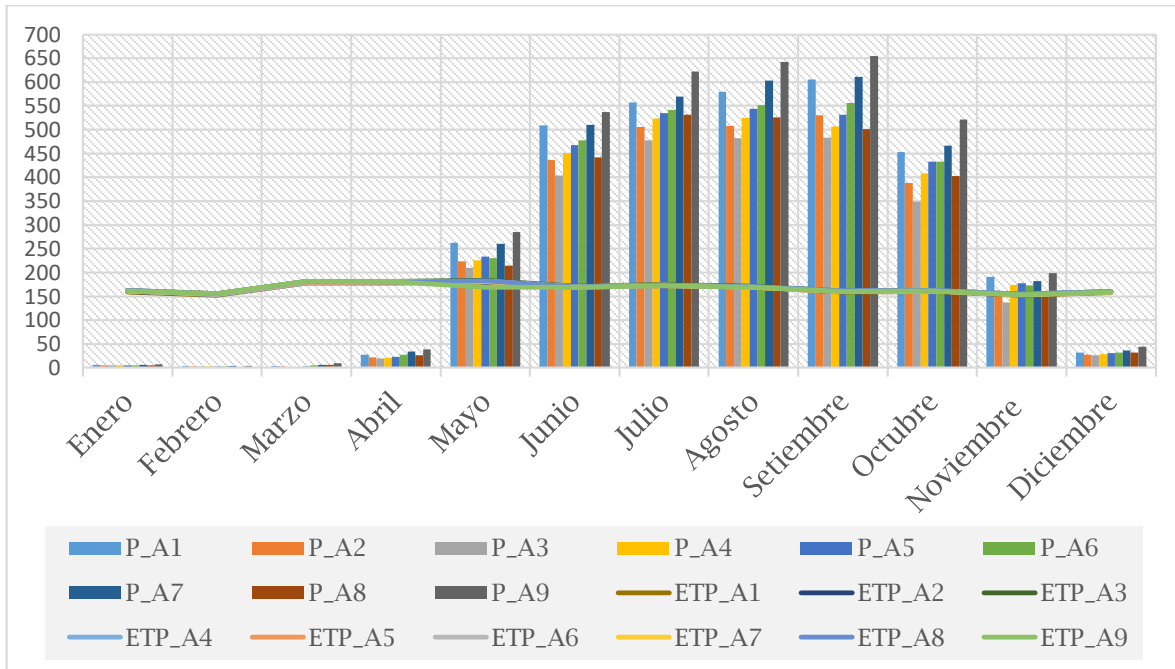
### 6.1.3.2 Determinación del Mes de Inicio del Balance

Para la determinación del mes inicial del balance en el caso de la zona sur del cantón de Nandayure se le resta a la precipitación que infiltra ( $P_i$ ) la evapotranspiración potencial (ETP), con el objetivo de determinar en cuáles meses del año la  $P_i > ETP$  (es decir, en cuales meses el resultado de la resta es positivo); para posteriormente establecer el mes siguiente como el inicio del balance de suelos según lo propuesto por Schosinsky (2006). Se realizó esta operación con álgebra de mapas y resultó que para los meses de enero a abril los valores de la ETP son mayores que la  $P_i$ , a partir del mes de mayo y hasta el mes de noviembre los valores de  $P_i$  son mayores que la ETP y en el mes de diciembre vuelve a tener los valores de  $ETP > P_i$ . Con los resultados se concluye que el mes de inicio del balance de suelos de esta investigación es el mes de diciembre.

Para complementar lo anterior, y sabiendo que la precipitación que infiltra es directamente proporcional a los valores de precipitación se presenta en el grafico 6

una comparación entre los valores de precipitación (P) y evapotranspiración (ETP); se observa que, la época lluviosa inicia en mayo y concluye en noviembre, dejando para el mes de diciembre un suelo húmedo que está a capacidad de campo y donde los valores de evapotranspiración son superiores a las precipitaciones.

**Gráfico 6. P mensual vrs ETP mensual**

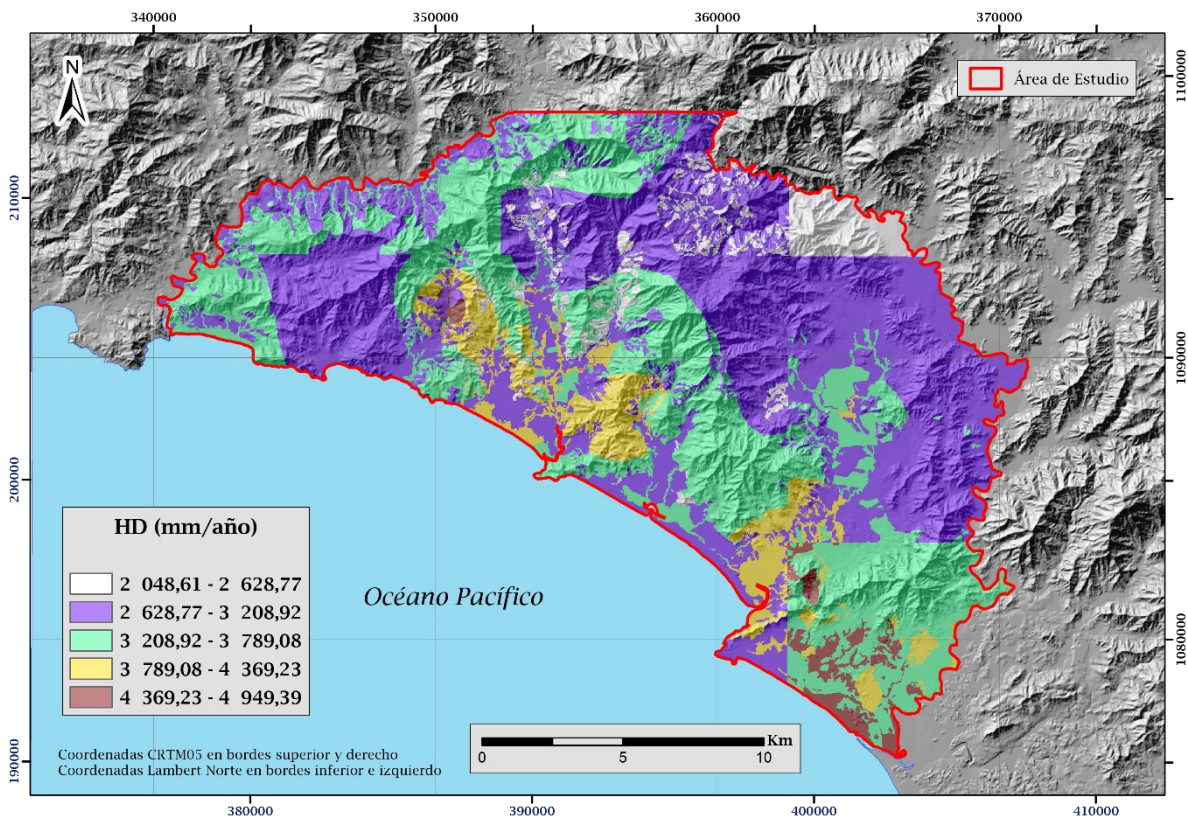


### 6.1.3.3 Coeficientes de Humedad (C1 y C2)

Se calcularon para el área de estudio los valores de C1 y C2 mensuales, tomando en consideración el rango establecido en Schosinsky (2006) y en las ecuaciones 9 y 10 de este documento.

#### 6.1.3.4 Humedad Disponible (HD)

En esta investigación se crearon 12 mapas de humedad disponible mensuales con la herramienta de álgebra de mapas; de esta manera se muestra el mapa de humedad disponible anual en la figura 73. Se observa que, la distribución del mapa presenta valores desde los 2048,61 mm/año hasta los 4949,39 mm/año. Los meses con mayor humedad disponible son desde junio hasta octubre, esto debido a la mayor precipitación que infiltra en esos meses del año.

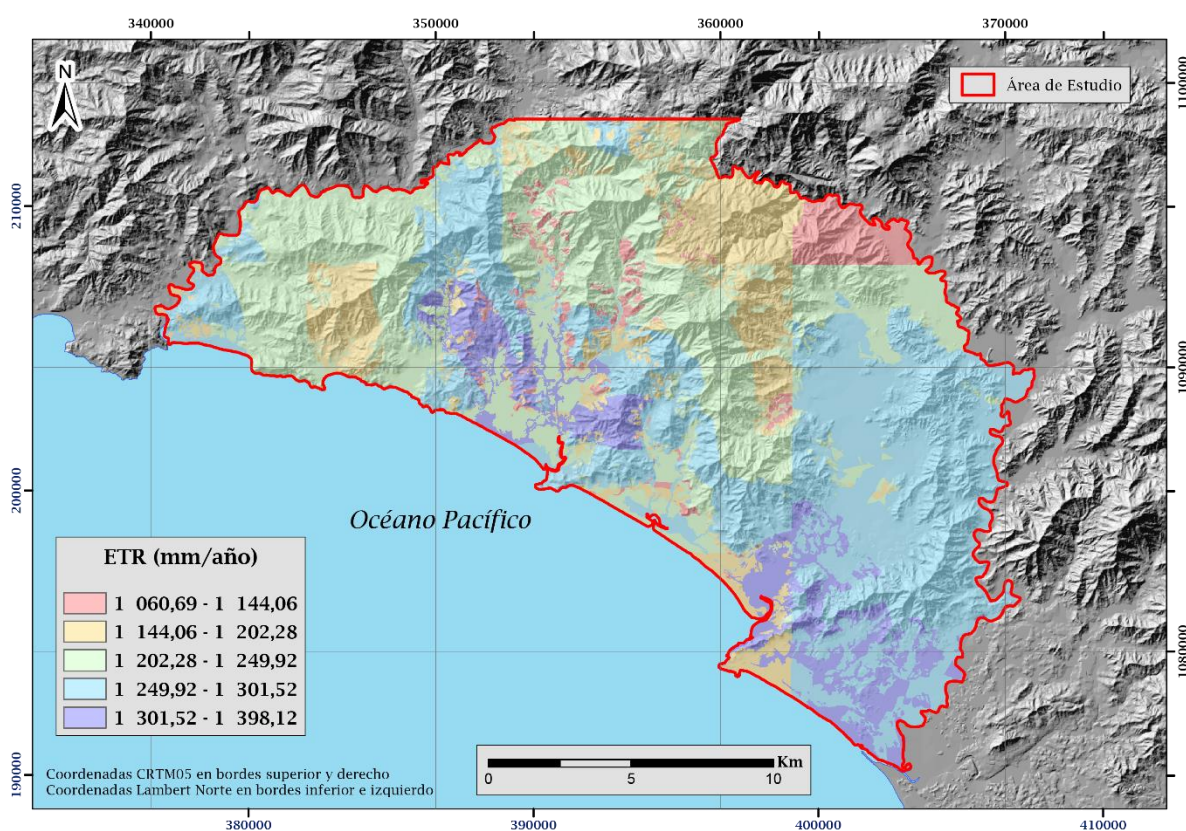


**Figura 73.** Humedad disponible anual (HD).  
Elaboración propia.

Como se observa en el mapa, la humedad disponible no posee una distribución precisa en relación al tipo de suelo, sin embargo, sí se puede mencionar que los mayores valores de humedad disponible se observan en zonas donde predominan la precipitación que infiltra, como es el caso sureste del área de estudio.

### 6.1.3.5 Evapotranspiración Real (ETR)

La figura 74 muestra la evapotranspiración real anual, que es el resultado de la suma de 12 mapas de ETR mensuales. Los rangos que van desde 1060,69 mm/año hasta los 1398,12 mm/año se localizan en las zonas hacia el sureste del área de estudio. Los datos más bajos se presentan en los meses de diciembre a abril con un rango de 0 a 123,82 mm/mes, del mes de abril a al mes de noviembre se incrementan los valores de ETR desde 78,58 mm/año hasta 181,93 mm/año.



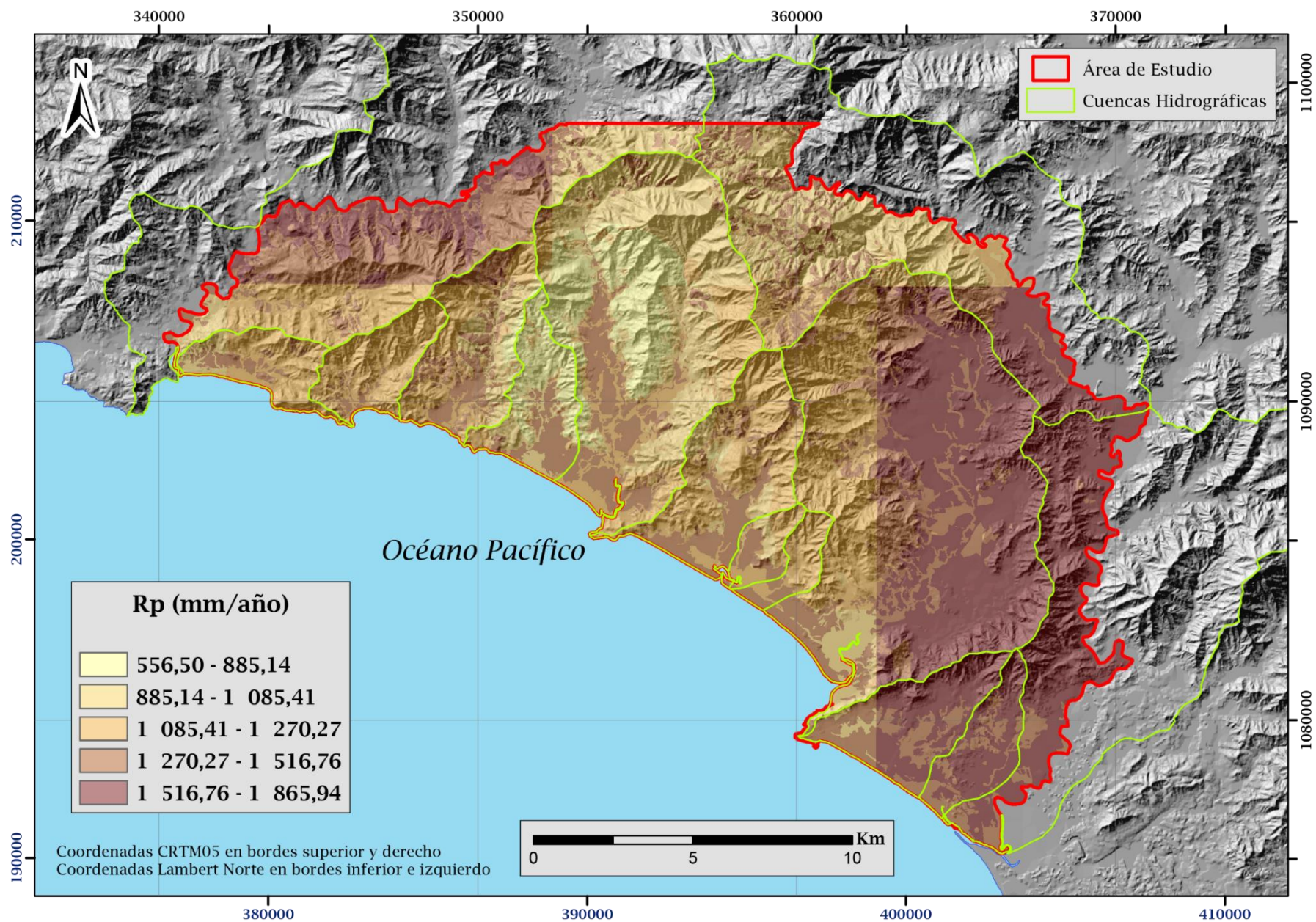
**Figura 74.** Evapotranspiración real anual (ETR).  
Elaboración propia.

### **6.1.3.6 Recarga Potencial (Rp)**

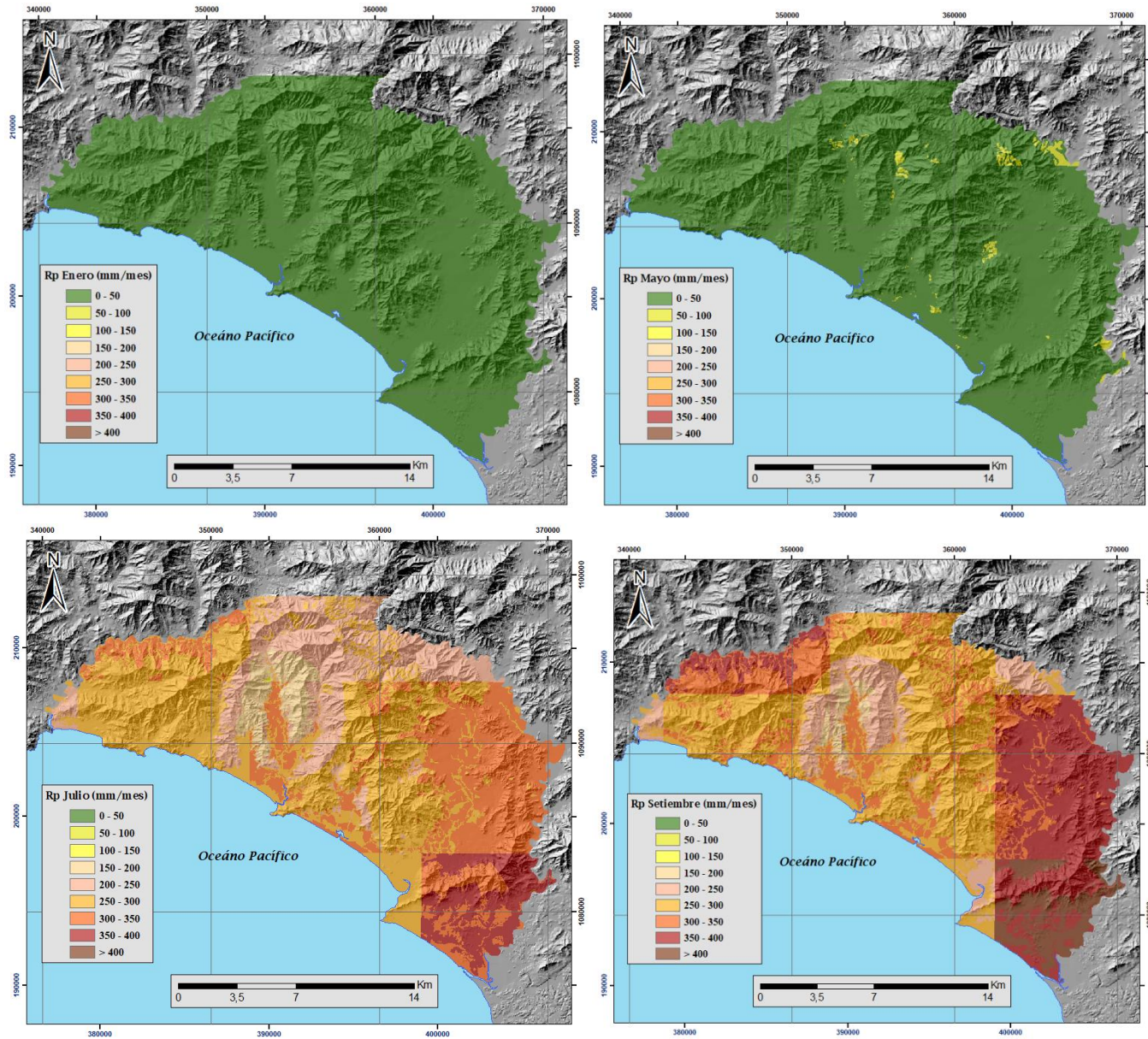
Finalmente, con todos los parámetros calculados anteriormente es posible determinar la recarga potencial de la zona sur del cantón de Nandayure. La figura 75 muestra el mapa de la recarga potencial anual para el área de estudio donde se tiene una variación entre 556,50 y 1865,94 mm. Si se considera el área de estudio por microcuencas, al sureste del cantón en la microcuenca de las Quebradas Caletas, Cana y Playa Coyote, así como parte de la microcuenca del Río Bongo son las que presentan una mayor recarga a lo largo del año. Esto puede deberse primero a que en esa área se dio los mayores volúmenes de precipitación, y, además, que la mayor parte de estas microcuencas tiene como uso de suelo pasto y cultivos, lo que favorece el proceso de recarga; asimismo, las pendientes son bajas, lo que resulta una menor escorrentía.

Para los meses desde diciembre hasta abril la recarga fue nula, esto se debe a que predomina el periodo seco; para el mes de mayo la recarga fue baja con valores máximos de 70,37 mm eso se debe a que la precipitación mayormente fue retenida por el follaje y/o por la evapotranspiración; en los meses de junio a agosto las recargas máximas rondan el orden de los 300-400 mm; la mayor recarga en el mes de setiembre con valores máximos de 416,15 mm; ya para los meses de octubre y noviembre empieza a disminuir la recarga. En la figura 76 se muestra una comparación en algunos meses del año. Y, además, se presenta en la tabla 21 el resumen de los datos del balance hídrico de suelos.





**Figura 75.** Mapa de la recarga potencial anual en el periodo 1980 – 2017.  
 Elaboración propia.



**Figura 76.** Comparación de la recarga potencial mensual de los meses de enero, mayo, julio y setiembre.  
Elaboración propia.

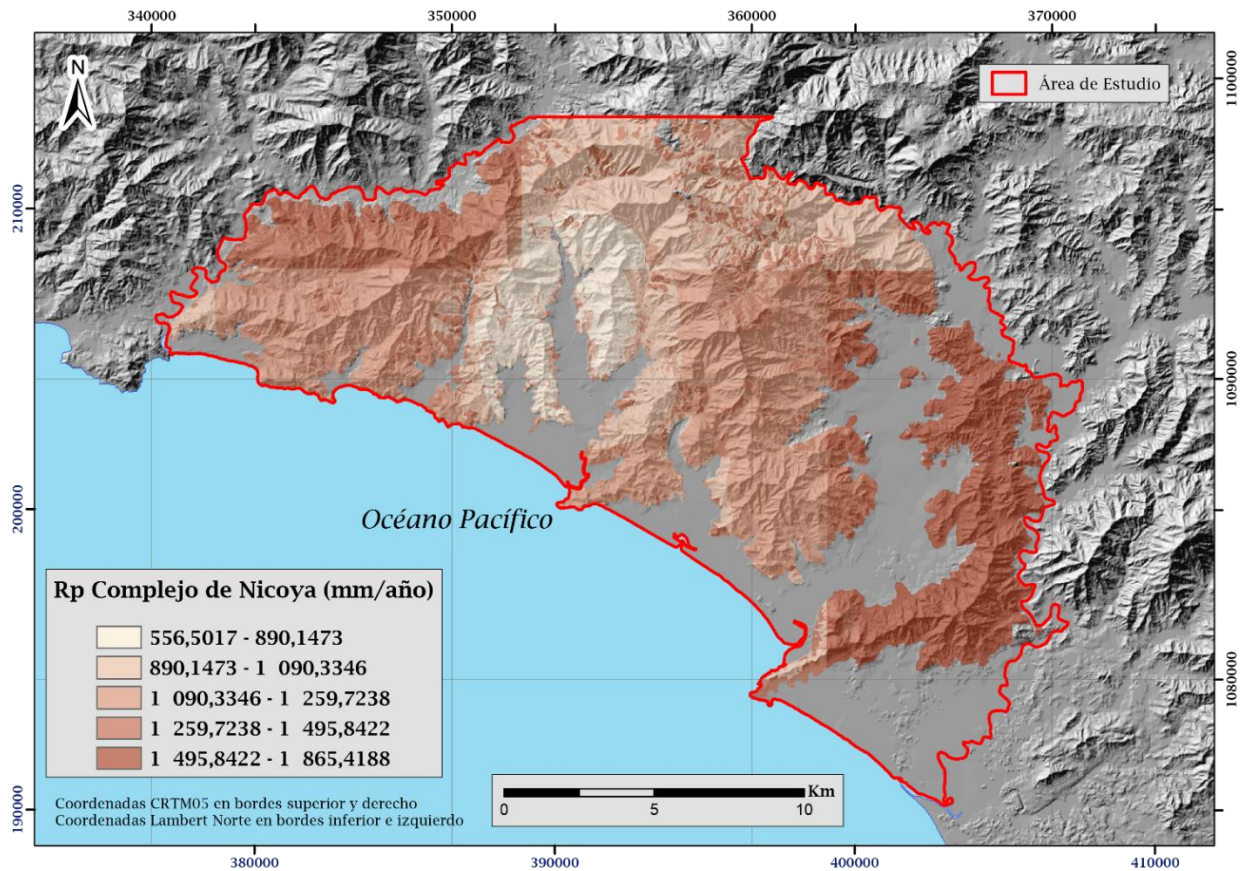
**Tabla 21.** Resumen de datos del balance hídrico de suelos.

Parámetro calculado	Dato anual en el área de estudio
Precipitación (P)	2601,2 mm/año – 3563,6 mm/año
Retención de lluvia interceptada por follaje (Ret)	325,50 mm/año – 722,41 mm/año
Infiltración pluvial mensual (Pi)	1674,54 mm/año – 3124,37 mm/año
Escorrentía superficial (ESC)	0 mm/año – 849,33 mm/año
Evapotranspiración real (ETR)	1060,69 mm/año – 1398,12 mm/año
Recarga potencial (Rp)	556,50 mm/año – 1865,94 mm/año

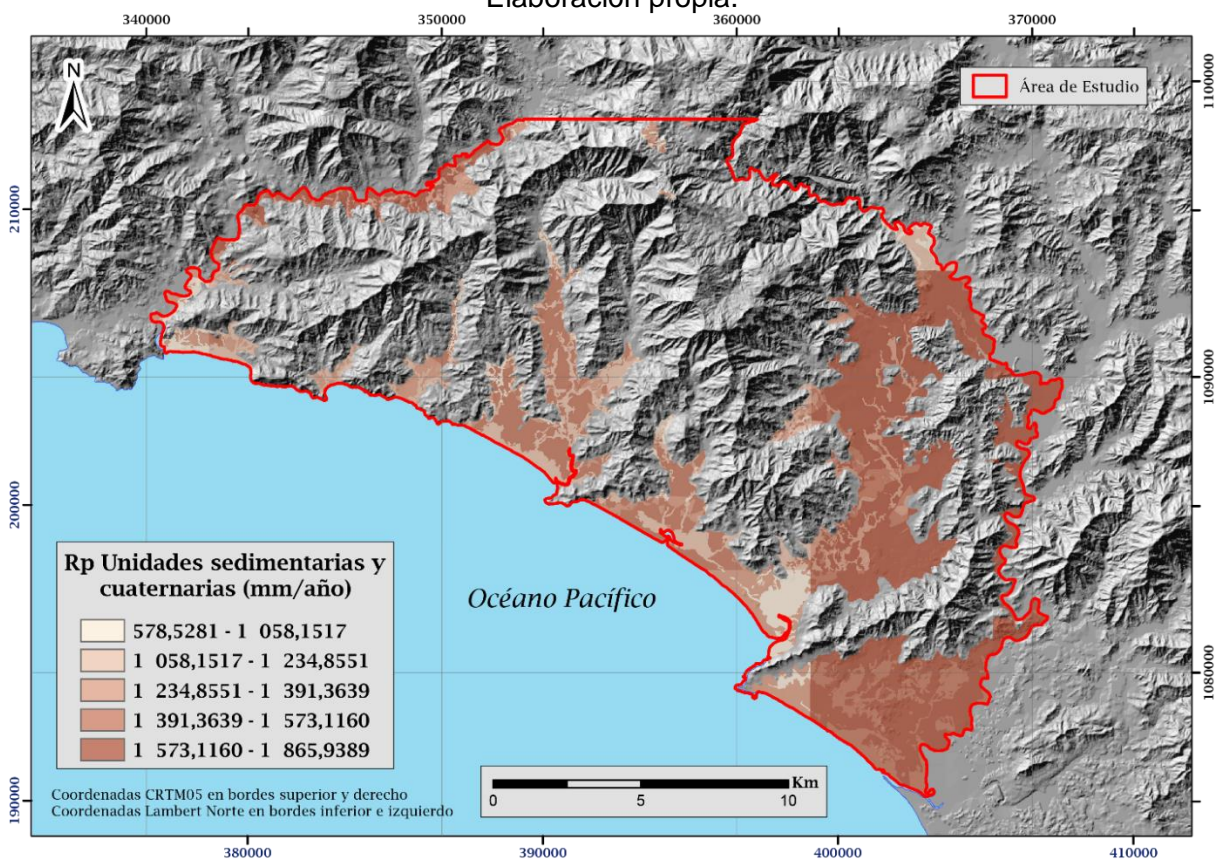
Como información adicional, en la tabla 22 se muestra los rangos de recarga potencial promedio anual tomando en cuenta la geología; es decir, el dato de la recarga promedio en la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya (figura 77) y la recarga promedio en las unidades sedimentarias y las del cuaternario (figura 78). Aunque el área de los basaltos sea más amplia, se presenta mayor recarga potencial en la unidad de aluvión; esto concluye que, los sectores planos de la zona de estudio poseen mayor potencial hidrogeológico debido a que recibe recarga directa como se pensaba en la hipótesis del proyecto; sin embargo, las zonas de los basaltos no presentan recargas bajas como se pensaba, esto podría deberse a la zona de meteorización y fracturamiento que presenta dicha litología.

**Tabla 22.** Recarga potencial por unidad geológica

Parámetro	Unidad Complejo de Nicoya	Unidades sedimentarias y del cuaternario
Área	234,70 km <sup>2</sup>	103,86 km <sup>2</sup>
Recarga Potencial Anual	556,5018 mm/año – 1865,4188 mm/año	578,5280 mm/año – 1865,9389 mm/año



**Figura 77.** Recarga potencial en la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya.  
Elaboración propia.



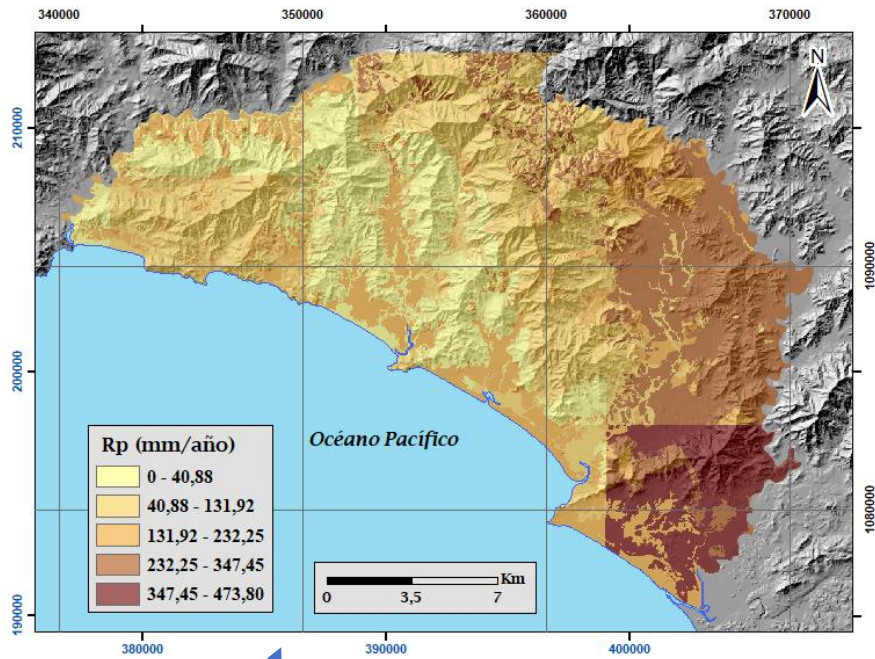
**Figura 78.** Recarga potencial en las unidades sedimentarias y las del cuaternario.  
Elaboración propia.

#### **6.1.4 Comparación de la recarga potencial de Nandayure sur**

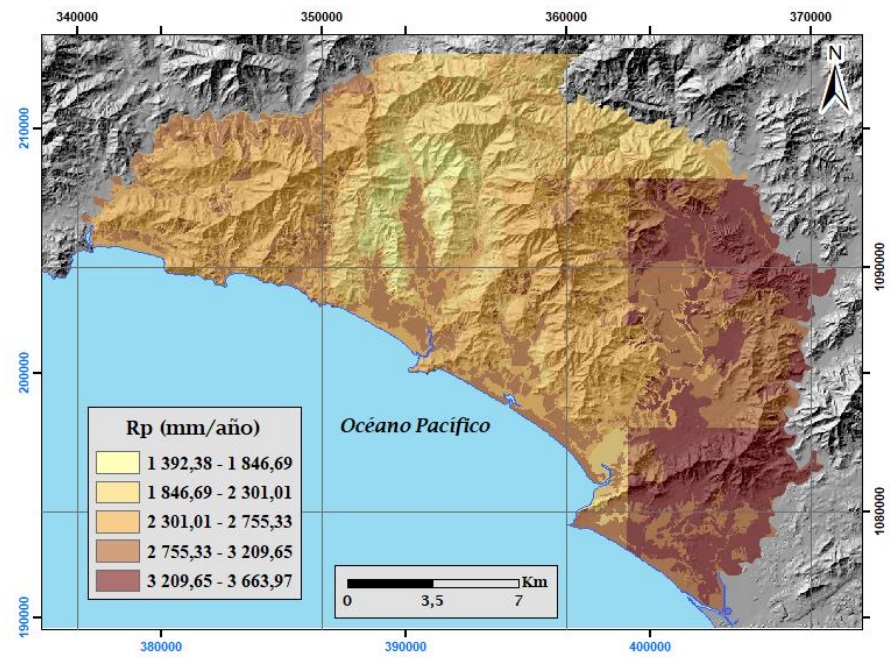
Como se cuenta con información de precipitaciones a lo largo de 37 años (1980-2017) se elaboraron 2 balances hídricos adicionales, con el propósito de comparar las diferencias en la recarga potencial para el año menos lluvioso (2015) y el año más lluvioso (2017) con respecto a un año promedio, es decir el balance de suelos del apartado anterior. De acuerdo con IMN (s.f), el fenómeno del Niño que se produjo en el año 2015 evidencia un déficit de lluvia producido generalmente en la Vertiente del Pacífico y el Valle Central; por su parte el fenómeno de la Niña influenció el país desde el mes de setiembre del año 2017 atribuyendo la intensa temporada lluviosa de ese año en la costa pacífica y en el mes de octubre se produjo la tormenta tropical *Nate* que según el IMN en el resumen meteorológico de octubre del 2017, en ese mes causaron los mayores registros de lluvia en las regiones de la vertiente del Pacífico y el Valle Central.

Para la creación de los balances de suelos de los años 2015 y 2017 se usaron algunos de los mapas del balance de suelos promedio (1980-2017) ya que estos parámetros no cambian, se mencionan entre ellos los mapas de capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente y profundidad de raíces, pues se utilizaron las mismas pruebas de infiltración realizadas y las mismas muestras de suelo. Además, se utilizó el mismo mapa de uso de suelo, ya que al observar las imágenes satelitales no hubo mayor cambio desde el 2015 hasta el 2018 (año de las imágenes satelitales para la elaboración del uso de suelo); por lo tanto, también se utilizaron los mapas de *Cfo*, *Kfc*, *Kv*, *Kp* (las pendientes utilizadas no varían) y el *Ci*. En el Anexo VII se presentan los balances del 2015 y 2017 completos.

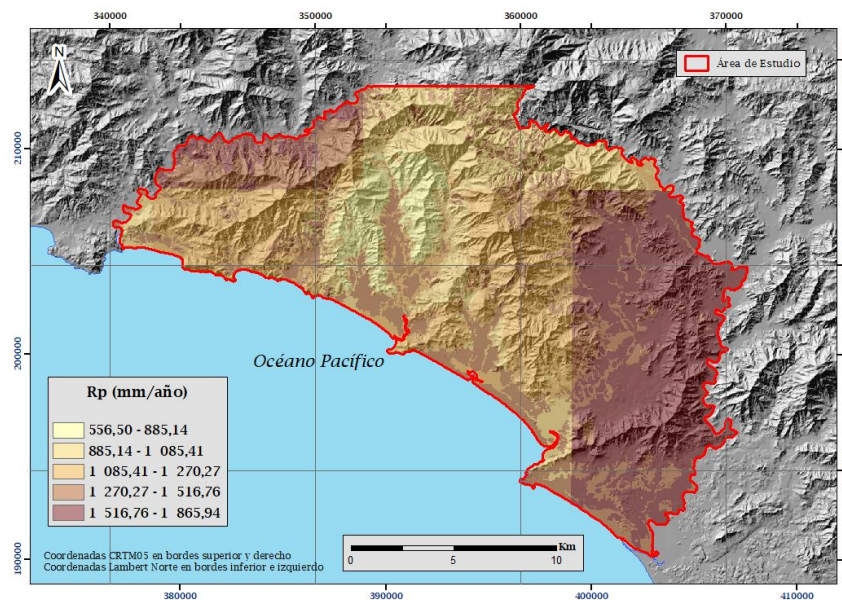
La figura 79 muestra la comparación de los 3 mapas de recarga potencial en la zona Sur del cantón de Nandayure.



2015  
(año más seco)



2017  
(año más lluvioso)



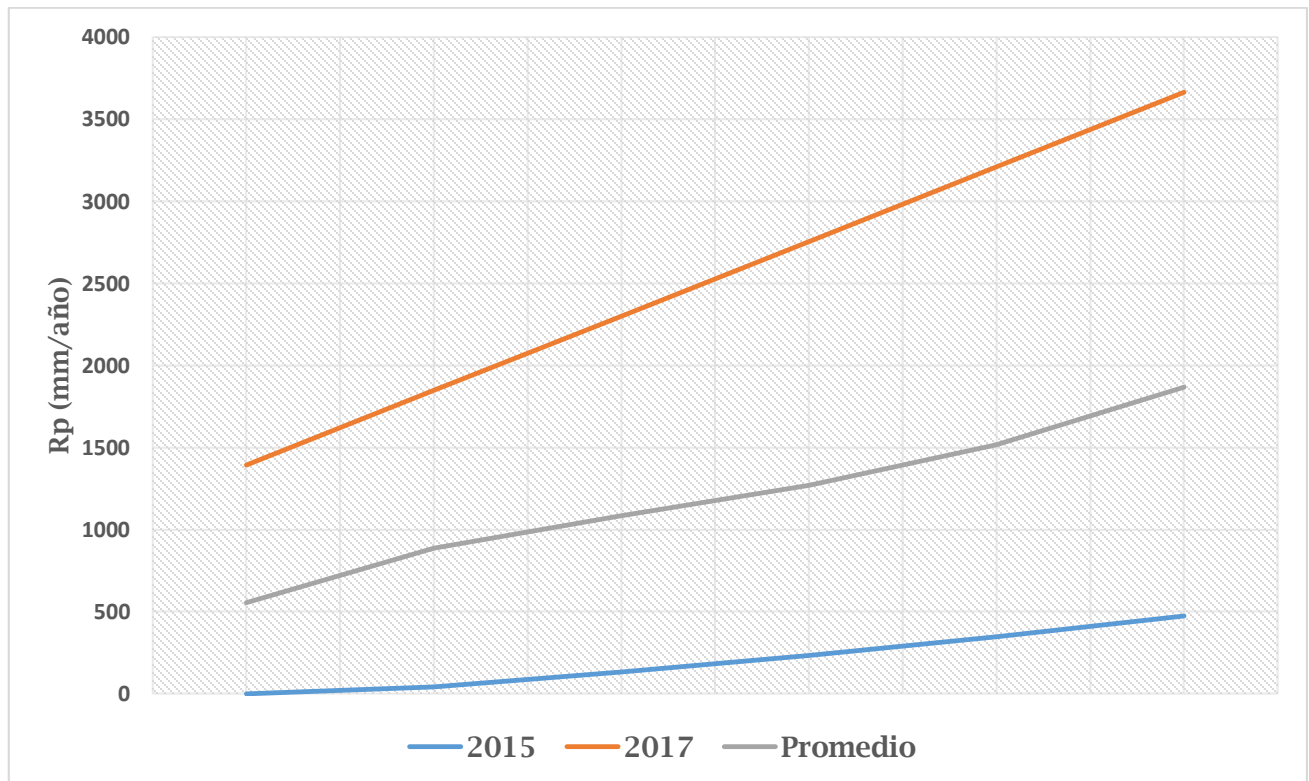
1980 - 2017  
(promedio histórico)

**Figura 79.** Comparación de balance hídrico de suelos.  
Elaboración propia.

Como se observa, utilizando las precipitaciones promedio (1980-2017) el rango de recarga potencial a lo largo del año varía entre los 556,50 mm/año – 1865,94 mm/año, mientras que para el año 2015 las recargas potenciales rondan desde los 0 mm/año hasta 473,80 mm/año; evidenciando las bajas recargas que producen las sequías que se dan en la provincia de Guanacaste. Por su parte para el año 2017, se observan variaciones como era de esperar al presentarse una época lluviosa bastante marcada, esta muestra que el intervalo de recarga potencial para ese año se mantuvo en el rango de los 1392,38 mm/año hasta los 3663,97 mm/año.

El gráfico 7 presenta con mayor claridad la comparación de las recargas potenciales en los años, 2015, 2017 y 1980-2017

**Gráfico 7.** Comparación de recargas en diferentes años



## **6.2 Características hidrogeológicas**

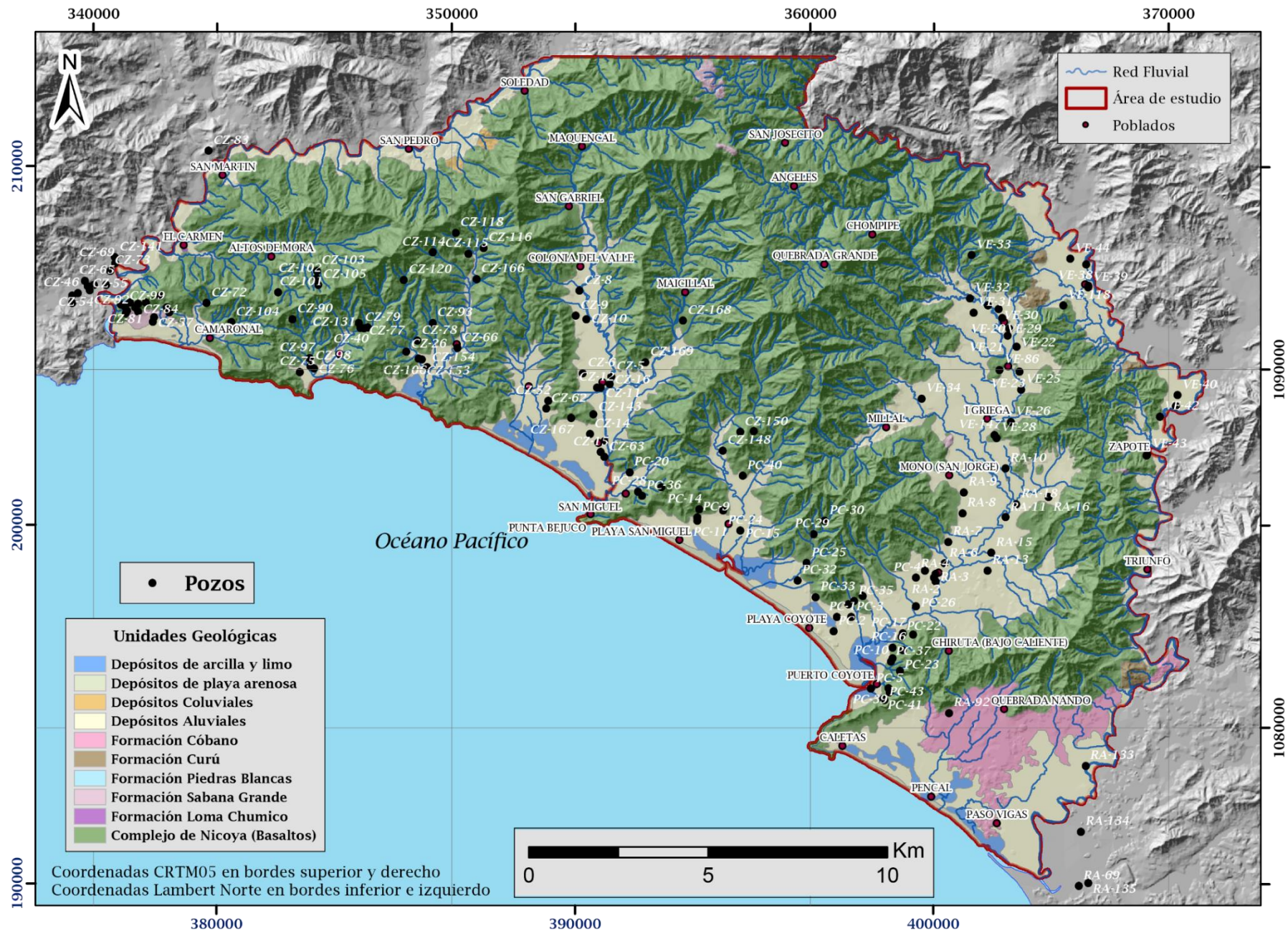
### **6.2.1 Pozos del área de estudio**

La base de datos del SENARA registra 155 pozos en total para dentro y cerca del área de estudio; estos se distribuyen a lo largo de la zona, sin embargo, la mayoría de ellos se ubican en las zonas planas, en la unidad de depósitos aluviales. La figura 80 presenta la distribución de pozos en la zona sur del cantón de Nandayure.

La mayoría de los pozos fueron realizados mediante el método de percusión y rotación, en total 105 y solamente 50 son excavados; 103 pozos presentan información litológica y 52 pozos no; pero todos muestran algún dato acerca del nivel de agua, a excepción de dos pozos que en su informe mencionan que están secos (CZ-103 y CZ-167). Los usos frecuentes son doméstico y riego, principalmente en la época seca donde disminuye el abastecimiento de ASADAS y CAAR.

Estos pozos serán utilizados para obtener las características hidrogeológicas y la creación del modelo hidrogeológico; el detalle de cada informe se presenta en el Anexo VIII.





**Figura 80.** Mapa de ubicación de los pozos  
 Tomados de la base de datos del SENARA del año 2018.

### 6.2.2 Dinámica de flujo de agua subterránea

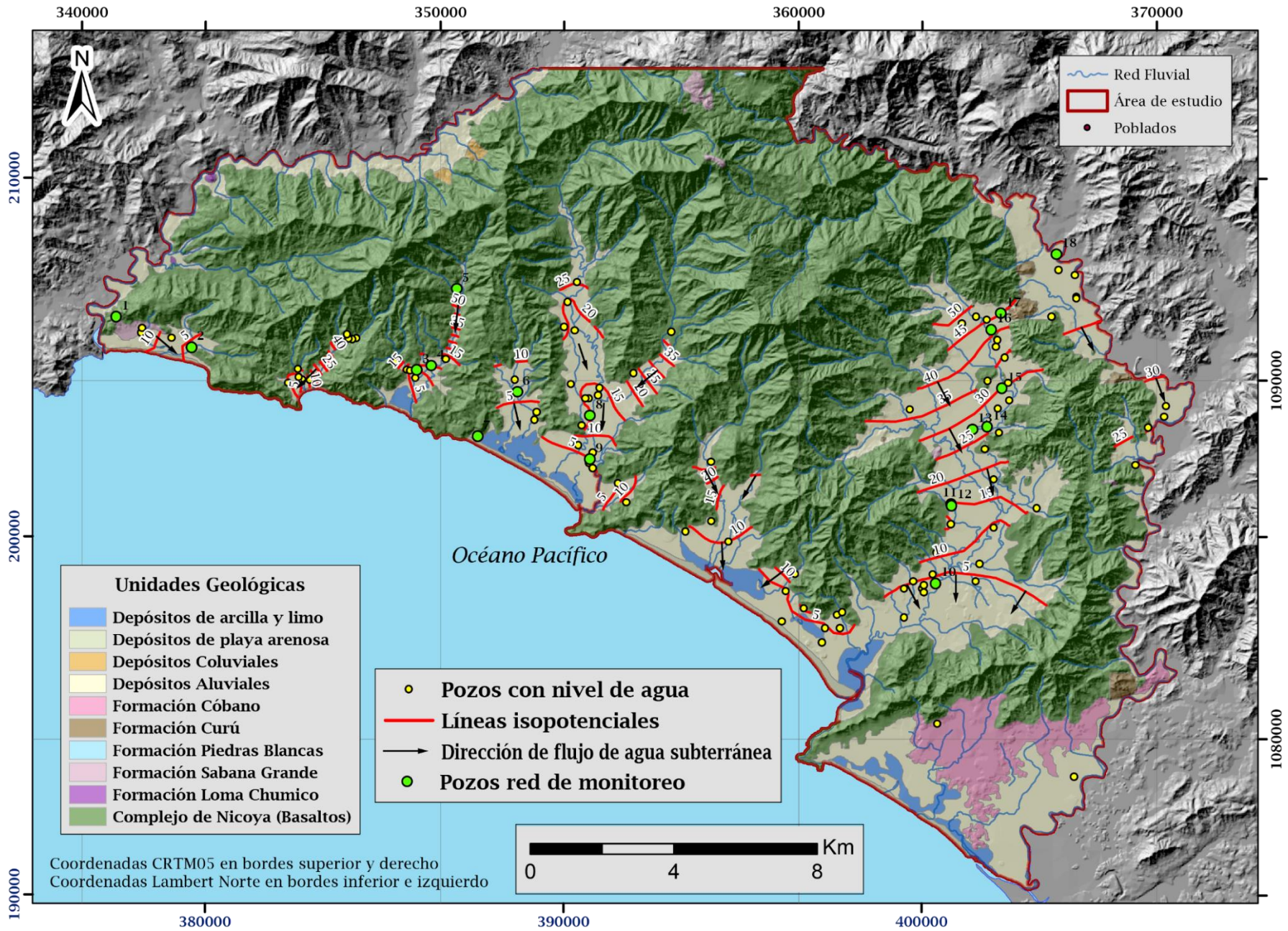
Para conocer hacia dónde se mueve el flujo subterráneo de la zona de estudio, es importante tomar en cuenta los niveles de agua de un mismo acuífero; esto llevará a la realización de las líneas isopotenciales, las cuales conectan puntos de carga hidráulica, además, las líneas de la dirección de flujo, que determinan el patrón de movimiento del agua en el acuífero.

Para realizar el mapa de la red de flujo se usaron los pozos ubicados en la unidad de los depósitos aluviales, ya que estos captan un mismo acuífero según la profundidad del nivel de agua subterránea (entre 1 m y 13,39 m) y las capas litológicas. La interpolación de datos se realizó en el software *Surfer 10* mediante el método de *kriging* y la información de los niveles se localiza en el Anexo VIII, todos estos tomados de la base de datos del SENARA. Además, se utilizó como información adicional una red de monitoreo realizada en algunos pozos seleccionados de la zona de estudio, estos se tomaron de Vargas (2018). La tabla 23 presenta la información de dicha red de monitoreo.

La figura 81 muestra la red de flujo de la zona sur del cantón de Nandayure; en las quebradas Camaronal, Seca y Playa Coyote, así como Río Ciego la predominancia es hacia el sureste; mientras que en cuencas como la de los ríos Islita, Corozalito, Milagro y Jabilla se dirige hacia el suroeste; la cuenca del río Bejuco presenta ambas direcciones de flujo (sureste y suroeste). El flujo se dirige desde las montañas hacia la zona plana donde hay depósitos aluviales y de ahí a la zona costera, ya que en los basaltos del Complejo de Nicoya se presentan zonas de meteorización y fracturamiento que permiten el alojamiento del agua y su desplazamiento lateralmente hacia los depósitos aluviales. Esta unidad plana es la que posee mayor información de pozos, por esa razón solamente se mostró la red de flujo en este sitio; los basaltos y la unidad de Cóbano al contrario no presentan información que permita su interpretación.

**Tabla 23.** Red de monitoreo en pozos seleccionados.  
Estos datos fueron tomados en el campo.

Numeración	Tipo	X	Y	Z	Diámetro externo	Nivel	Brocal	NE-Brocal
1	P	340957,8212	1091782,669	67	36 cm	12,62 m	No tiene	12,62 m
2	E	343064,5272	1090928,841	7	1,09 m; 30"	2,67 m	1,31 m	1,36 m
3	E	349349,0605	1090298,722	18	1,04 m	5,53 m	0,24 m	5,29 m
4	P	349759,2132	1090411,41	21	6"	1,79 m	-	1,79 m
5	E	350462,0558	1092561,167	83	1 m	3,55 m	0,70 m	2,85 m
6	E	352152,9738	1089678,379	30	0,90 m	2,76 m	0,29 m	2,47 m
7	E	351040,827	1088444,095	11	1,12 x 1,12 m (cuadrado)	6,46 m	0,85 m	5,61 m
8	E	354175,7205	1089019,66	37	1 m	3,7 m	0,72 m	2,98 m
9	E	354175,7477	1087808,501	27	1,20 m	3,80 m	0,7 m	3,10 m
10	P	363828,0261	1084337,363	12	12"	4,13 m	-	4,13 m
11	E	364265,8646	1086557,212	26	1,10 m	7,53 m	0,76 m	6,77 m
12	E	364278,8267	1086509,197	25	1 m	6,30 m	0,84 m	5,46 m
13	E	364854,6191	1088633,925	27	1 m	3,04 m	0,41 m	2,63 m
14	E	365269,7196	1088708,591	28	0,7 m	4,10 m	0,33 m	3,77 m
15	E	365681,6435	1089781,351	48	1,20 m	5,71 m	0,85 m	4,86 m
16	E	365381,9777	1091423,757	54	1,29 m	7,69 m	0,89 m	6,8 m
17	E	365645,3766	1091871,581	53	1 m	5,86 m	1,17 m	4,69 m
18	P	367201,913	1093525,435	59	8" del tubo	13,53 m	0,14 m	13,39 m



**Figura 81.** Red de flujo del agua subterránea de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

Se calculó el gradiente hidráulico y en las zonas donde presentan pendientes medias dentro de los depósitos aluviales, como en la cuenca del río Bejuco y Corozalito su resultado promedio es de 0,02; en las zonas más planas como hacia el N de la cuenca Quebrada Playa Coyote (Río Jabillo) el gradiente hidráulico promedio es de 0,01. Acercándose hacia la costa este dato tiende a aumentar a un promedio de 0,088.

### **6.2.3 Relación entre el agua subterránea y los ríos**

Se llevaron a cabo 20 aforos diferenciales, ejecutados en marzo 2019, específicamente en el río Jabillo (figura 82), microcuenca de quebrada Playa Coyote para determinar los caudales, así como el eventual comportamiento efluente o influente del río. Cabe mencionar que se realizaron propiamente en la época seca y solamente este río presentaba caudal, como se mencionó en el capítulo de geomorfología este río tiene orden 5 por lo que comprueba que tal orden señala que tiene caudal en época seca; al visitar ríos como el Bejuco o el Corozalito, se constató que se encontraban secos.

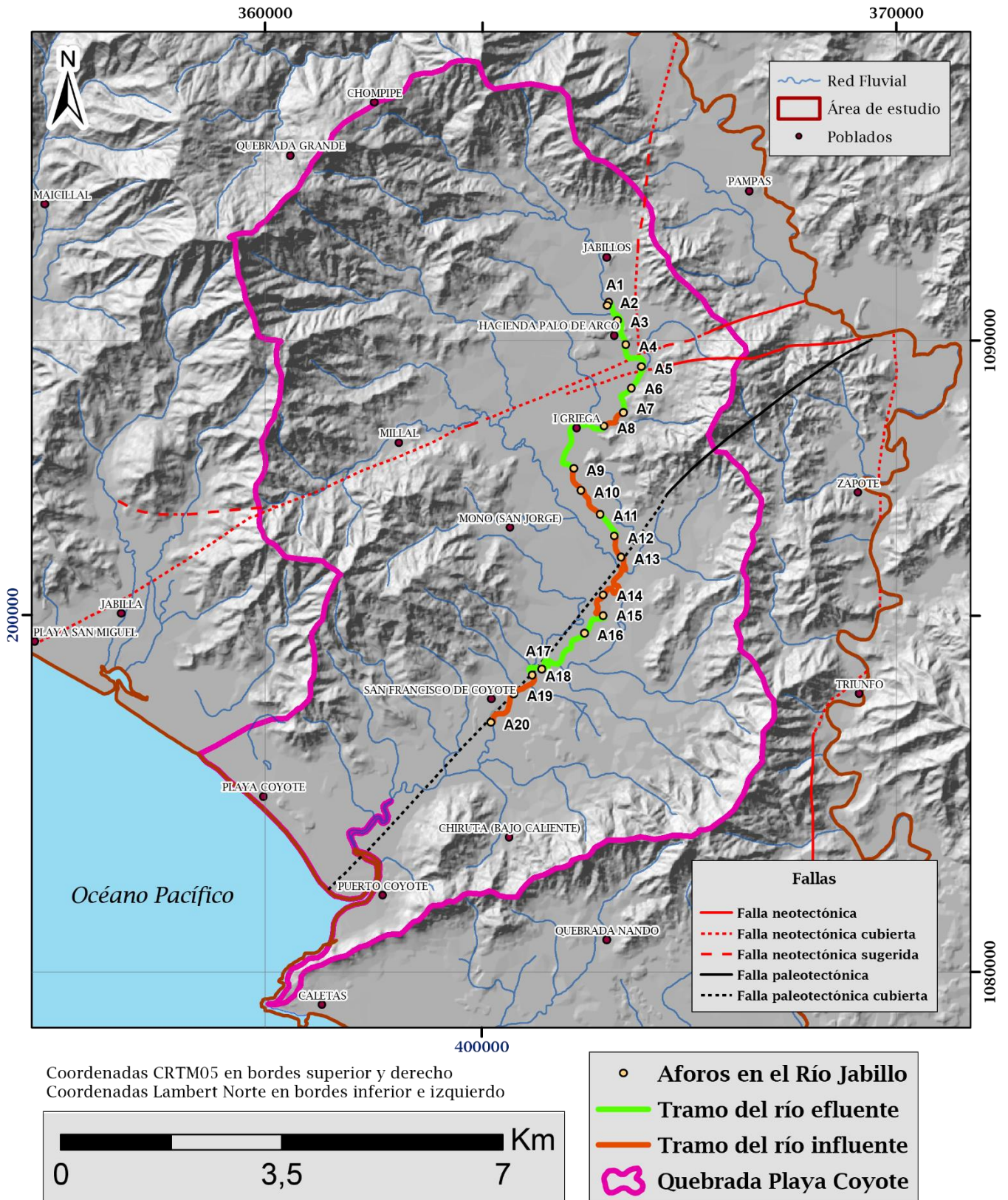
Los aforos del río Jabillo se ubicaron a una distancia aproximada de 500 m entre cada uno sobre el cauce, de esta manera, se abarcó una distribución homogénea en todo el río. Se inició cerca del poblado de Jabillos y se concluyó en el poblado de San Francisco de Coyote. La figura 83 muestra la ubicación de los aforos y la tabla 24 presenta los resultados de dichas pruebas. Los cálculos de los aforos y los diagramas de los cauces se detallan en el Anexo IX.



**Figura 82.** Ejemplo de aforo en río Jabillo  
**(a):** Aforo A15; **(b):** Río Jabillo

**Tabla 24.** Resultados de las pruebas de aforo

Aforos	X	Y	h	Caudal (l/s)
A1-RJ-NanSur	365449,2977	1090597,621	53	0
A2-RJ-NanSur	365422,2537	1090547,639	44	2,97
A3-RJ-NanSur	365585,0743	1090312,481	35	3,01
A4-RJ-NanSur	365721,7715	1089931,332	54	3,88
A5-RJ-NanSur	365963,5034	1089580,099	31	5,45
A6-RJ-NanSur	365808,2089	1089241,196	38	6,79
A7-RJ-NanSur	365681,878	1088854,265	35	3,3
A8-RJ-NanSur	365373,6716	1088638,499	37	2,36
A9-RJ-NanSur	364892,0732	1087964,832	49	8,94
A10-RJ-NanSur	365009,8022	1087620,703	25	7,64
A11-RJ-NanSur	365311,5227	1087245,422	29	2,01
A12-RJ-NanSur	365541,2586	1086897,202	34	11,26
A13-RJ-NanSur	365643,998	1086567,089	21	10,32
A14-RJ-NanSur	365365,4818	1085964,263	22	3,23
A15-RJ-NanSur	365361,2187	1085641,238	20	2,22
A16-RJ-NanSur	365061,9666	1085363,457	20	4,68
A17-RJ-NanSur	364386,4419	1084789,953	34	12,4
A18-RJ-NanSur	364239,3552	1084699,064	8	15,86
A19-RJ-NanSur	363944,0874	1084400,275	13	4,85
A20-RJ-NanSur	363584,6886	1083945,524	13	1,79



**Figura 83.** Mapa de aforos del Río Jabillo realizados en marzo 2019.  
 Elaboración propia.

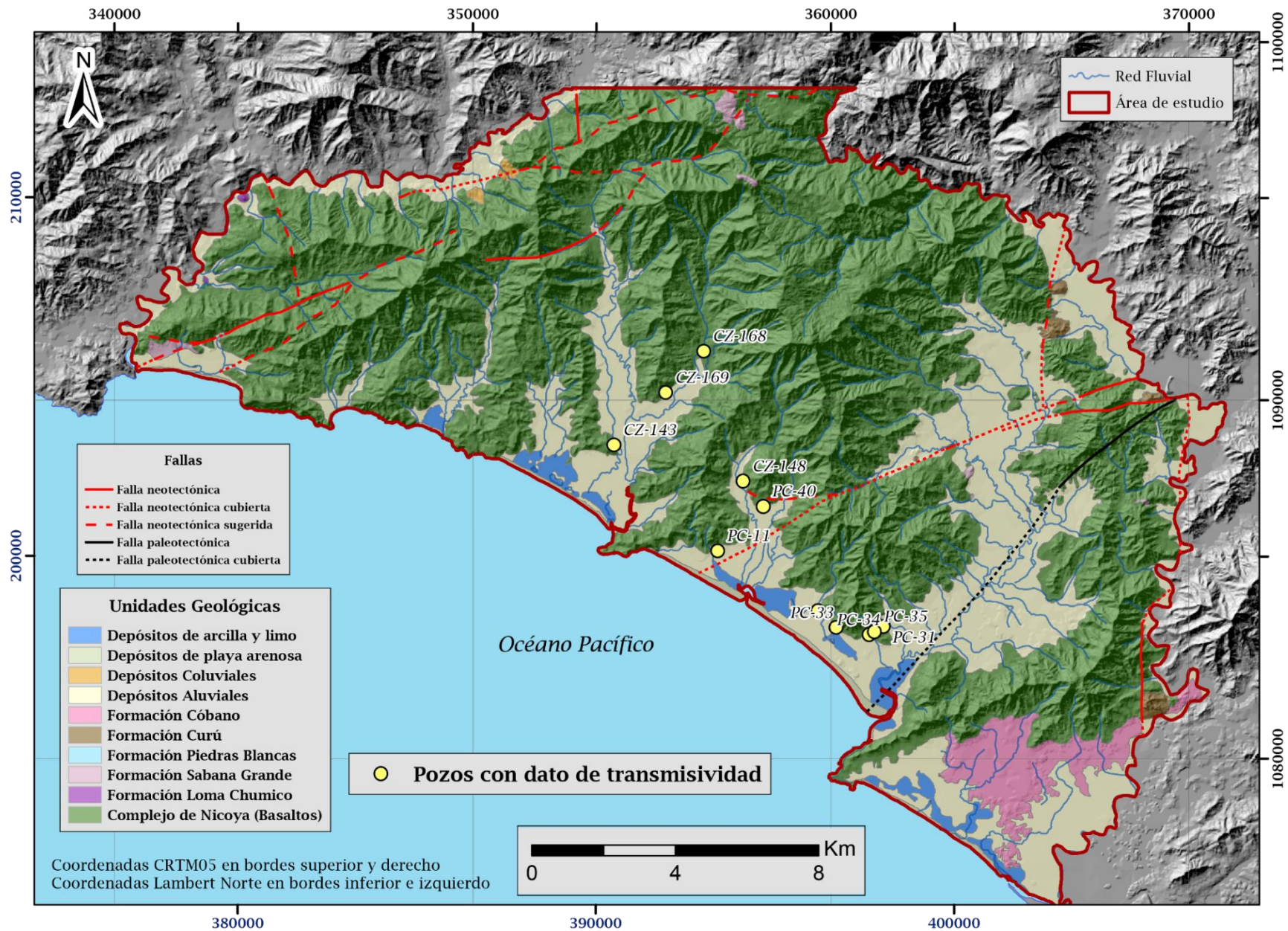
Como se observa en la figura anterior, el río Jabillo presenta el siguiente comportamiento: entre los aforos A1 y A9 en general presenta efluencia del caudal, con una ganancia de 8,94 l/s, hay un tramo de A7-A8 que tiene una pequeña pérdida de 0,94 l/s. Después, entre los aforos A9 – A11 presenta una pérdida del caudal de 6,93 l/s; sin embargo, desde el tramo de A11 a A12 su ganancia fue alta, de 9,25 l/s. Desde ahí, hasta el aforo A15 se comporta de manera influente con un valor cercano a la ganancia anterior, de 9,04 l/s. Luego, el tramo A15-A18 presenta efluencia del caudal, con ganancia alta de 13,64 l/s; y de ahí hasta el último aforo A20 se comporta de manera influente perdiendo 14,07 l/s.

Este comportamiento podría tener varias razones; si se observa la ubicación del río en el mapa, este se encuentra en una gran zona de falla, incluso que se alinea a tal falla, y que esta zona está influenciada por la presencia de fracturas que propician los tramos influentes. Sin embargo, el resultado final del cauce en general presenta una conducta efluente, eso significa que durante la época seca el nivel base del río se mantiene debido a los aportes del acuífero, y una explicación a ello obedece a que el acuífero sea lo suficientemente somero y al eventual control estructural que impera en la zona, así como el gradiente topográfico que favorece este comportamiento.

#### **6.2.4 Datos de transmisividad**

Del total de los pozos con información litológica, 28 presentan datos de transmisividad (T), de los cuales 11 se ubican en las zonas planas del área de estudio; sin embargo, de estos solamente 4 captan se encuentran captando el acuífero de la unidad de depósitos aluviales. Los 7 pozos restantes, aunque se ubican en la unidad acuífera, según los informes captan la unidad fracturada y meteorizada de los basaltos del Complejo de Nicoya La figura 84 muestra la ubicación de los 11 pozos en el área de estudio y la tabla 25 presenta el valor de T en dichos pozos.





**Figura 84.** Mapa de ubicación de pozos con valores de Transmisividad de la zona sur del cantón de Nandayure. Elaboración propia.

**Tabla 25.** Valores de transmisividad disponibles.  
 Datos tomados de la base de datos de pozos del SENARA del año 2018.

Pozo	X	Y	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d/)	Litología captada
CZ-143	353951,474	1088749,81	43	Basaltos meteorizados y fracturados del Complejo de Nicoya
CZ-148	357560,11	1087734,77	14	Basaltos del Complejo de Nicoya
CZ-168	356453,919	1091363,12	389	Arcillas y arenas de los depósitos aluviales
CZ-169	355401,841	1090206,82	3,09	Arcillas y arenas de los depósitos aluviales
PC-11	356852,462	1085785,11	12,9	Basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya
PC-31	361465,271	1083674,2	20	Basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya
PC-32	359643,441	1084117,7	18	Los depósitos coluvio aluviales y los basaltos fracturados del Complejo de Nicoya
PC-33	360153,116	1083644,24	8	Los depósitos coluvio aluviales y los basaltos fracturados del Complejo de Nicoya
PC-34	361071,056	1083452,49	1	Basaltos fracturados del Complejo de Nicoya
PC-35	361221,137	1083536,38	1	Basaltos fracturados del Complejo de Nicoya
PC-40	358112,609	1087033,24	2	Basaltos fracturados del Complejo de Nicoya

Como se observa, los datos de transmisividad son relativamente bajos para la zona de los basaltos del Complejo de Nicoya, entre 1 y 20,9 m<sup>2</sup>/d en la zona sureste del área, y un dato que aumentan a 43 m<sup>2</sup>/d en el caso del pozo CZ-143 ubicado en Bejuco lo que podría inferirse que su potencial es bajo, sin embargo, se necesita un estudio más detallado para esta conclusión. Por su parte los pozos CZ-168, CZ-169, PC-31 y PC-32 aunque presentan variaciones entre sí, muestra valores más altos de hasta 389 m<sup>2</sup>/d ubicado cercano a Maicillal, condicionando a que la zona acuífera porosa estudiada mayor potencial respecto a las zonas altas. Sin embargo, aún con toda esta información se puede decir en general que, el acuífero es potencial bajo – medio.

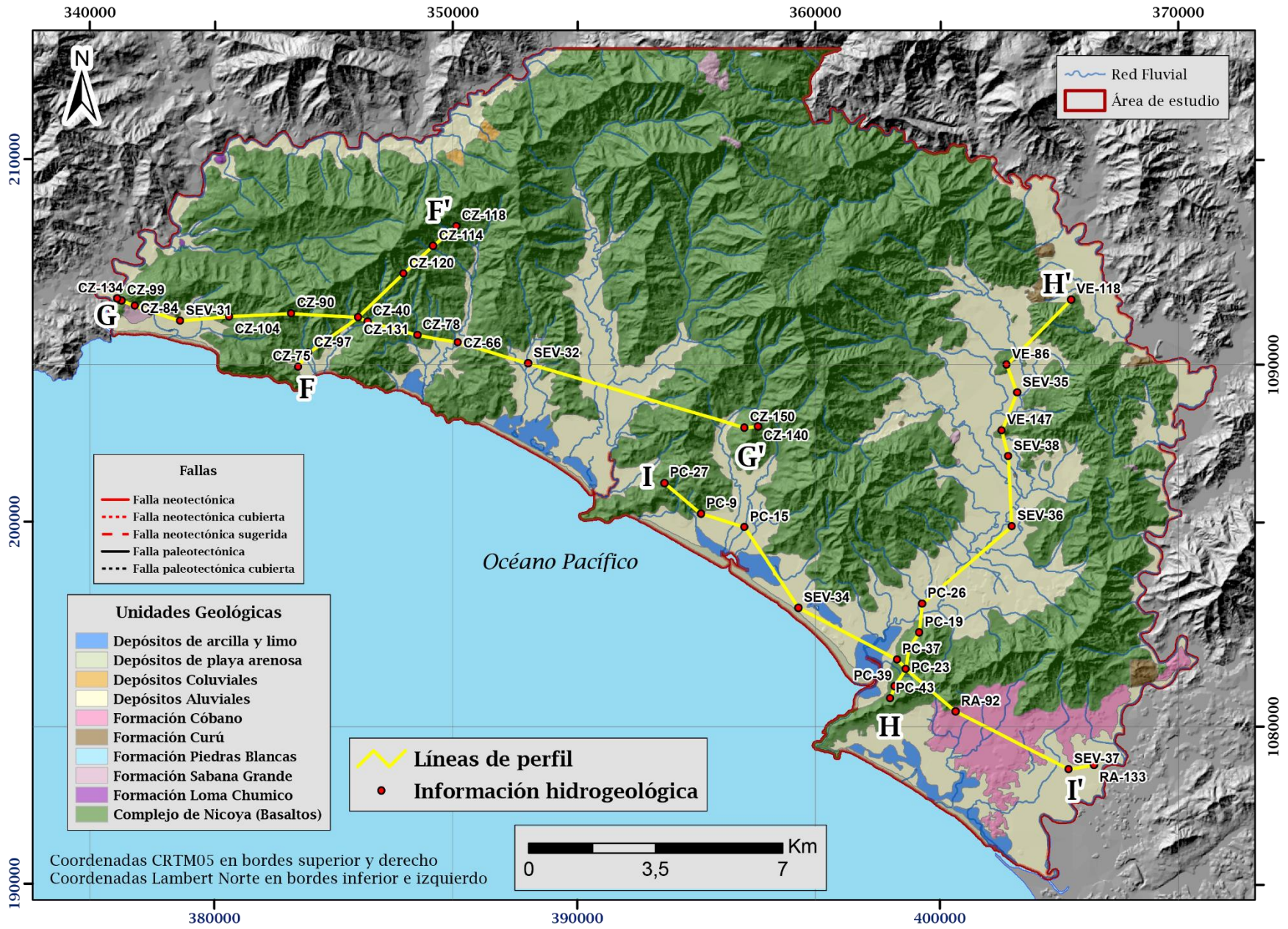
## **6.2.5 Perfiles hidrogeológicos**

Con el objetivo de identificar las litologías que conforman el o los acuíferos y sus variaciones laterales, así como los niveles de agua subterránea se realizaron 4 perfiles hidrogeológicos; se utilizaron para dicho fin información de pozos de la base de datos del SENARA, además de las interpretaciones de los Sondeos Eléctricos Verticales detallados en el capítulo 6 de este documento, la geología superficial de los mapas de Denyer et (2014) y la geología local de este estudio. Estos perfiles se tomaron y se modificaron de Vargas (2018) y su distribución areal se observa en la figura 85, la numeración se cambió para que fuera continua a los perfiles del capítulo de geofísica.

### **6.2.5.1 Perfil hidrogeológico F – F'**

Este perfil se ubica desde el poblado de Islita en dirección noreste; posee 5,85 km de longitud y se extiende desde 0 msnm hasta los 250 msnm aproximadamente. Se encuentra formado por 6 pozos (figura 86).

En la base del perfil se observan los basaltos del Complejo de Nicoya, su espesor es indeterminado, en todos los pozos del perfil se menciona esta unidad, a partir de los 15 a 18 m de profundidad; en CZ-114 se extiende hasta los 179 m de espesor. Sobreyaciendo se encuentra una capa de roca alterada y meteorizada del Complejo de Nicoya con un espesor aproximado de 4m (CZ-97) a 13 m de espesor (CZ-120). En esta capa litológica alberga un nivel de agua a los 18m (CZ-120 y CZ-118) y 40 m (CZ-114); posiblemente alojado en las fracturas características de esta zona.



**Figura 85.** Mapa de ubicación de los perfiles hidrogeológicos.  
 Elaboración propia.

En la parte más cercana a la costa se encuentran los depósitos aluviales conformados por arenas principalmente y material arcilloso hacia el noreste, sobreyaciendo los basaltos meteorizados y fracturados del Complejo de Nicoya. Poseen un espesor de 5 m (CZ-131) hasta los 18 m (CZ-118). Presenta un nivel freático somero entre los 3,5 (CZ-131) y los 8 m (CZ-97) de profundidad captando esta unidad.

#### **6.2.5.2 Perfil hidrogeológico G – G'**

Tiene una longitud de 18,23 km, con dirección hacia el sureste, inicia desde la localidad de Camaronal hasta la parte norte de Jabilla. Tiene altitudes desde los 10 msnm hasta más de 250 msnm (figura 87).

Al igual que el perfil F-F' este perfil tiene como base los basaltos del Complejo de Nicoya, con espesores de 139 m de espesor (CZ-104), le sobreyace una capa basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya, se menciona en pozos que su profundidad se encuentra entre los 3 m (CZ-84 y CZ-99) hasta los 60m (CZ-99) en el sector de Camaronal y de 5 a 15 m de profundidad en el sector de Islita (CZ-40 y CZ-131). Además, presenta un nivel de agua a los 25 m de profundidad, dentro de esta unidad geológica (CZ-99), el pozo CZ-104 con nivel de 11,04, el pozo CZ-66 un nivel de 8,03 m y al final del perfil en el CZ-140 se reporta un nivel de 26 m de profundidad.

Este perfil muestra levantamientos tectónicos que terminan en cerros de hasta más de 250 m de altitud, generando zonas de fallas y lugares de alojamiento para los depósitos aluviales.

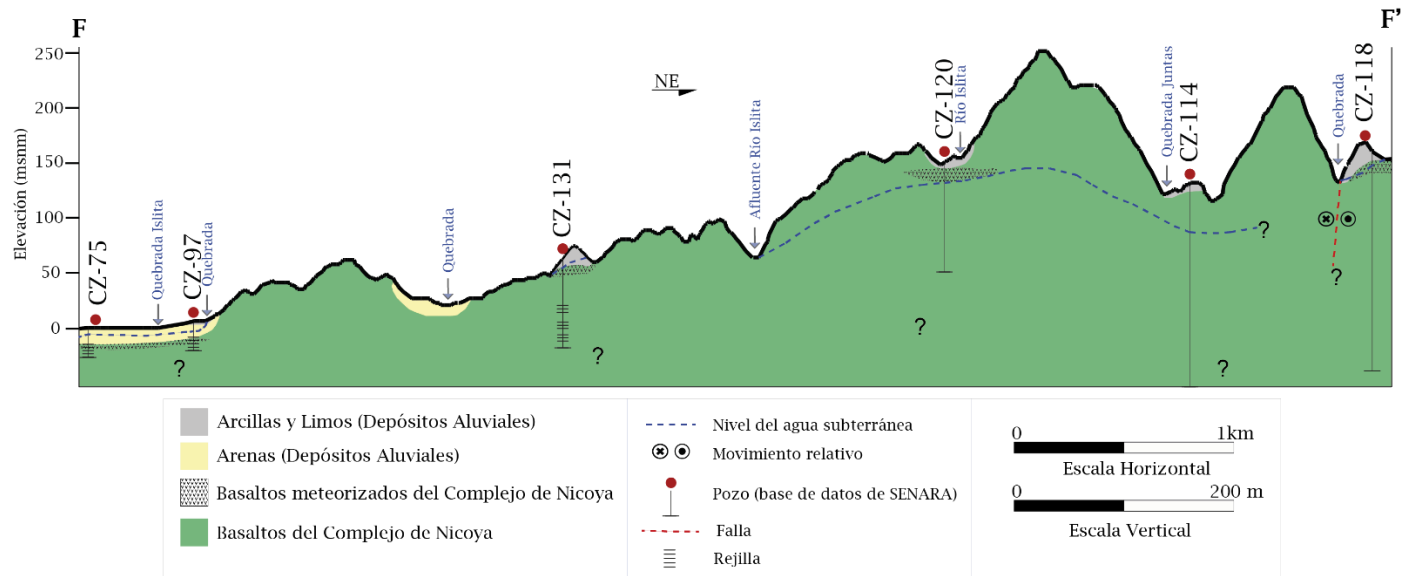


Figura 86. Perfil hidrogeológico F - F'

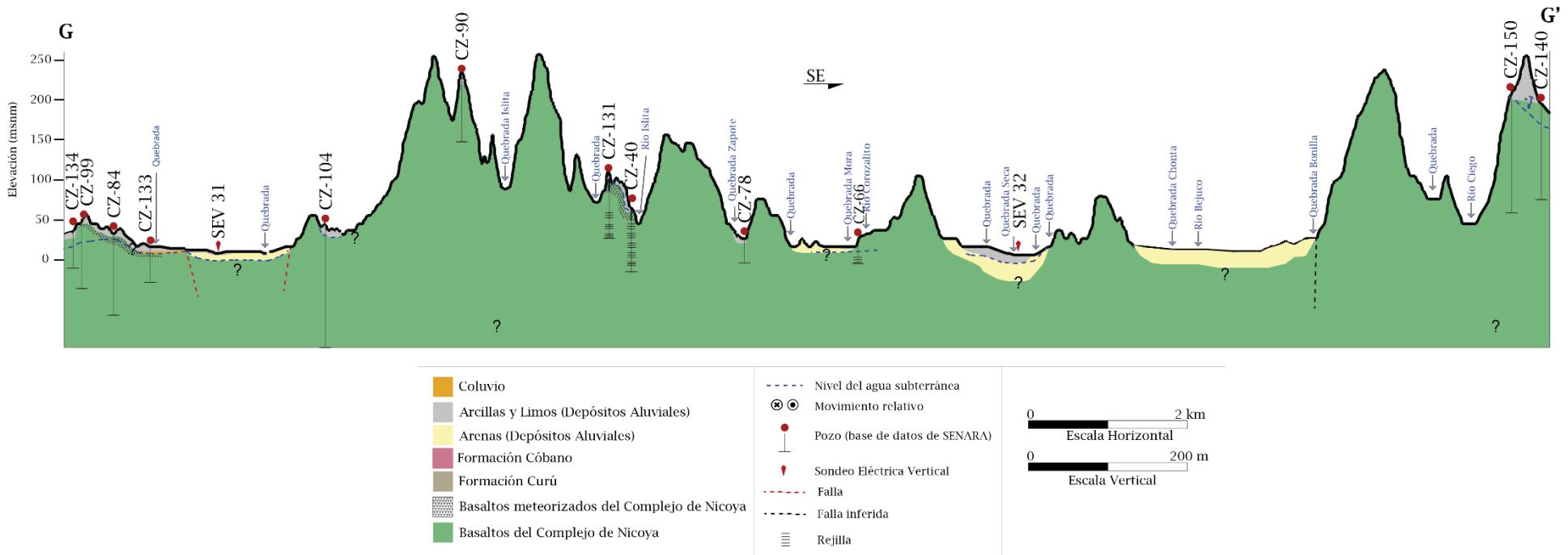


Figura 87. Perfil hidrogeológico G - G'

Respecto a la unidad de depósitos aluviales, compuesta por arenas y arcillas, se ubican en la capa superficial, con espesores de hasta 11m al oeste del perfil, cerca de Corozalito presenta de 4 a 5 m de espesor (CZ-66 y CZ-78) y en el sector de Quebrada Seca presenta un valor más alto, de 31,9 m de espesor, reportado en el SEV-32. Se conoce que existe depósitos aluviales en el sector de Bejuco por su geología superficial pero no se cuenta con información para conocer su espesor. Cercano al pozo Z-150 el espesor de las arcillas es de 8 m.

Con respecto al nivel de agua, en la zona oeste del perfil se localiza a profundidades de 3,67 (SEV-31) captando la unidad de depósitos aluviales, en el sector de Corozalito un nivel de 2 m y cerca de Quebrada Seca de acuerdo con el SEV-32 presenta un nivel de 3,53 alojado en las arcillas de esta unidad. Como es de esperar, al tener levantamiento de la unidad de basaltos se presentan fallas como la mostrada cerca de Camaronal.

### **6.2.5.3 Perfil hidrogeológico H – H'**

Este perfil se encuentra ubicado en la parte sureste del área de estudio, tiene rumbo noreste, inicia cerca de Puerto Coyote y se extiende hasta Pampas. Mide 13,2 km de longitud y sus altitudes rondan desde los 3 msnm hasta los 230 msnm (figura 88).

La capa basal de esta correlación litológica muestra los basaltos sanos correspondientes al Complejo de Nicoya, el pozo VE-147 muestra un espesor de hasta 162 m de espesor. Sobreyaciendo, en algunos sectores del perfil, se observa la capa de basaltos meteorizados y fracturados, esta capa la reporta el SEV-36 cerca del poblado Candelillo con un espesor de 45,8 m. Los pozos PC-18 y PC-19 reportan un nivel 6 y 8 m respectivamente que se encuentra en la unidad de basaltos, no lo menciona, pero posiblemente se ubiquen en zonas fracturadas como ha sido el comportamiento; así como el VE-147 indica un nivel de 42 m dentro de la unidad de basaltos. Además, se observa levantamientos tectónicos de esta unidad en cerros de más de 200 m de altitud.

En la zona sur del perfil, se presenta una capa de lutitas y areniscas, corresponde a la Formación Cóbano, muestra un espesor máximo de 32 m (PC-23) disminuyendo su espesor hacia la costa a 4m (PC-43). Hacia el noreste del perfil se muestra una pequeña capa de 3 m de lutitas asociadas a la Formación Curú, en a información del pozo VE-118, sin embargo, no se observó en ningún otro pozo.

La capa más superficial, correspondiente a la unidad de depósitos aluviales de arcillas hacia la parte noreste y arenas en la zona suroeste, presenta un espesor máximo de 9 m al sur de San Francisco de Coyote (PC-26), aumenta este espesor a 18,6 m cerca de Candelillo (SEV-36), 33,9 m cerca de la I Griega (SEV38) y 37,3 m reportado en el SEV-38. Esta zona se podría decir que es la zona más productora del acuífero alojado en esta unidad, esto según la información de recarga. Presenta el nivel de agua a diferentes profundidades, reportando 4 m (VE-86) hasta los 5,16 m (VE-118).

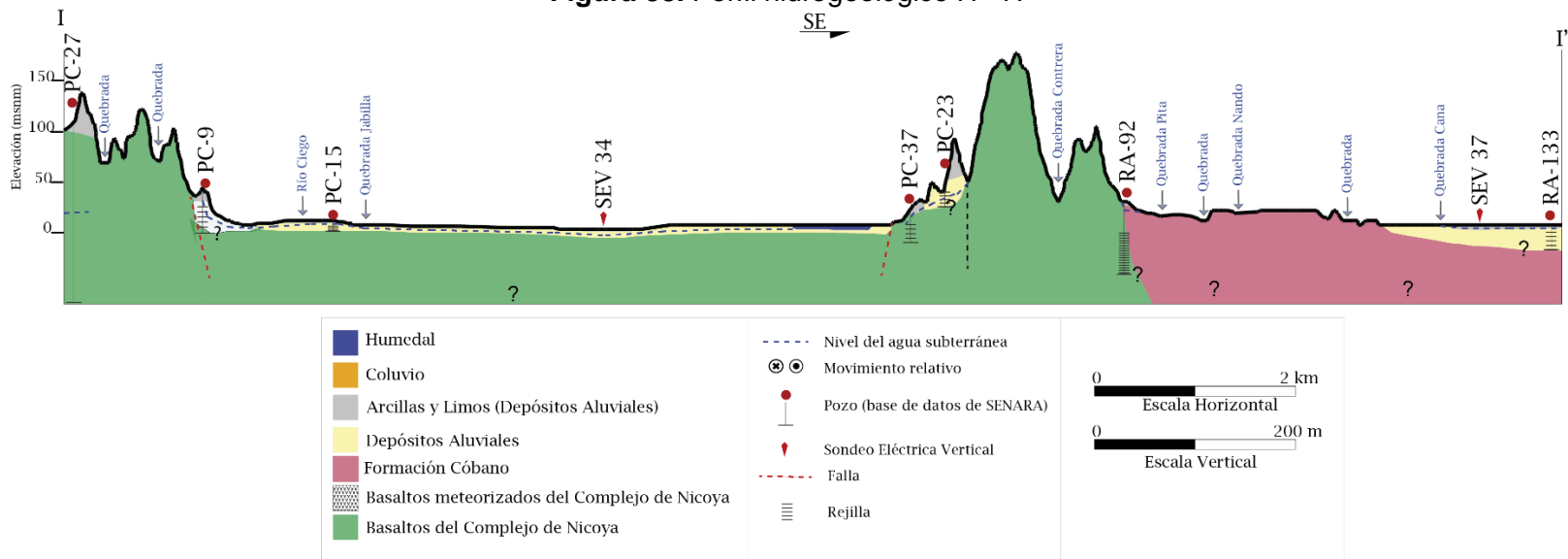
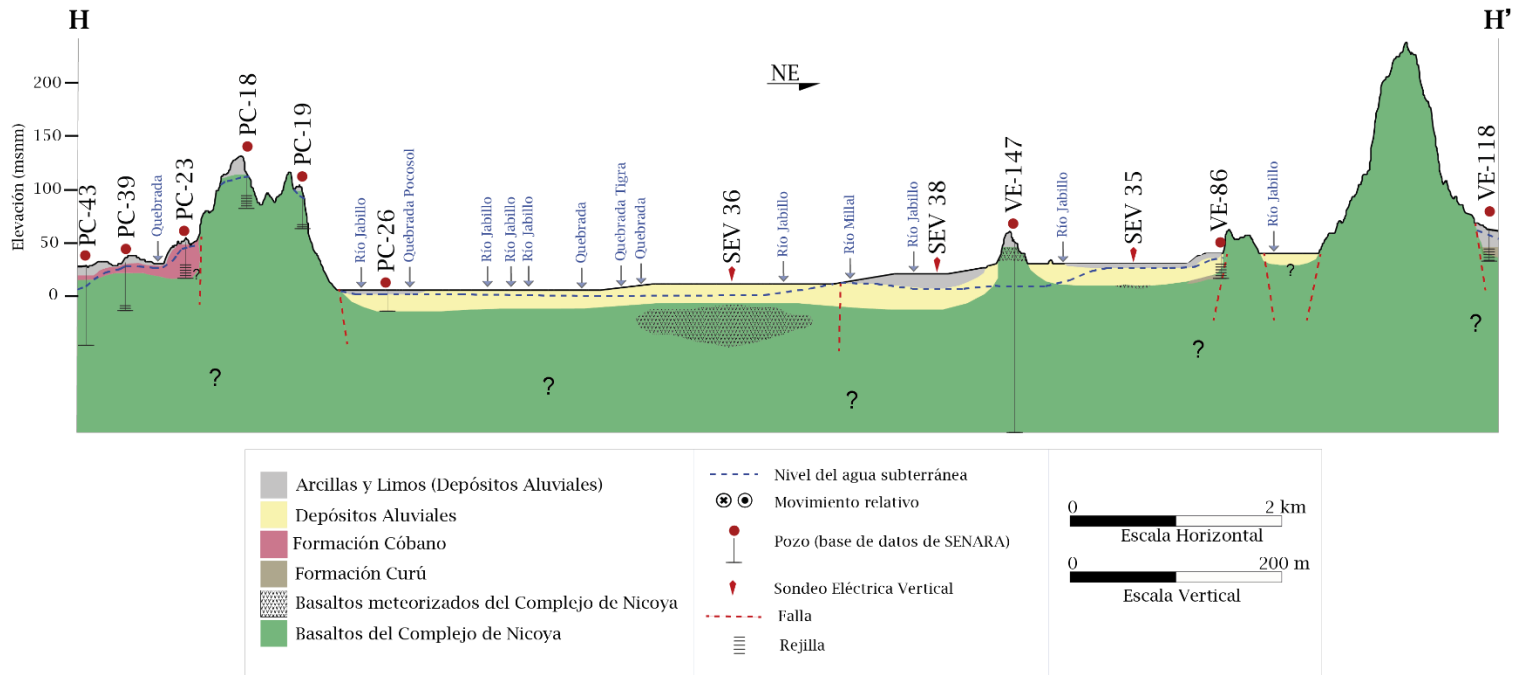


#### **6.2.5.4 Perfil hidrogeológico I – I'**

El último perfil realizado se ubica al sureste del área de estudio, inicia cerca de Playa San Miguel en Jabilla hasta cerca del límite del cantón al sureste, por Quebrada Nando. Tiene una longitud de 14,7 km y altitudes bajas, desde 1 msnm hasta los 170 msnm (figura 89).

Como los anteriores, la capa más profunda se trata de los basaltos del Complejo de Nicoya, con un espesor de 170 m (PC-27), el pozo PC-27 presenta un nivel a los 93 m perteneciente a esta unidad. Se observa, además, cerros levantados tectónicamente de hasta 170 m. Sobreyace a esta capa y se observa al sureste del perfil la alternancia de areniscas de la Formación Cóbano, no se conoce el espesor real de esta unidad sin embargo tiene 70 m reportado en el pozo RA-92. El SEV-37 reporta esta capa después de los 3,07 m de profundidad. Esta capa es el resultado de una fuerte erosión y levantamiento de las rocas del Complejo de Nicoya (Vargas, 2018).

La capa de depósitos aluviales en la superficie de los perfiles corresponde a areniscas y arcillas, con un espesor de 7 a 8 m cerca de Jabilla y Playa Coyote, y hasta 24 m en la zona cercana a Quebrada Nando. El nivel de agua se ubica entre 2,1 m (RA-133) y los 5,09 m (PC-9), captando como se muestra en el perfil esta unidad.



### 6.3 Hidrogeoquímica

Se cuenta con un total de 16 muestras de agua subterránea recolectadas en pozos de uso a lo largo del área de estudio, tomados de Vargas (2018), estas muestras fueron analizadas en el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica y al laboratorio privado Aqylasa para análisis físicos y químicos. La ubicación de cada punto de muestreo se presenta en la figura 90. Todos los parámetros que fueron analizados se presentan en el Anexo X y en la figura 91 se observan algunos pozos muestreados del área de estudio.

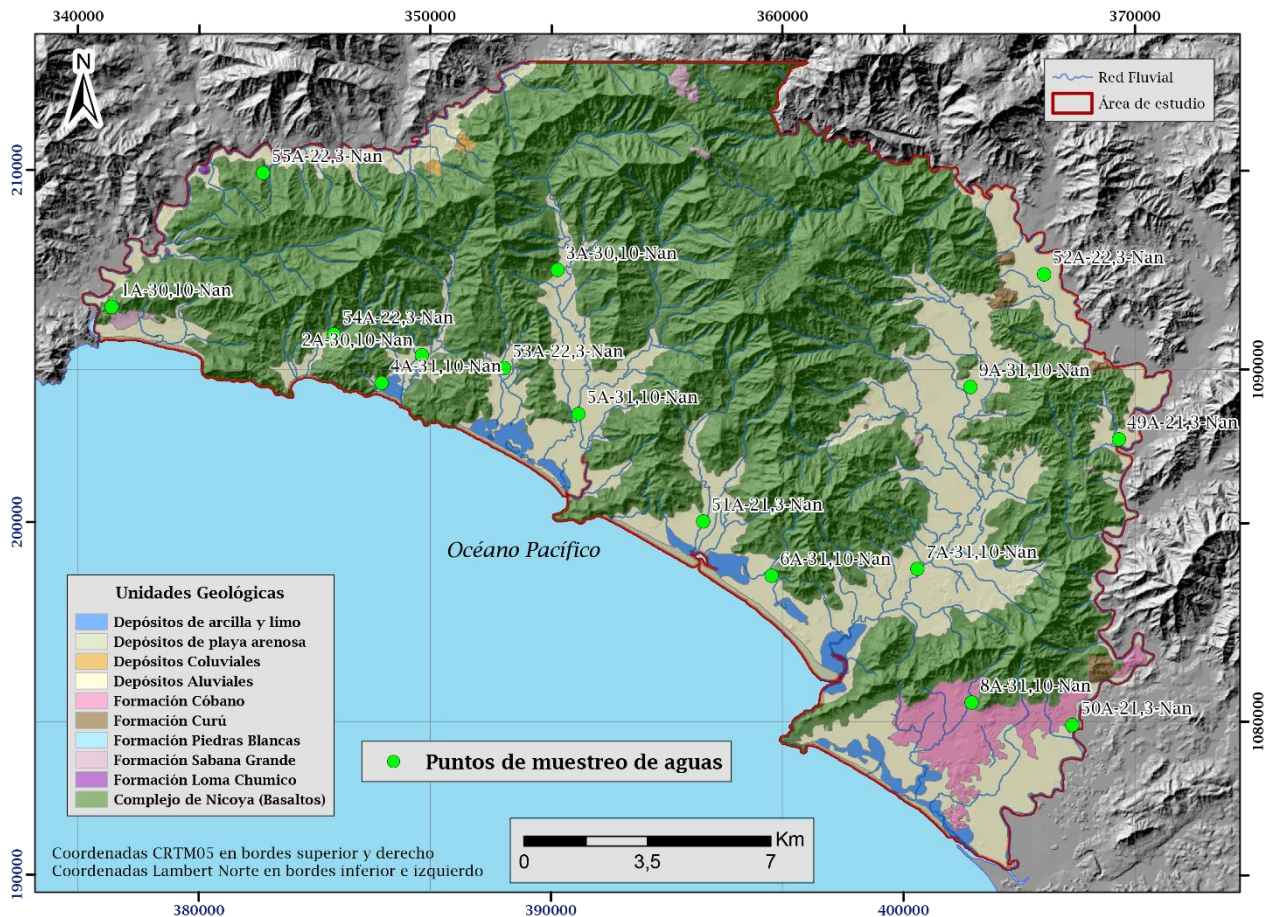


Figura 90. Mapa de puntos de muestreo de aguas.  
Elaboración propia.



**Figura 91.** Fotos de algunos pozos de muestreo  
**(a):** 2A-30,10-Nan, **(b):** 5A-31,10-Nan, **(c):** 50A-31,3-Nan, **(d):** 51A-21,3-Nan

### 6.3.1 Características físicas y químicas

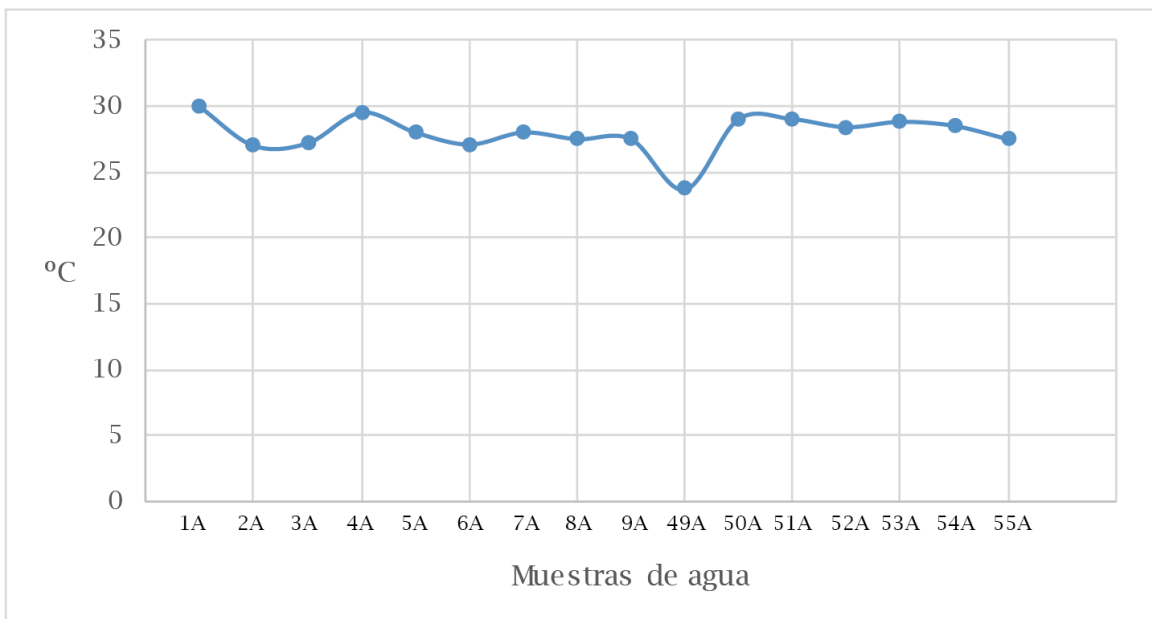
Al muestrear, también se evaluaron algunos parámetros físicos y químicos en el agua de los sitios de muestreo, esto con el fin de obtener estas medidas en su estado natural y que no cambiara sus condiciones al transportarlo a los laboratorios. Estos parámetros son la temperatura, oxígeno disueltos, alcalinidad total, sólidos totales disueltos, pH y conductividad eléctrica.

El gráfico 8 presenta los valores de temperatura, el rango oscila entre los 23,7°C (49A) y 29,9°C (1A), el promedio de los datos es 27,1°C; no posee una tendencia específica en el área de estudio respecto a las temperaturas, son variables entre sí y a la vez su rango no es tan amplio en general.

