



INFORME FINAL PRELIMINAR

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE FASE 2 PARA EL
PLAN REGULADOR DE NOSARA**

Proyecto: Estudios hidrogeológicos para los planes reguladores

Nosara, Playa Guiones

Contraparte Técnica y Administrativa de la contratación:

Nosara Civic Association



Julio de 2020

Equipo profesional

Ing. Hidrogeól. Federico Arellano
Hartig, M.Sc.

Geól. Lic. Manuel Mora Picado

Geól. Adrián Martínez Alpízar

Cartóg. Katherine Padilla Umaña

Geóg. Andrey Villalobos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. OBJETIVO	9
1.2. METODOLOGÍA APLICADA.....	9
2. ÁREA DE ESTUDIO	11
3. INFORMACIÓN DE POZOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO ...	13
3.1. Registro de pozos del SENARA.....	13
3.1.1. Ubicación.....	13
3.1.2. Profundidad	13
3.1.3. Nivel estático	15
3.1.4. Caudal	15
3.1.5. Transmisividad.....	16
3.1.6. Prueba de bombeo	18
3.1.7. Litología	18
3.1.8. Otros datos	18
3.1.9. Tabla integral de datos	18
3.2. Registros del MINAE	27
3.2.1. Usuarios	27
3.2.2. Ubicación.....	27
3.2.3. Tipo de fuente.....	29
3.2.4. Estado de las concesiones	29
3.2.5. Caudal	30
3.2.6. Tipo de uso.....	31
3.2.7. ASADAS y AyA.....	32
3.2.8. Otros datos	32
3.2.9. Tabla integral de datos	34
4. INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA	43
4.1. Geología.....	43
4.1.1. Geología regional	43
4.1.2. Geología local.....	50
4.1.3. Geología Estructural	57

4.1.4.	Afloramientos y estructuras geológicas locales	59
4.1.5.	Perfiles Geológicos.....	61
4.1.6.	Geofísica de la zona de estudio.....	66
4.1.7.	Características hidráulicas de los suelos.....	72
5.	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA	75
5.1.	Información Meteorológica del Instituto Meteorológico Nacional	75
5.1.1.	Estación meteorológica Nosara.....	75
5.1.2.	Estación meteorológica Garza Fenco.....	76
5.1.3.	Estación meteorológica Bobbi Jhonson.....	76
5.2.	Cantidad y calidad de series	80
6.	MODELO HIDROGEOLÓGICO.....	81
6.1.	Hidrogeología.....	82
6.1.1.	Clasificación hidrogeológica y potencial acuífero de las unidades litológicas, extensión y espesor de acuíferos zona no saturada y saturada ...	82
6.1.2.	Perfiles hidrogeológicos.....	88
7.	RECARGA POTENCIAL Y MAPA DE RECARGA POTENCIAL	94
7.1.	Parámetros del balance hídrico.....	98
7.2.	Clasificación de las zonas de recarga potencial.....	98
7.3.	Propuesta de manejo según las zonas de recarga	99
8.	VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN Y MAPA DE VULNERABILIDAD	100
8.1.	Análisis de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero por el método GOD 101	
8.2.	Propuesta de manejo del uso del suelo para protección del recurso hídrico subterráneo.....	103
9.	ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO Y MAPA DE ZONAS DE PROTECCIÓN	105
9.1.	Zonas de protección para manantiales	105
9.2.	Zonas de protección para pozos de uso privado.....	107
9.3.	Zonas de protección de fuentes para abastecimiento público.....	109
9.4.	Levantamiento de fuentes de abastecimiento público en campo	111
10.	ZONIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA.....	113
10.1.	Mapa hidrogeológico integrado.....	113
10.2.	Propuesta de Manejo del Uso del suelo.....	115

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
--------------------------------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información detallada de pozos registrados en el área de estudio (SENARA 2017)	21
Cuadro 2. Concesiones otorgadas en el área de estudio (MINAE 2017)	35
Cuadro 3. Concesiones Otorgadas por MINAE en nacientes	40
Cuadro 4. Concesiones Otorgadas por MINAE a ASADAS y al AyA.	41
Cuadro 5. Detalles de los afloramientos identificados	60
Cuadro 6. Resultados de los muestreos geotécnicos de suelos y las pruebas de infiltración de doble anillo para el área de estudio de Nosara.	73
Cuadro 7. Registro de información meteorológica de estaciones dentro y cercanas a la zona de estudio.	78
Cuadro 8. Resumen de los valores asignados según la metodología G.O.D.....	102
Cuadro 9. Condicionantes para el desarrollo de la actividad urbanística, comercial masiva y hotelera según la vulnerabilidad acuífera a la contaminación.	117
Cuadro 10. Condicionantes para el desarrollo de la actividad agrícola según la vulnerabilidad acuífera a la contaminación.....	119
Cuadro 11. Pautas regulatorias sobre las coberturas de las diferentes actividades productivas en las zonas de crecimiento urbano según la clasificación de la recarga potencial acuífera.....	121

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del área de estudio (Mapa 1 en el Atlas cartográfico).....	12
Mapa 2. Ubicación de pozos registrados en el área de estudio (Mapa 2 en el Atlas cartográfico)	14

Mapa 3. Ubicación de pozos con registros de transmisividad según formación geológica y unidad hidrogeológica (Mapa 3 en el Atlas cartográfico).....	17