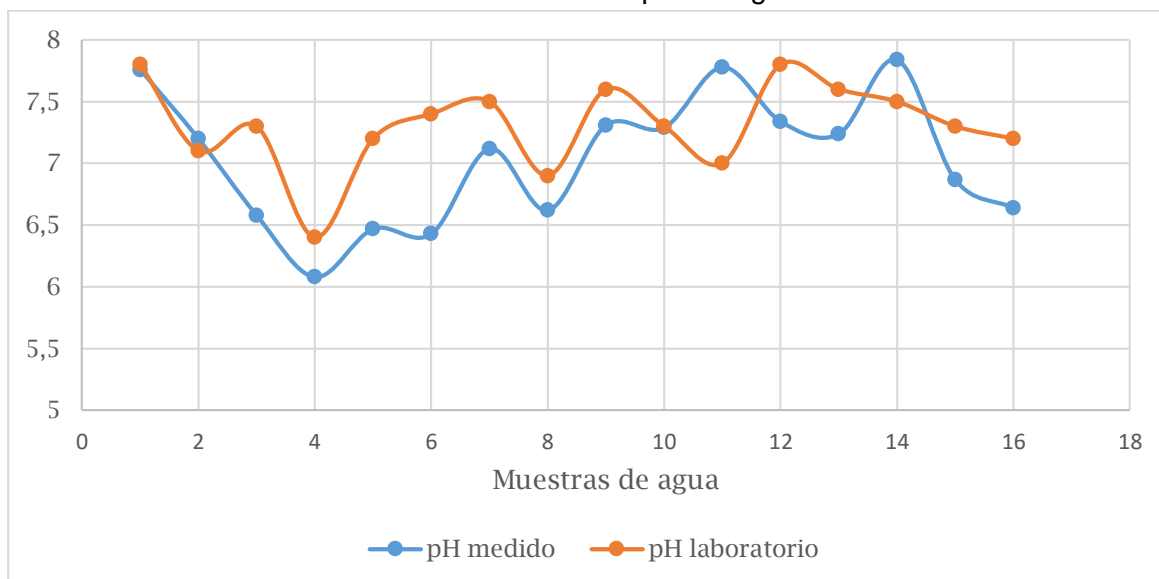
El gráfico 9 muestra los valores de pH tomados en el muestreo y los datos de pH reportados en los informes del laboratorio; se determina un rango de pH de 6,08 – 7,78 en los medidos al campo y de 6,4 - 7,8 en los datos de laboratorio. Como se observa, no existe mucha diferencia entre los dos valores; la más notoria se observa en la muestra 50A con una diferencia de 0,78. Al igual que la temperatura, el pH no cambia en forma considerable a lo largo del área de estudio.

Según el Reglamento de Agua Potable publicado en la gaceta (2015) los valores de temperatura y pH se encuentran entre los recomendados (18°C y 6,5) y los valores admisibles (30°C y 8,5) respectivamente.

**Gráfico 8.** Datos de temperatura en el agua.



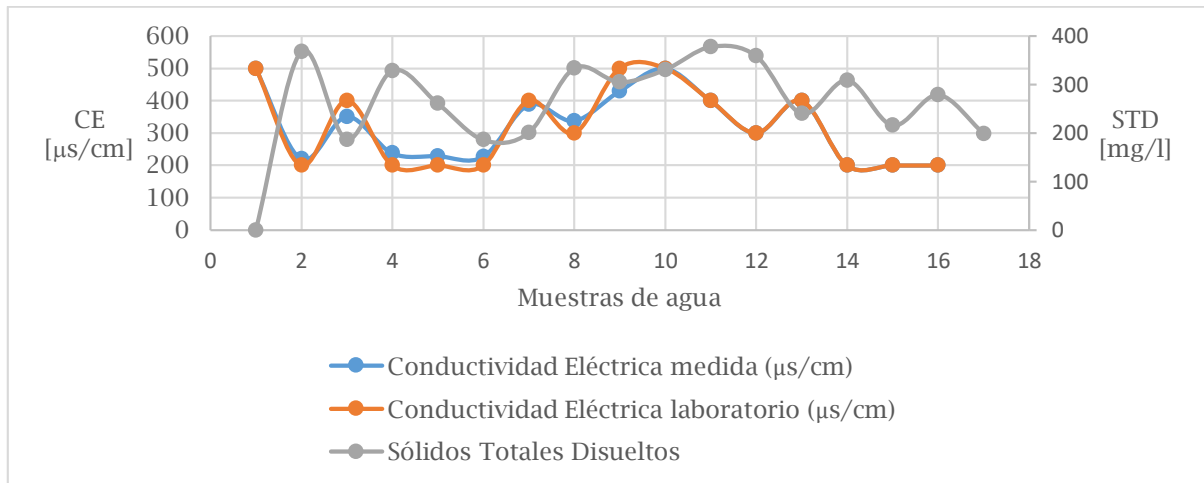
**Gráfico 9.** Datos de pH del agua.



Otro parámetro medido en el sitio fue la conductividad eléctrica (CE), esta se define como la capacidad del agua de transportar electricidad y se asocia directamente con la condición de especies disueltas en el agua; su valor recomendable es  $400 \mu\text{S}/\text{cm}$  según el Reglamento de Agua Potable publicado en la gaceta (2015). Semejante al pH, se presentan 2 datos de CE, el medido en los sitios de muestreo y el reportado en el laboratorio; como se observa no contienen muchas diferencias entre los datos (gráfico 10). No posee ningún comportamiento específico y solamente 3 muestras sobrepasan el valor recomendable, estas son la 1A, 9a y 49A.

Por su parte, los Sólidos Totales Disueltos (STD) es un dato de concentración dado en ppm o en mg/l, que corresponden a la materia orgánica e inorgánica presente en el agua (González, 2019). Según el Reglamento de Agua Potable publicado (2015) tiene un valor máximo admisible de 1000 mg/l. los datos obtenidos de STD también se presentan el gráfico 10 ya que se relaciona con la conductividad eléctrica. Como se observa, ningún dato de STD excede el valor máximo admisible, estos valores se encuentran entre los 186 mg/l (5A) y los 368 mg/l (1A) y esto concluye que, a mayor concentración, mayor ha sido la interacción entre el agua y las rocas. Estas aguas pueden clasificarse como aguas dulces ya que se encuentran en el rango de 0 – 1000 mg/l (Freeze & Cherry, 1979).

**Gráfico 10.** Datos de Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos.



La alcalinidad es la capacidad del agua a neutralizar ácidos o bases. El gráfico 11 presenta estos valores para las muestras de aguas recolectadas. El valor más bajo lo presenta la muestra 51A en Javilla con un valor de 48,6 mg/l y el valor más alto lo muestra la 1A en Camaronal con un valor de 575 mg/l. Los valores altos de alcalinidad se asocian con la disolución de carbonatos en rocas y fracturas rellenas (Vargas, 2018).

**Gráfico 11.** Datos de alcalinidad del agua.



### 6.3.2 Clasificación hidrogeoquímica

Los componentes mayores y algunos menores de las muestras de agua tomadas fueron analizados con el fin de clasificar el tipo de agua en el área de estudio. Para ello se realiza una modificación de Vargas (2018) del diagrama Piper que muestra el comportamiento hidrogeoquímico del sitio.

De acuerdo con la figura 92 y según la teoría para este diagrama las aguas subterráneas se pueden clasificar como *Bicarbonatada Cálcica*. Existe una muestra que se separa del comportamiento de las demás, la 7A-31,10-Nan, esta presenta un mayor contenido de sodio, pese a esto, sigue estando en la clasificación antes mencionada; según Vargas (2018) esta muestra puede estar influenciada por contaminación puntual del río Jabillo (río cercano donde fue tomada la muestra).

Al encontrar altos contenidos de  $\text{HCO}_3^-$  y de  $\text{Ca}^{2+}$  en el agua se puede correlacionar con las disoluciones de los feldespatos y silicatos del material del acuífero. De acuerdo con Freeze & Cherry (1979), esta disolución de feldespatos, micas y otros minerales de silicatos están fuertemente influenciados por la naturaleza químicamente agresiva del agua causada por  $\text{CO}_2$  disuelto. Cuando las aguas cargadas de  $\text{CO}_2$  que son bajas de sólidos disueltos encuentran minerales de silicato con altos contenidos de cationes, aluminio y sílice, los cationes y el sílice son lixiviados dejando un residuo de aluminosilicatos con una relación Al/Si aumentada. Los cationes liberados al agua son normalmente  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . Otra consecuencia de este proceso de disolución incongruente es el aumento del pH y de la concentración de  $\text{HCO}_3^-$  la cual no fue observada en el campo. También, es importante mencionar que estas aguas son meteóricas o recientes dada la predominancia del ión bicarbonato, pues la secuencia de Chevotareb (1955) en Freeze & Cherry (1979) estas aguas poseen un corto tiempo de permanencia en el subsuelo.



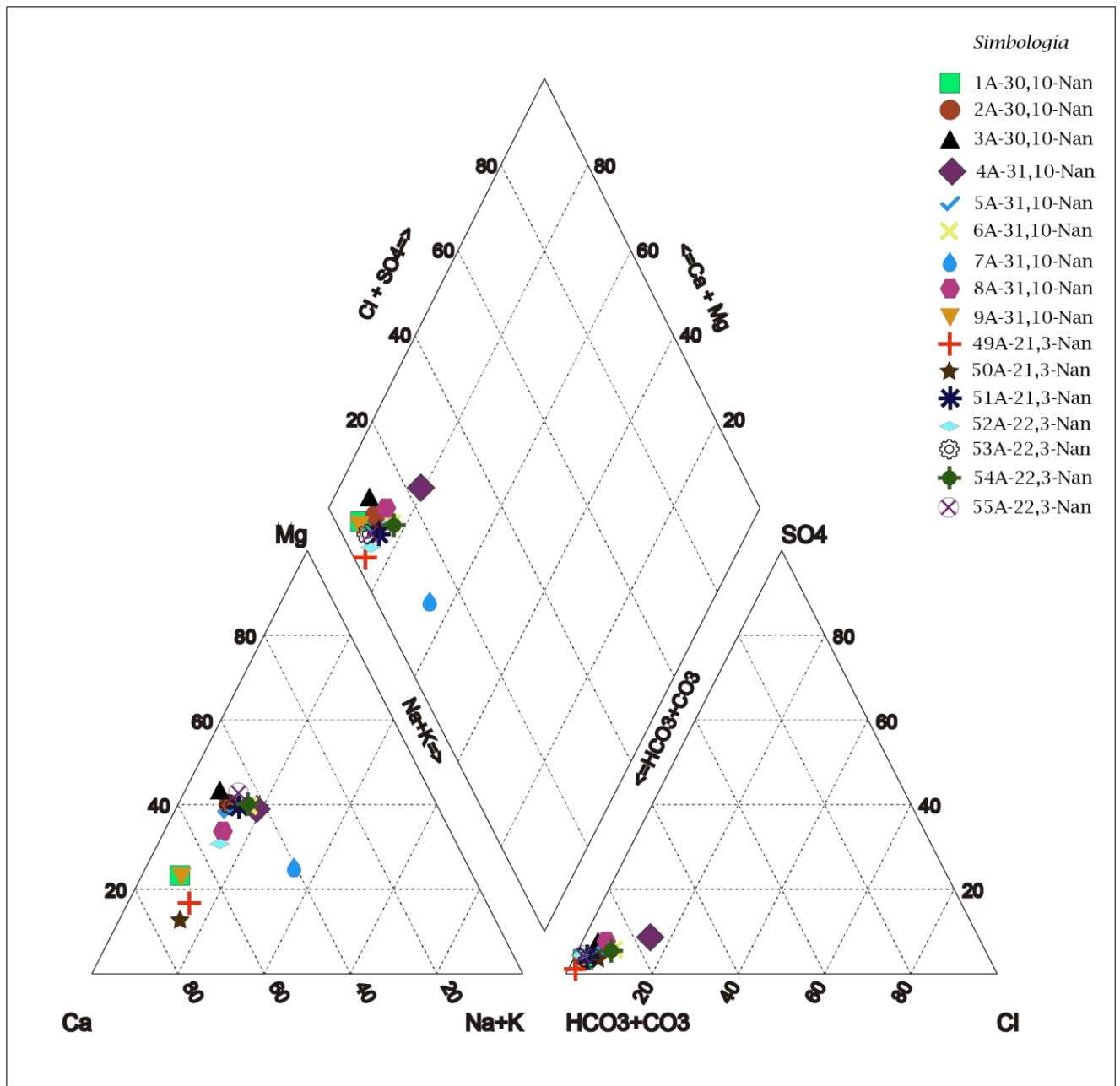


Figura 92. Diagrama Piper zona sur Nandayure

## 6.4 Vulnerabilidad

La evaluación de vulnerabilidad en la zona de estudio se realiza tomando en consideración los tipos de acuíferos existentes y la información técnica disponible, esto se realiza como insumo para la protección de su calidad a nivel municipal y/o provincial. Para dicho objetivo se empleó primeramente la metodología GOD (Foster et al, 2002), comúnmente utilizada para evaluar la vulnerabilidad del acuífero desde la superficie mediante la aplicabilidad de tres parámetros; luego se aplica la metodología SEA-Gindex (Bocanegra et al, 2004) la cual es una modificación del método GOD para establecer la vulnerabilidad del acuífero para evaluar contaminación natural marina, de igual manera con la aplicación de tres parámetros.

Se establece la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero en las zonas planas del área de estudio, específicamente en las unidades geológicas correspondientes a Depósitos Aluviales. Estas unidades presentan la información necesaria para asignarle los valores correspondientes a los diferentes parámetros de los dos métodos. Las zonas altas, que principalmente abarca los basaltos del Complejo de Nicoya no poseen información suficiente para esta evaluación por lo que fueron excluidos de este análisis.

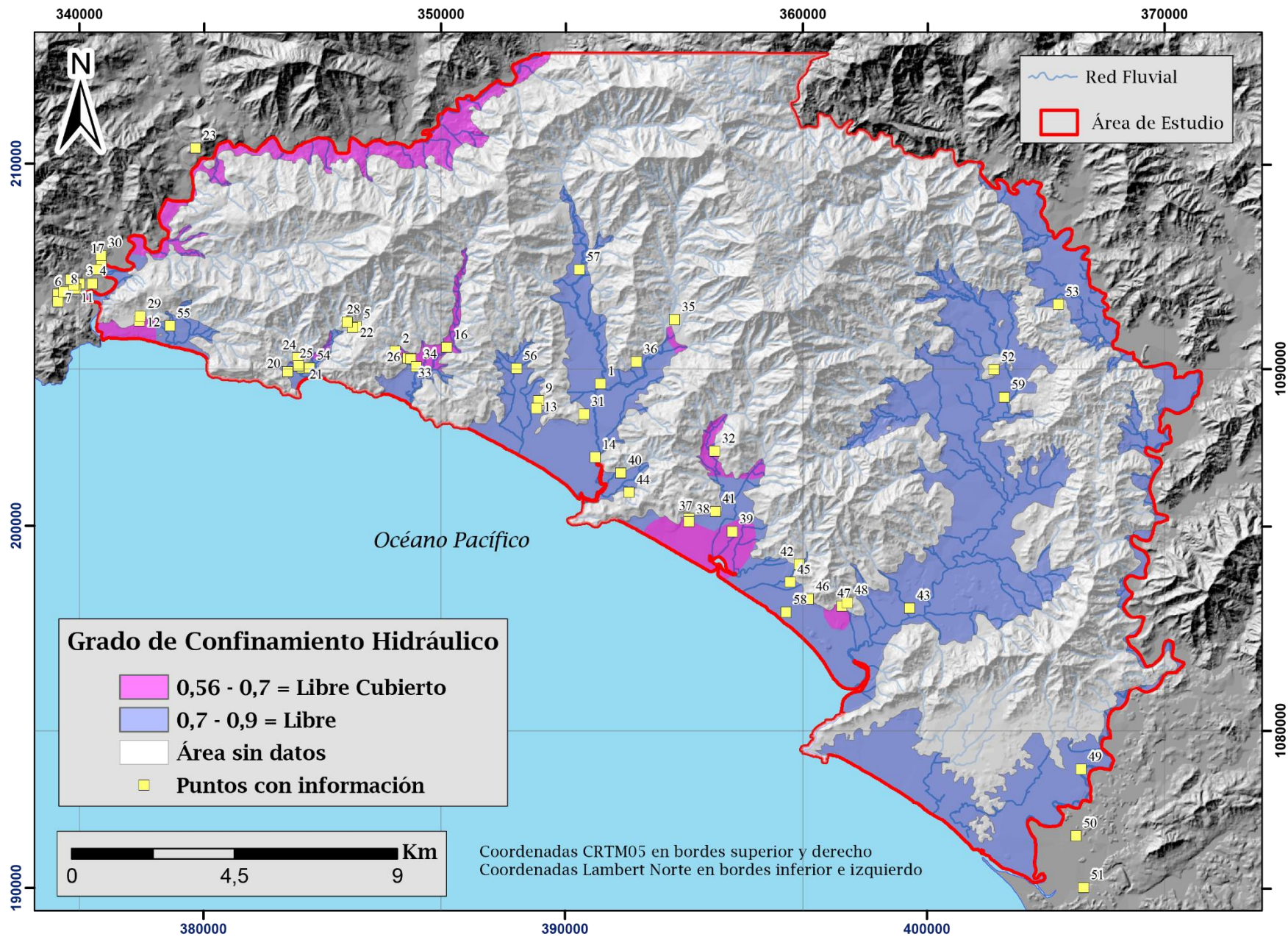
### 6.4.1 Metodología GOD (Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación del acuífero)

Se utilizaron distintos puntos de información para la asignación de cada parámetro, considerando las descripciones de los pozos de perforación de la base de datos del SENARA, interpretaciones de sondeos eléctricos (Vargas, 2018) y de las tomografías realizadas; así como mediciones del nivel de agua de algunos pozos (red de monitoreo), análisis de suelos y resultados de las pruebas de infiltración. El Anexo XI muestra los valores de los puntos de información para cada parámetro. Con dichos valores y mediante el uso del software *Surfer 10* se interpolan los datos usando el método Kriging para obtener su respectivo valor en el área de estudio.

#### **6.4.1.1 Grado de Confinamiento Hidráulico (G)**

El grado de confinamiento hidráulico para la zona de Nandayure sur se determina con la modificación realizada por SENARA (2017a), la cual toma en cuenta los valores de conductividad hidráulica (K) de la zona no saturada, la porosidad y la clasificación granulométrica. Esta modificación asigna con mayor detalle los valores de G para acuíferos libre a libre cubierto; que es el caso de la zona de estudio.

La mayor parte del acuífero tiene un comportamiento libre, con presencia de capas de arenas finas en algunos sectores y material fino como limos en otros; se puede observar su ubicación principalmente en la parte central y sureste. Hacia el noroeste el acuífero se categorizó como libre cubierto pues contiene capas de arcillas y limos arcillosos, pero no provocan confinamiento pues poseen poco espesor (3 – 10 m). La asignación de valores se presenta en el Anexo XI tomando en cuenta los pozos de la base de datos de SENARA, las pruebas de infiltración, los sondeos eléctricos, las tomografías eléctricas y los perfiles hidrogeológicos; la distribución areal de confinamiento hidráulico, se presenta en la figura 93.



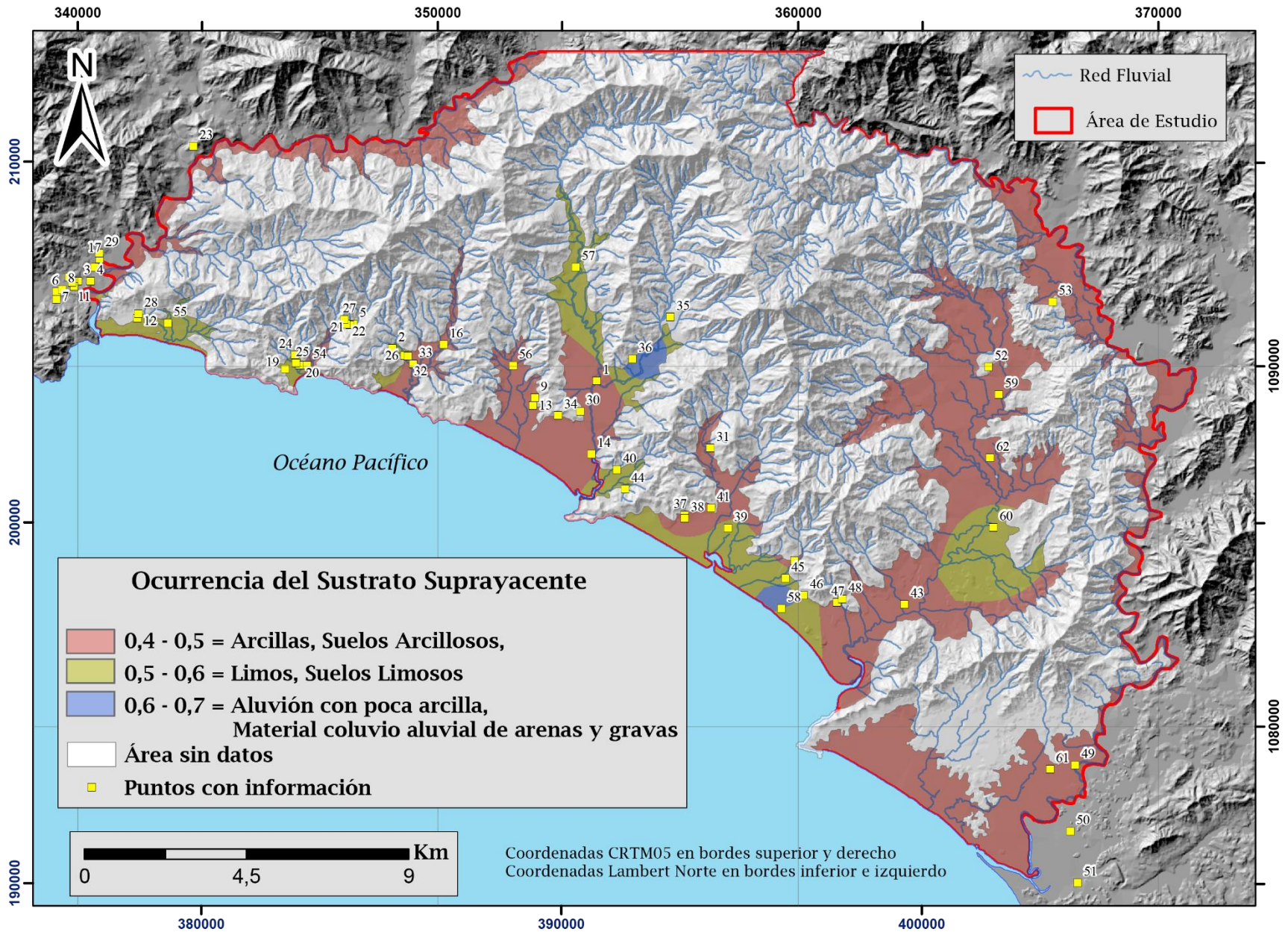
**Figura 93.** Mapa de grado de confinamiento hidráulico (G) de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

#### **6.4.1.2 Ocurrencia del sustrato suprayacente (O)**

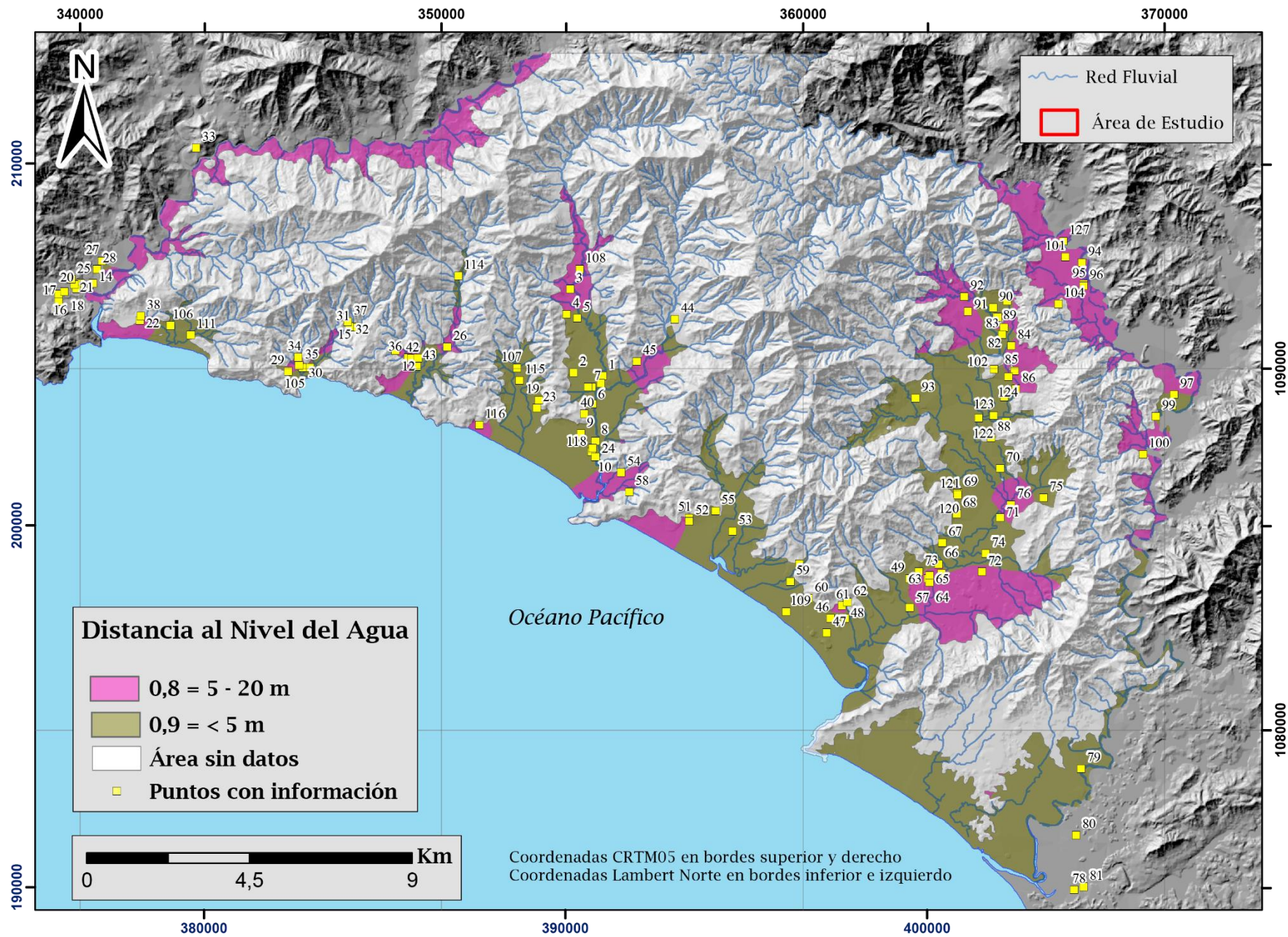
Se utilizaron los informes de pozos de la base de datos de SENARA para asignar valores de O en la zona de estudio, además de los análisis de suelos, los SEVs, las tomografías eléctricas y observaciones de campo; todos estos datos se muestran en el Anexo XI. Según la figura 94 se presenta capas de sedimentos finos como arcillas y suelos arcillosos, abarcando gran parte del área (valor de 0,4 – 0,5); los suelos ricos en limos y los suelos limosos se presentan en zonas como Camaronal, Bejuco Jabilla y cerca de Coyote (valor de 0,5 – 0,6); en lugares puntuales presenta aluvión con poca arcillas, arenas y gravas como al noreste de Bejuco y en Playa Coyote (valor de 0,6 – 0,7).

#### **6.4.1.3 Distancia al nivel del agua (D)**

Para este parámetro se utilizan los informes de los pozos de la base de datos del SENARA, principalmente la información de los niveles que se encuentran dentro de las zonas planas del área de estudio; además los niveles medidos en la red de monitoreo, los niveles interpretados de los sondeos eléctricos verticales y las tomografías eléctricas. El resultado resume que, para los niveles entre los 5 a 20 m de profundidad el valor es de 0,8 y menores a 5 m de profundidad su valor es de 0,9. La figura 95 muestra el mapa de D con sus respectivos puntos con información.



**Figura 94.** Mapa de ocurrencia del sustrato suprayacente (O) de la zona sur del cantón de Nandayure. Elaboración propia.



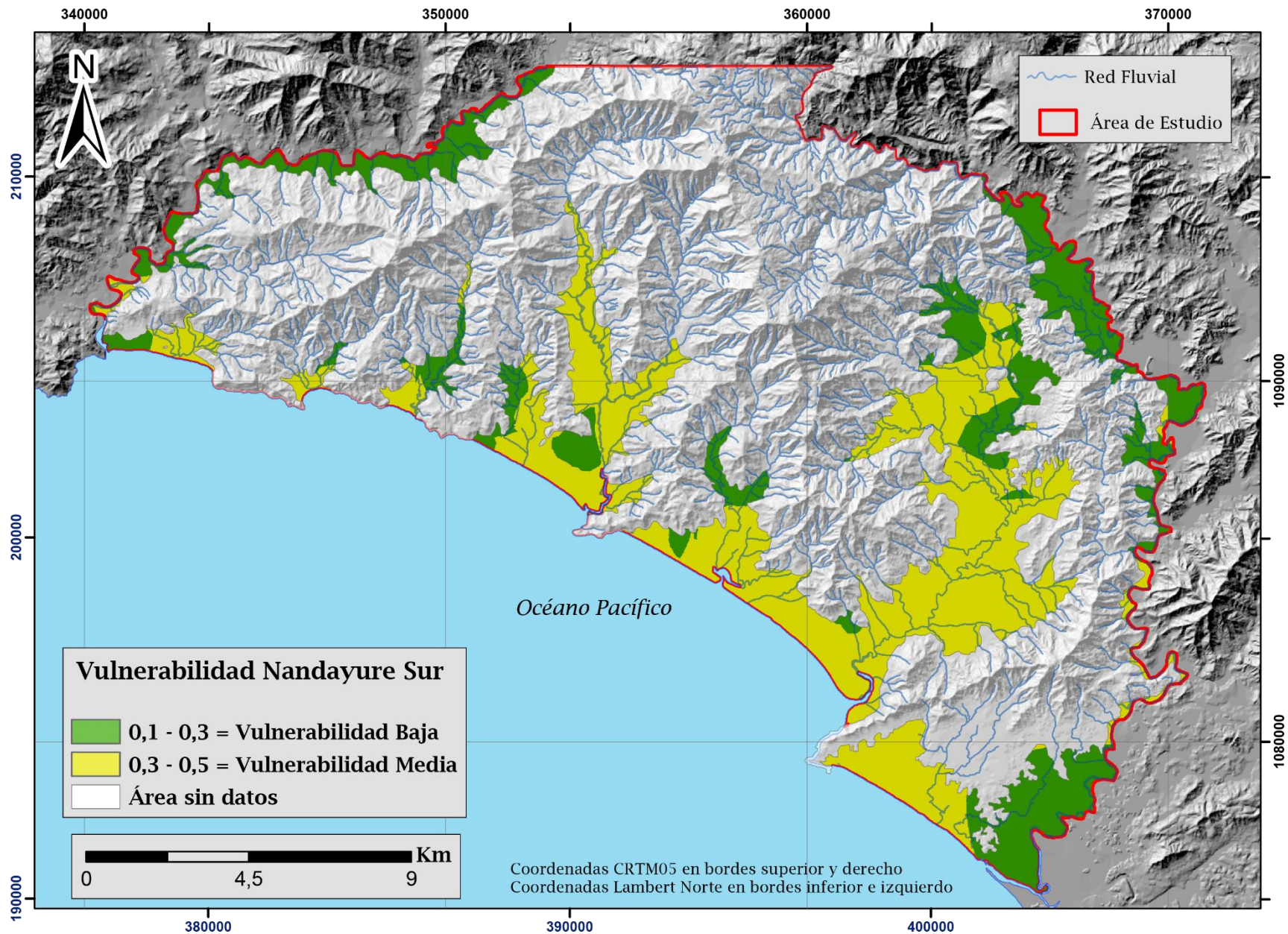
**Figura 95.** Mapa de distancia al nivel del agua (D) de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

#### **6.4.1.4 Vulnerabilidad GOD**

De acuerdo a la metodología de Foster et al (2002) se deben multiplicar los 3 parámetros calculados anteriormente para obtener el índice de vulnerabilidad. Se utilizó para esta operación la herramienta de álgebra de mapas de ArcGis 10.8 y el resultado se presenta en la figura 96. Como se puede observar la mayor parte del área en estudio presenta un rango de 0,3 – 0,5 resultando en una vulnerabilidad media, esta se muestra en zonas más cercanas a la costa como es de espesar, sin embargo, en zonas como Jabillos y Colonia del Valle que se encuentran un poco más alejado de la costa también presenta vulnerabilidad media, por el tipo de suelo existente y lo somero del nivel del agua. También la vulnerabilidad baja se observa en zonas cercanas al pie de montaña, como el caso de Corozalito, Islita y Jabilla y en las zonas norte del área, como en San Pedro, El Carmen y así como en la zona de Pampas y Moravia (Zapote).

Se resalta en la zona sureste del área una vulnerabilidad baja a pesar de encontrarse cerca de la costa y de que el nivel de agua sea somero; esto se podría explicar por los datos de O, ya que la zona no saturada se compone de suelos arcillosos tal y como se observa en los informes de los pozos RA-133, RA-134 y RA-135.





**Figura 96.** Mapa de vulnerabilidad metodología GOD de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

#### **6.4.2 Metodología SEA – GINDEX (Vulnerabilidad a la contaminación marina de acuíferos costeros).**

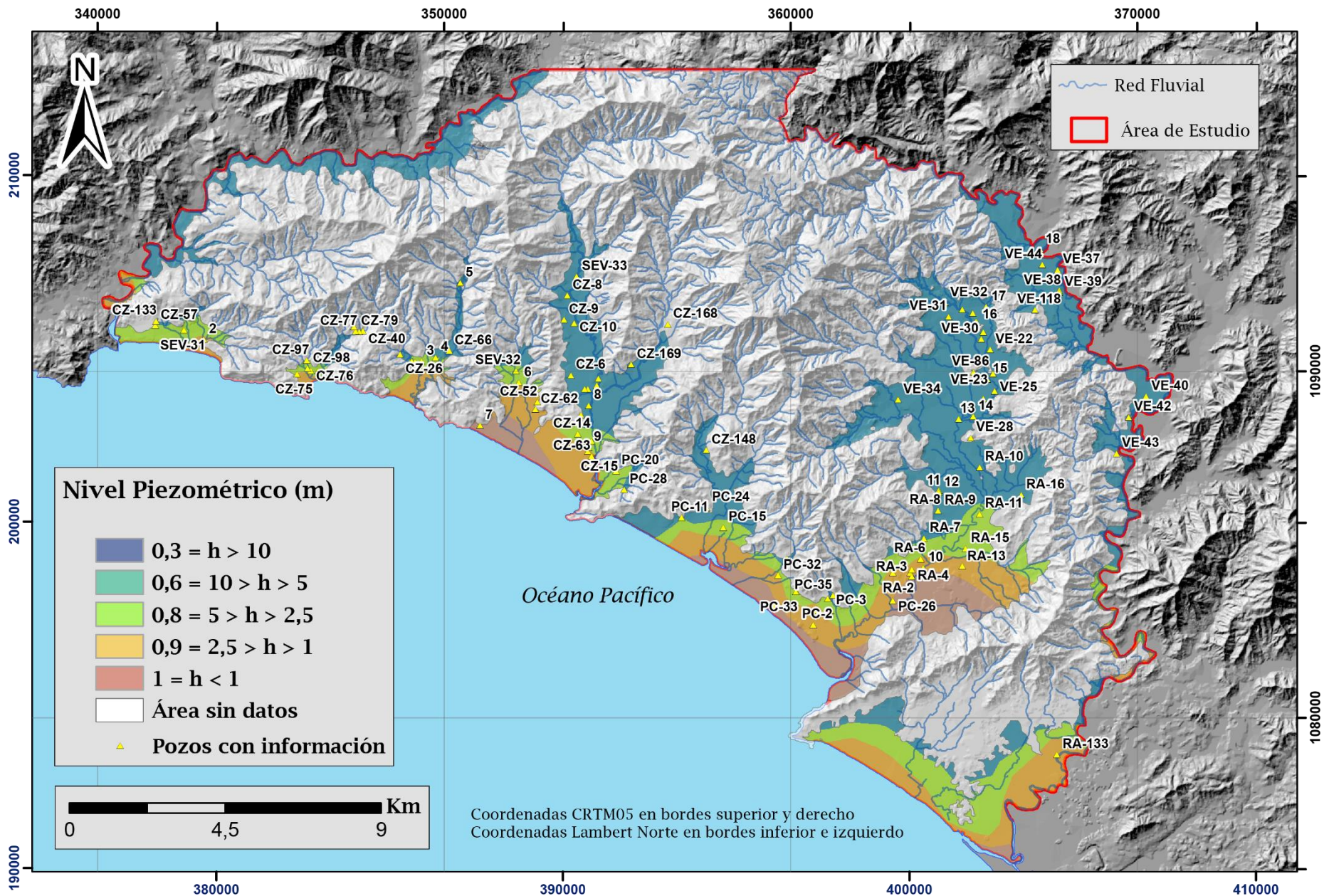
Como el acuífero a estudiar se encuentra en una zona costera, es de interés conocer la vulnerabilidad a la contaminación por contaminación natural marina; es decir, a la contaminación lateral por agua proveniente del mar. Como se mencionó en el marco teórico, esta metodología es una variación del método GOD, en el que se utilizan también tres parámetros que se asignaron de acuerdo con la información utilizada de los pozos de la base de datos del SENARA, de la información del mapa de la figura 94 del método GOD, la información de la red de flujo y la distancia medida en Arcgis respecto a la costa.

Cabe mencionar que se realizó esta metodología porque se cuenta con los tres parámetros para realizarlo, es una buena práctica académica sin embargo para insumo sobre gestión se recomienda utilizar la metodología GOD aplicada anteriormente.

##### **6.4.2.1 Nivel piezométrico**

Este parámetro es una modificación de la metodología GOD, ya que en lugar de utilizar la distancia a la profundidad del agua lo que se debe usar es el nivel de agua a una altitud específica; es decir el nivel piezométrico. Para esta variable se utilizó la interpolación de los datos de la red de flujo, lo que significa que se tomaron las equipotenciales realizadas en la figura 85. Los datos de niveles se pueden observar en el Anexo VIII.

Los valores asignados para el parámetro de nivel piezométrico del área de estudio se muestra en la figura 97, estos se dividieron en 5 zonas, la primera con alturas piezométricas menores a 1 m, la segunda, alturas en el rango de 1 m y 2,5 m, la tercera entre los 2,5 m y los 5 m, la cuarta zona son alturas entre los 5 m y 10 m y de último alturas mayores a 10m. Los rangos fueron reclasificados por zonas a 1, 0,9, 0,8, 0,6, 0,3 respectivamente.



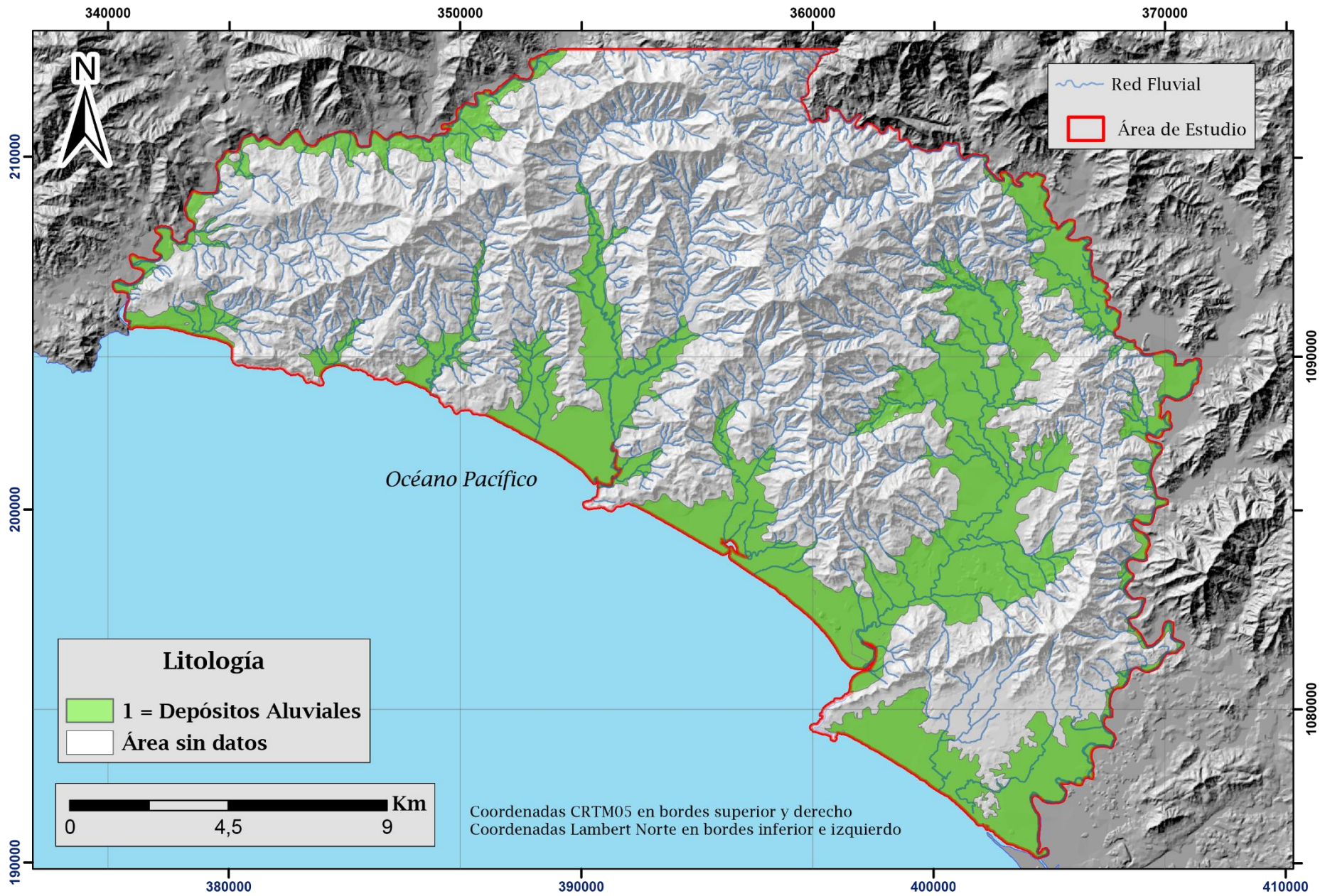
**Figura 97.** Mapa de variación del nivel piezométrico en la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia

#### **6.4.2.2 Litología**

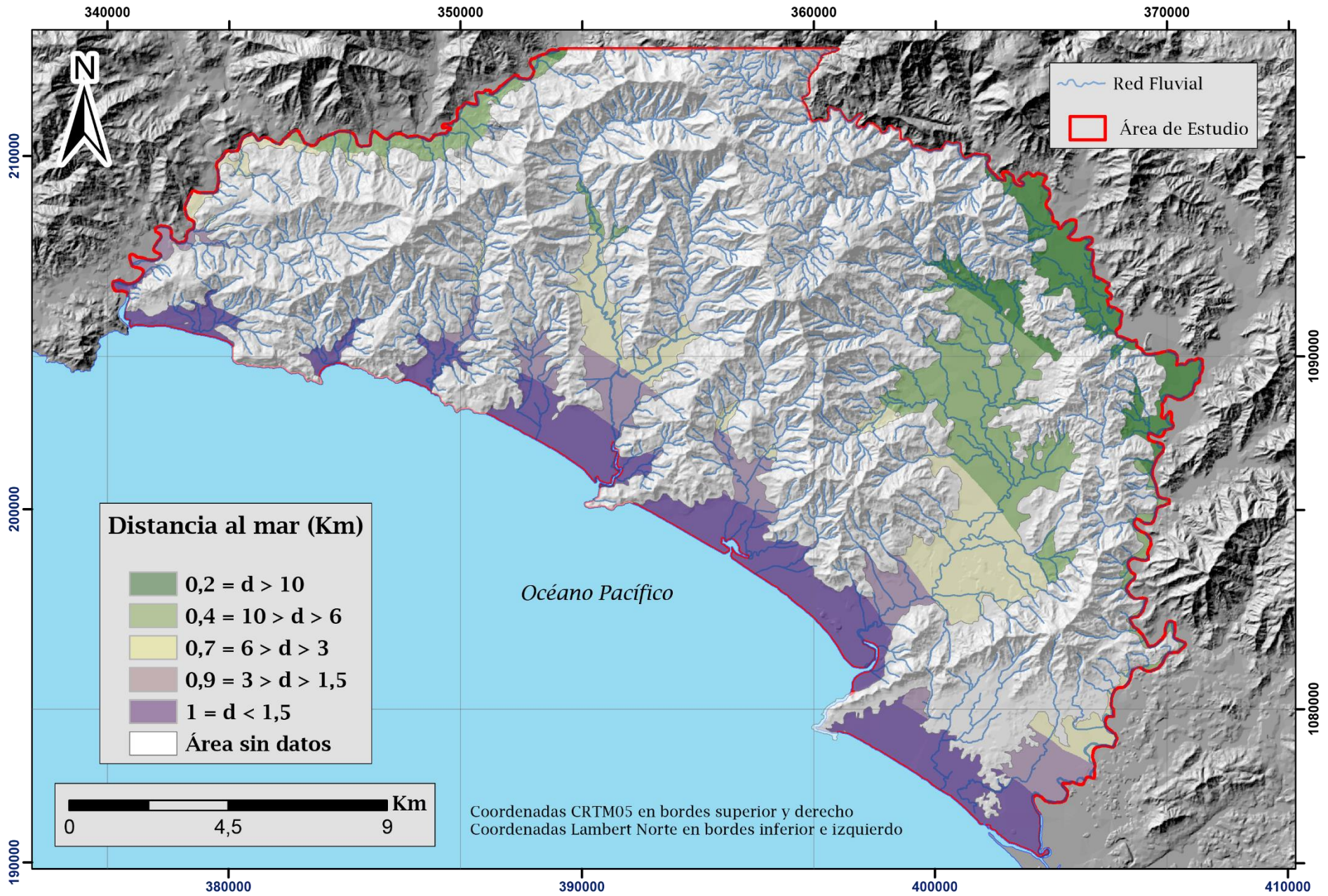
Para este parámetro se utilizó la información litológica de los mapas geológicos regionales, así como las descripciones de la petrografía y los perfiles hidrogeológicos realizados. La figura 98 presenta la distribución de este parámetro; se observa que, en la totalidad del área en estudio se ubican los depósitos aluviales, compuestos por bloques de basaltos del Complejo de Nicoya inmersos en una matriz areno limosa donde predominan las arenas sobre las arcillas y los limos, por lo tanto, se asignó el valor de 1 según la clasificación del método SEA – GIndex.

#### **6.4.2.3 Distancia al mar**

Este parámetro se calculó realizando un análisis en el software ArcGis 10.8, creando un raster con 5 franjas, respecto a la línea de costa; la primera se encuentra a 1,5 km, la segunda a 3km, la tercera a 6 km, la cuarta a 10 km y la última se ubica >10 km. Los valores que se asignan para las franjas son: 1, 0,9 , 0,7 , 0,4 y 0,2 respectivamente. La figura 99 presenta la distribución de este parámetro a lo largo del área en estudio.



**Figura 98.** Mapa del parámetro litología de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.



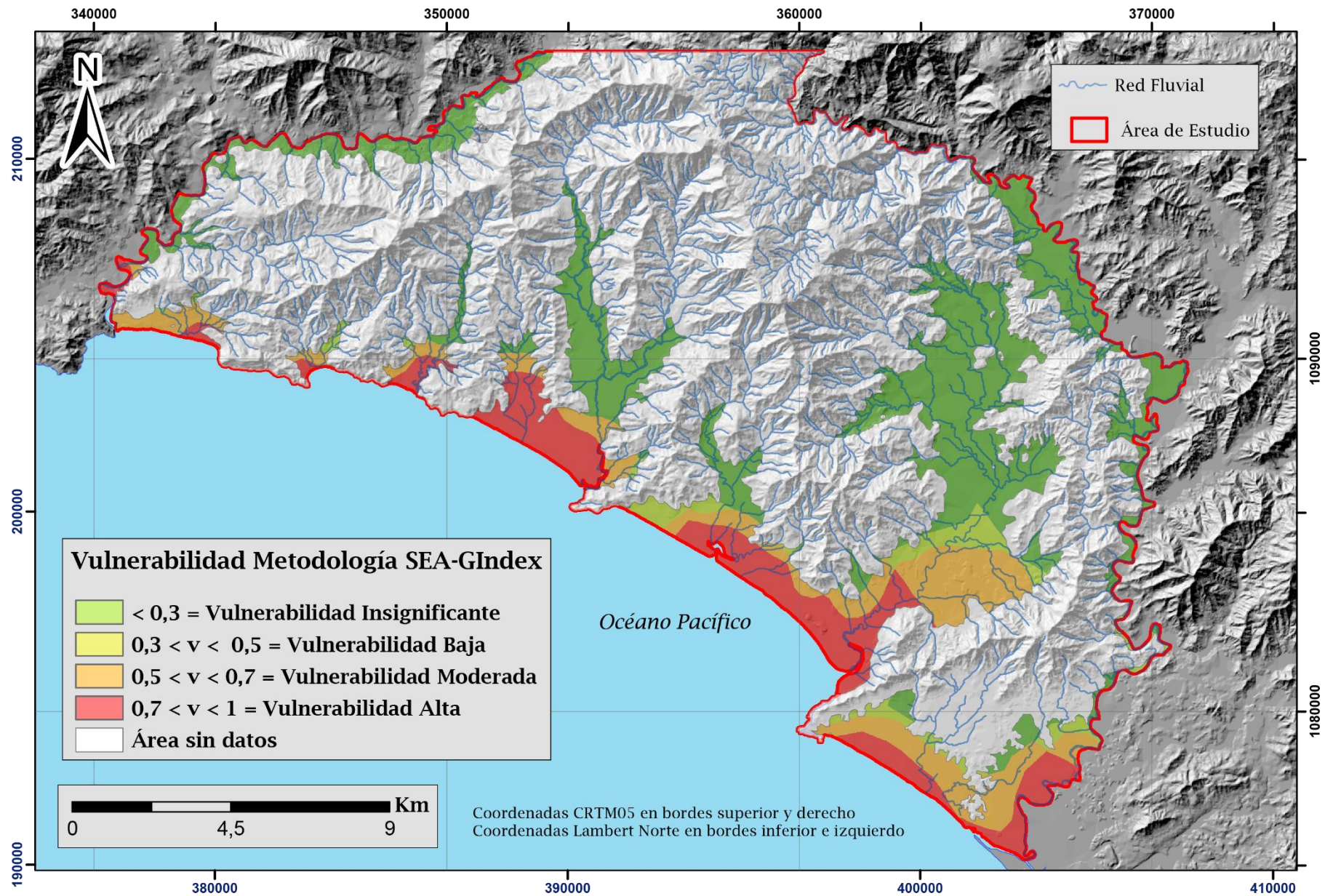
**Figura 99.** Mapa del parámetro distancia al mar de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

#### **6.4.2.4 Vulnerabilidad SEA- GIndex**

Semejante a la anterior, esta metodología consiste en la multiplicación de los tres parámetros expuestos anteriormente, así se obtiene el mapa de vulnerabilidad a la contaminación lateral por agua marina que se presenta en la figura 100.

Como es de esperar, en las zonas más cercanas a la costa como en Bejuco, Coyote, Caletas y en Corozalito se presenta vulnerabilidad alta, ya que en esos lugares los niveles piezométricos son menores y la distancia a la costa es menor; posee un valor de 0,7 a 1. Localidades como Paso Vigas, al sur de San Francisco de Coyote, Pueblo Nuevo de Bejuco, Islita y Camaronal presentan vulnerabilidad moderada, con valores entre los 0,5 y 0,7. Vulnerabilidad baja en poblados como San Jorge al sureste, cercano también a Quebrada Nando, en San Francisco de Coyote, con valores de 0,3 a 0,5. Y finalmente, con vulnerabilidad insignificante en las zonas más alejadas a la costa, como Jabillos, San Pedro, El Carmen, Zapote, Pampas con valores menores a 0,3.

Ambas metodologías son certeras en lo que respecta a la vulnerabilidad, y aunque una metodología sea una modificación de la otra, hay diferencias en los parámetros utilizados, por lo que se concluye que, para acuíferos costeros como el área de estudio puede resultar apropiado la aplicación de la metodología SEA-GIndex pero no se puede dejar de lado el método GOD, ya que es el método oficial en Costa Rica. Sin embargo, se considera que ambos métodos brindan información importante sobre la susceptibilidad del agua subterránea a contaminarse.



**Figura 100.** Mapa de vulnerabilidad metodología SEA-GIndex de la zona sur del cantón de Nandayure.  
Elaboración propia.

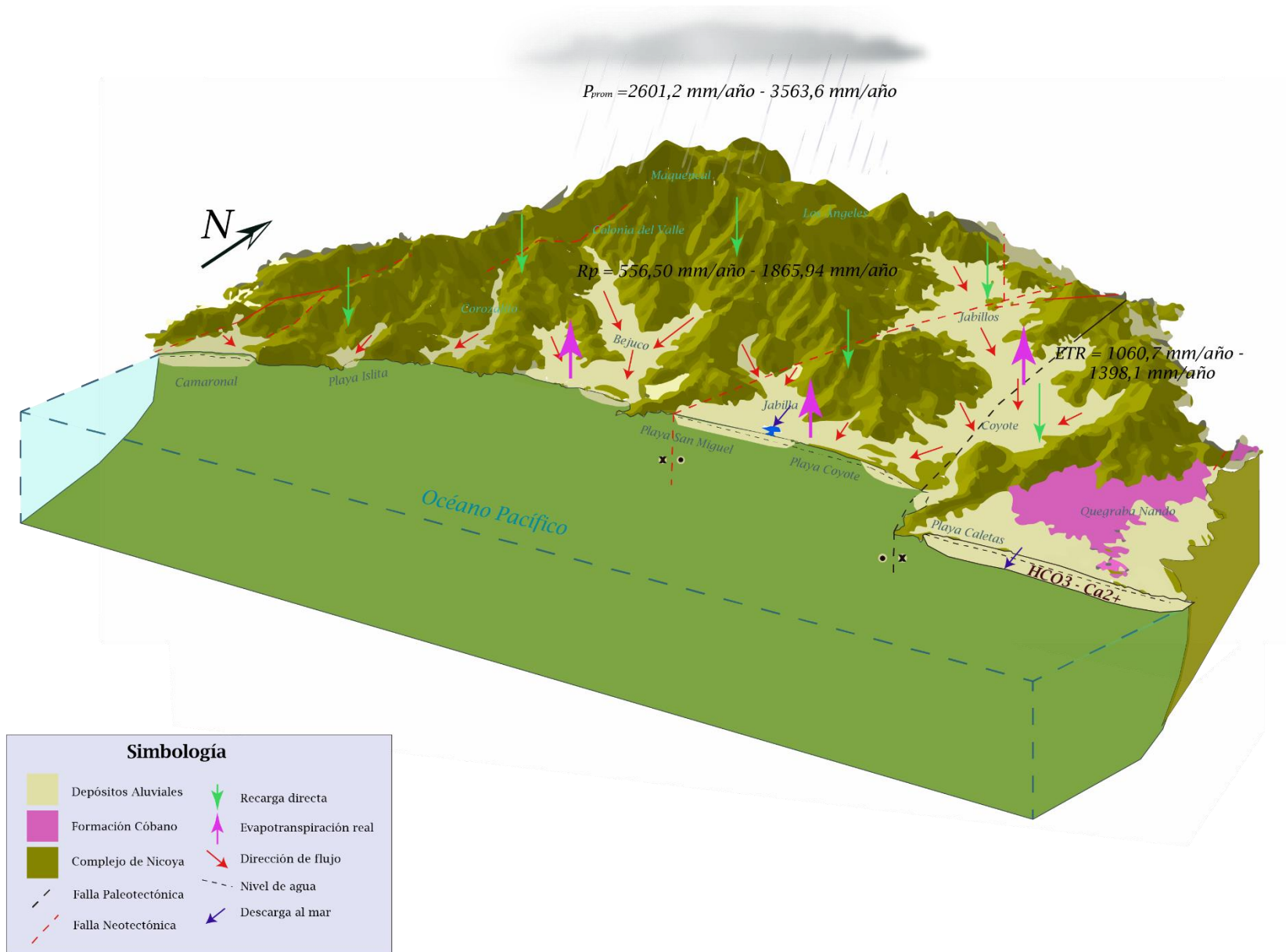


## 6.5 Modelo Hidrogeológico Conceptual

Con toda la información analizada se puede integrar la información hidrogeológica general. Se identifica un acuífero libre, localizado en las zonas planas del área de estudio, dentro de las cuencas costeras. La tabla 26 resume la información predominante de la unidad hidrogeológica denominada *acuífero aluvial en las microcuencas de la zona sur del cantón de Nandayure* y la figura 101 se presenta un esquema del modelo conceptual hidrogeológico propuesto de la zona sur del cantón de Nandayure.

**Tabla 26. Resumen de las características de la unidad hidrogeológica de la zona de estudio**

<b>Unidad Hidrogeológica</b>	<b>Acuífero aluvial en las microcuencas de la zona sur del cantón de Nandayure</b>
<b>Geología</b>	Aluvión compuesto de bloques del Complejo de Nicoya inmersos en una matriz areno - limosa
<b>Edad</b>	Cuaternario
<b>Geomorfología</b>	Depósitos Aluviales
<b>Pendientes</b>	0° - 5°
<b>Espesor</b>	5 m – 33,9 m
<b>Confinamiento</b>	Libre
<b>Transmisividad</b>	De hasta 389 m <sup>2</sup> /d
<b>Conductividad Hidráulica</b>	0,15 m/d – 14,80 m/d
<b>Profundidad del agua subterránea</b>	1 m – 13,39 m
<b>Dirección del flujo subterráneo</b>	Sureste – Suroeste
<b>Gradiente Hidráulico Promedio (I)</b>	0,02 – 0,01
<b>Precipitación promedio anual</b>	2601,24 mm/año – 3563,61 mm/año
<b>Recarga anual</b>	578,53 mm/año – 1865,94 mm/año
<b>Clasificación del agua</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>Tipo de agua</b>	Dulce y meteórica
<b>Vulnerabilidad (GOD)</b>	De baja a media



**Figura 101.** Modelo Conceptual Hidrogeológico de la zona sur de Nandayure.

Cabe destacar que la zona de los basaltos del Complejo de Nicoya, ubicada en las partes montañosas del área de estudio presenta poca información, no obstante no se descarta la presencia de un posible acuífero alojado en las zonas meteorizadas y fracturadas que se observa en los perfiles hidrogeológicos y en algunos de los informes de pozos de la base de datos del SENARA, que contienen niveles de agua subterráneo en esta formación geológica; sin embargo, esa es la única información con la que se cuenta; no se tiene información de parámetros hidráulicos, aunque haya pozos son pocos y están alejados entre sí, lo que permite hacer una correlación general y no sea información cercana a la realidad. Para un análisis puntual se recomienda realizar estudios más específicos en la zona de interés.

Por lo tanto, postula que, la recarga presentada en estas zonas montañosas, posiblemente sea conducida lateralmente vía fracturas y fallas a las zonas más bajas, gracias al gradiente topográfico del lugar y la gran cantidad de cauces presentes.

La figura anterior muestra la geología (basaltos y depósitos aluviales principalmente), sus procesos de recarga en la zona montañosa producto de la precipitación, su dinámica fluvial en dirección sureste y suroeste, sistemas hidrogeológicos y su clasificación hidrogeoquímica. El acuífero descarga posiblemente en el mar, la recarga directa ocurre en las zonas planas del área de estudio y como se mostró anteriormente la vulnerabilidad es entre media y baja para el método GOD y de insignificante a alta con la metodología SEA-Gindex.

Es importante destacar que el acuífero que se propone no presenta una evidente continuidad en el flujo hídrico de los depósitos aluviales; se podría mencionar que se trate de zonas acuíferos locales que reciben agua seguramente de la unidad alojada en los basaltos del complejo de Nicoya.

Este modelo hidrogeológico conceptual presenta para la zona de estudio un insumo importante dirigido a la gestión hídrica, esta investigación puede ser tomada como información base para trabajos más detallados en el futuro, sin embargo, es de total advertencia que este estudio se realizó en una escala muy amplia y que existen vacíos de información que se deben tomar en cuenta por lo grande de su área y como tal, para la toma de decisiones podría requerir información adicional.

## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

### 7.1 Conclusiones

- La recarga anual presenta mayores valores en las partes topográficamente planas del área de estudio, donde se ubican los depósitos aluviales, en esta zona existe mayor infiltración que escurrimiento acuífero según la morfometría. Por su parte las zonas montañosas donde se ubican los basaltos del Complejo de Nicoya, aunque presentan menores valores de recarga, tienen predominio areal en la zona en estudio, esto concluye que el potencial acuífero de la zona sur del cantón de Nandayure es bajo, lo que corrobora la hipótesis planteada al inicio de la investigación.
- El método utilizado en el balance hídrico de suelos podría estar subestimando el potencial acuífero de la zona de estudio, esto por la limitante de las estaciones meteorológicas en el área.
- Debido a la información geológica y estructural, así como geomorfológica, las zonas acuíferas se definen como cuencas pequeñas localizadas que reciben agua, donde no existe la continuidad en el flujo de una cuenca a otra, esto porque los basaltos del Complejo de Nicoya al tener levantamientos tectónicos actúan como barreras hidrogeológicas. Sin embargo, se considera una unidad hidrogeológica denominada Acuífero aluvial en las microcuencas de la zona sur del cantón de Nandayure ubicado dentro de los depósitos aluviales con espesor saturado entre 5 y 33,9 m; confinamiento libre y su transmisividad varía entre 1 y 389 m<sup>2</sup>/d, además con conductividad hidráulica que oscila entre los 0,15 y 14,80 m/d con agua bicarbonatada cálcica, dulce y meteórica.
- El acuífero presenta una vulnerabilidad a la contaminación de baja a media según la metodología GOD la cual toma en cuenta contaminación proveniente de la superficie y vulnerabilidad de insignificante a alta usando la metodología SEA-GIndex la cual estudia la contaminación que proviene del agua marina (de forma lateral).
- De manera general, se concluye que esta investigación servirá como un insumo inicial para futuras gestiones hídricas en la zona de estudio, y que será de interés tomarlo

como base teórica para la toma de decisiones, ya sea de ordenamiento territorial, en proyectos de explotación hídrica, turismo y construcción.

## 7.2 Limitaciones

- La zona de estudio presenta una escala de mapeo muy grande (1:50000) al ser un área bastante amplia; por lo que es posible que se hayan perdido detalles principalmente en los perfiles hidrogeológicos, ya que esto se condiciona al modelo de elevación digital que resulta de las curvas de nivel.
- La mayoría de los pozos del área de estudio se encuentran ubicados en la zona plana por lo que la zona de basaltos ubicada en las partes montañosas presenta un vacío de información técnica que permitan detallar un estudio hidrogeológico.
- En este estudio no se realizaron pruebas de bombeo y se tuvieron que tomar la información de los pozos de la base de datos del SENARA, que en la mayoría de informes tampoco presenta.
- La información de los pozos no siempre viene completa, en algunos solo se reporta los niveles del agua y no contienen litología por lo que no se usaron la totalidad de pozos para la realización de la vulnerabilidad.
- Como se utilizaron datos de precipitación en áreas de 10 km<sup>2</sup> es importante mencionar que, estos datos son literalmente cuadrados y que no toman en cuenta información de las áreas como la geología o pendientes, por ejemplo, por lo que la forma y la distribución del mapa de recarga se presenta con esta influencia cuadrada de los datos de precipitación; por lo que para estudios más detallados con áreas menores podría variar sus resultados de recarga al tomar en cuenta esta condición.
- Este estudio se realizó de manera regional, principalmente por el área que posee, es importante mencionar que esta escala de trabajo se puede tomar como información base, pero no debería utilizarse directamente para permisos de proyectos y/o planes reguladores a futuro, si se tiene un área en específico se debe realizar un estudio más detallado.

### 7.3 Recomendaciones

- > Detallar información sobre las formaciones geológicas de Curú, Loma Chumico, Sabana Grande y Cóbano, ya que la escala de trabajo fue 1:50 000, esta se encuentra muy generalizada; para estudios geológicos locales se recomienda un mayor detalle de información.
- > Se recomienda instalar piezómetros en el área de estudio, principalmente donde existe los mayores vacíos de información, como por ejemplo en los sectores sureste cercano a Quebrada Nando y en los basaltos del Complejo de Nicoya.
- > Retomar la red de monitoreo, ampliar y actualizar esta información en la búsqueda de pozos nuevos, y comenzar una base de datos que permita conocer el comportamiento del nivel de agua subterránea a lo largo del año, esto con el objetivo de llevar un control paralelo de los cambios estacionales que inciden en la recarga.
- > Realizar pruebas de bombeo en pozos para tener información nueva y actualizada de los parámetros hidráulicos de acuífero estudiado.
- > Es recomendable un estudio a detalle sobre la contaminación por intrusión salina, ya que al tratarse de cuencas costeras esta condición podría existir en la zona de estudio.
- > Se recomienda que los entes administradores del recurso hídrico lleven a cabo un plan de muestreo periódico de los pozos y manantiales para contar con un registro actualizado de la calidad de estas aguas.
- > Definir e implementar zonas de protección de pozos usados por las ASADAS de la zona para un adecuado abastecimiento público.
- > Si se requieren permisos o trámites de algún proyecto, obra o plan regulador, se recomienda realizar un estudio hidrogeológico detallado de la zona en cuestión.

## CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, C. (1984). *Aspectos petrológicos-geológicos de los volcanes y unidades lávicas del Cenozoico Superior de Costa Rica*. Tesis de Licenciatura, Esc. Centroamericana de Geología, Univ. Costa Rica; San José.

- Alvarado, G., Denyer, P., & Sinton, C. (1997). The 89 Ma Tortugal komatiitic suite, Costa Rica: Implications for a common geological origin of the Caribbean and Eastern Pacific region from a mantle plume. *Geology*, 25(5), 439-442.
- Argos, T. (2009). *Estudio de la dinámica territorial del desarrollo turístico costero: unidad turística Guanacaste Sur*. Center on ecotourism and sustainable development a nonprofit research organization stanford university and Washington, DC, San José, Costa Rica.
- Arias, M. (2000). Los métodos geofísicos. En P. Denyer, & S. Kussmaul, *Geología de Costa Rica* (Primera ed., pág. 520). Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
- Arias, M. (2002). Aplicaciones geofísicas a la hidrogeología. *Revista Geológica América Central*, 27, 11 - 20.
- Arias, M. (2002a). La prospección geoelectrica y electromagnética en dos dimensiones y su aplicación en la hidrogeología. *Revista Geológica de América Central*, 27, 21 - 26.
- Arias, M. (2007). Modelización directa y comparación de los principales dispositivos geoelectricos . *Revista Ciencia y Tecnología* (25 (1 - 2)), 7 - 23.
- Arias, M. (2012). Vulnerabilidad y protección del agua subterránea: Valor de la "Matriz del uso del suelo" de Senara. *Ambientico*(228), 9 - 13.
- Astorga, A. (1987). *El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacífica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: Origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica*. Universidad de Costa Rica [Tesis Lic].
- Astorga, A. (1990). La Formación Loma Chumico (Complejo de Nicoya, Costa Rica) y su relación con la evolución Cretácica del margen oeste de la Paleo-Plateau Caribe. *VII Congreso Geol. Amér. Central*, (pág. 126). San José.
- Astorga, A. (1992). Descubrimiento de corteza oceánica mesozoica en el norte de Costa Rica y el sur de Nicaragua. *Revista Geológica de América Central*, 14, 109 - 112.
- Azéma, J., Tournon, J., & Sormay, J. (1978). *Presencia de amonites del Albiano Superior en las formaciones del "Complejo de Nicoya". El yacimiento de la loma Chumico, provincia de Guanacaste*. Informe Semestral IGN.
- Bandini, A., Flores, K., Baumgartner, P., Jacket, S., & Denyer, P. (2008). Late Cretaceous and Paleogene radiolaria from the Nicoya Peninsula, Costa Rica: a tectonostratigraphic application. *Stratigraphy*(5), 3 - 21.

- Barckhausen, U., Ranero, C., Von Huene, R., Cande, S., & Roeser, H. (2001). Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate off Costa Rica: Implications for the segmentation of the convergent margin and for plate tectonic models. *Jour. Geophys. Res*, 106, 19207 - 19220.
- Barr, K., & Escalante, G. (1969). Contribución al esclarecimiento del problema de la edad del Complejo de Nicoya, Costa Rica. *Publicaciones Geológicas ICAITI*, 2, 43 - 47.
- Baumgartner-Mora, C., Mora, C., Butter-Lin, J., Sigal, J., Glacon, E., Azéma, J., & Bourgois, J. (1984). Sedimentación y paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral Pacífico de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*(1), 57 - 136.
- Bergoeing, J. (1998). *Geomorfología de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Instituto Geográfico Nacional.
- Bergoeing, J., Brenes, L., & Malavassi, E. (1983). *Geomorfología del Pacífico Norte de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.
- Bocanegra, E., Massone, H., Bernasconi, M., & Vrba, J. (2004). Methodological approach for the assessment of the vulnerability of coastal aquifers. *International conference on Groundwater vulnerability assessment and mapping*. Ustron, Polonia.
- Calvo, J. (1999). *Principios de hidrología forestal*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico Costa Rica, Escuela Ingeniería Forestal.
- Chacón, D. (2016). *Modelo conceptual hidrogeológico, recarga y vulnerabilidad a la contaminación cuenca Río Arío, Cóbano, Puntarenas*, Universidad de Costa Rica, San José [Tesis Lic]
- Chebotarev, I. (1955). Metamorphism of natural water in the crust of weathering. *Geochim. Acta*, 8, 22 - 48.
- Chinchilla, A. (1998). Geologic und struktur des ophiolith-komplexes der Nicoya – Halbinsel (NW-Costa Rica). *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten*, 49, 1 - 135.
- Córdova, M. (30 de Abril de 2016). *Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas*. Recuperado el 3 de Marzo de 2020, de Prontubeam: [https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id\\_articulo=26](https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26)
- Custodio, E., & Llamas, R. (2001). *Hidrología Subterránea* (Segunda ed.). Barcelona, España, España: Editorial Omega.



- DeBoer, J. (1979). The outer arc of the Costa Rican Orogen (Oceanic Basement complexes of the Nicoya and Santa Elena Peninsula. *Tectonophysics*, 56 (3-4), 221 - 259.
- Dengo, G. (1962). *Estudio geológicos de la región de Guanacaste*. San José, Costa Rica: Instituto Geográfico Nacional.
- Denyer, P., & Alvarado, G. (2007). *Mapa geológico de Costa Rica. – Mapa escala 1:400 000*. San José, Costa Rica: Librería Francesa.
- Denyer, P., & Arias, O. (1991). Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 12, 1-59.
- Denyer, P., & Gazel, E. (2009). The Costa Rican Jurassic to Miocene oceanic complexes: Origin tectonics and relations. *JOUR. South Amer. Earth Sci*, 28, 429 - 442.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Alvarado, G. (2003). Geología y estratigrafía de la hoja Barranca. *Rev. Geol. Amér. Central*(29), 105 - 125.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Montero, W. (2013). *Mapa geológico de la hoja Cerro Azul, Venado, Puerto Coyote y Río Arío. - Escala 1: 50 000*. San José: CICG-UCR & DGM-MINAE.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Montero, W. (2014). *Cartografía geológica de la Península de Nicoya Costa Rica*. San José, Costa Rica: UCR.
- Duran-Quesada, A. (2019). *Efectos del Cambio Climático observado sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de Recurso hídrico en la Región Chorotega*. Ejecutado mediante financiamiento del Fondo de Incentivos del MICITT contrato F02316.
- Escuder, R., Fraile, J., Jordana, S., Ribera, T., Sanchez-Villa, X. & Vasquez, S, (2009). Hidrogeología, conceptos básicos de hidrología subterránea. Fundación Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS), Barcelona España. ED. Comisión docente curso internacional de hidrología subterránea.
- EJECUTIVO, P. (2015). *Reglamento para la Calidad del Agua Potable D.E. N° 389224-S*. San José: La Gaceta N° 170.
- Erlich, R., Astorga, A., Soler, Z., Patts, M., & Palmer, E. (1996). Paleooceanography of organic-rich rocks of the Loma Chumico formation of Costa Rica, Late Cretaceous, eastern Pacific. *Sedimentology*, 691 - 718.
- Fetter, C. (2001). *Applied hydrogeology* . New Jersey: Prentice Hall.

- Flor, G. (2004). *Geología Marina*. Oviedo: SERVITEC.
- Flores, K. (2003). *Propuesta tectonoestratigráfica de la región septentrional del Golfo de Nicoya*. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Tesis Lic.].
- Flores, K., Denyer, P., & Aguilar, T. (2003). Nueva propuesta estratigráfica: geología de las hojas Matambú y Talolinga, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*(28), 131 - 138.
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., & Paris, M. (2002). *Protección de la Calidad del Agua Subterránea guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales*. Washington D.C., USA: Ediciones Mundi-Prensa.
- Freeze, R., & Cherry, J. (1979). *Groundwater*. New Jersey: Prentice Hall.
- González, M. (2019). *Evaluación de las principales nacientes en la parte alta de la microcuenca de los ríos Boston y Gongolona del cantón de Abangares, Costa Rica*. San José, Costa Rica: Tesis de licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas, Universidad de Costa Rica.
- Grassi, C. (1976). *Resumen de propiedades físicas del suelo, métodos de riego*. Mérida Venezuela: CIDIAT.
- Griffith, D., & Barker, R. (1994). Electrical imagin in archaeology . *J. Archaeological Sci* , 21, 153 - 158 .
- Guilcher, A. (1979). Marshes and stuaries in different latitudes. *interdisciplinary Science Reviews*(4), 158 - 168.
- Gursky, M. (1988). Análisis tectónico de la península de Nicoya (Costa Rica) y su significado para el desarrollo estructural – geodinámico de América central. *Rev.Geol. Amér. Central*, 8, 19 -75.
- Gutiérrez, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Hare, W., & Gardner, T. (1985). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. En M. Morisawa, & J. Hack, *Tectonic geomorphology: Proceedings, 15th Geomorphology Symposia Series, Binghamton*, (págs. 76 - 104).
- Hauff, F., Hoernle, K., Bogaard, V., Alvarado, G., & Garbeschönberg, D. (s.f.). *Age and geochemistry of basaltic complexes in western Costa Rica: Contributions to the geotectonic evolution of Central America*. Obtenido de <<http://gcubed.magnet.fsu.edu/index.asp>

- Heras, R. (1972). *Manual de Hidrología, Hidrología Agrícola*. Madrid, España: Escuela de Hidrología.
- Hoernle, K., Hauff, F., & Van den Boogard, P. (2004). 70 m.y. history (139-69 Ma) for the caribbean large igneous province. *Geology*, 697-700.
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical.
- Horton, R. (1932). Drainage basin characteristics. *Transactions American Geophysical Union*(13), 350 - 361.
- Horton, R. 1933. The role of infiltration in Hydrologic cycle Amer. Geophys. Union TRans, Vol 14 [446-460].
- Hu, X., Janasa, L., Wnag, C., Sarti, M., Bak, K., Wagreich, M., . . . Sotak, J. (2005). Upper Cretaceous oceanic red berds (CORBs) in the Thetys: Ocurrrences litofacies, age, and environmentes. *Cretaceous Research*, 28, 3 - 20.
- IMN. (s.f.). *Clima en Costa Rica, Pacífico Norte*. Recuperado el 4 de octubre de 2019, de Instituto Meteorológico Nacional: [http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico\\_norte.html](http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico_norte.html).
- INDER. (2016). *Plan de desarrollo rural territorial 2016 - 2021*. Instituto de Desarrollo Rural , Consejo territorial de desarrollo rural Nandayure - Hojanca - Nicoya, San José, Costa Rica.
- INEC. (2000). *IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, San José, Costa Rica.
- INEC. (2011). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda*. Resultados Generales, Instituto Nacional de Estadística y Censos, San José, Costa Rica.
- Kuijpers, E. (1979). *La geología del Complejo ofiolítico de Nicoya*. I.G.N.
- Kuijpers, E. (1990). The geologic history of the Nicoya Ophiolite Complex. Costa Rica and its geotectonic ignificance. *Tectonophyscs*, 68, 233 - 255.
- Lunderg, N. (1982). *Evolution of the slope landward of the Middle America Trench, Nicoya península*. Costa Rica.
- MacDonal, D. (1920). Informe final geológico y geográfico de Costa Rica. *Rev. de Costa Rica*, 2(1):28-32; (2):50-57; (4):106-111; (5):123-125, 139-148.
- Madrigal, R., & Rojas, E. (1980). *Mapa Geomorfológico de Costa Rica (1:200000)*. Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica: Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria.

- Montero, W., & Denyer, P. (2011). Fallamiento neotectónico de la península de Nicoya y su relación con el escape tectónico del antearco Centroamericano. *Rev. Geól. Amér. Central*, 45, 9 - 52.
- Obando, A. (2017). *Modelo Hidrogeológico Conceptual de las cuencas de los ríos Reventado y Toyogres, Provincia de Cartago, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José [Tesis Lic]
- ONU. (1972). *Manual de instrucciones, estudios hidrológicos*. ONU Publicación N°70, San José, Costa Rica.
- PAW, (2016). Plan de manejo forestal, versión publica. Panamerican Woods, Plantaciones Palo Arco, Moravia y Carrillo, Guanacaste, Costa Rica
- Pérez, J. (1979). *Fundamentos del ciclo hidrológico*. (D. d. Facultad de ingeniería, Ed.) Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Protti, R. (1981). *Geología y geofísica con fines hidrogeológicos en la planicie costera Jicaral-Santa Rita, península de Nicoya*. Univ de Costa Rica, San José [Tesis Lic].
- Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. *IX Congreso Nacional de Ciencias* (págs. 1 - 16). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Reynolds, J. (1997). *An introduction to applied and environmental geophysics*. London, Inglaterra.
- Rivier, F. (1983). Síntesis geológica y mapa geológico del área de bajo Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Inf.Sem. IGN*, 1, 7 - 30.
- Robazynski, F., & Caron, M. (1995). Foraminifères paléontologiques du Crétacé Commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bulletin de la Societe geologique de France*(166 (6)), 681 - 692.
- Robazynski, F., Caron, M., Gonzáles, J., & Wonders, A. (1984). Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaléontologie* V , 145 - 305.
- Roberts, R. (1944). Manganese deposits in Costa Rica. *U.S. Geol. Survey Bull*(935), 387-414.
- Romanes, J. (1912). Geological notes on the península de Nicoya, Costa Rica. *Geol. Mag.*, 9, 258 - 265.
- Ruiz, E. (2001). *hidrología. Evolución y visión sistemática. La morfometría de cuencas como aplicación*. Barinas, Venezuela: Unellez.

- Sak, P., Fisher, D., Gardner, T., Marshall, J., & Lafemina, P. (2009). Rough crust subduction, forearc kinematics, and Quaternary uplift rates, Costa Rican segment of the Middle America Trench. —. *Geol. Soc. Amer*, 121, 992 - 1012.
- Salazar, L. (s.f.). *Folleto del curso de Geomorfología*. San José Costa Rica: Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.
- Sapper, K. (1905). Gebirgsbau und Boden des südlichen Mittelamerika. *ustus Perthes Gotha*(151), 1 - 82.
- Schmidt-Effing, R. (1980). Rasgos fundamentales de la historia del Complejo de Nicoya (américa central meridional). *Brenesia*, 18, 231 - 252.
- Schoeller, H. (1955). Geochemie des eaux souterraines. *Revue de L'Institute Francais du Petrole*, 10, 230-244.
- Schosinsky, G. (2006). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. *Revista Geológica de América Central* (34-35), 13-30.
- Schosinsky, G., & Losilla, M. (2000). Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. *Revista Geológica de América Central*, 23, 43 - 55.
- Sears, J. (1919). Deposits of manganese ore in Costa Rica and Panamá. *Bull. USGS*, 710C, 61 - 91.
- SENARA. (2017). *Matriz genérica de protección de acuíferos*. Servicio Nacional de Aguas, Riego y Avenamiento, Dirección de investigación y Gestión hídrica.
- Senciales, J. (1999). *Redes fluviales. Metodología de análisis*. Málaga, España.
- SINAC. (2013). *Mapa Tipos de Bosques de Costa Rica*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación - Programa REDD-CCAD-GIZ, San José, Costa Rica.
- SINAC. (2014). *Protocolo de campo para la identificación de especies arbóreas: Información taxonómica y dendrológica de las especies arbóreas de Costa Rica*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación - Programa REDD-CCAD-GIZ, San José Costa Rica.
- Sinton, C., Duncan, R., & Denyer, P. (1997). Nicoya Peninsula, Costa Rica: A single suite of Caribbean oceanic plateau magmas. *Journal of Geophysical research*, 102(B7), 15507-15520.
- Solano, J., & Villalobos, R. (2001). Aspectos fisiográficos aplicados a un bosquejo de regionalización geográfico climático de Costa Rica. *Tópicos meteorológicos y oceanográficos* (8 (1)), 26 - 39.

- Sprechmann, P., Astorga, A., Calvo, C., & Fernández. (1994). Stratigraphic chart of the sedimentary basins of Costa Rica, Central America. *Profil*(7), 427 - 433.
- Strahler, A. (1952). Dynamic basis of geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 67, 571 - 596.
- Strahler, A. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channels networks. En V. Chow, *Handbook of Applied Hydrology* (págs. 4 - 39). New York: McGraw Hill.
- Strahler, A. (1982). *Geografía Física*. Barcelona: Omega.
- Tournon, J. (1984). *Magnetismes du Mesozoique a l'actual en Amerique Centrale: L'exemple de Costa Rica, des ophiolites aux andesites*. Univ Pierre et Marie Curie.
- Tournon, J., & Alvarado, G. (1997). *Mapa geológico de Costa Rica, folleto explicativo*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica.
- Vargas, I. (2018). *Diagnósticos hidrogeológicos de la subcuenca de Andamojo - Pinilla y el cantón de Nandayure, Guanacaste*. San José: Informe final de proyecto N 113-B5-169, SENARA, Univ. De Costa Rica,.
- Villalobos, W. (2016). Industria del pargo florece en Bejuco de Nandayure. Obtenido de La Voz de Guanacaste: <https://vozdeguanacaste.com/industria-del-pargo-florece-en-bejuco-de-nandayure/>
- Villegas, P. (2011). *Vulnerabilidad a la intrusión marina de acuíferos costeros con ArcGis*. Obtenido de Agua y SIG: <https://aguaysig.com/vulnerabilidad-a-la-intrusion-marina-de-acuiferos-costeros-con-arcgis/>
- Wildberg, H. (1984). Der Nicoya-Komplex, costa Rica, Zentralamerika: Magmatismus and Genese eines polygenetyschen Ophiolith. *Munster. Forsh. Geol. Palaont.*(62), 1 - 123.
- Zoppis, L., & Del Giudice, D. (1958). Geología de las Costas del Pacífico de Nicaragua. *Boletín del servicio Geológico Nacional de Nicaragua*, 2, 23 - 68.
- Zuidam, V., & Robert, A. (1985). *Aerial photo interpretation in terrains analysis and geomorphologic mapping*. Smith Pubí, The Hague.

## Anexo I. Descripción macroscópica de rocas

Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
1R-12,02-NanS	380247	210474	343905,7423	1095981,072	54	San Martín de Nandayure	Roca color gris, estructura en almohadilla, color gris en superficie sana y color anaranjado en su superficie de meteorización, con cristales muy pequeños (<1mm) de color negro, en una matriz afanítica. Presenta fracturas rellenas de vetas que no reaccionan al HCl al 10%.	Basalto
2R-12,02-NanS	381165	210525	344823,949	1096031,332	45	Río Ora	Roca masiva, de color gris en superficie sana, y pátina de meteorización color café claro (1 mm de grosor), con cristales de plagioclasa (30%) de tamaños de <1mm y cristales brillantes color negro (15%), la muestra no reaccionan al HCl al 10%	Basalto
3R-12,02-NanS	384360	210350	348019,3547	1095853,685	77	Camino a San Pedro de Nandayure, margen Sur del Río Ora	Roca color gris, masiva, color gris en superficie sana, y amarillenta en superficie de meteorización contiene plagioclasa (35%), 10% de minerales de color negro en una matriz color gris. No reaccionan al HCl al 10%. El grosor de la pátina de meteorización es de <1mm. la muestra se encuentra fracturada y rellena de vetas que tampoco reaccionan al HCl	Basalto
4R-12,02-NanS	385557	210053	349216,3062	1095555,654	102	Quebrada al Sur de San Pedro de Nandayure	Roca color gris muy meteorizada, fracturada y rellenas de vetas que no reaccionan al HCl. Se les denota plagioclasa (20%) y minerales de color negro (10%).	Basalto muy meteorizado
5R-12,02-NanS	385065	207593	348722,2188	1093095,663	522	Ascenso de los cerros al sur de San Pedro de Nandayure	Roca color gris en superficie sana y café claro en superficie de meteorización, con plagioclasa (30%) y 15% de minerales color negro, además presenta minerales dorados un 5%, en una matriz de color gris. Presenta fracturas rellenas que no reaccionan al HCl	Basalto
6R-13,02-NanS	382445	203724	346098,6945	1089228,145	2	Punta Islita	<i>Muestra 1.</i> Roca color gris, masiva, con 30% de plagioclasa, 15% de minerales en color negro ferromagnesianos y un 10% de minerales dorados brillantes. Presenta fracturas rellenas de vetas que no reaccionan al HCl. <i>Muestra 2.</i> (Almohadilla): Muestra alterada en forma de almohadilla, redondeada, color gris en superficie sana, y amarillento en superficie de meteorización.	Basaltos
7R-13,02-NanS	381169	204973	344823,4747	1090478,365	147	Camino entre Camaronal e Islita	Roca color gris en superficie sana, y café en superficie meteorizada, con 35% de plagioclasa, 10% de minerales negros (ferromagnesianos). Contiene vetas color blanco que no reaccionan al HCl	Basalto
8R-13,02-NanS	379191	207834	342847,4144	1093341,447	48	El Carmen de Nandayure	Roca color gris claro en superficie sana, pero en su superficie de meteorización es de color anaranjado - crema. Altamente meteorizada, no se le observan minerales. No reaccionan al HCl. Se presenta además una muestra de roca altamente meteorizada que presenta estrías de fallas.	Basalto meteorizado

Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
9R-13,02-NanS	380848	207354	344504,3236	1092860,03	51	Quebrada cerca de los Altos de Mora	Roca masiva color gris en superficie sana, y en superficie de meteorización es de color café, presenta 40% de plagioclasa o minerales félsicos, y 10% de ferromagnesianos, 5% de minerales amarillos brillantes, en una matriz afanítica.	Basalto
10R-13,02-NanS	381175	207724	344831,6783	1093229,831	88	Río Mora	Roca color gris oscuro en superficie de meteorización, café - rojizo en superficie de meteorización, de aspecto brechoso, con minerales de plagioclasa (25%) y minerales ferromagnesianos (10%) y minerales brillantes dorados (5%), está fracturada y rellena de vetas las cuales no reaccionan al HCl	Basalto brechoso
11R-13,02-NanS	388608	211639	352269,0942	1097139,378	140	Camino al Sur de Soledad de Nandayure	Roca color gris dura, con pátina de meteorización de 1mm de grosor, con minerales blancos (plagioclasa) al 30% y minerales ferromagnesianos en un 5%, en una matriz gris. No reaccionan al HCl, la muestra es pequeña por lo que no se observan las fracturas en la parte sana, solo en la parte meteorizada.	Basalto meteorizado
12R-13,02-NanS	388944	211128	352604,7201	1096628,022	233	Camino a Maquencal	Roca color gris en superficie sana, y verdosa en superficie de meteorización, con minerales de plagioclasa (35%) y minerales negros ferromagnesianos en 5%, presenta minerales dorados que brillan. Tiene vetas rellenando las fracturas de la roca que no reacciona al HCl	Basalto
13R-14,02-NanS	383937	204310	347591,3991	1089813,052	141	Camino entre Islita y Camaronal	Roca color gris, masiva con minerales de plagioclasa (30%) y minerales ferromagnesianos (10%), presenta vetas que rellenan las fracturas de la roca que no reaccionan al HCl, además presenta una coloración café claro por la meteorización.	Basalto meteorizado
14R-14,02-NanS	384272	204458	347926,5698	1089960,808	108	Camino a Corozalito	Roca masiva, de color gris en superficie plana y de color café claro en superficie de meteorización, presenta minerales de plagioclasa en un 30% y minerales ferromagnesianos en un 20% en una matriz de color gris afanítica, la roca se presenta fracturada rellenas por vetas que no reaccionan al HCl	Basalto
15R-14,02-NanS	385552	203441	349205,9549	1088942,631	6	Playa Corozalito	Roca masiva color gris en superficie sana, y café claro en superficie de meteorización, tiene minerales de plagioclasa (20%) y minerales de color negro en un 5%. No se logra verle más minerales por lo alterada que está. La muestra se encuentra fracturada y contienen vetas que rellenan esas fracturas , pero estas vetas si reaccionan al HCl	Basalto



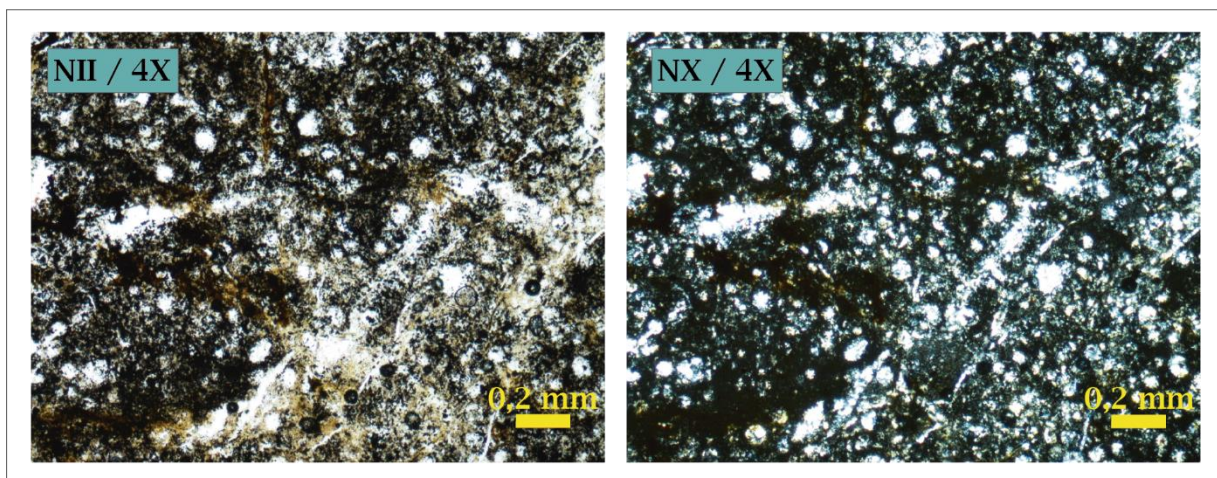
Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
16R-14,02-NanS	384752	203841	348406,1521	1089343,329	5	Punta Corozalito	Roca color gris en superficie sana, y café claro en superficie de meteorización, con minerales de plagioclasa (25%), y minerales ferromagnesianos en un 15%. La muestra se encuentra fracturada y rellena de vetas que no reaccionan al HCl.	Basalto
17R-14,02-NanS	386838	206919	350494,9463	1092420,119	89	Río Corozalito	Roca masiva, color gris en superficie sana con minerales de plagioclasa en 30%, y minerales de color negro en 10% de la muestra, la muestra se encuentra fracturada y meteorizada (superficie color café), además se encuentra rellena de vetas en la fractura que no reaccionan al HCl.	Basalto
18R-14,02-NanS	387559	204915	351214,4322	1090415,24	68	Camino entre Corozalito y Quebrada Seca	Roca color gris en superficie sana, y amarillo verdoso en superficie de meteorización, con minerales de color blanco alargados (¿plagioclasas?) (5%) y 10% de minerales negros redondeados en su mayoría en una matriz de color gris afanítica. Se encuentra fracturada. No reaccionan al HCl.	Basalto
19R-14,02-NanS	392948	207753	356606,4876	1093249,236	130	Afluente del Río Maicillal	Roca color gris en su superficie sana y de color café-verdoso en superficie de meteorización, se le pueden observar minerales color blanco alargados, tipo plagioclasa en un 35%, y un 10% de minerales negros redondeados.	Basalto
20R-14,02-NanS	390095	200415	353747,1808	1085912,598	9	Punta Bejuco	Roca color gris en superficie sana pero café verdoso en superficie de meteorización, se encuentra muy fracturado y relleno de vetas, que no reaccionan al HCl	Basalto meteorizado
21R-15,02-NanS	391103	200366	354755,2692	1085862,791	1	Playa Javilla - San Miguel	Roca color gris masiva, en bloque, con superficie sana color gris claro y la superficie de meteorización en color café claro, con plagioclasas alargadas (40%) y minerales ferromagnesianos redondeados y algunos alargados (15%), en una matriz color gris afanítica. La muestra se encuentra fracturada y rellenas de vetas que no reaccionan al HCl	Basalto
22R-15,02-NanS	394040	201160	357693,256	1086654,538	14	Camino hacia el Norte de Javilla	Roca masiva, fracturada y meteorizada, de color gris en superficie sana y café claro en superficie de meteorización, se le pueden observar minerales color negro, ferromagnesianos en un 10% de la muestra. También se le observan vetas que rellenan las fracturas y no reaccionan al HCl	Basalto

Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
23R-15,02-NanS	395000	199318	358651,8886	1084811,563	39	Camino hacia San Francisco de Coyote	Roca masiva, de color gris en superficie sana, y café claro en superficie de meteorización, se observa minerales blancos alargados en un 25% y unos minerales ferromagnesianos redondeados en un 10%. La muestra se encuentra fracturada y rellena de vetas que no reaccionan al HCl	Basalto
24R-15,02-NanS	399584	201660	363238,2492	1087150,106	52	Por Mono (San Jorge)	Roca masiva, color gris en superficie sana y café claro en superficie de meteorización, con minerales negros redondeados ferromagnesianos al 5%, en una matriz de color gris muy fina. Tiene vetas que rellenas algunas fracturas que tienen la muestra, no reaccionan al HCl	Basalto
25R-15,02-NanS	398296	202906	361951,136	1088397,281	70	Río Millal	Roca masiva color gris en superficie sana y café - anaranjado en superficie de meteorización, con minerales ferromagnesianos (color negro) en un 5%, en una matriz fina color gris. La muestra se encuentra fracturada con vetas que rellenan las fracturas que no reaccionan al HCl.	Basalto
26R-15,02-NanS	402399	206730	366057,7063	1092218,27	82	Camino de Jabillos hacia Juan de León	Muestra color gris verdoso, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, con una pátina de meteorización de 2 mm de grosor, presenta fracturas que reaccionan al HCl	Lutita
27R-15,02-NanS	402621	206977	366279,9343	1092465,108	76	Camino de Jabillos hacia Juan de León	Muestra color gris claro, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, con una pátina de meteorización de <2 mm de grosor, reacciona al HCl	Lutita
28R-16,02-NanS	397403	194982	361051,6919	1080473,222	8	Punta playa Puerto Coyote	Roca color gris en superficie sana y café amarillento en superficie de meteorización, con minerales ferromagnesianos redondeados en un 10%, la muestra se encuentra muy alterada y presenta fracturas rellenas de vetas que no reaccionan al HCl	Basalto
29R-16,02-NanS	398340	195068	361988,8449	1080558,49	54	Camino de Puerto Coyote a Playa Caletas	Roca masiva, color gris en superficie sana y café amarillento en superficie de meteorización, no se pueden distinguir los minerales exactamente, la muestra se encuentra muy alterada y presenta fracturas rellenas de vetas que no reaccionan al HCl.	Basalto

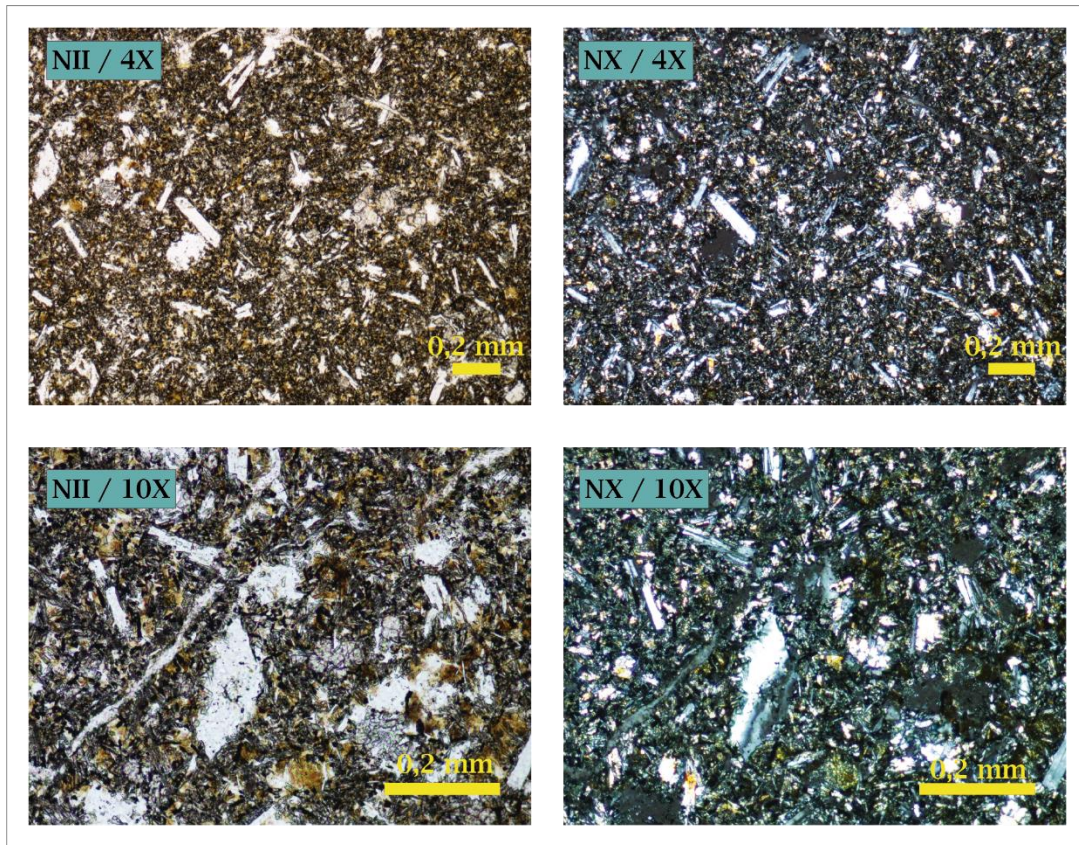
Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
30R-16,02-NanS	397231	193897	360878,8236	1079388,258	7	Playa Caletas	<p><i>Roca 1:</i> Arenisca calcárea de grano grueso a muy grueso bien seleccionado, con clastos de color blanco de 1,5 x 1 mm (5%) subredondeados, clastos de color negro 1 x 1 mm (15%) subredondeados, y clastos color crema de 1,5 x 1 mm (5%) subangulosos, en una matriz arenosa color gris (75%). La roca presenta laminaciones de color negro de 2 mm de grosor. hacia la base de la roca se presenta un contacto entre arenisca y conglomerado y además se presenta una disminución en el grosor de las laminaciones.</p> <p><i>Roca 2:</i> Conglomerado calcáreo muy pobremente seleccionado, con clastos de color blanco de 0,9 a 1 cm x 0,5 cm (10%) de subangulosos a subredondeados, clastos de color gris (1%) de 1,5 x 1 cm subredondeados en su mayoría, pero presenta un clasto de 5 cm; clastos de color café - rojizos (2%) de 0,6 x 0,9 cm, subangulosos y clastos color crema de 0,3 cm x 0,4 cm subredondeados (1%), en una matriz arenosa de color gris claro (86%) calcárea. presenta pátina de meteorización de 1 mm de grosor. Esta muestra presenta aporte volcánica por los clastos que presenta.</p>	Roca 1. Arenisca Gruesa Roca 2. Conglomerado
31R-16,02-NanS	405313	195697	368962,8924	1081181,977	22	Camino hacia el triunfo, después de Quebrada Nando	Muestra color café, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, con una pátina de meteorización de <2 mm de grosor, presenta fracturas que si reaccionan al HCl, además presenta laminaciones planas color negro de 4,5 mm	Lutita
32R-03,07-NanS	402496	206804	366154,7775	1092292,196	66	Camino a Pampas	Roca color rosado claro, en paquetes, altamente diaclasada, con fracturas rellenas con material calcáreo (si reaccionan al HCl al 10%). Presenta una pátina de meteorización color café.	Calclutita
33R-03,07-NanS	404839	205075	368496,5451	1090561,081	51	Pampas	Roca color gris oscuro, de aspecto masivo con minerales de plagioclasa (30%), y minerales ferromagnesianos color negro y plateado (10%) en una matriz afanítica, presenta fracturas rellenas con cristales que no reaccionan al HCl a la vista.	Basalto

Código de la muestra	X (LN)	Y (LN)	X (CRIM05)	Y (CRIM05)	Altitud (h) [m]	Lugar	Descripción	Nombre de la roca
34R-03,07-NanS	405628	203672	369284,4417	1089157,308	42,7	Cruce que va hacia Jicaral, El Triunfo	Roca color gris en superficie sana y café amarillento en superficie de meteorización, con minerales ferromagnesianos redondeados en un 5%, la matriz es afanítica, la muestra presenta fracturas rellenas de vetas que no reaccionan al HCl a la vista .	Basalto
35R-03,06-NanS	405303	195696	368952,8909	1081180,985	44	Al Sur del Triunfo	Roca color gris claro en superficie sana, muy bien seleccionada, con pátina de meteorización de 0,5 cm color café-rosado claro, material fino. Presenta fracturas rellenas que reaccionan al HCl	Lutita
36R-04,07-NanS	396008	209489	359668,3149	1094982,914	500	Quebrada Perdidos, Los Ángeles	Roca color gris, de aspecto masivo, altamente fracturado y meteorizado, con minerales de <1mm ferromagnesianos en una matriz color gris afanítica, las vetas que rellenan las fracturas no reaccionan al HCl	Basalto

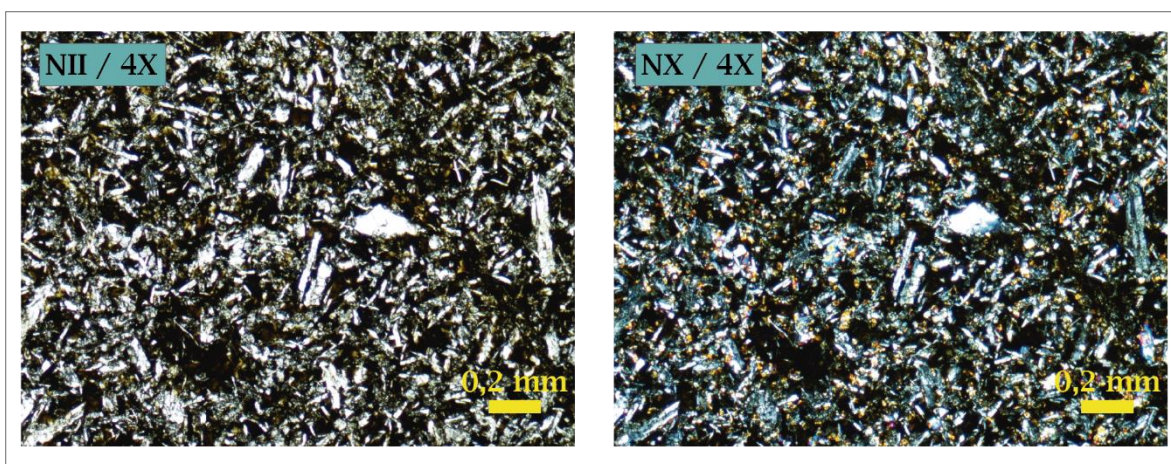
## Anexo II. Descripción microscópica de rocas



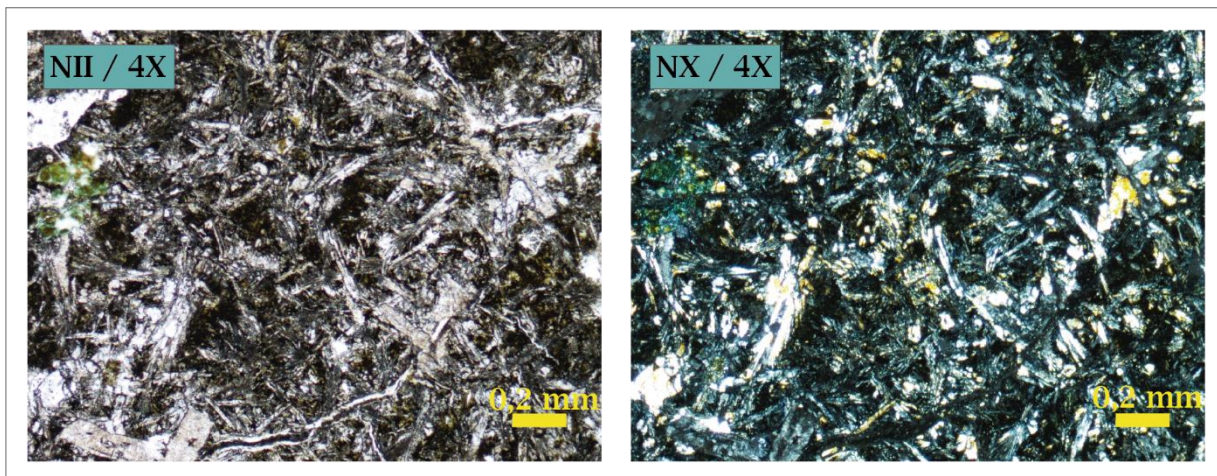
Datos	
Código de muestra	8R-13,02-NanS
Procedencia	El Carmen, Nandayure
Coordenadas	379191 / 207834 Lambert Norte 342847,4144 / 1093341,447 CRTM05
Altitud	48 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Roca color gris claro en superficie sana, pero en su superficie de meteorización es de color anaranjado - crema. Altamente meteorizada, no se le observan minerales. No reaccionan al HCl.	
Nombre de la roca en macroscopía	Basalto meteorizado
Descripción Microscópica	
Roca con textura microcristalina con 1% de fenocristales de plagioclasa generalmente hipidiomófico en una matriz (99%) holocristalina intergranular compuesta generalmente de microlitos de plagioclasa muy alterados sin zonación (45%) de hipidiomórficos a xenomórficos con tamaños promedio de 0,015 x 0,010 cm y de augita (35%) xenomórficos con tamaños promedio de 0,010 x 0,010 cm. Además, presenta opacos (3%) posiblemente magnetita como mineral accesorio.	
Nombre de la roca en microscopía	Basalto con augita meteorizado



Datos	
Código de muestra	10R-13,02-NanS
Procedencia	Río Mora, Nandayure
Coordenadas	381175 / 207724 Lambert Norte 344831,6783 / 1093229,831 CRTM05
Altitud	88 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Roca color gris oscuro en superficie de meteorización, café - rojizo en superficie de meteorización, de aspecto brechoso, con minerales de plagioclasa (25%) y minerales ferromagnesianos (10%) y minerales brillantes dorados (5%), está fracturada y rellena de vetas las cuales no reaccionan al HCl	
Nombre de la roca en macroscopía	Basalto Brechoso
Descripción Microscópica	
Roca con textura hipocristalina porfirítica con fenocristales de plagioclasa (25%) ideomórficas a hipidiomórficas de tamaños que rondan 0,325 x 0,125 cm, en algunos se les puede observar planos de macla; cristales de augita (5%) hipidiomórficos, con tamaños promedio de 0,075 x 0,065 cm y olivino (3%) xenomórfico con tamaños promedio de 0,025 x 0,015 cm; en una matriz (67%) de textura intersertal compuesta de microlitos de plagioclasa que tiene tamaños promedio de 0,0175 x 0,005 cm. Presenta minerales opacos como accesorios, probablemente magnetita.	
Nombre de la roca en microscopía	Basalto augítico

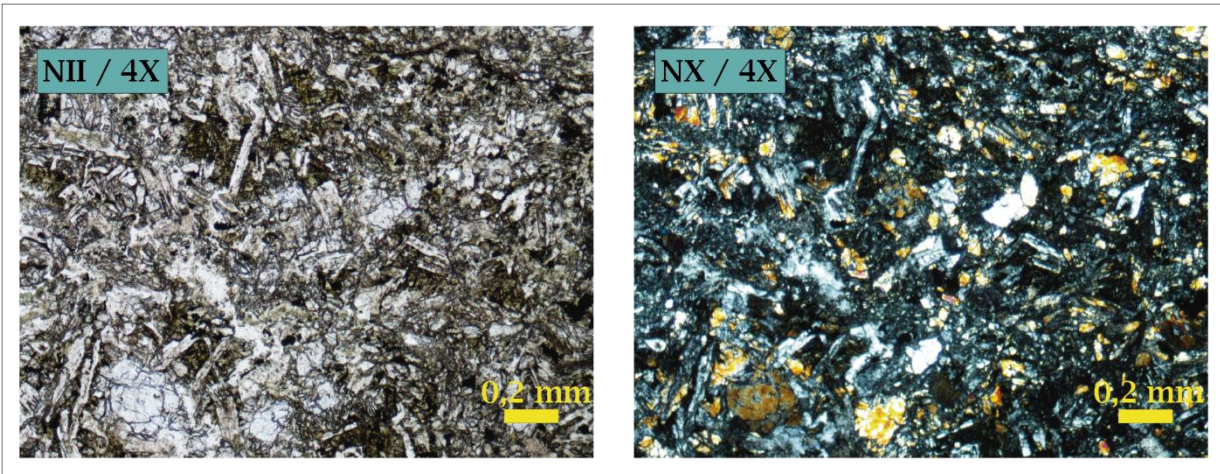


Datos	
Código de muestra	18R-14,02-NanS
Procedencia	Camino entre Corozalito y Quebrada Seca, Nandayure
Coordenadas	387559 / 204915 Lambert Norte 351214,4322 / 1090415,24 CRTM05
Altitud	68 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Roca color gris en superficie sana, y amarillo verdoso en superficie de meteorización, con minerales de color blanco alargados (¿plagioclasas?) (5%) y 10% de minerales negros redondeados en su mayoría en una matriz de color gris afanítica. Se encuentra fracturada. No reaccionan al HCl.	
Nombre de la roca en macroscopía	Basalto
Descripción Microscópica	
Roca con textura microcristalina con 1% de fenocristales de plagioclasa generalmente hipidiomófico y 1% de augita hipidiomórfica; se encuentra en una matriz (98%) holocristalina compuesta principalmente de microlitos de plagioclasa (40%) de idiomórficos a hipidiomórficos con tamaños promedio de 0,08 x 0,1 cm y de augita (35%) de hipidiomórficos a xenomórficos con tamaños promedio de 0,025 x 0,025 cm. Además, presenta un 5% de clorita verde y como mineral accesorio opacos en un 3%.	
Nombre de la roca en microscopía	Basalto afírico

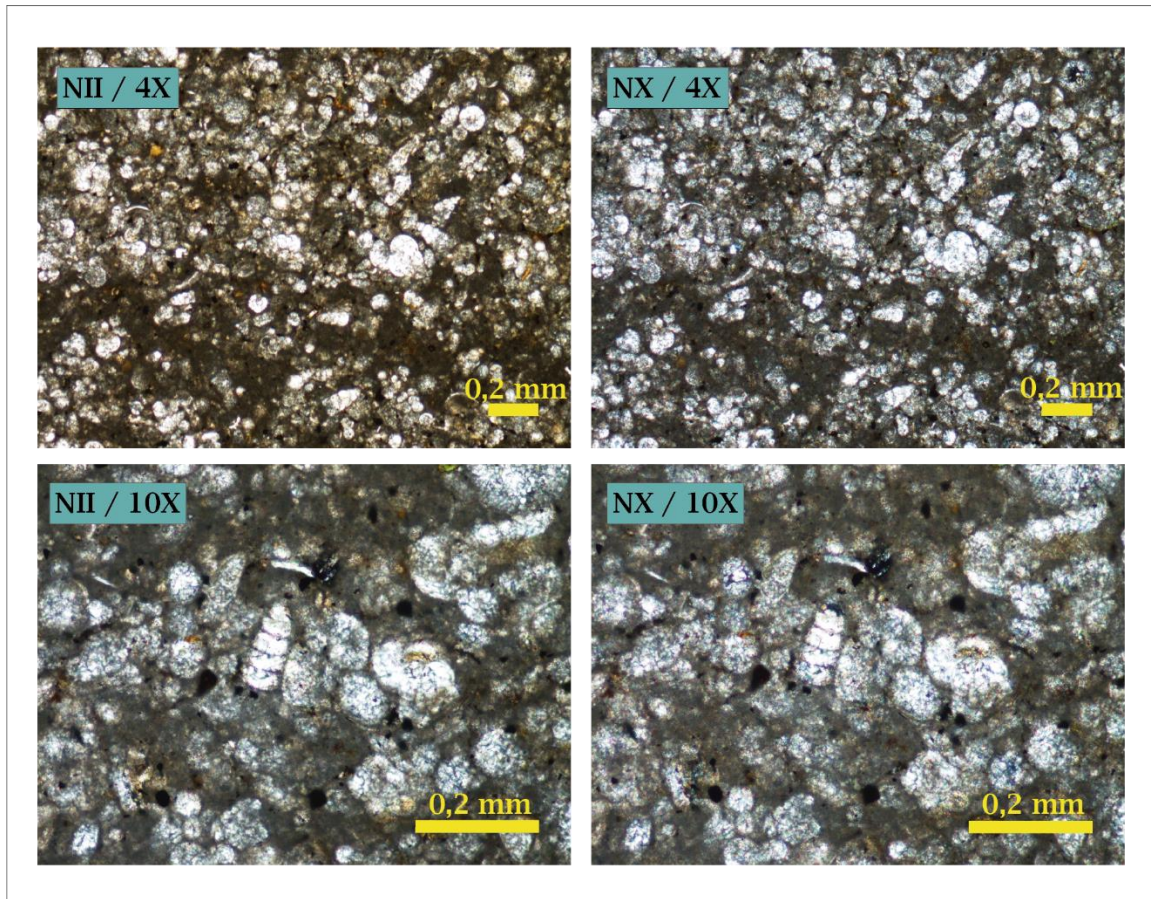


Datos	
Código de muestra	19R-14,02-NanS
Procedencia	Afluente del Río Maicillal, Nandayure
Coordenadas	392948 / 207753 Lambert Norte 356606,4876 / 1093249,236 CRTM05
Altitud	130 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Roca color gris en su superficie sana y de color café-verdoso en superficie de meteorización, se le pueden observar minerales color blanco alargados, tipo plagioclasa en un 35%, y un 10% de minerales negros redondeados.	
Nombre de la roca en macroscopía	Basalto
Descripción Microscópica	
Roca con textura holocristalina porfírica con fenocristales de plagioclasa (30%) hipidiomórficas alterados de tamaños promedio de 0,125 x 0,135 cm; cristales de augita (10%) hipidiomórficos a xenomórficos, con tamaños promedio de 0,055 x 0,065 cm y olivino (3%) xenomórfico con tamaños promedio de 0,0175 x 0,0165 cm; en una matriz (60%) de textura seriada principalmente de microlitos de plagioclasa (75%) que tiene tamaños promedio de 0,065 x 0,050 cm y augita (15%) de la matriz con forma xenomórfica. Presenta además minerales opacos (3%) como accesorios.	
Nombre de la roca en microscopía	Basalto con augita

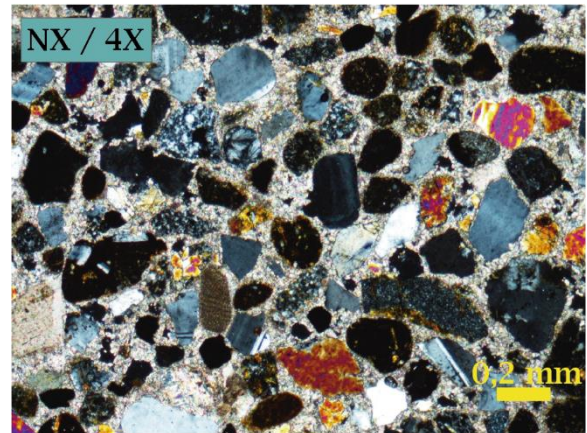
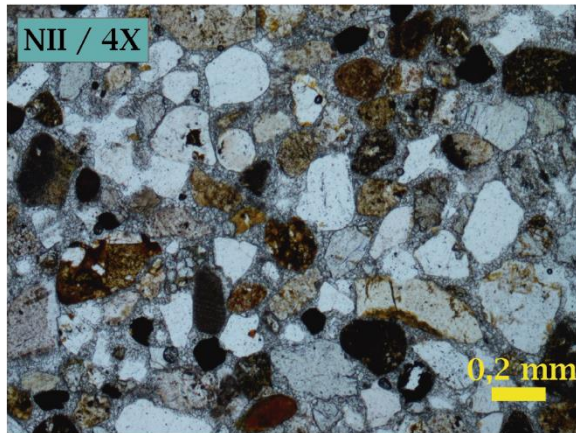




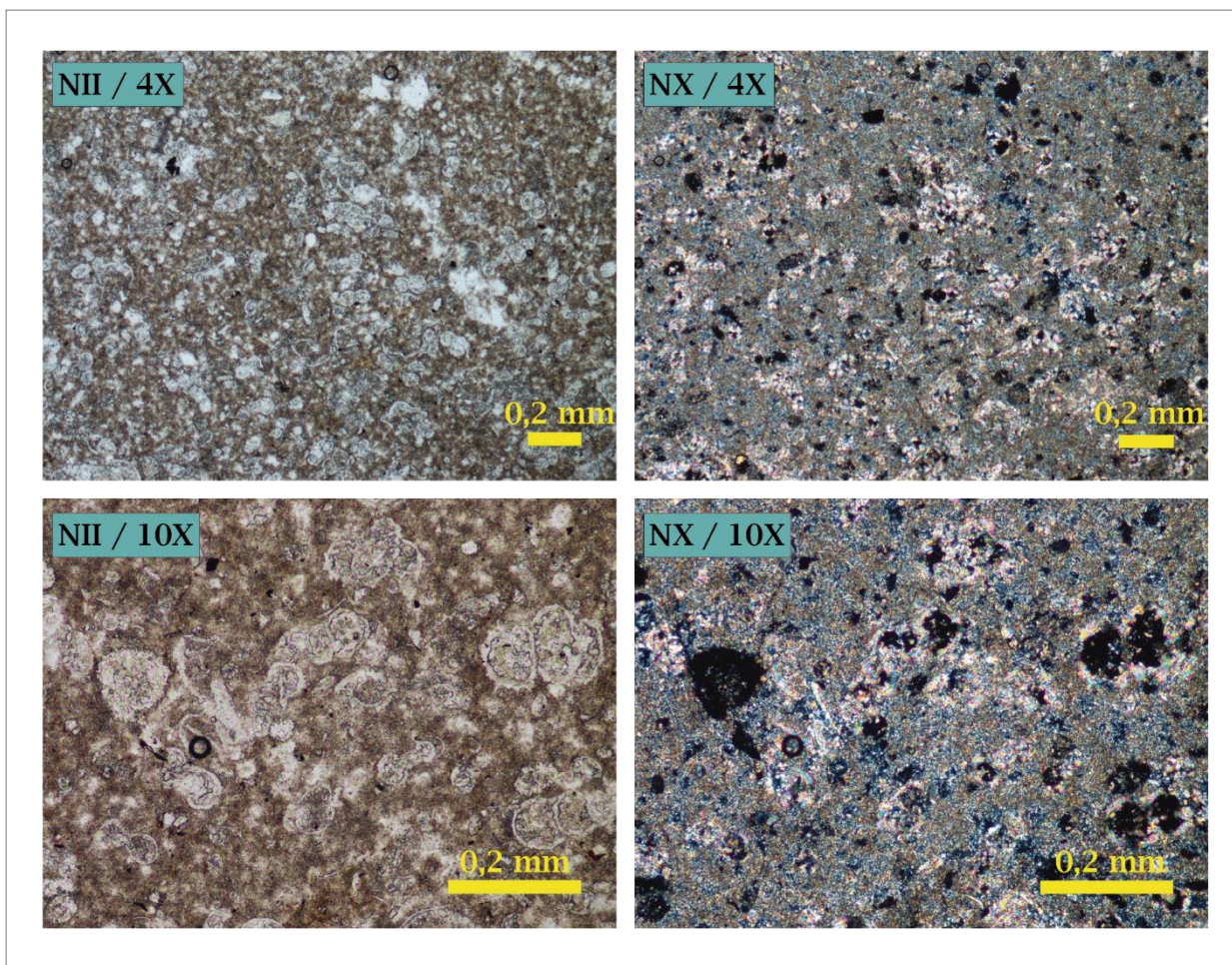
Datos	
Código de muestra	21R-15,02-NanS
Procedencia	Playa Javilla - San Miguel, Nandayure
Coordenadas	391103 / 200366 Lambert Norte 354755,2692 / 1085862,791 CRTM05
Altitud	1 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Roca color gris masiva, en bloque, con superficie sana color gris claro y la superficie de meteorización en color café claro, con plagioclasas alargadas (40%) y minerales ferromagnesianos redondeados y algunos alargados (15%), en una matriz color gris afanítica. La muestra se encuentra fracturada y rellenas de vetas que no reaccionan al HCl	
Nombre de la roca en macroscopía	Basalto
Descripción Microscópica	
Roca con textura holocristalina porfirítica con fenocristales de plagioclasa (25%) hipidiomórficos alterados de tamaños promedio de 0,11 x 0,35 cm; augita (25%) de hipidiomórficos a xenomórficos, con tamaños promedio de 0,025 x 0,025 cm y olivino (3%) xenomórfico con tamaños promedio de 0,075 x 0,125 cm; en una matriz (47%) de textura intersertal con microlitos de plagioclasa (45% de la matriz) que tiene tamaños promedio de 0,020 x 0,025 cm y augita (25% de la matriz) con forma xenomórfica. Pocos minerales opacos al 1% redondeados como mineral accesorio.	
Nombre de la roca en microscopía	Basalto con augita y olivino



Datos	
Código de muestra	27R-15,02-NanS
Procedencia	Camino de Jabillos a Juan de León, Nandayure
Coordenadas	402621 / 206977 Lambert Norte 366279,9343 / 1092465,108 CRTM05
Altitud	76 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Muestra color gris claro, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, con una pátina de meteorización de <1 mm de grosor, reacciona al HCl (10%)	
Nombre de la roca en macroscopía	Lutita
Descripción Microscópica	
Lodolita micrítica inmadura, bien seleccionada, compuesta generalmente de foraminíferos reemplazados a calcita (20%) plagioclasa (5%) en una matriz arcillosa (75%).	
Nombre de la roca en microscopía	Lodolita micrítica



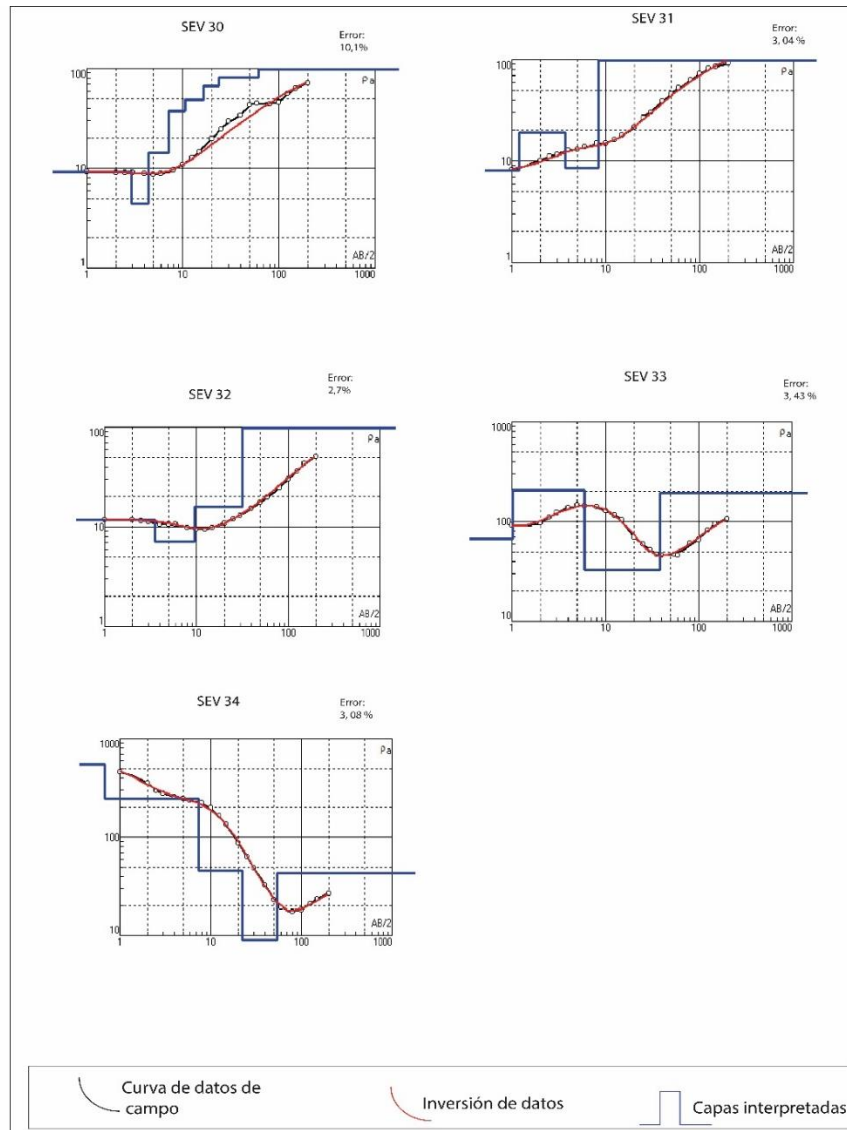
Datos	
Código de muestra	30R-16,02-NanS
Procedencia	Playa Caletas, Nandayure
Coordenadas	397231 / 193897 Lambert Norte 360878,8236 / 1079388,258 CRTM05
Altitud	7 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Arenisca calcárea de grano grueso a muy grueso bien seleccionado, con clastos de color blanco de 1,5 x 1 mm (5%) subredondeados, clastos de color negro 1 x 1 mm (15%) subredondeados, y clastos color crema de 1,5 x 1 mm (5%) subangulosos, en una matriz arenosa color gris (75%). La roca presenta laminaciones de color negro de 2 mm de grosor. hacia la base de la roca se presenta un contacto entre arenisca y conglomerado y además se presenta una disminución en el grosor de las laminaciones.	
Nombre de la roca en macroscopía	Arenisca Gruesa calcárea
Descripción Microscópica	
Arenisca muy gruesa inmadura, subredondeado, pobremente seleccionada con un tamaño máximo de grano de 0,3 mm, un tamaño mínimo de 0,08 mm, y un tamaño promedio de 0,19 mm, compuesto de líticos redondeados en su mayoría (50%), plagioclasa hipidiomórfica de 0,675 x 0,55 mm (5%), augita (3%), minerales opacos (3%) en una matriz arcillosa (35%) y cemento calcáreo (4%). El tipo de contacto es de punto.	
Nombre de la roca en microscopía	Arena muy gruesa / Litoarenita (McBride)



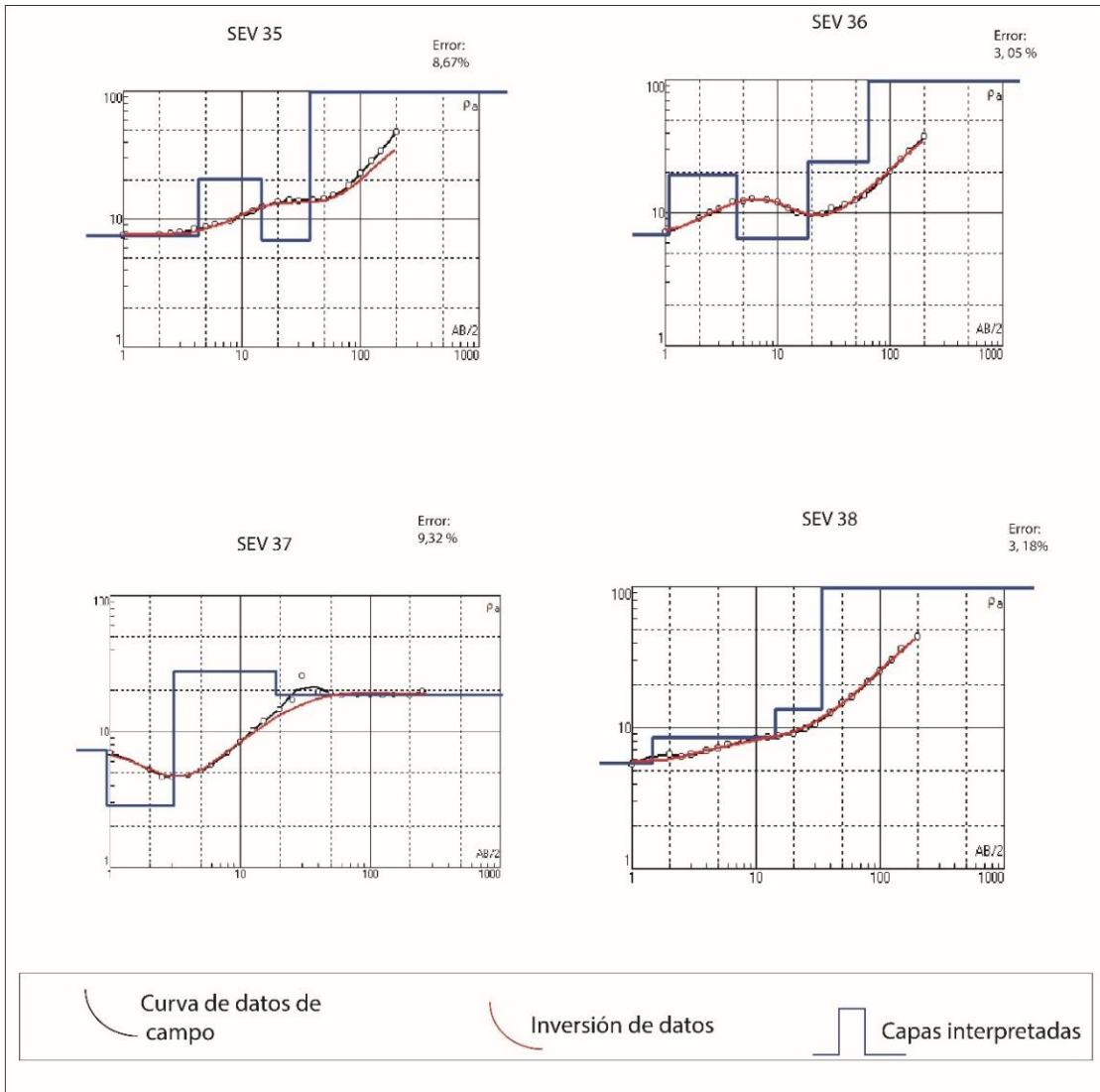
Datos	
Código de muestra	31R-16,02-NanS
Procedencia	Camino hacia el triunfo, después de Quebrada Nando, Nandayure
Coordenadas	405313 / 195697 Lambert Norte 368962,8924 / 1081181,977 CRTM05
Altitud	22 m.s.n.m.
Descripción Macroscópica	
Muestra color café, muy bien seleccionada, de aspecto masivo, con una pátina de meteorización de <1 mm de grosor, presenta fracturas que si reaccionan al HCl, además presenta laminaciones planas color negro de 4,5 mm.	
Nombre de la roca en macroscopía	Lutita
Descripción Microscópica	
Lodolita inmadura, muy bien seleccionada, compuesta por foraminíferos (35%) reemplazados a calcita, plagioclasa (5%) en una matriz arcillosa (60%).	
Nombre de la roca en microscopía	Barro de foraminíferos con plagioclasa

### Anexo III. Sondeos Eléctricos Verticales

Los sondeos eléctricos verticales se desarrollaron mediante el arreglo tipo Schlumberger, sus longitudes fueron de hasta 400 m y su profundidad de investigación teórica fue de 50 m (Vargas, 2018). Las siguientes figuras muestran la inversión de los datos para la totalidad de los SEV; por su parte la siguiente tabla resume los resultados de estos sondeos y sus respectivas interpretaciones.



Inversión de datos de los SEV 30 al SEV 34.  
Tomado de Vargas (2018).



Inversión de datos de los SEV 35 al SEV 38.  
Tomado de Vargas (2018).

**Interpretación de los SEVs.  
Tomado de Vargas (2018)**

SEV-30 (Error 10,1)					SEV-31 (Error 3,04)				
Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*	Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*
1	9,23	2,92	2,92	B	1	8,02	1,2	1,2	B
2	4,4	1,48	4,4	B	2	19	2,48	3,67	C
3	14,3	2,71	7,12	B	3	8,52	4,68	8,35	B
4	37,5	3,5	10,6	C	4	143			E
5	48,6	5,88	16,5	C					
6	67	7,16	23,7	D					
7	81,9	38,2	61,8	D					
8	127			E					

SEV-32 (Error 2,7)					SEV-33 (Error 3,43)				
Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*	Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*
1	11,7	3,53	3,53	B	1	117	0,307	0,307	J
2	7,12	6,07	9,61	B	2	67	0,713	1,02	K
3	15,8	22,3	31,9	C	3	206	4,92	5,94	J
4	130			E	4	32,6	32,3	38,2	L
					5	194			E

SEV-34 (Error 3,08)					SEV-35 (Error 8,67)				
Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*	Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*
1	551	0,682	0,682	M	1	7,47	4,29	4,29	B
2	248	6,69	7,38	N	2	20,7	10,4	14,7	C
3	45,9	14,9	22,3	D	3	6,89	22,6	37,3	B
4	9,05	31,5	53,8	F	4	135			E
5	43,1			D					

SEV-36 (Error 3,05)					SEV-37 (Error 9,32)				
Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*	Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*
1	6,84	1,08	1,08	B	1	7,28	0,942	0,942	B
2	19,4	3,23	4,31	C	2	2,83	2,13	3,07	B
3	6,44	14,3	18,6	B	3	27,8	15,9	19	C
4	24,1	45,8	64,4	D	4	18,6			C
5	141			E					

SEV-38 (Error 3,18)				
Capas	R ( $\Omega$ m)	E (m)	P (m)	Interpretación*
1	5,6	1,46	1,46	B
2	8,52	12,9	14,3	B
3	13,5	19,6	33,9	C
4	128			E

R ( $\Omega$ m): Resistividad en ohmio-metro  
E (m) Espesor en metros  
P (m): Profundidad en metros  
A: Relleno de calle  
B: Capas de arcillas posiblemente con alto contenido de humedad  
C: Capas de arenas o gravas  
D: Zona meteorizada y/o fracturada con matriz arcillosa  
E: Roca masiva relacionada al basamento local  
F: Roca del basamento más fracturada y con posible presencia de nivel de agua  
J: Capa de bloques de aluvión muy densa y de escasa matriz  
K: Capa con bloques de aluvión y una matriz de arcilla  
L: Capa de bloques de aluvión, matriz arcillosa e influencia de agua  
M: Capa de arena de playa seca  
N: Capa de arena de playa con nivel de agua a 2,6 m

## **Perfiles Geoelectricos**

Con base en los datos anteriores y con ayuda de información de pozos, además de visitas de campo, se crearon dos perfiles geoelectricos en la zona sureste del área de estudio; estos modelos geoelectricos se correlacionaron con la geología local observada en el sitio y resultan dos perfiles geológicos que se presentan a continuación.

## **Correlación Geológica A – A'**

De acuerdo con Vargas (2018), se utilizó para esta correlación los mapas geológicos de Denyer et al., (2014), y la información del pozo PC-34 (siguiente tabla); así como los datos obtenidos de los SEV-34 y SEV-36. La siguiente figura muestra el perfil geológico A – A'.

La capa del basamento está conformada por basaltos del Complejo de Nicoya, su profundidad es variable y se puede localizar desde los 14 m (PC-34) hasta los 64 m (SEV-36), incluso formando pequeños cerros de hasta 80 m de altura con valores entre 9 y 45  $\Omega$ m en la zona cercana a playa Coyote y de 140  $\Omega$ m cercano a la Loma Palmar, este contraste se puede dar por el grado de fracturación que permite la acumulación de agua en la zona cercana a Playa Coyote. Sobreyaciendo, se encuentra una capa de transición que corresponde a basaltos alterados del Complejo de Nicoya, la descripción de pozos cercanos indica la presencia de una matriz areno-limosa con clastos de basaltos. Su profundidad es variable desde los 8 m (PC-34) hasta los 18 m (SEV-36) con valores entre 24 y 46  $\Omega$ m y podría ser una capa con potencial de almacenamiento de agua (Vargas, 2018).

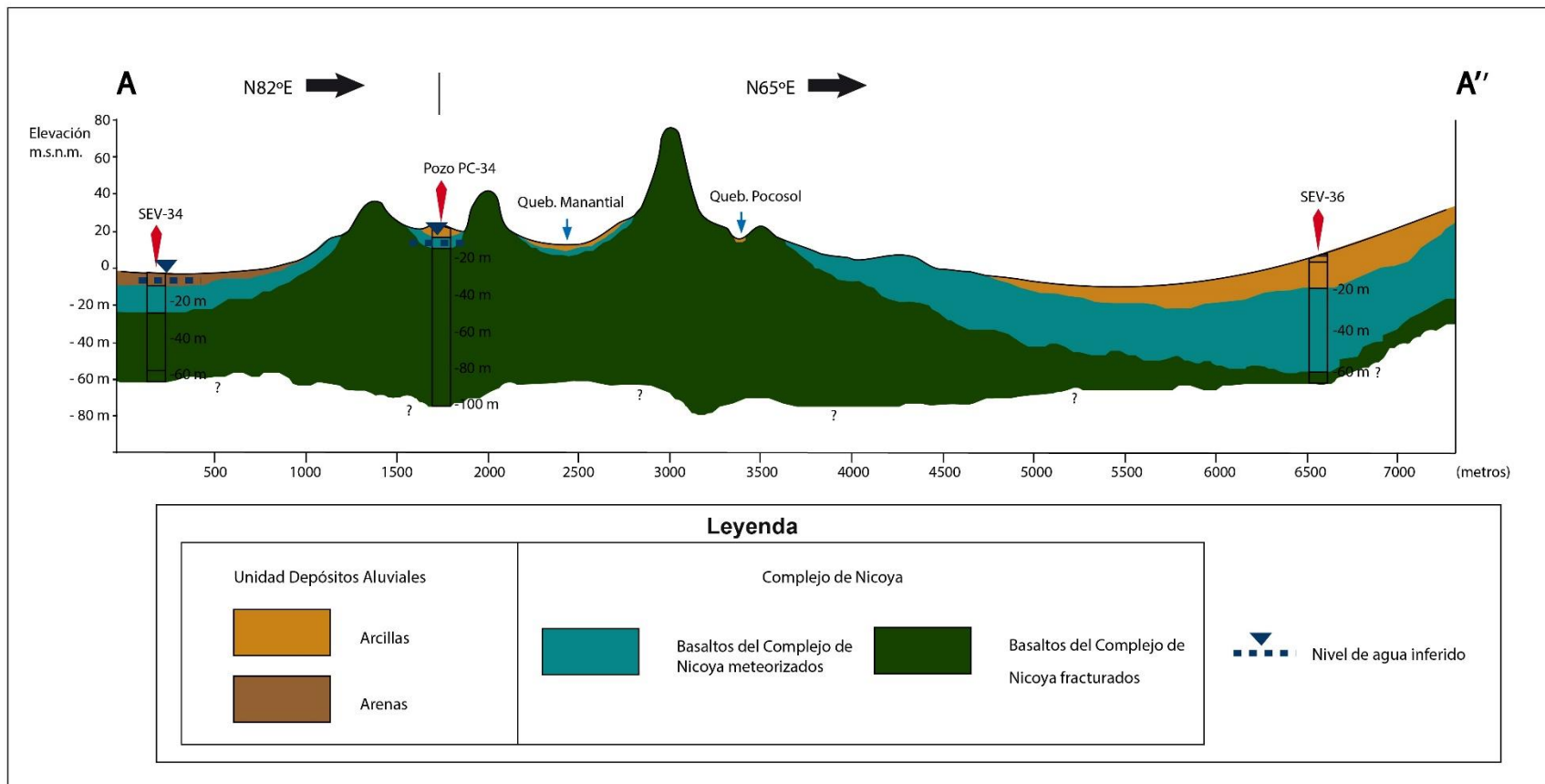
De acuerdo con el SEV-34, cercano a playa Coyote, se presenta una capa muy resistiva que contrasta con las subyacentes; se ha interpretado una capa de arenas saturadas con una resistividad de 248  $\Omega$ m, además en un pozo artesanal encontrado a 15 m del sondeo se midió el nivel de agua a 2 m de profundidad, por lo que se establece la presencia de agua entre las capas de arena. En la superficie de este sondeo se encontró una capa con una resistividad de 551  $\Omega$ m asociada a arenas secas con un espesor de 0,6 m (Vargas, 2018).



La capa superficial del SEV-36 corresponde a arcillas con una profundidad de 18 m y con valores entre 6 y 19  $\Omega$ m, estos contrastes se pueden dar por la presencia y variación de clastos entre la matriz o a la posible presencia de un nivel de agua en dicha capa que debido a la ausencia de información cercana no se ha podido correlacionar (Vargas, 2018).

Información de pozos utilizados para los perfiles geoelectricos  
Tomado de la base de datos del SENARA del año 2018

Pozo	X	Y	Localidad	Prof. (m)	NE	ND	Litología
PC-34	361071	1083452	Playa Coyote	100	9,71	75,87	0-8: Suelos arcillosos color café oscuro; 8-14: Basaltos color café del complejo de Nicoya alterados, se encuentran bloques angulares inmersos en una matriz arenolimososa; 14-100: Basaltos del Complejo de Nicoya fracturados, con presencia de minerales secundarios calcita, alta fracturación en sectores (54-60 y 75-84) y permeabilidad aparenta media - alta.
VE-86	365281	1089988	Javillo	23	4	12	0-4: Suelo vegetal, 4-20: arenas-gravas de permeabilidad aparente buena; 20-23: Lutitas de Formación Rivas
VE-147	365144	1088172	Candelillo	180	42	-	0-5: Arcilla color rojiza, permeabilidad aparente baja; 5-18: Basaltos meteorizados color café, Complejo de Nicoya, permeabilidad aparente media-baja; 18-180: Basaltos fracturados (complejo de Nicoya) permeabilidad aparente alta.



Perfil geológico A - A'.  
Tomado de Vargas (2018).

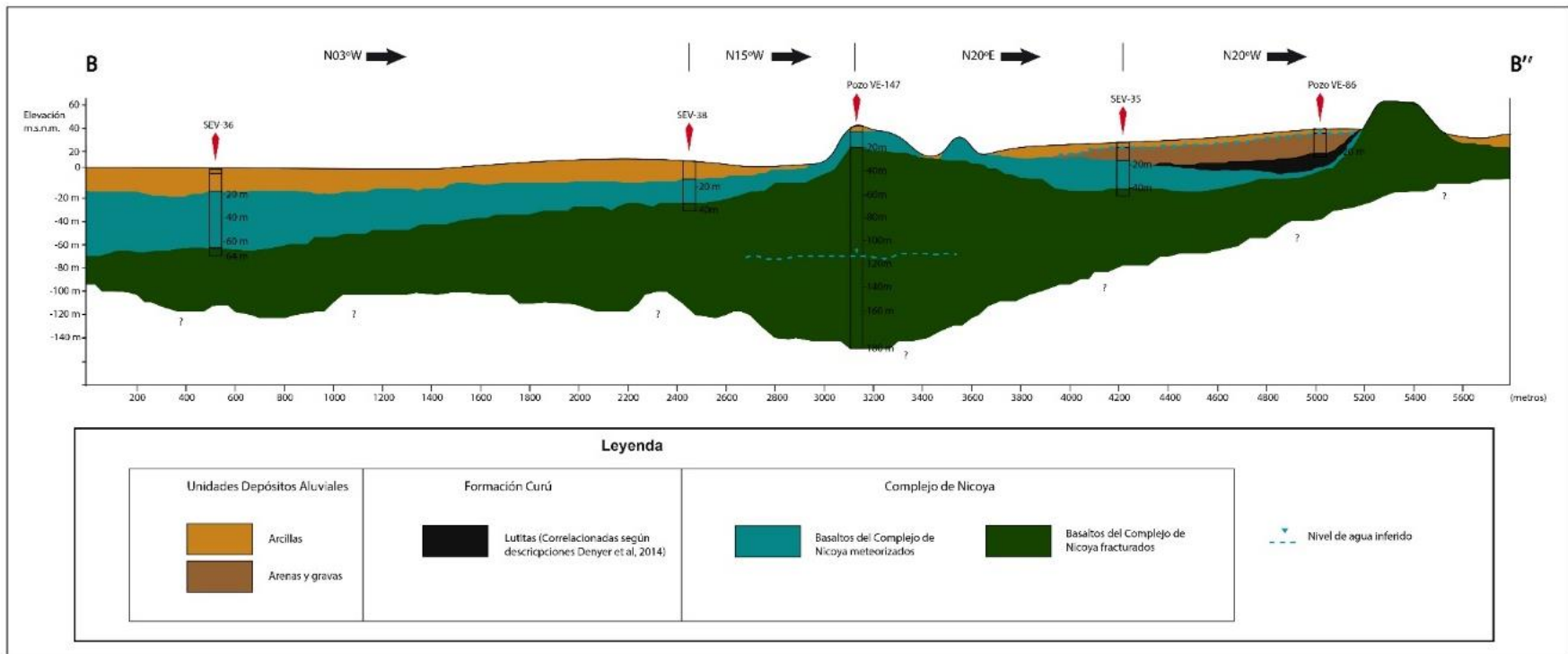
## **Correlación Geológica B – B'**

Para este perfil geoelectrico se utiliza la información de los sondeos SEV-35, SEV-36 y SEV-38; además de los datos de los pozos VE-86 y VE-147 (siguiente tabla); e igual que el anterior se tomó en cuenta los mapas geológicos de Denyer et al., (2014) y las observaciones de la geología local (Vargas, 2018). La siguiente figura muestra el perfil geológico B – B'.

El basamento está conformado por basaltos del Complejo de Nicoya, su profundidad es variable y se puede localizar desde los 18 m (VE-147) hasta los 64 m (SEV-36), incluso formando pequeños cerros (Cerro Tempisque donde se ubica el pozo VE-86) de hasta 40 m de altura con valores entre 128 y 141  $\Omega\text{m}$  y un nivel de agua reportado a los 117 mbns en un sector muy fracturado de la roca. Sobre el basamento se ha considerado que se encuentra una capa de transición que corresponde a basaltos alterados del Complejo de Nicoya, la descripción de pozos cercanos indica la presencia de una matriz areno-limosa con clastos de basaltos; su profundidad es variable desde los 5 m (VE-147) hasta los 14 m (SEV-36). Esta capa presenta valores entre 7 y 24  $\Omega\text{m}$  (Vargas, 2018).

De acuerdo con el pozo VE-86, se encuentra una capa de lutitas asociada a la Formación Curú a 20 m de profundidad, dicha capa debido a la falta de información de demás pozos no ha sido posible de asociar en otros sitios o sondeos. Sobre esta se encuentra una capa de gravas y arenas a 4 m de profundidad la cual se asoció a la segunda capa del SEV-35 con una resistividad de 20,7  $\Omega\text{m}$ , además de acuerdo con el pozo VE-86 se estaría correlacionando dicha capa con un nivel de agua ubicado a 4 m de profundidad (Vargas, 2018).

La capa superficial de la zona corresponde a arcillas encontradas en los pozos y asociadas en los sondeos. Su profundidad es variable desde 4 m (VE-86) hasta 18 m (SEV-36), además presenta valores de resistividad bajos entre 6 y 19  $\Omega\text{m}$  (Vargas, 2018).



Perfil geológico B - B'.  
Tomado de Vargas (2018).

## Anexo IV. Datos de precipitaciones tomados del CIGEFI

### Precipitaciones Área 1

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	1,4503679	0	0	22,686106	338,321198	544,962341	551,116821	449,049255	776,023132	848,290405	523,816223	1,3980671
1981	0,0534528	0,12096	1,5768576	48,0273399	490,698547	387,839691	723,505066	253,884216	866,206787	417,109253	162,238464	19,1222782
1982	1,610496	3,3739777	9,1286783	128,712494	144,300446	565,952026	371,856384	373,580231	656,045593	619,457153	7,2023039	1,2547584
1983	0,3262464	1,4289408	0,133632	8,2667522	90,5225449	92,630249	108,559876	385,701111	700,77356	577,669006	139,472168	44,4976158
1984	0,1456128	7,0949373	0,0488448	4,6296577	56,2074623	702,750427	508,643463	680,059692	576,345581	221,183075	75,1868896	3,1076353
1985	0,4902912	0,0225792	1,4049792	12,1236486	177,424133	225,352402	185,683975	227,984024	460,968658	139,691055	50,6695671	50,1096954
1986	0,5428224	0,018432	0,082944	1,2036096	178,570145	355,638062	218,300781	191,852234	262,150055	588,908875	20,5406208	11,2080383
1987	0	0,255744	18,6140175	14,028595	98,9208603	215,778824	601,847412	672,223938	253,269043	152,890671	44,4828682	11,4158592
1988	0,3538944	2,0206082	0,4502016	4,1066499	97,3177338	674,507996	508,388672	491,501282	434,93161	151,082489	211,739441	37,4464531
1989	27,5093002	0,0963072	0,3280896	0,0525312	83,2389145	844,976318	429,921814	811,65863	403,777863	373,24295	168,639893	262,09198
1990	5,4756866	0,1483776	0,1142784	1,2082176	150,306732	332,708649	507,50946	598,832398	715,866638	499,850037	474,518005	40,9374733
1991	5,6272893	0,0580608	3,2002559	21,4216709	421,207153	597,971863	218,282806	661,10791	487,513977	397,200378	83,5070953	44,7842293
1992	0,0571392	0,248832	0,0359424	5,8060799	19,887207	537,388672	509,988556	625,850281	1091,12964	223,371414	166,503632	27,2010231
1993	8,4321795	0,496512	0,0036864	2,9693952	258,958069	199,711639	339,888855	371,935181	362,916626	548,762146	24,6352901	1,8210815
1994	0,1707264	0,0705024	7,0308862	67,0316544	295,249756	500,003479	272,208832	343,967377	516,262817	481,036957	680,266113	7,3866243
1995	0,0147456	0,0009216	1,3547519	97,7614822	347,797089	651,075867	876,090454	429,786316	415,242096	626,172852	277,784973	142,03331
1996	49,0300407	0,1170432	11,0960636	41,1964417	1001,81653	849,258118	746,033386	771,383362	670,821594	304,822418	920,129089	3,0062592
1997	2,23488	34,5742836	0,6847488	21,8124294	30,694809	284,434784	208,4673	360,000916	651,237549	285,529205	249,256867	7,2815614
1998	2,4551425	2,3118336	0,1847808	19,6335373	103,238091	516,051758	572,78363	530,639771	551,186157	873,615051	193,434631	25,324646
1999	33,2540932	6,3645697	0,04608	43,7405167	491,222473	660,637878	606,025696	962,034302	632,326355	918,437988	55,4632683	29,1985912
2000	3,3841152	0,2953728	3,7642753	3,0071807	291,555542	883,924988	731,139404	709,374878	1125,3252	168,015045	103,489227	6,8792834
2001	13,1000824	0	1,9362816	55,27388	596,124939	379,796906	393,834717	1151,29126	723,342651	170,783081	92,3240433	26,8125687
2002	1,7224704	1,3427712	0,4902912	1,0303488	291,322815	313,487305	992,624939	667,026001	578,556946	555,566284	74,6804733	8,7413759
2003	0,71424	0,0536832	16,283289	11,4868221	366,09317	349,602509	1115,6355	889,290527	540,576477	606,366699	36,1469955	21,8852348
2004	0,0396288	2,4104447	7,0387201	18,7702274	311,891083	427,585083	1057,74658	704,916199	471,91864	1034,24805	305,88089	3,4652162

2005	3,7757952	0,1999872	18,5200119	41,7521667	231,771332	476,846893	596,075684	686,184204	914,178833	153,411835	239,71553	22,8289547
2006	23,4067955	68,5965271	0,2912256	46,683651	313,747192	778,749695	503,829041	346,919739	658,859924	411,652008	184,767899	80,105011
2007	0,822528	0	0	118,99469	525,486206	470,580017	505,494843	1167,45056	673,390076	423,202423	209,455719	22,492569
2008	12,8157692	8,3948545	0,2589696	0,2939904	214,300797	206,807037	317,191223	565,415405	385,367035	479,402039	62,5840149	2,976768
2009	5,1766272	0,0405504	0,4267008	5,6194563	124,7957	358,753082	600,31366	327,283203	489,513825	879,296692	408,996857	94,874115
2010	0,0294912	5,8208256	16,8274956	44,0911865	463,236694	958,932373	970,049439	902,106323	968,53064	491,426605	296,189331	13,7705469
2011	17,3177853	9,4482431	1,7086464	13,9576321	131,887421	533,678772	649,142761	615,99054	458,897797	416,839691	30,8054008	97,3573608
2012	0,6718464	1,6395264	0,7630848	41,1955223	225,173615	495,59082	665,205811	349,238464	618,544312	435,427429	0,0986112	4,3812861
2013	0,1308672	0,0700416	0,027648	11,3522682	290,002655	1038,53809	765,023865	551,958191	581,07251	561,354858	70,6258926	3,2578559
2014	1,2635136	0,1562112	0,0700416	2,7979774	90,1499939	258,633911	421,450897	355,928589	352,099121	381,997681	192,644806	4,8144383
2015	0,6349824	1,3377024	2,8882945	43,9050255	13,066906	318,179871	222,880661	166,047669	191,285904	228,365112	49,0466309	2,3242753
2016	0,0165888	0	5,6669188	0,9280512	47,9660568	454,082703	596,968262	915,784241	815,972656	267,422516	61,1997681	9,7781763
2017	5,9563007	0,0497664	0,152064	0,5271552	586,192444	895,693848	991,614441	744,647705	987,383362	296,516052	320,039429	17,7993221
Promedios	6,05825881	4,17578765	3,49035994	27,0548958	262,912222	508,923551	556,876973	579,20753	605,784506	452,88467	191,267866	31,9781984

## Precipitaciones Área 2

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	0,7582464	0	0,0055296	20,01623	291,001648	483,12207	519,315613	304,015442	634,117004	765,15564	465,719513	1,5344639
1981	0,0635904	0,096768	0,2221056	46,2163963	479,262421	323,009277	553,496399	215,60878	746,667419	393,031525	145,081955	17,3629436
1982	1,1752704	1,8164737	5,1254783	74,4274902	120,201523	502,459992	332,36261	307,545746	618,770996	437,170166	3,6089857	0,9160705
1983	0,2451456	3,5057664	0	2,0431871	76,2900467	83,3363724	99,95121	316,529388	495,49408	405,341797	105,991371	34,4263687
1984	0,2138112	3,7822464	0	2,3261185	31,9297543	617,779785	447,469513	646,910645	411,932617	147,348175	64,1249313	3,6633599
1985	0,1115136	0,041472	0,4598784	5,1766272	201,811966	192,002457	201,986618	197,810379	461,536835	111,713127	44,2211342	43,684761
1986	0,647424	0	0,3115008	0,8792064	181,956101	295,466339	177,222061	168,640137	226,76889	494,651276	11,2591867	10,3781376
1987	0	1,0414081	20,6466045	12,0075264	68,7522812	138,16536	586,522827	396,336487	192,619476	144,7677	40,6960144	9,3482494
1988	0,1926144	0,055296	0,0635904	1,723392	73,0596085	524,53833	413,509949	446,582489	408,916229	136,154419	180,740509	32,8983574
1989	20,7788544	0,0488448	0,0032256	0	82,8463135	632,942444	440,287018	761,053162	353,286133	379,053619	140,867477	201,604599
1990	4,2430463	0,4497408	0,1373184	0,0746496	143,731003	273,748383	425,507324	537,584045	603,513916	432,910553	552,783997	48,2121239

1991	4,882637	0,21312	2,3095295	15,5197439	479,280823	489,388489	167,228012	525,117065	349,30069	242,50061	81,7588196	30,2939129
1992	0	0,251136	0	2,6790912	17,1214848	531,684876	450,048157	620,680115	871,840088	148,823654	118,449562	26,1015549
1993	5,3581824	0,3972096	0	2,7804673	265,70697	216,904556	347,920593	284,318207	349,637299	504,317963	20,8014336	2,6744833
1994	0,2824704	0	4,1518083	95,6021729	288,405518	442,452332	241,169357	251,821671	508,629211	475,691681	577,502197	7,0972414
1995	0,0036864	0	0,5105664	76,5527039	366,525848	625,126831	902,314575	335,149994	348,451904	559,493225	230,114304	174,273636
1996	43,5797005	0,1281024	6,2207999	33,5702019	755,262695	684,028137	695,622742	611,021729	585,433044	295,049316	745,296997	1,5169536
1997	1,8796031	29,4349823	0,4064256	17,3094902	19,1628284	299,589111	197,809006	308,770325	532,370972	231,876862	206,108475	4,1665535
1998	1,649664	0,5492736	0,0705024	9,8251772	118,502091	449,742401	517,24707	599,648743	526,321167	726,79541	187,89212	18,5730057
1999	27,165081	2,2118399	0	28,7474689	434,544525	608,199768	561,14563	752,215881	569,572754	791,182068	52,5523987	25,3393917
2000	4,0559616	0,1787904	3,6486144	0,9934848	274,401794	713,368164	614,556946	696,441162	732,404724	168,486908	91,2010727	3,6647422
2001	16,6957054	0	0,6331393	45,9933701	360,036865	354,315582	363,766571	1081,50171	649,563965	117,882317	81,0464249	20,5765629
2002	0,8515584	1,5270913	0,0221184	0,8064	145,292084	282,362122	963,041626	685,719238	448,513672	451,760956	50,4327164	5,9166722
2003	0,3750912	0	10,3329802	7,9967232	298,340363	319,43924	1116,98377	897,923157	511,152771	518,108765	18,55826	20,2106876
2004	0,1308672	2,5072129	5,9871745	12,5964289	232,598938	353,264496	827,806946	625,530945	478,879486	752,219116	260,904968	4,2568703
2005	6,3249407	0,1963008	16,9703426	30,992487	228,03241	515,754517	551,850403	623,243286	745,261536	150,106522	224,831696	18,502964
2006	16,6238213	48,6309891	0,0815616	29,7639942	375,36676	560,102417	485,176788	310,138214	433,19046	383,350586	142,401016	65,6649246
2007	0,2202624	0	0	127,797348	476,587006	330,50351	507,773041	978,671021	580,143982	469,633545	167,75885	18,3485947
2008	11,3246212	6,5083394	0	0,2838528	170,309372	195,015625	344,898651	535,476318	457,37442	461,253876	50,4797173	3,3020928
2009	3,6255744	0,013824	0,0096768	4,0204802	73,9491806	279,185364	461,411926	271,036102	483,587036	730,207153	258,022186	61,175808
2010	0,0036864	3,8670337	18,7794437	46,024704	383,0354	873,092957	880,355652	706,854309	1053,97632	376,806305	216,644196	18,7508736
2011	16,2224636	7,4382334	1,3694977	8,463974	99,8765564	500,097931	490,96582	622,757385	435,516357	314,7052	18,0375557	76,2859039
2012	0,9621504	1,5611905	0,589824	28,3875828	149,04483	470,704132	536,388733	315,796845	689,446167	385,661957	0,1419264	4,6158338
2013	0,0405504	0,1861632	0	3,4209793	232,364853	803,085022	711,54895	384,974426	409,979767	626,320313	63,1941109	1,9915776
2014	1,9252224	0,0497664	0,0580608	2,7260928	48,277092	202,911667	326,233032	358,544342	295,22879	351,823578	164,564591	4,3241472
2015	0,3096576	1,3330945	0,8082432	41,2756996	7,4695678	276,983185	340,620575	135,60054	138,040009	181,496216	33,8402328	1,1971585
2016	0,0423936	0	1,8220032	1,317888	28,543335	381,755981	462,287018	920,187622	691,548157	222,505585	41,9668999	10,9536762
2017	3,8430719	0,1041408	0,2386944	0,285696	420,76062	759,92096	935,243347	577,745544	1121,72681	272,221741	182,535782	15,751296
Promedios	5,17916162	3,10857501	2,68411154	22,1216981	223,674802	436,461847	505,238055	508,3027	530,281978	388,357353	159,003515	27,6199093

## Precipitaciones Área 3

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	0,5075712	0	0,0073728	10,473985	250,915741	504,658936	462,978668	249,636093	561,275147	650,735291	379,444855	1,6496639
1981	0,1092096	0,1391616	0,0175104	52,1717758	449,822815	324,688446	461,658478	217,948715	574,023621	408,971069	138,02066	20,3129864
1982	0,7785215	0,1022976	1,3289472	35,9239693	136,7341	514,997009	408,742493	281,845551	677,893005	260,140045	3,6513793	0,7312896
1983	0,1700352	2,7044353	0	0,5243904	73,0957794	105,643234	106,084457	271,802643	391,649597	451,983063	94,9579773	27,7079048
1984	0,1640448	1,3464576	0,488448	1,085184	34,7544594	574,318054	439,571411	656,049255	329,119019	145,672699	71,3005066	3,7251072
1985	0,1368576	0,0433152	0	2,4652801	291,647247	188,029434	218,483704	127,856796	499,274017	84,8507919	48,0540695	37,9551735
1986	0,7575552	0	0,728064	1,0561537	167,483292	258,90509	168,660172	134,66304	241,849045	458,649902	9,1772928	10,0965881
1987	0	6,5710077	14,3585281	10,7274237	41,3927422	155,073029	572,274902	293,533752	178,095047	134,22644	42,9133835	8,7128067
1988	0,1700352	0,0364032	0,0073728	2,362061	73,2720413	381,512909	382,894379	361,104065	413,569855	113,470161	158,282959	31,7233162
1989	15,4598398	0,0520704	0	0,0018432	115,972298	530,178528	493,044952	609,714905	339,466278	420,006775	129,331818	175,229797
1990	4,3435006	0,1281024	0,0119808	0,0073728	140,541702	301,405609	404,734924	539,246155	421,243073	470,76709	578,692932	46,2210045
1991	6,1000705	0,5216256	1,0017792	15,1640053	506,204468	391,295685	160,388809	501,303864	297,744537	173,039154	62,544384	17,5896568
1992	0,0055296	0,3234816	0	1,8570241	17,6062469	533,732666	448,945465	730,856445	656,837708	107,347046	79,8142471	25,7319946
1993	3,0177794	0,3667968	0	2,8578815	285,339325	252,603653	321,235657	258,1586	357,758209	430,51532	30,3206406	5,8991613
1994	0,2815488	0	0,3889152	105,969719	270,301605	480,838806	223,922073	248,317749	494,161469	438,33139	442,767975	7,3138175
1995	0,0073728	0,0059904	0,1806336	91,3692703	383,599396	556,233032	880,363953	330,659485	354,93396	515,361511	262,038513	180,780136
1996	45,9652596	0,2829312	0,9603072	31,4873848	573,327393	526,864929	562,581482	553,600037	556,767151	310,643707	461,389832	1,2801024
1997	2,2339582	27,228672	0,032256	12,4351492	20,6954498	297,829315	185,444122	300,91391	463,380035	208,364548	166,314697	2,3721983
1998	1,6459776	0	2,8219392	5,166029	126,766541	459,752594	504,363098	653,900513	581,499634	677,162659	186,177017	20,6539783
1999	27,1005688	2,2910976	0,0147456	28,4189186	367,464508	648,610107	602,197388	645,717224	539,650269	760,717651	32,8826904	24,1984501
2000	3,4085376	0,0884736	3,9209473	0,8216064	259,793518	616,888611	542,075928	695,337097	514,909912	167,870361	111,366142	3,3537023
2001	21,6290302	0	0,0387072	38,0040169	290,067139	367,084351	359,215729	934,44342	527,460693	84,7991791	90,0053024	19,7411327
2002	0,4958208	1,85472	0,0009216	0,5741568	131,35611	265,939209	783,221741	724,168823	330,400971	425,390289	43,7907448	5,524992
2003	0,5409791	0	1,70496	11,1900673	304,654236	405,671967	1045,34143	888,555115	409,760193	407,563782	16,7242756	28,2995701
2004	0,248832	3,2491007	3,7366271	13,727232	209,760757	410,18158	664,045044	626,13092	465,414459	518,992615	198,825989	4,4080129
2005	11,8605318	0,124416	15,9515142	23,3938942	244,397263	541,135864	467,048462	646,133667	576,275574	177,752686	238,636337	21,7064438
2006	18,4601097	50,8796921	0,0124416	18,7462673	426,409576	504,789337	597,070557	300,451263	394,178925	385,394684	160,045975	70,3107071



2007	0,0082944	0	0	127,492302	421,45874	331,642151	514,121033	961,990967	605,768127	439,25943	152,83078	13,608345
2008	12,0388603	5,1757054	0	2,4910851	157,453751	186,279327	326,286499	420,941711	506,570343	409,26413	40,9070587	4,910285
2009	2,5878527	0	0,0041472	1,7676289	64,9962997	212,639389	344,882996	289,821991	594,424622	543,95459	163,275269	57,7575951
2010	0,0050688	7,2806396	26,4379387	53,5560188	356,46106	659,437988	788,278565	790,723145	1025,41504	284,658264	158,943741	24,8850422
2011	14,3110657	5,1093502	1,4330879	4,8642049	84,4775391	456,263886	452,510223	591,061218	417,500458	292,622742	14,1189117	65,747406
2012	1,6358401	1,7252351	0,4783104	19,0052357	150,340607	380,834961	480,826386	303,515595	586,60022	356,778076	0,16128	3,5647488
2013	0,0267264	0,0695808	0	2,74176	201,32721	632,664551	660,82959	343,404755	348,485992	609,54071	66,3828506	2,1224449
2014	2,414592	0,0165888	0,2248704	3,6771841	26,2932472	156,62822	310,480133	355,959717	314,427338	336,631897	157,007462	4,6301184
2015	0,5117184	1,228032	1,0119169	24,1357822	4,529664	228,759552	452,282593	108,410576	104,626946	147,788696	57,5668221	1,211904
2016	0,0004608	0	1,0091519	2,3758848	27,0959625	309,285736	418,954742	915,3078	592,833496	218,858795	48,1858559	14,046566
2017	3,2596991	0,3990528	0,4635648	0,1585152	307,392304	672,211365	956,967346	474,968201	1118,44544	241,250458	112,894157	15,8155775
Promedios	5,32629621	3,14064298	2,07310282	20,0065175	210,400056	403,302871	478,237094	482,58302	483,254985	349,192834	137,0986	26,6192034

## Precipitaciones Área 4

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	1,8399744	0	0	11,147674	238,403183	454,463989	450,668854	543,383423	615,347717	778,974121	395,923035	0,8119296
1981	0,0209664	0,064512	0,009216	47,3831406	371,62323	321,552216	709,361023	266,80365	464,427887	285,700134	155,464706	15,3294334
1982	5,9862523	5,301043	8,8104963	46,0541954	100,364082	499,436249	401,1651	323,307861	593,985046	488,247101	21,3603859	0,5041152
1983	0,0677376	0,0525312	0,0433152	3,1583233	73,2542953	54,5889015	163,857712	403,450317	703,20752	563,121582	126,569778	38,3311882
1984	0,1640448	2,9481986	0,0294912	3,237581	94,8727341	488,117157	302,136414	648,858948	591,004089	300,021362	52,2597885	3,4136064
1985	0,0608256	0,078336	0,110592	10,8417025	133,725082	292,504791	175,374497	171,467835	369,576355	96,1090546	41,3697014	53,1394539
1986	0,4796928	0	0,0387072	0,419328	158,123062	408,412567	180,288223	147,739395	248,126053	588,966003	21,9985924	3,5652096
1987	0	0,6100992	0,559872	14,9732351	85,9834366	165,664047	492,464325	601,460693	294,899567	125,831581	41,9899406	9,2943363
1988	0,1115136	3,7490687	0,0423936	3,4136064	82,6421738	605,799927	481,499603	382,895325	309,235962	101,11657	184,168854	49,4908447
1989	26,1038589	0,0451584	0,018432	0,0847872	69,8697205	836,491638	453,681549	580,526428	381,785248	275,107727	157,879303	206,370667
1990	2,7081215	0,4451328	0	0,4829184	83,5398178	449,338074	456,645416	594,566773	435,631561	745,078552	338,570953	31,8901253
1991	5,3452802	0,0059904	3,0813696	13,7078781	282,736755	447,914642	225,479111	566,516296	375,411469	488,895447	67,2473068	45,3989372
1992	0,1373184	0,0244224	0	0,2847744	10,6269693	541,13678	541,709595	645,684937	826,264587	279,75351	155,278534	29,4469643

1993	7,0645247	0,7974144	0,0082944	1,3777921	157,266892	268,01236	294,931824	306,653656	351,247559	381,876007	21,8492928	2,1095424
1994	0,1306368	0,0055296	1,2837888	41,1125755	196,909973	510,557648	327,19519	349,967468	362,339478	418,46814	437,231476	5,2485118
1995	0,0110592	0,1801728	0,0976896	80,5377045	296,027832	342,748566	884,133728	303,888855	451,062836	502,097809	465,879852	82,5790482
1996	37,5791626	0,336384	12,826829	43,7474289	881,885498	637,343506	758,681397	915,472717	575,942871	209,778732	535,432983	10,1569538
1997	8,1100798	19,8973427	0,163584	9,5791111	45,3113861	223,60228	152,962326	421,823669	521,703003	262,483673	262,095673	3,2661505
1998	0,520704	1,4791679	0	8,789299	73,7316818	481,106079	456,07312	465,963257	419,555878	927,997315	219,445862	25,8554878
1999	23,8408699	8,067687	0,0479232	82,3583221	357,261475	592,752869	847,861877	739,104797	450,374878	606,960266	22,132225	22,4635391
2000	2,1519358	0,2230272	0,7690752	3,6052992	204,891953	801,42981	708,399841	562,33728	1228,57483	108,691658	125,016419	5,5931902
2001	16,3104763	0	0,0313344	67,8638611	482,311066	562,723877	358,87381	758,32196	798,090881	345,533173	104,535248	24,8675327
2002	2,3233535	0,0405504	0,1322496	6,3562751	336,897339	287,783417	822,35199	592,67865	440,557526	477,13443	62,7577324	18,2790146
2003	0,3373056	0,1234944	2,5993729	12,7070208	313,713104	320,491913	983,018189	763,736389	372,150604	423,75354	53,961525	50,0216827
2004	0,0119808	0,6022656	4,4633088	14,1990919	398,797516	539,107422	952,855164	749,574585	345,778778	1030,62024	203,8358	1,4321663
2005	3,4910209	0,2294784	20,0770569	32,257843	198,318176	379,407501	495,794983	636,748169	602,376648	138,421097	205,421875	33,5877113
2006	10,1744642	36,4879875	0,912384	24,5099525	184,258713	720,941895	474,909699	356,110382	660,356323	305,004456	250,63649	97,4877701
2007	2,0109313	0	0,082944	71,2958984	577,799866	358,582367	502,248047	1184,03027	481,396362	262,976715	243,292267	19,9918079
2008	9,7735682	3,3196032	0,0082944	0,1737216	184,284515	153,957428	299,555023	634,963074	317,213806	387,412079	52,7311821	3,6163583
2009	1,0727423	0	1,3805568	6,2184963	68,4910049	286,401032	460,1604	412,15979	689,597839	788,803894	270,241699	76,8061447
2010	0	10,4288254	10,4560127	36,3967476	509,177551	631,458435	708,745422	651,2901	618,453064	373,741974	260,255219	5,5756803
2011	10,1606398	10,3845892	2,1892607	12,5715456	108,165428	428,907105	677,615601	401,698029	314,887695	486,306183	96,7200699	82,1947403
2012	0,7529472	2,1832705	0,0248832	15,6404743	241,628784	483,264465	575,987122	313,84259	420,803009	316,329987	0,4571136	2,0035584
2013	0,5197824	0,0147456	0,0718848	12,0010748	233,096603	1048,49793	754,402893	619,599976	430,481659	411,192108	87,3087006	4,9213438
2014	0,2479104	0,0073728	0,2313216	6,855782	64,5295105	234,555496	465,750366	351,861572	368,180359	364,716736	219,593323	4,3103232
2015	0,2156544	0,6653952	0,7271424	30,6293736	25,4541302	283,781616	240,146851	181,368347	187,221191	232,393875	58,7676659	1,6644095
2016	0,1069056	0	2,5869312	0,1686528	43,1981583	411,968567	524,859924	744,325134	817,143555	388,286682	88,6468658	9,5049219
2017	5,9507713	0	0,1714176	0,0082944	604,988037	591,927551	1136,38623	650,338074	821,369995	238,00827	518,903198	13,2438526
Promedios	4,89197404	2,86312622	1,94966909	20,4250206	225,635809	451,229792	523,637696	524,855807	506,730623	408,05031	174,400806	28,7833751

## Precipitaciones Área 5

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	1,1054592	0	0	13,918003	257,782593	475,492157	484,477295	373,782196	621,930725	788,801148	459,53833	0,612864
1981	0,0995328	0,101376	0,3004416	49,9737587	389,716065	339,73172	617,785339	272,177063	711,134644	342,161499	177,396942	21,2272129
1982	3,1348224	6,516634	20,5373955	94,6400299	94,7045364	481,868683	419,49295	375,716492	619,670044	590,823914	8,6694908	0,8368129
1983	0,0511488	0,6713856	0,039168	3,5656705	86,1057739	66,9399567	117,671272	364,035217	597,104187	598,032715	130,836792	33,0762215
1984	0,0433152	4,0762367	0,0221184	2,9776895	61,616333	615,060608	388,984772	643,765259	579,513123	261,16394	50,4276505	3,7297151
1985	0,1423872	0,112896	0,3976704	6,0503039	139,986435	353,080627	180,953857	169,561035	440,323883	155,787262	41,400116	47,2504311
1986	0,5515776	0,018432	0,0340992	0,3926016	139,816864	353,827118	178,459778	169,262894	304,31601	584,365356	17,8375683	3,6158977
1987	0	0,6905088	6,9451776	14,6174974	103,159294	177,250412	546,609253	633,069824	282,443665	151,828995	41,9770355	8,5165052
1988	0,1069056	0,9022464	0,1317888	3,8255615	73,8964233	595,232849	486,767914	416,57608	331,551117	104,365669	191,262421	47,9195137
1989	25,415884	0,0778752	0,0073728	0,1603584	76,5278168	701,622376	449,899323	812,971008	379,250855	297,275909	201,6129	204,356033
1990	3,9808514	0,6147072	0	0,0976896	99,1107101	370,883179	473,517151	570,907044	559,184021	701,485046	393,441162	37,9312134
1991	6,2659583	0,0152064	6,2724094	16,7205887	408,558167	470,18927	241,755951	607,998413	382,59671	434,772644	50,7451363	70,5420303
1992	0,2363904	0,0820224	0	3,4903295	14,429491	570,968994	591,765808	619,541931	863,16687	243,229599	162,323242	31,5546627
1993	6,7829762	1,9602432	0	1,4450687	178,008881	214,000122	288,636841	336,61026	285,236572	415,702423	40,5964813	3,31776
1994	0,0923904	0,027648	1,6072705	64,6041565	233,267105	594,476257	316,752991	359,712921	445,01944	502,532806	525,257141	5,7268224
1995	0,0073728	0,0059904	0,3833856	66,9570084	337,447998	491,164429	965,767212	279,137421	332,369049	644,361511	332,320679	138,193924
1996	27,6337147	0,1815552	20,2825718	46,4504852	833,393677	622,555542	674,173889	907,20874	627,866272	196,055649	636,789673	10,6527748
1997	9,4505472	17,5813637	0,3359232	12,1015301	50,7147255	229,134186	176,455765	389,070496	550,128357	265,973755	299,739349	3,8320129
1998	0,7022592	2,0565503	0	19,2342529	100,67881	484,023407	531,058167	451,567871	423,080536	862,375671	193,269653	24,7173119
1999	24,8454151	10,8161278	0,1142784	62,0250626	439,358063	583,741455	745,978088	772,500794	555,908203	657,806763	44,1008682	22,6091518
2000	3,4513922	0,2009088	0,79488	4,0098815	270,487763	820,131836	750,855164	658,064819	1022,13825	144,752029	92,8383026	3,688704
2001	20,1553936	0,0055296	0,1354752	68,8490448	566,932373	498,94458	343,913483	910,466614	735,326233	242,93837	86,6626587	23,0713329
2002	2,9528062	0,364032	0,1410048	4,6411777	261,067627	332,562592	1008,17328	696,098755	509,809296	489,260834	79,4474487	18,1545982
2003	0,3207168	0,1234944	5,5314431	21,2244473	294,859924	346,576202	1014,4798	793,989746	426,731445	490,535431	48,9305077	38,461132
2004	0,0350208	1,7298433	5,0844674	13,9954176	365,527283	481,912476	997,904785	798,472412	406,559479	1072,79858	230,826706	2,3288832
2005	5,6226816	0,2506752	24,7606258	31,3795586	192,317642	431,106049	551,641174	659,269348	686,107239	130,197189	237,515671	41,3964272
2006	10,5154562	38,8233223	0,5732352	21,8262539	247,631607	799,493042	469,374573	370,169861	605,244446	329,786255	239,01973	76,0914383

2007	1,9934207	0	0,0608256	110,342712	634,854309	322,377991	515,309876	1162,34778	536,365662	331,983368	264,076172	25,4366207
2008	10,1440506	4,9277954	0,0009216	0,324864	185,843857	164,327728	269,54129	528,58551	365,793182	511,263123	54,8646927	4,1610241
2009	1,6201729	0	1,4312447	5,4664702	84,3153381	323,572846	469,0672	399,023315	548,162598	794,331177	290,503052	64,4327393
2010	0	6,5249281	20,0724487	39,1117821	444,842957	879,604736	746,84436	697,536438	691,282044	520,636719	233,221939	7,1986175
2011	11,2886782	8,6423035	4,4365826	13,0599937	97,0242004	445,877441	674,825012	547,15094	383,854248	493,519562	74,3371811	107,681587
2012	1,1437056	2,0754433	0,0516096	18,3048191	197,621674	424,304596	564,291077	305,680908	622,388733	376,28006	0,511488	2,6588159
2013	0,2414592	0,018432	0,1032192	9,2547073	220,348114	998,055969	726,869141	568,475586	519,448303	532,325378	97,0923996	3,8697984
2014	0,336384	0,0884736	0,2018304	15,6828671	77,3167114	273,454163	498,542053	383,121552	314,060547	306,923218	209,510101	5,1471362
2015	0,4340736	0,658944	0,663552	27,3346577	20,0374279	317,977814	233,712235	201,431351	185,551956	278,78952	49,6226311	0,8727552
2016	0,5455872	0	2,2053888	0,1483776	58,2022667	461,580597	489,150726	818,082642	717,967896	337,253082	92,7111206	10,1707773
2017	7,1755772	0	0,1032192	0,0082944	533,369995	663,448303	1119,81445	639,076172	1027,15039	275,18515	376,527039	11,5994883
Promedios	4,96382856	2,91955607	3,25692224	23,3740256	233,444232	467,804008	534,77035	543,742545	531,466743	433,096351	177,835828	30,7010723

## Precipitaciones Área 6

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	1,9374336	0,002304	0	15,714202	264,431915	513,399414	493,111755	262,579987	643,966126	822,241394	551,843018	0,6377472
1981	0,18432	0,1603584	1,2183552	52,1441269	417,367767	333,990601	546,450501	303,580566	908,728455	401,025482	189,684631	29,8755074
1982	2,3814144	10,8426247	28,6271992	157,832291	104,615425	513,260254	441,396637	372,707489	653,414856	593,025635	9,1487236	1,2681216
1983	0,1184256	1,5482881	0,08064	2,4302592	100,969116	83,3971939	109,327568	332,322968	455,16626	462,146454	128,607437	34,9443054
1984	0,1511424	6,1387777	0	4,9370112	53,6094704	811,86554	461,807312	630,529663	440,018829	211,985504	67,1394806	3,8697984
1985	0,1377792	0,0746496	0,3262464	2,3970816	176,199097	384,315491	218,389252	138,138168	482,984283	187,014755	37,6482811	34,9668884
1986	1,0662912	0,0165888	0,073728	1,1695104	129,227097	315,146179	173,290527	173,147675	360,727142	588,845276	18,9287415	5,2853761
1987	0	0,4902912	20,2549248	17,5739899	116,953804	169,70665	596,846558	508,441315	266,18988	161,804398	42,7309036	7,9432707
1988	0,4478976	0,2359296	0,154368	3,654144	81,3805084	568,551148	465,424591	445,065521	374,530853	117,459763	186,96315	44,9362946
1989	24,9274368	0,1225728	0,0073728	0,0364032	100,618446	640,083923	439,552521	876,314392	388,483429	350,390015	206,56282	154,043594
1990	3,8615041	3,8776319	0,0350208	0,1603584	131,641342	333,52243	487,560516	544,540039	507,440338	716,091492	494,76004	56,9940491
1991	7,0115328	0,0373248	6,4447489	25,0555401	505,610016	458,070679	242,223206	544,187744	329,389984	318,243225	74,3970795	94,3884277
1992	0,239616	0,4755456	0	7,1755776	14,8442116	636,504395	618,325867	652,747131	825,756836	242,464661	142,599167	32,7020531

1993	7,0110722	1,8597888	0	1,9574784	220,895996	218,548691	332,002716	323,492889	296,695282	452,597748	38,2887955	5,184
1994	0,0958464	0,0147456	5,2310019	98,1061707	275,709534	531,592712	322,705139	339,917877	506,285584	521,150513	512,893921	6,9230595
1995	0,0147456	0,004608	0,847872	70,3531036	441,415985	590,846985	985,742004	269,30719	315,503326	736,669922	303,284271	182,927475
1996	37,8948097	0,2174976	43,4460678	50,2898674	683,07196	528,160645	699,600403	776,913391	636,242676	255,304398	575,908752	10,6914806
1997	8,3874817	13,5677948	0,502272	18,6301441	35,8640633	264,023651	202,580124	394,742004	502,552155	254,720566	293,565552	3,538944
1998	1,142784	1,4856192	0	25,5545845	151,399521	465,746216	555,215149	512,022522	478,277008	761,136536	193,587601	25,8647041
1999	23,0575104	6,6760707	0,294912	47,9112206	423,139282	616,055481	671,203125	775,412109	623,591431	638,625488	44,5072899	23,3726978
2000	2,8283904	0,2092032	2,7896831	5,3259263	304,54364	733,480225	723,884522	755,26593	766,567505	163,990433	111,104408	4,2946563
2001	24,2318592	0,0018432	0,4960512	61,9315224	469,990204	497,276001	353,083405	979,016113	650,897522	168,256516	70,4397354	22,2082558
2002	3,2034817	0,5336064	0,02304	3,2550912	180,749725	360,084778	1115,78662	845,124695	574,563232	505,453369	79,8137894	17,6596985
2003	0,1898496	0,1050624	7,3232641	33,3637657	317,969055	389,081329	1083,42554	876,411194	546,567993	546,477478	41,4498825	31,2910843
2004	0,0700416	3,2279041	4,7126017	12,6233854	266,831299	464,772553	915,556641	849,052124	526,731751	850,089356	193,947952	3,1408129
2005	9,4970875	0,221184	28,4912643	31,6790791	202,681046	501,52182	613,240967	700,893616	786,334473	122,963097	285,416748	41,4425087
2006	8,3349504	38,1708298	0,446976	28,5281277	355,51181	689,630066	555,763489	418,811462	483,148102	349,138031	206,511215	69,0541077
2007	1,3197312	0,0027648	0,0073728	150,265045	600,495178	343,528259	512,331726	984,782166	588,208923	393,653137	246,680069	26,0352001
2008	9,6187391	6,7175426	0,0018432	0,746496	180,215195	166,850159	334,838471	664,080078	469,133087	536,706177	48,9470978	4,6817279
2009	0,5013504	0	0,3276288	7,2142849	91,955864	312,264343	490,934479	359,123566	474,416626	696,355408	216,3069	47,1453705
2010	0	5,9406338	36,3128853	46,952755	351,623108	1007,00397	758,13031	674,248535	916,834412	507,536194	212,524643	9,5975428
2011	13,4645758	5,9544573	3,8043649	12,6664705	97,911705	481,603272	575,859009	686,605347	478,575378	485,203949	50,106472	121,668251
2012	1,1879424	1,5215616	0,073728	17,663847	142,418762	490,110565	516,950317	334,87442	782,009399	435,738007	0,6432768	2,875392
2013	0,2248704	0,50688	0,0331776	6,9322753	176,320511	897,32135	705,298157	464,780396	515,5495	728,875916	102,889267	2,9371393
2014	0,4921344	0,0958464	0,3244032	19,3923073	80,5985336	263,124878	471,86496	443,309174	340,413483	306,641205	202,357559	4,0006657
2015	0,3919104	0,8856576	1,1824127	12,9226751	11,7070847	324,182465	293,821289	219,107407	191,822052	234,449509	41,1531258	1,271808
2016	0,364032	0	3,3721344	1,9851264	87,5314941	466,592133	464,302551	911,211731	687,916809	343,633301	90,5453568	9,9952126
2017	8,9164801	0,0027648	0,0543744	0,0866304	413,785492	770,961731	1042,87146	617,007507	1338,85437	300,565552	247,584152	10,7207422
Promedios	5,39227553	2,94596721	5,19268251	27,8057336	230,573796	477,267847	541,86051	551,574108	555,644457	433,386049	172,670298	31,3257361

## Precipitaciones Área 7

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	3,7686527	0,002304	0,0202752	15,823872	268,839935	623,709412	583,509216	332,486542	714,517883	824,869751	610,494995	0,2045952
1981	0,2469888	0,4036608	0,5488127	67,4943008	473,816681	421,79419	503,93573	350,020447	963,265991	486,459656	227,048142	40,5872612
1982	2,5371649	15,1778297	27,0328312	186,058136	154,509003	616,069763	535,806274	347,692963	854,509827	510,706482	9,9053564	1,8754561
1983	0,1668096	6,9631486	2,0265985	5,1167235	121,297997	111,77626	131,792023	312,9104	419,516449	570,222473	141,356857	44,5823975
1984	0,3585024	5,4134784	0,3981312	10,6509314	59,5510292	946,548645	524,8526	702,037537	373,513886	247,133484	99,1116257	5,3273087
1985	0,0815616	0,1442304	0,04608	0,5842944	293,786285	351,457703	249,90152	128,210693	569,405518	186,571472	43,1069183	33,1877403
1986	1,0718209	0	0,5087232	3,1260672	168,494293	318,010071	192,130325	165,504623	443,211273	681,693726	21,5700474	20,4991493
1987	0,0836352	2,0173824	18,4596481	20,4862461	118,755074	181,974991	658,122864	392,073059	277,427856	179,312943	48,6226959	8,1861124
1988	0,5008897	0,340992	0,0847872	4,4430337	104,326729	510,650726	477,909058	424,288971	470,957886	164,004715	209,107346	47,1840744
1989	21,4548473	0,2013696	0	0,0534528	162,248596	671,580505	497,735901	797,4729	410,715637	425,834045	220,679886	133,517258
1990	2,7016704	7,1225858	0,4718592	0,3603456	182,846588	414,702484	484,394806	588,185608	408,644806	738,128784	622,576782	80,8330688
1991	10,4306688	0,2151936	3,866112	30,219265	531,67749	449,757843	260,082886	540,115662	337,437836	304,078217	96,733902	100,984779
1992	0,2755584	0,8096256	0	11,108736	31,7984257	693,84314	665,951355	807,882874	817,771606	262,126068	120,592285	36,6492691
1993	9,0017281	1,9040257	0	6,8880386	299,890015	281,941406	352,936401	350,302216	399,278595	511,693512	48,8807411	8,7137289
1994	0,6319872	0,0838656	2,101248	124,1091	333,858826	479,738861	358,08905	394,677063	550,303467	520,318298	504,439606	9,0468864
1995	0,0147456	0,1004544	0,8792064	109,721085	597,710144	650,582764	1008,92621	314,205689	427,475403	829,302673	398,110016	218,608124
1996	53,3670921	0,5308416	61,0062332	52,4745216	611,305603	536,75	694,378113	745,741699	727,899475	360,253906	440,70636	10,8647423
1997	7,1350274	10,1643267	0,5824512	30,1676559	49,5673332	277,928284	226,193588	424,879273	501,15918	244,900925	275,799866	3,7675009
1998	2,0395007	0,3667968	3,4615297	24,9143047	217,768097	492,776062	565,388733	707,316467	704,796143	773,397034	222,701874	33,1112442
1999	25,1993084	6,4834557	0,4718592	52,0363007	439,512878	753,457764	776,313477	798,278381	687,230652	701,063416	29,7455616	34,1554184
2000	2,2413311	0,2092032	6,139699	6,9096961	343,912567	688,257324	681,369263	867,495667	636,835754	178,36647	157,822159	3,9140351
2001	30,3095818	0,0110592	0,7105536	56,4304886	385,319122	532,78064	390,062592	1061,97302	612,988892	150,508804	92,5314026	22,4990215
2002	3,1915009	0,7225344	0,0566784	3,1279104	209,401566	379,490906	1080,9751	1003,01965	546,065979	540,148804	73,2874756	18,9545479
2003	0,3483648	0,0036864	10,1551104	40,5688324	362,522858	511,584992	1112,65222	917,917297	668,882507	633,893066	50,2437897	41,6627731
2004	0,1152	4,3352065	4,2338305	18,563097	250,107498	593,27771	858,852844	884,758118	603,667358	822,130798	160,882797	4,8605185
2005	16,2616329	0,1437696	33,3172226	38,0335121	251,166412	575,796326	674,581238	821,781067	806,194031	194,45253	382,769043	42,6074104
2006	8,5943813	41,7282028	0,3658752	34,7747345	483,983765	674,928223	763,681091	450,243073	512,164002	377,974884	242,504288	90,6734619

2007	0,7308288	0,018432	0	176,653214	585,77356	450,232483	532,253052	1044,35352	736,605835	450,666077	227,159653	26,2596092
2008	11,978035	11,5614719	0	4,4637699	260,783997	158,852051	448,930267	797,721314	576,100464	539,085754	52,1496582	6,5562625
2009	1,5316992	0	0,188928	8,6035967	136,255325	322,620361	505,430786	419,676361	586,730225	638,259155	197,292435	60,1353226
2010	0	13,1705856	50,5912323	78,0825577	357,602448	941,737427	810,074402	857,060791	1110,52979	455,566223	211,093399	15,5261955
2011	16,1339912	4,3932672	2,9481983	10,2288389	113,688576	551,475281	548,927979	798,914307	565,588196	479,652252	42,4488945	119,028786
2012	1,2773377	1,2174336	0,2221056	21,4322681	174,780975	471,202057	475,656647	442,23346	726,165527	488,298706	0,9022464	2,8541954
2013	0,373248	0,8497152	0,1400832	5,7710595	176,807114	869,392273	688,132446	500,73523	485,696808	927,645691	109,694367	3,7886977
2014	0,7630848	0,1087488	3,0730751	8,7183361	80,3672104	262,022186	459,068756	463,573792	416,719421	390,752869	195,926621	5,1388416
2015	0,3587328	1,9247617	3,0592513	5,5779839	8,2059259	309,962647	350,358673	230,101868	214,006577	222,175644	75,652298	1,8376704
2016	0,018432	0	1,4948353	6,1009917	107,241982	450,501465	450,974365	1083,13855	796,277588	410,747894	99,7281799	10,7753468
2017	10,8979197	0,0442368	0,1769472	0,39168	364,371613	860,112671	1081,44641	673,090576	1553,75867	307,078033	168,716385	13,1261187
Promedios	6,47877532	3,65494427	6,28526348	33,6912889	259,838251	510,244155	570,046796	603,738703	610,895184	466,565138	182,423578	35,8443403

## Precipitaciones Área 8

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	3,7822464	0,0221184	0	24,557877	204,202591	481,034637	444,86554	274,953491	620,002258	727,177429	456,923767	0,308736
1981	0,1142784	0,1317888	0,2976768	87,0478821	306,211731	367,621185	569,866272	324,740967	734,943054	305,238983	230,523483	34,3637009
1982	3,8808575	3,1067135	16,8814087	100,120781	89,6090088	540,152283	482,07605	372,162811	516,468323	557,121033	10,4767485	2,2247424
1983	0,1550592	1,951488	1,5270913	5,1001344	81,1890488	66,5991898	121,38578	292,80188	401,749847	465,219055	152,006867	42,0618248
1984	0,2727936	2,4321024	0	5,7747459	64,6603775	758,238586	386,110779	615,584106	376,9487	184,107117	53,6269836	2,009088
1985	0	0,1193472	0,1456128	6,1977601	172,099808	591,671814	181,762558	113,459099	460,489899	186,711548	34,8742676	43,3230324
1986	0,8059392	0	0,0423936	0,9427968	99,3023987	353,905914	136,645401	132,239929	449,090149	578,87262	26,8710918	5,0632706
1987	0	0,3142656	3,9131136	24,1238003	158,737305	163,341156	619,486633	440,061829	320,356903	136,348877	37,6621056	3,5039229
1988	0,0340992	0,1363968	0,043776	5,2494335	90,8557053	456,93158	549,116943	344,656281	297,039978	94,2524948	197,979034	75,4735107
1989	18,609869	0,0571392	0	0,6326784	96,9698334	563,127991	446,52533	839,779907	433,977753	229,725845	272,910645	102,711853
1990	2,0653057	8,8533497	0	0,0654336	125,872589	375,031311	488,083038	523,166992	301,344757	788,652771	442,284119	39,9868393
1991	7,446528	0,0009216	6,9447165	15,317914	348,221039	364,831482	280,064545	478,343597	332,154755	375,291199	40,7660561	79,8511124
1992	0,3488256	0	0	2,5632	18,4319992	529,433411	684,842835	630,794678	650,576782	260,733093	142,141129	38,0694542

1993	5,3157887	3,1435778	0	2,5288703	187,369568	180,801788	468,514252	376,811829	289,360291	392,534302	49,8502655	10,7854853
1994	1,1298815	0	0,18432	72,4248581	220,25502	565,706665	324,492127	403,080658	407,3237	463,315033	397,427551	7,6704769
1995	0,0073728	0,0470016	0,6119424	53,620533	417,752533	410,986603	1013,76599	249,339798	260,9151	711,57196	328,016327	161,678131
1996	20,2581501	0,2018304	94,3262177	48,5323792	525,813843	333,950989	499,215515	705,124939	597,928528	162,904785	424,034607	20,4761086
1997	17,4919662	3,7108223	0,3861504	17,2643337	60,3141136	201,74791	224,336563	411,683319	407,862824	223,730377	246,937195	1,6699393
1998	0,1078272	1,4086657	0	13,1719675	159,538635	447,447846	497,894409	441,3349	413,411316	714,90448	116,181503	30,2966785
1999	18,3564281	0,7723008	0,3787776	71,123558	354,92569	495,650299	814,098145	666,20343	545,603821	495,379364	30,7206135	41,877964
2000	1,5335424	0,3326976	0,562176	6,6714625	258,768677	676,98523	605,265442	684,045593	622,715881	163,543442	124,039063	1,806336
2001	17,0873852	0	0,147456	39,3993225	543,067566	590,515198	366,215271	612,024414	533,020691	161,674454	84,2738724	26,9296131
2002	4,0660992	0,1216512	0,076032	8,2980862	229,959015	359,701874	1038,06165	924,202576	562,372742	582,412476	119,94854	29,2847614
2003	0,0562176	0	4,9443841	27,3134594	281,271393	535,713196	950,71521	846,191895	537,196716	452,014404	76,4439545	52,4869614
2004	0,089856	4,9402366	2,6164224	13,6173315	311,445496	421,055542	768,668762	972,295837	435,193817	893,351135	94,7155991	1,6929792
2005	6,3129601	0,2783232	26,5761795	53,8057747	164,103775	473,426392	597,291748	724,880005	682,686279	149,120865	259,481079	57,8156548
2006	11,5301371	27,5337219	2,492928	13,2406273	284,440765	610,543396	517,779785	429,037048	514,81842	283,076813	194,370972	68,2836456
2007	2,2606847	0,0013824	0,0423936	122,859886	623,838379	371,167267	531,590393	908,748291	448,286072	204,816391	266,74054	19,3453045
2008	7,6419077	2,5611265	0	1,1547649	202,863052	130,956131	374,670044	597,585693	482,018005	535,0625	51,3073158	5,6374273
2009	0,5732352	0,0027648	0,5124096	14,0382719	87,3054733	247,84819	400,611694	451,263275	506,825623	617,765991	129,477432	40,5319672
2010	0	13,1512327	54,9642258	38,001255	360,404114	744,468445	658,38916	640,825806	735,65155	449,333435	203,144608	8,6473722
2011	6,4318461	1,9298303	5,7139196	10,9928446	78,2668839	412,809509	589,902344	566,112366	431,748413	418,575043	121,93782	94,9160461
2012	0,5658624	1,2506112	0,1299456	8,5303297	147,430893	417,283081	538,975159	248,250931	730,561523	390,985107	1,6303104	2,6339331
2013	1,410048	0,5746176	0,1363968	3,6863999	177,762817	892,070984	773,507629	629,81543	561,82074	608,533386	143,561325	6,165504
2014	0,2405376	0,0423936	3,5850244	71,4221573	46,7960815	281,1698	494,308472	421,133179	352,77533	307,834686	145,810028	6,8064766
2015	0,9520128	1,3510656	1,6210943	7,0161409	16,729805	291,070313	231,093964	245,685425	258,891052	246,389755	47,2255478	6,0701184
2016	0,119808	0	0,1649664	1,0229759	202,489121	440,626282	390,361633	875,217712	585,987366	439,474182	124,779106	11,530138
2017	13,1503096	0	0,4018176	0,0543744	361,851502	630,258728	1138,30359	583,764465	1234,60303	357,14856	244,526291	13,3855486
Promedios	4,58435963	2,11793382	6,06239392	26,2496421	214,766517	441,470584	531,548964	526,247484	500,913736	403,023816	161,200731	31,5098858



## Precipitaciones Área 9

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	8,2708988	0,0340992	0	29,367704	288,220276	650,960205	623,817688	385,170746	871,606445	911,5979	581,224548	1,1759616
1981	0,1783296	0,8036352	2,6606591	102,595276	455,209564	542,147339	546,376282	414,954102	908,787415	518,739624	317,773193	46,3601685
1982	3,408077	21,0198517	37,6902122	204,711319	137,672287	723,432068	607,451416	376,063263	824,255981	626,729492	14,478797	3,1067135
1983	0,1550592	1,951488	1,5270913	5,1001344	81,1890488	66,5991898	121,38578	292,80188	401,749847	465,219055	152,006867	42,0618248
1984	1,108224	2,6413054	0,0202752	14,4806395	76,755455	1018,62836	507,84491	736,082825	409,331879	275,782349	85,2208176	5,1466751
1985	0,009216	0,0705024	0,2774016	2,7542017	290,791748	546,310669	221,291824	158,117523	582,294067	259,602753	42,1383171	41,6572418
1986	1,5787008	0	0,1456128	4,0098815	137,147903	364,565155	203,620377	181,629395	621,891052	804,977051	40,6960106	23,1118832
1987	3,0180097	0,4727808	11,2536573	25,8287621	176,905731	192,521317	776,163208	403,760223	349,933838	162,108521	51,7625847	5,7231359
1988	0,3667968	1,1020032	0,239616	10,526515	160,446182	468,080414	570,719238	437,458649	452,785767	157,480713	273,303253	88,2929688
1989	24,299366	0,1829376	0	2,9942784	203,911377	678,133545	528,640381	854,554993	516,166016	325,934448	284,052795	122,786614
1990	1,7985024	18,8605442	0,1792512	1,469952	207,226822	472,456879	515,394226	691,705017	340,292053	866,849548	597,997681	86,9165573
1991	12,8102407	0,004608	8,2847233	42,0139008	430,9245	403,458038	362,787842	646,88208	392,56842	380,63739	80,654747	144,866303
1992	0,9755136	0,5428224	0,0004608	14,7246332	46,0150261	579,459229	806,657105	806,99353	810,36792	392,239868	158,40921	53,1505127
1993	7,7377539	2,8207872	0	10,4859648	286,889465	244,523514	484,085144	450,59375	423,201019	533,875488	79,78936	16,1049595
1994	3,0587902	0,0073728	1,3105152	87,2239075	327,341278	581,41626	464,669342	459,587647	564,051941	527,322022	465,589539	11,4674692
1995	0,0110592	0,09216	2,1694465	98,0029449	690,386231	519,160767	1016,90772	337,948883	401,953552	1024,08374	451,305206	233,112274
1996	31,850956	0,4073472	135,012085	66,1911545	525,167786	457,79834	635,556091	742,104553	796,641663	287,998627	447,3815	32,1062393
1997	14,5193472	5,6411138	3,4698241	39,7246475	75,6347885	230,679245	291,573731	449,31662	474,720764	251,341293	264,627289	4,2531838
1998	0,6534144	0,470016	1,4902271	26,2545414	280,253021	507,219849	611,160889	597,130432	683,293579	872,769043	160,894775	37,6809998
1999	25,1108341	5,6567807	0,5419008	75,6956177	438,924896	714,764404	959,248291	799,907776	721,342773	629,280457	27,1107082	52,8611336
2000	4,0135679	0,4184064	3,7200387	12,6379013	346,664459	738,477173	658,782715	828,090759	666,757324	174,149231	199,375259	4,5462527
2001	23,4657803	0	0,9533952	44,4635124	502,746613	647,898193	474,563171	814,590271	652,647156	173,601791	140,649063	34,962738
2002	10,3468037	0,59904	0,1009152	10,2481918	328,191223	448,502625	1088,27319	1138,9386	704,223572	678,776856	94,2312927	29,3160954
2003	0,175104	0	14,9965057	49,3793259	389,779663	751,933472	1110,90491	864,750183	813,064758	721,198975	112,184525	70,9115906
2004	0,08064	8,1165314	4,0025086	20,0683002	329,533295	576,805969	885,747437	1110,75794	651,987549	1098,95923	107,685272	4,0550399
2005	12,6033411	0,3013632	38,9081078	50,6207237	241,290543	606,363037	728,612366	836,524109	908,6073	210,36763	407,851318	76,7001572
2006	18,0476933	27,3844223	3,6039169	34,7028465	443,837952	700,661621	757,864868	546,464111	661,348694	399,706207	245,32254	104,76841

2007	3,4882557	0	0,064512	175,702576	662,082031	553,142944	602,872009	980,281006	636,45282	303,815582	276,833893	31,7491207
2008	13,8226175	9,1929598	0	7,6368384	388,194977	153,844528	597,210144	822,840393	630,14032	578,120606	70,4037857	7,1359487
2009	1,5575039	0,0304128	2,0648448	21,3235207	138,619232	328,134308	522,020996	523,467163	555,041443	776,26825	180,182938	73,2201996
2010	0,0055296	19,0614529	60,5505028	68,3403244	378,659638	883,157044	781,455994	976,86969	961,715881	499,595673	256,751312	15,3169918
2011	11,0693378	4,2789888	9,9035139	18,9849606	126,585449	544,11908	632,892212	867,064758	605,071411	569,038208	117,220146	122,579254
2012	1,1031553	2,2947841	1,1271168	15,5335684	161,852539	444,387451	610,676331	441,300781	804,348511	557,134827	4,8337917	3,5564544
2013	2,2809601	2,4786432	0,5511168	18,5518074	202,633118	975,917297	861,498779	728,255249	715,560181	903,017761	156,268341	9,9956732
2014	0,4303872	0,2562048	6,6594815	46,3131638	75,8034439	365,427307	540,405518	472,377716	523,813232	529,814026	183,379959	11,4112511
2015	1,2409344	1,4777856	3,5172863	10,806221	33,2388878	330,575378	290,900726	325,035889	298,179993	298,963348	81,7228775	6,7822852
2016	0	0	0,7713792	5,8936324	297,316681	545,73407	485,964752	1099,35449	902,375183	625,00885	150,580216	15,4755077
2017	10,9882364	0	0,8165376	0,152064	452,064179	865,038208	1143,03052	796,1698	1648,04846	424,762665	189,186966	16,4574718
Promedios	6,72734047	3,64929345	9,43643788	38,8293541	284,634403	537,432486	621,816529	641,997284	654,911047	520,970239	198,71265	44,4969279

## Precipitaciones anuales promedio de las áreas

Áreas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total de lluvia anual
1	6,05825881	4,17578765	3,49035994	27,0548958	262,912222	508,923551	556,876973	579,20753	605,784506	452,88467	191,267866	31,9781984	3230,614819
2	5,17916162	3,10857501	2,68411154	22,1216981	223,674802	436,461847	505,238055	508,3027	530,281978	388,357353	159,003515	27,6199093	2812,033705
3	5,32629621	3,14064298	2,07310282	20,0065175	210,400056	403,302871	478,237094	482,58302	483,254985	349,192834	137,0986	26,6192034	2601,235223
4	4,89197404	2,86312622	1,94966909	20,4250206	225,635809	451,229792	523,637696	524,855807	506,730623	408,05031	174,400806	28,7833751	2873,454009
5	4,96382856	2,91955607	3,25692224	23,3740256	233,444232	467,804008	534,77035	543,742545	531,466743	433,096351	177,835828	30,7010723	2987,375461
6	5,39227553	2,94596721	5,19268251	27,8057336	230,573796	477,267847	541,86051	551,574108	555,644457	433,386049	172,670298	31,3257361	3035,639459
7	6,47877532	3,65494427	6,28526348	33,6912889	259,838251	510,244155	570,046796	603,738703	610,895184	466,565138	182,423578	35,8443403	3289,706417
8	4,58435963	2,11793382	6,06239392	26,2496421	214,766517	441,470584	531,548964	526,247484	500,913736	403,023816	161,200731	31,5098858	2849,696047
9	6,72734047	3,64929345	9,43643788	38,8293541	284,634403	537,432486	621,816529	641,997284	654,911047	520,970239	198,71265	44,4969279	3563,613992

## Temperaturas Área 1

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,2408386	26,7604004	28,8099915	28,8191772	27,2353149	25,0779358	24,6118103	24,771814	24,2271667	24,1300293	24,0216919	24,7186523
1981	24,0618835	26,7209717	28,2106262	28,2780396	25,1022278	24,2939087	23,8474976	23,7989746	24,1142822	24,1534668	24,0326477	24,7879578
1982	25,14776	26,9981628	28,1125427	27,0067078	26,2303406	24,9304749	24,5498291	24,7489868	24,3425842	24,2706848	25,9823242	26,7906738
1983	26,1696716	28,010675	29,4887939	30,1892029	28,8442627	26,8376404	25,8393494	25,2253662	24,7881714	24,0780273	24,4400269	24,7442566
1984	24,5985046	26,5502869	27,7877136	29,0464722	27,7051025	24,5379883	23,8871704	23,9374939	23,8548828	24,8351379	23,8624512	24,7075134
1985	24,1742798	26,2803894	27,4578186	28,3403564	26,3546082	25,1132141	24,637384	24,4470154	24,0546509	24,5162903	24,507196	24,1559998
1986	24,4379517	26,2990967	27,1065613	28,9265991	27,6147095	25,0428406	24,885675	24,9962708	24,7672974	23,8169495	24,8150574	25,3570801
1987	25,2315002	27,4650513	28,6352478	28,5661255	27,5589539	26,970575	24,9990479	24,8331543	24,9923645	25,0733582	25,4612976	25,8669678
1988	25,5564819	27,4475952	28,2021729	29,4529053	27,8235107	24,4014526	24,3501526	23,6348816	23,7598206	23,964624	24,188623	23,6201721
1989	24,1039673	25,5360046	27,1195923	28,8290039	27,1778503	24,3320557	24,4016052	24,3765808	23,9113708	24,0391479	24,1169373	23,7835327
1990	24,9221741	26,7065979	28,0107971	28,9744812	27,8522888	25,2978455	24,1610352	24,5267273	24,6336609	24,0397278	24,3304688	24,6362244
1991	25,0004211	26,6435791	28,5112549	29,0252319	25,6332336	25,1005798	24,8156677	24,1926514	24,4599854	24,1439758	24,615686	24,7335449
1992	25,1811157	27,2792297	28,9618774	29,8947083	28,3113647	25,5294128	24,5164429	23,9405457	23,9125	24,3266235	24,7970825	24,3164001
1993	24,8890625	26,8113953	28,0127197	29,2121521	26,3915955	25,1751953	24,629541	24,4125916	24,1058594	24,2507568	24,7755676	25,7002502
1994	25,045343	26,8501526	27,8102356	28,3512512	26,3502747	24,9271179	24,3052612	24,4170166	24,7558228	24,1153198	23,9417969	25,2372681
1995	25,35177	26,9979187	28,2577148	27,0979553	25,1780945	24,7441345	24,0113464	23,9280334	24,2341553	23,7822815	24,1524292	24,0947205
1996	23,8394409	26,3253723	27,1369568	27,9547668	24,8953491	24,286676	23,7353149	23,7484375	23,9778992	24,0187317	23,8236938	24,2703491
1997	24,3331238	26,1461731	27,8687683	28,0773865	27,9585815	25,6576477	25,4319397	25,3411804	25,0258423	25,0909363	25,3031555	25,5095764
1998	26,0819336	27,8459412	28,9630066	29,3929688	28,2813354	25,5233398	24,4100586	24,6236511	24,5572144	23,8832031	24,2580811	24,3782593
1999	24,1433655	26,1111389	27,5605408	27,6390625	25,2305847	23,9816833	23,4556213	23,6505676	23,7404724	23,2594238	23,5038086	23,1826111
2000	23,9081665	25,8683105	27,2131287	27,8698364	25,7799316	23,9039856	24,0464722	23,7787415	23,6422363	24,0343262	23,7279907	23,9967285
2001	23,8000427	26,7067505	27,4010864	28,4427124	25,7579285	24,7203003	24,0718018	24,5584656	24,034021	24,4170776	23,8361145	24,3486877
2002	24,6499268	26,5951172	28,1718384	28,6070496	27,0525757	24,5056702	24,5085388	24,4344116	24,0574585	23,9321228	24,1178223	25,2190186
2003	25,2036072	27,5519043	28,2057129	28,5482422	25,7894836	24,6496216	23,8420044	23,7113586	24,1450134	23,8816772	23,9883057	24,2630249
2004	24,158136	26,442041	27,9357849	27,8216492	25,1328674	24,3600098	23,8900391	24,0883118	24,1817566	24,2042786	23,8800293	24,8321472
2005	24,8498474	26,5239807	28,2565857	27,794397	26,3363586	24,9095093	24,8415466	24,5814758	24,8115784	23,615625	23,4277283	24,3069092
2006	24,6527954	25,444574	27,7862793	28,1279541	25,8770996	24,481958	24,8373047	24,7295776	24,9704834	24,9504639	23,7819763	24,6863647

2007	25,7775208	27,3755432	28,2807556	27,1646362	25,7651917	24,7768799	24,7621399	23,9726196	24,4130188	23,7198425	24,1577087	23,7737976
2008	24,2203308	25,9262634	27,7480713	28,8767944	26,8376404	25,5366455	24,551355	24,3869263	24,5534607	24,1628357	24,2857605	24,1655518
2009	24,6703125	26,5603271	27,1047302	28,7260376	27,1068359	25,2645203	25,3416077	25,047876	25,3546997	24,6392151	24,3966614	24,791803
2010	25,2733398	27,2309509	28,1982056	29,1286865	26,9498535	24,8922363	24,5101868	24,1912476	24,1853271	24,0804077	23,2835327	23,25448
2011	24,281366	26,2660767	27,5032898	28,3159424	27,2117554	24,7194763	24,3406006	24,4077087	24,6688171	23,5947815	24,4167725	24,1897827
2012	24,6162964	26,2736755	27,8539063	27,7454773	26,2934814	25,1224304	24,8322998	24,8562561	24,6243225	24,236261	24,744165	25,6446777
2013	25,4520203	27,5335938	27,807489	29,1374451	27,3002869	24,7097107	24,5555359	24,6245361	24,4786011	24,5279175	24,4764954	25,2835938
2014	26,002771	27,3470398	28,4153076	29,4265381	28,5022827	25,7299744	25,6500793	24,9811035	24,3897949	24,6963135	24,8397766	25,1341797
2015	25,4150024	27,2424561	28,096521	29,1544128	29,2467896	26,5044495	25,9251648	25,9045654	25,8163086	25,7164856	25,0942017	26,48974
2016	27,4072205	28,1100708	29,9622131	30,0098511	29,0121094	25,5768066	25,1149841	24,8541504	24,9435974	24,6370483	24,4031616	24,7063843
2017	24,9733521	26,8392883	28,2882935	29,5728394	26,36651	25,0056702	24,4648987	24,802301	24,8750549	24,6197449	24,1942688	24,4261719
Promedio	24,91638537	26,77958149	28,05931927	28,61960674	26,8433833	25,02977825	24,56758712	24,45956774	24,43056721	24,24881897	24,31532882	24,6869751
Promedio anual	25,57974162											

## Temperaturas Área 2

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,565271	27,2028748	29,1432434	29,314447	27,7206665	25,2758423	24,9260498	25,0899902	24,4635864	24,3883606	24,2130676	25,0372253
1981	24,391687	26,9847961	28,5815063	28,6721436	25,3237244	24,559259	24,1093689	24,0541626	24,4023682	24,3306519	24,302301	25,055719
1982	25,5588318	27,4727112	28,6094604	27,5814758	26,7615906	25,1739746	24,9100281	24,9912354	24,5705505	24,4916016	26,3702332	27,2351929
1983	26,6355835	28,3659912	29,868219	30,959436	29,2487732	27,332666	26,291925	25,5884338	25,082666	24,370752	24,7113586	25,0433899
1984	24,9581848	26,8409363	28,2088562	29,6271606	28,2943054	25,0104309	24,1640869	24,091272	24,1631104	25,0847107	24,1762329	25,2078491
1985	24,5881592	26,6252686	27,8137451	28,8188416	26,7872559	25,434137	24,9605347	24,7591797	24,3614746	24,7184692	24,7784668	24,4843689
1986	24,8697754	26,5602356	27,4415833	29,3322083	28,0230652	25,334375	25,190271	25,3867126	25,0810181	24,0133911	25,1365295	25,7261902
1987	25,5445801	27,8530518	29,0109192	28,9764343	28,1337219	27,4197937	25,3374268	25,1574036	25,3709656	25,3134705	25,786615	26,2711121
1988	25,9693542	27,9259888	28,6016785	29,9937073	28,4736572	24,7517029	24,6423584	23,9968201	24,0217834	24,2196899	24,3984314	23,9131714
1989	24,4851929	25,8819824	27,4205872	29,1977783	27,5909973	24,5996338	24,7388855	24,6270996	24,1397644	24,2410828	24,3656555	23,9684387
1990	25,3243042	27,1538635	28,4202209	29,4330078	28,2928101	25,6664063	24,4515625	24,782312	25,0092407	24,2712952	24,5669495	24,9490906

1991	25,3667542	27,17547	28,9942871	29,6149841	25,9338013	25,3883911	25,197229	24,4798828	24,7222534	24,4173523	24,9943176	25,1644531
1992	25,7091309	27,6568848	29,3242126	30,4500366	28,8167969	25,8276611	24,7964722	24,2361084	24,2116028	24,6518494	25,1124207	24,7350403
1993	25,2673889	27,0868164	28,3913513	29,6792847	26,7334534	25,4583984	24,9471375	24,635614	24,3826538	24,503595	25,0299927	26,0047546
1994	25,4621826	27,2057129	28,1436707	28,9363647	26,6991821	25,2343994	24,7144409	24,7653748	25,0206848	24,3243652	24,1138245	25,6002136
1995	25,7447144	27,4597717	28,7095581	27,5165649	25,4923645	24,9871765	24,2810608	24,2262817	24,5000854	23,9935852	24,4318176	24,4049927
1996	24,2384583	26,779657	27,5449463	28,5108276	25,2040955	24,5508972	24,0302368	23,965448	24,2036377	24,2288147	24,0179382	24,5308167
1997	24,680719	26,6065002	28,3493591	28,7009827	28,4602295	26,009668	25,8496948	25,6736084	25,2528931	25,2903992	25,5843445	25,778833
1998	26,4326416	28,372583	29,4140564	29,9165894	28,798822	25,8966919	24,6072937	24,8791443	24,8319946	24,1002747	24,5295349	24,6419006
1999	24,4821716	26,6201721	27,9757019	28,1533142	25,6367432	24,2292725	23,6457764	23,8947693	23,9834229	23,5031372	23,7514587	23,5707642
2000	24,3541809	26,3044678	27,5903564	28,2915588	26,1794373	24,1198364	24,315332	23,9978577	23,8870789	24,303186	23,9765564	24,4251648
2001	24,2252747	27,1540771	27,9258972	28,8730408	26,1439148	25,080957	24,3238159	24,8262573	24,3087708	24,7902161	24,1881348	24,6048523
2002	24,9399658	27,0903564	28,6805969	29,0962463	27,4658447	24,7956787	24,7733704	24,7349182	24,3205811	24,1872192	24,4406982	25,5955444
2003	25,7021729	28,0382019	28,7873474	29,1981445	26,1289307	24,9283081	24,0491577	23,9955383	24,3833862	24,0484863	24,1866394	24,6545959
2004	24,5526978	26,8499695	28,3669067	28,4386536	25,5273987	24,6387573	24,157251	24,304895	24,4843994	24,4352356	24,1664978	25,2259155
2005	25,2716309	27,0710083	28,7154785	28,3284241	26,6672302	25,1460815	25,1514221	24,9331299	25,0257202	23,8889709	23,6273743	24,5886475
2006	25,0276428	25,9262024	28,1950623	28,6355225	26,4157349	24,7336365	25,1305786	24,9866272	25,2976624	25,2419983	24,0692078	24,9921814
2007	26,1680847	27,75625	28,7125183	27,6591125	26,1589905	24,994928	24,9802795	24,1784607	24,6478516	23,9946228	24,4052673	24,0880066
2008	24,6568542	26,4370667	28,1455322	29,2734619	27,2406555	25,9377991	24,840387	24,6768433	24,7852417	24,4277588	24,5794617	24,412439
2009	25,05224	26,8974243	27,5382324	29,1171204	27,769281	25,6588989	25,6402832	25,3379456	25,6402527	24,9070679	24,6663452	25,0928589
2010	25,7791687	27,8157593	28,7330261	29,5176331	27,2715698	25,139978	24,7373291	24,4252258	24,4140564	24,3496338	23,5173584	23,5740906
2011	24,5846802	26,7402588	27,9847656	28,9448486	27,5882813	24,9860474	24,6019226	24,6654907	24,9181763	23,8485657	24,6889282	24,562738
2012	25,0503784	26,5507751	28,1389709	28,277887	26,7859131	25,5259033	25,1733032	25,134729	24,875177	24,4375854	25,153833	25,9818359
2013	25,9147583	28,0378662	28,2427917	29,7712036	27,9929443	24,9394165	24,765863	24,921106	24,6846863	24,7820374	24,6441895	25,5896545
2014	26,3679443	27,8339478	28,8517395	29,8270203	29,202356	26,1466614	26,024408	25,2572571	24,6327454	24,9917847	25,0645691	25,456842
2015	25,946405	27,7244812	28,5365234	29,5858398	29,7245728	26,8972717	26,3687378	26,2669006	26,10354	26,0289551	25,3876282	26,9576965
2016	27,9252869	28,5657593	30,4287354	30,5867554	29,4482361	25,8416687	25,3945557	25,1365601	25,1513916	24,882196	24,6482483	24,999231
2017	25,3241821	27,3057495	28,7106262	30,0306335	26,6417786	25,1949097	24,6679932	25,0810791	25,0413147	24,8827759	24,4527527	24,7939697
Promedio	25,31891143	27,20870763	28,4803229	29,12733411	27,28366122	25,33809252	24,8654692	24,74057039	24,69415236	24,49697748	24,58513633	25,02420477
Promedio anual	25,93029503											

## Temperaturas Área 3

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	26,1231934	27,7022339	29,5009094	29,7903076	28,1764465	25,5388123	25,2773682	25,3351074	24,7849976	24,6861511	24,4403015	25,3984924
1981	24,9048096	27,2618958	28,968927	29,0005737	25,7158142	24,8503357	24,4553467	24,4137817	24,6959778	24,5736023	24,605249	25,3727966
1982	26,0977112	28,0451599	29,2478882	28,2861267	27,2505432	25,5339905	25,3004089	25,2985474	24,9287048	24,7818848	26,8134399	27,783075
1983	27,3105713	28,8510681	30,3940063	31,652002	29,7652527	27,7755676	26,6733643	26,0436035	25,3927246	24,7790161	25,1644836	25,5444885
1984	25,532251	27,1570374	28,7033936	30,0910889	28,7029053	25,5091492	24,5198303	24,3647705	24,4564148	25,4238831	24,559137	25,8683411
1985	25,1269775	26,9638306	28,2234436	29,2786194	27,1144043	25,7853027	25,3391357	25,065332	24,7168213	24,9686523	25,0468994	24,9904724
1986	25,4592529	27,0605713	27,7764221	29,80401	28,4547668	25,6629883	25,6067444	25,8643127	25,4094177	24,2701355	25,6064392	26,2469421
1987	26,0256897	28,1864563	29,5768677	29,4709106	28,7322021	27,933374	25,7383972	25,5394836	25,7711731	25,7081238	26,2069336	26,752832
1988	26,6278015	28,3407227	28,993158	30,4714905	29,0169006	25,0512024	25,0316711	24,3251892	24,3113037	24,5024963	24,7348267	24,3640076
1989	25,0217224	26,2332397	27,7464844	29,7193237	27,8813721	24,9180542	25,0646912	24,9415527	24,4456116	24,6239868	24,6177917	24,311792
1990	25,9553467	27,7581726	28,9517456	29,9776855	28,7209717	26,1554199	24,8473145	25,1133667	25,3460327	24,6042114	24,883905	25,4675232
1991	25,8575073	27,7433411	29,5137878	30,20849	26,3116089	25,7792603	25,6489502	24,8347717	25,0295044	24,7243286	25,5700012	25,7699219
1992	26,5179993	28,1769958	29,8767029	30,9602905	29,3158508	26,2730957	25,0992371	24,5836121	24,5097595	25,0375916	25,5334717	25,2625671
1993	25,8573242	27,5607849	28,7910706	30,077356	27,1133667	25,8337952	25,3392883	24,960199	24,7126709	24,8481689	25,411676	26,3945862
1994	26,095697	27,7551208	28,5333801	29,4899536	27,1833435	25,5989624	25,1779724	25,1596313	25,3784119	24,5884033	24,3692566	26,1079956
1995	26,4049316	27,9959961	29,1068665	27,8070618	25,9066406	25,2980591	24,6224609	24,4344727	24,7290283	24,2210022	24,7609497	24,8317505
1996	24,7289978	27,3147827	28,0405518	29,0488525	25,4859558	24,7849976	24,3799988	24,237085	24,448999	24,510614	24,3407532	24,8947083
1997	25,2176147	27,0352112	28,8790222	29,3464905	29,0524231	26,4423767	26,2812134	26,0589539	25,6138855	25,5820557	25,9214417	26,3014465
1998	26,9806763	28,9377686	29,9049622	30,5285583	29,2924438	26,2247559	24,9781433	25,2800537	25,0407654	24,3374573	24,83703	25,0007874
1999	24,9108215	27,1263062	28,3992249	28,6344238	26,1113525	24,5548035	23,9634949	24,2594543	24,3034302	23,8415466	24,0682312	24,0482727
2000	24,8940063	26,8585449	28,0020386	28,7134644	26,5313049	24,4586426	24,7020203	24,3035522	24,2287231	24,6348511	24,2776123	24,8723389
2001	24,8507629	27,6379639	28,4990173	29,2717834	26,5964905	25,6046387	24,689325	25,1180969	24,6374756	25,1516968	24,5637146	24,8315063
2002	25,4016052	27,6847168	29,2332703	29,5584351	27,9273315	25,1385132	25,1018616	25,1511169	24,6416565	24,5269714	24,8563477	25,9681946
2003	26,3382202	28,5717712	29,4067932	29,7912231	26,5519958	25,2682739	24,3122498	24,3510986	24,6662842	24,2889343	24,4774414	25,0722595
2004	25,1054321	27,2862183	28,8836304	28,956842	25,9497314	24,9070068	24,4827209	24,6144653	24,8325745	24,6814514	24,5794312	25,7506653

2005	25,8277222	27,569574	29,0312744	28,8366943	27,0862671	25,3682495	25,5083862	25,233667	25,2566772	24,1618896	23,9334656	24,9948669
2006	25,5539795	26,4205566	28,5874573	29,1422974	26,9295288	25,069696	25,4806152	25,3055969	25,6437012	25,5210205	24,4060303	25,380426
2007	26,7364441	28,1570374	29,1569153	28,2333008	26,5664612	25,234491	25,2519165	24,4579407	24,9578186	24,2685791	24,7378784	24,4204651
2008	25,244989	27,1012817	28,5980469	29,8413025	27,6624695	26,3050171	25,1614014	25,049585	25,0673462	24,7396179	24,9721313	24,6414734
2009	25,5035034	27,1259705	27,9974304	29,5969482	28,3548828	26,1349426	26,1223083	25,6682373	26,0104614	25,2318054	25,0460144	25,4959045
2010	26,4388672	28,1826416	29,2520386	29,9276062	27,6321655	25,3986755	25,0342041	24,6974426	24,6552979	24,5936218	23,827356	24,0310913
2011	24,856073	27,1776367	28,4663025	29,3901306	27,9778076	25,2774292	24,9720093	24,9431396	25,242334	24,1346375	24,9408203	24,9439636
2012	25,6021362	26,8776489	28,4327637	28,8803955	27,2975098	25,988031	25,5891052	25,5282532	25,2928711	24,7758728	25,7187439	26,4047791
2013	26,4692322	28,5959106	28,6181274	30,1810242	28,4994446	25,2044312	25,0667664	25,2212463	24,9249512	25,0839478	24,8848816	25,9823853
2014	26,7869202	28,3884827	29,3880249	30,2613464	29,723291	26,6099487	26,4631592	25,565332	25,0165039	25,2479187	25,3856445	25,869165
2015	26,6053101	28,1742798	29,0866333	30,0095459	30,188501	27,3951355	26,8754822	26,8225037	26,5559021	26,3948608	25,7939697	27,4538513
2016	28,4908691	28,9999939	30,8002869	31,0888306	29,8734985	26,2719055	25,784906	25,458551	25,4546448	25,1119629	25,0227295	25,3224426
2017	25,8469482	27,6835876	29,1630798	30,4753967	26,9273315	25,5161682	24,9020935	25,3790527	25,3339478	25,1382996	24,7941528	25,1453186
Promedio	25,87657679	27,67632928	28,94031437	29,6263206	27,72580469	25,70146051	25,23277797	25,07847787	25,01170542	24,79740134	24,93975219	25,45510254
Promedio anual	26,33850197											

## Temperaturas Área 4

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,8039185	26,934198	28,843866	28,558252	27,2445618	25,4284302	25,0100037	25,125238	24,6860901	24,4516846	24,4764954	25,2906433
1981	24,6723267	27,0276123	28,0328308	28,6822449	25,6383301	24,6993958	24,2372375	24,2358643	24,5493408	24,4768311	24,5577637	25,2908875
1982	25,6250244	27,2051331	28,0776611	27,2377258	26,7327209	25,3651672	25,0500122	25,2729126	24,732843	24,8096252	26,3883911	27,2988831
1983	26,6179749	28,1839844	29,5387817	29,9197632	29,0717712	27,3023315	26,3519531	25,743219	25,1187683	24,5614563	25,0372559	25,2997986
1984	25,0960327	26,7280823	27,707605	28,5065552	27,3753296	24,7876221	24,4570862	24,2999817	24,2497192	25,241449	24,3165527	25,3062073
1985	24,5067688	26,6961914	27,7426697	28,0906006	26,4046875	25,3982178	25,1264587	24,7757202	24,4853149	24,9470154	24,8968445	24,7131287
1986	25,1679932	26,251947	27,2563416	29,0051514	27,7782227	25,465387	25,3485657	25,4531494	25,141687	24,3062683	25,4420715	26,0527283
1987	25,8910156	27,5613953	28,4742676	28,9953247	27,8216187	27,251825	25,466394	25,2946106	25,4284912	25,5058533	25,9491211	26,4365173
1988	26,0647217	28,0325256	28,4530884	28,8424622	28,0481812	24,7102295	24,6158081	24,0052734	24,0747009	24,390863	24,755304	24,3229919

1989	24,9903198	26,3019653	27,0891663	28,8602539	27,396936	24,8665405	24,7893921	24,8381592	24,3748718	24,5759521	24,6267334	24,383783
1990	25,7917419	27,0361877	28,6010986	28,997522	28,0269409	25,8775269	24,6579224	24,9232422	25,0504089	24,5089355	24,8818604	25,2688232
1991	25,5586487	27,3478638	28,4195801	28,8926025	26,2903687	25,6131836	25,3121887	24,6937805	24,891626	24,5215088	25,2264343	25,4648682
1992	25,8559204	27,6537415	29,2091919	29,690332	28,7605225	25,9993835	24,921228	24,428949	24,4284302	24,7155701	25,0822693	24,9819885
1993	25,4823853	27,0511108	27,9178101	29,0200439	27,0786072	25,6064087	24,9370361	24,7782532	24,4421021	24,784021	25,2802063	26,2125793
1994	25,4276367	27,088739	27,8539063	28,4756104	26,7705322	25,2968994	24,6696411	24,7364746	25,1374451	24,4813782	24,4912964	25,8419128
1995	25,8770386	27,5333496	28,0298096	27,3411194	25,551416	25,1650024	24,4707275	24,3535706	24,6748291	24,2510925	24,6726929	24,7696167
1996	24,5653931	26,7697388	27,5424133	27,9275452	25,2555786	24,730188	24,0877319	24,158136	24,4012085	24,3716064	24,3796631	24,8320557
1997	24,9347168	26,9511353	28,3740479	28,2564636	28,6879822	26,108728	25,8887268	25,8335205	25,4693237	25,6273743	25,823938	25,9538208
1998	26,7218567	28,0004211	29,2417236	29,7272278	28,6244141	26,0491272	24,9008423	25,0689941	24,9760681	24,3529602	24,6432129	24,9427429
1999	24,922052	26,6919189	27,9297424	27,8768555	25,6551758	24,5033813	23,9255005	24,1615234	24,0962158	23,7070557	23,8984009	23,8905884
2000	24,5736938	26,3429199	27,3189636	28,2407166	26,2118774	24,4183594	24,4657532	24,2246948	24,027063	24,5013977	24,0862671	24,5784851
2001	24,477594	27,4014221	27,6289001	28,7348267	26,2416931	25,1054321	24,5857483	25,0107361	24,4453674	24,6848389	24,3405396	24,8444153
2002	25,1279846	27,3226257	28,6210266	28,705072	27,3082825	24,8659302	24,9569946	24,881311	24,5177856	24,432428	24,7702576	25,7620789
2003	25,8835999	27,4949585	28,0819336	28,6126343	26,2933594	25,0722595	24,2755371	24,1997314	24,6350952	24,2712646	24,3516785	24,8677612
2004	24,6708923	26,8223511	28,5888	27,8656555	25,6854492	24,7517029	24,356897	24,5877319	24,5755249	24,6171814	24,3750854	25,504541
2005	25,428064	26,739679	27,7727905	28,1473633	26,5684753	25,3475586	25,2188354	25,0147644	25,2226807	23,9627014	23,9712769	24,6925293
2006	25,2977539	26,1254211	28,0570923	28,2572571	26,2895142	24,8894592	25,3025452	25,1239563	25,4695068	25,3078247	24,2498718	25,2839905
2007	26,5194031	27,211145	28,7204224	27,4932495	26,1364075	25,1184937	25,0427185	24,426355	24,80401	24,122583	24,5701538	24,2456909
2008	24,9110352	26,496637	28,0361572	28,8131042	27,0516602	25,9804932	25,0631042	24,9125305	25,0027405	24,6501099	24,889032	24,7585999
2009	25,4561096	27,2482849	27,4571167	28,6701599	27,415033	25,7357422	25,8258606	25,5732971	25,7857605	25,1115967	24,9652954	25,2652527
2010	25,7234741	27,5197083	28,5141541	29,2094055	27,5197083	25,2858521	24,8861023	24,5992676	24,5780579	24,4452148	23,6603943	23,9321838
2011	24,7868286	26,6979309	27,6368652	28,1548706	27,382074	25,1652466	24,7697998	24,7877441	25,0830627	24,0408264	24,8017517	24,6367126
2012	25,2329956	26,5500122	28,4165588	28,0022217	26,6981445	25,6027771	25,3036438	25,2789551	25,0920959	24,7586914	25,3391357	25,9778992
2013	25,7908875	27,5775391	28,0116516	28,8163086	27,457666	25,0606018	24,8603455	24,955896	24,8875977	24,8635193	24,705835	25,7900024
2014	26,3949829	27,5790039	28,3625732	29,325708	28,299585	26,0586182	26,0804382	25,3954102	24,7963806	25,1052795	25,2117249	25,686792
2015	26,1684814	27,5748535	28,64953	29,4331299	29,5812927	26,9342896	26,5460449	26,4295593	26,1871887	26,2087646	25,5528503	26,9778687
2016	27,7440735	28,6499268	29,7541443	29,8308044	29,0642029	25,9466797	25,6437012	25,1531006	25,3881165	25,0353638	24,8409058	25,1125122
2017	25,4505859	27,1023804	28,8669678	29,5561462	26,7822815	25,4106079	24,8631226	25,1661621	25,3758484	25,0040222	24,6697937	24,8797241
Promedio	25,50557701	27,14484317	28,23240132	28,65190237	27,16317381	25,44671262	25,00714866	24,892152	24,84956231	24,67663446	24,7941673	25,24609488



Promedio anual	25,96753082											
----------------	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Temperaturas Área 5

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,6688477	27,1809937	29,1260315	28,7497192	27,1502625	25,2290588	24,8008362	24,9719788	24,4976746	24,2506348	24,2153259	25,0689331
1981	24,581842	27,2062927	28,4123474	28,7227417	25,4044739	24,5234009	24,0432983	24,044397	24,3586365	24,2792908	24,2994019	25,118158
1982	25,5265747	27,2828003	28,1974121	27,1361938	26,6177917	25,1361023	24,8621765	25,0309692	24,532251	24,5421082	26,370752	27,3635498
1983	26,5797363	28,2781616	29,723291	30,2632385	29,1237122	27,094873	26,1513	25,5352722	24,9951416	24,3030334	24,679834	25,1228577
1984	25,0640503	26,9310547	28,0026794	28,8723694	27,5872437	24,6732117	24,2536255	24,0807434	24,0688721	25,0846497	24,156488	25,3165527
1985	24,4909912	26,8005005	27,9169861	28,4894958	26,5442139	25,2551208	24,9279114	24,6426941	24,3612305	24,7562195	24,7574402	24,5381714
1986	24,9883972	26,5979858	27,492395	29,2915283	27,9634949	25,3300415	25,1622864	25,2729126	24,9554993	24,0584045	25,211084	25,9349304
1987	25,7867065	27,738031	28,8357483	28,9518066	27,7220093	27,1883179	25,2924744	25,1218201	25,2219482	25,2981506	25,7622925	26,2583862
1988	25,960199	28,1094604	28,7635132	29,1775146	28,1082092	24,6396729	24,5196777	23,8833557	23,9177795	24,1932007	24,5111023	24,0694214
1989	24,7574402	26,2834412	27,3833252	29,2748962	27,3398376	24,623468	24,5903259	24,5831848	24,1626221	24,3354126	24,4168945	24,1139465
1990	25,5318542	27,2087341	28,7440125	29,2740417	28,0727783	25,6444336	24,4690491	24,7524963	24,8868958	24,3140503	24,5847412	25,0319153
1991	25,3542725	27,4488464	28,6918884	29,189447	25,961084	25,4282776	25,1231323	24,4765259	24,712915	24,3454224	24,978479	25,1969543
1992	25,7146545	27,8296448	29,4831177	29,9629456	28,8037964	25,7934204	24,7719055	24,2091003	24,1935974	24,4680725	24,9761292	24,7279907
1993	25,3183228	27,2676025	28,2544189	29,4270874	26,806604	25,4589783	24,735376	24,6100708	24,265741	24,549646	25,0737244	26,1606689
1994	25,3864075	27,2863708	28,1521851	28,7075745	26,4959045	25,1112	24,4841858	24,6307312	24,9684692	24,2690369	24,2061707	25,6476074
1995	25,7872253	27,5803772	28,4005371	27,4024902	25,3793884	24,9557739	24,2592407	24,1467834	24,4479004	24,0300232	24,411554	24,4377075
1996	24,3175598	26,9043518	27,6836487	27,9269348	25,0855042	24,5432678	23,924707	23,9617554	24,156488	24,1855713	24,0556274	24,6460815
1997	24,8302856	26,9275757	28,5536743	28,3604065	28,4682861	25,8765808	25,7019897	25,5860229	25,2549988	25,4275146	25,635553	25,908075
1998	26,5315186	28,2142273	29,3734375	29,6636902	28,4783264	25,7653442	24,7086121	24,8488708	24,7833801	24,07995	24,4192749	24,7032104
1999	24,6196228	26,75271	28,1739136	27,9946838	25,5158325	24,2498413	23,6636902	23,8957153	23,9096313	23,4930969	23,7640625	23,6631714
2000	24,4407593	26,4789368	27,7117859	28,3411194	26,0887695	24,1774231	24,2526794	24,0329834	23,8333069	24,28396	23,9864136	24,4106995
2001	24,3542725	27,4832092	27,7614685	28,83703	26,0463806	25,0057617	24,3471008	24,8486877	24,2644287	24,5520264	24,127832	24,6119934
2002	24,9776855	27,3471008	28,7408691	28,9283691	27,3470703	24,7116943	24,7412354	24,6262756	24,3063904	24,2065979	24,4699036	25,5646301

2003	25,7559448	27,8000122	28,3926636	28,8054138	26,0260559	24,8564087	24,113916	23,9788452	24,3870789	24,0390869	24,1530701	24,6122986
2004	24,5624634	26,9459167	28,6334167	28,0766235	25,4865356	24,5865112	24,1617981	24,3871399	24,3764587	24,3495422	24,1677795	25,3732849
2005	25,2864929	26,9660889	28,0021606	28,1055237	26,5251099	25,1350952	25,0765625	24,7896057	24,9655701	23,7691284	23,6803833	24,5658813
2006	25,1201416	26,1150146	28,211145	28,3861633	26,1957336	24,7388245	25,1557556	25,0130859	25,2136475	25,1033264	23,9985596	25,0197998
2007	26,4337402	27,4643188	28,8316895	27,4356018	25,8612	24,9273315	24,9163147	24,1729065	24,6257874	23,9036499	24,3560425	23,9826294
2008	24,7279907	26,5779968	28,1873718	29,2252441	27,0326782	25,8871094	24,8337036	24,6209045	24,7661072	24,4099365	24,6699463	24,5593811
2009	25,2387329	27,2712036	27,6110474	28,915033	27,2255798	25,5331055	25,6277405	25,3017822	25,5761047	24,8650757	24,6762329	24,986322
2010	25,6948181	27,6743713	28,4724976	29,2880188	27,2491699	25,1040283	24,6901489	24,4079224	24,3307434	24,2517029	23,5151306	23,6899353
2011	24,600824	26,7812744	27,8224121	28,3177124	27,4395691	24,9892212	24,526178	24,5959717	24,850061	23,8190247	24,6507507	24,4399048
2012	25,0852295	26,6961609	28,4740234	28,1605164	26,5885559	25,3879944	25,1172729	25,1007935	24,8595215	24,4731995	25,1796509	26,0184265
2013	25,7488037	27,7933594	28,2137695	29,2138916	27,5680481	24,89953	24,643457	24,8254028	24,6699768	24,698053	24,5353333	25,6656128
2014	26,5017639	27,8070007	28,7020203	29,5485779	28,4926392	25,9154297	25,8820129	25,1750732	24,5977417	24,902887	25,0410095	25,5117737
2015	26,0792175	27,686853	28,6399475	29,6499268	29,6370789	26,7130371	26,296167	26,1999756	25,9946838	26,0050293	25,3080078	26,9536377
2016	27,8710571	28,7603394	30,1299072	30,174646	28,9977356	25,7325684	25,4102417	25,0015503	25,1573425	24,8583313	24,6590515	24,9255615
2017	25,3584229	27,277124	28,933374	29,8026978	26,5896545	25,1882874	24,6401306	24,9838806	25,1210266	24,78573	24,4651428	24,6932617
Promedio	25,38512814	27,283038	28,44305612	28,84344514	27,07963996	25,2634144	24,81258464	24,69337334	24,64599079	24,46157308	24,58226769	25,06877168
Promedio anual	25,88019025											

## Temperaturas Área 6

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,7376343	27,4165588	29,456842	29,2536865	27,3836914	25,1813599	24,7581421	24,9753967	24,4174744	24,2141663	24,1232239	25,010614
1981	24,5598389	27,2508179	28,7324768	28,7683655	25,291925	24,4640137	23,9909912	23,9785706	24,2885376	24,2343689	24,2342773	25,0582214
1982	25,5933472	27,4329468	28,4587952	27,30401	26,6854492	25,0511414	24,8701721	24,971582	24,5393005	24,4634949	26,4246155	27,4719177
1983	26,7228027	28,5264526	29,9664551	30,6966187	29,2665955	27,1257263	26,1375366	25,5099121	24,9320923	24,2897278	24,5581909	25,1021057
1984	25,1491638	27,0378357	28,3426147	29,5584656	27,9626099	24,7879578	24,2083984	24,0225769	24,0196777	25,0171753	24,1093384	25,3774658
1985	24,6043945	26,9514099	28,1498657	28,967218	26,767511	25,2565552	24,9014832	24,630304	24,3393188	24,6655212	24,7739502	24,4959656
1986	24,9750305	27,0118042	27,734552	29,62005	28,1158691	25,2981812	25,1716858	25,2769409	24,9167419	23,9279114	25,1098877	25,8556458

1987	25,7664124	28,0650269	29,2019592	29,0159851	27,7439209	27,197168	25,2271362	25,1483398	25,2028442	25,2167603	25,6949707	26,253717
1988	26,0447632	28,1672913	29,0252319	29,8538452	28,1838318	24,6831909	24,5416504	23,8483215	23,8985229	24,1379944	24,3616882	23,9757629
1989	24,6719604	26,3256775	27,806543	29,7143188	27,3485962	24,509668	24,5913025	24,5265442	24,0745789	24,3052307	24,3536011	24,0671631
1990	25,4851929	27,2614075	28,8427979	29,7024475	28,2567078	25,5542236	24,4214111	24,7179504	24,8462463	24,2156616	24,5160767	25,0008484
1991	25,3737732	27,4979797	29,1668945	29,6274658	25,8605286	25,3771606	25,1461426	24,4214722	24,6289612	24,3107544	24,9634949	25,061853
1992	25,7737671	27,9222046	29,8892761	30,3724915	28,8613831	25,7245117	24,677179	24,1989075	24,1391846	24,499353	25,0402161	24,7495667
1993	25,3471313	27,5125977	28,5728394	29,6202942	26,6071716	25,3854614	24,7921387	24,5822693	24,2556091	24,4630371	25,0274292	26,1028992
1994	25,5106445	27,5384766	28,3467957	29,071344	26,4200989	25,0460144	24,486261	24,5937439	24,9165894	24,2286621	24,1364685	25,6405579
1995	25,8316589	27,6381165	28,909021	27,4620605	25,3690125	24,9071594	24,1788879	24,1057373	24,3834167	23,8949524	24,3283936	24,3446594
1996	24,2875	27,0819336	27,8494202	28,0631958	25,0722595	24,4843079	23,9235779	23,8673035	24,114801	24,1628967	23,9563232	24,5624634
1997	24,8288513	26,9881836	28,7105347	28,5733582	28,3336731	25,9184814	25,6913391	25,5247131	25,2228333	25,3113037	25,5647217	25,9322449
1998	26,5107971	28,4112183	29,6367432	29,8450256	28,5181213	25,7616516	24,5755859	24,761377	24,7235962	23,9874512	24,3994385	24,6608215
1999	24,5440308	26,9226624	28,3012939	28,211145	25,4424072	24,159967	23,6039368	23,8266235	23,8834473	23,455011	23,6988464	23,6365601
2000	24,4738403	26,6461426	27,9286743	28,4613281	26,1349121	24,1045471	24,1661316	23,987085	23,7732178	24,2280518	23,9489685	24,3853699
2001	24,3829895	27,6110474	28,0955444	29,0980774	25,9760376	25,0003906	24,2700745	24,7746216	24,2089172	24,5454956	24,106012	24,5658508
2002	24,968103	27,5200439	28,9585815	29,2389465	27,5026489	24,7381836	24,6848389	24,593988	24,2024475	24,1559998	24,4034973	25,5452209
2003	25,8332458	28,2127014	28,937677	29,0396362	25,9102112	24,8614746	24,0493408	23,9194885	24,3492371	23,9961182	24,1475464	24,5297791
2004	24,6706177	27,0912415	28,7596375	28,4474121	25,4594666	24,4966675	24,091333	24,2780701	24,3252808	24,3047424	24,1252991	25,3914429
2005	25,3434387	27,2589966	28,5255676	28,196405	26,6159302	25,0611511	25,0723816	24,7716003	24,9420715	23,7465759	23,5227295	24,5650574
2006	25,0957581	26,1895996	28,4799438	28,6307007	26,1908203	24,7164856	25,1146484	24,9516846	25,1948181	25,075647	23,964624	25,0012451
2007	26,4544312	27,9351746	29,0598999	27,6236206	25,746698	24,8810974	24,9009338	24,0798889	24,5761658	23,8564697	24,3097778	23,9703918
2008	24,7698914	26,6361023	28,5239807	29,6568542	27,163446	25,8680359	24,7610413	24,5862061	24,7074524	24,3323608	24,5761963	24,4269653
2009	25,228479	27,3453308	27,844751	29,2398621	27,2442566	25,5090576	25,569574	25,2567078	25,5285278	24,8305603	24,6247803	24,975824
2010	25,8467957	27,797998	28,6404968	29,5841919	27,1491943	25,0293823	24,6330811	24,3686157	24,2700745	24,2108398	23,4836975	23,620874
2011	24,5425964	26,896875	28,1779114	28,7497192	27,5361572	24,9257141	24,5290466	24,5649658	24,777002	23,7317444	24,5749451	24,433252
2012	25,1297852	26,8504578	28,5135437	28,4578491	26,6862427	25,39422	25,1307617	25,0963989	24,8642822	24,3434387	25,2025696	26,0680481
2013	25,8530518	28,1361938	28,4904419	29,7256714	27,8585144	24,8805481	24,7164551	24,8167358	24,6384521	24,6700073	24,5391479	25,679071
2014	26,6861511	28,0391479	29,073999	29,7905212	28,7599426	25,8712402	25,8658081	25,1473633	24,5493103	24,8754211	25,0017029	25,4908386
2015	26,1537109	27,881311	28,769342	29,9480835	29,7656799	26,7195679	26,2097107	26,1657043	25,9804626	25,9240051	25,2693115	26,9905945
2016	28,0603577	28,9295288	30,6043335	30,6477295	28,9865967	25,5941406	25,3562256	24,9882751	25,0712524	24,810144	24,5953308	24,9062744
2017	25,442041	27,4816833	29,0786682	30,1859985	26,5869385	25,1619202	24,571283	24,931543	25,0073486	24,7395874	24,4059082	24,702478

Promedio	25,4277363	27,45842575	28,72536701	29,15852628	27,12539625	25,22862436	24,7786218	24,65177708	24,59763408	24,40470115	24,53097888	25,04235872
Promedio anual	25,92751231											

## Temperaturas Área 7

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,8733459	27,7566772	29,653894	29,6865479	27,6428467	25,2422424	24,8991333	25,0215088	24,5064331	24,3261963	24,1869751	25,1585632
1981	24,7734924	27,3290649	29,0343872	28,8440491	25,3041016	24,5143677	24,0039307	24,0202881	24,3296143	24,283075	24,2992798	25,1551147
1982	25,7434326	27,6247192	28,7333313	27,4641357	26,6417175	25,1007935	24,9217468	24,9871765	24,5800415	24,5210205	26,5746094	27,7141357
1983	27,0824829	28,7151428	30,1776672	31,0500427	29,4945618	27,1558167	26,153894	25,6237732	25,0101868	24,3757874	24,6714722	25,1967407
1984	25,3898865	27,2586304	28,6937805	30,1172119	28,0987488	24,9037109	24,2487427	24,0353638	24,1554504	25,0497986	24,2059265	25,5508972
1985	24,9164368	27,0290771	28,4439941	29,2870728	26,7896973	25,2947327	25,0100647	24,6629272	24,328241	24,6899963	24,8150574	24,6588379
1986	25,205072	27,1913696	27,9606567	29,8563782	28,1883179	25,2911621	25,2119995	25,3858582	24,9608093	23,9708191	25,2107178	25,8162781
1987	25,930719	28,2672668	29,6126953	29,1921936	27,7879883	27,2696472	25,3503662	25,2450195	25,2578674	25,2482239	25,9016968	26,4279114
1988	26,377771	28,3572327	29,2824951	30,4279419	28,47323	24,6954285	24,7243896	23,9447266	23,9242493	24,1415344	24,421106	24,0550171
1989	24,7998291	26,423822	27,9825684	29,948175	27,2933899	24,5376221	24,7343079	24,586145	24,0954834	24,3426147	24,3832336	24,1170288
1990	25,7167297	27,4338318	29,0780273	30,0101868	28,3147522	25,6479126	24,5213867	24,7681213	24,9904419	24,2760254	24,557428	25,15896
1991	25,5723206	27,7286926	29,5544678	29,9125	25,8519531	25,4583984	25,2614075	24,5117126	24,6873108	24,4319092	25,1388794	25,1939331
1992	26,1667725	28,0658508	30,131311	30,6722351	28,894281	25,7278381	24,7186523	24,2305847	24,1657654	24,5986877	25,2603088	24,9134766
1993	25,5199524	27,6594482	28,9477783	29,8875977	26,5083252	25,4972168	24,9407288	24,6356445	24,3489929	24,5524841	25,1467529	26,1388794
1994	25,8080383	27,7435547	28,5993896	29,4141785	26,4712463	25,1588379	24,6419617	24,7069641	24,9628845	24,2911621	24,1908203	25,809198
1995	26,1267944	27,8839661	29,2010437	27,3406921	25,4468628	24,9286743	24,2412048	24,1296936	24,4183899	23,8881775	24,422937	24,4321838
1996	24,4000488	27,2671448	28,0486694	28,0334106	25,0892578	24,4855591	23,9578186	23,8937012	24,0857788	24,2202087	24,0068298	24,6523682
1997	25,0419556	27,0768982	28,9056335	28,7884155	28,3173767	26,0700317	25,8171631	25,624353	25,2266479	25,3445068	25,6633545	26,0836731
1998	26,6845032	28,6550232	29,8670288	30,0627991	28,6650635	25,8289429	24,6249939	24,8169495	24,7097717	24,0100037	24,4721619	24,729425
1999	24,6698547	27,0711914	28,4532104	28,4267822	25,498468	24,2266174	23,6737	23,9479614	23,9106689	23,507135	23,7954041	23,6614929
2000	24,6970764	26,8608032	28,0624023	28,4900146	26,2138916	24,1714722	24,2528931	24,0547119	23,8200012	24,2874084	24,0320068	24,5264221
2001	24,6040283	27,7414185	28,4467407	29,237207	25,9800659	25,1446472	24,3803955	24,8067871	24,2390076	24,6432434	24,1840149	24,5625854

2002	25,1466003	27,6956421	29,2661987	29,5332581	27,6796509	24,7996155	24,8241821	24,70495	24,2745911	24,214502	24,5205322	25,6094299
2003	26,0908752	28,5826965	29,3759705	29,2444397	25,8256775	24,9087463	24,064325	23,9856201	24,4212891	24,0017334	24,2662292	24,6575562
2004	24,9791809	27,3588501	28,8874146	28,615686	25,4952026	24,5481506	24,1192871	24,3177124	24,4023376	24,3302246	24,2553345	25,5286194
2005	25,5559021	27,5364319	28,9753662	28,2349182	26,7704407	25,0855652	25,1328369	24,883783	24,9460388	23,7855774	23,5950256	24,7011963
2006	25,2545715	26,2700439	28,7565247	28,8449341	26,2751099	24,7856079	25,1292664	24,976709	25,2505737	25,1374756	24,0911499	25,1240173
2007	26,6366516	28,3252197	29,3007751	27,8753296	25,8002563	24,9042297	24,9927612	24,1609436	24,6167847	23,9490601	24,435022	24,1052185
2008	24,9973694	26,77276	28,7261902	29,8987061	27,1402527	25,8203979	24,8607422	24,6890808	24,7538086	24,3966003	24,6755005	24,4091736
2009	25,3309265	27,3543945	28,0595337	29,5855042	27,3983398	25,5899292	25,734491	25,2931152	25,6010376	24,9166199	24,7309509	25,1732117
2010	26,2065063	27,7714783	28,8492065	29,8056274	27,1276489	25,0562683	24,6819702	24,3396545	24,3167053	24,2871948	23,6146179	23,7597595
2011	24,6247192	27,0329529	28,5115906	29,2620483	27,5299011	24,9305969	24,6540466	24,6445251	24,8939453	23,7497192	24,6484619	24,5443359
2012	25,3627563	26,9687439	28,5780884	28,6578308	26,7339417	25,6008545	25,21026	25,112207	24,9725281	24,4031006	25,4091736	26,1940247
2013	26,1506592	28,4764648	28,7838989	30,0238892	28,189325	24,9280334	24,7383667	24,926416	24,6656433	24,7550903	24,648584	25,793512
2014	26,844812	28,3189331	29,3890015	30,153009	29,1939941	25,950647	26,0034729	25,1862427	24,6301819	24,8616577	25,0972839	25,6018921
2015	26,4101501	28,0868469	28,9491516	30,1674744	29,884729	26,849054	26,2789856	26,2720581	26,0482117	25,977594	25,4105774	27,1107727
2016	28,3557373	29,2018066	30,9073425	30,9918762	28,9444519	25,5848328	25,3977905	25,0848328	25,1245667	24,8661743	24,6447693	24,9726501
2017	25,6795288	27,8303467	29,3124329	30,5151611	26,5673157	25,2143188	24,6544128	25,0403687	24,9883362	24,8072449	24,5243469	24,8336731
Promedio	25,65072342	27,65064311	28,9868384	29,40945948	27,19795741	25,28706633	24,86231786	24,71732081	24,64791099	24,45893651	24,63443507	25,15347804
Promedio anual	26,05475729											

## Temperaturas Área 8

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,8434998	27,56698	29,50625	28,7898804	27,3189331	25,3997131	24,9835449	25,1337219	24,7237183	24,3910156	24,3372437	25,294397
1981	24,9350525	27,7061707	28,7098022	29,0341431	25,5417419	24,659906	24,1864868	24,1959778	24,512384	24,4136292	24,4707886	25,2182861
1982	25,7466064	27,8752686	28,4101196	27,4914795	27,0790649	25,2875305	25,1044861	25,1759583	24,7176147	24,6908508	26,6471497	27,8694702
1983	26,8966614	28,6335999	29,995874	30,5547729	29,441095	27,3557678	26,3663574	25,7558838	25,1459595	24,5031067	24,7783447	25,2760254
1984	25,2257324	27,2722412	28,4630371	29,153894	27,9864136	24,9171082	24,4733521	24,2059875	24,2368103	25,1360718	24,3435303	25,8022705
1985	24,7830139	27,2982422	28,5212646	28,8998352	26,6491028	25,4100891	25,1784912	24,80224	24,5388733	24,7989746	24,9081665	24,7698303

1986	25,3753296	26,9773804	27,9426208	29,8778625	28,2598206	25,5275208	25,3072144	25,4200684	25,0514465	24,1733643	25,338739	26,2079102
1987	26,1329285	28,2502075	29,2170654	29,3368164	27,9728943	27,3526855	25,4439331	25,3531433	25,3644653	25,4370667	25,9881531	26,6998535
1988	26,3336426	28,8261353	29,3240601	29,444635	28,2814575	24,8078857	24,6957642	24,0569092	24,1011902	24,3426758	24,6674438	24,1946045
1989	25,2365051	27,0558411	27,8830811	29,8485352	27,5072266	24,7377258	24,748407	24,7513977	24,2880493	24,5862366	24,532251	24,2992493
1990	26,0238586	27,4419189	29,3503357	29,8662048	28,402124	25,7958313	24,7026917	24,9775024	25,0444885	24,4102112	24,7952209	25,3718811
1991	25,5595947	28,0296875	29,1203552	29,5967346	26,1968628	25,6478516	25,3615356	24,7229858	24,8684021	24,4999329	25,2908875	25,3934875
1992	26,2319885	28,2878967	30,0269714	30,2424561	29,2894226	25,9763733	24,8702332	24,3983093	24,3844543	24,6619202	25,1113831	25,0562988
1993	25,6354919	27,6404358	28,5576111	29,6470886	27,048822	25,652887	24,9096008	24,8189331	24,4972168	24,7584778	25,1777283	26,3948914
1994	25,6967712	27,7691895	28,59823	29,2542358	26,6975342	25,2222839	24,5964294	24,7540833	25,066095	24,394281	24,4030701	25,9497009
1995	26,0533997	28,1390015	28,6675049	27,7647949	25,6508423	25,1200806	24,3955017	24,3442017	24,6267029	24,1834045	24,5911499	24,5640808
1996	24,6071106	27,4423767	28,0939575	27,9731384	25,2609192	24,7139221	24,0809265	24,0708557	24,3349243	24,3452087	24,1789795	24,7507263
1997	25,2362305	27,5890137	29,1399475	28,5804077	28,7697388	26,11297	25,8838745	25,7440735	25,4358154	25,5590454	25,7838989	26,1524902
1998	26,8113037	28,5289551	29,859552	30,1372009	28,7585388	25,9457336	24,8758484	25,008783	24,9549805	24,2569519	24,5766541	24,8632446
1999	24,9903503	27,6726624	28,8001953	28,3165527	25,7065979	24,4359985	23,8690735	24,1255737	24,0848022	23,6706482	23,9343201	23,95495
2000	24,836908	27,1211792	28,0943542	28,7695251	26,3909241	24,4054199	24,2907349	24,251825	23,9831177	24,4196411	24,1404663	24,6335693
2001	24,7037598	28,3219849	28,3336426	29,4321533	26,1414124	25,1282288	24,5273682	25,0273682	24,4618164	24,658197	24,2556396	24,7249084
2002	25,2019287	28,0395752	29,3964478	29,3030945	27,6208435	24,9192444	24,9774719	24,7848145	24,4993835	24,3653809	24,6875854	25,7516418
2003	26,204187	28,1395508	28,7812439	29,1646973	26,0379883	25,0353638	24,311731	24,1133667	24,6160522	24,2109619	24,2862183	24,7716309
2004	24,8845764	27,3162476	29,3347412	28,4989258	25,6567932	24,6864563	24,3446899	24,5522095	24,5599915	24,4561401	24,3533264	25,7429443
2005	25,6079956	27,4183899	28,2363525	28,2388855	26,7473389	25,2867676	25,2922302	24,9478394	25,0971008	23,928949	23,8287903	24,6201721
2006	25,3485046	26,632196	28,8004089	28,8119141	26,4153687	25,0039612	25,3281494	25,1157471	25,4173218	25,2369934	24,1877991	25,2360168
2007	26,8460327	27,7046143	29,5431763	27,8697754	25,8679443	25,0748535	25,1553284	24,2873169	24,777124	24,0887695	24,4929749	24,1354919
2008	25,0994812	27,2599426	28,7490173	29,5939575	27,3281799	25,9947144	24,9997192	24,7893311	24,95849	24,5552307	24,8593384	24,6762024
2009	25,6177612	27,9768311	28,1769958	29,2031494	27,5028015	25,7743164	25,8577515	25,4536072	25,7498718	25,0710388	24,8599792	25,1257568
2010	26,1160217	27,9536377	28,7342773	29,6128479	27,3722168	25,1989685	24,8197266	24,5565735	24,4691711	24,4125	23,6270386	23,9051147
2011	24,7211853	27,2819153	28,3506714	28,5606323	27,6335083	25,2066284	24,7267395	24,7530762	24,9435364	23,9489685	24,7568604	24,5559326
2012	25,3893372	27,0932556	29,038324	28,7837769	26,8591248	25,632135	25,3496033	25,2237488	25,108728	24,6055237	25,4748474	26,4018494
2013	25,9571167	28,2197815	28,7906738	29,6091248	27,9489075	25,0761658	24,8154236	24,9474121	24,8443542	24,8676697	24,573114	25,9467712
2014	26,8658997	28,2914673	29,0656677	29,745752	28,810083	25,9909912	25,993158	25,3489319	24,7843262	25,0807129	25,1544739	25,734491
2015	26,5644775	28,0775391	29,2375122	30,287561	29,8404175	26,9824463	26,4766174	26,3652283	26,146051	26,0567261	25,4272095	27,2368713
2016	28,3133484	29,3677612	30,5346924	30,6350342	29,0274902	25,7862793	25,6280457	25,08172	25,2987915	25,0444275	24,7540833	25,0665833

2017	25,7537476	27,8489014	29,6907288	30,3626343	26,7230164	25,3518005	24,7957703	25,1270996	25,3285767	24,942804	24,5765015	24,814325
Promedio	25,72071951	27,79126251	28,92307273	29,21826605	27,30903979	25,43722647	24,99273714	24,85641593	24,81637364	24,60957128	24,74082498	25,29378742
Promedio anual	26,14244145											

## Temperaturas Área 9

Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	25,7539001	27,7557922	29,7738281	29,1336914	27,3087402	25,1926514	24,7561584	24,8798462	24,4933716	24,2142578	24,1368042	25,119104
1981	24,8179565	27,6968628	29,047113	28,7123047	25,220697	24,4381348	23,9374939	24,0038696	24,3019958	24,1876465	24,3059937	25,0656067
1982	25,6283813	27,8149963	28,2590576	27,2408691	26,5822998	25,0102783	24,8826843	25,0192505	24,5129333	24,4860474	26,492395	27,8481384
1983	26,9439026	28,7208496	30,1260315	30,5226685	29,4031006	27,0664001	26,0814148	25,5656372	24,9645325	24,2909485	24,5285278	25,0702759
1984	25,2321106	27,383783	28,8321472	29,7158447	27,9145447	24,6632019	24,2524048	23,9851624	24,0576111	24,9761292	24,1435181	25,5606934
1985	24,817804	27,358606	28,863855	29,3057495	26,6853577	25,1739441	24,953241	24,5516296	24,2534729	24,6031128	24,751062	24,5746704
1986	25,2166992	27,3825317	28,2831055	29,9756409	28,0656067	25,2458435	25,113855	25,2530457	24,8427979	23,9828125	25,1179749	25,639093
1987	26,018396	28,4745728	29,6588989	29,3380066	27,4944397	26,9936157	25,2674805	25,1007935	25,1977478	25,11297	25,8602539	26,4206482
1988	26,3681274	28,6774536	29,674585	29,8924194	28,1109253	24,5674072	24,5841614	23,8382507	23,8867432	24,0971008	24,4258667	24,0216003
1989	24,9692017	26,9067017	28,1779724	30,234613	27,0750977	24,4551636	24,6308533	24,5901428	24,0515991	24,3709045	24,3047424	24,168634
1990	25,8325134	27,3490234	29,4950195	30,201593	28,2544495	25,587793	24,4581238	24,7914978	24,8755737	24,2240234	24,5760437	25,1526428
1991	25,4612366	27,9887634	29,549585	29,6426941	25,7650085	25,4658142	25,2339111	24,4226013	24,6748291	24,3581177	25,1054321	25,0614563
1992	26,1307922	28,3447205	30,3298584	30,5035339	29,0510193	25,6403442	24,6221863	24,1995789	24,1639038	24,4533936	25,0649963	24,8778625
1993	25,5541321	27,7037903	28,9260193	29,8713623	26,4014832	25,4475342	24,7619263	24,6188293	24,2886902	24,5026489	25,0299316	26,1162964
1994	25,6752563	27,8794189	28,7708069	29,5019775	26,3012939	25,0010925	24,4465271	24,547998	24,8401123	24,2249695	24,2456299	25,7568604
1995	26,0208679	28,1986633	29,1941772	27,2821594	25,3505493	24,876947	24,1622253	24,08172	24,3744141	23,8768555	24,391748	24,2302795
1996	24,3401428	27,3436829	28,2866455	27,5710083	24,9981934	24,5034424	23,8753601	23,84646	24,0714661	24,1661316	23,9449402	24,557428
1997	25,1520935	27,3085876	29,1991211	28,3499084	28,222345	25,9563843	25,767511	25,5195251	25,1947266	25,3503357	25,6145264	26,1102539
1998	26,6687256	28,7140442	30,0715271	29,9894653	28,5156799	25,6832825	24,6059814	24,6880127	24,7136475	24,0234924	24,4401184	24,6629578
1999	24,7096802	27,3662354	28,8734375	28,3536011	25,374231	24,1592346	23,6180969	23,9110657	23,8194824	23,5040833	23,7713257	23,6099487
2000	24,5933472	27,0544373	28,3415466	28,6675659	26,1010071	24,1515442	24,0790649	24,0382629	23,7487122	24,1627747	24,0570313	24,4151245

2001	24,599176	28,1713196	28,5272156	29,3815857	25,7776123	24,9798523	24,2843872	24,7914978	24,2063232	24,4609619	23,9961487	24,4525391
2002	25,0208069	27,9626099	29,4596191	29,5274902	27,4813477	24,7534119	24,8175598	24,5642944	24,22677	24,196344	24,4892517	25,4470764
2003	26,0576416	28,4759155	29,0684753	28,9899231	25,6658264	24,7986389	24,0407654	23,9224182	24,4307495	23,9537598	24,2051941	24,5026794
2004	24,8710266	27,4338623	29,2473694	28,5398804	25,3441101	24,4557739	24,0972229	24,3115784	24,3321167	24,2795044	24,2177673	25,5514771
2005	25,4316345	27,4465881	28,6362854	27,9911133	26,6896912	25,0950867	25,080072	24,7725159	24,9274231	23,7077576	23,5996033	24,5801636
2006	25,1311584	26,4511353	28,8910461	28,6838013	26,1484009	24,8344666	25,0706726	24,9414612	25,1722351	25,0342346	24,0015808	25,0399414
2007	26,6481873	28,0713135	29,5869385	27,8200928	25,5211426	24,8624817	24,9990784	24,1011902	24,5524841	23,8685852	24,3567444	23,938623
2008	24,9057251	26,982019	28,9295593	30,0581604	26,9251953	25,6558472	24,7979065	24,5464417	24,7133423	24,32229	24,6747986	24,3532043
2009	25,4665771	27,7921082	28,298822	29,5074707	27,168573	25,4693237	25,5866943	25,225061	25,5237061	24,8428894	24,6760803	25,0752502
2010	26,120813	27,6666199	28,7536255	29,6395203	26,981897	25,034021	24,5891968	24,2717834	24,2589966	24,2174011	23,5472961	23,6651245
2011	24,6076904	27,1491028	28,4111267	28,719751	27,2836548	24,8930908	24,5689941	24,5784241	24,8619019	23,6888672	24,591394	24,4008728
2012	25,2187439	27,0367676	29,0867859	28,7530762	26,5723816	25,4208008	25,150415	25,0596558	24,8875671	24,3351685	25,2880493	26,1769348
2013	25,9397827	28,3573547	28,9839722	29,5777222	27,9418579	24,8611084	24,6585632	24,8315369	24,6011597	24,6957336	24,5584351	25,7094666
2014	26,9254395	28,3779541	29,395929	29,8769165	28,714563	25,7370544	25,7618958	25,1825195	24,6144043	24,8867432	24,9860474	25,5162903
2015	26,4274841	28,0521179	29,2146851	30,4644104	29,3420349	26,6753784	26,0543152	26,0867859	25,9442078	25,8575073	25,2874084	27,0226685
2016	28,3417908	29,5346924	30,9144836	31,0214172	28,6162659	25,4674011	25,3749634	24,9218994	25,0870911	24,863855	24,5480286	24,7890564
2017	25,6805359	27,9666077	29,6700684	30,7304932	26,4816528	25,107019	24,6381775	24,9361511	25,0416809	24,7645508	24,4522034	24,6572205
Promedio	25,61314424	27,79872646	29,12658804	29,29709216	27,02242834	25,19423186	24,78056689	24,6446946	24,59764533	24,39855026	24,57328668	25,07679379
Promedio anual	25,76031239											

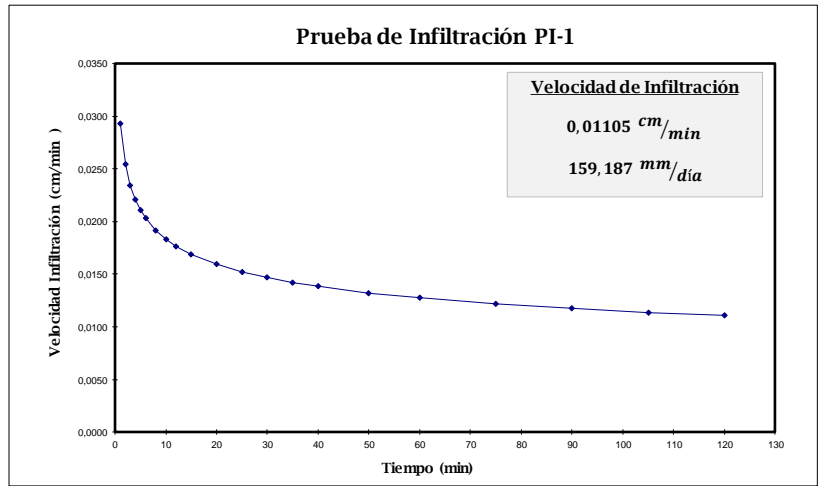


# Anexo V. Pruebas de Infiltración

PI-1

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,02928
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,02543
3	3,00	0,10	0,7782	-3,0000	-0,7782	0,3183	3,0000	-6,0000	0,0000	0,0000	0,1000	3,00	0,02341
4	4,00	0,10	1,3802	-4,0000	-1,3802	0,6807	4,0000	-10,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	4,00	0,02208
5	5,00	0,10	2,0792	-5,0000	-2,0792	1,1693	5,0000	-15,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	5,00	0,02110
6	6,00	0,10	2,8573	-6,0000	-2,8573	1,7748	6,0000	-21,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	6,00	0,02033
7	8,00	0,10	3,7604	-7,0000	-3,7604	2,5904	7,0000	-29,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	8,00	0,01918
8	10,00	0,10	4,7604	-8,0000	-4,7604	3,5904	8,0000	-39,0000	0,0000	0,0000	0,1000	10,00	0,01833
9	12,00	0,20	5,8396	-8,9990	-5,5147	4,7550	8,4886	-47,3876	0,4644	0,1341	0,0884	12,00	0,01766
10	15,00	0,20	7,0157	-9,3979	-6,3368	6,1382	8,9771	-57,8722	0,6109	0,2109	0,0817	15,00	0,01688
11	20,00	0,30	8,3167	-9,9208	-7,0171	7,8309	9,2505	-68,3298	0,7075	0,3135	0,0726	20,00	0,01592
12	25,00	0,50	9,7147	-10,2218	-7,4379	9,7851	9,3411	-75,8555	0,7588	0,4359	0,0624	25,00	0,01521
13	30,00	0,60	11,1918	-10,4437	-7,7656	11,9670	9,3904	-82,5110	0,8024	0,5255	0,0555	30,00	0,01466
14	35,00	0,80	12,7359	-10,5406	-7,9152	14,3512	9,3997	-85,9028	0,8319	0,6052	0,0497	35,00	0,01420
15	40,00	1,00	14,3379	-10,5406	-7,9152	16,9178	9,3997	-85,9028	0,8537	0,6724	0,0451	40,00	0,01382
16	50,00	1,10	16,0369	-10,4992	-7,8449	19,8043	9,4015	-83,8332	0,8750	0,7180	0,0421	50,00	0,01321
17	60,00	1,20	17,8150	-10,4200	-7,7041	22,9661	9,4077	-79,0823	0,8925	0,7483	0,0401	60,00	0,01273
18	75,00	1,30	19,6901	-10,3061	-7,4905	26,4819	9,4207	-70,5366	0,9070	0,7654	0,0389	75,00	0,01216
19	90,00	1,50	21,6443	-10,1300	-7,1463	30,3010	9,4517	-54,6884	0,9188	0,7784	0,0380	90,00	0,01172
20	105,00	1,70	23,6655	-9,8996	-6,6805	34,3862	9,5048	-30,4912	0,9284	0,7885	0,0373	105,00	0,01136
21	120,00	1,90	25,7447	-9,6208	-6,1010	38,7092	9,5825	2,9592	0,9361	0,7965	0,0368	120,00	0,01105



**Prueba de infiltración # 1**

Código: PI-1  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Al norte de la Escuela de Javilla, Nandayure  
 Fecha: 6 - noviembre - 2018

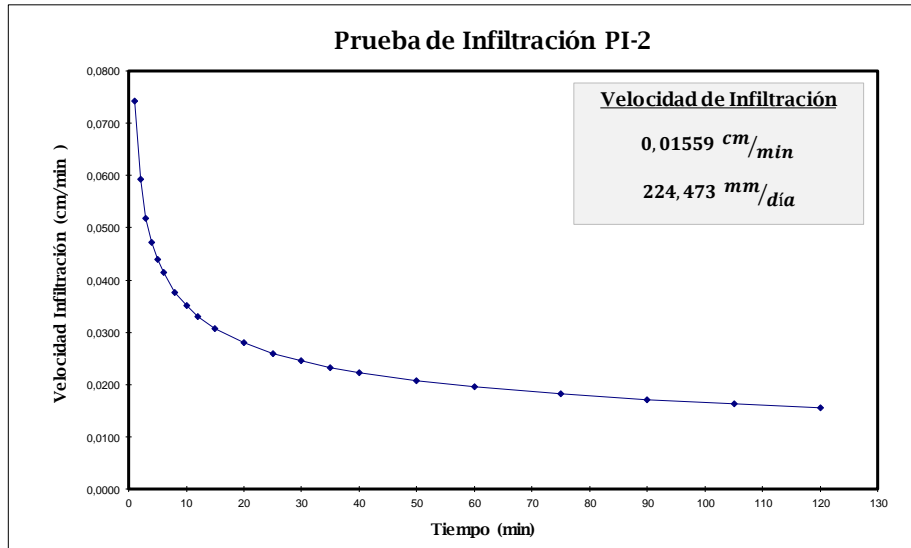
Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 357535,83  
 Y: 1088097,49

Lambert Norte  
 X: 393882  
 Y: 202602

Altitud: 52 m  
 Uso de suelo: Pasto

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,07422
2	2,00	0,15	0,3010	-1,8239	-0,2480	0,0906	1,6788	-2,6478	1,0000	0,5850	0,1000	2,00	0,05921
3	3,00	0,20	0,7782	-2,5229	-0,5815	0,3183	2,1674	-4,7447	0,9986	0,6260	0,0992	3,00	0,05188
4	4,00	0,20	1,3802	-3,2218	-1,0023	0,6807	2,6559	-7,5406	0,9803	0,5348	0,1023	4,00	0,04724
5	5,00	0,30	2,0792	-3,7447	-1,3678	1,1693	2,9293	-10,1550	0,9714	0,6215	0,0983	5,00	0,04392
6	6,00	0,50	2,8573	-4,0458	-1,6021	1,7748	3,0200	-11,9612	0,9336	0,7839	0,0896	6,00	0,04139
7	8,00	0,50	3,7604	-4,3468	-1,8739	2,5904	3,1106	-14,3694	0,9522	0,8087	0,0880	8,00	0,03768
8	10,00	0,65	4,7604	-4,5339	-2,0610	3,5904	3,1456	-16,2403	0,9640	0,8406	0,0857	10,00	0,03504
9	12,00	0,70	5,8396	-4,6888	-2,2282	4,7550	3,1696	-18,0991	0,9716	0,8427	0,0855	12,00	0,03302
10	15,00	0,80	7,0157	-4,7857	-2,3421	6,1382	3,1790	-19,5528	0,9766	0,8348	0,0862	15,00	0,03070
11	20,00	1,00	8,3167	-4,7857	-2,3421	7,8309	3,1790	-19,5528	0,9810	0,8271	0,0870	20,00	0,02795
12	25,00	1,10	9,7147	-4,7443	-2,2843	9,7851	3,1807	-18,5179	0,9832	0,8104	0,0888	25,00	0,02599
13	30,00	1,20	11,1918	-4,6651	-2,1673	11,9670	3,1870	-16,1425	0,9844	0,7929	0,0909	30,00	0,02449
14	35,00	1,25	12,7359	-4,5682	-2,0177	14,3512	3,1963	-12,7507	0,9844	0,7732	0,0934	35,00	0,02329
15	40,00	1,30	14,3379	-4,4543	-1,8351	16,9178	3,2093	-8,1929	0,9840	0,7540	0,0960	40,00	0,02230
16	50,00	1,50	16,0369	-4,2782	-1,5360	19,8043	3,2403	0,6116	0,9841	0,7377	0,0984	50,00	0,02074
17	60,00	1,65	17,8150	-4,0607	-1,1492	22,9661	3,2876	13,6607	0,9843	0,7229	0,1008	60,00	0,01954
18	75,00	1,90	19,6901	-3,7819	-0,6266	26,4819	3,3653	34,5672	0,9848	0,7102	0,1030	75,00	0,01817
19	90,00	2,00	21,6443	-3,4809	-0,0383	30,3010	3,4560	61,6599	0,9846	0,6958	0,1057	90,00	0,01712
20	105,00	2,15	23,6655	-3,1485	0,6336	34,3862	3,5665	96,5659	0,9846	0,6829	0,1083	105,00	0,01628
21	120,00	2,40	25,7447	-2,7683	1,4242	38,7092	3,7110	142,1913	0,9851	0,6740	0,1101	120,00	0,01559



**Prueba de infiltración #2**

Código: PI-2  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: En el camino entre los poblados de San Miguel y San Francisco de Coyote, Nandayure  
 Fecha: 6 - noviembre - 2018

**Coordenadas:**  
 CRTM05  
 X: 359334,15  
 Y: 1084519,61

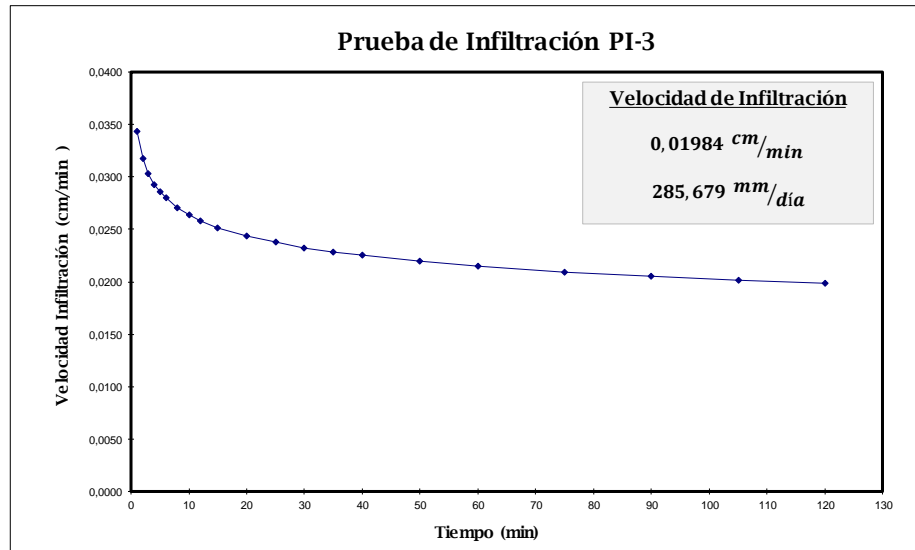
**Lambert Norte**  
 X: 395683  
 Y: 199026

Altitud: 19 m  
 Uso de suelo: Pasto

PI-3

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,03435
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,03172
3	3,00	0,10	0,7782	-3,0000	-0,7782	0,3183	3,0000	-6,0000	0,0000	0,0000	0,1000	3,00	0,03028
4	4,00	0,10	1,3802	-4,0000	-1,3802	0,6807	4,0000	-10,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	4,00	0,02930
5	5,00	0,10	2,0792	-5,0000	-2,0792	1,1693	5,0000	-15,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	5,00	0,02856
6	6,00	0,10	2,8573	-6,0000	-2,8573	1,7748	6,0000	-21,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	6,00	0,02797
7	8,00	0,20	3,7604	-6,6990	-3,4886	2,5904	6,4886	-26,5918	0,5233	0,1931	0,0869	8,00	0,02706
8	10,00	0,20	4,7604	-7,3979	-4,1875	3,5904	6,9771	-33,5815	0,6688	0,2833	0,0807	10,00	0,02638
9	12,00	0,30	5,8396	-7,9208	-4,7518	4,7550	7,2505	-39,8560	0,7459	0,4012	0,0724	12,00	0,02583
10	15,00	0,40	7,0157	-8,3188	-5,2198	6,1382	7,4089	-45,8251	0,7995	0,5068	0,0650	15,00	0,02518
11	20,00	0,60	8,3167	-8,5406	-5,5085	7,8309	7,4581	-50,2621	0,8399	0,6149	0,0574	20,00	0,02436
12	25,00	0,70	9,7147	-8,6955	-5,7250	9,7851	7,4821	-54,1346	0,8728	0,6844	0,0526	25,00	0,02375
13	30,00	0,80	11,1918	-8,7924	-5,8682	11,9670	7,4915	-57,0419	0,8964	0,7296	0,0496	30,00	0,02326
14	35,00	0,90	12,7359	-8,8382	-5,9388	14,3512	7,4936	-58,6434	0,9134	0,7599	0,0476	35,00	0,02285
15	40,00	1,10	14,3379	-8,7968	-5,8725	16,9178	7,4953	-56,9877	0,9256	0,7894	0,0456	40,00	0,02250
16	50,00	1,40	16,0369	-8,6507	-5,6242	19,8043	7,5166	-49,6813	0,9360	0,8166	0,0437	50,00	0,02193
17	60,00	1,60	17,8150	-8,4465	-5,2613	22,9661	7,5583	-37,4341	0,9446	0,8355	0,0424	60,00	0,02148
18	75,00	2,00	19,6901	-8,1455	-4,6968	26,4819	7,6489	-14,8569	0,9520	0,8524	0,0412	75,00	0,02094
19	90,00	2,40	21,6443	-7,7653	-3,9538	30,3010	7,7935	19,3621	0,9581	0,8668	0,0402	90,00	0,02050
20	105,00	2,70	23,6655	-7,3339	-3,0819	34,3862	7,9796	64,6553	0,9630	0,8767	0,0394	105,00	0,02014
21	120,00	3,10	25,7447	-6,8426	-2,0603	38,7092	8,2210	123,6187	0,9670	0,8853	0,0388	120,00	0,01984



**Prueba de infiltración #3**

Código: PI-3  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Al Sur del poblado de San Francisco de Coyote, Nandayure  
 Fecha: 6 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 362538,91  
 Y: 1082548,83

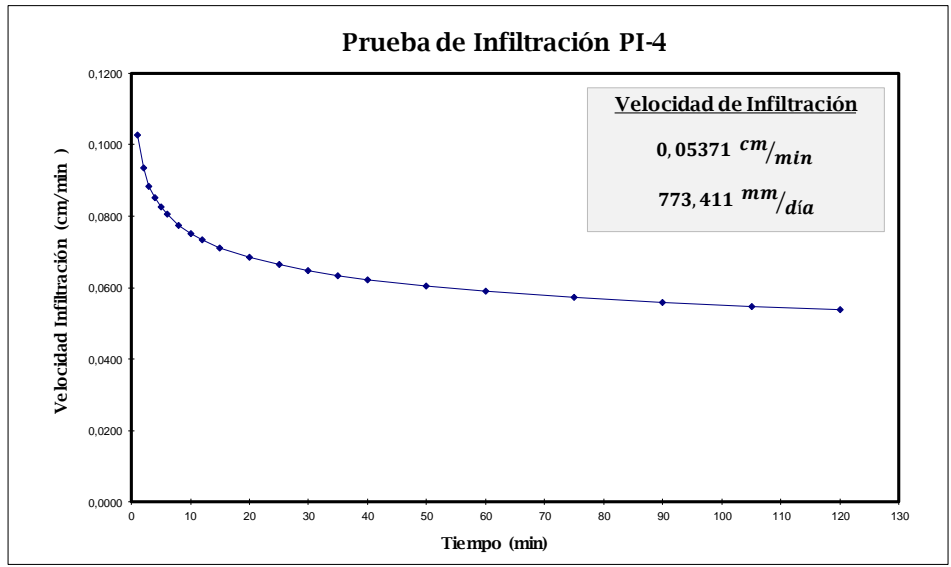
Lambert Norte  
 X: 398889  
 Y: 197058

Altitud: 46 m  
 Uso de suelo: Pasto

# PI-4

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,10264
2	2,00	0,20	0,3010	-1,6990	-0,2104	0,0906	1,4886	-2,3979	1,0000	1,0000	0,1000	2,00	0,09345
3	3,00	0,30	0,7782	-2,2218	-0,4599	0,3183	1,7620	-3,9666	1,0000	1,0000	0,1000	3,00	0,08846
4	4,00	0,40	1,3802	-2,6198	-0,6995	0,6807	1,9203	-5,5583	1,0000	1,0000	0,1000	4,00	0,08509
5	5,00	0,50	2,0792	-2,9208	-0,9099	1,1693	2,0109	-7,0635	1,0000	1,0000	0,1000	5,00	0,08256
6	6,00	0,60	2,8573	-3,1427	-1,0825	1,7748	2,0602	-8,3946	1,0000	1,0000	0,1000	6,00	0,08055
7	8,00	0,80	3,7604	-3,2396	-1,1700	2,5904	2,0695	-9,1699	1,0000	1,0000	0,1000	8,00	0,07747
8	10,00	0,90	4,7604	-3,2853	-1,2158	3,5904	2,0716	-9,6274	0,9990	0,9755	0,1021	10,00	0,07517
9	12,00	1,10	5,8396	-3,2439	-1,1711	4,7550	2,0734	-9,1307	0,9991	0,9665	0,1029	12,00	0,07334
10	15,00	1,30	7,0157	-3,1300	-1,0371	6,1382	2,0863	-7,4216	0,9988	0,9528	0,1044	15,00	0,07116
11	20,00	1,70	8,3167	-2,8996	-0,7373	7,8309	2,1394	-2,8126	0,9989	0,9430	0,1055	20,00	0,06844
12	25,00	2,00	9,7147	-2,5985	-0,3165	9,7851	2,2301	4,7132	0,9987	0,9305	0,1072	25,00	0,06640
13	30,00	2,30	11,1918	-2,2368	0,2178	11,9670	2,3609	15,5650	0,9986	0,9192	0,1088	30,00	0,06479
14	35,00	2,60	12,7359	-1,8218	0,8586	14,3512	2,5331	30,0891	0,9985	0,9098	0,1102	35,00	0,06345
15	40,00	2,90	14,3379	-1,3594	1,5994	16,9178	2,7469	48,5850	0,9984	0,9023	0,1114	40,00	0,06231
16	50,00	3,40	16,0369	-0,8279	2,5023	19,8043	3,0294	75,1589	0,9983	0,8933	0,1130	50,00	0,06046
17	60,00	3,90	17,8150	-0,2369	3,5534	22,9661	3,3787	110,6228	0,9982	0,8847	0,1145	60,00	0,05899
18	75,00	4,70	19,6901	0,4352	4,8136	26,4819	3,8305	161,0301	0,9982	0,8775	0,1160	75,00	0,05723
19	90,00	5,40	21,6443	1,1676	6,2449	30,3010	4,3669	226,9456	0,9982	0,8707	0,1174	90,00	0,05584
20	105,00	6,40	23,6655	1,9738	7,8743	34,3862	5,0168	311,5945	0,9983	0,8677	0,1180	105,00	0,05469
21	120,00	7,10	25,7447	2,8251	9,6442	38,7092	5,7414	413,7455	0,9984	0,8647	0,1187	120,00	0,05371



**Prueba de infiltración #4**

Código: PI-4  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Camino al poblado de Chompipe, Nandayure  
 Fecha: 7 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRIM05  
 X: 361706,72  
 Y: 1092216,56

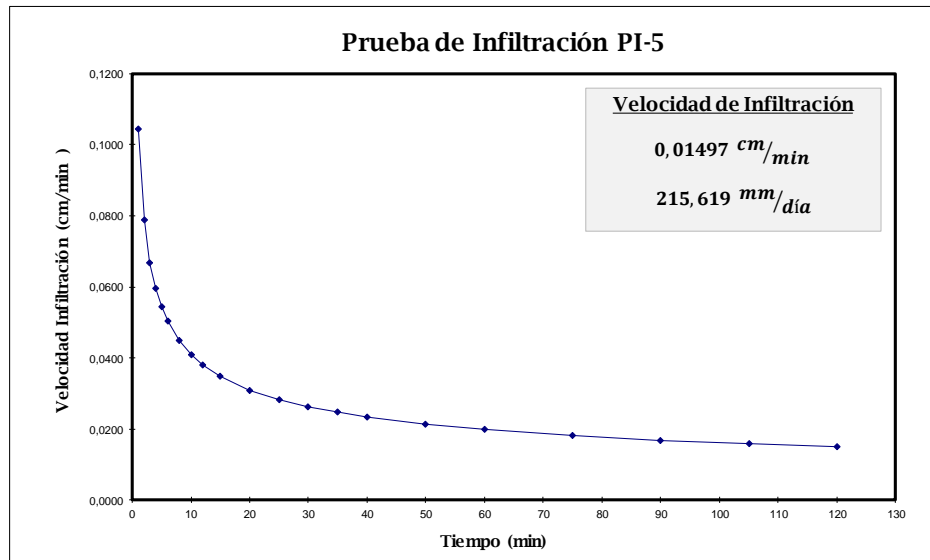
Lambert Norte  
 X: 398049  
 Y: 206724

Altitud: 405 m  
 Uso de suelo: Bosque

PI-5

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,10435
2	2,00	0,20	0,3010	-1,6990	-0,2104	0,0906	1,4886	-2,3979	1,0000	1,0000	0,1000	2,00	0,07878
3	3,00	0,30	0,7782	-2,2218	-0,4599	0,3183	1,7620	-3,9666	1,0000	1,0000	0,1000	3,00	0,06683
4	4,00	0,40	1,3802	-2,6198	-0,6995	0,6807	1,9203	-5,5583	1,0000	1,0000	0,1000	4,00	0,05947
5	5,00	0,50	2,0792	-2,9208	-0,9099	1,1693	2,0109	-7,0635	1,0000	1,0000	0,1000	5,00	0,05433
6	6,00	0,60	2,8573	-3,1427	-1,0825	1,7748	2,0602	-8,3946	1,0000	1,0000	0,1000	6,00	0,05046
7	8,00	0,90	3,7604	-3,1884	-1,1238	2,5904	2,0622	-8,7606	0,9987	1,0328	0,0977	8,00	0,04490
8	10,00	1,00	4,7604	-3,1884	-1,1238	3,5904	2,0622	-8,7606	0,9988	1,0208	0,0986	10,00	0,04102
9	12,00	1,10	5,8396	-3,1470	-1,0792	4,7550	2,0640	-8,2639	0,9979	0,9966	0,1008	12,00	0,03809
10	15,00	1,10	7,0157	-3,1056	-1,0305	6,1382	2,0657	-7,6430	0,9923	0,9442	0,1064	15,00	0,03480
11	20,00	1,20	8,3167	-3,0265	-0,9275	7,8309	2,0719	-6,0594	0,9841	0,8819	0,1143	20,00	0,03097
12	25,00	1,30	9,7147	-2,9125	-0,7682	9,7851	2,0849	-3,2108	0,9771	0,8277	0,1222	25,00	0,02829
13	30,00	1,50	11,1918	-2,7364	-0,5081	11,9670	2,1159	2,0719	0,9751	0,7924	0,1280	30,00	0,02627
14	35,00	1,50	12,7359	-2,5603	-0,2362	14,3512	2,1469	8,2351	0,9714	0,7569	0,1345	35,00	0,02468
15	40,00	1,50	14,3379	-2,3842	0,0459	16,9178	2,1780	15,2788	0,9671	0,7237	0,1410	40,00	0,02338
16	50,00	1,60	16,0369	-2,1801	0,3927	19,8043	2,2196	25,4848	0,9626	0,6910	0,1483	50,00	0,02136
17	60,00	1,80	17,8150	-1,9248	0,8466	22,9661	2,2848	40,8011	0,9610	0,6665	0,1543	60,00	0,01983
18	75,00	1,90	19,6901	-1,6461	1,3693	26,4819	2,3625	61,7076	0,9587	0,6413	0,1611	75,00	0,01812
19	90,00	2,10	21,6443	-1,3239	1,9990	30,3010	2,4663	90,7074	0,9581	0,6214	0,1669	90,00	0,01683
20	105,00	2,30	23,6655	-0,9621	2,7301	34,3862	2,5972	128,6888	0,9587	0,6060	0,1717	105,00	0,01581
21	120,00	2,50	25,7447	-0,5642	3,5575	38,7092	2,7555	176,4416	0,9601	0,5945	0,1755	120,00	0,01497



**Prueba de infiltración #5**

Código: PI-5  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Camino hacia Millal, antes del río, Nandayure  
 Fecha: 7 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 362263,61  
 Y: 1088380,66

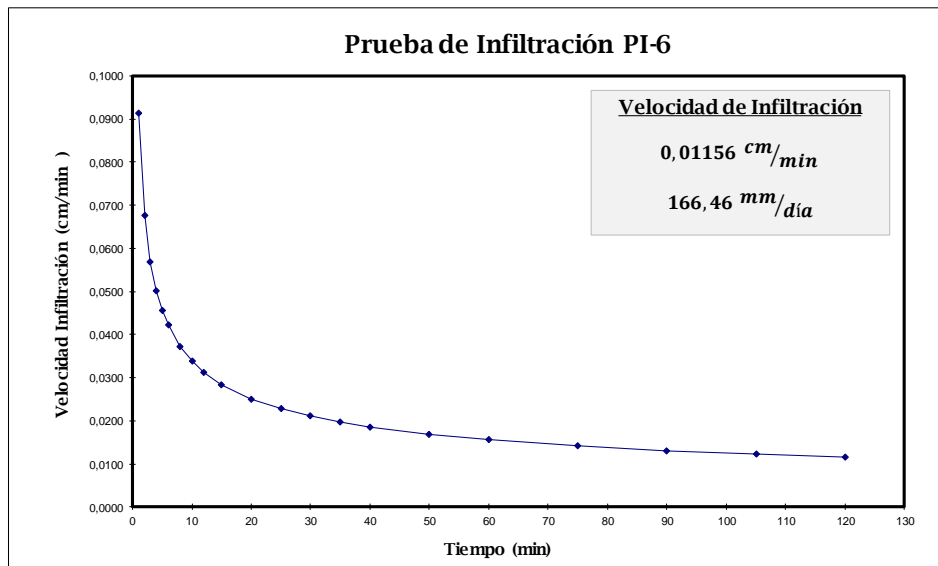
Lambert Norte  
 X: 398609  
 Y: 202889

Altitud: 61 m  
 Uso de suelo: Bosque

PI-6

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1	1,00	0,20	0,0000	-0,6990	0,0000	0,0000	0,4886	-0,6990	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,09138
2	2,00	0,20	0,3010	-1,3979	-0,2104	0,0906	0,9771	-2,0969	#DIV/0!	0,0000	0,2000	2,00	0,06774
3	3,00	0,30	0,7782	-1,9208	-0,4599	0,3183	1,2505	-3,6655	0,7816	0,3293	0,1881	3,00	0,05686
4	4,00	0,30	1,3802	-2,4437	-0,7747	0,6807	1,5239	-5,7571	0,8604	0,3350	0,1877	4,00	0,05022
5	5,00	0,40	2,0792	-2,8416	-1,0528	1,1693	1,6823	-7,7468	0,8996	0,4228	0,1802	5,00	0,04560
6	6,00	0,40	2,8573	-3,2396	-1,3625	1,7748	1,8406	-10,1344	0,9261	0,4353	0,1790	6,00	0,04215
7	8,00	0,50	3,7604	-3,5406	-1,6344	2,5904	1,9313	-12,5426	0,9459	0,4694	0,1746	8,00	0,03723
8	10,00	0,60	4,7604	-3,7625	-1,8562	3,5904	1,9805	-14,7611	0,9571	0,5050	0,1695	10,00	0,03381
9	12,00	0,60	5,8396	-3,9843	-2,0956	4,7550	2,0297	-17,4233	0,9661	0,5068	0,1692	12,00	0,03125
10	15,00	0,80	7,0157	-4,0812	-2,2096	6,1382	2,0391	-18,8770	0,9699	0,5375	0,1640	15,00	0,02838
11	20,00	1,10	8,3167	-4,0398	-2,1557	7,8309	2,0408	-18,0491	0,9692	0,5824	0,1557	20,00	0,02506
12	25,00	1,10	9,7147	-3,9984	-2,0979	9,7851	2,0425	-17,0143	0,9753	0,5931	0,1537	25,00	0,02276
13	30,00	1,20	11,1918	-3,9192	-1,9809	11,9670	2,0488	-14,6389	0,9797	0,5974	0,1528	30,00	0,02104
14	35,00	1,30	12,7359	-3,8053	-1,8050	14,3512	2,0618	-10,6508	0,9829	0,5991	0,1525	35,00	0,01968
15	40,00	1,40	14,3379	-3,6592	-1,5709	16,9178	2,0831	-4,8057	0,9852	0,5997	0,1523	40,00	0,01858
16	50,00	1,50	16,0369	-3,4831	-1,2717	19,8043	2,1141	3,9988	0,9868	0,5950	0,1535	50,00	0,01687
17	60,00	1,60	17,8150	-3,2790	-0,9087	22,9661	2,1558	16,2460	0,9879	0,5882	0,1551	60,00	0,01559
18	75,00	1,80	19,6901	-3,0237	-0,4301	26,4819	2,2209	35,3915	0,9889	0,5821	0,1568	75,00	0,01416
19	90,00	2,00	21,6443	-2,7227	0,1582	30,3010	2,3116	62,4842	0,9899	0,5775	0,1580	90,00	0,01309
20	105,00	2,10	23,6655	-2,4004	0,8095	34,3862	2,4154	96,3172	0,9905	0,5718	0,1597	105,00	0,01225
21	120,00	2,30	25,7447	-2,0387	1,5616	38,7092	2,5462	139,7245	0,9912	0,5681	0,1608	120,00	0,01156



**Prueba de infiltración #6**

Código: PI-6  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Cerca del poblado Mono (San Jorge), Nandayure  
 Fecha: 7 - noviembre - 2018

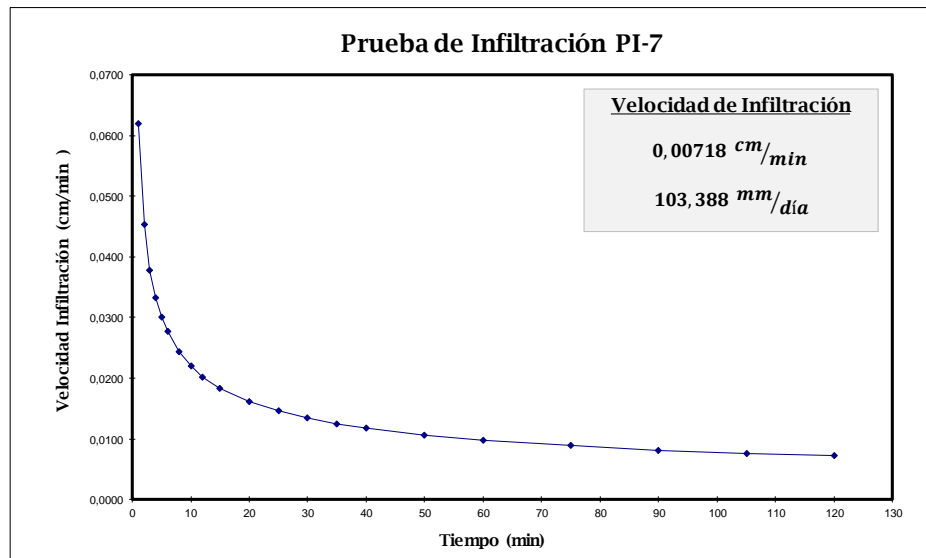
Coordenadas:  
 CRIM05  
 X: 365524,83  
 Y: 1085791,72  
 Lambert Norte  
 X: 401872  
 Y: 200303

Altitud: 24 m  
 Uso de suelo: Pasto

PI-7

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,06199
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,04537
3	3,00	0,20	0,7782	-2,6990	-0,6345	0,3183	2,4886	-5,0969	0,7816	0,5630	0,0900	3,00	0,03780
4	4,00	0,20	1,3802	-3,3979	-1,0553	0,6807	2,9771	-7,8928	0,8604	0,5727	0,0897	4,00	0,03321
5	5,00	0,40	2,0792	-3,7959	-1,3335	1,1693	3,1355	-9,8825	0,8810	0,8040	0,0806	5,00	0,03003
6	6,00	0,50	2,8573	-4,0969	-1,5677	1,7748	3,2261	-11,6887	0,9098	0,9256	0,0752	6,00	0,02767
7	8,00	0,50	3,7604	-4,3979	-1,8396	2,5904	3,3167	-14,0969	0,9308	0,9171	0,0757	8,00	0,02430
8	10,00	0,50	4,7604	-4,6990	-2,1406	3,5904	3,4073	-17,1072	0,9360	0,8651	0,0790	10,00	0,02198
9	12,00	0,50	5,8396	-5,0000	-2,4655	4,7550	3,4980	-20,7196	0,9336	0,8061	0,0834	12,00	0,02025
10	15,00	0,60	7,0157	-5,2218	-2,7264	6,1382	3,5472	-24,0473	0,9381	0,7705	0,0865	15,00	0,01831
11	20,00	0,80	8,3167	-5,3188	-2,8525	7,8309	3,5566	-25,9855	0,9482	0,7576	0,0878	20,00	0,01609
12	25,00	1,05	9,7147	-5,2976	-2,8229	9,7851	3,5570	-25,4558	0,9583	0,7632	0,0872	25,00	0,01455
13	30,00	0,05	11,1918	-6,5986	-4,7446	11,9670	5,2497	-64,4867	0,4447	0,4014	0,1402	30,00	0,01340
14	35,00	1,05	12,7359	-6,5774	-4,7119	14,3512	5,2501	-63,7450	0,5203	0,4598	0,1294	35,00	0,01250
15	40,00	1,10	14,3379	-6,5360	-4,6456	16,9178	5,2518	-62,0893	0,5764	0,4986	0,1224	40,00	0,01177
16	50,00	1,20	16,0369	-6,4568	-4,5111	19,8043	5,2581	-58,1303	0,6233	0,5256	0,1174	50,00	0,01065
17	60,00	1,25	17,8150	-6,3599	-4,3388	22,9661	5,2675	-52,3157	0,6603	0,5413	0,1144	60,00	0,00981
18	75,00	1,30	19,6901	-6,2460	-4,1251	26,4819	5,2805	-43,7699	0,6901	0,5477	0,1132	75,00	0,00887
19	90,00	1,30	21,6443	-6,1320	-3,9024	30,3010	5,2935	-33,5150	0,7128	0,5462	0,1135	90,00	0,00817
20	105,00	1,50	23,6655	-5,9559	-3,5465	34,3862	5,3245	-15,0254	0,7354	0,5485	0,1130	105,00	0,00762
21	120,00	1,60	25,7447	-5,7518	-3,1221	38,7092	5,3661	9,4690	0,7549	0,5497	0,1128	120,00	0,00718



**Prueba de infiltración #7**

Código: PI-7  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Al Norte del poblado de Colonia del Valle, Nandayure  
 Fecha: 8 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 353618,72  
 Y: 1093510,44

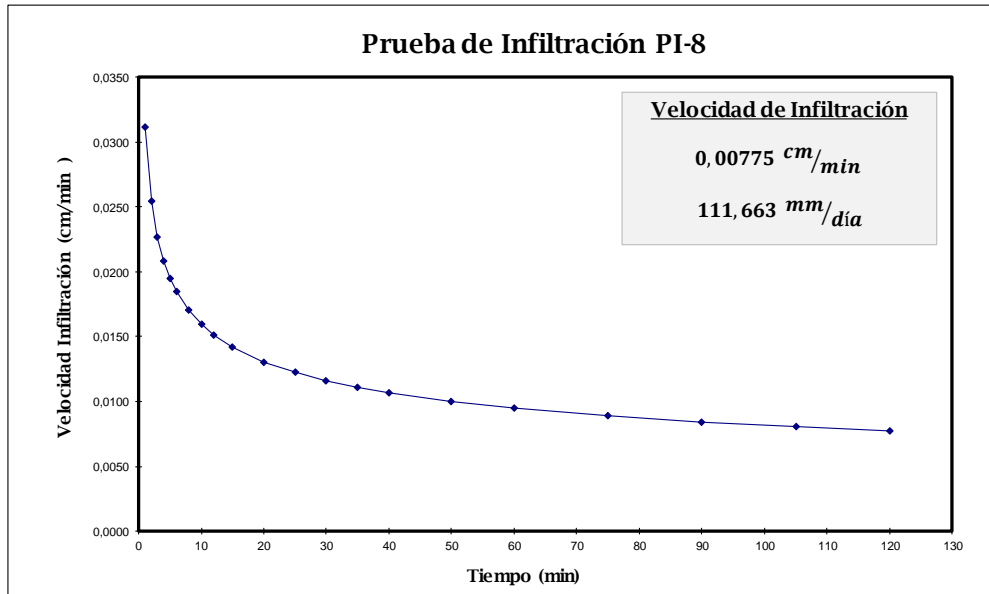
Lambert Norte  
 X: 389961  
 Y: 208011

Altitud: 66 m  
 Uso de suelo: Pasto

PI-8

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	1,00	0,03113
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#jDIV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,02546
3	3,00	0,10	0,7782	-3,0000	-0,7782	0,3183	3,0000	-6,0000	0,0000	0,0000	0,1000	3,00	0,02263
4	4,00	0,10	1,3802	-4,0000	-1,3802	0,6807	4,0000	-10,0000	#jDIV/0!	0,0000	0,1000	4,00	0,02082
5	5,00	0,10	2,0792	-5,0000	-2,0792	1,1693	5,0000	-15,0000	#jDIV/0!	0,0000	0,1000	5,00	0,01951
6	6,00	0,10	2,8573	-6,0000	-2,8573	1,7748	6,0000	-21,0000	#jDIV/0!	0,0000	0,1000	6,00	0,01851
7	8,00	0,10	3,7604	-7,0000	-3,7604	2,5904	7,0000	-29,0000	#jDIV/0!	0,0000	0,1000	8,00	0,01702
8	10,00	0,20	4,7604	-7,6990	-4,4594	3,5904	7,4886	-35,9897	0,4973	0,1609	0,0875	10,00	0,01595
9	12,00	0,20	5,8396	-8,3979	-5,2137	4,7550	7,9771	-44,3773	0,6375	0,2435	0,0811	12,00	0,01513
10	15,00	0,30	7,0157	-8,9208	-5,8287	6,1382	8,2505	-52,2205	0,7209	0,3535	0,0724	15,00	0,01418
11	20,00	0,30	8,3167	-9,4437	-6,5089	7,8309	8,5239	-62,6781	0,7874	0,4090	0,0680	20,00	0,01305
12	25,00	0,40	9,7147	-9,8416	-7,0652	9,7851	8,6823	-72,6266	0,8329	0,4697	0,0630	25,00	0,01223
13	30,00	0,50	11,1918	-10,1427	-7,5099	11,9670	8,7729	-81,6575	0,8631	0,5240	0,0587	30,00	0,01160
14	35,00	0,60	12,7359	-10,3645	-7,8524	14,3512	8,8221	-89,4222	0,8842	0,5700	0,0551	35,00	0,01109
15	40,00	0,70	14,3379	-10,5194	-8,1006	16,9178	8,8461	-95,6183	0,8997	0,6084	0,0521	40,00	0,01067
16	50,00	0,75	16,0369	-10,6444	-8,3129	19,8043	8,8617	-101,8652	0,9142	0,6316	0,0503	50,00	0,01000
17	60,00	0,85	17,8150	-10,7149	-8,4384	22,9661	8,8667	-106,1001	0,9260	0,6494	0,0489	60,00	0,00948
18	75,00	1,10	19,6901	-10,6735	-8,3608	26,4819	8,8684	-102,9956	0,9357	0,6706	0,0471	75,00	0,00889
19	90,00	1,20	21,6443	-10,5944	-8,2060	30,3010	8,8747	-95,8693	0,9439	0,6844	0,0460	90,00	0,00843
20	105,00	1,40	23,6655	-10,4482	-7,9107	34,3862	8,8960	-80,5259	0,9505	0,6975	0,0449	105,00	0,00806
21	120,00	1,60	25,7447	-10,2441	-7,4863	38,7092	8,9377	-56,0315	0,9558	0,7096	0,0439	120,00	0,00775



**Prueba de infiltración #8**

Código: PI-8  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Al Norte del poblado de Quebrada Seca, Nandayure  
 Fecha: 8 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRIM05  
 X: 352557,47  
 Y: 1089725,75

Lambert Norte  
 X: 388903  
 Y: 204226

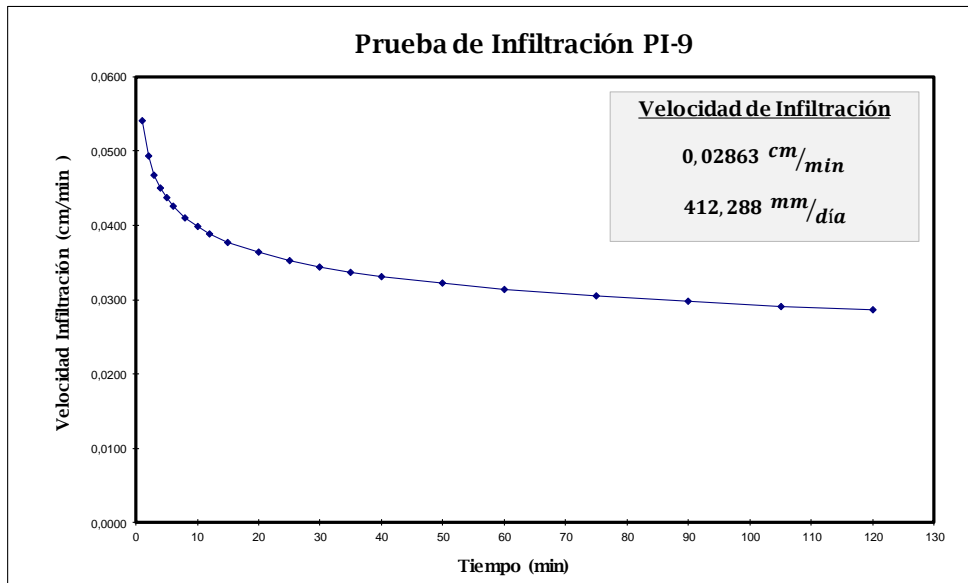
Altitud: 41 m  
 Uso de suelo: Bosque



PI-9

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#jDlV/0!	#jDlV/0!	#jDlV/0!	1,00	0,05415
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#jDlV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,04938
3	3,00	0,15	0,7782	-2,8239	-0,6941	0,3183	2,6788	-5,4717	0,7816	0,3293	0,0940	3,00	0,04678
4	4,00	0,15	1,3802	-3,6478	-1,1902	0,6807	3,3577	-8,7674	0,8604	0,3350	0,0939	4,00	0,04503
5	5,00	0,20	2,0792	-4,3468	-1,6787	1,1693	3,8462	-12,2622	0,8996	0,4228	0,0901	5,00	0,04371
6	6,00	0,25	2,8573	-4,9488	-2,1472	1,7748	4,2087	-15,8746	0,9142	0,5060	0,0859	6,00	0,04266
7	8,00	0,30	3,7604	-5,4717	-2,6194	2,5904	4,4821	-20,0576	0,9359	0,5611	0,0826	8,00	0,04106
8	10,00	0,40	4,7604	-5,8697	-3,0174	3,5904	4,6404	-24,0370	0,9452	0,6274	0,0782	10,00	0,03986
9	12,00	0,50	5,8396	-6,1707	-3,3422	4,7550	4,7311	-27,6494	0,9517	0,6848	0,0741	12,00	0,03890
10	15,00	0,70	7,0157	-6,3256	-3,5244	6,1382	4,7551	-29,9729	0,9540	0,7510	0,0693	15,00	0,03776
11	20,00	1,10	8,3167	-6,2842	-3,4706	7,8309	4,7568	-29,1450	0,9546	0,8301	0,0633	20,00	0,03634
12	25,00	1,30	9,7147	-6,1703	-3,3113	9,7851	4,7698	-26,2965	0,9615	0,8768	0,0597	25,00	0,03528
13	30,00	1,60	11,1918	-5,9661	-3,0098	11,9670	4,8114	-20,1729	0,9671	0,9119	0,0570	30,00	0,03443
14	35,00	1,80	12,7359	-5,7109	-2,6156	14,3512	4,8766	-11,2383	0,9720	0,9328	0,0554	35,00	0,03373
15	40,00	1,90	14,3379	-5,4321	-2,1690	16,9178	4,9543	-0,0882	0,9759	0,9410	0,0547	40,00	0,03314
16	50,00	2,10	16,0369	-5,1099	-1,6216	19,8043	5,0581	16,0228	0,9790	0,9383	0,0550	50,00	0,03217
17	60,00	2,30	17,8150	-4,7482	-0,9784	22,9661	5,1890	37,7265	0,9812	0,9303	0,0557	60,00	0,03140
18	75,00	2,45	19,6901	-4,3590	-0,2487	26,4819	5,3404	66,9139	0,9821	0,9143	0,0572	75,00	0,03048
19	90,00	2,70	21,6443	-3,9276	0,5943	30,3010	5,5265	105,7367	0,9826	0,8980	0,0589	90,00	0,02975
20	105,00	2,90	23,6655	-3,4652	1,5289	34,3862	5,7403	154,2884	0,9828	0,8819	0,0607	105,00	0,02914
21	120,00	3,10	25,7447	-2,9739	2,5505	38,7092	5,9817	213,2519	0,9829	0,8669	0,0625	120,00	0,02863



**Prueba de infiltración #9**

Código: PI-9  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Camino a playa Bejuco, Nandayure  
 Fecha: 8 - noviembre - 2018

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 354389,98  
 Y: 1086311,80

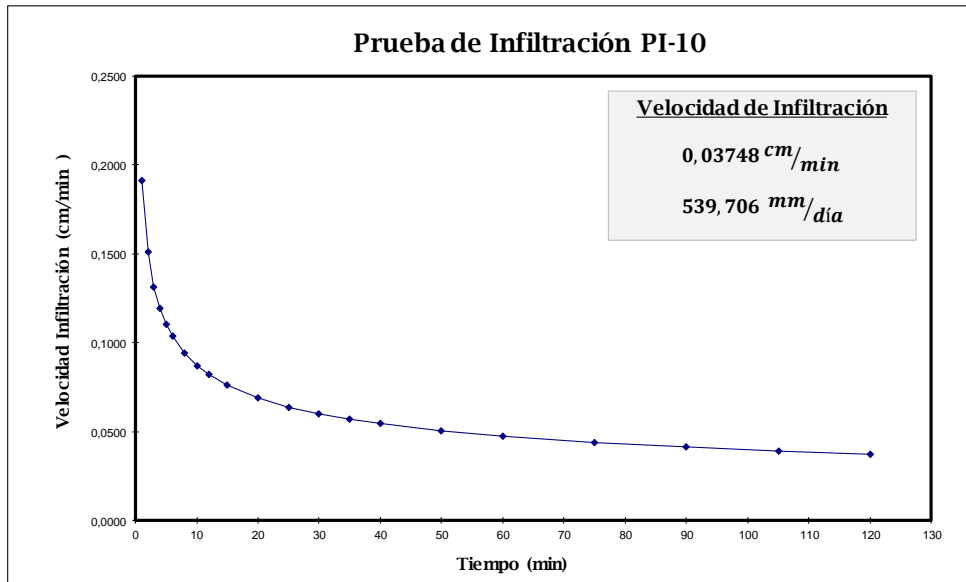
Lambert Norte  
 X: 390738  
 Y: 200814

Altitud: 47 m  
 Uso de suelo: Bosque

# PI-10

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,20	0,0000	-0,6990	0,0000	0,0000	0,4886	-0,6990	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,19112
2	2,00	0,40	0,3010	-1,0969	-0,1198	0,0906	0,6469	-1,4949	1,0000	1,0000	0,2000	2,00	0,15096
3	3,00	0,60	0,7782	-1,3188	-0,2256	0,3183	0,6961	-2,1604	1,0000	1,0000	0,2000	3,00	0,13151
4	4,00	0,80	1,3802	-1,4157	-0,2840	0,6807	0,7055	-2,5480	1,0000	1,0000	0,2000	4,00	0,11924
5	5,00	0,90	2,0792	-1,4614	-0,3160	1,1693	0,7076	-2,7768	0,9980	0,9575	0,2040	5,00	0,11053
6	6,00	1,00	2,8573	-1,4614	-0,3160	1,7748	0,7076	-2,7768	0,9958	0,9177	0,2087	6,00	0,10388
7	8,00	1,30	3,7604	-1,3475	-0,2131	2,5904	0,7206	-1,8653	0,9960	0,8957	0,2120	8,00	0,09419
8	10,00	1,50	4,7604	-1,1714	-0,0370	3,5904	0,7516	-0,1044	0,9956	0,8712	0,2164	10,00	0,08730
9	12,00	1,80	5,8396	-0,9161	0,2385	4,7550	0,8168	2,9589	0,9963	0,8622	0,2182	12,00	0,08205
10	15,00	2,00	7,0157	-0,6151	0,5925	6,1382	0,9074	7,4744	0,9958	0,8420	0,2227	15,00	0,07605
11	20,00	2,30	8,3167	-0,2534	1,0632	7,8309	1,0382	14,7089	0,9942	0,8132	0,2302	20,00	0,06896
12	25,00	2,60	9,7147	0,1616	1,6433	9,7851	1,2104	25,0832	0,9928	0,7875	0,2377	25,00	0,06392
13	30,00	2,80	11,1918	0,6088	2,3038	11,9670	1,4104	38,4980	0,9914	0,7632	0,2454	30,00	0,06007
14	35,00	3,00	12,7359	1,0859	3,0405	14,3512	1,6380	55,1972	0,9902	0,7423	0,2525	35,00	0,05700
15	40,00	3,30	14,3379	1,6044	3,8712	16,9178	1,9069	75,9378	0,9900	0,7276	0,2579	40,00	0,05447
16	50,00	3,70	16,0369	2,1726	4,8365	19,8043	2,2297	104,3479	0,9897	0,7128	0,2639	50,00	0,05049
17	60,00	4,20	17,8150	2,7959	5,9448	22,9661	2,6182	141,7428	0,9900	0,7016	0,2687	60,00	0,04745
18	75,00	4,60	19,6901	3,4586	7,1875	26,4819	3,0574	191,4497	0,9898	0,6887	0,2747	75,00	0,04398
19	90,00	5,10	21,6443	4,1662	8,5702	30,3010	3,5581	255,1310	0,9898	0,6775	0,2802	90,00	0,04133
20	105,00	5,60	23,6655	4,9144	10,0825	34,3862	4,1179	333,6907	0,9901	0,6685	0,2849	105,00	0,03922
21	120,00	5,90	25,7447	5,6852	11,6852	38,7092	4,7121	426,1930	0,9902	0,6597	0,2897	120,00	0,03748



## Prueba de infiltración #10

**Código:** PI-10  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Camino al sureste de la iglesia de San Martín, Nandayure  
**Fecha:** 5 - febrero - 2019

**Coordenadas:**  
**CRTM05**  
**X:** 343604,48  
**Y:** 1095283,95

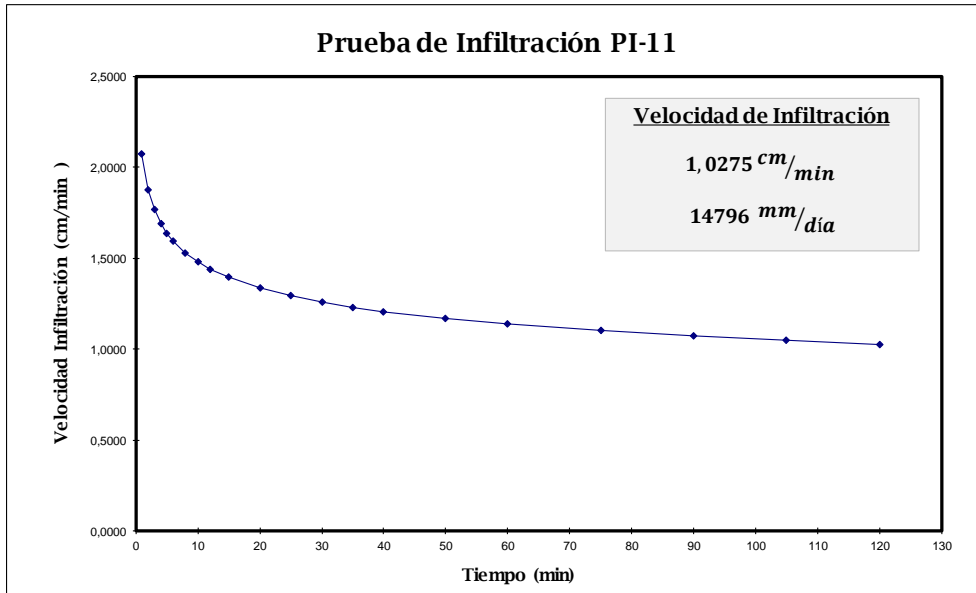
**Lambert Norte**  
**X:** 379947  
**Y:** 209776

**Altitud:** 48 m  
**Uso de suelo:** Bosque

PI-11

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	2,30	0,0000	0,3617	0,0000	0,0000	0,1308	0,3617	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	1,00	2,07539
2	2,00	4,40	0,3010	1,0052	0,1937	0,0906	0,5449	1,6486	1,0000	0,9359	2,3000	2,00	1,87454
3	3,00	6,40	0,7782	1,8114	0,5783	0,3183	1,1948	4,0672	1,0000	0,9320	2,3017	3,00	1,76619
4	4,00	7,40	1,3802	2,6806	1,1017	0,6807	1,9504	7,5441	0,9960	0,8642	2,3548	4,00	1,69313
5	5,00	9,30	2,0792	3,6491	1,7786	1,1693	2,8883	12,3865	0,9972	0,8572	2,3624	5,00	1,63855
6	6,00	11,30	2,8573	4,7022	2,5981	1,7748	3,9973	18,7050	0,9978	0,8665	2,3500	6,00	1,59526
7	8,00	14,40	3,7604	5,8605	3,6442	2,5904	5,3391	27,9719	0,9984	0,8696	2,3447	8,00	1,52927
8	10,00	17,30	4,7604	7,0986	4,8822	3,5904	6,8719	40,3523	0,9988	0,8687	2,3464	10,00	1,47997
9	12,00	20,30	5,8396	8,4061	6,2932	4,7550	8,5814	56,0423	0,9990	0,8685	2,3468	12,00	1,44088
10	15,00	25,20	7,0157	9,8075	7,9414	6,1382	10,5453	77,0633	0,9992	0,8722	2,3379	15,00	1,39443
11	20,00	33,10	8,3167	11,3273	9,9188	7,8309	12,8552	107,4599	0,9993	0,8779	2,3226	20,00	1,33675
12	25,00	40,30	9,7147	12,9326	12,1629	9,7851	15,4322	147,5925	0,9994	0,8816	2,3120	25,00	1,29366
13	30,00	46,80	11,1918	14,6028	14,6300	11,9670	18,2219	197,6999	0,9995	0,8827	2,3088	30,00	1,25948
14	35,00	53,20	12,7359	16,3287	17,2950	14,3512	21,2007	258,1068	0,9996	0,8826	2,3091	35,00	1,23129
15	40,00	59,60	14,3379	18,1040	20,1390	16,9178	24,3522	329,1166	0,9996	0,8822	2,3105	40,00	1,20738
16	50,00	71,30	16,0369	19,9571	23,2874	19,8043	27,7861	421,7711	0,9997	0,8804	2,3168	50,00	1,16846
17	60,00	81,30	17,8150	21,8672	26,6838	22,9661	31,4346	536,3765	0,9997	0,8770	2,3297	60,00	1,13759
18	75,00	95,30	19,6901	23,8463	30,3947	26,4819	35,3514	684,8085	0,9996	0,8718	2,3503	75,00	1,10092
19	90,00	107,60	21,6443	25,8781	34,3654	30,3010	39,4797	867,6716	0,9995	0,8656	2,3765	90,00	1,07184
20	105,00	119,50	23,6655	27,9554	38,5641	34,3862	43,7951	1085,7952	0,9993	0,8593	2,4044	105,00	1,04785
21	120,00	130,70	25,7447	30,0717	42,9642	38,7092	48,2737	1339,7483	0,9992	0,8532	2,4326	120,00	1,02750



**Prueba de infiltración # 11**

Código: PI-11  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Reserva Camaronal,  
 Nandayure  
 Fecha: 6 - febrero - 2019

Coordenadas:  
 CRIM05  
 X: 341591,08  
 Y: 1091545,87

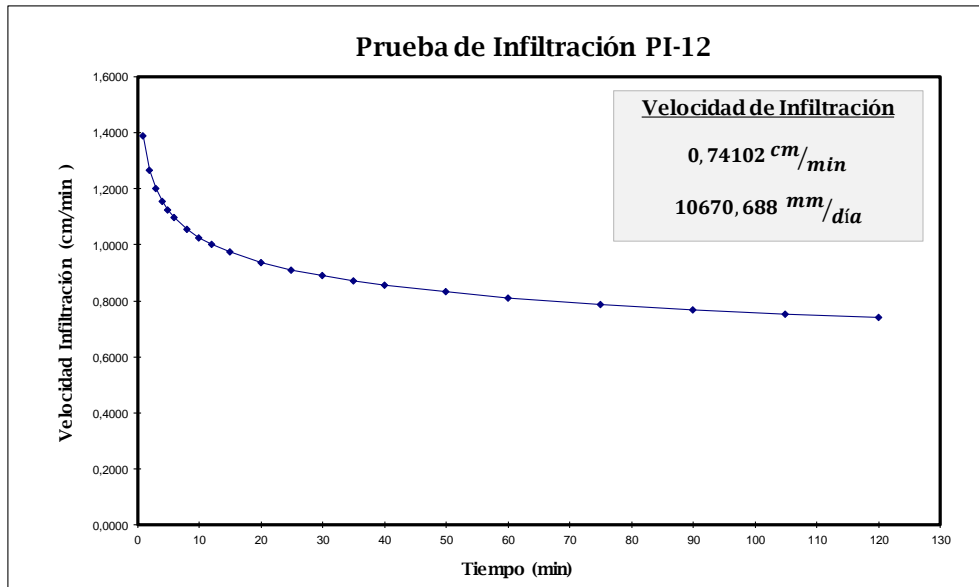
Lambert Norte  
 X: 377937  
 Y: 206037

Altitud: 38 m  
 Uso de suelo: Pasto

# PI-12

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	1,50	0,0000	0,1761	0,0000	0,0000	0,0310	0,1761	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	1,38719
2	2,00	3,00	0,3010	0,6532	0,1436	0,0906	0,2587	1,1303	1,0000	1,0000	1,5000	2,00	1,26681
3	3,00	4,20	0,7782	1,2765	0,4410	0,3183	0,6471	3,0001	0,9989	0,9440	1,5158	3,00	1,20129
4	4,00	5,60	1,3802	2,0246	0,8914	0,6807	1,2069	5,9928	0,9994	0,9430	1,5163	4,00	1,15687
5	5,00	6,70	2,0792	2,8507	1,4688	1,1693	1,8893	10,1232	0,9994	0,9301	1,5253	5,00	1,12355
6	6,00	7,70	2,8573	3,7372	2,1587	1,7748	2,6751	15,4422	0,9991	0,9151	1,5385	6,00	1,09704
7	8,00	9,70	3,7604	4,7240	3,0498	2,5904	3,6489	23,3363	0,9989	0,8979	1,5577	8,00	1,05648
8	10,00	11,40	4,7604	5,7809	4,1067	3,5904	4,7659	33,9054	0,9985	0,8800	1,5811	10,00	1,02605
9	12,00	13,40	5,8396	6,9080	5,3231	4,7550	6,0363	47,4306	0,9986	0,8704	1,5951	12,00	1,00184
10	15,00	16,10	7,0157	8,1148	6,7424	6,1382	7,4927	65,5330	0,9987	0,8628	1,6077	15,00	0,97298
11	20,00	21,50	8,3167	9,4473	8,4760	7,8309	9,2681	92,1818	0,9990	0,8641	1,6052	20,00	0,93701
12	25,00	26,30	9,7147	10,8672	10,4610	9,7851	11,2844	127,6807	0,9992	0,8661	1,6013	25,00	0,91002
13	30,00	31,20	11,1918	12,3614	12,6680	11,9670	13,5169	172,5053	0,9993	0,8688	1,5955	30,00	0,88855
14	35,00	35,60	12,7359	13,9128	15,0636	14,3512	15,9239	226,8061	0,9994	0,8704	1,5920	35,00	0,87079
15	40,00	39,50	14,3379	15,5094	17,6214	16,9178	18,4730	290,6700	0,9995	0,8705	1,5919	40,00	0,85569
16	50,00	48,50	16,0369	17,1952	20,4854	19,8043	21,3147	374,9570	0,9995	0,8714	1,5897	50,00	0,83105
17	60,00	55,90	17,8150	18,9426	23,5926	22,9661	24,3682	479,8018	0,9996	0,8708	1,5911	60,00	0,81144
18	75,00	67,80	19,6901	20,7738	27,0263	26,4819	27,7216	617,1440	0,9997	0,8703	1,5925	75,00	0,78807
19	90,00	79,40	21,6443	22,6736	30,7390	30,3010	31,3309	788,1278	0,9997	0,8699	1,5938	90,00	0,76947
20	105,00	90,60	23,6655	24,6308	34,6947	34,3862	35,1612	993,6263	0,9997	0,8694	1,5951	105,00	0,75409
21	120,00	101,70	25,7447	26,6381	38,8683	38,7092	39,1906	1234,5048	0,9998	0,8690	1,5962	120,00	0,74102



**Prueba de infiltración #12**

**Código:** PI-12  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Al norte del poblado de Islita, propiedad del Hotel Punta Islita, Nandayure  
**Fecha:** 6 - febrero - 2019

**Coordenadas:**  
 CRTM05  
 X: 347283,68  
 Y: 1091013,21

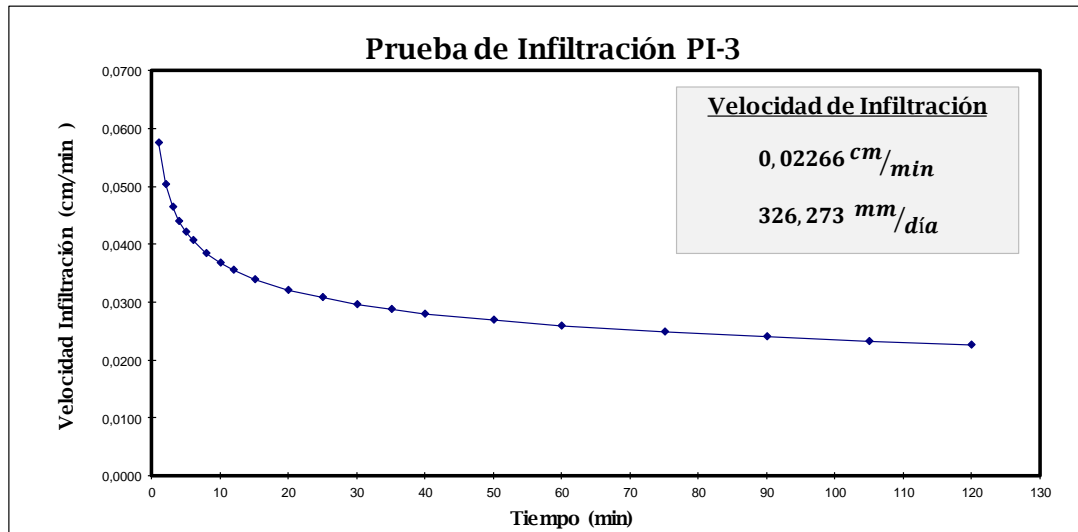
**Lambert Norte**  
 X: 383629  
 Y: 205509

**Altitud:** 60 m  
**Uso de suelo:** Bosque

PI-13

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,05763
2	2,00	0,10	0,3010	-2,0000	-0,3010	0,0906	2,0000	-3,0000	#DIV/0!	0,0000	0,1000	2,00	0,05035
3	3,00	0,10	0,7782	-3,0000	-0,7782	0,3183	3,0000	-6,0000	0,0000	0,0000	0,1000	3,00	0,04652
4	4,00	0,20	1,3802	-3,6990	-1,1990	0,6807	3,4886	-8,7959	0,6563	0,3783	0,0880	4,00	0,04398
5	5,00	0,30	2,0792	-4,2218	-1,5644	1,1693	3,7620	-11,4103	0,7799	0,6273	0,0785	5,00	0,04211
6	6,00	0,30	2,8573	-4,7447	-1,9713	1,7748	4,0354	-14,5475	0,8415	0,6960	0,0755	6,00	0,04064
7	8,00	0,40	3,7604	-5,1427	-2,3307	2,5904	4,1937	-17,7311	0,8873	0,7574	0,0722	8,00	0,03842
8	10,00	0,50	4,7604	-5,4437	-2,6317	3,5904	4,2843	-20,7414	0,9164	0,8019	0,0696	10,00	0,03678
9	12,00	0,60	5,8396	-5,6655	-2,8711	4,7550	4,3336	-23,4036	0,9351	0,8332	0,0676	12,00	0,03550
10	15,00	0,70	7,0157	-5,8204	-3,0533	6,1382	4,3576	-25,7271	0,9485	0,8470	0,0666	15,00	0,03399
11	20,00	0,90	8,3167	-5,8662	-3,1129	7,8309	4,3596	-26,6422	0,9594	0,8571	0,0659	20,00	0,03213
12	25,00	1,00	9,7147	-5,8662	-3,1129	9,7851	4,3596	-26,6422	0,9666	0,8519	0,0663	25,00	0,03077
13	30,00	1,10	11,1918	-5,8248	-3,0517	11,9670	4,3614	-25,4004	0,9713	0,8417	0,0672	30,00	0,02969
14	35,00	1,30	12,7359	-5,7109	-2,8758	14,3512	4,3743	-21,4124	0,9754	0,8388	0,0675	35,00	0,02881
15	40,00	1,50	14,3379	-5,5348	-2,5937	16,9178	4,4053	-14,3688	0,9788	0,8394	0,0674	40,00	0,02807
16	50,00	1,70	16,0369	-5,3043	-2,2021	19,8043	4,4585	-2,8463	0,9813	0,8349	0,0679	50,00	0,02688
17	60,00	1,90	17,8150	-5,0256	-1,7065	22,9661	4,5362	13,8789	0,9833	0,8285	0,0686	60,00	0,02594
18	75,00	2,40	19,6901	-4,6454	-0,9936	26,4819	4,6807	42,3947	0,9854	0,8270	0,0687	75,00	0,02483
19	90,00	2,50	21,6443	-4,2474	-0,2159	30,3010	4,8391	78,2093	0,9866	0,8190	0,0697	90,00	0,02397
20	105,00	2,80	23,6655	-3,8003	0,6879	34,3862	5,0390	125,1609	0,9877	0,8122	0,0706	105,00	0,02326
21	120,00	3,00	25,7447	-3,3231	1,6799	38,7092	5,2667	182,4155	0,9884	0,8050	0,0716	120,00	0,02266



**Prueba de infiltración #13**

**Código:** PI-13  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Propiedad ASADA Corozalito, Nandayure  
**Fecha:** 6 - febrero - 2019

**Coordenadas:**  
 CRTM05  
 X: 349765,60  
 Y: 1090420,11

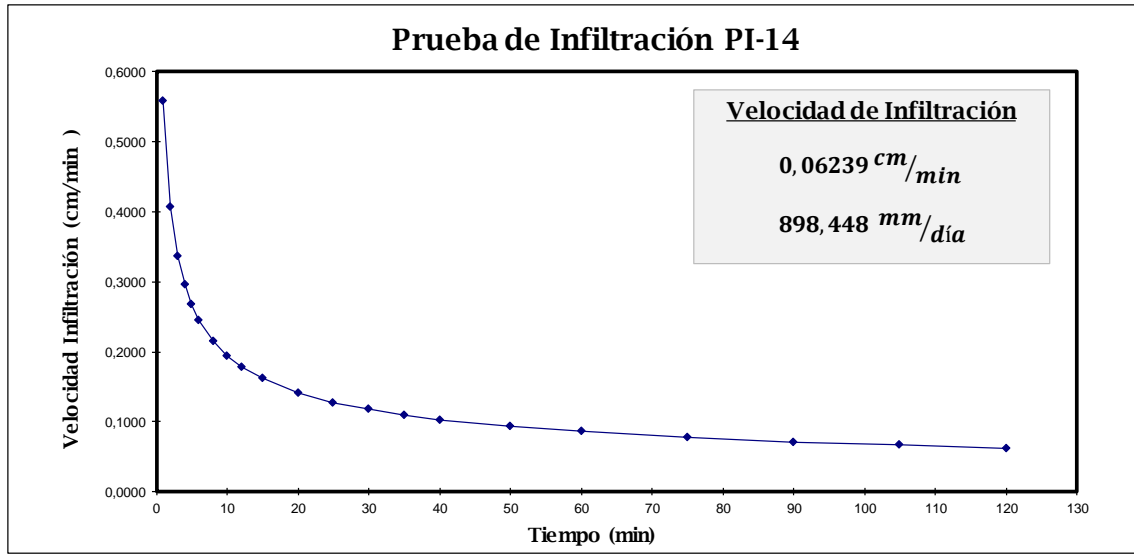
**Lambert Norte**  
 X: 386111  
 Y: 204918

**Altitud:** 19 m  
**Uso de suelo:** Pasto

PI-14

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,55777
2	2,00	1,50	0,3010	0,1761	0,0530	0,0906	0,0310	0,3522	1,0000	0,5850	1,0000	2,00	0,40618
3	3,00	1,90	0,7782	0,4548	0,1860	0,3183	0,1087	1,1884	1,0000	0,5843	1,0001	3,00	0,33740
4	4,00	2,20	1,3802	0,7973	0,3922	0,6807	0,2260	2,5581	0,9997	0,5725	1,0041	4,00	0,29579
5	5,00	2,50	2,0792	1,1952	0,6703	1,1693	0,3843	4,5478	0,9998	0,5688	1,0058	5,00	0,26708
6	6,00	2,80	2,8573	1,6424	1,0183	1,7748	0,5843	7,2308	0,9998	0,5703	1,0050	6,00	0,24570
7	8,00	3,20	3,7604	2,1475	1,4745	2,5904	0,8394	11,2720	0,9996	0,5626	1,0106	8,00	0,21540
8	10,00	3,60	4,7604	2,7038	2,0308	3,5904	1,1489	16,8350	0,9995	0,5568	1,0155	10,00	0,19449
9	12,00	4,00	5,8396	3,3059	2,6805	4,7550	1,5114	24,0597	0,9996	0,5543	1,0178	12,00	0,17893
10	15,00	4,50	7,0157	3,9591	3,4487	6,1382	1,9381	33,8579	0,9996	0,5518	1,0204	15,00	0,16156
11	20,00	5,10	8,3167	4,6667	4,3693	7,8309	2,4387	48,0093	0,9994	0,5451	1,0283	20,00	0,14164
12	25,00	5,80	9,7147	5,4301	5,4365	9,7851	3,0216	67,0950	0,9995	0,5418	1,0325	25,00	0,12789
13	30,00	6,50	11,1918	6,2430	6,6373	11,9670	3,6824	91,4824	0,9996	0,5415	1,0329	30,00	0,11765
14	35,00	7,00	12,7359	7,0881	7,9422	14,3512	4,3966	121,0609	0,9996	0,5403	1,0346	35,00	0,10964
15	40,00	7,40	14,3379	7,9573	9,3348	16,9178	5,1521	155,8301	0,9996	0,5381	1,0379	40,00	0,10314
16	50,00	8,30	16,0369	8,8764	10,8962	19,8043	5,9968	201,7840	0,9996	0,5360	1,0413	50,00	0,09313
17	60,00	9,00	17,8150	9,8307	12,5930	22,9661	6,9074	259,0386	0,9996	0,5332	1,0460	60,00	0,08568
18	75,00	10,50	19,6901	10,8518	14,5078	26,4819	7,9503	335,6278	0,9996	0,5335	1,0454	75,00	0,07736
19	90,00	12,00	21,6443	11,9310	16,6168	30,3010	9,1149	432,7541	0,9996	0,5360	1,0408	90,00	0,07117
20	105,00	13,30	23,6655	13,0549	18,8883	34,3862	10,3779	550,7585	0,9995	0,5390	1,0350	105,00	0,06632
21	120,00	14,60	25,7447	14,2192	21,3092	38,7092	11,7336	690,4808	0,9994	0,5425	1,0282	120,00	0,06239



**Prueba de infiltración #14**

Código: PI-14  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Al norte del poblado de Corozalito, Nandayure  
 Fecha: 7 - febrero - 2019

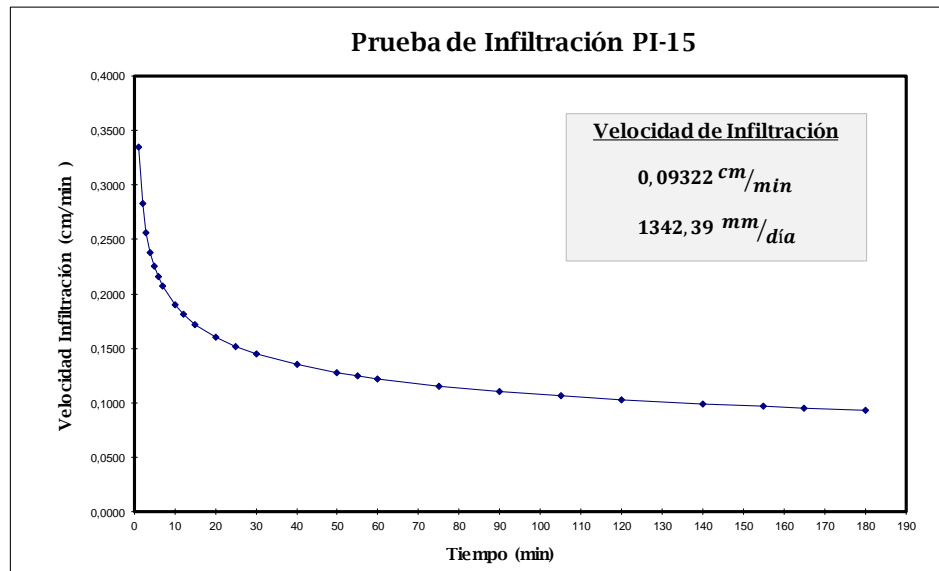
Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 350510,95  
 Y: 1091929,74

Lambert Norte  
 X: 386855  
 Y: 206428

Altitud: 54 m  
 Uso de suelo: Bosque

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,33520
2	2,00	0,90	0,3010	-1,0458	-0,0138	0,0906	1,0021	-1,0915	1,0000	3,1699	0,1000	2,00	0,28257
3	3,00	1,50	0,7782	-0,8697	0,0702	0,3183	1,0331	-0,5632	0,9810	2,5409	0,1125	3,00	0,25570
4	4,00	1,70	1,3802	-0,6392	0,2090	0,6807	1,0862	0,3586	0,9576	2,1005	0,1304	4,00	0,23820
5	5,00	1,90	2,0792	-0,3605	0,4038	1,1693	1,1639	1,7523	0,9404	1,8173	0,1487	5,00	0,22545
6	6,00	2,20	2,8573	-0,0180	0,6703	1,7748	1,2812	3,8069	0,9321	1,6394	0,1645	6,00	0,21555
7	7,00	2,70	3,7024	0,4133	1,0348	2,4890	1,4672	6,8264	0,9327	1,5379	0,1760	7,00	0,20751
8	10,00	3,10	4,7024	0,9047	1,5262	3,4890	1,7087	11,7400	0,9215	1,3718	0,2026	10,00	0,19005
9	12,00	3,40	5,7816	1,4362	2,0998	4,6536	1,9911	18,1178	0,9149	1,2529	0,2263	12,00	0,18170
10	15,00	4,10	6,9577	2,0489	2,8204	6,0368	2,3667	27,3095	0,9142	1,1664	0,2474	15,00	0,17198
11	20,00	4,80	8,2587	2,7302	3,7068	7,7295	2,8307	40,9344	0,9132	1,0837	0,2720	20,00	0,16021
12	25,00	5,70	9,6567	3,4861	4,7634	9,6837	3,4021	59,8312	0,9159	1,0237	0,2929	25,00	0,15163
13	30,00	6,40	11,1338	4,2922	5,9543	11,8656	4,0520	84,0166	0,9194	0,9777	0,3110	30,00	0,14497
14	40,00	7,10	12,7359	5,1435	7,3180	14,4322	4,7767	118,0670	0,9206	0,9271	0,3342	40,00	0,13505
15	50,00	8,10	14,4348	6,0520	8,8615	17,3187	5,6020	163,4912	0,9229	0,8862	0,3554	50,00	0,12782
16	55,00	8,60	16,1752	6,9865	10,4879	20,3476	6,4753	214,8886	0,9259	0,8572	0,3716	55,00	0,12486
17	60,00	9,00	17,9533	7,9407	12,1847	23,5094	7,3859	272,1432	0,9288	0,8350	0,3848	60,00	0,12221
18	75,00	9,90	19,8284	8,9364	14,0515	27,0253	8,3772	346,8158	0,9310	0,8118	0,4001	75,00	0,11567
19	90,00	10,70	21,7826	9,9657	16,0632	30,8443	9,4368	439,4604	0,9329	0,7899	0,4158	90,00	0,11059
20	105,00	11,50	23,8038	11,0264	18,2071	34,9295	10,5619	550,8336	0,9347	0,7704	0,4309	105,00	0,10646
21	120,00	12,30	25,8830	12,1163	20,4732	39,2525	11,7498	681,6222	0,9366	0,7536	0,4448	120,00	0,10302
22	140,00	13,30	28,0291	13,2402	22,8851	43,8584	13,0128	838,9615	0,9384	0,7384	0,4582	140,00	0,09918
23	155,00	14,10	30,2195	14,3894	25,4023	48,6560	14,3335	1017,0904	0,9404	0,7258	0,4700	155,00	0,09672
24	165,00	14,90	32,4370	15,5626	28,0038	53,5732	15,7099	1210,6662	0,9426	0,7161	0,4793	165,00	0,09524
25	180,00	15,70	34,6922	16,7585	30,7009	58,6594	17,1400	1425,9281	0,9447	0,7079	0,4875	180,00	0,09322



**Prueba de infiltración #15**

**Código:** PI-15  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Poblado Río Ora, Nandayure

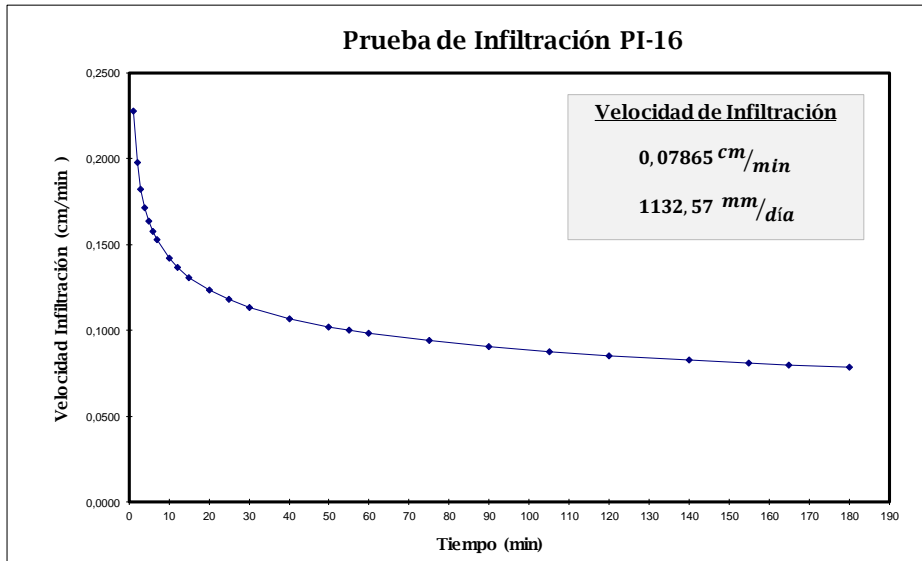
**Coordenadas:**  
**CRTM05**  
**X:** 353550  
**Y:** 1100411

**Lambert Norte**  
**X:** 389887  
**Y:** 214918

**Uso de suelo:** Pasto

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,20	0,0000	-0,6990	0,0000	0,0000	0,4886	-0,6990	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,22794
2	2,00	0,50	0,3010	-1,0000	-0,0906	0,0906	0,5792	-1,3010	1,0000	1,3219	0,2000	2,00	0,19776
3	3,00	0,70	0,7782	-1,1549	-0,1645	0,3183	0,6032	-1,7657	0,9938	1,1599	0,2061	3,00	0,18199
4	4,00	0,80	1,3802	-1,2518	-0,2229	0,6807	0,6126	-2,1534	0,9839	1,0224	0,2159	4,00	0,17158
5	5,00	1,10	2,0792	-1,2104	-0,1939	1,1693	0,6143	-1,9464	0,9889	1,0154	0,2166	5,00	0,16391
6	6,00	1,30	2,8573	-1,0965	-0,1053	1,7748	0,6273	-1,2628	0,9916	1,0068	0,2177	6,00	0,15790
7	7,00	1,50	3,7024	-0,9204	0,0435	2,4890	0,6583	-0,3031	0,9932	0,9993	0,2188	7,00	0,15299
8	10,00	2,20	4,7024	-0,5780	0,3860	3,4890	0,7755	3,3941	0,9950	1,0011	0,2184	10,00	0,14221
9	12,00	2,30	5,7816	-0,2162	0,7763	4,6536	0,9064	7,7348	0,9947	0,9742	0,2240	12,00	0,13699
10	15,00	2,60	6,9577	0,1987	1,2644	6,0368	1,0786	13,9594	0,9934	0,9417	0,2316	15,00	0,13087
11	20,00	3,10	8,2587	0,6901	1,9037	7,7295	1,3200	23,7867	0,9917	0,9062	0,2412	20,00	0,12338
12	25,00	4,00	9,6567	1,2922	2,7453	9,6837	1,6825	38,8382	0,9926	0,8916	0,2456	25,00	0,11786
13	30,00	4,80	11,1338	1,9734	3,7516	11,8656	2,1466	59,2754	0,9937	0,8847	0,2478	30,00	0,11354
14	40,00	5,70	12,7359	2,7293	4,9625	14,4322	2,7179	89,5104	0,9941	0,8712	0,2526	40,00	0,10704
15	50,00	6,60	14,4348	3,5488	6,3549	17,3187	3,3896	130,4876	0,9944	0,8576	0,2578	50,00	0,10226
16	55,00	6,70	16,1752	4,3749	7,7926	20,3476	4,0720	175,9217	0,9942	0,8434	0,2635	55,00	0,10028
17	60,00	7,30	17,9533	5,2382	9,3277	23,5094	4,8173	227,7211	0,9943	0,8344	0,2673	60,00	0,09851
18	75,00	8,40	19,8284	6,1625	11,0608	27,0253	5,6716	297,0420	0,9944	0,8243	0,2718	75,00	0,09410
19	90,00	9,30	21,7826	7,1310	12,9534	30,8443	6,6096	384,2055	0,9943	0,8138	0,2769	90,00	0,09065
20	105,00	10,20	23,8038	8,1396	14,9920	34,9295	7,6268	490,1085	0,9942	0,8039	0,2820	105,00	0,08783
21	120,00	11,10	25,8830	9,1849	17,1654	39,2525	8,7195	615,5473	0,9941	0,7951	0,2867	120,00	0,08546
22	140,00	12,30	28,0291	10,2748	19,5045	43,8584	9,9074	768,1340	0,9941	0,7872	0,2912	140,00	0,08281
23	155,00	13,20	30,2195	11,3954	21,9589	48,6560	11,1631	941,8230	0,9942	0,7806	0,2950	155,00	0,08110
24	165,00	14,10	32,4370	12,5446	24,5073	53,5732	12,4838	1131,4441	0,9944	0,7760	0,2978	165,00	0,08007
25	180,00	15,00	34,6922	13,7207	27,1597	58,6594	13,8670	1343,1405	0,9946	0,7720	0,3003	180,00	0,07865



**Prueba de infiltración #16**

**Código:** PI-16  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Cerro Azul, Nandayure

**Coordenadas:**  
**CRTM05**  
**X:** 356861  
**Y:** 1098200

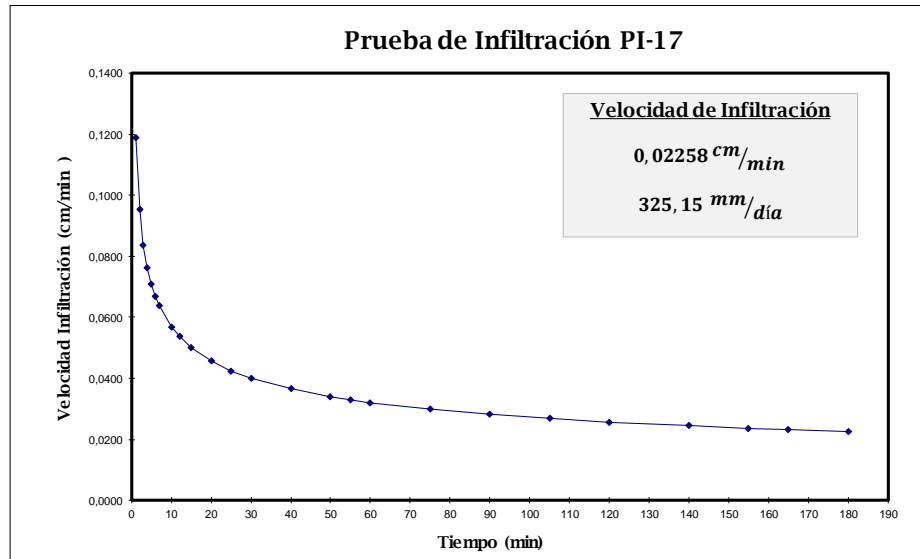
**Lambert Norte**  
**X:** 393199  
**Y:** 212710

**Uso de suelo:** Bosque



TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,11882
2	2,00	0,20	0,3010	-1,6990	-0,2104	0,0906	1,4886	-2,3979	1,0000	1,0000	1,0000	2,00	0,09520
3	3,00	0,40	0,7782	-2,0969	-0,4003	0,3183	1,6469	-3,5918	0,9888	1,2337	0,0957	3,00	0,08362
4	4,00	0,50	1,3802	-2,3979	-0,5815	0,6807	1,7375	-4,7959	0,9928	1,2025	0,0967	4,00	0,07627
5	5,00	0,60	2,0792	-2,6198	-0,7366	1,1693	1,7868	-5,9051	0,9933	1,1579	0,0987	5,00	0,07102
6	6,00	0,70	2,8573	-2,7747	-0,8571	1,7748	1,8107	-6,8345	0,9932	1,1211	0,1008	6,00	0,06700
7	7,00	0,80	3,7024	-2,8716	-0,9390	2,4890	1,8201	-7,5129	0,9932	1,0925	0,1028	7,00	0,06377
8	10,00	1,10	4,7024	-2,8302	-0,8976	3,4890	1,8219	-7,0990	0,9932	1,0567	0,1060	10,00	0,05690
9	12,00	1,20	5,7816	-2,7510	-0,8122	4,6536	1,8281	-6,1488	0,9917	1,0166	0,1100	12,00	0,05368
10	15,00	1,40	6,9577	-2,6049	-0,6403	6,0368	1,8495	-3,9569	0,9905	0,9801	0,1142	15,00	0,04998
11	20,00	1,60	8,2587	-2,4008	-0,3747	7,7295	1,8911	0,1255	0,9875	0,9338	0,1204	20,00	0,04559
12	25,00	1,70	9,6567	-2,1703	-0,0526	9,6837	1,9442	5,8867	0,9832	0,8856	0,1278	25,00	0,04245
13	30,00	1,80	11,1338	-1,9151	0,3245	11,8656	2,0094	13,5449	0,9793	0,8431	0,1351	30,00	0,04004
14	40,00	2,20	12,7359	-1,5726	0,8731	14,4322	2,1267	27,2418	0,9778	0,8093	0,1417	40,00	0,03653
15	50,00	2,30	14,4348	-1,2109	1,4876	17,3187	2,2575	45,3282	0,9750	0,7739	0,1494	50,00	0,03401
16	55,00	2,40	16,1752	-0,8307	2,1493	20,3476	2,4021	66,2398	0,9737	0,7482	0,1555	55,00	0,03299
17	60,00	2,50	17,9533	-0,4328	2,8569	23,5094	2,5604	90,1162	0,9731	0,7285	0,1604	60,00	0,03208
18	75,00	2,90	19,8284	0,0296	3,7239	27,0253	2,7742	124,7961	0,9735	0,7122	0,1648	75,00	0,02987
19	90,00	3,20	21,7826	0,5348	4,7111	30,8443	3,0294	170,2596	0,9741	0,6979	0,1690	90,00	0,02818
20	105,00	3,60	23,8038	1,0911	5,8355	34,9295	3,3389	228,6713	0,9753	0,6876	0,1723	105,00	0,02683
21	120,00	4,00	25,8830	1,6932	7,0873	39,2525	3,7014	300,9185	0,9768	0,6802	0,1747	120,00	0,02571
22	140,00	4,50	28,0291	2,3464	8,4892	43,8584	4,1281	392,3683	0,9784	0,6750	0,1765	140,00	0,02447
23	155,00	4,90	30,2195	3,0366	10,0010	48,6560	4,6044	499,3487	0,9800	0,6716	0,1777	155,00	0,02369
24	165,00	5,30	32,4370	3,7608	11,6070	53,5732	5,1290	618,8542	0,9815	0,6703	0,1782	165,00	0,02322
25	180,00	5,70	34,6922	4,5167	13,3117	58,6594	5,7003	754,9517	0,9828	0,6697	0,1784	180,00	0,02258



**Prueba de infiltración #17**

Código: PI-17  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Los Ángeles, Nandayure

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 358886  
 Y: 1094080

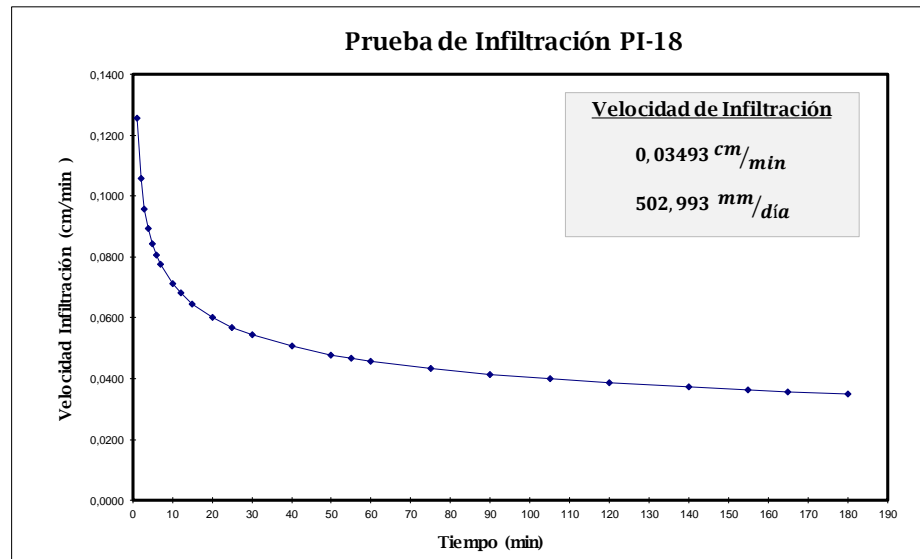
Lambert Norte  
 X: 395228  
 Y: 208592

Uso de suelo: Bosque

PI-18

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	1,00	0,12541
2	2,00	0,20	0,3010	-1,6990	-0,2104	0,0906	1,4886	-2,3979	1,0000	1,0000	1,0000	2,00	0,10574
3	3,00	0,50	0,7782	-2,0000	-0,3540	0,3183	1,5792	-3,3010	0,9737	1,4149	0,0925	3,00	0,09569
4	4,00	0,60	1,3802	-2,2218	-0,4876	0,6807	1,6284	-4,1884	0,9828	1,3646	0,0941	4,00	0,08915
5	5,00	0,70	2,0792	-2,3768	-0,5959	1,1693	1,6524	-4,9629	0,9835	1,2880	0,0975	5,00	0,08439
6	6,00	0,80	2,8573	-2,4737	-0,6713	1,7748	1,6618	-5,5444	0,9828	1,2237	0,1012	6,00	0,08068
7	7,00	0,90	3,7024	-2,5194	-0,7100	2,4890	1,6639	-5,8647	0,9822	1,1731	0,1046	7,00	0,07768
8	10,00	1,05	4,7024	-2,4982	-0,6888	3,4890	1,6643	-5,6528	0,9739	1,0756	0,1136	10,00	0,07115
9	12,00	1,15	5,7816	-2,4375	-0,6233	4,6536	1,6680	-4,9244	0,9687	1,0033	0,1215	12,00	0,06803
10	15,00	1,25	6,9577	-2,3406	-0,5093	6,0368	1,6774	-3,4708	0,9630	0,9359	0,1302	15,00	0,06439
11	20,00	1,55	8,2587	-2,1503	-0,2617	7,7295	1,7136	0,3359	0,9620	0,8848	0,1381	20,00	0,05999
12	25,00	1,70	9,6567	-1,9198	0,0605	9,6837	1,7667	0,6091	0,9608	0,8393	0,1461	25,00	0,05678
13	30,00	2,05	11,1338	-1,6081	0,5210	11,8656	1,8639	15,4497	0,9637	0,8146	0,1509	30,00	0,05429
14	40,00	2,65	12,7359	-1,1848	1,1991	14,4322	2,0431	32,3795	0,9682	0,7999	0,1541	40,00	0,05058
15	50,00	3,25	14,4348	-0,6730	2,0687	17,3187	2,3051	57,9737	0,9727	0,7924	0,1558	50,00	0,04788
16	55,00	3,45	16,1752	-0,1351	3,0047	20,3476	2,5943	87,5537	0,9759	0,7863	0,1573	55,00	0,04677
17	60,00	3,55	17,9533	0,4151	3,9831	23,5094	2,8971	120,5674	0,9781	0,7792	0,1590	60,00	0,04578
18	75,00	4,05	19,8284	1,0225	5,1221	27,0253	3,2661	166,1266	0,9799	0,7710	0,1613	75,00	0,04333
19	90,00	4,65	21,7826	1,6900	6,4265	30,8443	3,7116	226,1973	0,9817	0,7645	0,1631	90,00	0,04143
20	105,00	5,15	23,8038	2,4018	7,8652	34,9295	4,2182	300,9371	0,9832	0,7588	0,1648	105,00	0,03989
21	120,00	5,65	25,8830	3,1539	9,4288	39,2525	4,7838	391,1829	0,9845	0,7539	0,1664	120,00	0,03860
22	140,00	6,30	28,0291	3,9532	11,1443	43,8584	5,4228	503,0906	0,9857	0,7496	0,1677	140,00	0,03716
23	155,00	6,80	30,2195	4,7857	12,9678	48,6560	6,1158	632,1295	0,9867	0,7463	0,1689	155,00	0,03624
24	165,00	7,20	32,4370	5,6430	14,8689	53,5732	6,8509	773,5893	0,9877	0,7441	0,1696	165,00	0,03569
25	180,00	7,70	34,6922	6,5295	16,8682	58,6594	7,6367	933,1577	0,9885	0,7423	0,1702	180,00	0,03493



**Prueba de infiltración #18**

Código: PI-18  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: San Pedro, Nandayure

Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 349174  
 Y: 1094424

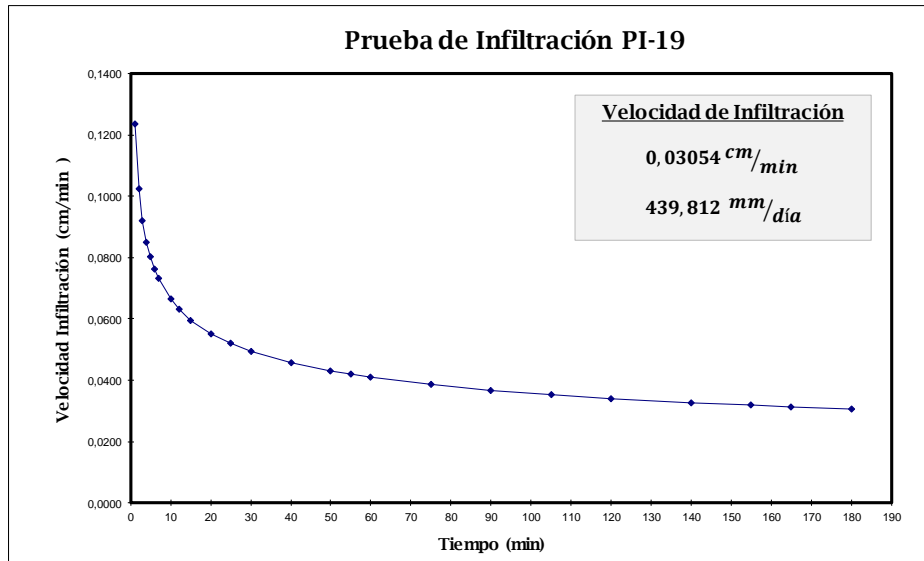
Lambert Norte  
 X: 385517  
 Y: 208928

Uso de suelo: Bosque

PI-19

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

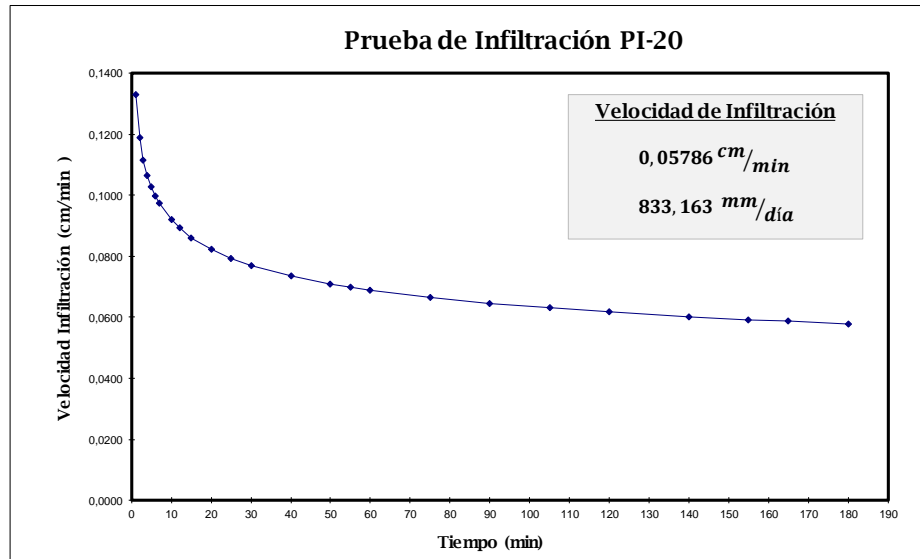
N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,12351
2	2,00	0,30	0,3010	-1,5229	-0,1574	0,0906	1,2734	-2,0458	1,0000	1,5850	0,1000	2,00	0,10249
3	3,00	0,40	0,7782	-1,9208	-0,3473	0,3183	1,4318	-3,2396	0,9846	1,2967	0,1055	3,00	0,09190
4	4,00	0,50	1,3802	-2,2218	-0,5285	0,6807	1,5224	-4,4437	0,9809	1,1646	0,1103	4,00	0,08506
5	5,00	0,60	2,0792	-2,4437	-0,6836	1,1693	1,5716	-5,5529	0,9810	1,0916	0,1141	5,00	0,08010
6	6,00	0,75	2,8573	-2,5686	-0,7808	1,7748	1,5872	-6,3026	0,9847	1,0685	0,1156	6,00	0,07627
7	7,00	0,90	3,7024	-2,6144	-0,8195	2,4890	1,5893	-6,6229	0,9878	1,0615	0,1162	7,00	0,07317
8	10,00	1,00	4,7024	-2,6144	-0,8195	3,4890	1,5893	-6,6229	0,9827	0,9895	0,1235	10,00	0,06647
9	12,00	1,10	5,7816	-2,5730	-0,7748	4,6536	1,5910	-6,1262	0,9795	0,9346	0,1299	12,00	0,06329
10	15,00	1,20	6,9577	-2,4938	-0,6817	6,0368	1,5973	-4,9384	0,9754	0,8809	0,1373	15,00	0,05960
11	20,00	1,50	8,2587	-2,3177	-0,4526	7,7295	1,6283	-1,4166	0,9753	0,8422	0,1436	20,00	0,05516
12	25,00	1,70	9,6567	-2,0873	-0,1304	9,6837	1,6814	4,3446	0,9756	0,8099	0,1494	25,00	0,05195
13	30,00	2,10	11,1338	-1,7651	0,3455	11,8656	1,7852	14,0112	0,9787	0,7970	0,1519	30,00	0,04946
14	40,00	2,60	12,7359	-1,3501	1,0104	14,4322	1,9574	30,6101	0,9816	0,7865	0,1542	40,00	0,04578
15	50,00	3,00	14,4348	-0,8730	1,8210	17,3187	2,1851	54,4662	0,9838	0,7763	0,1566	50,00	0,04311
16	55,00	3,10	16,1752	-0,3816	2,6761	20,3476	2,4265	81,4911	0,9852	0,7664	0,1590	55,00	0,04202
17	60,00	3,20	17,9533	0,1235	3,5744	23,5094	2,6817	111,8001	0,9862	0,7570	0,1614	60,00	0,04105
18	75,00	3,70	19,8284	0,6917	4,6398	27,0253	3,0045	154,4152	0,9871	0,7482	0,1638	75,00	0,03865
19	90,00	4,20	21,7826	1,3150	5,8577	30,8443	3,3930	210,5076	0,9880	0,7409	0,1659	90,00	0,03680
20	105,00	4,70	23,8038	1,9871	7,2162	34,9295	3,8447	281,0779	0,9889	0,7352	0,1676	105,00	0,03531
21	120,00	5,20	25,8830	2,7031	8,7049	39,2525	4,3574	366,9983	0,9897	0,7309	0,1690	120,00	0,03406
22	140,00	5,85	28,0291	3,4703	10,3513	43,8584	4,9459	474,4001	0,9906	0,7278	0,1700	140,00	0,03268
23	155,00	6,35	30,2195	4,2730	12,1096	48,6560	5,5903	598,8301	0,9913	0,7257	0,1707	155,00	0,03180
24	165,00	6,85	32,4370	5,1087	13,9628	53,5732	6,2887	736,7190	0,9920	0,7251	0,1709	165,00	0,03127
25	180,00	7,35	34,6922	5,9750	15,9165	58,6594	7,0392	892,6507	0,9926	0,7250	0,1710	180,00	0,03054



**Prueba de infiltración #19**  
 Código: PI-19  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: Jabillos, Nandayure  
 Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 365577  
 Y: 1091570  
 Lambert Norte  
 X: 401920  
 Y: 206088  
 Uso de suelo: Pasto

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,13282
2	2,00	0,30	0,3010	-1,5229	-0,1574	0,0906	1,2734	-2,0458	1,0000	1,5850	0,1000	2,00	0,11887
3	3,00	0,40	0,7782	-1,9208	-0,3473	0,3183	1,4318	-3,2396	0,9846	1,2967	0,1055	3,00	0,11140
4	4,00	0,50	1,3802	-2,2218	-0,5285	0,6807	1,5224	-4,4437	0,9809	1,1646	0,1103	4,00	0,10639
5	5,00	0,60	2,0792	-2,4437	-0,6836	1,1693	1,5716	-5,5529	0,9810	1,0916	0,1141	5,00	0,10266
6	6,00	0,70	2,8573	-2,5986	-0,8041	1,7748	1,5956	-6,4824	0,9823	1,0466	0,1171	6,00	0,09971
7	7,00	0,80	3,7024	-2,6955	-0,8860	2,4890	1,6050	-7,1607	0,9838	1,0169	0,1194	7,00	0,09728
8	10,00	1,30	4,7024	-2,5816	-0,7721	3,4890	1,6180	-6,0213	0,9882	1,0283	0,1183	10,00	0,09188
9	12,00	1,60	5,7816	-2,3774	-0,5518	4,6536	1,6596	-3,5718	0,9909	1,0383	0,1172	12,00	0,08924
10	15,00	1,90	6,9577	-2,0987	-0,2239	6,0368	1,7373	0,6095	0,9927	1,0338	0,1177	15,00	0,08611
11	20,00	2,30	8,2587	-1,7370	0,2467	7,7295	1,8682	7,8440	0,9934	1,0143	0,1204	20,00	0,08224
12	25,00	2,90	9,6567	-1,2746	0,8931	9,6837	2,0820	19,4040	0,9944	1,0031	0,1221	25,00	0,07935
13	30,00	3,20	11,1338	-0,7694	1,6392	11,8656	2,3372	34,5585	0,9946	0,9863	0,1248	30,00	0,07707
14	40,00	3,70	12,7359	-0,2012	2,5495	14,4322	2,6600	57,2865	0,9936	0,9600	0,1295	40,00	0,07360
15	50,00	4,30	14,4348	0,4323	3,6258	17,3187	3,0613	88,9600	0,9929	0,9364	0,1342	50,00	0,07102
16	55,00	4,50	16,1752	1,0855	4,7626	20,3476	3,4880	124,8866	0,9924	0,9174	0,1382	55,00	0,06995
17	60,00	4,80	17,9533	1,7667	5,9740	23,5094	3,9521	165,7611	0,9922	0,9030	0,1413	60,00	0,06898
18	75,00	5,30	19,8284	2,4910	7,3320	27,0253	4,4767	220,0818	0,9914	0,8852	0,1456	75,00	0,06656
19	90,00	5,90	21,7826	3,2618	8,8385	30,8443	5,0709	289,4585	0,9908	0,8684	0,1500	90,00	0,06465
20	105,00	6,50	23,8038	4,0747	10,4815	34,9295	5,7317	374,8144	0,9903	0,8535	0,1541	105,00	0,06307
21	120,00	7,00	25,8830	4,9198	12,2386	39,2525	6,4459	476,2262	0,9899	0,8400	0,1581	120,00	0,06174
22	140,00	7,70	28,0291	5,8063	14,1411	43,8584	7,2318	600,3349	0,9896	0,8277	0,1620	140,00	0,06023
23	155,00	8,30	30,2195	6,7254	16,1542	48,6560	8,0765	742,7920	0,9895	0,8175	0,1653	155,00	0,05926
24	165,00	8,75	32,4370	7,6674	18,2431	53,5732	8,9638	898,2233	0,9896	0,8096	0,1680	165,00	0,05867
25	180,00	9,35	34,6922	8,6382	20,4326	58,6594	9,9063	1072,9694	0,9898	0,8030	0,1703	180,00	0,05786



**Prueba de infiltración #20**

Código: PI-20  
 Método: Doble Anillo  
 Ubicación: I Griega, Nandayure

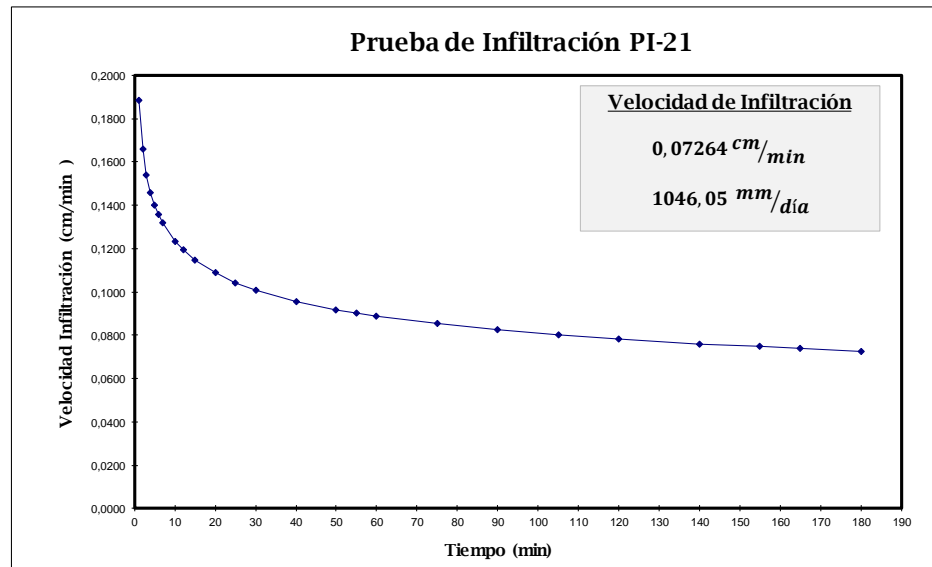
Coordenadas:  
 CRTM05  
 X: 364528  
 Y: 1088670

Lambert Norte  
 X: 400873  
 Y: 203188

Uso de suelo: Cultivo

TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	-	0	0	0	0	0					
1	1,00	0,10	0,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-1,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,00	0,18826
2	2,00	0,50	0,3010	-1,3010	-0,0906	0,0906	1,0906	-1,6021	1,0000	2,3219	0,1000	2,00	0,16579
3	3,00	0,70	0,7782	-1,4559	-0,1645	0,3183	1,1146	-2,0668	0,9778	1,8305	0,1096	3,00	0,15391
4	4,00	0,80	1,3802	-1,5528	-0,2229	0,6807	1,1240	-2,4544	0,9586	1,5303	0,1213	4,00	0,14600
5	5,00	1,00	2,0792	-1,5528	-0,2229	1,1693	1,1240	-2,4544	0,9563	1,3878	0,1295	5,00	0,14015
6	6,00	1,10	2,8573	-1,5114	-0,1907	1,7748	1,1257	-2,2060	0,9527	1,2778	0,1379	6,00	0,13554
7	7,00	1,30	3,7024	-1,3975	-0,0944	2,4890	1,1387	-1,4084	0,9546	1,2149	0,1438	7,00	0,13176
8	10,00	1,60	4,7024	-1,1934	0,1098	3,4890	1,1804	0,6328	0,9517	1,1191	0,1560	10,00	0,12342
9	12,00	1,90	5,7816	-0,9146	0,4106	4,6536	1,2581	3,9778	0,9540	1,0624	0,1644	12,00	0,11936
10	15,00	2,40	6,9577	-0,5344	0,8577	6,0368	1,4026	9,6810	0,9592	1,0282	0,1703	15,00	0,11457
11	20,00	2,60	8,2587	-0,1194	1,3976	7,7295	1,5748	17,9804	0,9589	0,9728	0,1815	20,00	0,10869
12	25,00	3,40	9,6567	0,4120	2,1406	9,6837	1,8573	31,2674	0,9635	0,9458	0,1876	25,00	0,10433
13	30,00	4,00	11,1338	1,0141	3,0299	11,8656	2,2198	49,3292	0,9678	0,9276	0,1921	30,00	0,10090
14	40,00	5,00	12,7359	1,7131	4,1497	14,4322	2,7083	77,2880	0,9717	0,9104	0,1969	40,00	0,09571
15	50,00	5,90	14,4348	2,4839	5,4594	17,3187	3,3026	115,8306	0,9749	0,8953	0,2014	50,00	0,09188
16	55,00	6,30	16,1752	3,2833	6,8505	20,3476	3,9415	159,7943	0,9773	0,8839	0,2050	55,00	0,09028
17	60,00	6,50	17,9533	4,0962	8,2960	23,5094	4,6023	208,5691	0,9789	0,8727	0,2086	60,00	0,08886
18	75,00	7,20	19,8284	4,9535	9,9035	27,0253	5,3373	272,8691	0,9798	0,8580	0,2138	75,00	0,08529
19	90,00	7,90	21,7826	5,8511	11,6577	30,8443	6,1431	353,6555	0,9804	0,8430	0,2195	90,00	0,08249
20	105,00	8,60	23,8038	6,7856	13,5465	34,9295	7,0164	451,7779	0,9808	0,8290	0,2252	105,00	0,08019
21	120,00	9,30	25,8830	7,7541	15,5602	39,2525	7,9543	567,9958	0,9813	0,8166	0,2305	120,00	0,07825
22	140,00	10,20	28,0291	8,7627	17,7248	43,8584	8,9716	709,1998	0,9817	0,8052	0,2357	140,00	0,07607
23	155,00	10,90	30,2195	9,8001	19,9971	48,6560	10,0479	870,0009	0,9822	0,7955	0,2403	155,00	0,07466
24	165,00	11,60	32,4370	10,8646	22,3575	53,5732	11,1809	1045,6365	0,9829	0,7884	0,2439	165,00	0,07381
25	180,00	12,30	34,6922	11,9545	24,8155	58,6594	12,3688	1241,8194	0,9835	0,7822	0,2470	180,00	0,07264



**Prueba de infiltración #21**  
**Código:** PI-21  
**Método:** Doble Anillo  
**Ubicación:** Candelillo, Nandayure  
**Coordenadas:**  
**CRIM05**  
**X:** 366400  
**Y:** 1084040  
**Lambert Norte**  
**X:** 402749  
**Y:** 198560  
**Uso de suelo:** Cultivo

## Anexo VI. Resultados de análisis de suelos realizados en el CIA



### CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES REPORTE DE ENSAYO

**Nº DE REPORTE: 69116**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: PROY.113-B5-169  
RESPONSABLE: INGRID VARGAS  
CORREO: piroxenos@gmail.com  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: NANDAYURE

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS: TEXT  
FECHA RECEPCIÓN: 09/11/2018  
EMISIÓN DE REPORTE: 16/11/2018  
Nº DE MUESTRAS TOTAL: 9  
PÁGINA: 1/1

#### ANÁLISIS DE TEXTURA EN SUELOS

ID USUARIO	ID LAB	%			Clase
		ARENA	LIMO	ARCILLA	Textural
15 - 6,11 - NAN	RN-18-02854	17	28	55	ARCILLOSO
25 - 6,11 - NAN	RN-18-02855	32	31	37	FRANCO ARCILLOSO
35 - 6,11 - NAN	RN-18-02856	12	16	72	ARCILLOSO
45 - 7,11 - NAN	RN-18-02857	35	25	40	FRANCO ARCILLOSO
55 - 7,11 - NAN	RN-18-02858	40	20	40	FRANCO ARCILLOSO
65 - 7,11 - NAN	RN-18-02859	25	25	50	ARCILLOSO
75 - 8,11 - NAN	RN-18-02860	20	18	62	ARCILLOSO
85 - 8,11 - NAN	RN-18-02861	47	28	25	FRANCO
95 - 8,11 - NAN	RN-18-02862	5	34	61	ARCILLOSO

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.

**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. Resultados expresados como porcentajes. 2. Procedimiento de textura de acuerdo al CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE: 70173**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: FUNDEVI PROY.2470-01 "Gestión y entendimiento flujo aguas su  
RESPONSABLE: NAZARETH TORRES JIMENEZ (nazatj\_101@hotmail.com)  
CORREO: piroxenos@gmail.com; ingrid.vargas@ucr.ac.cr  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: NANDAYURE

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS: TEXT  
FECHA RECEPCIÓN: 28/02/2019  
EMISIÓN DE REPORTE: 12/03/2019  
Nº DE MUESTRAS TOTAL: 5  
PÁGINA: 1/1

**ANÁLISIS DE TEXTURA EN SUELOS**

ID USUARIO	ID LAB	%			Clase
		ARENA	LIMO	ARCILLA	Textural
10 S - 5,2 - NAN	RN-19-00443	7	28	65	ARCILLOSO
11 S - 6,2 - NAN	RN-19-00444	10	25	65	ARCILLOSO
12 S - 6,2 - NAN	RN-19-00445	32	26	42	ARCILLOSO
13 S - 7,2 - NAN	RN-19-00446	12	48	40	FRANCO ARCILLO LIMOSO
14 S - 7,2 - NAN	RN-19-00447	40	48	12	FRANCO

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.

**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. Resultados expresados como porcentajes. 2. Procedimiento de textura de acuerdo al CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE: 65592**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: PROY. 113-B5-169  
RESPONSABLE: INGRID VARGAS  
CORREO: piroxenos@gmail.com  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: NANDAYURE

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS: TEXT  
FECHA RECEPCIÓN: 07/02/2018  
EMISIÓN DE REPORTE: 19/02/2018  
Nº DE MUESTRAS TOTAL: 4  
PÁGINA: 1/1

ANÁLISIS DE TEXTURA EN SUELOS					
ID USUARIO	ID LAB	(%)			Clase
		ARENA	LIMO	ARCILLA	Textural
M-9	RN-18-00271	65	10	25	FRANCO ARCILLO ARENOSO
M-1 - NANDAYURE	RN-18-00272	65	18	17	FRANCO ARENOSO
M-17 - PINILLA	RN-18-00273	62	21	17	FRANCO ARENOSO
M-8 - NANDAYURE	RN-18-00274	55	18	27	FRANCO ARCILLO ARENOSO

**Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.**

**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. Resultados expresados como porcentajes. 2. Procedimiento de textura de acuerdo al CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al Laboratorio de responsabilidad la integridad y confidencialidad de sus resultados.





**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPOF 65144**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENT PROY.36-01-01 FUNDEVI  
RESPONSA INGRID VARGAS  
CORREO piroxenos@gmail.com  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN:  
LOCALIDAD NANDAYURE  
CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS: TEXT  
FECHA RECEPCIÓN: 08/12/2017  
EMISIÓN DE REPORTE: 18/12/2017  
Nº DE MUESTRAS TOTAL: 11  
PÁGINA: 1/1

ANÁLISIS DE TEXTURA EN SUELOS					
ID USUARIO	ID LAB	(%)			Clase
		ARENA	LIMO	ARCILLA	Textural
NAY-02	RN-17-03487	42	33	25	FRANCO
NAY-03	RN-17-03488	50	35	15	FRANCO
NAY-04	RN-17-03489	25	13	62	ARCILLOSO
NAY-05	RN-17-03490	45	25	30	FRANCO ARCILLOSO
NAY-10	RN-17-03491	20	18	62	ARCILLOSO
NAY-11	RN-17-03492	22	36	42	ARCILLOSO
NAY-12	RN-17-03493	17	13	70	ARCILLOSO
NAY-13	RN-17-03494	25	38	37	FRANCO ARCILLOSO
NAY-14	RN-17-03495	42	18	40	FRANCO ARCILLOSO
NAY-15	RN-17-03496	30	18	52	ARCILLOSO
NAY-16	RN-17-03497	25	15	60	ARCILLOSO

**Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.  
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. Resultados expresados como porcentajes. 2. Procedimiento de textura de acuerdo al CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE:** 69115  
**USUARIO:** ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
**SUBCLIENTE:** PROY.113-B5-169  
**RESPONSABLE:** INGRID VARGAS  
**CORREO:** piroxenos@gmail.com  
**TELÉFONO:** 2511-4015

**PROVINCIA:** GUANACASTE  
**CANTÓN:** NANDAYURE

**CULTIVO:** SIN CULTIVO

**ANÁLISIS:**  
**FECHA RECEPCIÓN:**  
**EMISIÓN DE REPORTE:**  
**Nº DE MUESTRAS TOTAL:**  
**PÁGINA:**

Den\_Ap;Den\_Par;  
 09/11/2018  
 26/11/2018  
 9  
 1/1

ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD, DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA								
ID USUARIO	ID LAB	RETENCIÓN DE HUMEDAD			DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA			
		% Retención		% Agua	Densidad aparente	Densidad Partículas	Porosidad	Conductividad Hidráulica
		0,33	15	UTIL	g cm <sup>-3</sup>		%	cm h <sup>-1</sup>
15 - 6,11 - NAN	RN-18-02845	37	30	7	1,2	2,7	56	NR
25 - 6,11 - NAN	RN-18-02846	31	27	4	1,3	2,5	48	NR
35 - 6,11 - NAN	RN-18-02847	50	41	9	1,1	2,7	59	NR
45 - 7,11 - NAN	RN-18-02848	27	25	2	1,3	2,6	50	NR
55 - 7,11 - NAN	RN-18-02849	41	39	2	1,3	2,5	48	NR
65 - 7,11 - NAN	RN-18-02850	26	23	3	1,5	2,7	44	NR
75 - 8,11 - NAN	RN-18-02851	53	48	5	1,1	2,5	56	NR
85 - 8,11 - NAN	RN-18-02852	40	31	9	1,1	2,6	58	NR
95 - 8,11 - NAN	RN-18-02853	43	38	5	1,3	2,5	48	NR

NR: NO REQUERIDO POR EL CLIENTE

**Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.  
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. El muestreo es responsabilidad del usuario. 2. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 3. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 4. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado. Cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax, libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE: 70172**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: FUNDEVI PROY.2470-01 "Gestión y entendimiento flujo aguas su  
RESPONSABLE: NAZARETH TORRES JIMENEZ (nazatj\_101@hotmail.com)  
CORREO: piroxenos@gmail.com; ingrid.vargas@ucr.ac.cr  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: NANDAYURE

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS:  
FECHA RECEPCIÓN:  
EMISIÓN DE REPORTE:  
Nº DE MUESTRAS TOTAL:  
PÁGINA:

DA\_DP (Porosida:  
28/02/2019  
12/03/2019  
5  
1/1

ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDADES.							
ID USUARIO	ID LAB	RETENCIÓN DE HUMEDAD			DENSIDADES Y POROSIDAD		
		% Retención		% Agua util	Densidad aparente	Densidad Partículas	Porosidad
		33 kPa	1500 kPa				
10 S - 5,2 - NAN	RN-19-00438	40	37	3	1,3	2,7	52
11 S - 6,2 - NAN	RN-19-00439	45	39	6	1,2	2,5	52
12 S - 6,2 - NAN	RN-19-00440	37	35	2	1,1	2,5	56
13 S - 7,2 - NAN	RN-19-00441	35	31	4	1,3	2,6	50
14 S - 7,2 - NAN	RN-19-00442	31	23	8	1,4	2,0	30

**Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.**

**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. El muestreo es responsabilidad del usuario. 2. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 3. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 4. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado. Cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax, libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE: 65224**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: PROY. 3601-01 FUNDEVI  
RESPONSABLE: INGRID VARGAS  
CORREO: piroxenos@gmail.com  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: VARIOS

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS:  
FECHA RECEPCIÓN:  
EMISIÓN DE REPORTE:  
Nº DE MUESTRAS TOTAL:  
PÁGINA:

Den\_Ap;Den\_Par;Ret\_H (2 ptos)  
10/01/2018  
07/02/2018  
28  
1/2

ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD, DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA							
ID USUARIO	ID LAB	RETENCIÓN DE HUMEDAD			DENSIDAD Y POROSIDAD		
		% Retención		% Agua	Densidad aparente	Densidad Partículas	Porosidad
		0,33	15	UTIL	g cm <sup>-3</sup>		%
NAN- M.1 - CALLE BASURERO	RN-18-00031	49	40	9	0,6	2,5	76
NAN- M.2	RN-18-00032	32	27	5	0,8	2,5	68
NAN- M.3	RN-18-00033	32	24	7	1	2,5	60
NAN- M.4	RN-18-00034	37	31	6	0,9	2,7	67
NAN- M.5	RN-18-00035	32	25	7	1,1	2,5	56
NAN- M.6	RN-18-00036	35	30	5	1,1	2,6	58
NAN- M.7	RN-18-00037	42	36	6	1,1	2,6	58
NAN- M.8	RN-18-00038	41	36	5	1	2,6	62
NAN- M.9	RN-18-00039	33	28	5	1,1	2,5	56
NAN- M.12	RN-18-00040	40	37	3	1,1	2,6	58
NAN- M.13 - JAVILLOS	RN-18-00041	34	31	3	0,7	2,6	73
NAN- M.14 - Y GRIEGA	RN-18-00042	37	31	7	1,1	2,5	56
NAN- M.15 - NE CANDELILLO	RN-18-00043	39	36	3	1,5	2	25
NAN- M.16	RN-18-00044	44	39	5	0,7	2,5	72
ANDAMOJO - M.1	RN-18-00045	34	26	7	0,8	2,4	67

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.  
**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. El muestreo es responsabilidad del usuario. 2. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 3. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 4. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado. Cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax, libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad e sus resultados.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
REPORTE DE ENSAYO**

**Nº DE REPORTE: 65308**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
SUBCLIENTE: PROY. 3601-01 FUNDEVI (INGRID VARGAS)  
RESPONSABLE: INGRID VARGAS  
CORREO: piroxenos@gmail.com  
TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
CANTÓN: NANDAYURE

CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS:  
FECHA RECEPCIÓN:  
EMISIÓN DE REPORTE:  
Nº DE MUESTRAS TOTAL:  
PÁGINA:

Den\_Ap;Den\_Par;Ret\_H (2 ptos)  
16/01/2018  
07/02/2018  
3  
1/1

**ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD, DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA**

ID USUARIO	ID LAB	RETENCIÓN DE HUMEDAD			DENSIDAD Y POROSIDAD		
		% Retención		% Agua	Densidad aparente	Densidad Partículas	Porosidad
		0,33	15	UTIL	g cm <sup>-3</sup>		%
M11 - NANDAYURE	RN-18-00141	33	30	3	1,1	2,6	58
M15 - PINILLA	RN-18-00142	37	34	4	1,2	2,9	59
M10 - NANDAYURE	RN-18-00143	40	34	6	1,1	2,8	61

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.

**COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

1. El muestreo es responsabilidad del usuario. 2. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 3. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 4. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado. Cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax, libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad e sus resultados.

## Anexo VII. Balances hídricos de suelos años 2015 y 2017

### Balance hídrico año 2015

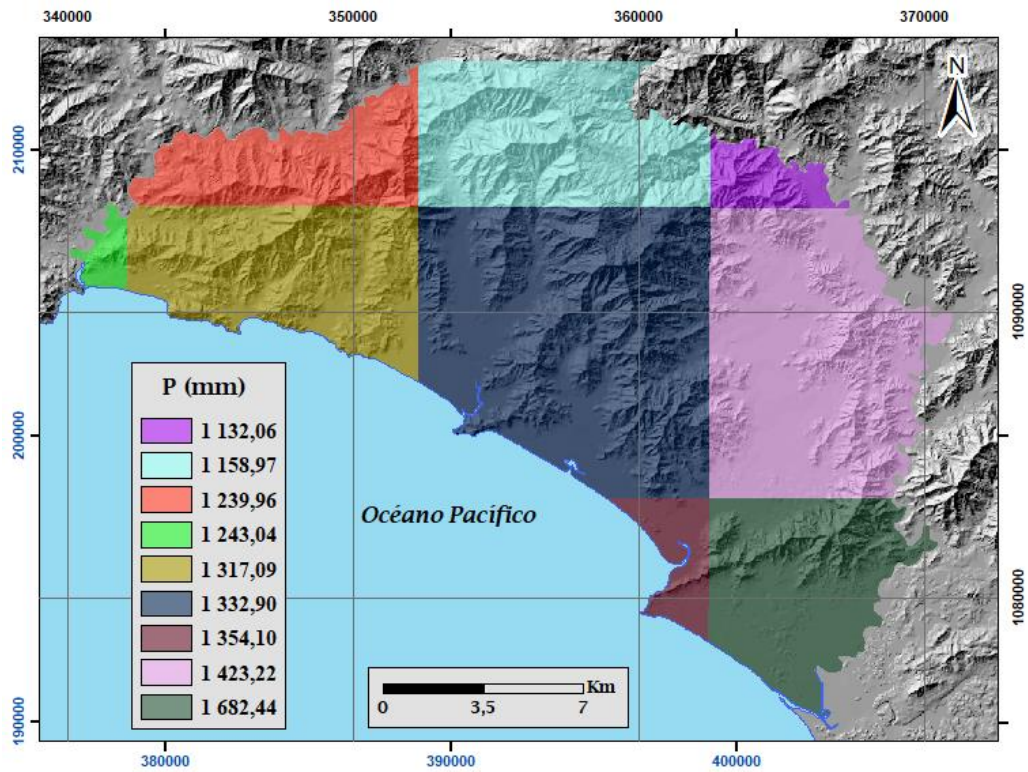
#### Datos de Precipitaciones

Año/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0,6349824	1,3377024	2,8882945	43,9050255	13,066906	318,179871	222,880661	166,047669	191,285904	228,365112	49,0466309	2,3242753
2	0,3096576	1,3330945	0,8082432	41,2756996	7,4695678	276,983185	340,620575	135,60054	138,040009	181,496216	33,8402328	1,1971585
3	0,5117184	1,228032	1,0119169	24,1357822	4,529664	228,759552	452,282593	108,410576	104,626946	147,788696	57,5668221	1,211904
4	0,2156544	0,6653952	0,7271424	30,6293736	25,4541302	283,781616	240,146851	181,368347	187,221191	232,393875	58,7676659	1,6644095
5	0,4340736	0,658944	0,663552	27,3346577	20,0374279	317,977814	233,712235	201,431351	185,551956	278,78952	49,6226311	0,8727552
6	0,3919104	0,8856576	1,1824127	12,9226751	11,7070847	324,182465	293,821289	219,107407	191,822052	234,449509	41,1531258	1,271808
7	0,3587328	1,9247617	3,0592513	5,5779839	8,2059259	309,962647	350,358673	230,101868	214,006577	222,175644	75,652298	1,8376704
8	0,9520128	1,3510656	1,6210943	7,0161409	16,729805	291,070313	231,093964	245,685425	258,891052	246,389755	47,2255478	6,0701184
9	1,2409344	1,4777856	3,5172863	10,806221	33,2388878	330,575378	290,900726	325,035889	298,179993	298,963348	81,7228775	6,7822852

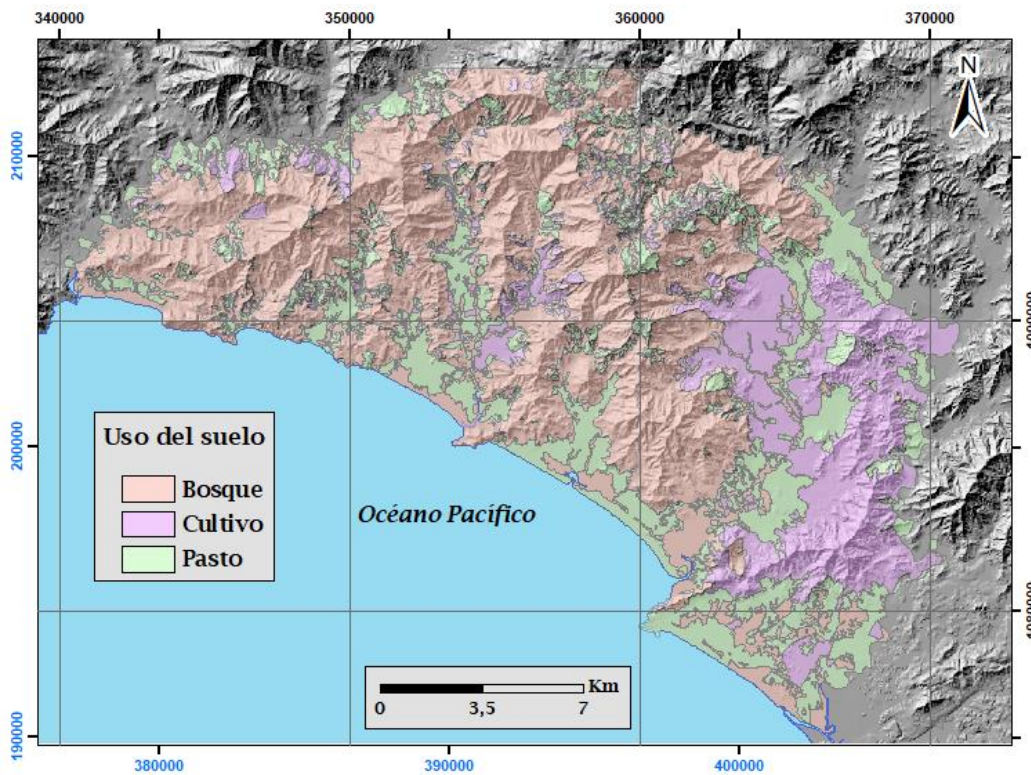
#### Datos de Temperaturas

Area	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	25,4150024	27,2424561	28,096521	29,1544128	29,2467896	26,5044495	25,9251648	25,9045654	25,8163086	25,7164856	25,0942017	26,48974
2	25,946405	27,7244812	28,5365234	29,5858398	29,7245728	26,8972717	26,3687378	26,2669006	26,10354	26,0289551	25,3876282	26,9576965
3	26,6053101	28,1742798	29,0866333	30,0095459	30,188501	27,3951355	26,8754822	26,8225037	26,5559021	26,3948608	25,7939697	27,4538513
4	26,1684814	27,5748535	28,64953	29,4331299	29,5812927	26,9342896	26,5460449	26,4295593	26,1871887	26,2087646	25,5528503	26,9778687
5	26,0792175	27,686853	28,6399475	29,6499268	29,6370789	26,7130371	26,296167	26,1999756	25,9946838	26,0050293	25,3080078	26,9536377
6	26,1537109	27,881311	28,769342	29,9480835	29,7656799	26,7195679	26,2097107	26,1657043	25,9804626	25,9240051	25,2693115	26,9905945
7	26,4101501	28,0868469	28,9491516	30,1674744	29,884729	26,849054	26,2789856	26,2720581	26,0482117	25,977594	25,4105774	27,1107727
8	26,5644775	28,0775391	29,2375122	30,287561	29,8404175	26,9824463	26,4766174	26,3652283	26,146051	26,0567261	25,4272095	27,2368713
9	26,4274841	28,0521179	29,2146851	30,4644104	29,3420349	26,6753784	26,0543152	26,0867859	25,9442078	25,8575073	25,2874084	27,0226685

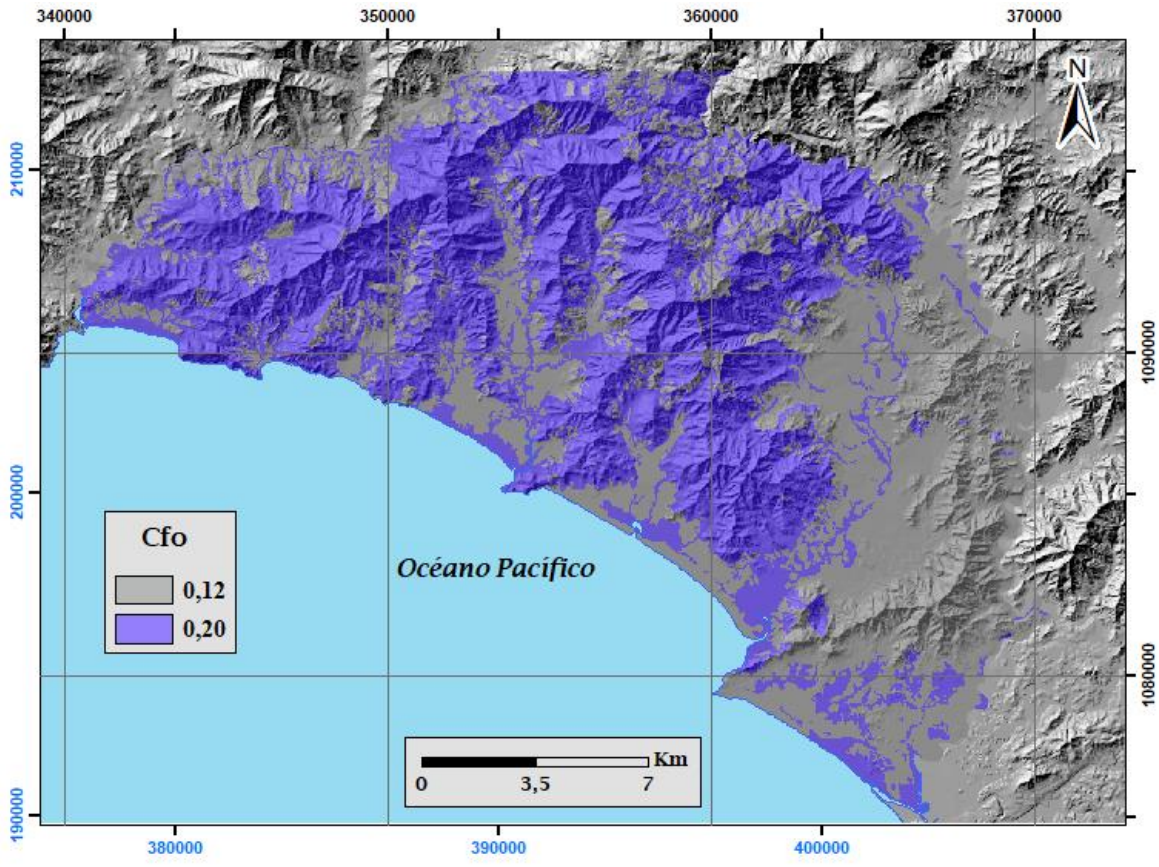
## Mapas realizados



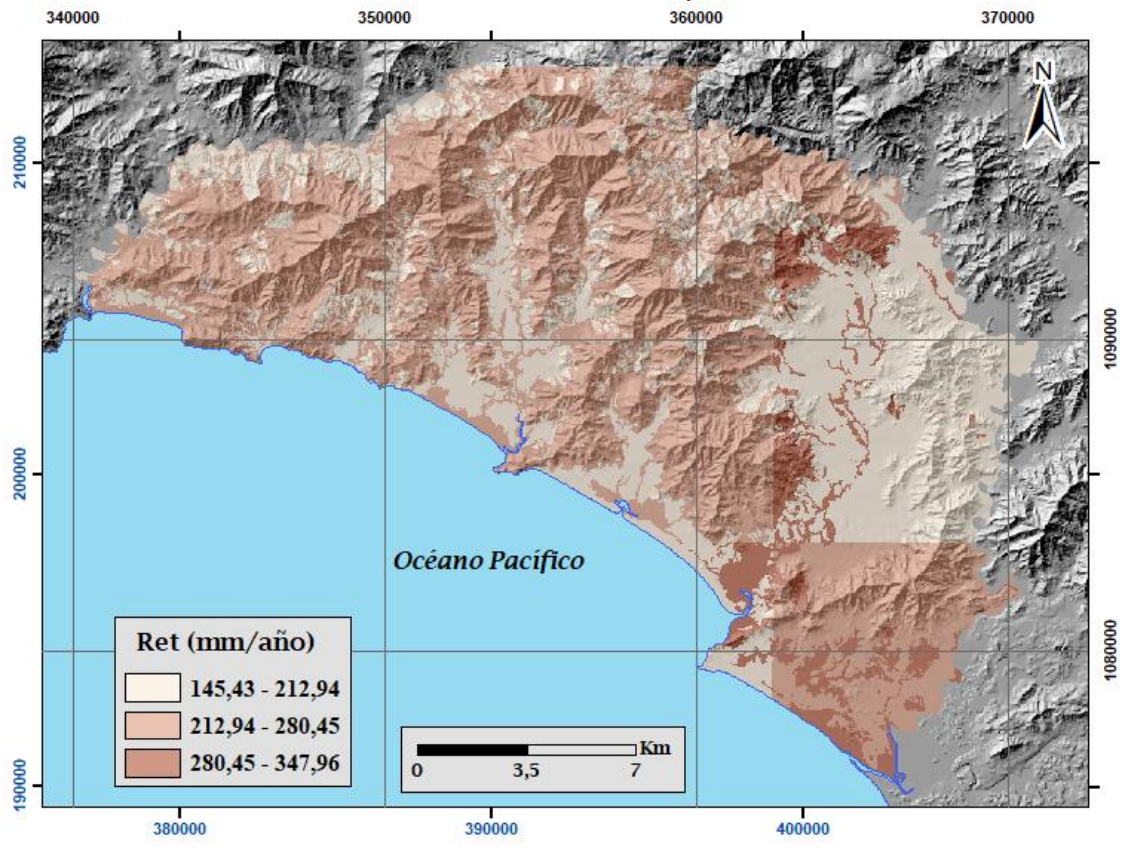
Distribución de la Precipitación Anual del año 2015 Nandayure Sur



Uso de suelo

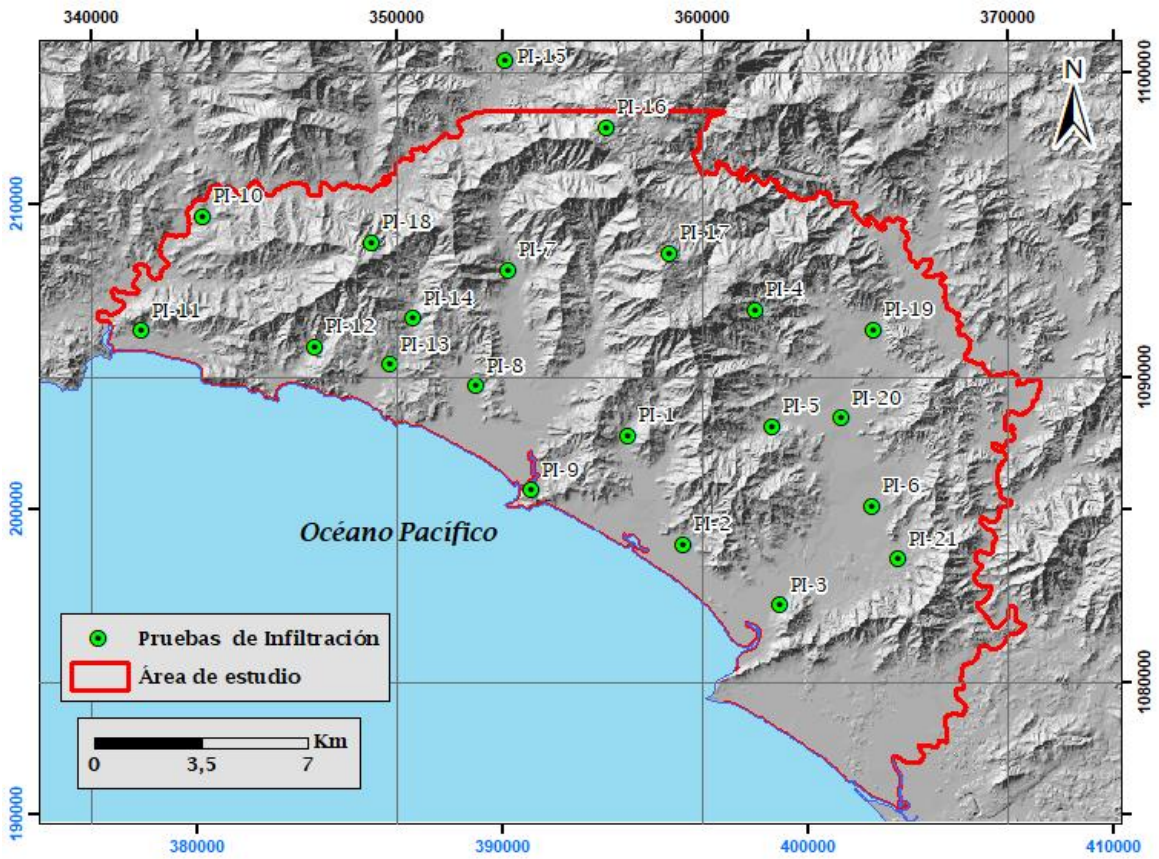


Coeficiente de follaje

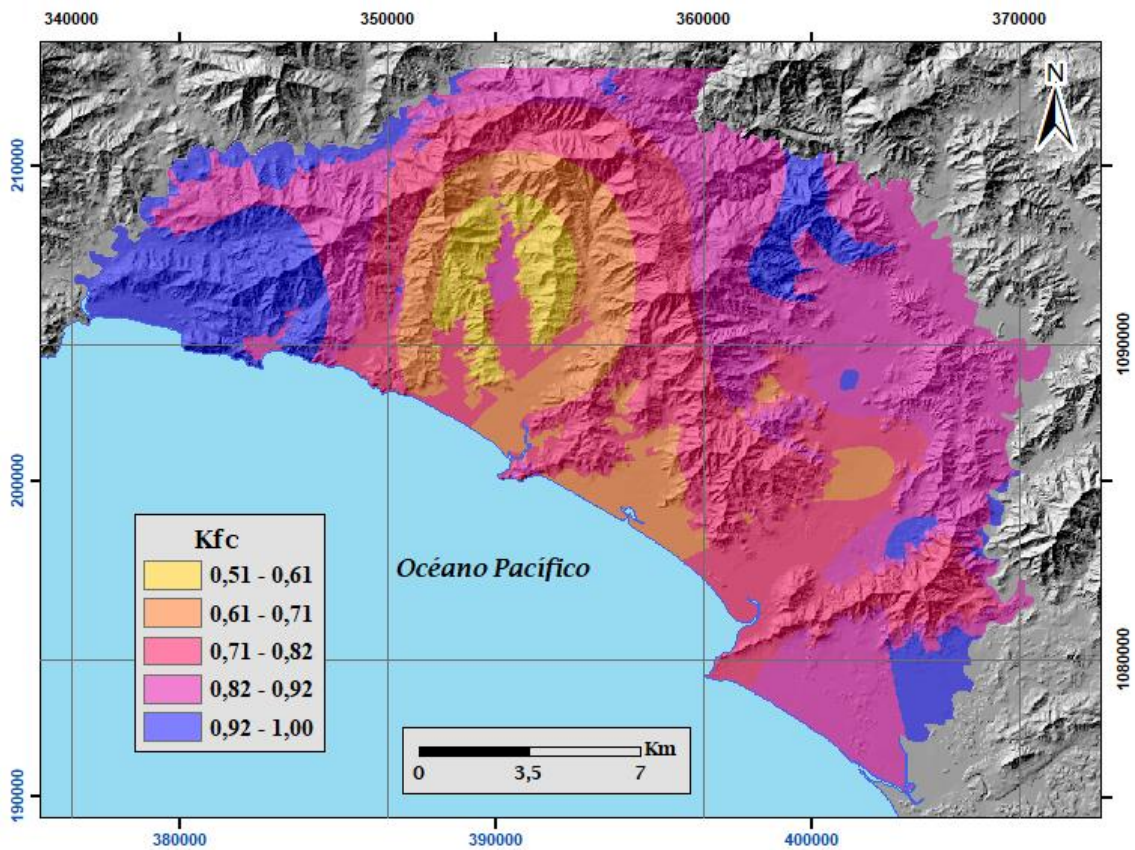


Retención de lluvia anual interceptada por el follaje

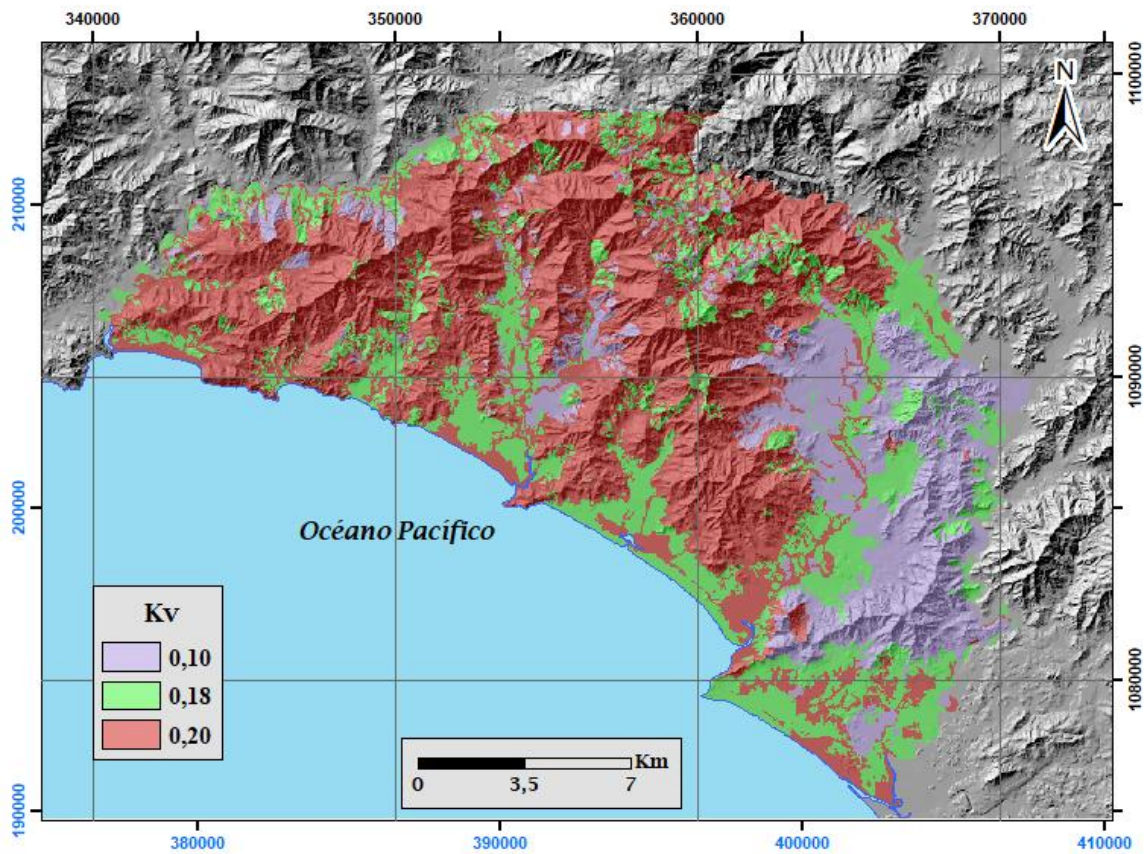




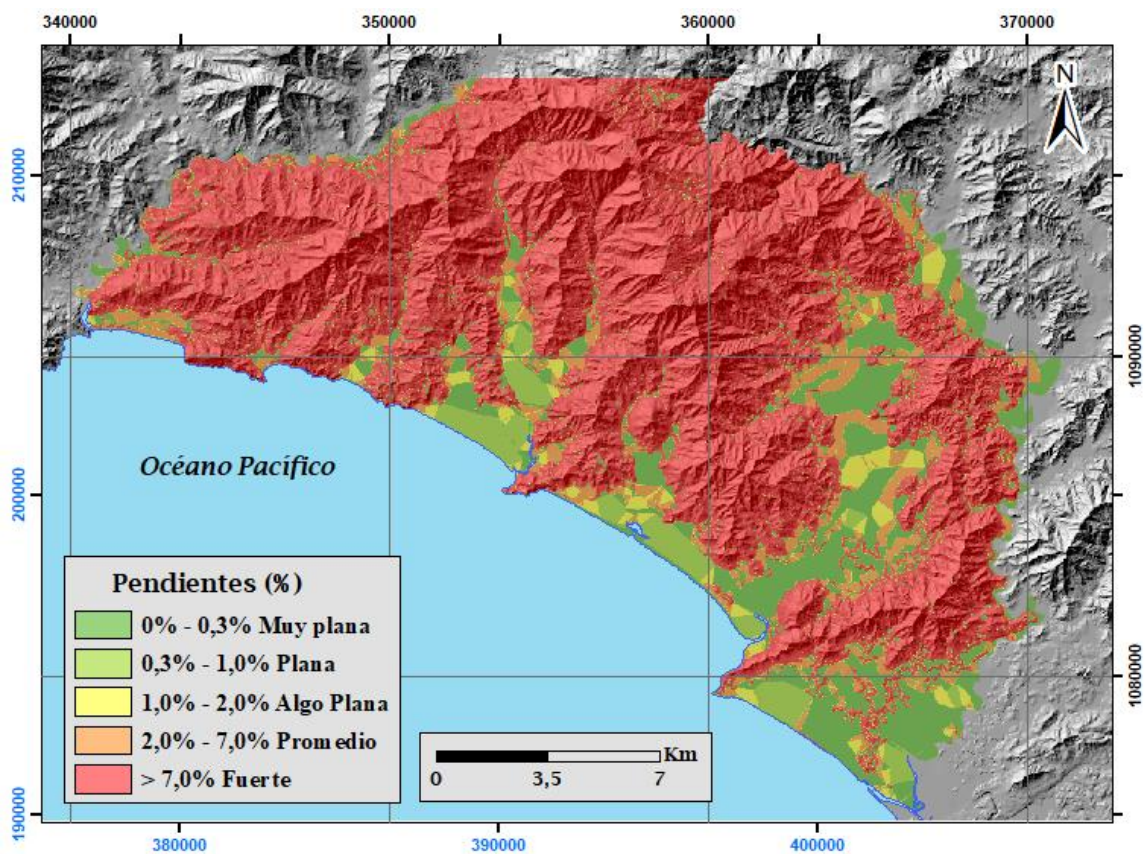
Ubicación de las Pruebas de Infiltración



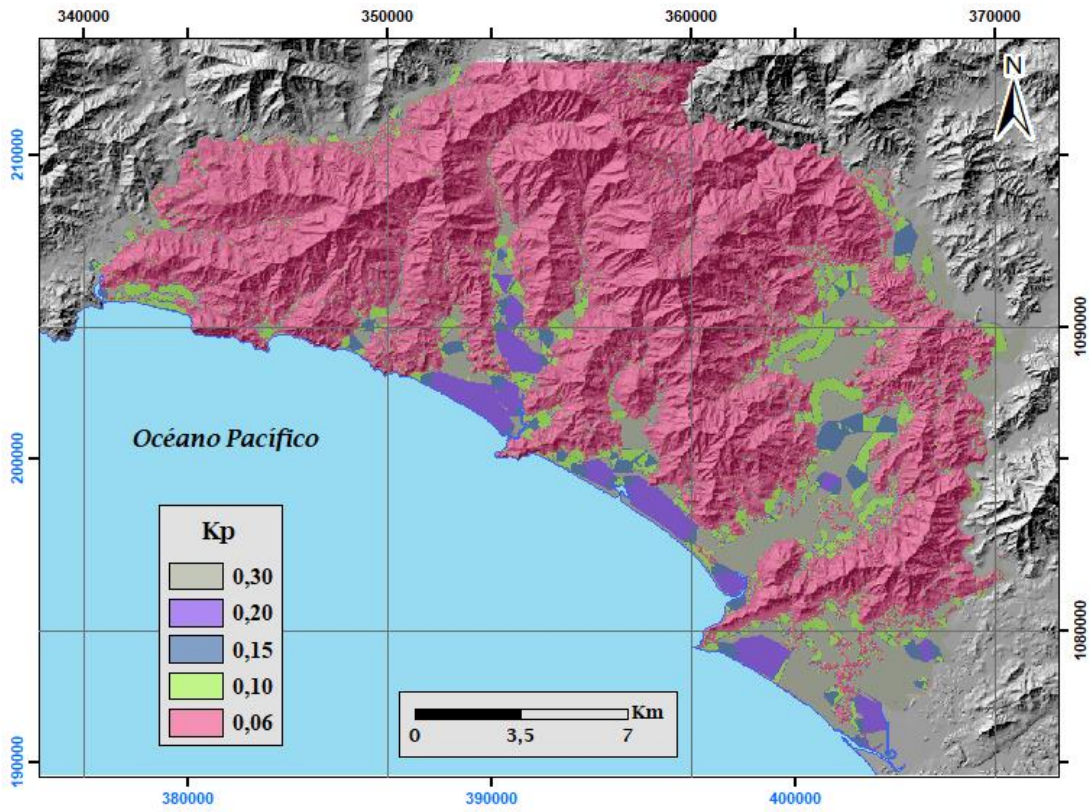
Fracción que infiltra por textura del suelo



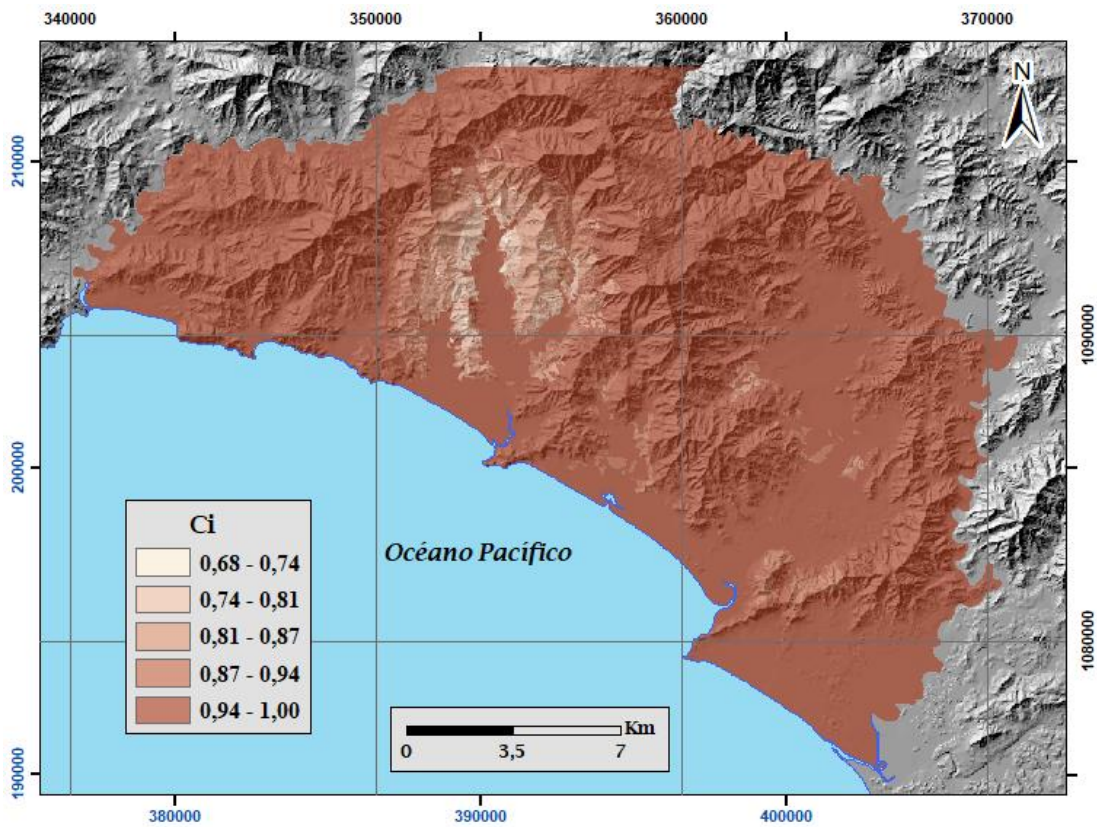
Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal



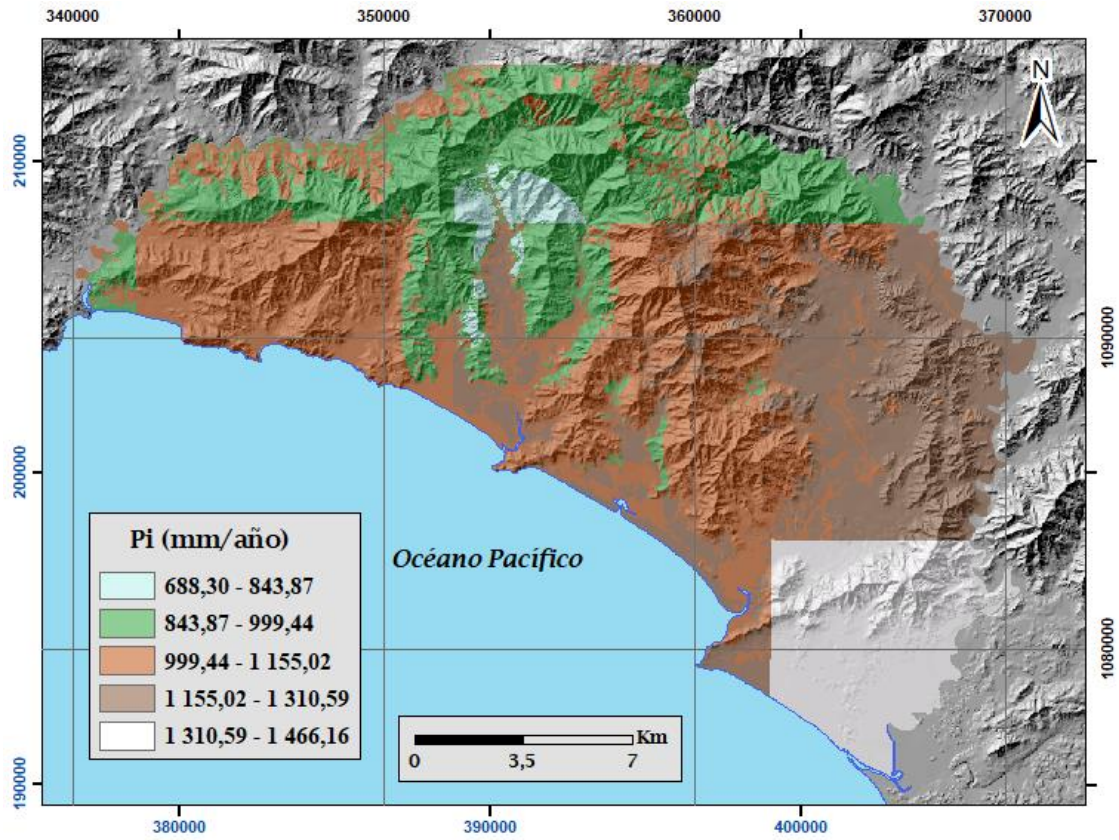
Pendientes en porcentajes según clasificación de Schosinsky & Losilla (2000)



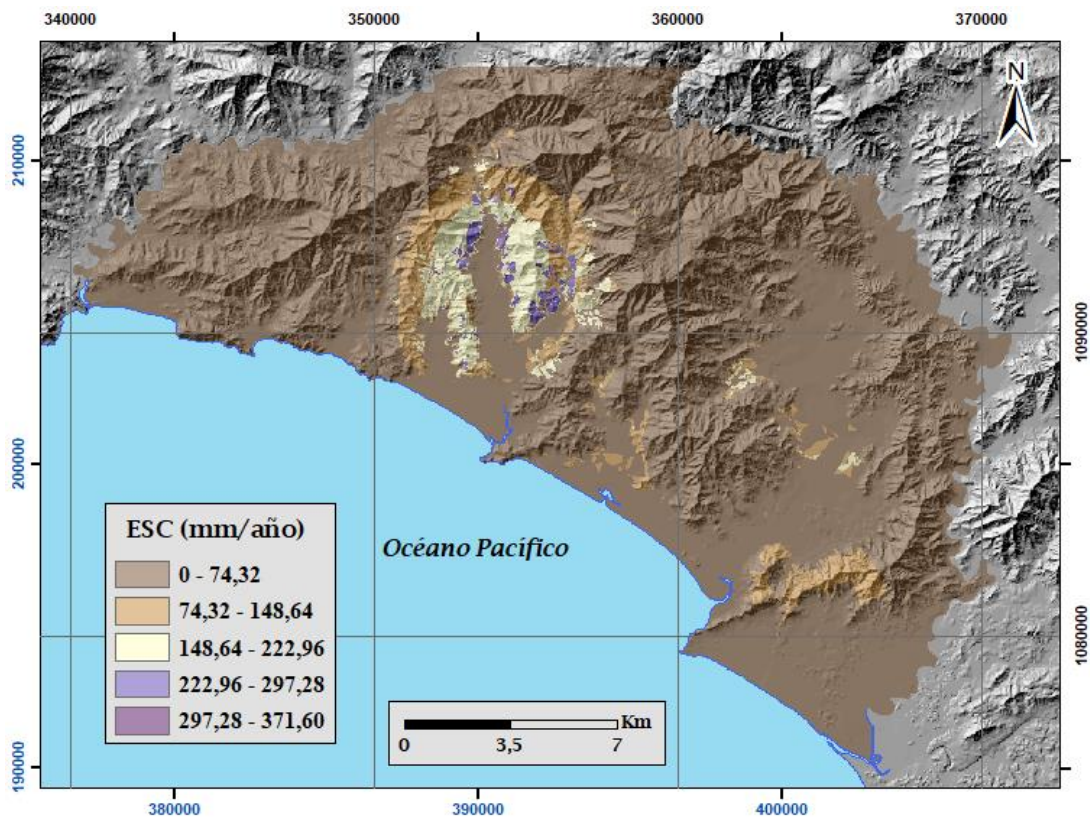
Fracción que infiltra por efecto de la pendiente



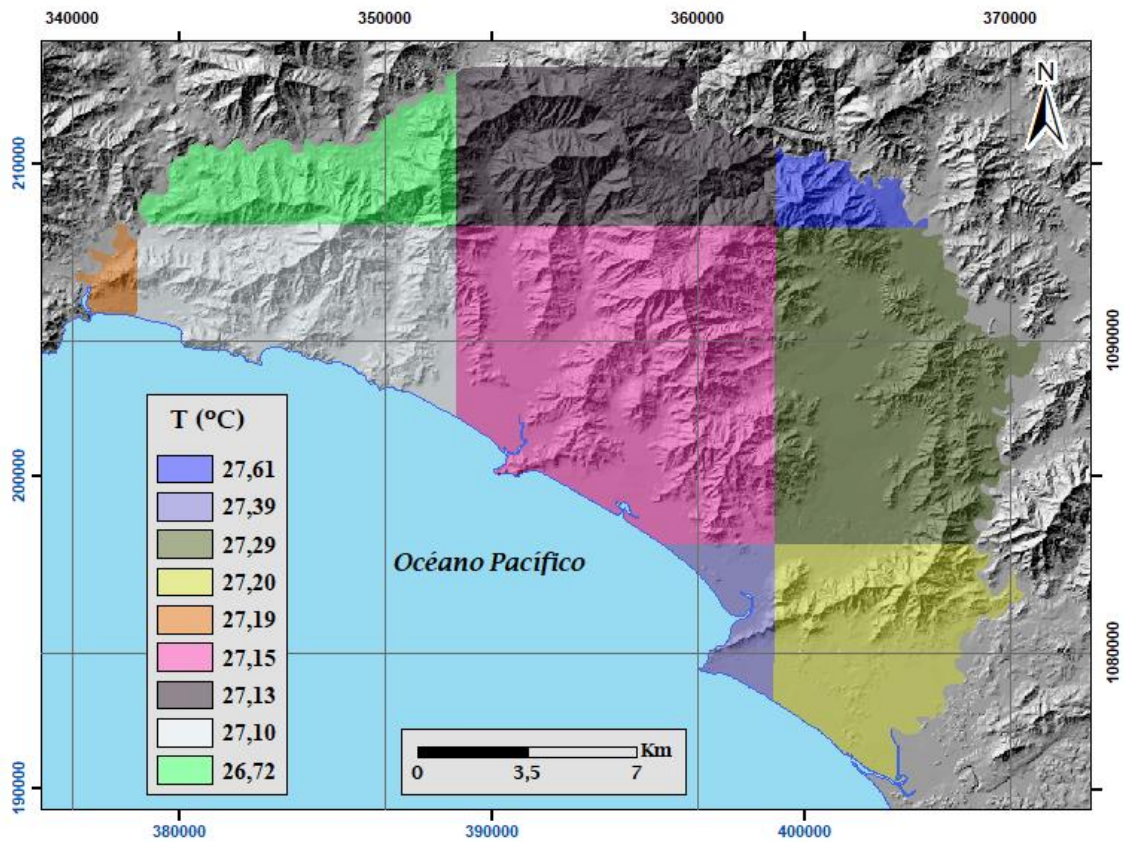
Coefficiente de Infiltración



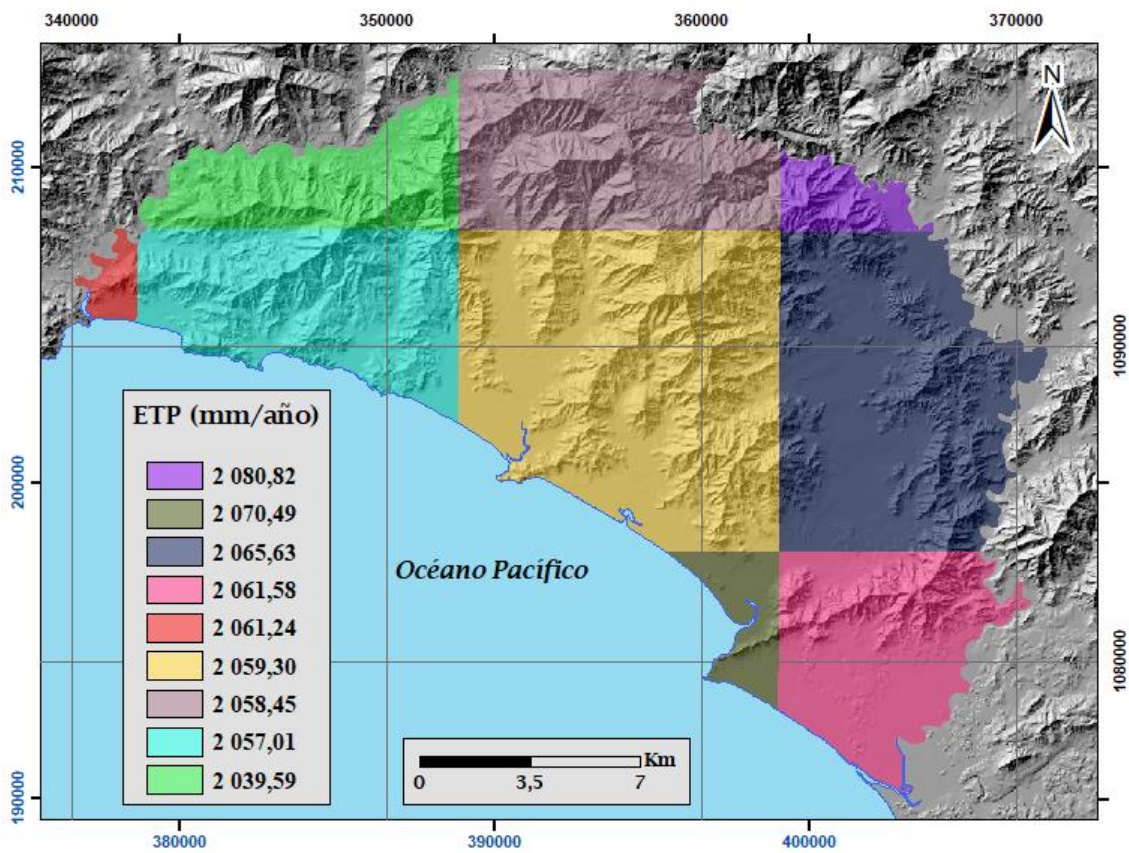
Precipitación que infiltra anualmente al suelo



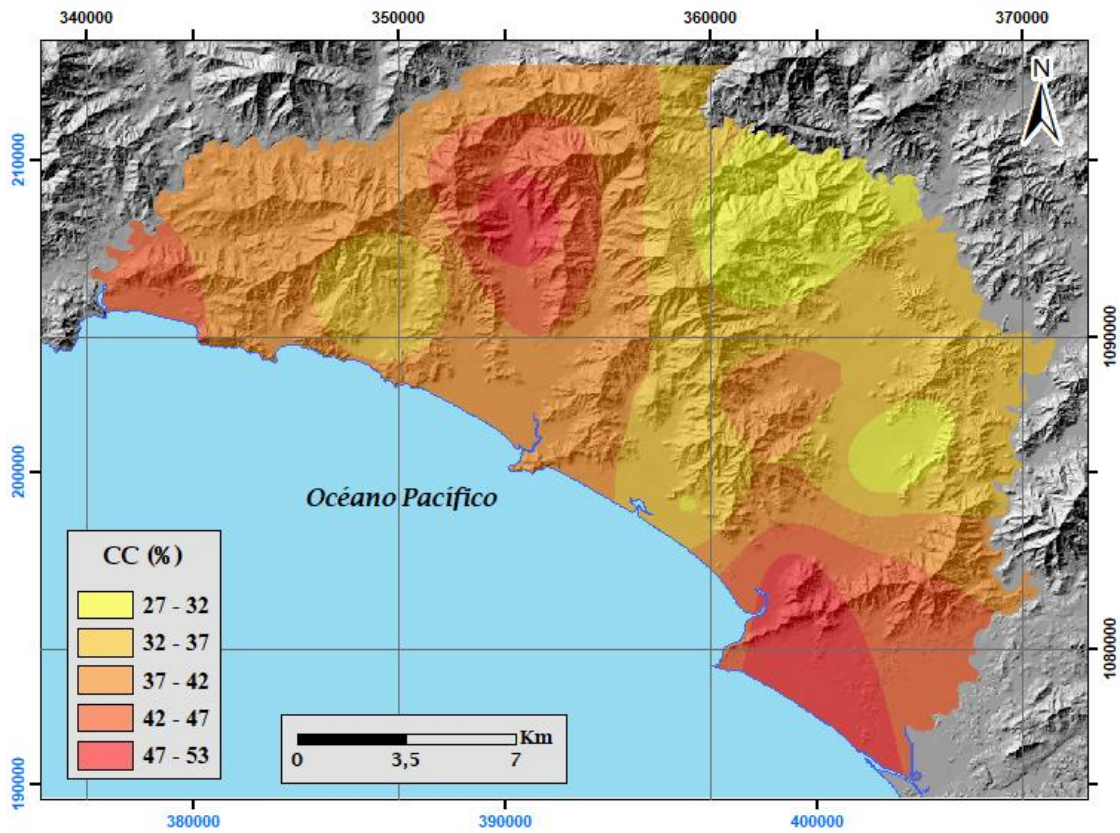
Escorrentía Superficial



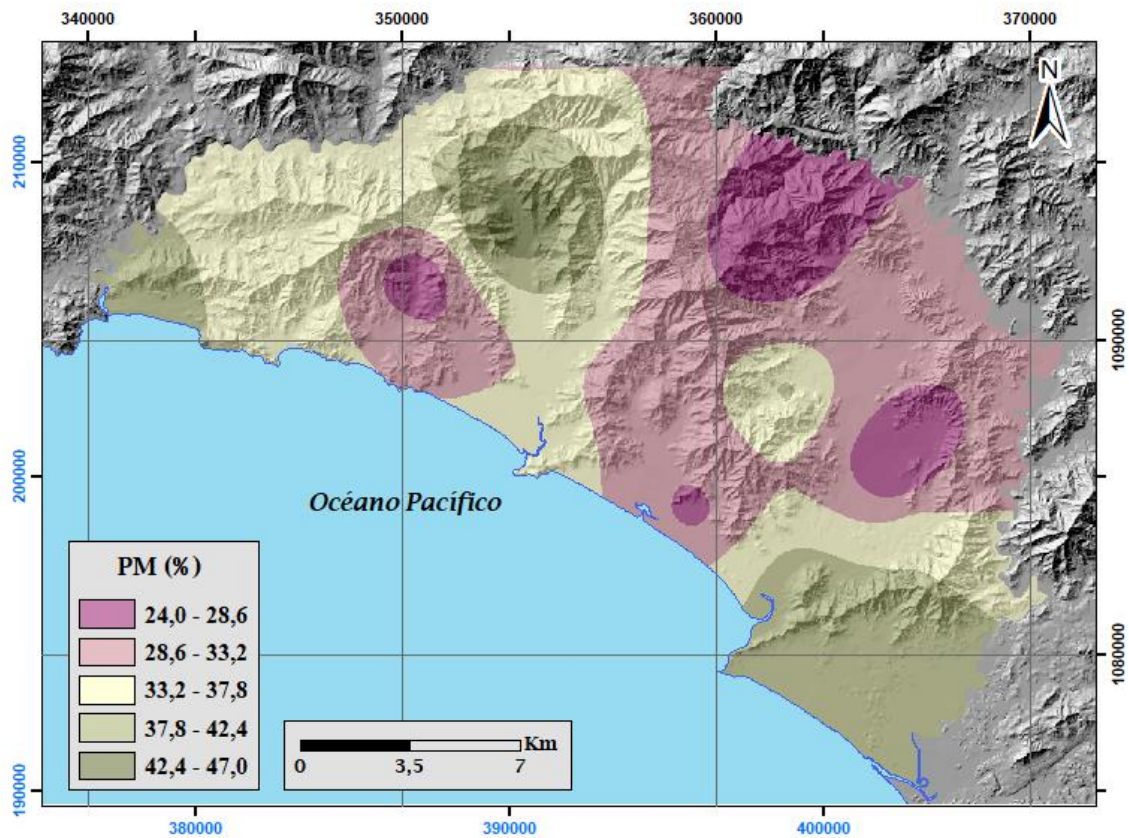
Temperatura Promedio Anual del año 2015



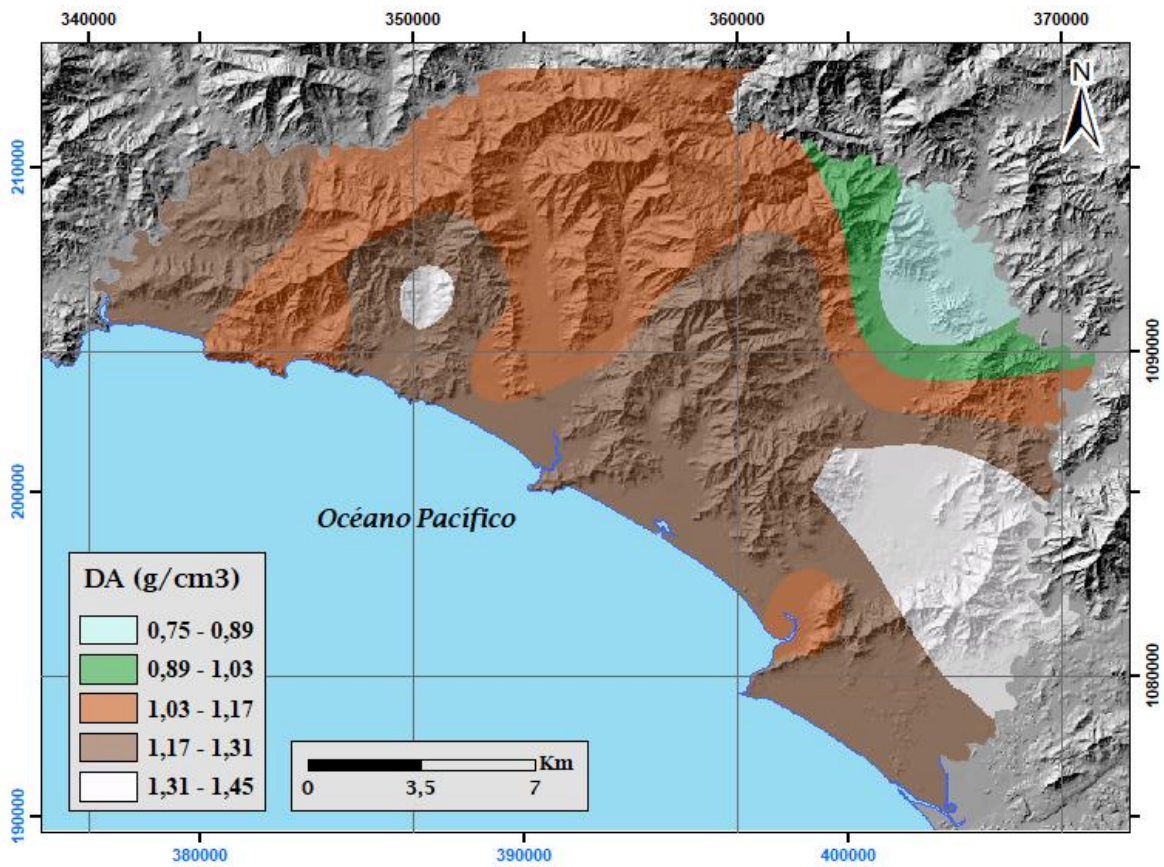
Evapotranspiración Potencial Anual



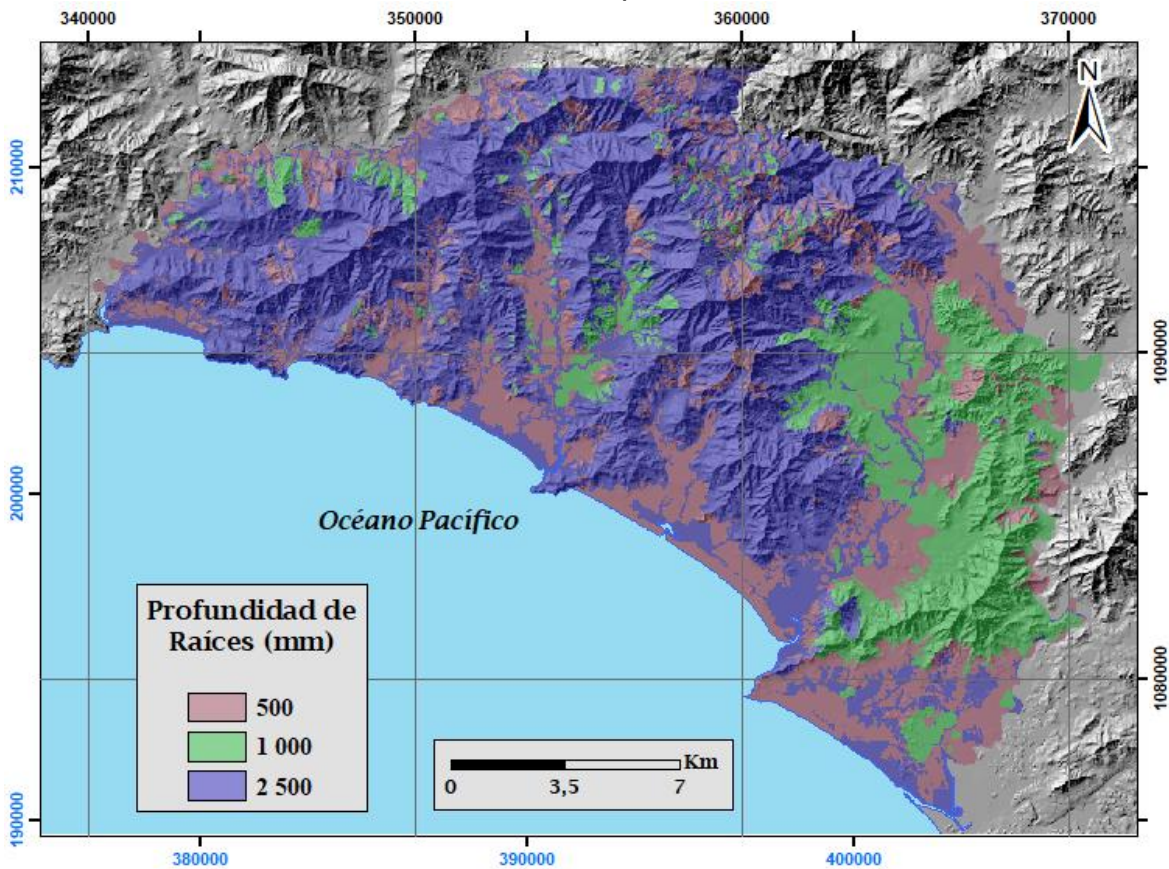
Capacidad de campo en porcentaje por peso de suelo seco



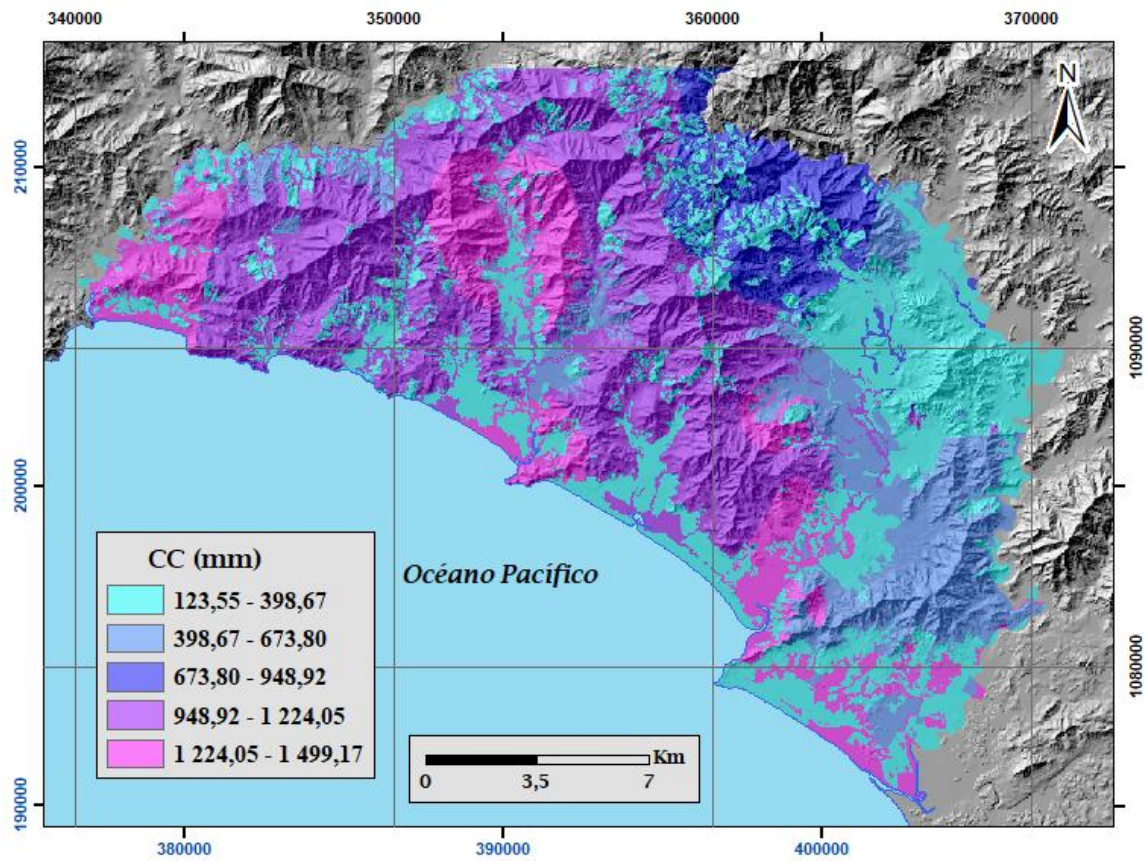
Punto de marchitez en porcentaje por peso de suelo seco



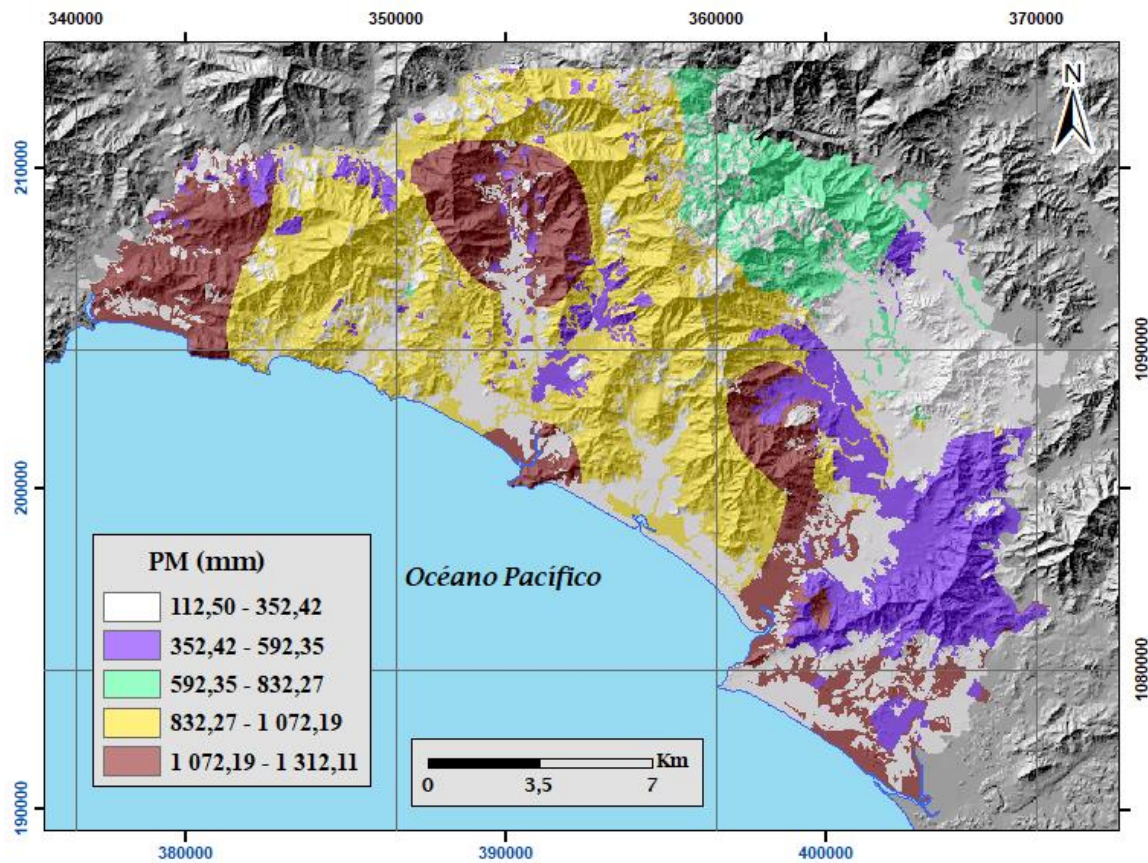
Densidad Aparente



Profundidad de Raíces

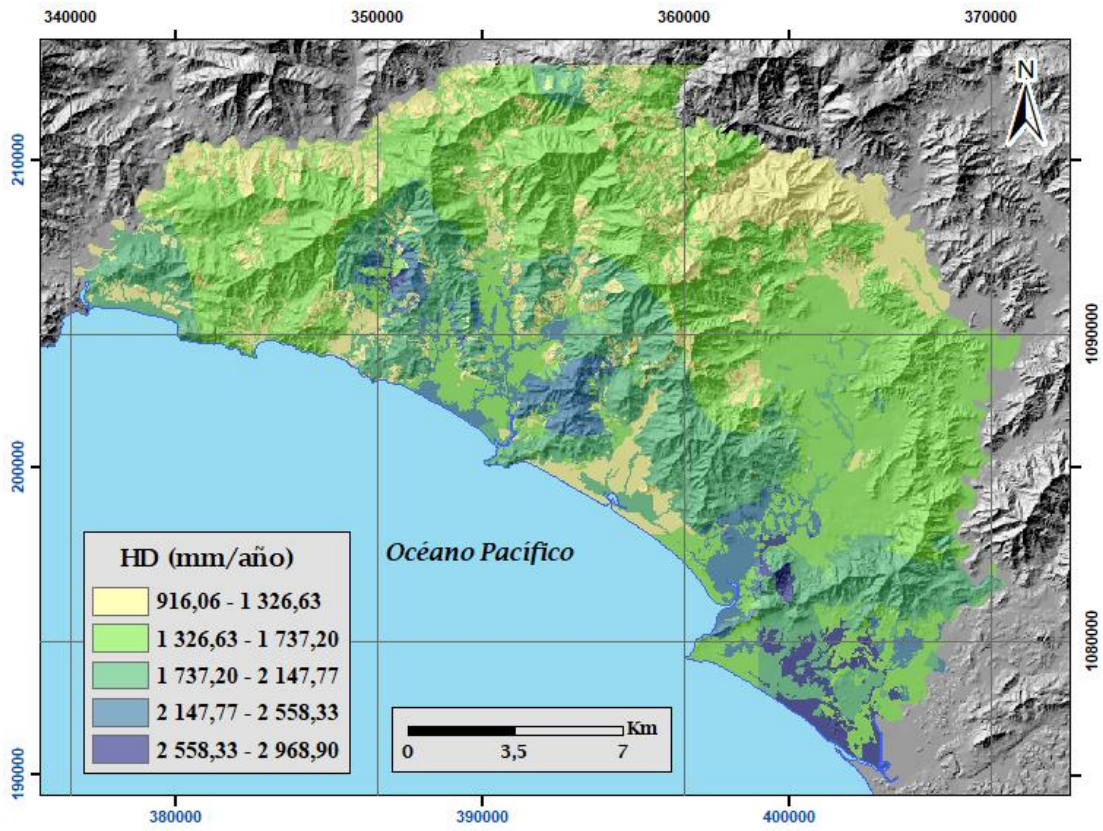


Capacidad de campo en milímetros

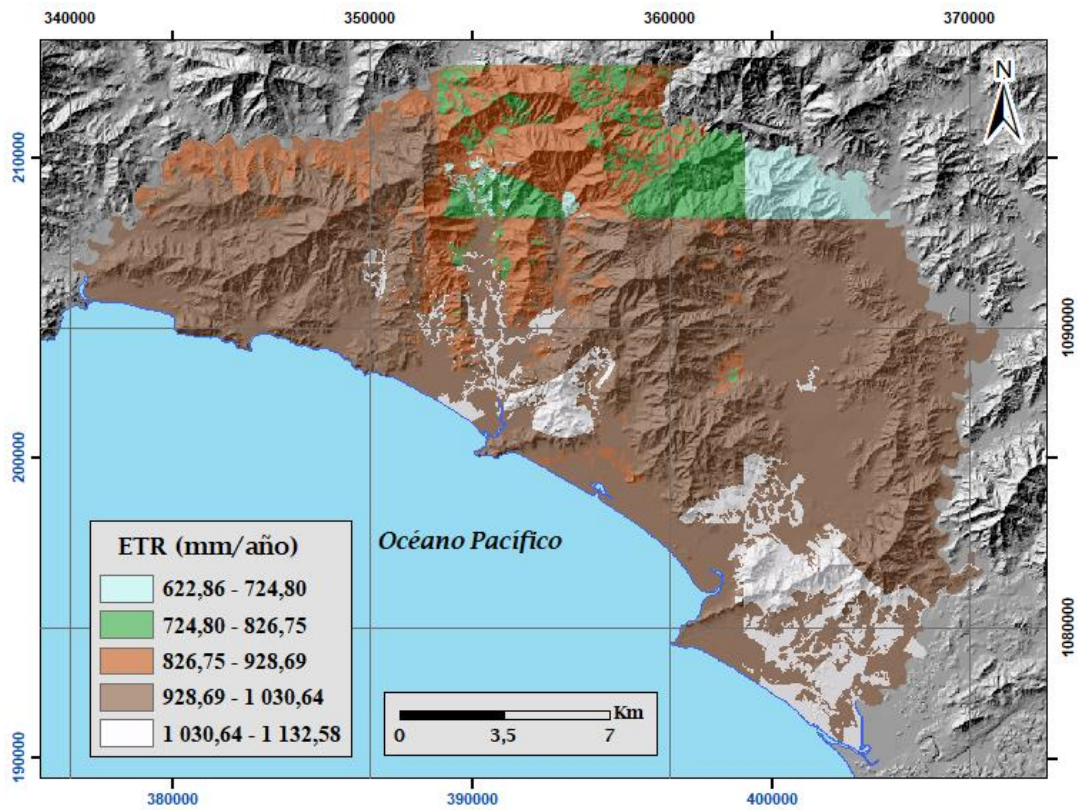


Punto de Marchitez en milímetros

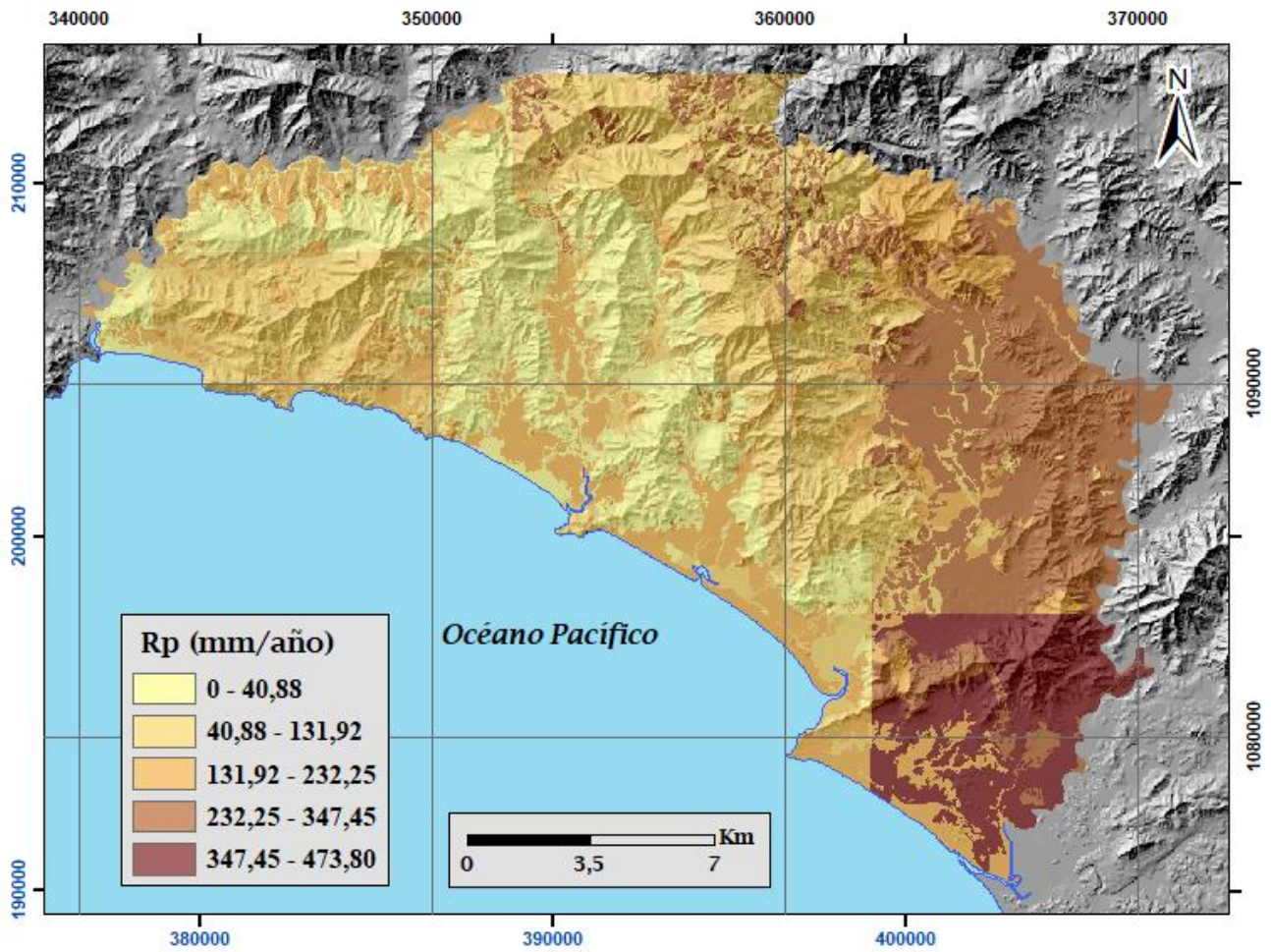




Humedad Disponible Anual



Evapotranspiración Real Promedio Anual del año 2015



Recarga Potencial Anual del año 2015

## Balance hídrico año 2017

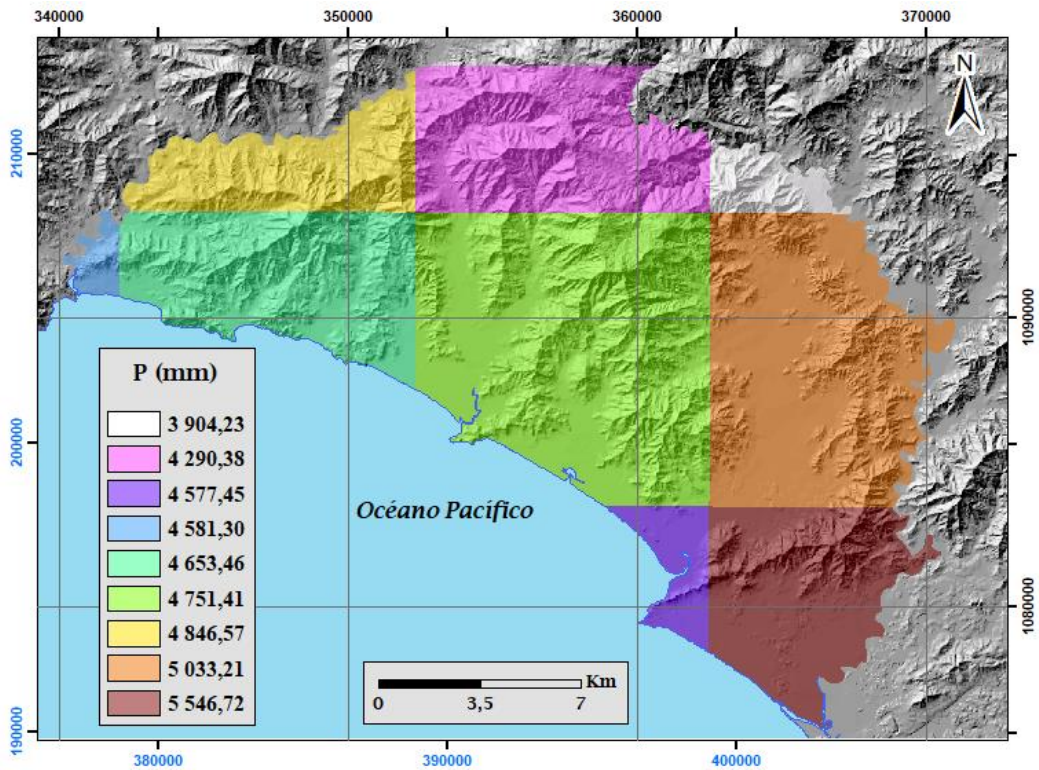
### Datos de Precipitaciones

Área/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria
1	5,9563007	0,0497664	0,152064	0,5271552	586,192444	895,693848	991,614441	744,647705	987,383362	296,516052	320,039429	17,7993221	4846,57189
2	3,8430719	0,1041408	0,2386944	0,285696	420,76062	759,92096	935,243347	577,745544	1121,72681	272,221741	182,535782	15,751296	4290,3777
3	3,2596991	0,3990528	0,4635648	0,1585152	307,392304	672,211365	956,967346	474,968201	1118,44544	241,250458	112,894157	15,8155775	3904,22567
4	5,9507713	0	0,1714176	0,0082944	604,988037	591,927551	1136,38623	650,338074	821,369995	238,00827	518,903198	13,2438526	4581,29569
5	7,1755772	0	0,1032192	0,0082944	533,369995	663,448303	1119,81445	639,076172	1027,15039	275,18515	376,527039	11,5994883	4653,45808
6	8,9164801	0,0027648	0,0543744	0,0866304	413,785492	770,961731	1042,87146	617,007507	1338,85437	300,565552	247,584152	10,7207422	4751,41126
7	10,8979197	0,0442368	0,1769472	0,39168	364,371613	860,112671	1081,44641	673,090576	1553,75867	307,078033	168,716385	13,1261187	5033,21126
8	13,1503096	0	0,4018176	0,0543744	361,851502	630,258728	1138,30359	583,764465	1234,60303	357,14856	244,526291	13,3855486	4577,44821
9	10,9882364	0	0,8165376	0,152064	452,064179	865,038208	1143,03052	796,1698	1648,04846	424,762665	189,186966	16,4574718	5546,71511

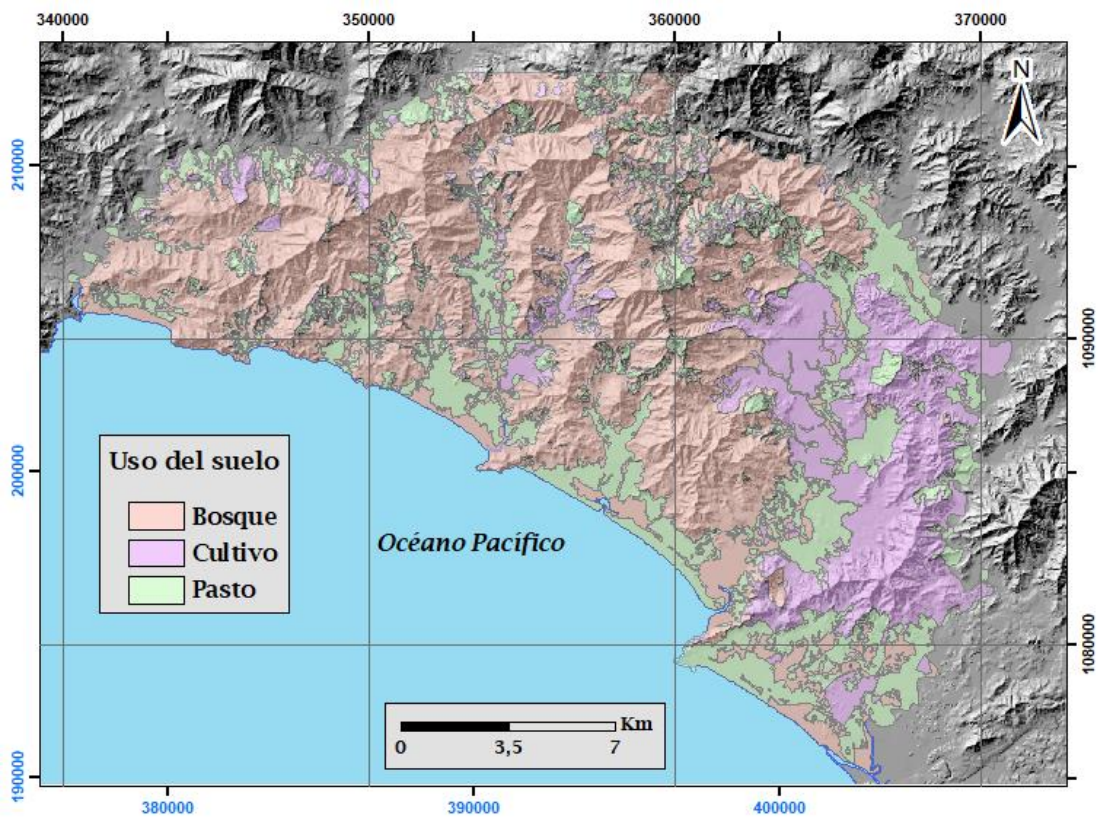
### Datos de Temperaturas

Area	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	24,9733521	26,8392883	28,2882935	29,5728394	26,36651	25,0056702	24,4648987	24,802301	24,8750549	24,6197449	24,1942688	24,4261719
2	25,3241821	27,3057495	28,7106262	30,0306335	26,6417786	25,1949097	24,6679932	25,0810791	25,0413147	24,8827759	24,4527527	24,7939697
3	25,8469482	27,6835876	29,1630798	30,4753967	26,9273315	25,5161682	24,9020935	25,3790527	25,3339478	25,1382996	24,7941528	25,1453186
4	25,4505859	27,1023804	28,8669678	29,5561462	26,7822815	25,4106079	24,8631226	25,1661621	25,3758484	25,0040222	24,6697937	24,8797241
5	25,3584229	27,2771124	28,933374	29,8026978	26,5896545	25,1882874	24,6401306	24,9838806	25,1210266	24,78573	24,4651428	24,6932617
6	25,442041	27,4816833	29,0786682	30,1859985	26,5869385	25,1619202	24,571283	24,931543	25,0073486	24,7395874	24,4059082	24,702478
7	25,6795288	27,8303467	29,3124329	30,5151611	26,5673157	25,2143188	24,6544128	25,0403687	24,9883362	24,8072449	24,5243469	24,8336731
8	25,7537476	27,8489014	29,6907288	30,3626343	26,7230164	25,3518005	24,7957703	25,1270996	25,3285767	24,942804	24,5765015	24,814325
9	25,6805359	27,9666077	29,6700684	30,7304932	26,4816528	25,107019	24,6381775	24,9361511	25,0416809	24,7645508	24,4522034	24,6572205

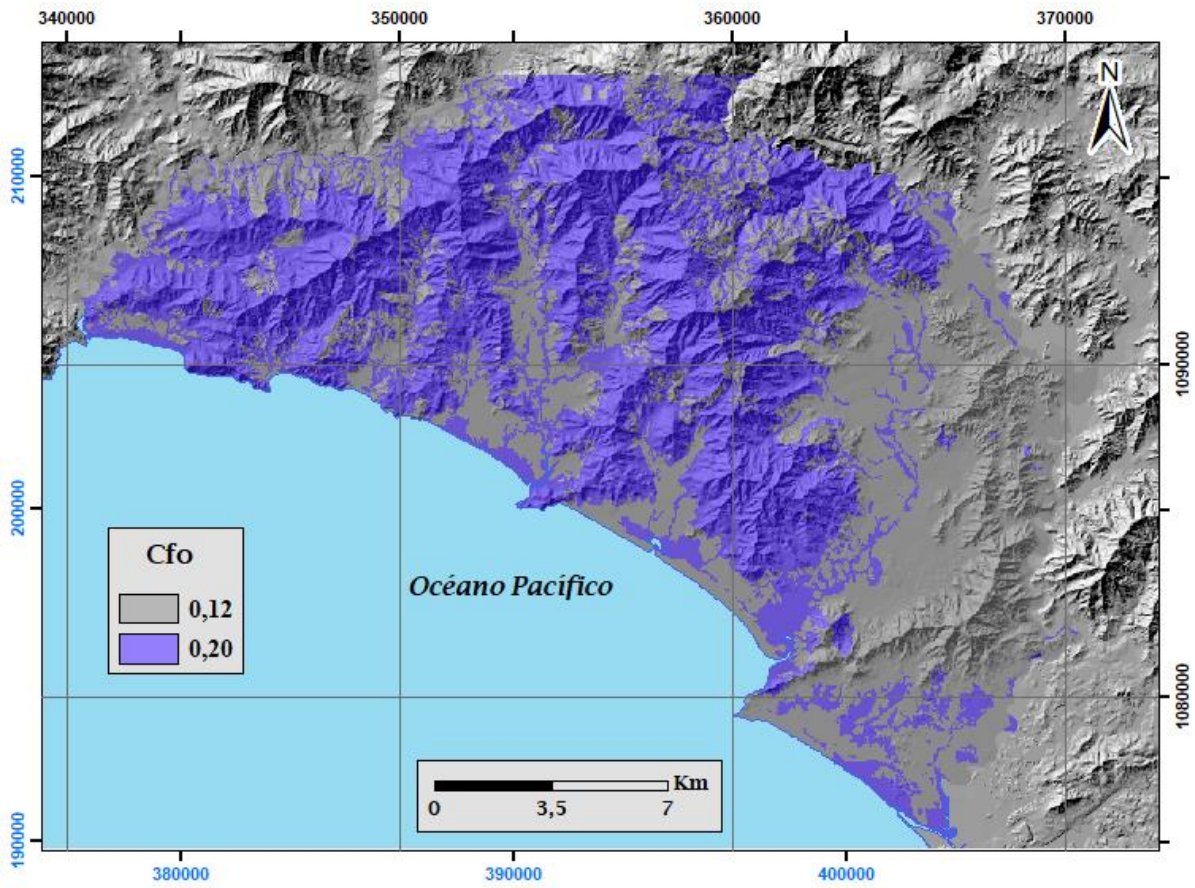
## Mapas realizados



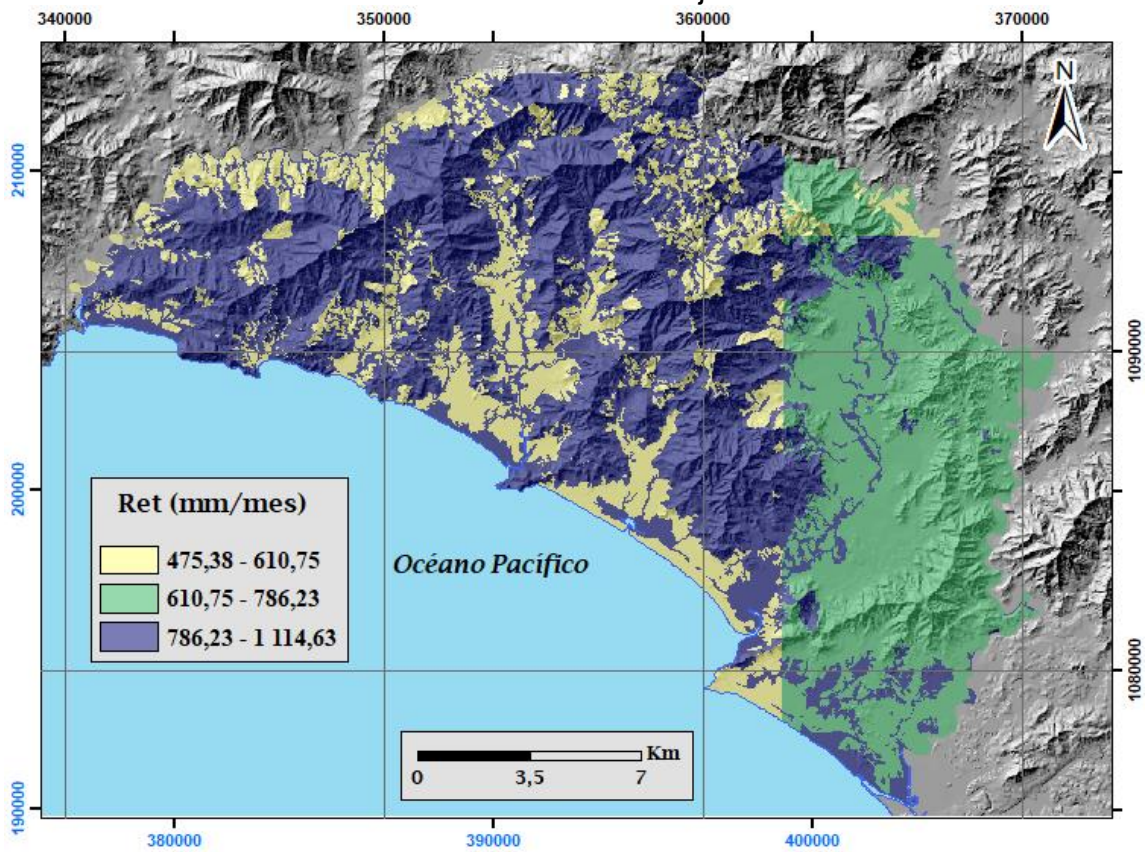
Distribución de la Precipitación Anual del año 2017 Nandayure Sur



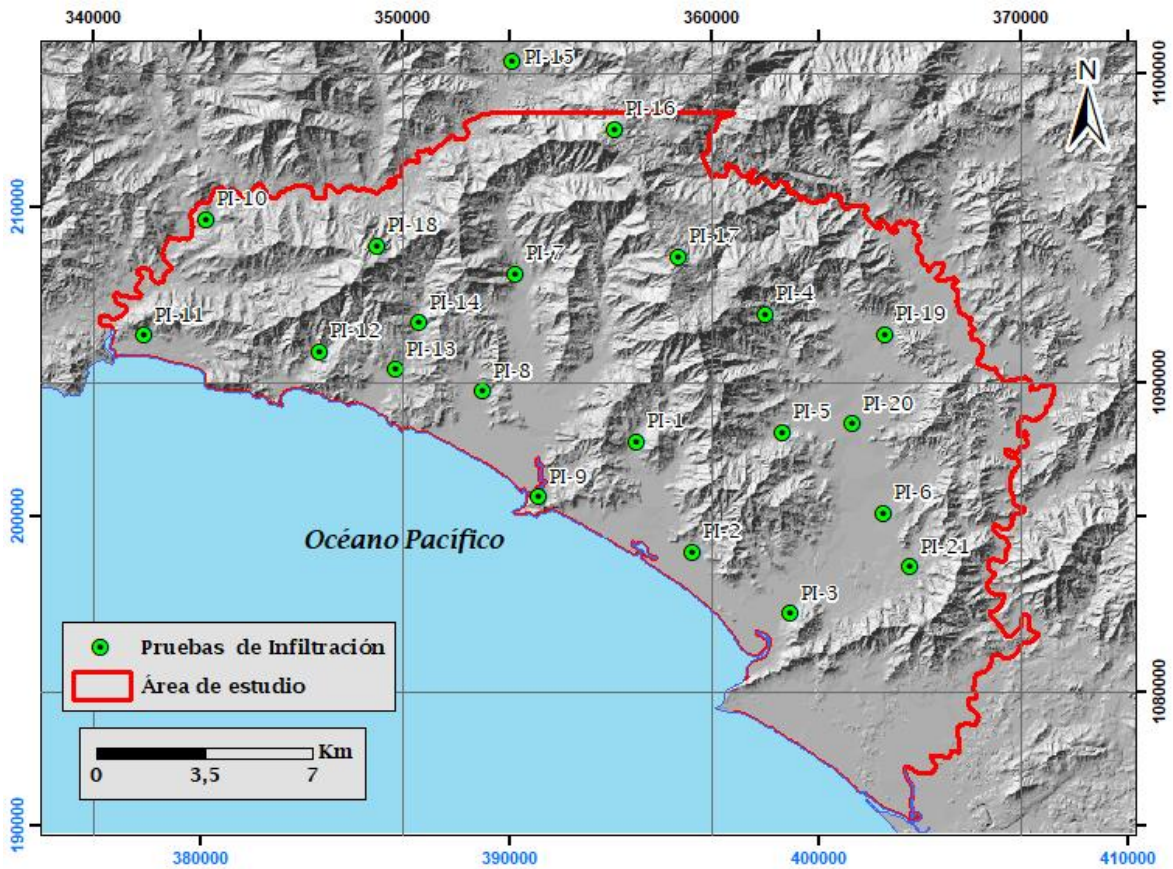
Uso del suelo



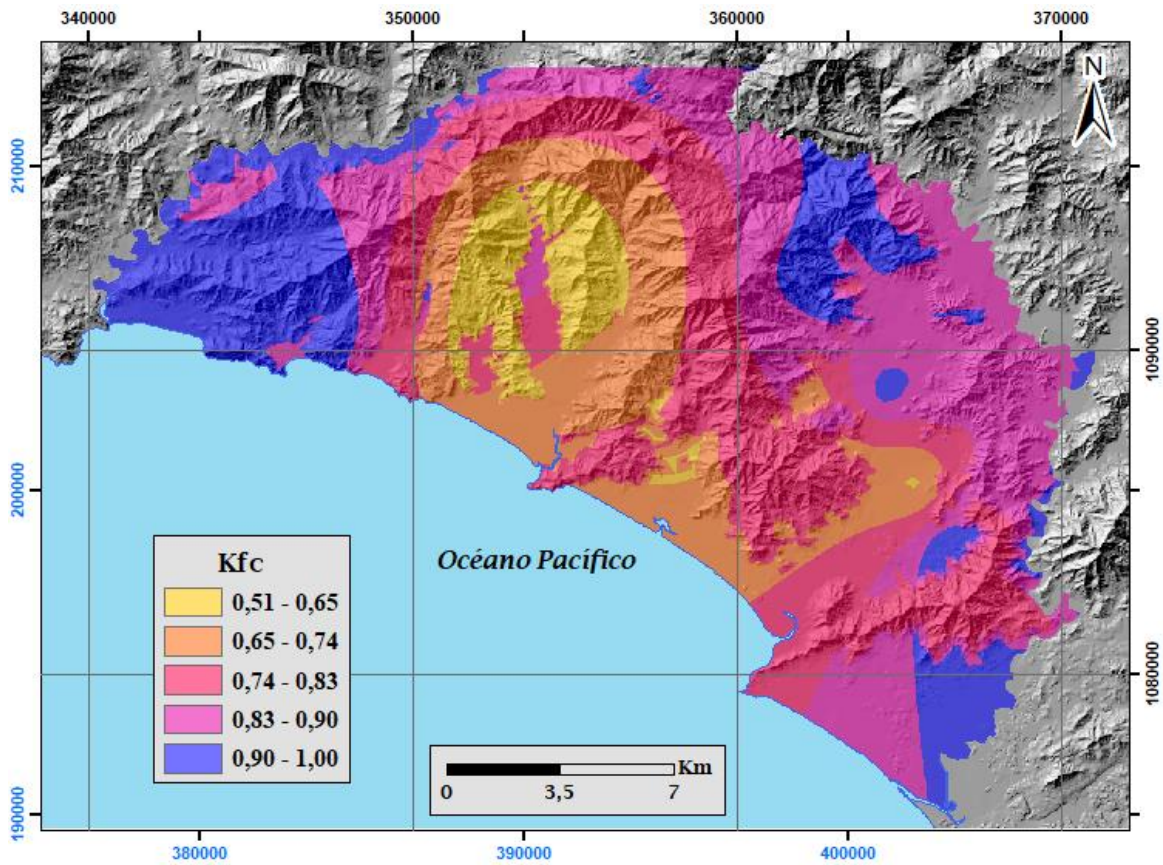
Coeficiente de follaje



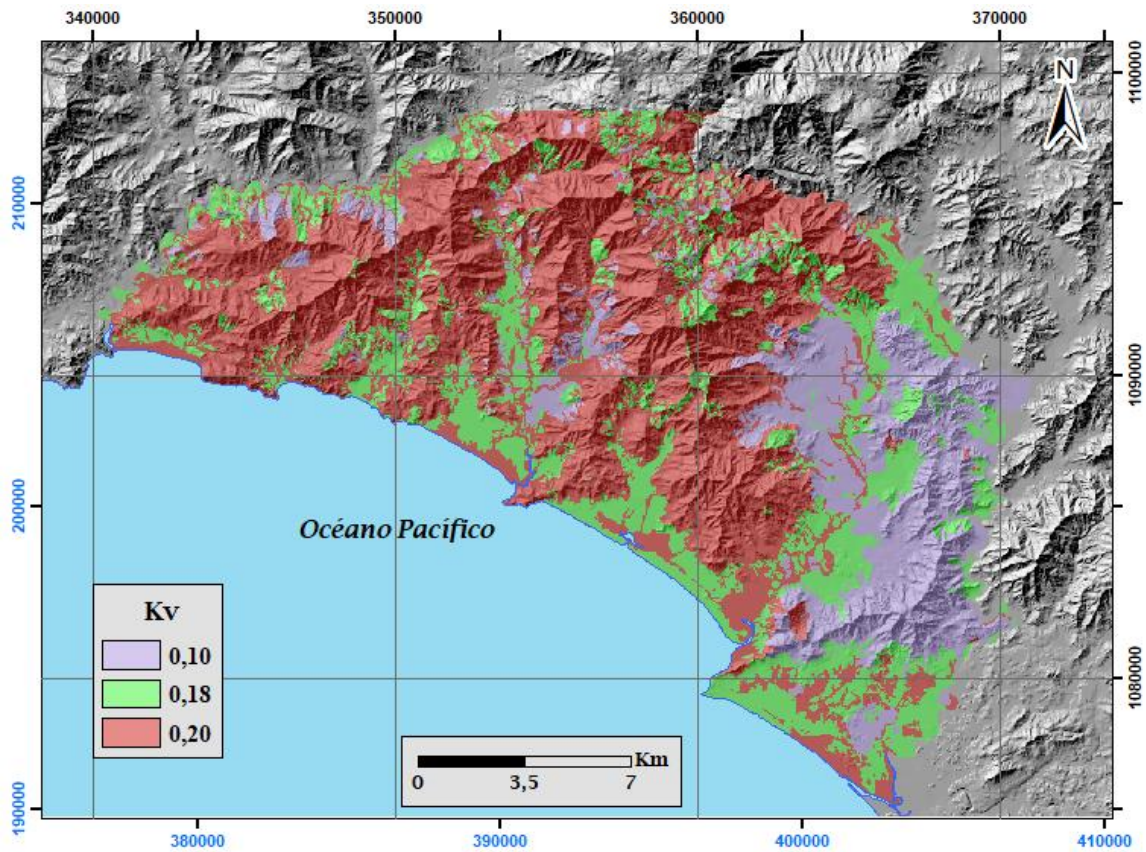
Retención de lluvia anual interceptada por el follaje



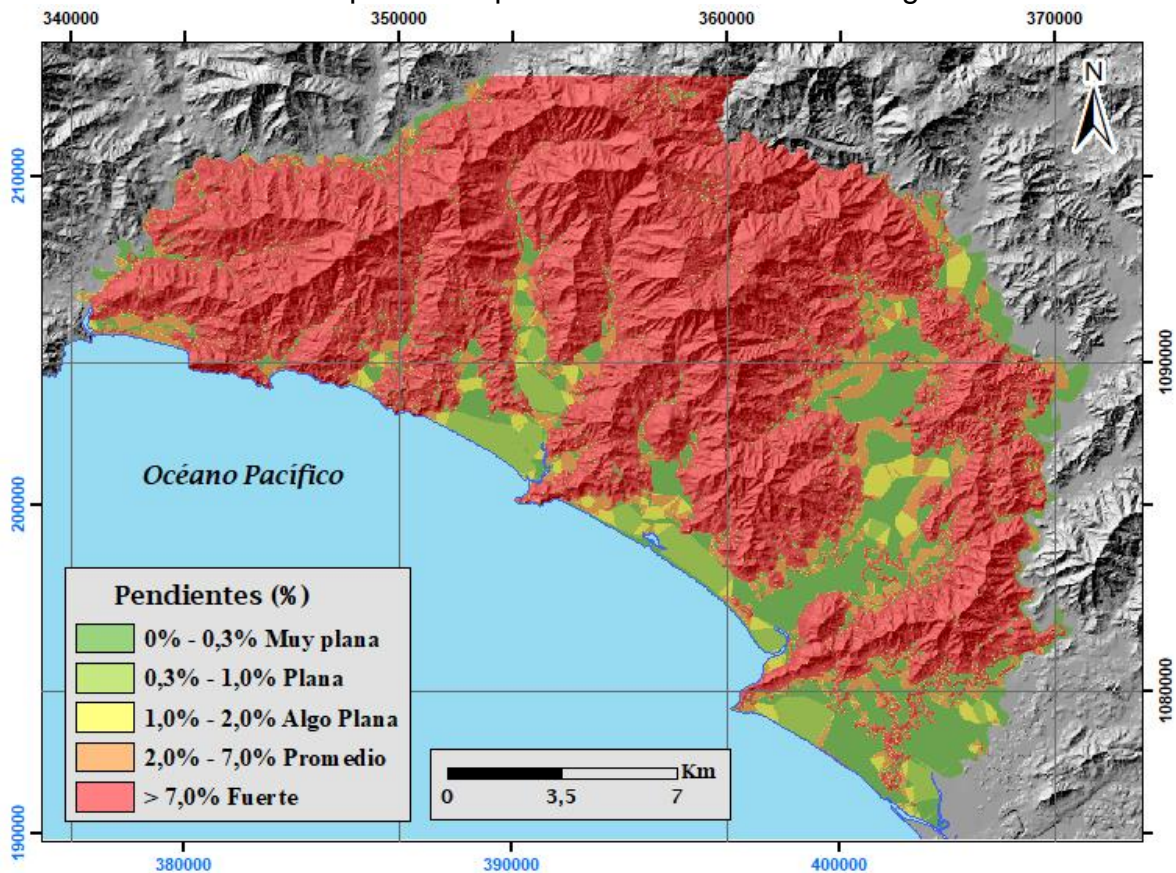
Ubicación de las Pruebas de Infiltración



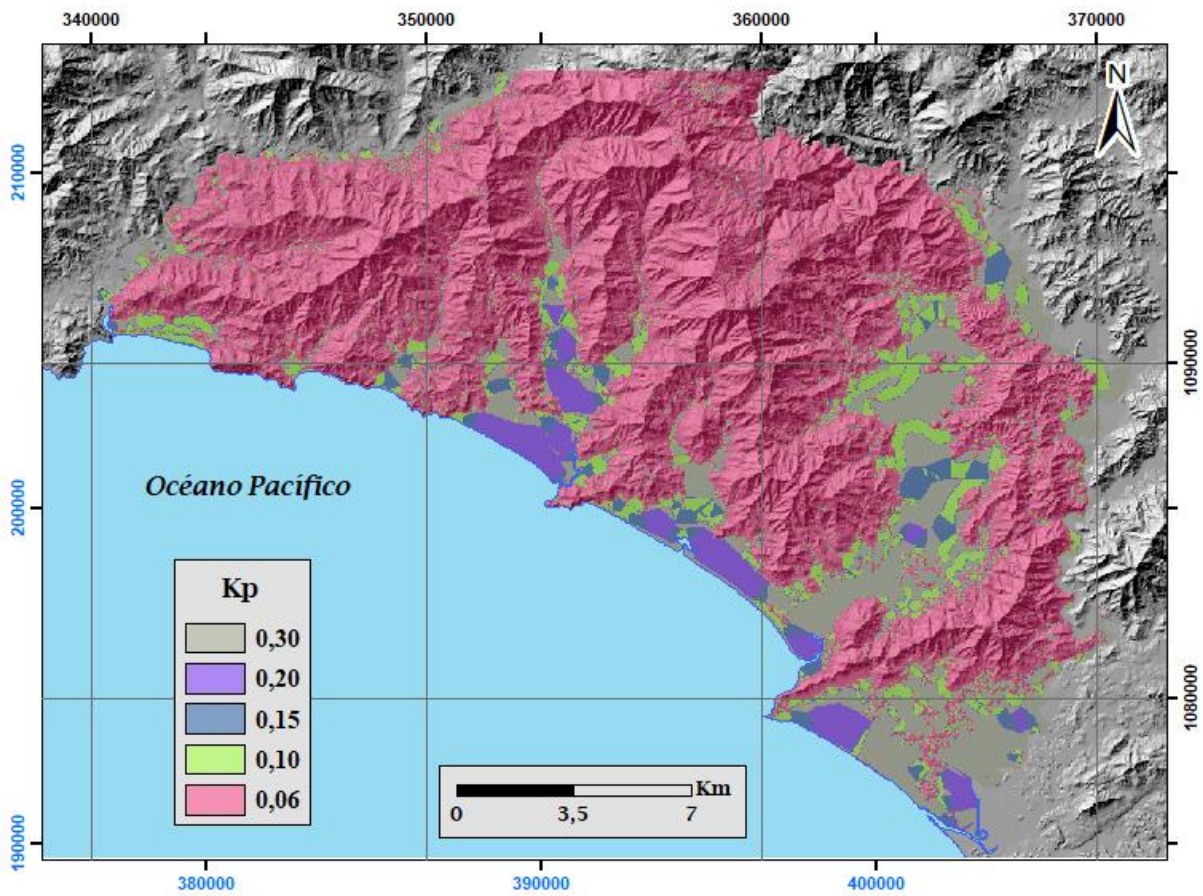
Fracción que infiltra por textura del suelo



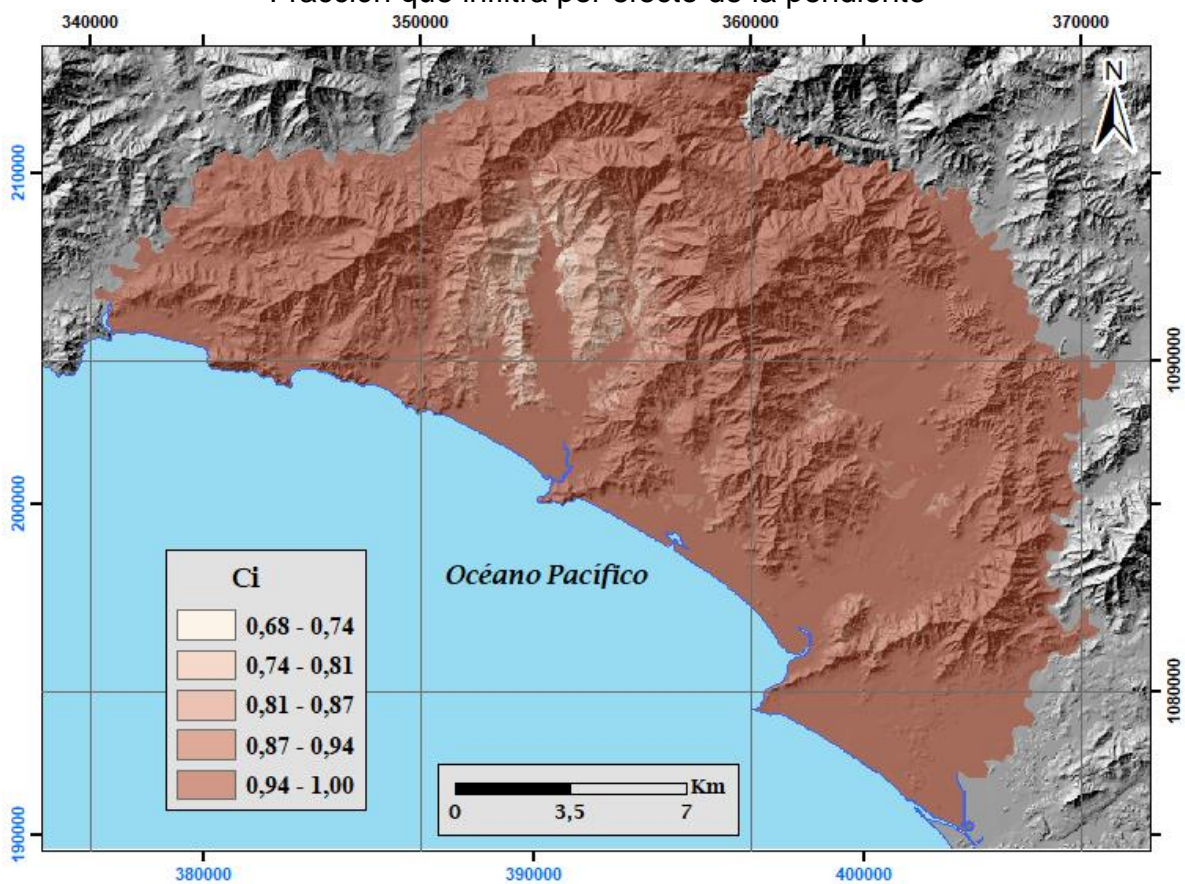
Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal



Pendientes en porcentajes según clasificación de Schosinsky & Losilla (2000)

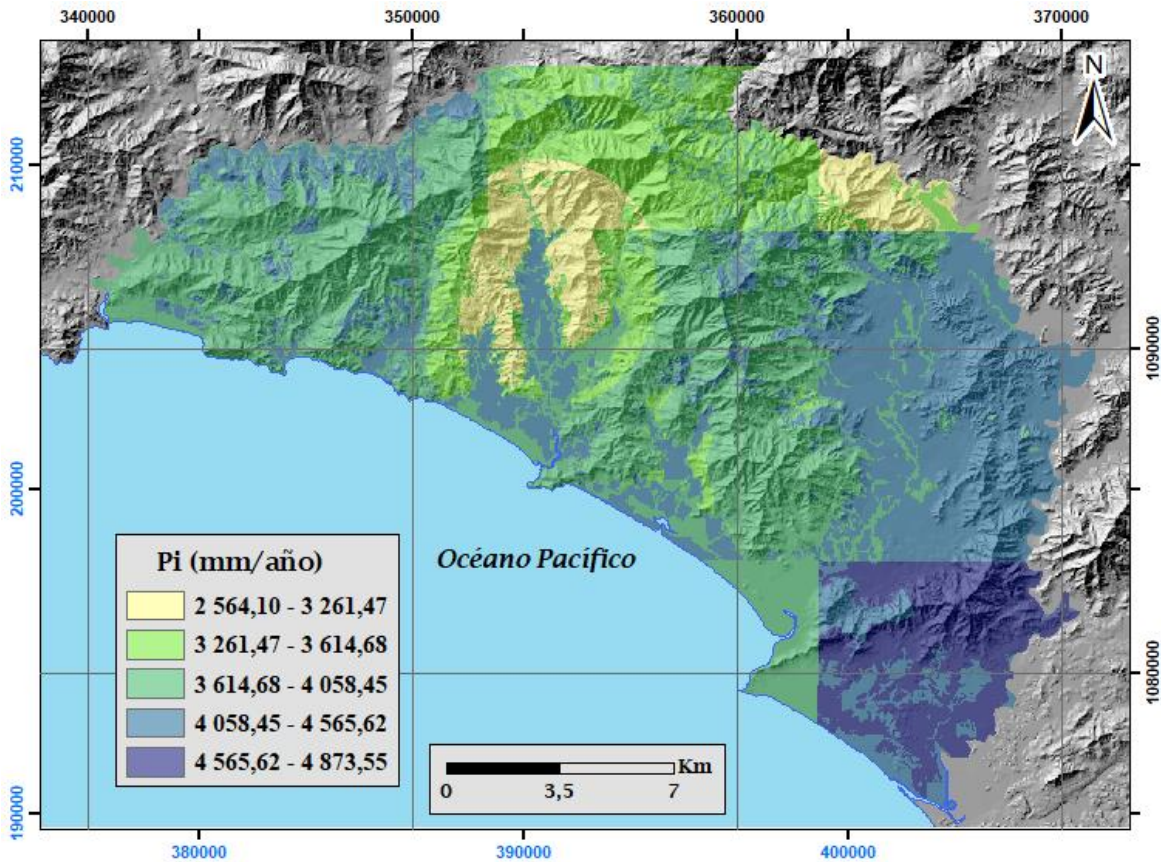


Fracción que infiltra por efecto de la pendiente

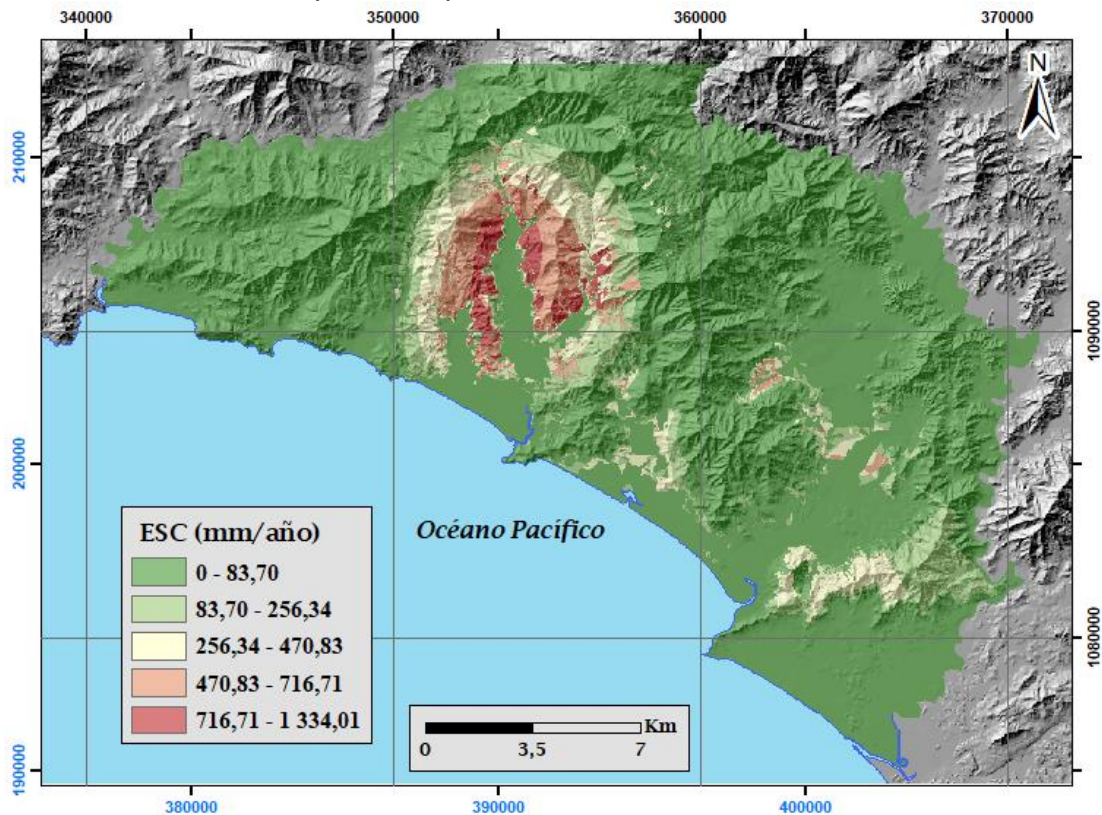


Coefficiente de Infiltración

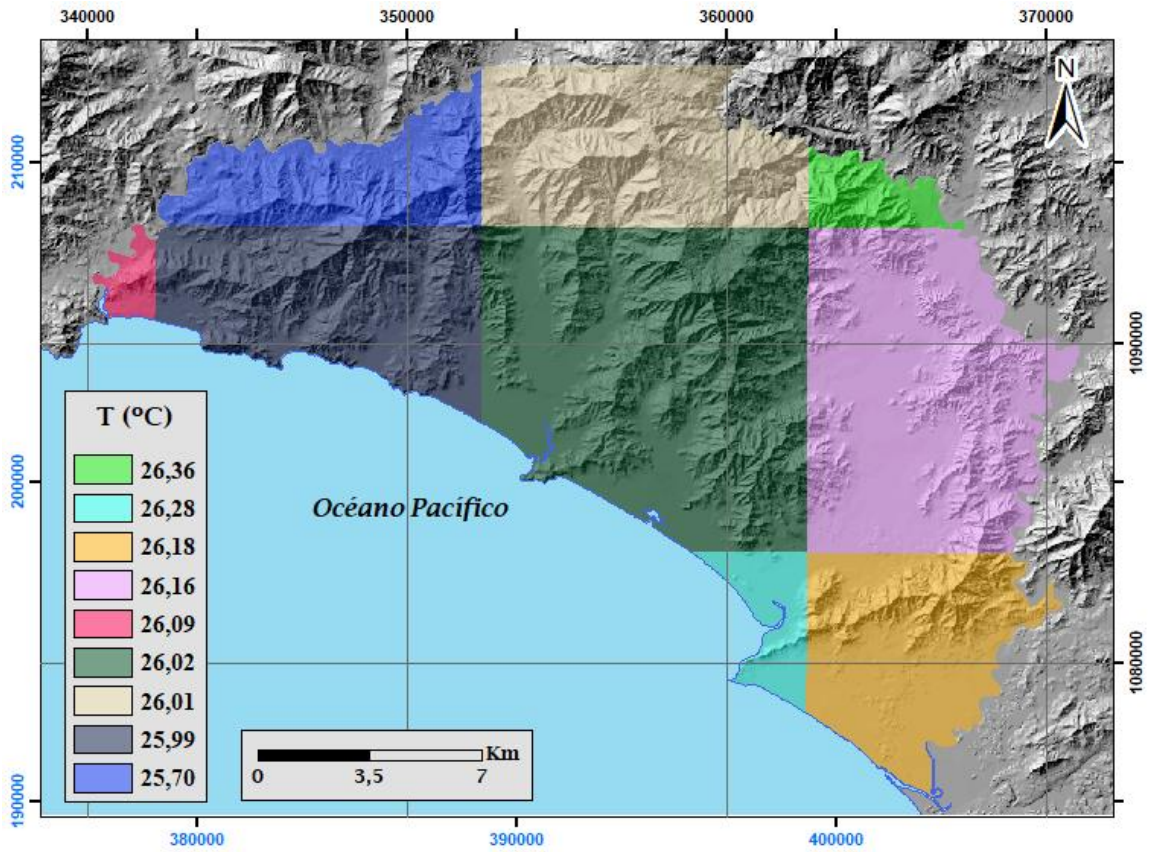




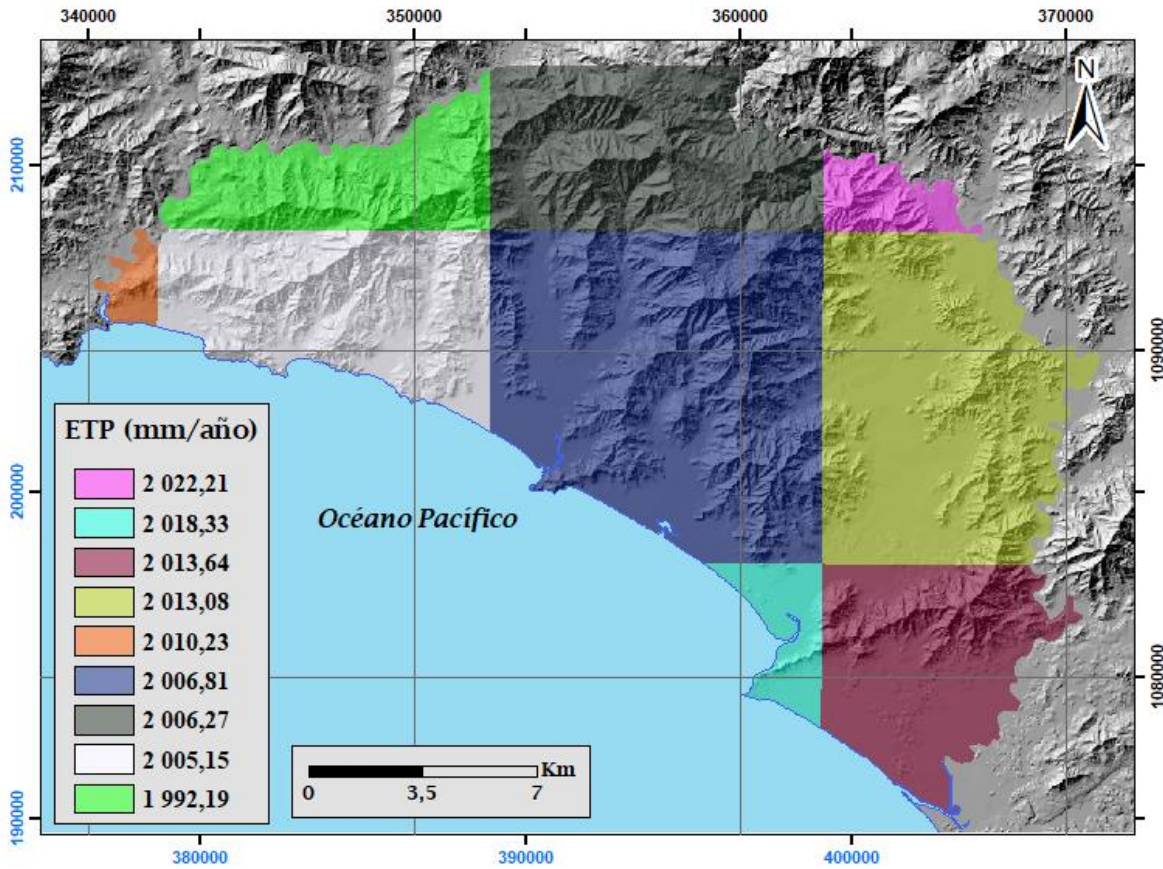
Precipitación que infiltra anualmente al suelo



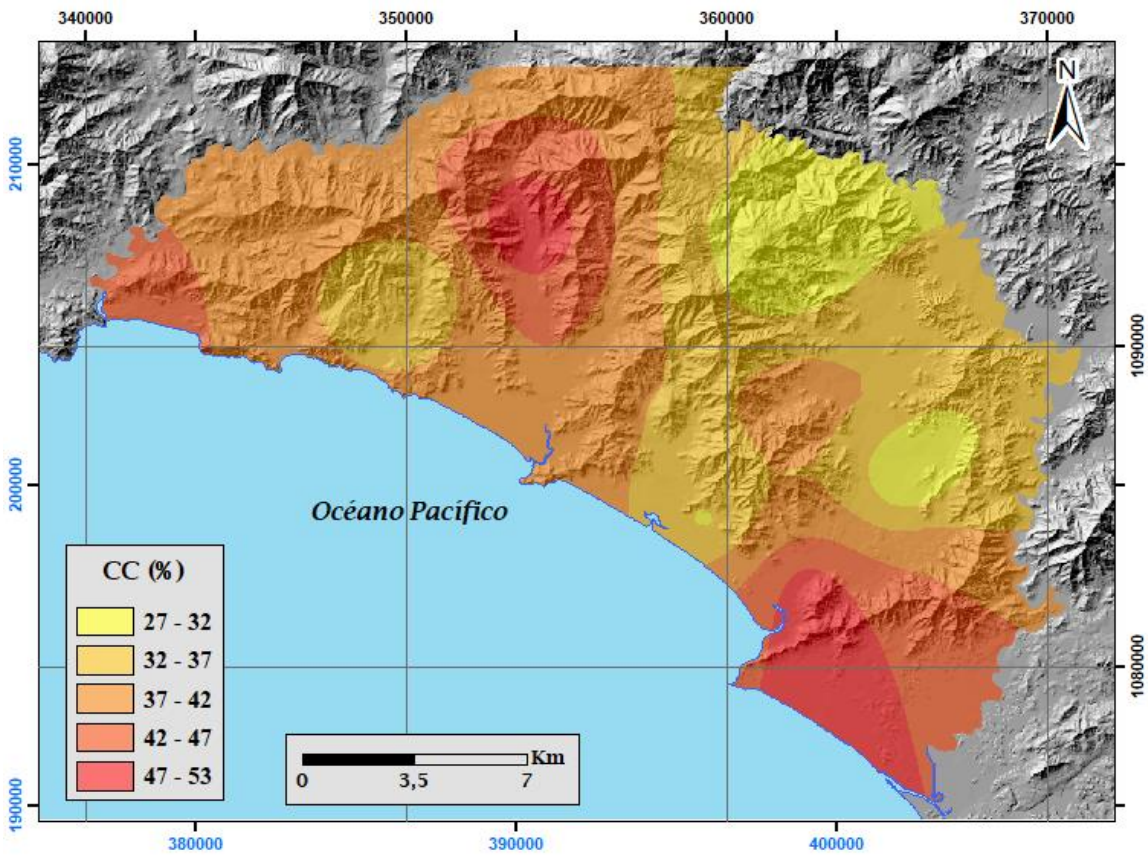
Escorrentía Superficial



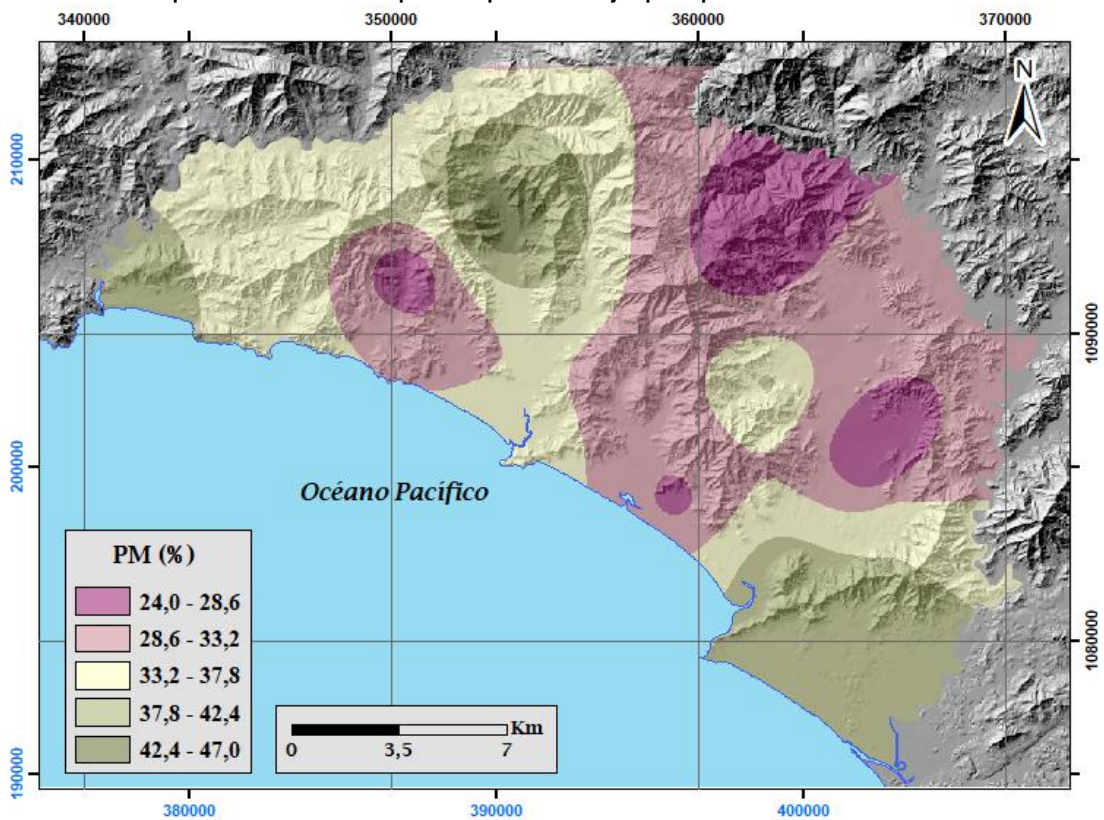
Temperatura Promedio Anual del año 2017



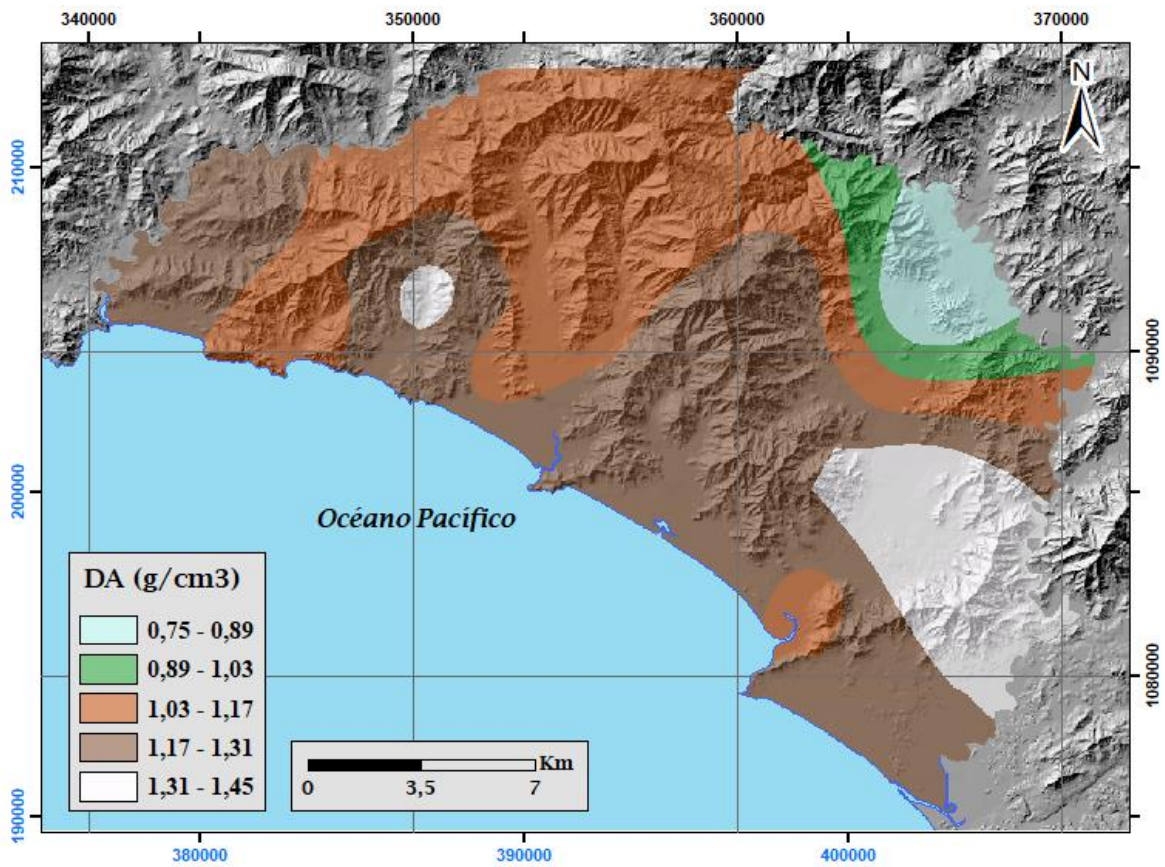
Evapotranspiración Potencial Anual



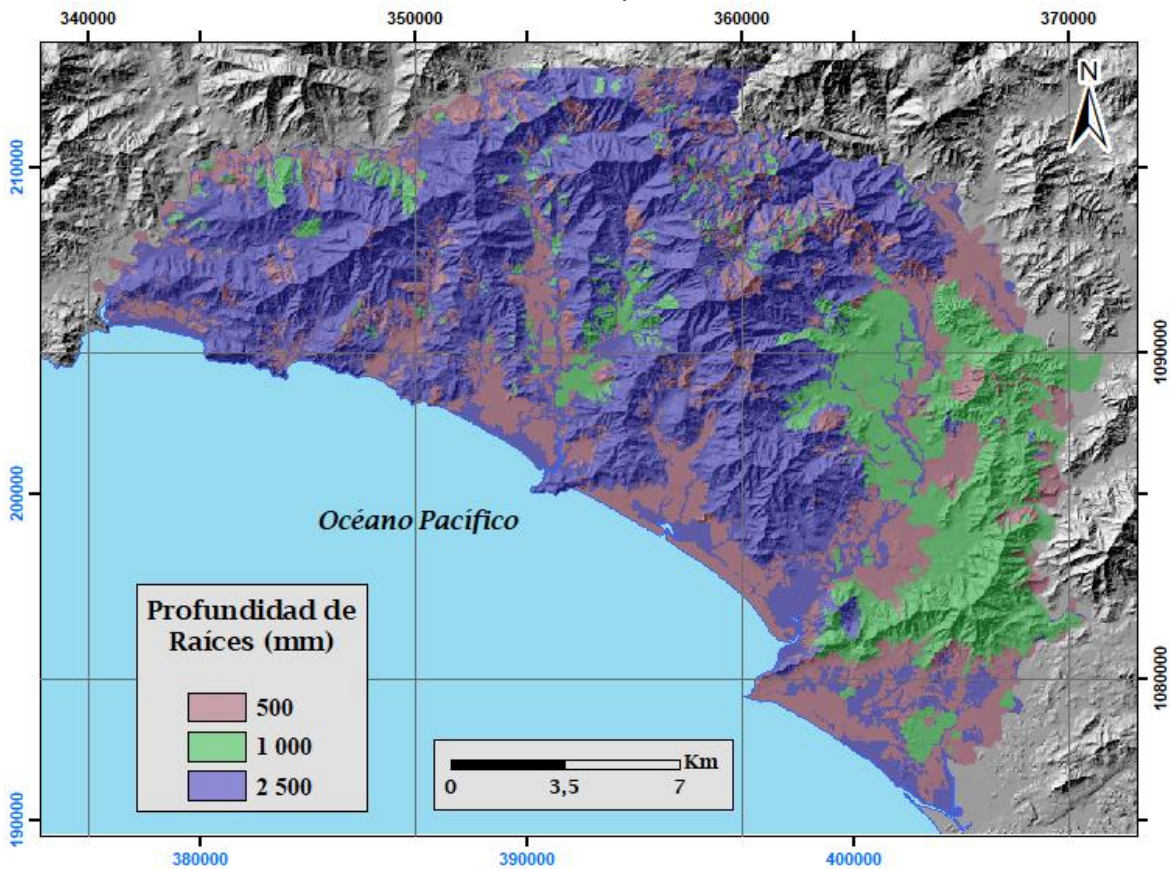
Capacidad de campo en porcentaje por peso de suelo seco



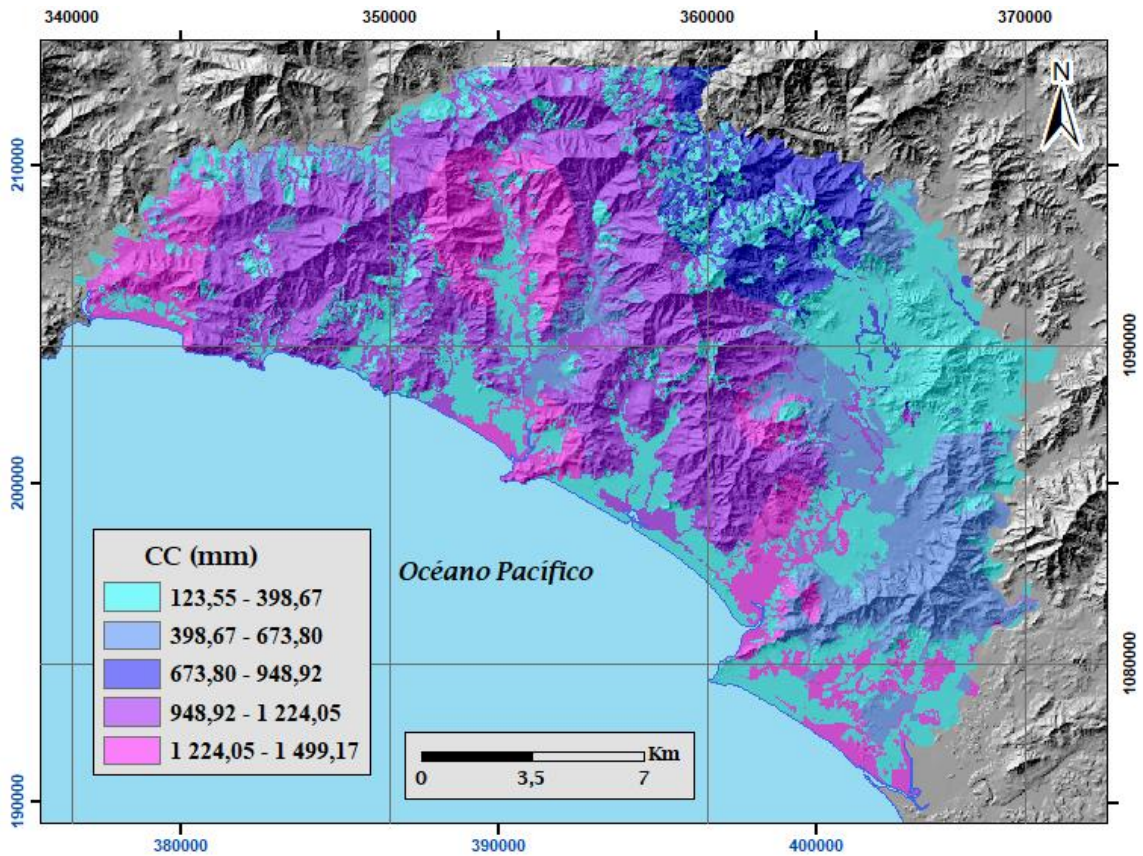
Punto de marchitez en porcentaje por peso de suelo seco



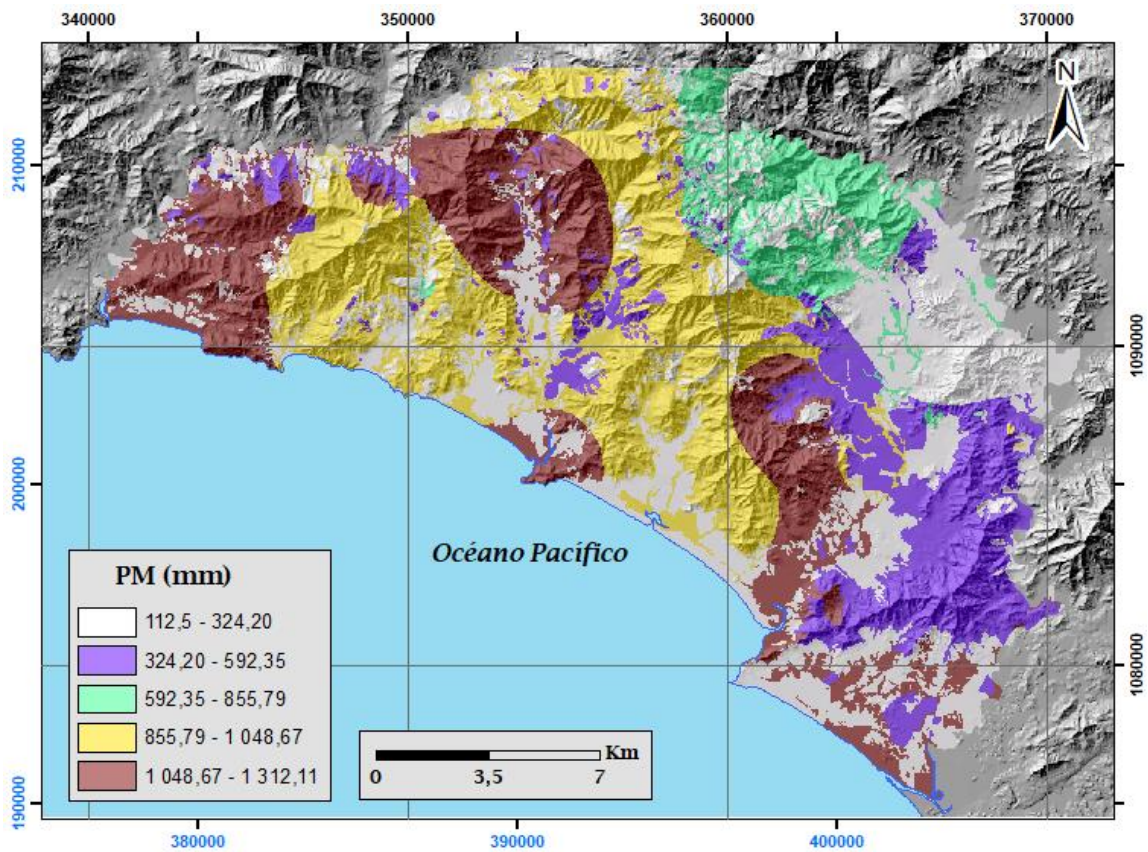
Densidad Aparente



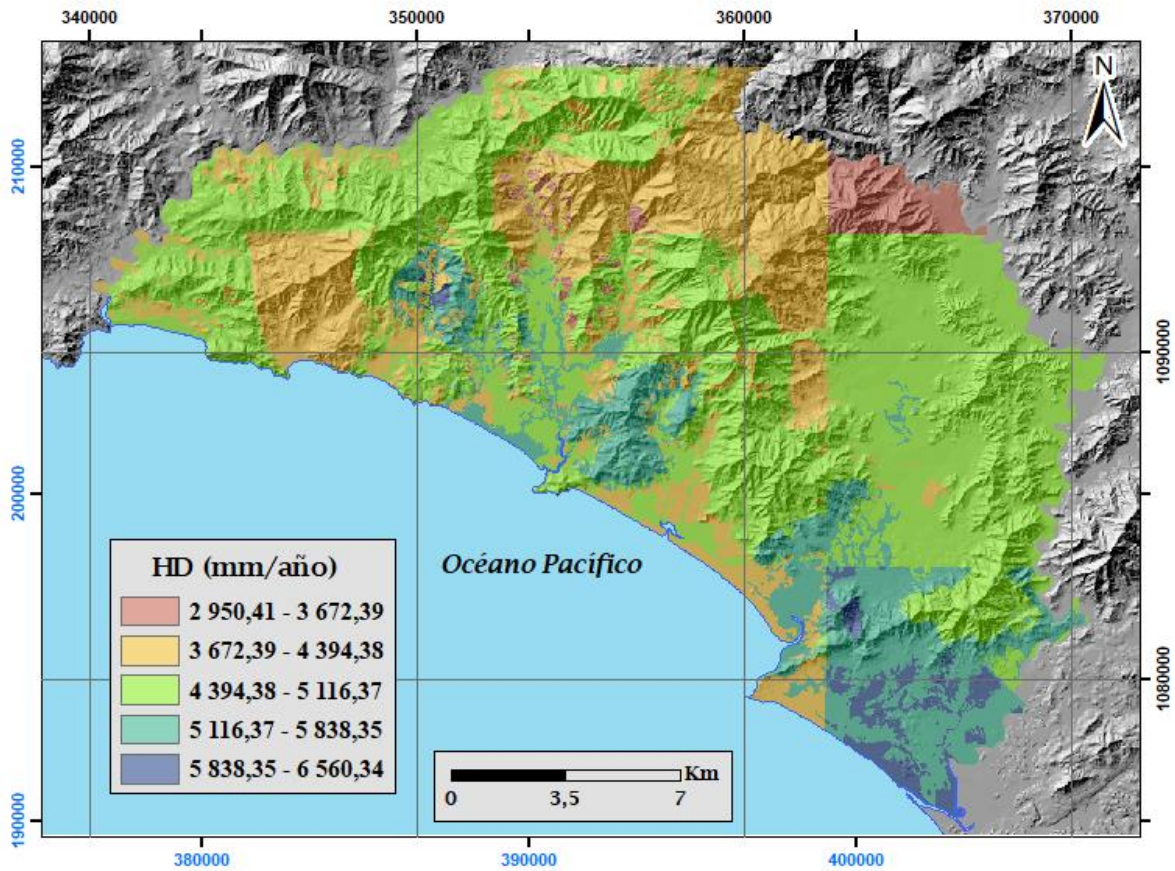
Profundidad de Raíces



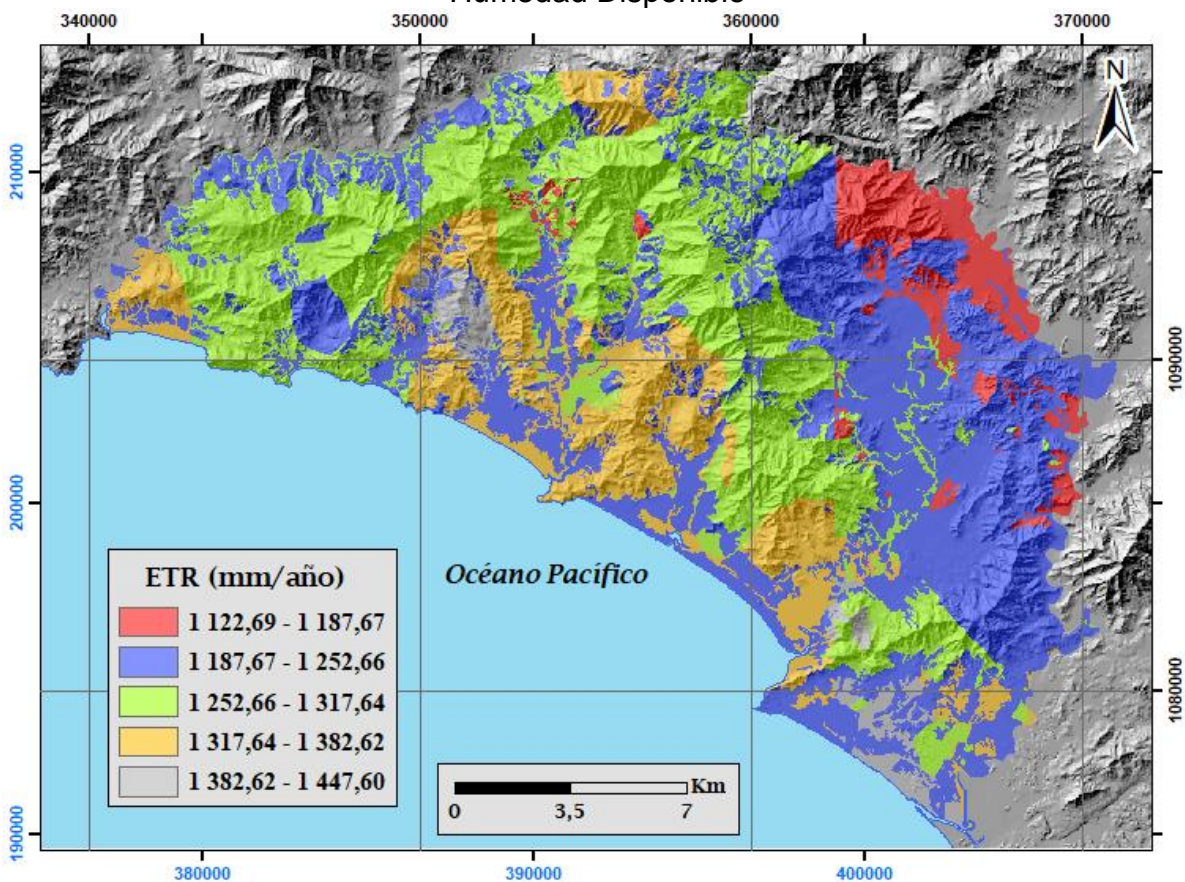
Capacidad de campo en milímetros



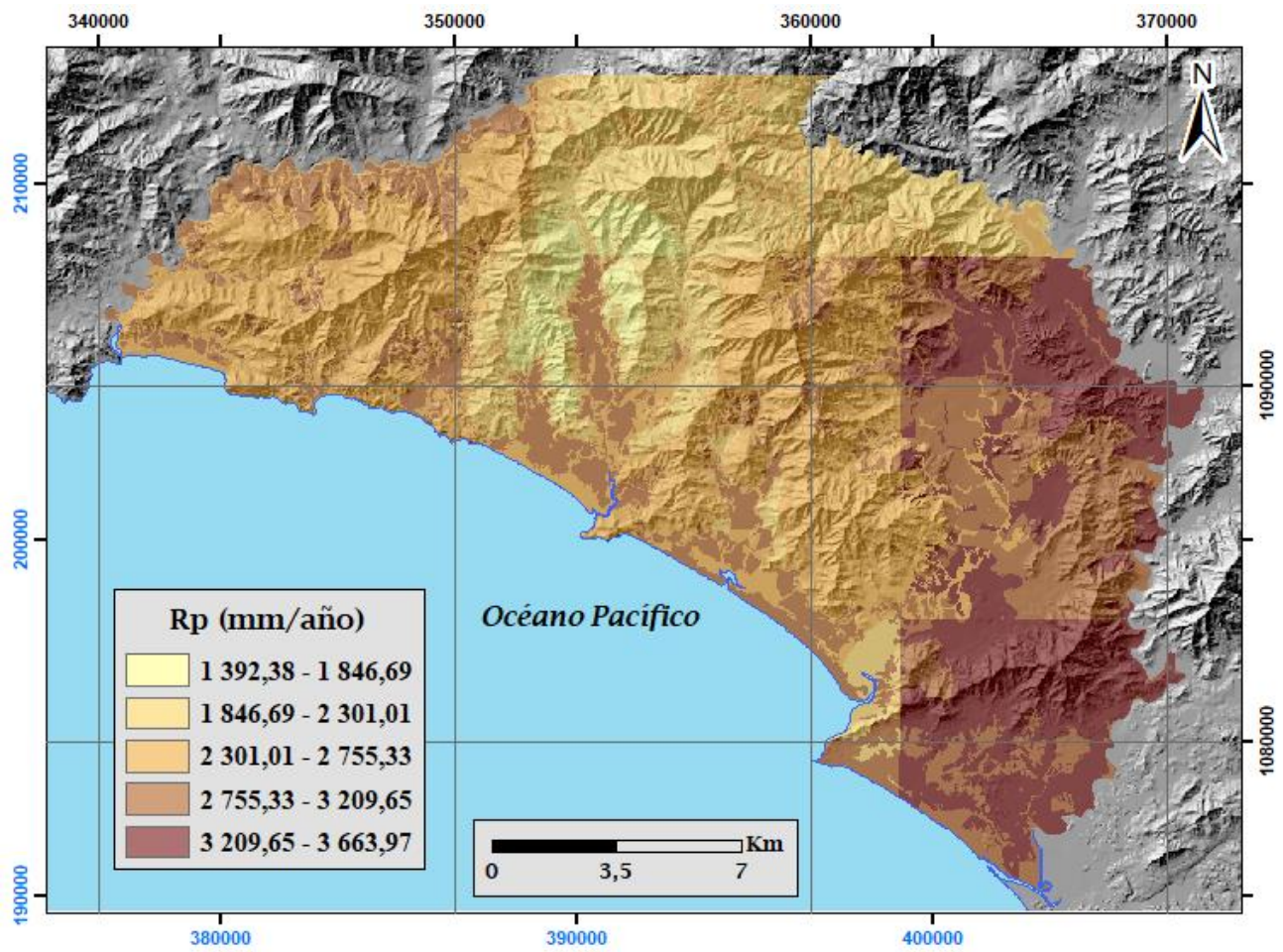
Punto de Marchitez en milímetros



**Humedad Disponible**



Evapotranspiración Real promedio Anual del año 2017



Recarga Potencial Anual del año 2017

## Anexo VIII. Pozos del área de estudio

Pozo	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	Coordenada N (Lambert Norte)	Coordenada E (Lambert Norte)	Localidad	Prof (m)	NE (m) / ND (m) Variaciones de nivel	Litología (m)	Q (l/s) - Q rec(l/s)	Rejilla (m)	Información adicional del pozo	Rejilla (m)
CZ-5	354455,3853	1089797,538	390800	204300	Brocal, Bejuco	4,7	NE = 3,29				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-6	353655,3591	1089898,198	390000	204400	Maicillal, Brocal, Bejuco	4,41	NE = 3,27				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-8	353557,2128	1092198,595	389900	206700	Brocal, Bejuco	10,63	NE = 5,85				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-9	353456,6286	1091498,579	389800	206000	Brocal, Bejuco	9,28	NE = 5,14				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-10	353756,5887	1091398,321	390100	205900	Brocal, Bejuco	8,51	NE = 4,44				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-11	354155,1031	1089497,741	390500	204000	Brocal, Bejuco Centro	4	NE = 2,96				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-12	354055,0898	1089497,821	390400	204000	Brocal, Bejuco Centro	3,3	NE = 1,8				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-13	354253,9094	1087997,463	390600	202500	Brocal, Pueblo Nuevo, Bejuco	4,34	NE= 3,44				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-14	353854,0174	1088197,81	390200	202700	Brocal, Pueblo Nuevo de Bejuco	3,13	NE= 2,03				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-15	354153,656	1087697,505	390500	202200	Brocal, Pueblo Nuevo de Bejuco	5,04	NE= 4,57				Tipo:Excavado, A.Q=Si	
CZ-16	354405,217	1089597,552	390750	204100	Margen derecha del Río Bejuco, Bejuco	25,3	NE= 1,88, ND= 233	0 -3,7 : Arcilla Gris 3,7-15,2: Grava Gruesa 15,2-18,3: Grava Gruesa 18,3-19,8: Arcilla Roja 19,8-25,3: Grava Fina	Q=5	15,3 a 25,3	Tipo: Percusión, PB=Si, Abatimiento=0,45m	15,3 a 25,3
CZ-26	348730,1285	1090502,249	385075	205000	Punta Isleta, Bejuco	15	NE=9, ND=11	0-2 Arcilla con arena color café claro, 2- 13 Arena y gravilla con poca arcilla, 13- 14 Zona de cambio a lava basáltica, 14- 15 Lava Basáltica Color gris verdoso, impermeable	Q=2, Qrec=1	9 a 15	Tipo: Percusión a cable	9 a 15
CZ-29	340005,0989	1092359,535	376350	206850	Estrada Ravago, Hojancha	25	NE=2	0-10 Arcilla color café. Permeabilidad aparente baja 10- 19 Material limo arcilloso 19-25 Arenas y gravas. Permeabilidad aparente buena		13 a 25	Tipo:Percusión	13 a 25
CZ-30	340355,1655	1092359,256	376700	206850	Estrada Ravago, Hojancha	40	NE=8	0-11: Limos color café, permeabilidad aparente baja 11-15: Arenas y gravas, permeabilidad aparente buena 15-25: Rocas sedimentarias, semiduras lititas permeabilidad aparente regular 25-40: Rocas basálticas del complejo de Nicoya	Q=5, Qrec=5	12 a 30 36 a 40	Tipo:Percusión	12 a 30 36 a 40



CZ-40	347657,5007	1091177,216	384002	205674	Corozalito, Bejuco	80	NE=3,5, ND=61,9	0-5: Suelo arcilloso, depósitos coluvio aluvial 5-15: Regolitas y Rocas alteradas del complejo de Nicoya 15-18: Basaltos oceánicos complejo de Nicoya, permeabilidad media	Q=1,5, Qrec=1,5	20 a 26 a 38 a 50 a 62 a 76	Tipo:Roto-percusión, PB=Si, Abatimiento=58,4m, T(m2/día)=1185,84, Se ubica al lado izquierdo del camino de Fincas al sur	20 a 26 a 32 a 38 a 44 a 50 a 56 a 62 a 68 a 76
CZ-42	339404,7455	1092059,953	375750	206550	Estrada Ravago, Hojancha	40	NE=3	0-3: Suelo vegetal, permeabilidad aparente baja 3-6: Areniscas de grano fino, permeabilidad aparente baja 6-14: Rocas semiduras color café (lutitas) de permeabilidad aparente regular 14-25: Roca alterada ligeramente fracturada, permeabilidad aparente regular 25-40: Rocas basálticas del Complejo de Nicoya, permeabilidad aparente baja.	Q=2,2	60 a 40	Tipo:Percusión a cable, PB=Si	60 a 40
CZ-45	339404,5871	1091859,915	375750	206350	Estrada Ravago, Hojancha	40	NE=5	0-3: Suelo vegetal, permeabilidad aparente baja 3-5: Areniscas de grano fino, permeabilidad aparente regular 5-28: Rocas semiduras color blanco de permeabilidad aparente regular 28-40: Rocas basálticas del complejo de Nicoya, permeabilidad aparente baja	Q=2	5 a 40	Tipo:Percusión, PB=Si	5 a 40
CZ-46	339564,8358	1092134,841	375910	206625	Estrada Ravago, Hojancha	41	NE=5,5	0-1: Suelo vegetal, permeabilidad aparente baja 1-5: Arcillas rojizas, permeabilidad aparente baja 5-6: Rocas semiduras (areniscas) de permeabilidad aparente regular 6-9: Aluvión fino, permeabilidad aparente buena 9-12: Arcillas con cierto contenido de arcillas, permeabilidad aparente baja 12-20: Rocas sedimentarias color rojizo (lutitas), permeabilidad aparente buena 20-41: Rocas basálticas del complejo del Nicoya, permeabilidad aparente baja.	Q=6	5 a 40	Tipo:Percusión, PB=Si	5 a 40
CZ-52	352689,603	1089123,87	389035	203625	Bejuco	20	NE=3	0-5: Suelo vegetal, permeabilidad aparente baja 5-8: Gravos redondeadas de tamaño mediano, permeabilidad aparente moderada 8-14: Lutitas color café, permeabilidad aparente baja 14-20: Rocas basálticas del complejo de Nicoya, permeabilidad aparente baja	Q=1,5	6 a 16	Tipo:Percusión a cable, PB=Si	6 a 16
CZ-54	339894,9587	1092209,593	376240	206700	Estrada Ravago, Puerto Carrillo Hojancha	20	NE=3, ND=6	0-6: Suelo vegetal, permeabilidad aparente baja 6-10: Limos y arcillas color café, permeabilidad aparente baja 10-20: Arenas y gravas de tamaño regular permeabilidad aparente buena	Q=2, Qrec=1	10 a 20	Tipo:Percusión, PB=Si, Abatimiento=3m	10 a 20

CZ-55	339835,0425	1092329,664	376180	206820	Estrada Ravago, Puerto Carrillo Hojancha	22	NE=5, ND=6	0-6: Arcillas color café, material plástico, permeabilidad aparente baja 6-18: Arenas y arcillas, permeabilidad aparente buena 18-20: Aluvión fino, permeabilidad aparente muy buena 20-22: Rocas color negro, permeabilidad aparente baja	Q=2,5		Tipo:Percusión, PB=Si, Camino a Puerto Carrillo del lado izquierdo, hay dos puntos, uno dice: antiguo sitio y otro nuevo sitio	
CZ-57	341659,596	1091335,029	378005	205827	Zapotal	43	NE=7, ND=21,6	0-5: Suelos arenosos y arcillosos 5-8: Gravas coluviales con alto contenido de arcillas y arenas, baja permeabilidad. 8-11: basaltos meteorizados y muy fracturados del Complejo de Nicoya, horizonte de mayor permeabilidad y donde se aporta la mayor cantidad de agua al pozo 11-43: Rocas densas, sanas y fracturadas, corresponden con basaltos del complejo de Nicoya de permeabilidad aparente muy baja. Las condiciones de fracturación varían en tramos y se acosian a tiempos de perforación relativamente más cortos.	Q=1,5, Qrec=1	6 a 42	Tipo: Rotación, PB=Si, Abatimiento=25m, T(m/día)=2	6 a 42
CZ-62	352639,4235	1088908,881	388985	203410	Bejuco	30	NE=3, ND=6	0-5 m: Arcilla Roja, 5-10: Material heterogeneo, 10-18: Basaltos alterados y fracturados, 18-30: Basaltos sanos azulados	Q=0,95	16 a 30	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero libre en materiales basálticos del Complejo de Nicoya. La sección productora se ubica de los 5 a 18 m	16 a 30
CZ-63	354253,5569	1087557,406	390600	202060	Bejuco, Nandayure	30	NE=3, ND=6	0-3 m arcilla Rojiza, 3-5 m arcillas-arenas, 15-20 m Arcillas rojizas, 20-30 arenas, gravas con poca arcilla.	Q=2,4	5 a 30	Tipo:Percusión, PB=Si, nivel de bombero 20 m en 8 horas, Uso:Doméstico-Riego, Sellos sanitario de concreto, profundidad 1,50 m, Es un acuífero libre, en materiales sueltos como arenas y gravas, la sección presenta un poco de material arcilloso. La sección de los 20 m a los 30 m es la productora, esta quedó con un pvc ranurado.	5 a 30
CZ-65	339755,1463	1092479,756	376100	206970	Estrada Ravago, Hojancha	30	NE=3,93, ND=9,3	0-10 m suelos arcillosos, 10-30 m Materiales basálticos con fracturas a los 20 m, a los 17 m existe una fractura de aproximadamente 15 cm.	Q=1,1	12 a 30	Tipo:Rotación, PB=Si, 0,5litros en 8 horas, nivel de bombeo 18m, Uso:Doméstico, Sello sanitario de concreto, profundidad 1,50 m, Es un acuífero libre en materiales basálticos fracturados con un nivel inicial 3,94 m y un nivel final a los 9,30 m	12 a 30
CZ-66	350155,4253	1090601,12	386500	205100	Bejuco, Nandayure	22	NE=8,03, ND=12,16	0-4 m Suelos arcilloso café oscuro, 4-16 m aparente lavas, se aprecia fracturamiento, 16 a 22 m Idem anterior.	Q=8	14 a 23	Tipo:Percusión, PB=Si, 8 l/s, nivel de bombeo 8,03m, Uso: Abastecimiento público	14 a 23
CZ-69	340606,7016	1092972,173	376951	207463	Estrada Ravago, Hojancha	80	NE=3	0-3 m arcilla roja a naranja, 3-16 m Bloques de basaltos en matriz arcillo limosa, 16-80 m Basaltos grises con presencia de fracturas.	Q=3	8 a 14	Tipo:Percusión, PB=Si, nivel de bombeo 70m, Uso:Doméstico-Riego, A.Q=Si, Sello sanitario de concreto, profundidad 1,50 m	8 a 14

CZ-72	343155,2819	1091856,934	379500	206350	Camaronal, Nandayure	38	NE=7, ND=35, A los 15 m nivel 7 m, a los 38 m nivel 7 m	0-3 m Suelo arcilloso depósitos coluvio aluvial regolitas del complejo de Nicoya, 3-38 m Basaltos oceánicos complejo de Nicoya Fracturado, permeabilidad alta.	Q=0,03	15 a 35	Tipo:Rotación, PB=Sí, 0,03 l/s, nivel de bombeo 35m, Uso:Doméstico-Riego, Sello sanitario de concreto, profundidad 4 m. Sin filtro de lava. Profundidad de la bomba 35, La geología existente en la zona no evidencia el desarrollo de un buen acuífero, el aguas subterráneas está asociado a zona de fracturas en lavas complejo de Nicoya (2 a 20 m). Bajo potencial. El caudal encontrado deberá considerarse como el aforo inicial del pozo, en él no se consideran efectos por extracción continua, no hay variaciones estacionales del ciclo hidrológico de la zona.	15 a 35
CZ-73	340463,4982	1092751,245	376808	207242	Estrada, Hojancha	25	NE=5	0-7 m Materiales sueltos, 7-14 m Basaltos Meteorizados, 14-30 Basaltos sanos	Q=1		Tipo:Percusión, Uso:Industrial	
CZ-75	345754,1945	1089929,533	382100	204425	Islita, Bejuco Nandayure	25	NE=4, ND=18	0-13 m materiales arcillosos - arenosos, 13-18 m Basaltos meteorizados, fracturados, 18-25 m Basaltos sanos, color gris.	Q=2,6, Qrec=2,6	13 a 25	Tipo:Percusión, PB=Sí, 2,60 l/s, nivel de bombeo 18m, Uso:Turístico, Sello sanitario tipo concreto profundidad 1,10 m, Es un acuífero libre, desarrollados en materiales sueltos en la sección superior y fracturados en la sección inferior. El armado del pozo quedó así: de los 0 a los 13 m se colocó pvc ciego de 203 mm de diámetro, de los 13 a los 25 m se colocó pvc ranurado de igual diámetro.	13 a 25
CZ-76	346154,3397	1090029,231	382500	204525	Islita, Bejuco Nandayure	25	NE=4, ND=18	0-12 m Materiales arcilloso - arenosos, 12 -18 m Basaltos Meteorizados, fracturados, 18-25 m Basaltos sanos, color gris.	Q=2,5, Qrec=2,5	13 a 25	Tipo:Percusión, PB=Sí, 2 l/s, nivel de bombeo 16, Uso:Turístico, Sellos sanitario tipo concreto, profundidad 1,30 m, Es un acuífero libre, desarrollado en materiales sueltos y la sección fracturada y meteorizada de los basaltos el pozo fue entubado con pvc de 203 mm, de los 0 a los 13 m se colocó pvc ciego, de los 13 a los 25 m se colocó pvc ranurado.	13 a 25
CZ-77	347555,4651	1091153,294	383900	205650	Pta Islita, Nandayure	64	NE=1, ND=35, Profundidad 32 nivel 30; profundidad 52 nivel 01; profundidad 64 nivel 01	0-5 m Suelo arcilloso depósitos coluvio aluvial regolitas del complejo de Nicoya, 20-64 m Basaltos oceánicos complejo de Nicoya	Q=4	52 a 64	Tipo:Percusión, PB=Sí, 4 l/s, nivel de bombeo 60m, Uso:Doméstico-Riego, Sello de concreto, profundidad 3 m, sinifiltro de grava, La geología existente de la zona ha permitido el desarrollo de un buen acuífero, el agua subterránea está asociado a zona de fracturas en lavas complejo de nicoya (30 a 64 m). El caudal encontrado deberá considerarse como el aforo inicial del pozo, en él no se consideran efectos por extracción continua, ni variaciones estacionales del ciclo hidrológico de la zona.	52 a 64
CZ-78	349030,4155	1090802,055	385375	205300	Corozalito, Bejuco Nandayure	30	NE=2, ND=2, Profundidad 5 nivel 5, profundidad nivel 2	0-5 m suelo arcilloso depósito coluvio aluvial regolitas del complejo de nicoya, 5 a 30 m Basaltos oceánicos complejo de nicoya fracturado, permeabilidad alta.	Q=2		Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, La geología existente en la zona ha permitido el desarrollo de un buen acuífero, el agua subterránea está asociado a zona de fracturas en lavas complejo de nicoya (5 a 30m). El caudal encontrado deberá considerarse como el aforo inicial del pozo, en él nos consideran efectos por extracción continua, ni variaciones estacionales del ciclo hidrológico de la zona	
CZ-79	347445,4555	1091163,384	383790	205660	Bejuco	70	NE=7, ND=27, Prof 48: Nivel 7, prof 70: Nivel 7	0-12: Suelos arcilloso depósitos coluvio aluvial regolitas del complejo de nicoya, 12-70: Basaltos Oceánicos complejo de Nicoya, fracturado permeabilidad alta	Q=4	28-40	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, La geología existente en la zona no evidencia el desarrollo de un buen acuífero, el aguas subterráneas está asociado a zona de fracturas en lavas del complejo de Nicoya (48 a 70 m).	28-40
CZ-81	341164,8168	1091728,494	377510	206220	Playa Camaronal	60	NE=15, ND=45, Prof 60: Nivel 15	0-3: Arcillas, suelos alterados, intercalado con arenas y un cascajo amarillo, 3-12: Roca alterada y meteorizada del complejo de Nicoya, 12-60: Roca masiva con pátinas y fracturas complejo de Nicoya	Q=3,5	-	Tipo:Percusión, T(m2/día)=744,99, Uso:Turístico, La geología existente en la zona no evidencia el desarrollo de buenos acuíferos, hasta los 60 m de profundidad. El acuífero intervenido es confinado surgente, con aguas de buena calidad y alto potencial.	-

CZ-83	343208,7175	1096107,663	379550	210600	Santa Marta	120	NE=16, ND=37	0-7: Arcilla color rojo, asociada meteorización complejo de Nicoya, 7-10: Bloques y clastos en matriz limosa color amarillo-naranja, asociados a meteorización complejo de Nicoya, 10-45: Basaltos grises, consolidados, sin fracturas, complejo de Nicoya, 45-120: idem anterior con presencia de fracturas	Q=0,5	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario del Complejo de Nicoya está aportando el agua en dicho pozo. La recuperación hídrica del pozo es bastante buena.	-
CZ-84	341244,7443	1091618,411	377590	206110	Camaronal, Zapote	102	NE=7, Prof 60: Nivel 15, prof 102: Nivel 7	0-3: Arcillas suelos alterados, intercalado con arenas y un cascajo amarillo, 3-12: Roca alterada y meteorizada del complejo de Nicoya, 12-102: Roca masiva con patinas y fracturas complejo de Nicoya	Q=2	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, La geología existente en la zona no evidencia el desarrollo de buenos acuíferos, hasta los 102 m de profundidad. El acuífero intervenido es confinado surgente, con aguas de buena calidad y alto potencial.	-
CZ-86	341865,2084	1092057,998	378210	206550	Camaronal, Zapote	124	NE=62	0-2: Suelo arcilloso, color rojo, 2-9: Limos arcillas y bloques, 9-40: Basaltos de gris a negros, densos con fracturas, 40-72: Basaltos negros densos, sin fracturas, 72-78: idem anterior, 78-124: Basaltos gris a negro densos sin presencia de fracturas	Q=1,5	-	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario del Complejo de Nicoya está aportando el agua en dicho pozo.	-
CZ-90	345555,3375	1091404,938	381900	205900	Camaronal, Zapote	82	NE=10, ND=52	0-2: Suelo arcilloso color rojizo, 2-10: Limos, arcillas y bloques, asociados a meteorización del Complejo de Nicoya, 10-30: Basaltos gris a negro, sin fracturas del complejo de Nicoya, 30-38: Basaltos negros, densos, con fracturas secundarias, complejo de Nicoya, 38-50: Idem anterior, sin fracturas, 50-78: Basaltos gris a negros, densos con presencia de fracturas, complejo de Nicoya, 78-82: Idem anterior, sin presencia de fracturas.	Q=1	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario del Complejo de Nicoya está aportando el agua en dicho pozo.	-
CZ-92	340935,7091	1091646,661	377281	206138	Camaronal, Zapote	125	NE=37, ND=62	0-19: Limos y arcillas color rojo, asociados a la meteorización del Complejo de Nicoya, 29-125: Basaltos gris claro a negro con secciones fracturadas y sin fracturas, Complejo de Nicoya	Q=2	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, La presencia de un fracturamiento secundario en los basaltos aportan agua a dicho pozo	-
CZ-93	349465,8847	1091301,781	385810	205800	Corozalito, Bejuco	92	NE=84, ND=84, Prof 84, nivel 94; prof 92, nivel 84	0-5: Suelos arcilloso depósitos coluvial aluvial regolitas del complejo de nicoya, 5-92: Basaltos Océánicos complejo de Nicoya, fracturado permeabilidad alta	Q=2	-	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, La geología existente en la zona no ha permitido desarrollar de un buen acuífero, el aguas subterráneas está asociado a zona de fracturas en lavas del complejo de Nicoya (84 a 92 m).	-
CZ-97	346035,5519	1090320,374	382381	204816	Punta Islita	50	NE=8	0-1: Arcilla con arena color café, 1-15: Arena y grava poca arcilla, 15-19: Basaltos meteorizados, 19-25: Basaltos	Q=2, Qrec=0,6	-	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, Es un acuífero libre desarrollado en materiales sueltos.	-

CZ-98	346054,3711	1090089,321	382400	204585	Punta Islita	19	NE=9	0-1: Arcilla con arena color café, 1-16: Arena y grava poca arcilla, 16-19: Basaltos meteorizados	Q=0,6, Qrec=0,6	-	Tipo:Percusión, Uso:Riego Turismo, Es un acuífero libre desarrollado en materiales sueltos como arenas y gravas	-
CZ-99	340874,7866	1091758,73	377220	206250	Camaronal, Zapote	85	NE=25, Prof 60, nivel 60; prof 85, nivel 25	0-3: Arcillas suelos alterados, intercalado con arenas y un cascajo amarillo, 3-60: Roca alterada y meteorizada del complejo de Nicoya, 60-65: Zona de mineralización nódulos de manganeso en matriz arenosa, 65-85: Roca masiva con patinas y fracturas complejo de Nicoya	Q=2, Qrec=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico-Riego, La geología existente en la zona no evidencia el desarrollo de buenos acuíferos, hasta los 85 m de profundidad. El acuífero intervenido es confinado surgente, con aguas de buena calidad y alto potencial.	-
CZ-101	345151,8724	1092158,389	381496	206653	Altos de Mora, Bejuco	170	NE=48, ND=130,14	0-5: Suelo arcilloso naranja amarillento, alta plasticidad, 5-10: Material café claro a amarillento con bloques, asociado a meteorización de basaltos del Complejo de Nicoya, 10-170: Basaltos grises a negros, sanos, con y sin fracturas, Complejo de Nicoya	Q=0,3, Qrec=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=5, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-102	346221,3625	1092542,594	382565	207038	Zapotal	90	NE=13, ND=91,7, Prof 12, nivel 60; prof 130, nivel 13	0-12: Suelo arcilloso naranja amarillento, alta plasticidad, presencia de bloques decimétricos, 12-16: Material café claro a amarillento con bloques, asociado a meteorización de basaltos del Complejo de Nicoya, 10-170: Basaltos grises a negros, sanos, con y sin fracturas, Complejo de Nicoya	Q=0,2, Qrec=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=5, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-103	346230,5349	1092754,623	382574	207250	Zapotal	150	Seco	0 - 10: Suelo arcilloso naranja, alta plasticidad. Presencia de bloques decimétricos; 10-17: Material café claro a amarillento con bloques, asociado a meteorización de basaltos del Complejo de Nicoya; 17-150: Basaltos grises a negros, sanos, sin fracturas, complejo de Nicoya			Tipo:Rotación, Uso:Doméstico	
CZ-104	343842,9749	1091319,29	380188	205813	Camaronal, Zapote	150	NE=11,84, ND=86,25	0-11: Suelo arcilloso naranja a amarillo, asociado meteorización del Complejo de Nicoya, 11- 150: Basaltos con y sin fracturas secundarias, consolidados del Complejo de Nicoya	Q=2,3	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-105	346271,2276	1092364,525	382615	206860	Altos de Mora, Bejuco	170	NE=61,8, ND=84,81, Variación a los 54 m y a los 120 m	0-12: Suelo arcilloso naranja, alta plasticidad, 12-15: Material café claro a amarillento con bloques, asociado a meteorización de basaltos del Complejo de Nicoya, 15-170: Basaltos grises a negros, sanos, con y sin fracturas, Complejo de Nicoya	Q=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=10, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-106	349066,0213	1090303,95	385411	204802	Corozal, Bejuco	50	NE=8	0-8: Material aluvial suelto con arenas y gravas, 8-50: Basaltos grises a negros, con y sin fracturas secundarias, complejo de Nicoya	-	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y aluviones aportan agua al pozo.	-

CZ-109	342038,9798	1091730,8	378384	206223	Camaronal, Zapote	150	NE=41	0-6: Suelo limo arcilloso color naranja amarillento, con presencia de bloques de basaltos, asociado a meteorización del Complejo de Nicoya, 6-150: Basaltos gris a negros, con y sin presencia de fracturas, Complejo de Nicoya	Q=1,2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario de los basaltos le aportan agua al pozo.	-
CZ-112	341454,9873	1091875,291	377800	206367	Camaronal, Zapote	121	NE=30, ND=90, El nivel se mantienen a 30 m durante la perforación	0-30: Rocas fracturadas y meteorizadas de oclor café, suaves con tiempos de perforación relativamente rápidos, se asocia a basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya, permeabilidad aparente buena, 30-121: Rocas densas, sanas y poco fracturadas que se asocian a basaltos del Complejo de Nicoya, la permeabilidad aparente es baja. las condiciones de fracturación varían en tramos y se asocian a tiempos de perforación relativamente más cortos.	Q=0,63	De 50 a 70, 100 a 120	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=1,05, Uso:Doméstico, l pozo se ubica dentro de materiales volcánicos asociados a basaltos del Complejo de Nicoya, son rocas de una baja permeabilidad aparente donde se forman acuíferos fisurados de muy bajo potencial, los pozos llegan a rendir caudales de poco menos de 1 l/s en época seca y hasta 2 l/s en época lluviosa. El acuífero se cataloga como libre y colgado ya que se desarrolla en los horizontes meteorizados y fracturados de los primeros 30 m de profundidad donde al final aparece el nivel freático que se mantuvo durante el resto de la perforación.	De 50 a 70, 100 a 120
CZ-114	349468,4784	1093270,084	385811	207768	Corozalito, Bejuco	185	NE=40, ND=68,27, Prof: 6 m, nivel: 70 m; prof:185,9, nivel: 130	0-6: Limos, arcillas y bloques de basaltos producto de meteorización del Complejo de Nicoya; 6-185: Basaltos grises o negros, con y sin presencia de fracturas secundarias, Complejo de Nicoya	Q=2,5, Qrec=0,5	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, A.Q=Si, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-115	350467,6033	1093233,265	386810	207732	Corozalito, Bejuco	150	NE=11, ND=45,8, Prof: 4 m, nivel: 60; prof: 150 m, nivel: 120 m	0-4: Arcilla color naranja, plasticidad media; 4-6: Material café limoso, asociado a meteorización del Complejo de Nicoya; 6-150: Basaltos gris a negro, con presencia fracturas secundarias, complejo de Nicoya	Q=2, Qrec=0,6	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, A.Q=Si, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-116	350887,7967	1093391,947	387230	207891	Corozalito, Bejuco	170	NE=43, ND=67,42	0-10: Arcilla color naranja, plasticidad media; 10-13: Material amarillento, limoso, asociado a meteorización del Complejo de Nicoya; 13-170: Basaltos gris a negro, con presencia fracturas secundarias, Complejo de Nicoya	Q=2, Qrec=0,5	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico	-
CZ-118	350104,0205	1093813,651	386446	208312	Corozalito	150	NE=18,08, ND=91,02	0-6: Suelo arcilloso color rojo; 6-18: Limos, arcillas y bloques de basaltos, producto de meteorización del Complejo de Nicoya, color café; 18-200: Basaltos grises a negros, con y sin presencia de fracturas secundarias, Complejo de Nicoya	Q=2,5, Qrec=0,5	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, A.Q=Si, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo.	-
CZ-120	348656,7279	1092502,622	385000	207000	Bejuco	100	NE=18, ND=27	0-5: Suelo arcilloso depósitos coluvio - aluvial; 5-18: Regolitas y rocas alteradas del complejo de Nicoya; 18-100: Basaltos oceánicos complejo de Nicoya fracturado, permeabilidad baja.	Q=0,1, Qrec=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico-Riego	-

CZ-126	340905,648	1091576,672	377251	206068	Zapotal	104	NE=39, ND=63,2	0-14: suelo y rocas meteorizadas del complejo de Nicoya, muy suaves P:A. buena; 14-104: Rocas basálticas duras y con fracturas, pátinas de oxidación por presencia de agua, los tiempos de perforación son variables lo que implica diferencias en las condiciones de dureza de las rocas, en general se catalogan como de baja permeabilidad.	Q=0,4, Qrec=0,5	-	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=0,41, Uso:Doméstico-Riego	-
CZ-128	341243,918	1091837,452	377589	206329	Zapotal	60	NE=12, ND=28	0-45: Rocas fracturadas y meteorizadas de color café, suaves con tiempos de perforación relativamente rápidos, se asocia a basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya, permeabilidad aparente buena; 45-60: Capa de arena color negro poco consolidada de unos 2 m de espesor, luego aparecen rocas densas, sanas y poco fracturadas que se asocian a basaltos del Complejo de Nicoya, la permeabilidad aparente es baja. Las condiciones de fracturación varían en tramos y se asocian a tiempos de perforación relativamente más cortos.	Q=2, Qrec=1,5	-	Tipo:Rotación con nodos, PB=Si, T(m2/día)=12,5, Uso:Doméstico, A.Q=Si, El pozo capta materiales volcánicos asociados a basaltos del Complejo de Nicoya, son de una baja permeabilidad aparente donde se forman acuíferos fisurados de muy bajo potencial, los pozos llegan a rendir caudales por lo general de 1,0 l/s en época seca y hasta 2,0 l/s en época lluviosa. El acuífero se cataloga como libre y colgado ya que se desarrolla en los horizontes meteorizados y fracturados de los primeros 45m de profundidad, aparentemente presenta un ligero confinamiento que hizo que el nivel subiera de 16 a 12 m donde se mantuvo durante el resto de la perforación.	-
CZ-131	347405,5534	1091293,437	383750	205790	Bejuco	80	NE=3,5, ND=61,93	0-5: Suelo arcilloso depósitos coluvio aluvial; 5-15: Regolitas y rocas alteradas del complejo de Nicoya; 15-80: Basaltos oceánicos complejo de Nicoya fracturado, permeabilidad media	Q=1,5, Qrec=2	De 41 a 48, de 56 a 61, de 67 a 73, de 79 a 87 y de 92 a 98	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico-Turístico y Riego, La geología existente en la zona ha permitido el desarrollar de un buen acuífero, El agua subterránea está asociado a zona de fracturas en la vas del Complejo de Nicoya (62 a 100 m)	De 41 a 48, de 56 a 61, de 67 a 73, de 79 a 87 y de 92 a 98
CZ-133	341683,6996	1091460,033	378029	205952	Camaronal	30	NE=7, ND=21,6	0-5: suelo arenoso y arcilloso; 5-8: Gravas coluviales con alto contenido de arcillas y arenas, baja permeabilidad, nivel de agua aparece a 7 m de profundidad dentro de esta capa; 8-11: Basaltos meteorizados y muy fracturados del complejo de Nicoya, horizonte de mayor permeabilidad y donde se aporta la mayor cantidad de agua al pozo; Rocas densas, sanas y fracturadas, corresponden con basaltos del Complejo de Nicoya de permeabilidad aparente muy baja. Las condiciones de fracturación varían en tramos y se asocian a perforación relativamente más cortos.	Q=1	-	Tipo: Rotación con lodos, PB=Si, T(m2/día)=2, Uso:Turístico residencial, El pozo se ubica en una zona de rellenos coluvio aluviales de la parte baja de camaronal, donde el espesor de estos rellenos es de apenas 8 m con 1 m saturado en el piso cerca del contacto con las rocas meteorizadas de buena permeabilidad del Complejo de Nicoya, donde se ubica el principal aporte de agua al pozo exploratorio. Las rocas de mayor dureza se asocian a los basaltos del Complejo de Nicoya, son de una baja permeabilidad aparente donde se forman acuíferos fisurados de muy bajo potencial.	-
CZ-134	340768,8105	1091813,825	377114	206305	Camaronal	46	NE=32	0-10: Suelo arcilloso con presencia de bloques de basaltos meteorizados del complejo de Nicoya; 10-46: Basaltos grises a negros con presencia de fracturas, complejo de Nicoya	Q=46	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, El fracturamiento secundario y la meteorización aportan agua al pozo	-

CZ-138	342110,8847	1091594,718	378456	206087	Camaronal	50	NE=10,94, ND=44,1, Prof: 0, nivel 0; prof: 10, nivel 5 m; porf: 25 m, nivel: 7.50 m	0-3: Materiales arcillosos, rojizos; 3-11: Basaltos meteorizados; 11-50: Basaltos sanos, color gris azulado	Q=4,25, Qrec=1	-	Tipo:Percusión, PB=Si, Uso:Doméstico-Riego, Es un acuífero libre, desarrollado en materiales del Complejo de Nicoya con un nivel estático a los 10,94 m de profundidad, su amado es el sgte: de los 0 a 14 m se colocó PVC ciego, de los 14 a los 50 m se colocó PVC ranurado.	-
CZ-139	341012,9021	1091871,642	377358	206363	Camaronal	104	NE=21, ND=35	0-10: Suelos arcilloso y rocas meteorizadas, color rojizo; 10-70: Rocas fracturadas y meteorizadas de color café a negro, suaves, con tiempos de perforación relativamente rápidos, se asocia a basaltos meteorizados del Complejo de Nicoya, permeabilidad moderada; 70-85: Rocas fracturadas del complejo de Nicoya, posible contacto litológico o falla, material color amarillento, muy fracturado, suave durante la perforación; 85-104: Rocas densas, sanas y poco fracturadas que se asocian a basaltos del Complejo de Nicoya, la permeabilidad aparente es baja. las condiciones de fracturación varían en tramos y se asocian a tiempos de perforación relativamente más cortos.	Q=2,5	De 38 a 44, de 50 a 56, de 62 a 68, de 74 a 80, de 86 a 92	Tipo: Rotación con lodos, PB=Si, Abatimiento=25 m, T(m2/día)=46, Uso:Doméstico, A,Q=Si, El pozo se ubica dentro de materiales volcánicos asociados a basaltos del Complejo de Nicoya, son rocas de una baja permeabilidad aparente donde se forman acuíferos fisurados de muy bajo potencial, los pozos llegan a rendir caudales de hasta 2 l/s en época lluviosa. El acuífero se cataloga como libre y colgado, ya que se desarrolla en los horizontes meteorizados y fracturados de los primeros 80m de profundidad, con un claro aporte en una tramo entre los 10 y 85 m asociado a una posible zona de falla o contacto.	De 38 a 44, de 50 a 56, de 62 a 68, de 74 a 80, de 86 a 92
CZ-140	358421,6516	1088280,139	394767	202786	Javilla	140	NE=26, Prof: 100 aumento de caudal; prof:120, nivel:26m	0-15: Brecha basáltica del Complejo de Nicoya; 15-120: basaltos fracturados del Complejo de Nicoya	Qrec=0,4		Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, El pozo fue perforado en rocas basálticas del Complejo de Nicoya. Fueros captados al menos dos niveles de agua, uno a los 26 m de profundidad y el otro a 100m , estos fluyen por las facturas de la roca. El nivel acuífero inferior presenta un grado leve de confinamiento y el pozo es capaz de rendir caudales aproximados a 4 l/s. El nivel estático se ubica a 26 m de profundidad	
CZ-141	340592,8291	1093135,215	376937	207626	Estancia, Puerto Carrillo	60	NE=18, ND=9,63, Prof 10 m, nivel: Nivel piezométrico; Prof:18m: Nivel de agua	0-2: Suelo limo arcilloso color café claro, 2-18: materiales aluvionales heterogeneos granulometria fina p.a. media clastos milimetricos de lava en matriz limos, 18-60: Basaltos del complejo de nicoya, meteorizados se encuentran bloques inmensos en una matriz areno arcillosa	Q=2,66, Qrec=0,5		Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, El pozo fue perforado en los basaltos del Complejo de Nicoya. El nivel principal de agua se encuentra a 18 m, corresponde con un acuífero libre, el cual fluye entre el contacto de los materiales aluviales finos y los basaltos poco meteorizados del Complejo de Nicoya. El nivel piezométrico se encuentra a 10 mbns. El pozo puede rendir un caudal aproximado de 2 l/s.	
CZ-143	353951,4735	1088749,805	390297	203252	Pueblo Nuevo de Bejuco	90	NE=3,99, ND=7,19, Prof 3m, Nivel piezométrico; prof 13 m aporte de agua; prof 42 m aporte de agua y prof 70 m aporte de agua.	0-8: Arcilla color café; 8-15: Bloques de basalto meteorizado en una matriz areno-arcillosa; 15-90: Basaltos del Complejo de Nicoya, con 4 nieles de fracturamiento principales. En los primeros metros presenta arcillitización y luego observan vetillas de calcita	Q=1,75, Qrec=0,6	de 12 a 20, de 24 a 30	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=43, Uso:Doméstico, Coeficiente de almacenamiento: 0,0412, Se han captado al menos cuatro niveles de agua dentro de las rocas basálticas del Complejo de Nicoya. Estos niveles fluyen por las zonas de fracturamiento y presentan una capa arcillosa en la superficie que funciona como capa protectora en este sector. El acuífero presenta semiconfinamiento por esta capa de arcillas.	de 12 a 20, de 24 a 30



CZ-148	357560,1097	1087734,771	393906	202240	Javilla	120	NE=16,69, ND=49,75, Prof: 16,69 nivel estático; prof:105m aporte de agua	0-8: Arcilla plástica de color café-rojiza con pocos bloques meteorizados, permeabilidad aparente baja; 8-12: Bloques de basaltos de Complejo de Nicoya inmersos en una matriz arcillosa, permeabilidad aparente baja; 12-120: Basaltos del Complejo de Nicoya fracturados, fracturamiento local a los 105 m, con vetas rellenas de calcita, permeabilidad secundaria aparente media.	Q=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=33,06m, T(m2/día)=14, Uso:Residencial - Turístico, A.Q=Si, El pozo perforado se encuentra en el Complejo de Nicoya. Presenta condiciones de confinamiento, manteniéndose el nivel estático en 16,69 m, principal aporte de agua a 105 m. Es un acuífero donde el agua fluye por las fracturas aumentando su producción según aumenta el fracturamiento. Se dan pequeños aportes de agua antes de los 105m de profundidad que sumados generan un aporte considerable de agua al pozo.	-
CZ-150	358045,5868	1088254,44	394391	202760	Jabilla	150	NE=3,68, ND=31,34, Prof: 3,6 nivel estático; prof:130 aporte de agua	0-8: Arcilla plástica, permeabilidad aparente baja; 8-10: Bloques de basaltos del Complejo de Nicoya inmersos en una matriz arcillo-limoso. Permeabilidad aparente baja; 10-150: Basaltos del complejo de Nicoya con fracturamientos parciales a los 130 m, vetas rellenas de calcita y silice, permeabilidad secundaria aparente media.	Q=2,2, Qrec=2	-	Tipo:Rotación, PB=Si, T(m2/día)=19, Uso:Residencial - Turístico, El pozo perforado se encuentra en el Complejo de Nicoya. Presenta condiciones de confinamiento, manteniéndose el nivel estático en 3,6 m. El acuífero es fracturado, aumentando su productividad en las zonas de mayor fracturación. Se presentan varios aportes pequeños de agua antes de los 130 m de profundidad que sumados generan un caudal importante.	-
CZ-153	349163,0153	1090277,868	385508	204776	Bejuco	30	NE=6, ND=7,1	0-6: Arcillas color café; 6-15: Gravas redondeadas de tamaño medio, con matriz arcillosa, permeabilidad aparente alta; 15-30: Roca masiva del complejo de Nicoya con fracturamiento, permeabilidad aparente baja	Q=5, Qrec=2	10 a 30	Tipo:Percusión, PB=Si, Uso:Doméstico, A.Q=Si, Se presenta un acuífero libre ubicada entre los 6 a los 30 m dividido entre dos, una parte aluvional, que va de 6 a 15 m con un espesor saturado de 9m, con una permeabilidad alta y otra parte, que esta en la roca del complejo a través de fracturamiento de la misma, de menor permeabilidad aparente. Del análisis y los resultados obtenidos de la prueba de bombeo se determino que el acuífero en este sector es de alta capacidad, generando un excelente pozo.	10 a 30
CZ-154	349314,8701	1090067,714	385660	204566	Corozales	30	NE=3,8, ND=6,5	0a 4: arcillas color café; 4-8: Gravas redondeadas de tamaño medio con matriz arcillosa, permeabilidad aparente alta; 8-16: gravas redondeadas de tamaño medio, muy limpias, sin arcilla; 16-30: Roca masiva del complejo de Nicoya con fracturamiento, permeabilidad aparente baja.	Q=5, Qrec=2	5 a 30	Tipo:Percusión, PB=Si, Uso:Doméstico, A.Q=Si, Se presenta un acuífero libre ubicada entre los 4 a los 30 m dividido entre dos, una parte aluvional, que va de 4 a 16 m con un espesor saturado de 12m, con una permeabilidad alta y otra parte, que esta en la roca del complejo a través de fracturamiento de la misma, de menor permeabilidad aparente.	5 a 30
CZ-166	350688,0582	1092521,978	387031	207021	Bejuco	40	NE=10,67, 18,6	0-6:Arcilla roja, con fragmentos esporádicos de arenisca; 6-30: areniscas finas de color gris oscuro azulado, con cuarzo y con pátinas de óxido de hierro, magnetita y pirita. No reacciona al HCl, roca sana fracturada; 30-40: Misma litología, solo que se vuelve más masiva y compacta (menor porosidad secundaria) conforme aumenta la profundidad	Q=1,57, Qrec=1	-	Tipo:Percusión, PB=Si, T(m2/día)=5,15, Uso:Doméstico, abrevadero y riego, A.Q=Si, El acuífero captado se trata de un acuífero libre en areniscas muy finas silíceas, macizas y compactas, asociadas al Complejo de Nicoya. Se encuentra sobreyacido por materiales arcillosos poco permeables. El acuífero como tal, es de media a alta capacidad productora dominado por la porosidad secundaria (fracturación).	-

CZ-167	353327,3035	1088642,292	389673	203144	Bejuco	30	Seco	0-3: Arcillas color café y gravas de hasta 5 cm de diámetro; 3-6: Gravas y cantod de composición areniscas finas silicificadas; 6-9: Areniscas finas silicificadas color gris con patinas de sílice fracturadas con meteorización leve; 9-12: Idem anterior; 12 - 30: Areniscas finas sanas			Tipo:Percusión, PB=Si	
CZ-168	356453,9194	1091363,117	392797	205867	Bejuco	30	NE=3,65, ND=4,84	0-3: Arcillas arenas y limos, color café; 3-9: arenas y gravas de composición polimictica principalmente areniscas finas y medias silíceas con tamaño de 1mm-20 mm de diámetro redondeados a subredondeados, en una matriz arcillosa; 9-12: Idem anterior, en mayor %, fracción media gravas, matriz arenosa y permeabilidad aparente buena; 12-30: Idem anterior, en fracción gruesa (cantos y bloques fracturados)	Q=2,1, Qrec=1	6 a 12, 18 a 30	Tipo:Percusión, PB=Si, T(m2/día)=389, Uso:Doméstico-Riego, A.Q=Si, Se trata de un acuífero libre en los depósitos aluviales antiguos del Río Maicillal y posiblemente de la Quebrada Gonzalez	6 a 12, 18 a 30
CZ-169	355401,8414	1090206,825	391746	204710	Bejuco	30	NE=6,2, ND=18,07	0-3: Material coluvio-aluvial, se trata de arenas y gravas de composición polimictica, principalmente areniscas finas y medias silicificadas color gris con tamaño de 1 mm hasta 5 mmm, de diámetro redondeados a subredondeados, en una matriz arcillosa color marrón; 3-6: Idem anterior n mayor porcentaje fracción media (gravas), matriz arenosa y permeabilidad aparente buena; 6-9: idem anterior, en mayor % fracción media (gravas); 9-12: Misma litología en mayor % las gravas clastos son dm; 12-15: idem anterior, aumento en el tamaño de los clastos; 15-30: Idem anterior, en fracción gruesa (cantos)	Q=0,9, Qrec=1	8 a 14, 18 a 30	Tipo:Percusión, PB=Si, T(m2/día)=3,09, Uso:Doméstico-Riego, Se trata de un acuífero libre en los depósitos aluviales antiguos del Río Maicillal	8 a 14, 18 a 30
PC-1	360750,7364	1083091,711	397100	197600	La Javilla, bejuco	8,8	NE=2,88				Tipo: Excavado	
PC-2	360650,4084	1082691,751	397000	197200	La Javilla, bejuco	3,79	NE=1,89				Tipo: Excavado	
PC-3	361150,7755	1083091,392	397500	197600	La Javilla, bejuco	4,81	NE=1,22				Tipo: Excavado	
PC-4	362951,8268	1084190,055	399300	198700	San Fco de Coyote	8,12	NE=4,98				Tipo: Excavado	
PC-5	361699,2392	1081090,767	398050	195600	Puerto Coyote	15,24	NE=9,43				Tipo: Excavado	

PC-9	356852.5336	1085875.12	393200	200380	Playa San Miguel	40	NE=5,09	0-2: Suelo arcilloso, con algunos fragmentos de arena y grava, color marrón; 2-8: Arcilla, plástica, de coloración rojiza y de baja permeabilidad; 8-15: Arenisca, ligeramente meteorizada, de color marrón a gris, grano medio a fino, presenta pátinas de oxidación, con permeabilidad aparente media; 15-40: arenisca, sana y densa, de coloración muy oscura, parece tratarse de la misma FM que se describió anteriormente pero sin meteorización, no presenta pátinas de oxidación, la permeabilidad aparente es baja, se nota más sana entre 18 y 40 m y mas dura entre 25y28 m	Q=5, Qrec=5	de 14 a 34	Tipo:Percusión, PB=Si, T(m2/día)=24, Uso:Riego	de 14 a 34
PC-10	362299,9681	1081940,369	398650	196450	Puerto Coyote	35	NE=14	0-8: Suelos.; 8-27:Roca sedimentaria, fracturada, zona acuífera; 27-25: Roca sedimentaria o lava sana, dentro del tramo de 34 a 35m, presenta características de alta dureza.	-	17 a 35	Tipo: Perforado, Uso:Doméstico, La zona productora local forma parte del acuífero costero, denominado Río Jabillo. De la descripción litológica, se concluye que se trata de un acuífero libre, desarrollado dentro de rocas sedimentarias fracturadas, con un espesor productor de 13 m.	17 a 35
PC-11	356852.4617	1085785.11	393200	200290	Jabilla	35	NE=5, ND=15	0-2: Suelo vegetal limo arcillos; 2-5: Fragmentos lávicos un pco alterados, aparentan ser basaltos, puede tratarse de una capa de origen coluvial o la parte superior de una formación lávica; 5-15: lava, muy poco alterada y con buena fracturación, la coloración es gris, características basálticas, probablemente pertenecientes al complejo de Nicoya; 15-35: Basalto sano, color gris oscuro, en general se nota como una roca masiva aunque alrededor de los 23 m se notó un horizonte más suave, posiblemente con un mayor grado de fracturación y permeabilidad, el nivel estático del agua experimentó un ascenso de 3 m al atravesar esta capa	Q=1,5, Qrec=1	10a35	Tipo: Perforado, Abatimiento=10, T(m2/día)=12,9, Uso:Doméstico	10a35
PC-14	356902.7153	1086095,106	393250	200600	Bejuco	35	NE=15, ND=32	0-2: Suelo arcilloso; 2-20: Material aluvial fino; 20-25: idem anterior pero grueso; 25-30: Basaltos meteorizados; 30-35: Basaltos sanos durezaalta	Q=1,66, Qrec=32		Tipo:Rotación, Uso:Doméstico	
PC-15	358052.3753	1085504,119	394400	200010	Puerto Coyote	9	NE=2,13, ND=6,12	0-1: Suelo arcilloso, 1-3: arenas, gravas en matriz arcillosa, 3-5: arenas con algo de arcilla, 5-7: aluvion (gravas y arenas limpias); 7-9: Suelo orgánico (conchas, manglar)	Q=4	4 a 7	Tipo:Percusión, Uso:Abastecimiento, El pozo se perforó hasta los 9 m para evitar intrusión salina. Apartir de los 9 m se presenta material orgánico.	4 a 7

PC-16	362300,2068	1082240,396	398650	196750	San Francisco de Coyote	70	NE=10, ND=40	0-8: Arcilla roja plástica; 8-70: Lava gris basáltica fracturada al fondo complejo de nicoya	Q=3, Qrec=1	de 40 a 70	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en lavas fracturadas del Complejo de Nicoya	de 40 a 70
PC-17	362590,5521	1082640,201	398940	197150	Coyote	30	NE=6, ND=21	0-3: Suelo rojo arcilloso; 3-30: Roca negra basáltica del complejo de Nicoya lavas con ceolitas	Q=1, Qrec=0,5		Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en rocas porosas del Complejo de Nicoya (lavas con ceolitas)	
PC-18	362580,1765	1082170,167	398930	196680	Puerto Coyote	35	NE=6	0-3: Suelo rojo arcilloso; 3-35: Basaltos negros del complejo de Nicoya con ceolitas blancas acuífero de bajo potencial en basaltos de nicoya	Q=0,6, Qrec=0,6	20 a 35	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero de bajo potencial en basaltos del Complejo de Nicoya	20 a 35
PC-19	362870,5456	1082599,974	399220	197110	Puerto Coyote	40	NE=8, ND=32	0-3: Arcilla roja plástica; 3-38: Rocas basálticas del complejo de Nicoya, 38-40: Arcilla Roja	Q=1, Qrec=0,5	de 25 a 40	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico, Acuífero en rocas basálticas del Complejo de Nicoya	de 25 a 40
PC-20	354962,308	1087132,785	391309	201636	Pueblo Nuevo de Bejuco	35	NE=8,2, ND=11,8	0-2: Materiales arcillosos; 2-5: Materiales gravosos; 5-12:Arcilla café; 12-24: Basaltos meteorizados; 24-35: Basaltos sanos	Q=1,9, Qrec=1		Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, Es un acuífero libre, desarrollado en materiales meteorizados, con un nivel estático a los 8,2 m. El armado del pozo fue el siguiente: de los 0 a los 11 m se colocó PVC ciego de 150mm de diámetro, de los 11 a los 35 m se colocó PVC ranurado de 150mm de diámetro	
PC-21	362224,2076	1080990,343	398575	195500	Bejuco	60	NE=6, ND=21	0-6: Arcilla roja; 6-25: Calcilitas cafés porosas de Formación Rivas	Q=1, Qrec=0,25	De 5 a 25	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en calcilitas fracturadas de la Fm Rivas.	De 5 a 25
PC-22	362550,4687	1082540,224	398900	197050	Bejuco	40	NE=6, ND=31	0-3: Arcilla roja plástica; 3-35: Calcilitas y areniscas color café fracturadas de FM Rivas	Q=1, Qrec=0,25	de 20 a 35	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en calcilitas fracturadas de la Fm Rivas.	de 20 a 35
PC-23	362499,708	1081590,178	398850	196100	Bejuco	40	NE=6, ND=30	0-3: Arcilla roja y plástica; 3-35: Calcilitas y areniscas en alternancias de color café fracturadas Formación Rivas	Q=1, Qrec=0,25	De 20 a 35	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en calcilitas fracturadas de la Fm Rivas.	De 20 a 35
PC-24	357574,774	1086070,565	393922	200576	Jabilla	15	NE=2,3, ND=6,45	0-1: sSuelo arcilloso, 1-15: Materiales arenosos	Q=0,45, Qrec=0,4	De 3 a 15	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Tenemos un acuífero en materiales sueltos y alterados, es un acuífero libre, con un nivel estático a los 3,30 m de profundidad	De 3 a 15
PC-25	359898,8527	1084599,544	396247	199107	Javilla	20	NE=4,3	0-1: Suelo arcilloso; 1-12: Materiales lávicos grises; 12-20: Materiales lávicos negros		De 8 a 20	Tipo:Percusión, Uso:Residencial, Tenemos un acuífero en materiales sueltos y alterados, es un acuífero libre, con un nivel estático a los 4,30 m de profundidad.	De 8 a 20
PC-26	362951,1847	1083389,982	399300	197900	Bejuco	20	NE=4, ND=4	0-4: Aluvión fino, predominan los limos y arcillas poca arena y grava fina; 4-9: Constituido por gravas gruesas con pocos finos, los cantos son de basaltos; 9-20: Dominan arenas y la grava fina toda la unidad presenta alta porosidad y eprm AP.	Q=3,5, Qrec=3	De 4 a 20	Tipo:Percusión, PB=Si, Uso:Doméstico, abrevadero y riego, A.Q=Si, La perforación cortó un depósito de aluvión fino, el cual presenta muy buenas condiciones hidrogeológicas, de ahí que la producción de agua sea alta.	De 4 a 20
PC-27	355847,0889	1086721,026	392194	201225	Pueblo Nuevo de Bejuco	180	NE=93	0-10: Limos, arcillas y bloques de basaltos, producto de meteorización del Complejo de Nicoya, color anaranjado a rojizo; 10-180: Basaltos grises a negros, con y sin presencia de fracturas secundarias, Complejo de Nicoya	Q=5, Qrec=0,4	-	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico	-

PC-28	355195,9064	1086593,531	391543	201097	Pueblo Nuevo de Bejuco	40	NE=8,2, ND=11,8	0-2: Materiales arcillosos; 2-5: Materiales gravosos; 5-12: Arcilla café; 12-24: Basaltos meteorizados; 24-40: Basaltos sanos.	Q=1,9, Qrec=0,5	De 11 a 40	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Es un acuífero libre, desarrollado en materiales meteorizados, con un nivel estático a los 8,20 m.	De 11 a 40
PC-29	360092,518	1085404,473	396440	199912	Bejuco	70	NE=17, ND=57	0-5: Capas de arcillas color ojizo; 5-12: Tobas color rojizo; 12-50: Rocas del Complejo de nicoya de color gris azulado; 50-70: Rocas calizas color blanco	Q=1,8	De 25 a 69	Tipo:Percusión, PB=Si, Uso:Doméstico, turístico, abrevadero y riego, Pobres condiciones hidrogeológicas	De 25 a 69
PC-30	360406,8499	1085776,259	396754	200284	Milagro de Bejuco	50	NE=4, ND=37,22	0-5: Capas de arcillas color rojizo amarillento; 5-9: Rocas tobáceas gris oscuro; 9-50: Rocas del complejo de Nicoya (basalto) fracturadas y alteradas con muchas vetillas de cuarzo.	Q=1,8, Qrec=4	De 8 a 47	Tipo:Rotación, PB=Si, Uso:Doméstico, riego, abrevadero y piscina, Regulares condiciones hidrogeológicas	De 8 a 47
PC-31	361465,2713	1083674,198	397814	198183	Playa Coyote	76	NE=7,2, ND=34,89	0-4: Suelos arcillosos; 4-9: Complejo de Nicoya meteorizado, bloques angulares inmersos en una matriz limo - arcillosa; 9,76: Basaltos del complejo deNicoya fracturados alta fracturación en el sector superior de la columna litológica (9-18 m), permeabilidad aparente media alta	Q=1,86, Qrec=0,1	De 8 a 12	Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=36m, T(m2/día)=20, Uso:Doméstico, El pozo perforo se encuentra en la parte superior meteorizada y fracturada del Complejo de Nicoya, tiene un nivel de aporte de agua a los 12 m, con cierto grado de confinamiento, el nivel piezométrico se encuentra a 7,20 mbns	De 8 a 12
PC-32	359643,4411	1084117,698	395992	198625	Playa Coyote	17	NE=3,2, ND=11,15	0-6: Materiales coluvio aluviales, muy heterogéneos con granulometrias arenosas y de PA alta; 6-10: Basaltos color café del Complejo de Nicoya alterados, se encuentran bloques de basalto inmersos en una matriz arenolimoso; 10-17: Basaltos del Complejo de Nicoya con fracturas rellenas de arcillas	Q=1,2, Qrec=0,4		Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=7,95m, T(m2/día)=18, Uso:Doméstico, El pozo perforado se encuentra captando el nivel de agua presente en el contacto entre los sedimentos coluvio-aluviales y los basaltos del Complejo de Nicoya, tiene un nivel libre de aporte de agua desde los 3,2 m de profundidad. Según observaciones de campo se puede obtener un caudal aproximado de 0,75 l/s	
PC-33	360153,1164	1083644,242	396502	198152	Playa Coyote	15	NE=2,2, ND=10,38	0-10: Materiales coluvio aluviales, y muy heterogeneos con granulometrias arenosas y de PA alta; 10-12 m basaltos color café del Complejo de Nicoya alterados, se encuentran bloques angulares inmersos en una matriz areno-limoso; 12-15: Basaltos del Complejo de Nicoya poco fracturados	Q=1,3		Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=8,18m, T(m2/día)=8, Uso:Doméstico, El pozo perforado se encuentra captando el nivel de agua presente entre los sedimentos coluvio-aluviales y los basaltos del Complejo de Nicoya, tiene un nivel libre de aporte de agua desde los 2,2 m de profundidad. Según observaciones de campo se puede obtener un caudal aproximado de 0,7 l/s	
PC-34	361071,0556	1083452,491	397420	197961	Playa Coyote	100	NE=9,71, ND=75,87	0-8: Suelos arcillosos color café oscuro; 8-14: Basaltos color café del complejo de Nicoya alterados, se encuentran bloques angulares inmersos en una matriz areno-limoso; 14-100: Basaltos del Complejo de Nicoya fracturados, con presencia de minerales secundarios calcita, alta fracturación en sectores (54-60 y 75-84) y permeabilidad aparenta media - alta	Q=1,04, Qrec=0,3		Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=55m, T(m2/día)=1, Uso:Doméstico, El pozo perforado se encuentra en los basaltos del Complejo de Nicoya, tiene dos niveles de aporte de agua, el primero se ubica a los 54 m y el segundo presenta condiciones de confinamiento a los 74 m. El nivel piezométrico está a 9,71m de profundidad.	

PC-35	361221,1373	1083536,379	397570	198045	Playa Coyote	81	NE=4,05, ND=71,46	0-8: Suelos arcillosos color café oscuro; 8-10: Basaltos color café del Complejo de Nicoya alterados, se encuentran bloques inmersos en una matriz arenosa limosa; 10-81: Basaltos del Complejo de Nicoya fracturados con presencia de minerales secundarios calcita, alta fracturación a los 44 m y permeabilidad aparenta media-alta	Q=0,49, Qrec=0,2		Tipo:Rotación, PB=Sí, Abatimiento=45m, T(m2/día)=1, Uso:Doméstico, El pozo perforado se encuentra en los basaltos del Complejo de Nicoya, tiene dos niveles de aporte de agua a los 44 m. El nivel piezométrico está a 1,05m de profundidad.	
PC-36	355304,8241	1086473,429	391652	200977	Pueblo Nuevo de Bejuco	40	NE=11,8	0-1: Materiales arcillosos; 1-4: Materiales gravosos; 4-22: Basaltos meteorizados; 22-40: Basaltos sanos	Q=1	De 12 a 40	Tipo:Percusión, Uso:Doméstico-Riego, Es un acuífero libre, desarrollado en materiales meteorizados, con un nivel estático a los 11,80 m.	De 12 a 40
PC-37	362256,8911	1081848,395	398607	196358	Puerto Coyote	33	NE=12,74, ND=19,87	0 a 5m arcilla plastica permeabilidad aparente baja, de 5 a 14m bloques de basalto del Complejo de Nicoya inmersos en una matriz arcillo limosa permeabilidad aparente baja, de 214 a 33 basaltos del Complejo de Nicoya con fracturamientos parciales vetas rellenas de calcita y sílice	Q=0,61	15 a 33	Roto-percusión, PB=Sí, 0,89 l/s, nivel de bombeo 30m, Abatimiento=12, T(m2/día)=273,2, Uso:Doméstico, Acuífero libre de baja producción cubierto por arcillas de permeabilidad aparente baja. Se desarrolla en las rocas meteorizadas y las del Complejo de Nicoya y las fracturas de los basaltos, el pozo es capaz de ceder hasta 0,89 l/s	15 a 33
PC-39	362189,2995	1081110,381	398540	195620	Puerto Coyote	46,5	NE=4,95, ND=37,5	0-2: Suelo limo arcilloso de color café oscuro; 2-11: Material lutítico meteorizado de color anaranjado; 11-46,50: Material del Complejo de Nicoya, meteorizada y fracturada de color café anaranjado	Q=1, Qrec=1	De 41,5 a 46,5	Tipo:Percusión, T(m2/día)=3,69, Uso:Doméstico	De 41,5 a 46,5
PC-40	358112,6089	1087033,244	394459	201539	Jabilla	120	NE=16,66, ND=98,95	0-10: Suelo arcilloso plastico de color café-rojizo con pocos bloques meteorizado, posible basaltos permeabilidas aparente baja; 10-15: Bloquea de basaltos del complejo de Nicoya inmersos en una matriz arcillosa, permeabilidad aparente baja; 15-120: Basaltos del complejo de Nicoya fracturados. fracturamiento local a los 96 m con vetas rellenas de calcita, permeabilidad secundaria aparente media.	Q=1, Qrec=0,5	-	Tipo: Roto percusión, PB=Sí, Abatimiento=85, T(m2/día)=2, Uso:Doméstico, llenado de piscina, El pozo perforado se encuentra en el Complejo de Nicoya. Presenta condiciones de confinamiento, amnteniendose el nivel piezométrico en 16,66m , principal aporte de agua a 96m. Es un acuífero donde el agua fluye por las frcturas aumentando su producción según aumenta el fracturamiento. Se dan pequeños aportes de agua antes de los 96m de profundidad que sumados generan un aporte considerable de agua al pozo apar un total de 1 l/s.	-
PC-41	362033,0425	1080803,477	398384	195313	Puerto Coyote	42,5	NE=10, ND=30	0-12: Suelo arcilloso de color café claro con algunos fragmentos de roca sedimentaria, principalmente arenisca; 12-20: Roca sedimentaria fracturada de color café claro principalmente arenisca de grano fino a medio permeabilidad ap moderada buena porosidad , no presenta ningun tipo de cemento; 20-42,50: Roca basáltica de color negro, asociada con KC en general se presneta muy sana y pero fracturada esta roca posee una buena permeabilidad secundaria aportada por las frcturas		de 30 a 36	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico	de 30 a 36

PC-43	362069,0236	1080775,446	398420	195285	Bejuco	74	NE=18,82, ND=51,46	0-8: Suelo residual arcilloso color café claro, alta plasticidad y baja permeabilidad; 8-12: Areniscas fracturadas de color café claro, permeabilidad aparente moderada buena porosidad; 12-74: basatos afaníticos fracturados, se asocian con el Complejo de Nicoya, la roca se encuentra muy sana pero altamente fracturada, lo que le otorga alta permeabilidad secundaria	Q=2, Qrec=0,05	-	Tipo:Rotación, PB=Si, Abatimiento=32,64, T(m2/día)=8,59, Uso:Doméstico y llenado de piscina	-
RA-2	363451,8728	1084189,653	399800	198700	Jabillo	14,28	NE=9,86				Tipo:Excavado	
RA-3	363501,7969	1084089,603	399850	198600	San Francisco de Coyote	18	NE=8,72				Tipo:Excavado	
RA-4	363501,9579	1084289,622	399850	198800	San Francisco de Coyote		NE=7,8				Tipo:Excavado	
RA-6	363752,2225	1084589,447	400100	199100	San Francisco de Coyote		NE=5,5				Tipo:Excavado	
RA-7	363852,7163	1085189,421	400200	199700	San Francisco de Coyote		NE=3,35				Tipo:Excavado	
RA-8	364253,4015	1085989,17	400600	200500	San Francisco de Coyote		NE=2,05				Tipo:Excavado	
RA-9	364283,876	1086569,199	400630	201080	San Jorge	8,82	NE=2,13				Tipo:Excavado	
RA-10	365454,5298	1087238,304	401800	201750	San Juan de Bejuco		NE=2,5				Tipo:Excavado	
RA-11	365453,4277	1085888,185	401800	200400	San Juan de Bejuco	8	NE=2,7				Tipo:Excavado	
RA-13	364952,1674	1084388,46	401300	198900	San Juan de Candellillo	10,78	NE=7,08				Tipo:Excavado	
RA-14	363202,0109	1084389,872	399550	198900	San Francisco de Coyote	4,33	NE=1,45				Tipo:Excavado	
RA-15	365052,5806	1084888,423	401400	199400	San Juan de Candellillo	5,3	NE=1,52				Tipo:Excavado	
RA-16	366653,9797	1086437,252	403000	200950	San Juan de Candellillo	5,85	NE=2,29				Tipo:Excavado	
RA-18	365753,7391	1086237,97	402100	200750	San Juan de Candellillo	36	NE=12, ND=15		Q=1,75	de 12 a 18	Tipo:Percusión	de 12 a 18
RA-69	367495,3511	1075585,781	403850	190100	Manzanillo Ario	15	NE=5				Tipo:Excavado	
RA-92	363873,894	1080413,986	400225	194925	Playa Caletas	71	NE=8, ND=45	0-1: Suelo rojizo limo-arenoso; 1-71: Roca arenisca grisacea compacta con alternancias de areniscas verdosas fina Montezuma	Q=1, Qrec=3	De 30 a 70	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Acuífero en areniscas fracturadas (permeabilidad secundaria) especialmente después de 45m	De 30 a 70
RA-133	367690,0135	1078941,844	404042	193456	El Bongo Ario	24	NE=2,1, ND=6 a 24	0-2: material arcilloso; 2-24: Materiales Suelos, arcillas y aluviones finos.	Qrec=1	De 6 a 24	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego, Es un acuífero libre, en materiales sueltos el nivel estático se ubicó a los 2,10 m	De 6 a 24
RA-134	367557,5449	1077098,828	403911	191613	Manzanillo de ario	14	NE=0,7	0-2: material arcilloso; 2-14: Materiales sueltos, arenas y aluviones	Q=1,1	De 2 a 14	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego	De 2 a 14
RA-135	367756,4297	1075665,581	404111	190180	Manzanillo de Cobano	14	NE=0,5	0-2: Material Arcilloso, 2-14: Materiales sueltos, arenas y aluviones	Q=1,1	De 2 a 14	Tipo:Rotación, Uso:Doméstico-Riego	De 2 a 14

VE-20	365557,7576	1091138,583	401900	205650	Jabillo	20,8	NE=4,6					Tipo:Excavado	
VE-21	365507,5865	1090938,606	401850	205450	Jabillo	10	NE=4,12					Tipo:Excavado	
VE-22	365757,361	1090638,369	402100	205150	Jabillo		NE=5,12					Tipo:Excavado	
VE-23	365846,7889	1089938,229	402190	204450	Jabillo		NE=7,21					Tipo:Excavado	
VE-25	365886,3789	1089438,15	402230	203950	Jabillo		NE=4,8					Tipo:Excavado	
VE-26	365605,6107	1088538,298	401950	203050	Jabillo		NE=4,3					Tipo:Excavado	
VE-28	365205,204	1088088,586	401550	202600	San Juan de Nandayure		NE=3,6					Tipo:Excavado	
VE-29	365357,9879	1091438,778	401700	205950	Jabillos	10,5	NE=5,74					Tipo:Excavado	
VE-30	365258,1863	1091688,886	401600	206200	Jabillo	8,1	NE=2,02					Tipo:Excavado	
VE-31	364558,0337	1091589,459	400900	206100	Jabillo	15,43	NE=7					Tipo:Excavado	
VE-32	364458,3566	1091989,583	400800	206500	Jabillo	13,67	NE=6,4					Tipo:Excavado	
VE-33	364509,3636	1093189,663	400850	207700	Jabillo	5	NE=2,12					Tipo:Excavado	
VE-34	363105,9043	1089190,417	399450	203700	Jabillo	10,74	NE=3,65					Tipo:Excavado	
VE-37	367709,4654	1092936,953	404050	207450	Las pampas	12,18	NE=11,15					Tipo:Excavado	
VE-38	367758,9658	1092336,856	404100	206850	Las pampas	9,95	NE=6,6					Tipo:Excavado	
VE-39	367758,9238	1092286,852	404100	206800	Las pampas	9,3	NE=7,73					Tipo:Excavado	
VE-40	370256,6252	1089284,508	406600	203800	Moravia, Nandayure	6,7	NE=5,5					Tipo:Excavado	
VE-41	370206,3714	1088984,527	406550	203500	Moravia, Nandayure	7,16	NE=2,4					Tipo:Excavado	
VE-42	369756,0869	1088684,878	406100	203200	Moravia, Nandayure	6,7	NE=4,7					Tipo:Excavado	
VE-43	369405,1894	1087635,087	405750	202150	Zapote, Nandayure	9,22	NE=8,01					Tipo:Excavado	
VE-44	367259,5498	1093087,345	403600	207600	Las pampas	11	NE=9,2					Tipo:Excavado	
VE-86	365281,7771	1089988,702	401625	204500	Javillo	23	NE=4, ND=12	0-4: Suelo vegetal, 4-20: arenas-gravas de permeabilidad aparente buena; 20-23: Lutitas de Formación Rivas	Q=3,78	De 6 a 23		Tipo:Percusión, PB=Sí	De 6 a 23
VE-117	364958,2401	1091789,146	401300	206300	Bejuco	25	NE=2,74, ND=14,9		Q=1,5	16-24		Tipo:Percusión, PB=Sí	16-24
VE-118	367058,4409	1091787,393	403400	206300	Bejuco	30	NE=5,16, ND=18,42	0-16: Arcillas plásticas color café; 16-23: Lutitas color café, meteorizada, a partir de 20 m, se encuentra más sana	Q=2	De 17 a 29		Tipo:Percusión, Uso:Abastecimiento público	De 17 a 29



VE-147	365144,2673	1088172,644	401489	202684	Candeillito	180	NE=42	0-5: Arcilla color rojiza P-A baja; 5-18: Basaltos meteorizados color café, Complejo de Nicoya, PA, media-baja; 18-180: Basaltos fracturados (complejo de Nicoya) PA. Altja	-	Tipo: Rotopercusión, Uso:Consumo humano, y llenado de piscina, El pozo perforado se encuentra en basaltos del Complejo de Nicoya. El acuífero presenta confinamiento , el principal aporte se da en 117 m y el nivel sube hasta los 42 m producto del confinamiento.	-
--------	-------------	-------------	--------	--------	-------------	-----	-------	---	---	--	---

NE: Nivel Estático

ND: Nivel Dinámico

Prof.: Profundidad

Q: Caudal

PB: Prueba de Bombeo

AQ: Análisis Químico

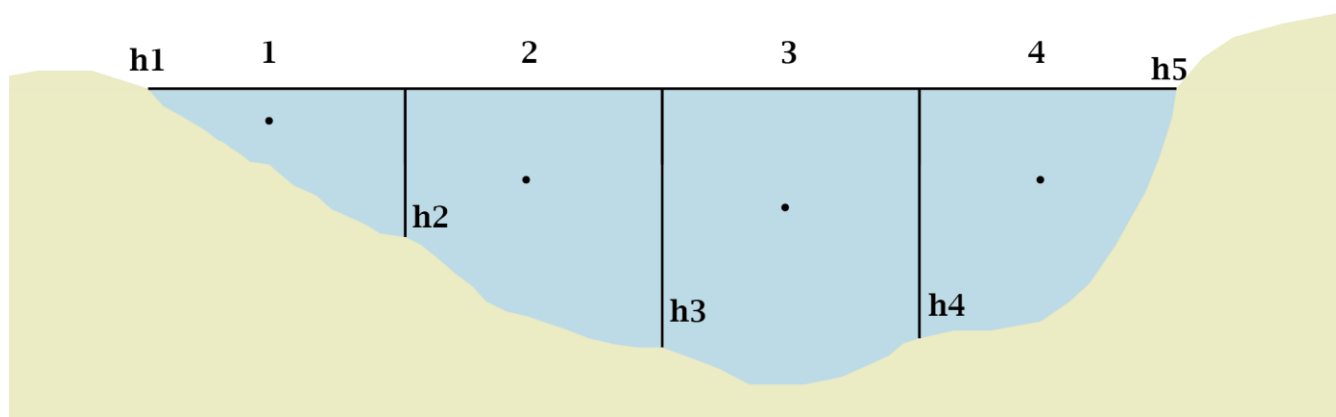
T: Transmisividad

## Anexo IX. Aforos

AFORO A1 – RJ – NanSur										
Fecha: 12 /marzo /2019										
Ubicación: Al Sur del poblado de Jabillo					Cuenca: Río Jabillo					
Coordenadas	CRTM05:	X	Y		Lambert	X	Y	Altitud: 53 m		
		365449,2977	1090597,621		Norte:	401792	205109			
Tipo de prueba: Revoluciones / Velocidad ✓					Ancho del Cauce: 3,40 m					
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	85	0	h1	0	4,80	2,88	-	0,0408	0	0
2	85	85	h2	9,6	15,0	9,0	-	0,1135	0	0
3	85	170	h3	17,1	19,5	11,7	-	0,1428	0	0
4	85	255	h4	16,5	15,40	9,24	-	0,0701	0	0
-		3,40	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 0 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal (cm)  
Escala Vertical (cm)

Simbología

Depósito Aluvial      Río  
● Medición al 60%

## AFORO A2 – RJ – NanSur

Fecha: 12 /marzo /2019

Ubicación: Al Sur del poblado de Jabillo

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 44 m
		365422,2537	1090547,639		401765	205059	

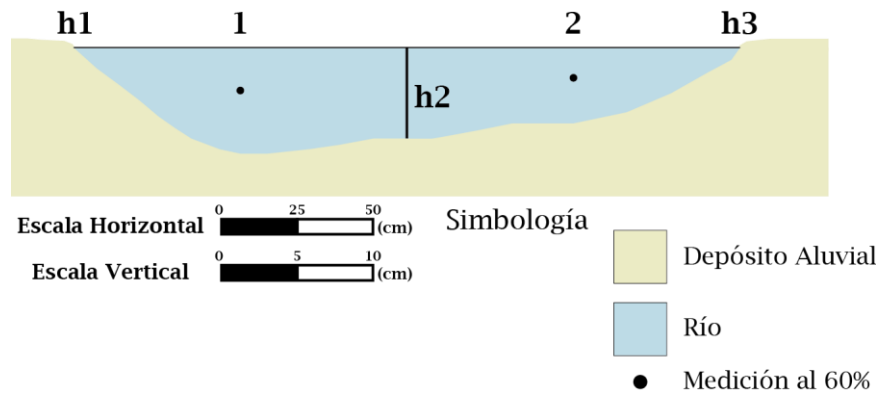
Tipo de prueba: Revoluciones / Velocidad ✓

Ancho del Cauce: 2,20 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	110	0	h1	0	7,0	4,2	-	0,033	0,08	2,64
2	110	110	h2	6,0	5,0	3,0	-	0.033	0,10	3,3
-		220	h3	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 2,97 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE

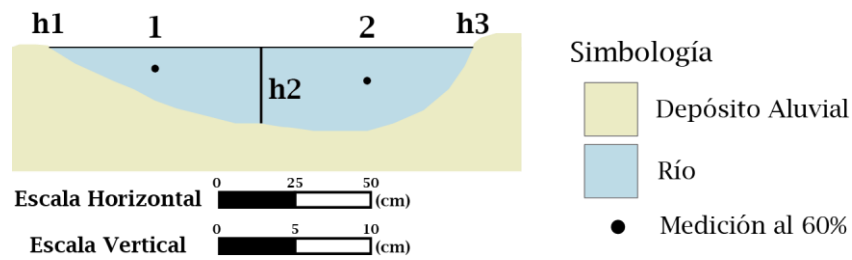


## AFORO A3 – RJ – NanSur

Fecha: 12 /marzo /2019										
Ubicación: Aguas abajo del puente, cerca de Palo Arco					Cuenca: Río Jabillo					
Coordenadas	CRTM05:	X	Y		Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 35 m		
		365585,0743	1090312,481			401928	204824			
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad					Ancho del Cauce: 1,40 m					
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	70	0	h1	0	3,5	2,1	0	0,0175	0	0
2	70	70	h2	5,0	5,5	3,3	29	0,0175	0,344	6,02
-		140	h3	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 3,01 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE

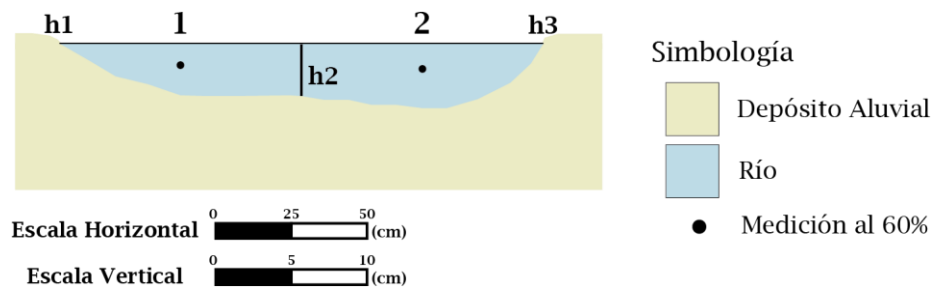


## AFORO A4 – RJ – NanSur

Fecha: 12 /marzo /2019										
Ubicación: Cerca de Hacienda Palo Arco					Cuenca: Río Jabillo					
Coordenadas	CRTM05:	X	Y		Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 54 m		
		365721,7715	1089931,332			402065	204443			
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad					Ancho del Cauce: 1,60 m					
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	80	0	h1	0	3,3	1,98	0	0,0136	0	0
2	80	80	h2	3,4	4,2	2,52	47	0,0136	0,570	7,75
-		160	h3	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 3,88 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A5 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Cercano a empresa Panamerican Woods

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 31 m
		365963,5034	1089580,099		402307	204092	

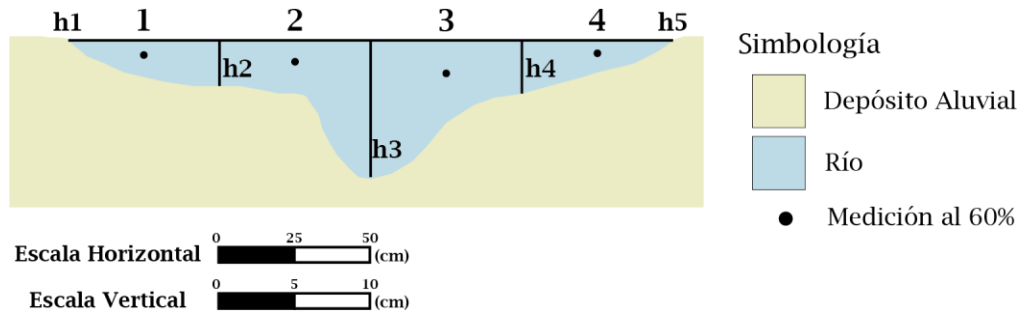
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 2,0 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	50	0	h1	0	2,4	1,44	0	0,0075	0	0
2	50	50	h2	3,0	3,48	2,09	54	0,03	0,570	17,1
3	50	100	h3	9,0	5,4	3,24	0,5	0,03125	0,15	4,6875
4	50	150	h4	3,5	2,1	1,26	0	0,0088	0	0
-		200	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 5,45 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A6 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Sur de la empresa Panamerican Woods

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 38 m
		365808,2089	1089241,196		402152	203753	

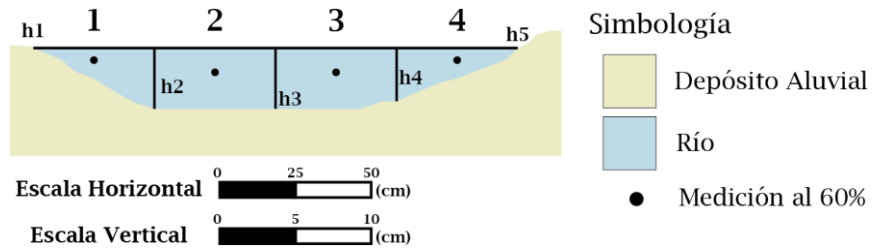
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 1,60 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	40	0	h1	0	2,0	1,2	13	0,0080	0,122	0,9760
2	40	40	h2	4,0	4,0	2,4	65	0,0160	0,6845	10,9520
3	40	80	h3	4,0	4,0	2,4	77	0,0150	0,905	13,5750
4	40	120	h4	3,5	2,0	1,2	23	0,0070	0,235	1,6450
-		160	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 6,79 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A7 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Noreste del poblado de la I Griega

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 35 m
		365681,878	1088854,265		402026	203366	

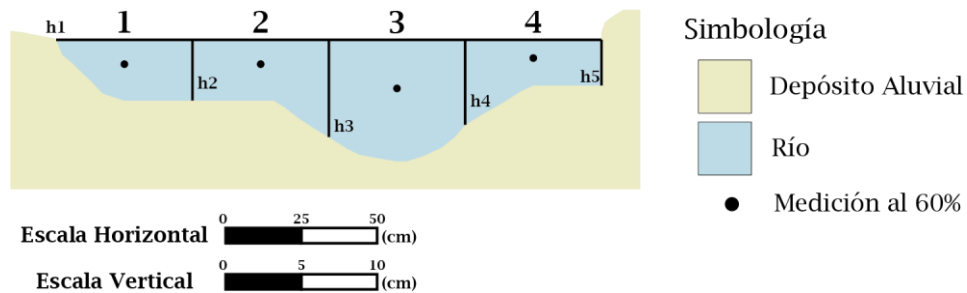
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 1,80 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	45	0	h1	0	4,0	2,4	8	0,0090	0,122	1,1
2	45	45	h2	4,0	4,0	2,4	15	0,0234	0,1785	4,1769
3	45	90	h3	6,4	8,0	4,8	3	0,0270	0,046	1,2420
4	45	135	h4	5,6	3,0	1,8	31	0,0194	0,344	6,6736
-		180	h5	3,0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 3,30 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE





## AFORO A8 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Este del poblado de la I Griega

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 37 m
		365373,6716	1088638,499		401718	203150	

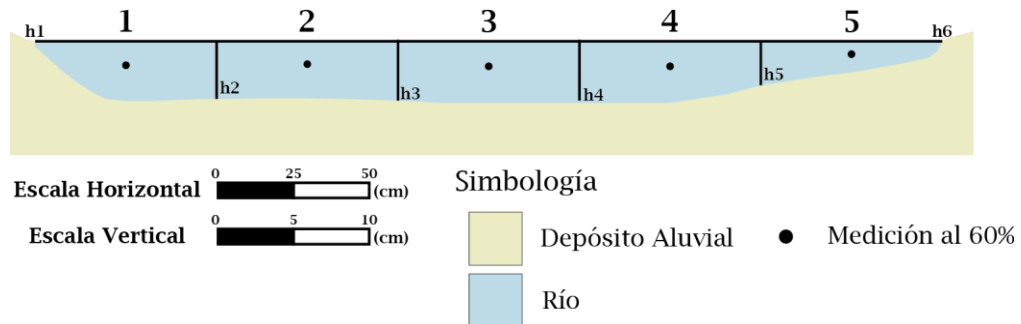
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 3,0 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	60	0	h1	0	3,9	2,34	0	0,0114	0	0
2	60	60	h2	3,8	3,7	2,22	0	0,0234	0	0
3	60	120	h3	4,0	4,0	2,4	0	0,024	0	0
4	60	180	h4	4,0	4,0	2,4	50	0,0207	0,570	11,7990
5	60	240	h5	2,9	2,0	1,2	0	0,0087	0	0
-		300	h6	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 2,36 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A9 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Sur del poblado de la I Griega

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 49 m
		364892,0732	1087964,832		401237	202476	

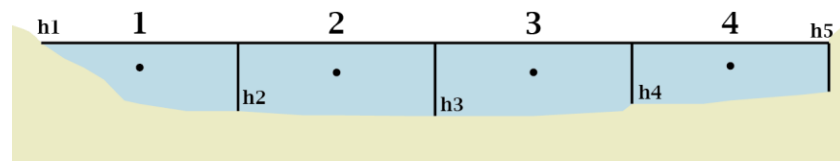
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 2,70 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	65	0	h1	0	4,0	2,4	13	0,015	0,122	1,83
2	65	65	h2	4,5	4,7	2,8	39	0,030	0,451	13,53
3	65	130	h3	4,8	4,8	2,9	23	0,029	0,235	6,82
4	65	195	h4	4,0	3,8	2,3	58	0,0234	0,580	13,57
-		260	h5	3,2						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 8,94 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal (cm)

Escala Vertical (cm)

#### Simbología

- Depósito Aluvial
- Río
- Medición al 60%

## AFORO A10 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Noreste del poblado San Jorge

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 25 m
		365009,8022	1087620,703		401355	202132	

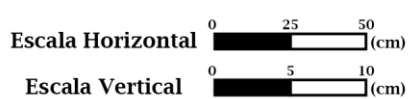
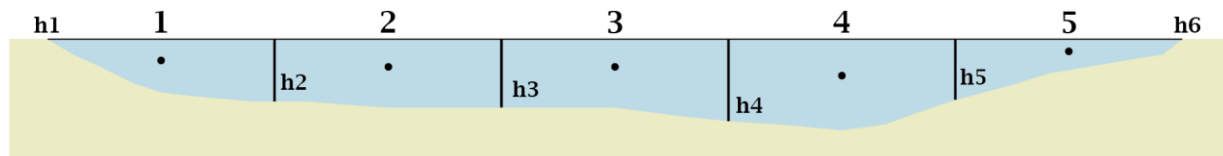
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 3,75 m

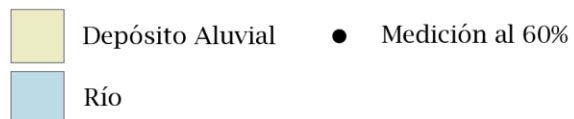
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m²]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	75	0	h1	0	3,5	2,1	28	0,015375	0,344	5,289
2	75	75	h2	4,1	4,5	2,7	5	0,03225	0,067	2,16075
3	75	150	h3	4,5	4,5	2,7	41	0,037125	0,451	16,743375
4	75	225	h4	5,4	6,0	3,6	35	0,03525	0,3975	14,011875
5	75	300	h5	4,0	2,0	1,2	0	0,015	0	0
-		375	h6	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 7,64 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



#### Simbología



## AFORO A11 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Noreste del poblado San Jorge

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 29 m
		365311,5227	1087245,422		401657	201757	

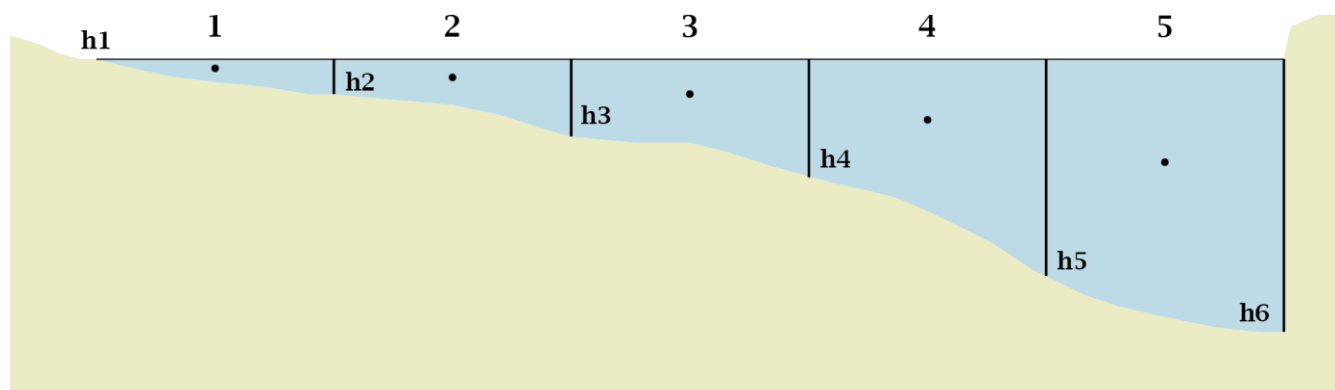
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 5,50 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	110	0	h1	0	1,5	0,9	0	0,01265	0	0
2	110	110	h2	2,3	3,0	1,8	0	0,0407	0	0
3	110	220	h3	5,1	5,5	3,3	0	0,07095	0	0
4	110	330	h4	7,8	10,0	6,0	0	0,12155	0	0
5	110	440	h5	14,3	17,0	10,2	4	0,17765	0,0565	10,037225
-		550	h6	18,0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 2,01 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



**Escala Horizontal** (cm)  
**Escala Vertical** (cm)

#### Simbología

- Depósito Aluvial
- Río
- Medición al 60%

## AFORO A12 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Este del poblado San Jorge

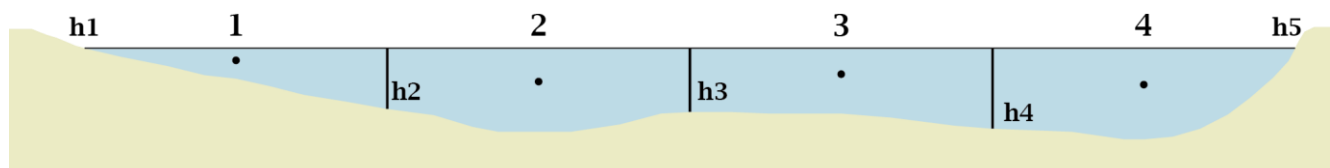
Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 34 m
		365541,2585	1086897,202		401887	201409	

Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad					Ancho del Cauce: 4,5 m					
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	100	0	h1	0	2,0	1,2	0	0,02	0	0
2	100	100	h2	4,0	5,5	3,3	38	0,041	0,451	18,491
3	100	200	h3	4,2	4,3	2,58	17	0,0475	0,235	11,1625
4	100	300	h4	5,3	6,0	3,6	62	0,0265	0,58	15,37
-		400	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 11,26 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal (cm)  
 Escala Vertical (cm)

#### Simbología

- Depósito Aluvial
- Río
- Medición al 60%

## AFORO A13 – RJ – NanSur

Fecha: 13 /marzo /2019

Ubicación: Al Sureste del poblado San Jorge

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 21 m
		365643,998	1086567,089		401990	201079	

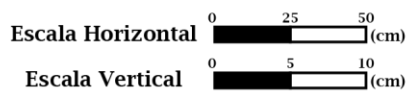
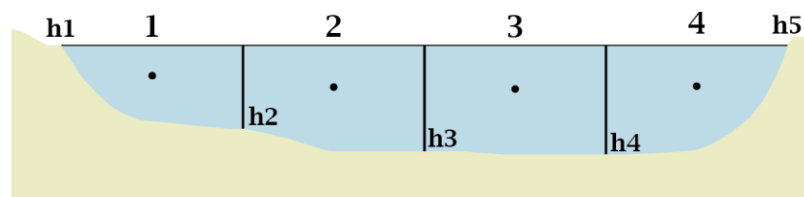
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 2,4 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	60	0	h1	0	5,0	3,0	0	0,0165	0	0
2	60	60	h2	5,5	7,0	4,2	41	0,0375	0,451	16,9125
3	60	120	h3	7,0	7,2	4,32	45	0,0426	0,5105	21,7473
4	60	180	h4	7,2	6,9	4,14	13	0,0216	0,122	2,6352
-		240	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 10,32 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



#### Simbología

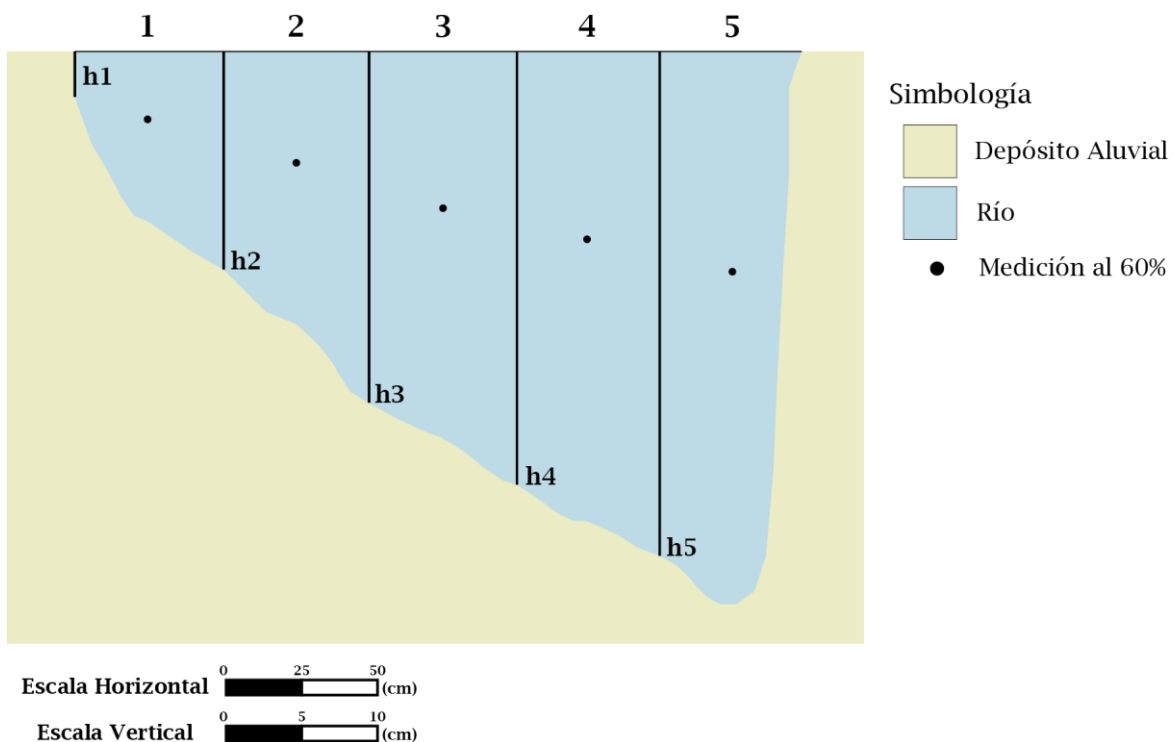
- Depósito Aluvial
- Río
- Medición al 60%

## AFORO A14 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019										
Ubicación: Al Norte del poblado Candelillo					Cuenca: Río Jabillo					
Coordenadas	CRTM05:	X	Y		Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 22 m		
		365365,4818	1085964			401712	200476			
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad						Ancho del Cauce: 2,40 m				
Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	48	0	h1	3,0	11,2	6,72	0	0,04176	0	0
2	48	48	h2	14,4	18,0	10,8	0	0,09024	0	0
3	48	96	h3	23,2	25,5	15,3	0	0,12432	0	0
4	48	144	h4	28,6	31,0	18,6	23	0,06864	0,235	16,1304
5	48	192	h5	33,3	36,5	21,9	0	0,07992	0	0
-		240	h6	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 3,23 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A15 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: Al Norte del poblado Candelillo

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 20 m
		365361,2187	1085641,238		401708	200153	

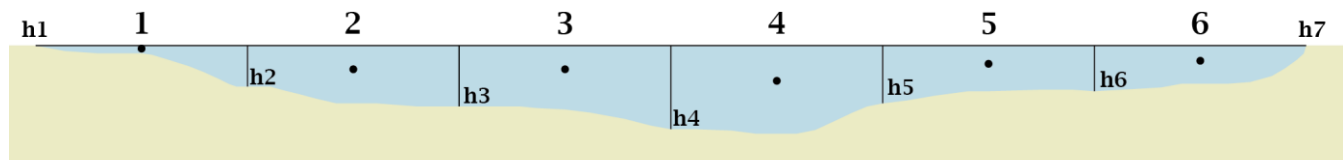
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 5,88 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	98	0	h1	0	0,5	0,3	0	0,01323	0	0
2	98	98	h2	2,7	3,8	2,28	0	0,03283	0	0
3	98	196	h3	4,0	4,2	2,52	18	0,04655	0,235	10,93925
4	98	294	h4	5,5	5,8	3,48	1	0,02695	0,0037	0,099715
5	98	392	h5	3,8	3,0	1,8	14	0,01862	0,122	2,27164
6	98	490	h6	3,0	2,5	1,5	0	0,0147	0	0
-		588	h7	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 2,22 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal (cm)  
 Escala Vertical (cm)

#### Simbología

Depósito Aluvial      ● Medición al 60%  
 Río



## AFORO A16 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: Cerca del poblado Candelillo

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 20 m
		365061,9666	1085363,457		401409	199875	

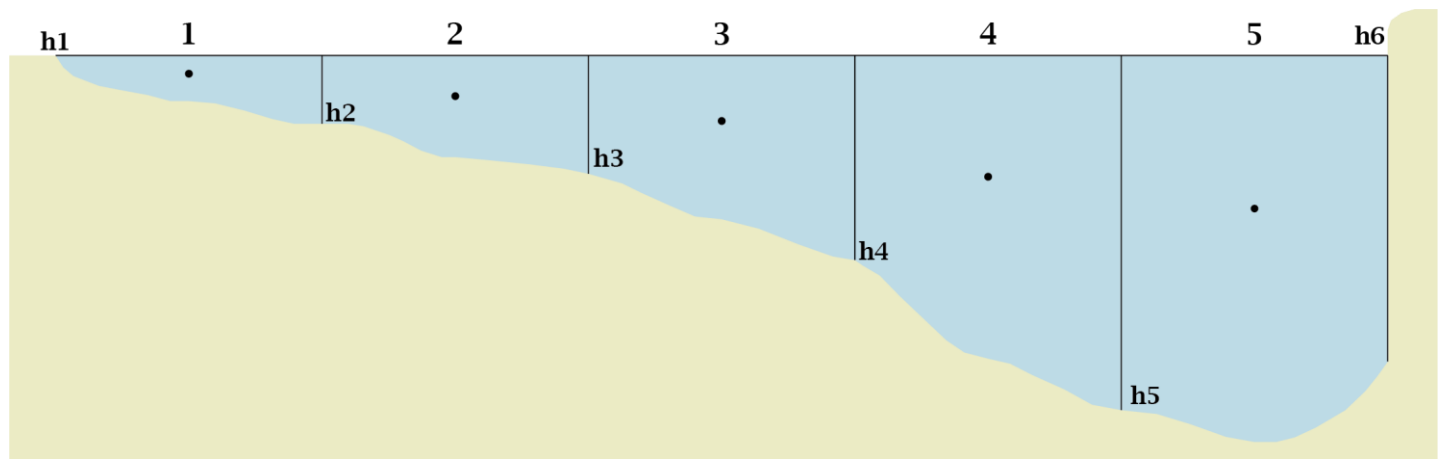
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 4,4 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	88	0	h1	0	3,0	1,8	0	0,0198	0	0
2	88	88	h2	4,5	6,7	4,02	0	0,05412	0	0
3	88	176	h3	7,8	10,8	6,48	0	0,09372	0	0
4	88	264	h4	13,5	20,0	12,0	0	0,16236	0	0
5	88	352	h5	23,4	25,5	15,3	8	0,19184	0,122	23,40448
-		440	h6	20,2						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 4,68 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal 0 25 50 (cm)  
 Escala Vertical 0 5 10 (cm)

#### Simbología

- Depósito Aluvial
- Medición al 60%
- Río

## AFORO A17 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: Al Suroeste del poblado Candelillo

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 34 m
		364386,4419	1084789		400734	199301	

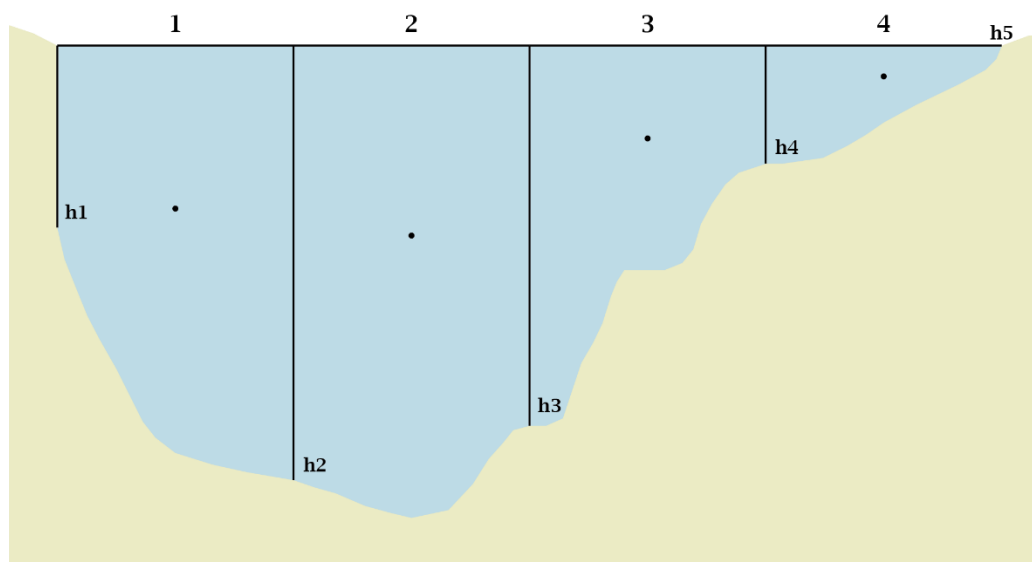
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 4,0 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	100	0	h1	15,4	34,5	20,7	0	0,261	0	0
2	100	100	h2	36,8	40,0	24,0	0	0,345	0	0
3	100	200	h3	32,2	19,0	11,4	23	0,211	0,235	49,585
4	100	300	h4	10,0	6,5	3,9	0	0,05	0	0
-		400	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 12,40 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



Escala Horizontal 0 25 50 (cm)  
Escala Vertical 0 5 10 (cm)

Simbología

Depósito Aluvial ● Medición al 60%  
Río

## AFORO A18 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: Al Noreste de San Francisco de Coyote      Cuenca: Río Jabillo

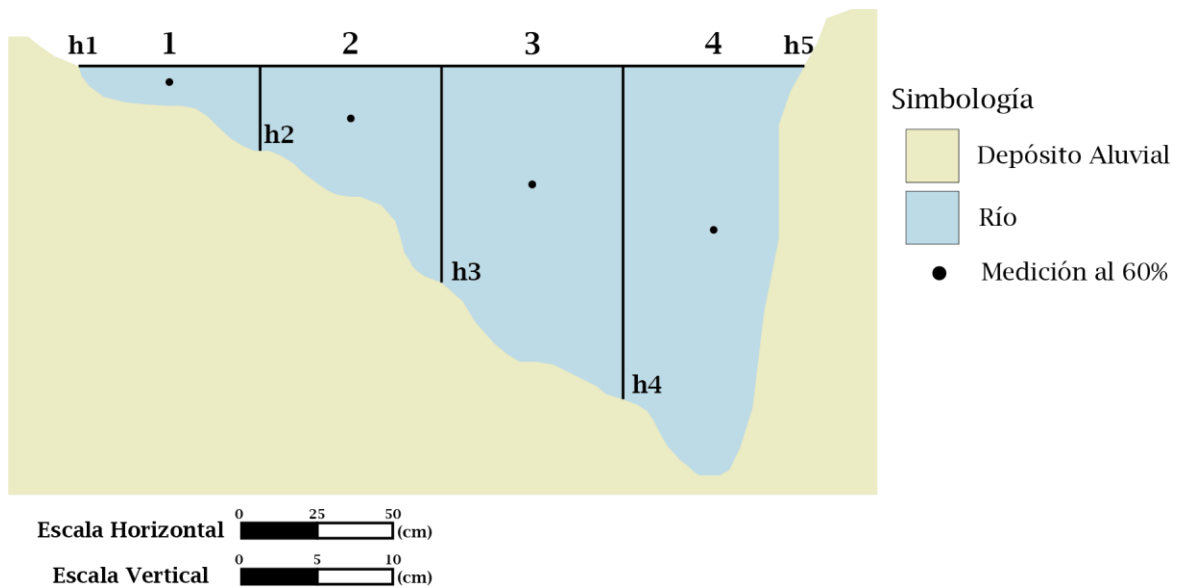
Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 8 m
		364239,3552	1084699,064		400587	199210	

Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad      Ancho del Cauce: 2,4 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
			h1	h2						
1	60	0	h1	0	2,6	1,56	0	0,0168	0	0
2	60	60	h2	5,6	8,6	5,16	0	0,0597	0	0
3	60	120	h3	14,3	19,5	11,7	0	0,1089	0	0
4	60	180	h4	22,0	27,0	16,2	85	0,066	0,9615	63,459
-		240	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 15,86 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A19 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: San Francisco de Coyote

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 13 m
		363944,0874	1084400,275		400292	198911	

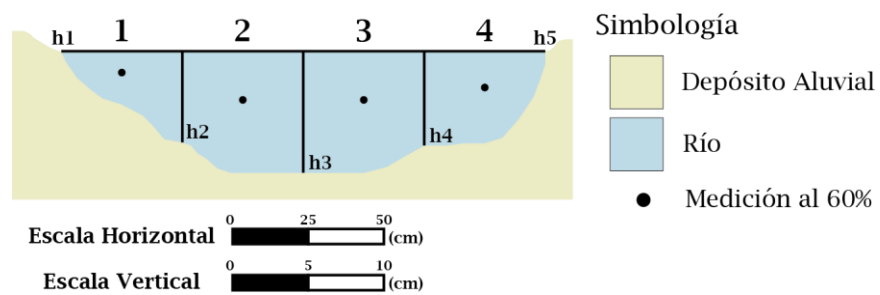
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 1,6 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	40	0	h1	0	3,5	2,1	0	0,012	0	0
2	40	40	h2	6,0	8,0	4,8	31	0,028	0,344	9,632
3	40	80	h3	8,0	8,0	4,8	31	0,0284	0,344	9,7696
4	40	120	h4	6,2	6,1	3,66	0	0,0124	0	0
-		160	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 4,85 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## AFORO A20 – RJ – NanSur

Fecha: 14 /marzo /2019

Ubicación: San Francisco de Coyote

Cuenca: Río Jabillo

Coordenadas	CRTM05:	X	Y	Lambert Norte:	X	Y	Altitud: 13 m
		363584,6886	1083945,524		399933	198456	

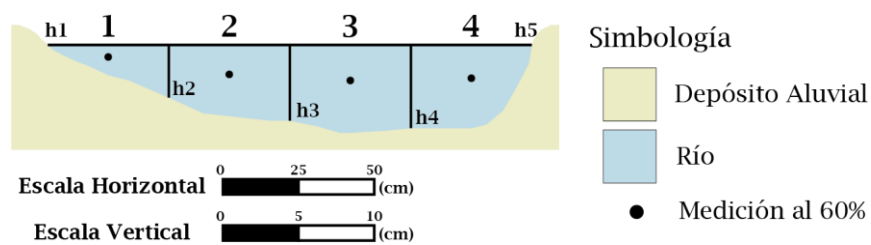
Tipo de prueba: Revoluciones ✓ / Velocidad

Ancho del Cauce: 1,6 m

Tramo	Ancho del tramo "L" [cm]	Distancia desde la orilla [cm]	Profundidad vertical "h" [cm]		Profundidad de punto medio del tramo [cm]	Profundidad al 60%	Revoluciones / minuto al 60%	Área [m <sup>2</sup> ]	Velocidad Promedio [m/s]	Caudal "Q" [l/s]
1	40	0	h1	0	2,0	1,2	0	0,0068	0	0
2	40	40	h2	3,4	4,7	2,82	10	0,0168	0,122	2,0496
3	40	80	h3	5,0	5,8	3,48	15	0,021	0,1785	3,7485
4	40	120	h4	5,5	5,5	3,3	12	0,011	0,122	1,342
-		160	h5	0						

Caudal Promedio:  $Q_{prom} = 1,79 \text{ l/s}$

### DIAGRAMA DEL CAUCE



## Anexo X. Análisis físicos y químicos de aguas

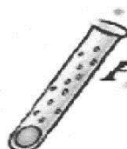
Código de muestra	1-A30,10-Nan	2-A30,10-Nan	3-A30,10-Nan	4-A31,10-Nan	5-A31,10-Nan	6-A31,10-Nan	7-A31,10-Nan	8-A31,10-Nan	9-A31,10-Nan
Localidad	Reserva Camaronal	Corozalito	Colonia del Valle	Hotel Palma de oro	Bejuco	Javilla Estela	San Francisco Coyote	Quebrada de Nando	Panamerican Woods
X	377303	386104	389949	384966	390546	396032	400176	401713	401671
Y	206274	204910	207328	204112	203239	198653	198848	195058	204018
Profundidad del pozo (m)	?	17	22	18	23	-	50	30	-
N,E, medido	12,62	1,79	-	-	-	-	4,13	-	-
Sello sanitario	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No
Elevación (m,s,n,m.)	67	21	45	17	21	19	12	27	31
Temp, (°C) campo	29,9	27	27,2	29,5	28	27,1	28	27,5	27,5
OD Campo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcal,Tot, (mg/L CaCO3) campo	575,0	221,5	389,7	179,7	211,1	213,2	372,0	344,8	470,2
Fecha Reporte (Lab)	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017	17/11/2017
CE (mS/cm)	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,5
CE (µS/cm) campo	500	220	351	238	229	227	388	338	430
pH	7,8	7,1	7,3	6,4	7,2	7,4	7,5	6,9	7,6
pH Campo	7,76	7,2	6,58	6,08	6,47	6,43	7,12	6,62	7,31
STD	368	187	329	261	186	201	334	305	331
HCO3 (cmol/L)	0,6	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,5
HCO3 (mg/L)	366	122	244	122	122	122	244	183	305
SO4	10,5	5,2	11,6	10,5	5,3	6,3	13,7	11,6	7,4
Cl (mg/L)	5,1	4	7,5	14,3	2,7	5,8	9,9	7,1	4
NO3 (mg/L)	0,9	1,4	1,3	2,6	0,9	0,8	1	1,2	1
Na (mg/L)	11,9	6,3	7,9	10,7	6,2	9	32,5	11,6	10,5
K (mg/L)	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,8	0,5	0,1
Ca (mg/L)	80,6	23,2	40,2	21	21,9	21,2	33,7	40,2	66,4
Mg (mg/L)	16,7	11,7	21,3	11,6	10,3	11,6	12,7	15,4	13,7
Fluoruros F (mg/L)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al (mg/L)	0,22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,24	0,1
Sílice (mg/L)	36	30	39,6	11	27	23	29	35	26,8
Arsénico (µg/L)	7	8,6	5	8,7	3	9	8	5,6	3
Cadmio (µg/L)	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Plomo (µg/L)	<5	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Niquel (µg/L)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
N-NH4+ (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N-UREICO (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1
Fe (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	ND	ND	ND
Zn (mg/L)	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S (mg/L)	3	1,6	2,4	2,5	1,4	1,5	3,2	2,6	2,8
CO3 (cmol/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Código de muestra	49 - A 21,3 – NAN	50 - A 21,3 – NAN	51 - A 21,3 - NAN	52 - A 22,3 - NAN	53 - A 22,3 - NAN	54 - A 22,3 - NAN	55 - A 22,3 - NAN
Localidad	Zapote (Moravia)	Quebrada Nando	Javilla	Jabillos	Quebrada Seca	Islita	San Pedro
X	405889	404577	394089	403765	388432	383606	381592
Y	202536	194419	200195	207215	204545	205496	210075
Profundidad del pozo (m)	36	20	25	-	-	60	-
N,E, medido	10 - 21 m	6	16 y 3 m en invierno	-	-	-	-
Sello sanitario							Si
Elevación (m,s,n,m,)	39	13	14	62	17	42	113
Temp, (°C) campo	23,7	29	29	28,4	28,8	28,5	27,5
OD Campo	45,5	35,9	48,6	58,8	52,8	43,3	52,7
Alcal.Tot, (mg/L CaCO3) campo	72,0	251,0	48,6	139,0	184,0	102,0	124,0
Fecha Reporte (Lab)	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018
CE (mS/cm)	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2
CE (µS/cm) campo	500	400	300	400	200	200	200
pH	7,3	7	7,8	7,6	7,5	7,3	7,2
pH Campo	7,29	7,78	7,34	7,24	6,84	6,87	6,64
STD	378	359	240	309	216	279	199
HCO3 (cmol/L)	0,6	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
HCO3 (mg/L)	366	244	183	244	122	183	122
SO4	2,1	8,3	6,2	6,2	2,1	4,2	4,2
Cl (mg/L)	4,2	8,5	4,4	2,7	3,2	3,7	1,9
NO3 (mg/L)	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2
Na (mg/L)	16,9	14,7	9,7	12,9	6,4	7,5	4,8
K (mg/L)	0,6	1	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1
Ca (mg/L)	72,3	69,4	27,5	43	20,5	25	15
Mg (mg/L)	10,6	7,4	14	15	10,3	12,6	8,8
Fluoruros F (mg/L)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al (mg/L)	0,1	0,1	0,2	0,25	0,1	0,28	0,1
Sílice (mg/L)	27,4	27,3	28,4	29,7	26,2	34,5	33,8
Arsénico (µg/L)	3	3	3	3	3	5	6,9
Cadmio (µg/L)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Plomo (µg/L)	5	5	5	5	5	5	5
Niquel (µg/L)	20	20	20	20	20	20	20
N-NH4+ (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N-UREICO (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	ND	ND	ND
Fe (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S (mg/L)	3,4	3,9	1,7	2,9	1,7	1,4	1,3
CO3 (cmol/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación N°. LE-003  
Acreditado a partir de: 25.03.1998

Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)



**AQYLASA**

LABORATORIO QUIMICO  
TELEFAX: 22723159  
E-MAIL: [aqylasa@lce.co.cr](mailto:aqylasa@lce.co.cr)

## REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

Informe N °17112017

**Tipo de muestra:** Agua de Pozo

**Interesado.** Fundación UCR

**Encargado de muestreo.** Personal proyecto Jairo García

**Atención .**MSc Ingrid Vargas A Profesora e investigadora Escuela Centroamericana de Geología Universidad de Costa Rica

**Fecha muestreo.** 30-10 -2017

**Fecha de reporte de análisis:** 17-11-2017

PARAMETRO ANALIZADO	1. <u>A30 ,10 Nan Camaronal</u> <u>Fecha muestreo</u>	2. <u>A30 ,10 Nan Corozalito.</u> <u>Fecha muestreo</u>	3. <u>A30 ,10 Nan Colonia Valle</u> <u>Fecha muestreo</u>
Fluoruros, mg/L	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Solidos totales Disueltos, mg/L	368±6	187 ±7	329 ± 7
Sulfatos, mg/L	10,5 ± 0,2	5,2 ±0,10	11,6 ±0.2
Sílice, mg/L	36± 2	30 ±2	39,6± 0,50
Aluminio, mg/L	0,22 ±0,02	Menos de 0,10	Menos de 0,10
Arsénico, µg/L	7,0 ±0,6	8,6±0,4	5,0±0,4
Cadmio, µg/L	1,2,±0,2	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Plomo, µg/L	Menos de 5	10±1	Menos de 5
Níquel, µg/L	Menos de 20	Menos de 20	Menos de 20

**METODOLOGÍA DE ANALISIS.** Standard Métodos for the examination of Water and Waste Water. Versión vigente

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente

Lic. Leonor Rodríguez  
Química







**AQYLASA**

LABORATORIO QUIMICO  
TELEFAX: 22723159  
E-MAIL: [aqylasa@tce.co.cr](mailto:aqylasa@tce.co.cr)

## REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

Informe N °17112017 .1

**Tipo de muestra: Agua de Pozo**

**Interesado:** Fundación UCR

**Encargado de muestreo:** Personal proyecto Jairo García

**Atención:** MSc Ingrid Vargas A Profesora e investigadora Escuela Centroamericana de Geología Universidad de Costa Rica

**Fecha muestreo:** 31-10 -2017

**Fecha de reporte de análisis:** 17-11-2017

PARAMETRO ANALIZADO	4.A31 ,10 Nan Camaronal H Palma de Oro	5.A31 ,10 Nan Bejuco	6.A31 ,10 Nan Javilla Estela	7.A31 ,10 Nan San Francisco Coyote	8.A31 ,10 Nan Quebrada de Nando	9.A31 ,10 Nan Finca Palo anexo Panamerica Woods
Fluoruros , mg/L	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Solidos totales Disueltos , mg/L	261±4	186±3	201 ±1	334 ±3	305 ±1	331 ±1
Sulfatos , mg/L	10,5±0,2	5,3±0,1	6,3 ±0,1	13,7±0,3	11,6±0,2	7,4 ±0,1
Silice , mg/L	11±1	27±2	23±2	29±2	35±2	26,8±0,5
Aluminio , mg/L	Menos de 0,10	Menos de 0,10	Menos de 0,10	Menos de 0,10	0,24±0,04	Menos de 0,10
Arsenico , µg/L	8,7±0,5	Menos de 3	9,0±0,3	8,0±0,3	5,6±0,2	Menos de 3
Cadmio , µg/L	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Plomo , µg/L	Menos de 5	Menos de 5	Menos de 5	Menos de 5	Menos de 5	Menos de 5
Niquel , µg/L	Menos de 20	Menos de 20	Menos de 20	Menos de 20	Menos de 20	Menos de 20

**METODOLOGÍA DE ANALISIS.** Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. Version vigente

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente

Lic. Leonor Rodríguez  
Química





## REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

Informe N °12042018.3

**Tipo de muestra:** Agua de Pozo

**Interesado:** Fundación UCR

**Encargado de muestreo:** Interesado

**Atención .**MSc Ingrid Vargas A. Profesora e investigadora Escuela Centroamericana de Geología Universidad de Costa Rica

**Fecha ingreso:** 03-04 -2018

**Fecha de reporte de análisis:** 12-04-2018

PARAMETRO ANALIZADO	48A-20,3 Nan	49A-21,3 Nan	50A-21,3-Nac	51A-21,3-Nan
Fluoruros, mg/L	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Solidos totales Disueltos, mg/L	138 ± 8	378 ± 3	359 ± 10	240 ± 6
Sulfatos, mg/L	6,2 ± 0,3	2,1 ± 0,1	8,3 ± 0,4	6,2 ± 0,3
Aluminio, mg/L	Menos de 0,10	Menos de 0,10	Menos de 0,10	0,20±0,01
Arsénico, µg/L	7,0±0,2	Menos de3	Menos de3	Menos de3
Cadmio, µg/L	Menos de0,50	Menos de0,50	Menos de 0,50	Menos de0,50
Níquel, µg/L	Menos de20	Menos de20	Menos de20	Menos de20
Plomo, µg/L	Menos de5	Menos de5	Menos de5	Menos de5
Sílice, mg/L	23, 1 ± 0,5	27,4 ± 0,5	27,3 ± 0,5	28,4 ± 0,6

**METODOLOGÍA DE ANALISIS.** Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. Versión vigente

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente



Lic. Leonor Rodríguez Química



## REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

Informe N °12042018.4

**Tipo de muestra:** Agua de Pozo

**Interesado:** Fundación UCR

**Encargado de muestreo:** Interesado

**Atención** .MSc Ingrid Vargas A. Profesora e investigadora Escuela Centroamericana de Geología Universidad de Costa Rica

**Fecha ingreso:** 03-04 -2018

**Fecha de reporte de análisis:** 12-04-2018

PARAMETRO ANALIZADO	52A-22,3-Nan	53A-22,3-Nan	54A-22,3-Nan	55A-22,3-Nan
Fluoruros, mg/L	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50	Menos de 0,50
Solidos totales Disueltos, mg/L	309 ± 7	216 ± 3	279 ± 4	199 ± 1
Sulfatos, mg/L	6,2 ± 0,3	2,1 ± 0,1	4,2 ± 0,2	4,2 ± 0,2
Aluminio, mg/L	0,25±0,02	Menos de 0,10	0,28±0,02	Menos de 0,10
Arsénico, µg/L	Menos de3	Menos de3	5,0±0,20	6,9±0,2
Cadmio, µg/L	Menos de 0,50	Menos de0,50	Menos de0,50	Menos de 0.50
Níquel, µg/L	Menos de20	Menos de20	Menos de20	Menos de20
Plomo, µg/L	Menos de5	Menos de5	Menos de5	Menos de5
Sílice, mg/L	29,7 ± 0,6	26,2 ± 0,5	34,5 ± 0,7	33,8 ± 0,7

**METODOLOGÍA DE ANALISIS.** Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. Versión vigente

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente



Lic. Leonor Rodríguez Química



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**  
**CIUDAD DE LA INVESTIGACIÓN, UCR**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES**  
**REPORTE DE ENSAYO**  
**RE-R01 (V1)**

**N° DE REPORTE:** 64722  
**USUARIO:** ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
**SUBCLIENTE:** PROY.VI1113-B5-169 (Se va a cancelar entre Proys. FUNDEVI)  
**RESPONSABLE:** INGRID VARGAS  
**CORREO:** piroxenos@gmail.com  
**TELÉFONO:** 2511-8139

**PROVINCIA:** GUANACASTE  
**CANTÓN:** NANDAYURE

**CULTIVO:** AGUAS POZO

**ANÁLISIS:** QC,CO3-HCO3,CI  
**FECHA RECEPCIÓN:** 03/11/2017  
**EMISIÓN DE REPORTE:** 13/11/2017  
**N° DE MUESTRAS TOTAL:** 18  
**PÁGINA:** 1/1

<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS</b>																			
ID USUARIO	ID LAB	pH	mg/L														cmol/L		mS/cm
			N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-UREICO	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Na	S	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CE
AGU: A30,10 - NAN - 1	A-17-00160	7,8	ND	0,9	ND	80,6	16,7	0,3	ND	ND	0,1	ND	ND	11,9	3,0	5,1	ND	0,6	0,5
AGU: A30,10 - NAN - 2	A-17-00161	7,1	ND	1,4	ND	23,2	11,7	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	6,3	1,6	4,0	ND	0,2	0,2
AGU: A30,10 - NAN - 3	A-17-00162	7,3	ND	1,3	ND	40,2	21,3	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	7,9	2,4	7,5	ND	0,4	0,4
AGU: A31,10 - NAN - 4	A-17-00163	6,4	ND	2,6	ND	21,0	11,6	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	10,7	2,5	14,3	ND	0,2	0,2
AGU: A30,10 - NAN - 5	A-17-00164	7,2	ND	0,9	ND	21,9	10,3	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	6,2	1,4	2,7	ND	0,2	0,2
AGU: A30,10 - NAN - 6	A-17-00165	7,4	ND	0,8	ND	21,2	11,6	0,2	ND	0,1	ND	ND	ND	9,0	1,5	5,8	ND	0,2	0,2
AGU: A30,10 - NAN - 7	A-17-00166	7,5	ND	1,0	ND	33,7	12,7	0,8	ND	ND	ND	ND	ND	32,5	3,2	9,9	ND	0,4	0,4
AGU: A30,10 - NAN - 8	A-17-00167	6,9	ND	1,2	ND	40,2	15,4	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	11,6	2,6	7,1	ND	0,3	0,3
AGU: A30,10 - NAN - 9	A-17-00168	7,6	ND	1,0	ND	66,4	13,7	0,1	0,1	ND	ND	ND	ND	10,5	2,8	4,0	ND	0,5	0,5
AGU: A1,11 - NAN - 10	A-17-00169	6,9	ND	1,8	ND	72,5	29,4	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	14,9	5,6	9,4	ND	0,6	0,6
AGU: A1,11 - NAN - 11	A-17-00170	6,9	ND	1,8	ND	75,0	30,2	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	15,1	5,9	9,4	ND	0,6	0,6
AGU: A1,11 - NAN - 12	A-17-00171	7,5	ND	8,7	ND	60,7	20,2	0,7	ND	0,1	ND	ND	ND	14,7	9,1	8,5	ND	0,4	0,5
AGU: A1,11 - NAN - 13	A-17-00172	7,3	ND	2,3	ND	72,2	23,0	0,2	0,1	ND	ND	ND	ND	17,4	4,2	4,1	ND	0,6	0,6
AGU: A1,11 - NAN - 14	A-17-00173	7,0	ND	1,7	ND	49,3	17,1	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	14,7	2,6	3,4	ND	0,4	0,4
AGU: A1,11 - NAN - 15	A-17-00174	6,9	ND	3,0	ND	67,5	28,9	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	18,1	4,2	4,8	ND	0,6	0,6
AGU: A1,11 - NAN - 16	A-17-00175	7,1	ND	1,4	ND	67,8	19,9	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	17,2	4,5	6,1	ND	0,5	0,5
AGU: A1,11 - NAN - 17	A-17-00176	7,2	ND	1,3	ND	57,1	19,7	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	11,7	3,2	3,8	ND	0,5	0,5
AGU: A2,11 - NAN - 18	A-17-00177	7,4	ND	1,9	ND	71,0	17,2	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	17,0	1,9	2,2	ND	0,6	0,5

ND= NO DETECTADO.

**B.Q. Mariánela Blanco M.**  
 N.I. 2468  
 Gestoría de Calidad

**Ing. Agr. Michael González A.**  
 N.I. 7827  
 Gestoría Técnica

1.Procedimiento: pH por determinación directa en la muestra. Nitrógeno amoniacal, nítrico , ureico y cloro por Colorimetría con el Analizador de Inyección de Flujo (FIA). Carbonatos y bicarbonatos por titulación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N. Resto de los elementos por Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma (ICP). 2. El muestreo es responsabilidad del usuario. 3. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 4. El tiempo de custodia de las muestras es de 15 días a partir del ingreso . 4. El Reporte de Ensayo con validez es el original firmado y sellado que se imprime a solicitud expresa del usuario; cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**  
**CIUDAD DE LA INVESTIGACIÓN, UCR**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES**  
**REPORTE DE ENSAYO**  
**RE-R01 (V1)**

**Nº DE REPORTE: 66346**

USUARIO: ESCUELA DE GEOLOGIA - UCR  
 SUBCLIENTE: PROY. 3601-01 FUNDEVI  
 RESPONSABLE: PAOLA ALVARADO  
 CORREO: piroxenos@gmail.com  
 TELÉFONO: 2511-4015

PROVINCIA: GUANACASTE  
 CANTÓN: NANDAYURE Y SANTA CRUZ

CULTIVO: AGUAS

ANÁLISIS: QC;CO3-HCO3;CI  
 FECHA RECEPCIÓN: 03/04/2018  
 EMISIÓN DE REPORTE: 13/04/2018  
 Nº DE MUESTRAS TOTAL: 14  
 PÁGINA: 1/1

**ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS**

ID USUARIO	ID LAB	pH	mg/L														cmol/L		mS/cm
			N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-UREICO	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Na	S	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CE
AGU: 42 - A 13,3 - SC	A-18-00028	6,3	0,3	ND	ND	40,2	16,2	0,2	0,1	ND	ND	ND	ND	10,0	2,7	4,2	ND	0,4	0,3
AGU: 43 - A 19,3 - NAN	A-18-00029	6,7	0,1	1,0	ND	51,1	16,7	0,3	0,1	ND	ND	ND	ND	10,5	4,0	3,0	ND	0,4	0,4
AGU: 44 - A 19,3 - NAN	A-18-00030	7,0	ND	1,2	ND	79,9	12,9	0,3	ND	ND	0,1	ND	ND	10,9	4,7	3,6	ND	0,6	0,5
AGU: 45 - A 20,3 - NAN	A-18-00031	7,2	ND	0,5	ND	65,0	29,5	0,4	ND	ND	ND	ND	ND	13,4	4,4	4,4	ND	0,6	0,6
AGU: 46 - A 20,3 - NAN	A-18-00032	7,6	ND	1,5	ND	56,6	19,2	0,3	0,1	ND	ND	ND	ND	14,9	3,6	3,6	0,1	0,4	0,5
AGU: 47 - A 20,3 - NAN	A-18-00033	7,4	ND	1,6	ND	109,5	6,7	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	10,5	6,7	6,3	ND	0,6	0,6
AGU: 48 - A 20,3 - NAN	A-18-00034	7,3	ND	0,4	ND	14,0	7,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,4	1,2	2,2	ND	0,2	0,1
AGU: 49 - A 21,3 - NAN	A-18-00035	7,3	ND	0,3	ND	72,3	10,6	0,6	0,1	ND	ND	ND	ND	16,9	3,4	4,2	ND	0,6	0,5
AGU: 50 - A 21,3 - NAN	A-18-00036	7,0	ND	0,4	ND	69,4	7,4	1,0	0,1	ND	ND	ND	ND	14,7	3,9	8,5	ND	0,4	0,4
AGU: 51 - A 21,3 - NAN	A-18-00037	7,8	ND	0,4	ND	27,5	14,0	0,6	0,1	ND	ND	ND	ND	9,7	1,7	4,4	ND	0,3	0,3
AGU: 52 - A 22,3 - NAN	A-18-00038	7,6	ND	0,6	ND	43,0	15,0	0,2	0,1	ND	ND	ND	ND	12,9	2,9	2,7	ND	0,4	0,4
AGU: 53 - A 22,3 - NAN	A-18-00039	7,5	ND	0,5	ND	20,5	10,3	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	6,4	1,7	3,2	ND	0,2	0,2
AGU: 54 - A 22,3 - NAN	A-18-00040	7,3	ND	0,3	ND	25,0	12,6	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	7,5	1,4	3,7	ND	0,3	0,2
AGU: 55 - A 22,3 - NAN	A-18-00041	7,2	ND	0,2	ND	15,0	8,8	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	4,8	1,3	1,9	ND	0,2	0,2

ND= NO DETECTADO.

**B.Q. Marianela Blanco M.**  
 N.I. 2468  
 Gestoría de Calidad

**Ing. Agr. Michael González A.**  
 N.I. 7827

1. Procedimiento: pH por determinación directa en la muestra. Nitrógeno amoniacal, nítrico, ureico y cloro por Colorimetría con el Analizador de Inyección de Flujo (FIA). Carbonatos y bicarbonatos por titulación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N. Resto de los elementos por Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma (ICP). 2. El muestreo es responsabilidad del usuario. 3. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 4. El tiempo de custodia de las muestras es de 15 días a partir del ingreso. 4. El Reporte de Ensayo con validez es el original firmado y sellado que se imprime a solicitud expresa del usuario; cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad de sus resultados.

Anexo XI. Valores de los puntos de información para parámetros GOD

**Parámetro G**

Punto	Pozo	X	Y	Parámetro G	Valor de G
1	CZ-16	354405,217	1089597,55	Libre	0,85
2	CZ-26	348730,128	1090502,25	Libre Cubierto	0,6
3	CZ-29	340005,099	1092359,53	Libre	0,75
4	CZ-30	340355,166	1092359,26	Libre	0,9
5	CZ-40	347657,501	1091177,22	Libre	0,9
6	CZ-42	339404,746	1092059,95	Libre	0,9
7	CZ-45	339404,587	1091859,91	Libre Cubierto	0,7
8	CZ-46	339564,836	1092134,84	Libre Cubierto	0,58
9	CZ-52	352689,603	1089123,87	Libre	0,9
10	CZ-54	339894,959	1092209,59	Libre	0,75
11	CZ-55	339835,042	1092329,66	Libre	0,8
12	CZ-57	341659,596	1091335,03	Libre Cubierto	0,58
13	CZ-62	352639,424	1088908,88	Libre	0,85
14	CZ-63	354253,557	1087557,41	Libre	0,8
15	CZ-65	339755,146	1092479,76	Libre	0,8
16	CZ-66	350155,425	1090601,12	Libre Cubierto	0,7
17	CZ-69	340606,702	1092972,17	Libre	0,9
19	CZ-73	340463,498	1092751,24	Libre	0,9
20	CZ-75	345754,195	1089929,53	Libre	0,9
21	CZ-76	346154,34	1090029,23	Libre	0,9
22	CZ-77	347555,465	1091153,29	Libre	0,8
23	CZ-83	343208,717	1096107,66	Libre Cubierto	0,54
24	CZ-97	346035,552	1090320,37	Libre Cubierto	0,7
25	CZ-98	346054,371	1090089,32	Libre Cubierto	0,7
26	CZ-106	349066,021	1090303,95	Libre	0,9
28	CZ-131	347405,553	1091293,44	Libre	0,8
29	CZ-133	341683,7	1091460,03	Libre Cubierto	0,7
30	CZ-141	340592,829	1093135,21	Libre Cubierto	0,7
31	CZ-143	353951,474	1088749,81	Libre	0,8
32	CZ-148	357560,11	1087734,77	Libre Cubierto	0,66
33	CZ-153	349163,015	1090277,87	Libre	0,7
34	CZ-154	349314,87	1090067,71	Libre	0,8
35	CZ-168	356453,919	1091363,12	Libre Cubierto	0,7
36	CZ-169	355401,841	1090206,82	Libre	0,9
37	PC-9	356852,534	1085875,12	Libre	0,8
38	PC-11	356852,462	1085785,11	Libre Cubierto	0,7
39	PC-15	358052,375	1085504,12	Libre Cubierto	0,7
40	PC-20	354962,308	1087132,78	Libre	0,8
41	PC-24	357574,774	1086070,57	Libre	0,9
42	PC-25	359898,853	1084599,54	Libre	0,9

43	PC-26	362951,185	1083389,98	Libre	0,85
44	PC-28	355195,906	1086593,53	Libre	0,8
45	PC-32	359643,441	1084117,7	Libre	0,8
46	PC-33	360153,116	1083644,24	Libre	0,8
47	PC-34	361071,056	1083452,49	Libre Cubierto	0,7
48	PC-35	361221,137	1083536,38	Libre	0,8
49	RA-92	363873,894	1080413,99	Libre	0,8
50	RA-133	367690,014	1078941,84	Libre	0,8
51	RA-134	367557,545	1077098,83	Libre	0,8
52	RA-135	367756,43	1075665,58	Libre	0,8
53	VE-86	365281,777	1089988,7	Libre	0,9
54	VE-118	367058,441	1091787,39	Libre	0,8
55	SEV-30	346366,371	1090025,06	Libre	0,8
56	SEV-31	342496,637	1091195,34	Libre	0,9
57	SEV-32	352080,241	1090023,49	Libre	0,8
58	SEV-33	353820,699	1092748,46	Libre	0,9
59	SEV-34	359538,76	1083275,69	Libre	0,9
60	SEV-35	365567,167	1089217,39	Libre	0,8

## Parámetro O

Punto	Pozo	X	Y	Parámetro O	Valor de O
1	CZ-16	354405,217	1089597,55	Arcilla	0,4
2	CZ-26	348730,128	1090502,25	Arcilla con arena	0,55
3	CZ-29	340005,099	1092359,53	Arcilla	0,4
4	CZ-30	340355,166	1092359,26	Limos	0,5
5	CZ-40	347657,501	1091177,22	Suelo arcilloso	0,4
6	CZ-42	339404,746	1092059,95	Suelo vegetal	0,4
7	CZ-45	339404,587	1091859,91	Suelo vegetal	0,4
8	CZ-46	339564,836	1092134,84	Suelos vegetal y arcilla	0,4
9	CZ-52	352689,603	1089123,87	Suelo vegetal	0,4
10	CZ-54	339894,959	1092209,59	Suelos vegetal, limos y arcilla	0,45
11	CZ-55	339835,042	1092329,66	Arcillas	0,4
12	CZ-57	341659,596	1091335,03	Suelos arenosos y arcillosos	0,55
13	CZ-62	352639,424	1088908,88	Arcillas	0,4
14	CZ-63	354253,557	1087557,41	Arcillas	0,4
15	CZ-65	339755,146	1092479,76	Suelo arcilloso	0,4
16	CZ-66	350155,425	1090601,12	Suelo arcilloso	0,4
17	CZ-69	340606,702	1092972,17	Arcillas	0,4
18	CZ-73	340463,498	1092751,24	Suelo vegetal	0,4
19	CZ-75	345754,195	1089929,53	Materiales arcillosos arenosos	0,55
20	CZ-76	346154,34	1090029,23	Materiales arcillosos arenosos	0,55
21	CZ-77	347555,465	1091153,29	Suelo arcilloso	0,4
22	CZ-79	347445,456	1091163,38	Suelo arcilloso	0,4

23	CZ-83	343208,717	1096107,66	Arcillas	0,4
24	CZ-97	346035,552	1090320,37	Arcillas con arenas	0,55
25	CZ-98	346054,371	1090089,32	Arcillas con arenas	0,55
26	CZ-106	349066,021	1090303,95	Material aluvial con arenas y gravas	0,7
27	CZ-131	347405,553	1091293,44	Suelos arcillosos depósito coluvio aluvial	0,4
28	CZ-133	341683,7	1091460,03	Suelo arenoso y limoso	0,55
29	CZ-141	340592,829	1093135,21	Suelo limo arcilloso	0,45
30	CZ-143	353951,474	1088749,81	Material arcilloso	0,4
31	CZ-148	357560,11	1087734,77	Arcilla	0,4
32	CZ-153	349163,015	1090277,87	Arcilla	0,4
33	CZ-154	349314,87	1090067,71	Arcilla	0,4
34	CZ-167	353327,304	1088642,29	Arcilla	0,4
35	CZ-168	356453,919	1091363,12	Arcillas, arenas y limos	0,55
36	CZ-169	355401,841	1090206,82	Material coluvio aluvial de arenas y gravas	0,7
37	PC-9	356852,534	1085875,12	Suelos arcillosos	0,4
38	PC-11	356852,462	1085785,11	Suelo vegetal limo arcillosos	0,45
39	PC-15	358052,375	1085504,12	Suelos arcillosos y arenosos	0,55
40	PC-20	354962,308	1087132,78	Materiales arcillosos y gravosos	0,6
41	PC-24	357574,774	1086070,57	Suelo arcilloso	0,4
42	PC-25	359898,853	1084599,54	Suelo arcilloso	0,4
43	PC-26	362951,185	1083389,98	Aluvión fino con limos y arcillas y poca arena	0,5
44	PC-28	355195,906	1086593,53	Materiales arcillosos y gravosos	0,6
45	PC-32	359643,441	1084117,7	Materiales coluvio aluviales arenosos	0,6
46	PC-33	360153,116	1083644,24	Materiales coluvio aluviales arenosos	0,6
47	PC-34	361071,056	1083452,49	Suelos arcillosos	0,4
48	PC-35	361221,137	1083536,38	Suelos arcillosos	0,4
49	RA-133	367690,014	1078941,84	Materiales arcillosos	0,4
50	RA-134	367557,545	1077098,83	Materiales arcillosos	0,4
51	RA-135	367756,43	1075665,58	Materiales arcillosos	0,4
52	VE-86	365281,777	1089988,7	Suelo vegetal	0,4
53	VE-118	367058,441	1091787,39	Arcilla	0,4
54	SEV-30	346366,371	1090025,06	Aluvión con capa de arcilla	0,45
55	SEV-31	342496,637	1091195,34	Arcillas y arenas	0,55
56	SEV-32	352080,241	1090023,49	Arcillas	0,4
57	SEV-33	353820,699	1092748,46	Aluvión de con poca arcilla	0,6
58	SEV-34	359538,76	1083275,69	Arenas de playa	0,6
59	SEV-35	365567,167	1089217,39	Arcillas	0,4
60	SEV-36	365418,133	1085529,18	Arcillas y arenas	0,55
61	SEV-37	366988,87	1078821,39	Arcilla	0,4
62	SEV-38	365322,698	1087458,43	Arcilla	0,4



## Parámetro D

Punto	Pozo	X	Y	Profundidad (m)	Rango D	Valor de D
1	CZ-5	354455,385	1089797,54	3,29	< 5 m	0,9
2	CZ-6	353655,359	1089898,2	3,27	< 5 m	0,9
3	CZ-8	353557,213	1092198,59	5,85	5-20 m	0,8
4	CZ-9	353456,629	1091498,58	5,14	5-20 m	0,8
5	CZ-10	353756,589	1091398,32	4,44	< 5 m	0,9
6	CZ-11	354155,103	1089497,74	2,96	< 5 m	0,9
7	CZ-12	354055,09	1089497,82	1,8	< 5 m	0,9
8	CZ-13	354253,909	1087997,46	3,44	< 5 m	0,9
9	CZ-14	353854,017	1088197,81	2,03	< 5 m	0,9
10	CZ-15	354153,656	1087697,5	4,57	< 5 m	0,9
11	CZ-16	354405,217	1089597,55	1,88	< 5 m	0,9
12	CZ-26	348730,128	1090502,25	9	5-20 m	0,8
13	CZ-29	340005,099	1092359,53	2	< 5 m	0,9
14	CZ-30	340355,166	1092359,26	8	< 5 m	0,9
15	CZ-40	347657,501	1091177,22	3,5	< 5 m	0,9
16	CZ-42	339404,746	1092059,95	3	< 5 m	0,9
17	CZ-45	339404,587	1091859,91	5	5-20 m	0,8
18	CZ-46	339564,836	1092134,84	5,5	5-20 m	0,8
19	CZ-52	352689,603	1089123,87	3	< 5 m	0,9
20	CZ-54	339894,959	1092209,59	3	< 5 m	0,9
21	CZ-55	339835,042	1092329,66	5	5-20 m	0,8
22	CZ-57	341659,596	1091335,03	7	5-20 m	0,8
23	CZ-62	352639,424	1088908,88	3	< 5 m	0,9
24	CZ-63	354253,557	1087557,41	3	< 5 m	0,9
25	CZ-65	339755,146	1092479,76	3,93	< 5 m	0,9
26	CZ-66	350155,425	1090601,12	8,03	5-20 m	0,8
27	CZ-69	340606,702	1092972,17	3	< 5 m	0,9
28	CZ-73	340463,498	1092751,24	5	5-20 m	0,8
29	CZ-75	345754,195	1089929,53	4	< 5 m	0,9
30	CZ-76	346154,34	1090029,23	4	< 5 m	0,9
31	CZ-77	347555,465	1091153,29	1	< 5 m	0,9
32	CZ-79	347445,456	1091163,38	7	5-20 m	0,8
33	CZ-83	343208,717	1096107,66	16	5-20 m	0,8
34	CZ-97	346035,552	1090320,37	8	5-20 m	0,8
35	CZ-98	346054,371	1090089,32	9	5-20 m	0,8
36	CZ-106	349066,021	1090303,95	8	5-20 m	0,8
37	CZ-131	347405,553	1091293,44	3,5	< 5 m	0,9
38	CZ-133	341683,7	1091460,03	7	5-20 m	0,8
40	CZ-143	353951,474	1088749,81	1,75	< 5 m	0,9
42	CZ-153	349163,015	1090277,87	6	5-20 m	0,8
43	CZ-154	349314,87	1090067,71	3,8	< 5 m	0,9

44	CZ-168	356453,919	1091363,12	3,65	< 5 m	0,9
45	CZ-169	355401,841	1090206,82	6,2	5-20 m	0,8
46	PC-1	360750,736	1083091,71	2,88	< 5 m	0,9
47	PC-2	360650,408	1082691,75	1,89	< 5 m	0,9
48	PC-3	361150,775	1083091,39	1,22	< 5 m	0,9
49	PC-4	362951,827	1084190,06	4,98	< 5 m	0,9
51	PC-9	356852,534	1085875,12	5,09	5-20 m	0,8
52	PC-11	356852,462	1085785,11	5	5-20 m	0,8
53	PC-15	358052,375	1085504,12	2,13	< 5 m	0,9
54	PC-20	354962,308	1087132,78	8,2	5-20 m	0,8
55	PC-24	357574,774	1086070,57	2,3	< 5 m	0,9
56	PC-25	359898,853	1084599,54	4,3	< 5 m	0,9
57	PC-26	362951,185	1083389,98	4	< 5 m	0,9
58	PC-28	355195,906	1086593,53	8,2	5-20 m	0,8
59	PC-32	359643,441	1084117,7	3,2	< 5 m	0,9
60	PC-33	360153,116	1083644,24	2,2	< 5 m	0,9
61	PC-34	361071,056	1083452,49	9,71	5-20 m	0,8
62	PC-35	361221,137	1083536,38	4,05	< 5 m	0,9
63	RA-2	363451,873	1084189,65	9,86	5-20 m	0,8
64	RA-3	363501,797	1084089,6	8,72	5-20 m	0,8
65	RA-4	363501,958	1084289,62	7,8	5-20 m	0,8
66	RA-6	363752,222	1084589,45	5,5	5-20 m	0,8
67	RA-7	363852,716	1085189,42	3,35	< 5 m	0,9
68	RA-8	364253,402	1085989,17	2,05	< 5 m	0,9
69	RA-9	364283,876	1086569,2	2,13	< 5 m	0,9
70	RA-10	365454,53	1087238,3	2,5	< 5 m	0,9
71	RA-11	365453,428	1085888,18	2,7	< 5 m	0,9
72	RA-13	364952,167	1084388,46	7,08	5-20 m	0,8
73	RA-14	363202,011	1084389,87	1,45	< 5 m	0,9
74	RA-15	365052,581	1084888,42	1,52	< 5 m	0,9
75	RA-16	366653,98	1086437,25	2,29	< 5 m	0,9
76	RA-18	365753,739	1086237,97	12	5-20 m	0,8
78	RA-69	367495,351	1075585,78	5	5-20 m	0,8
79	RA-133	367690,014	1078941,84	2,1	< 5 m	0,9
80	RA-134	367557,545	1077098,83	0,7	< 5 m	0,9
81	RA-135	367756,43	1075665,58	0,5	< 5 m	0,9
82	VE-20	365557,758	1091138,58	4,6	< 5 m	0,9
83	VE-21	365507,586	1090938,61	4,12	< 5 m	0,9
84	VE-22	365757,361	1090638,37	5,12	5-20 m	0,8
85	VE-23	365846,789	1089938,23	7,21	5-20 m	0,8
86	VE-25	365886,379	1089438,15	4,8	< 5 m	0,9
87	VE-26	365605,611	1088538,3	4,3	< 5 m	0,9
88	VE-28	365205,204	1088088,59	3,6	< 5 m	0,9
89	VE-29	365357,988	1091438,78	5,74	5-20 m	0,8

90	VE-30	365258,186	1091688,89	2,02	< 5 m	0,9
91	VE-31	364558,034	1091589,46	7	5-20 m	0,8
92	VE-32	364458,357	1091989,58	6,4	5-20 m	0,8
93	VE-34	363105,904	1089190,42	3,65	< 5 m	0,9
94	VE-37	367709,465	1092936,95	11,15	5-20 m	0,8
95	VE-38	367758,966	1092336,86	6,6	5-20 m	0,8
96	VE-39	367758,924	1092286,85	7,73	5-20 m	0,8
97	VE-40	370256,625	1089284,51	5,5	5-20 m	0,8
98	VE-41	370206,371	1088984,53	2,4	< 5 m	0,9
99	VE-42	369756,087	1088684,88	4,7	< 5 m	0,9
100	VE-43	369405,189	1087635,09	8,01	5-20 m	0,8
101	VE-44	367259,55	1093087,35	9,2	5-20 m	0,8
102	VE-86	365281,777	1089988,7	4	< 5 m	0,9
103	VE-117	364958,24	1091789,15	2,74	< 5 m	0,9
104	VE-118	367058,441	1091787,39	5,16	5-20 m	0,8
105	SEV-30	346366,371	1090025,06	2,92	< 5 m	0,9
106	SEV-31	342496,637	1091195,34	3,67	< 5 m	0,9
107	SEV-32	352080,241	1090023,49	3,53	< 5 m	0,9
108	SEV-33	353820,699	1092748,46	5,95	5-20 m	0,8
109	SEV-34	359538,76	1083275,69	2,6	< 5 m	0,9
110	SEV-35	365567,167	1089217,39	4,29	< 5 m	0,9
111	2	343064,527	1090928,84	1,36	< 5 m	0,9
112	3	349349,06	1090298,72	5,29	5-20 m	0,8
113	4	349759,213	1090411,41	1,79	< 5 m	0,9
114	5	350462,056	1092561,17	2,85	< 5 m	0,9
115	6	352152,974	1089678,38	2,47	< 5 m	0,9
116	7	351040,827	1088444,09	5,61	5-20 m	0,8
117	8	354175,72	1089019,66	2,98	< 5 m	0,9
118	9	354175,748	1087808,5	3,1	< 5 m	0,9
119	10	363828,026	1084337,36	4,13	< 5 m	0,9
120	11	364265,865	1086557,21	6,77	5-20 m	0,8
121	12	364278,827	1086509,2	5,46	5-20 m	0,8
122	13	364854,619	1088633,93	2,63	< 5 m	0,9
123	14	365269,72	1088708,59	3,77	< 5 m	0,9
124	15	365681,644	1089781,35	4,86	< 5 m	0,9
125	16	365381,978	1091423,76	6,8	5-20 m	0,8
126	17	365645,377	1091871,58	4,69	< 5 m	0,9
127	18	367201,913	1093525,44	13,39	5-20 m	0,8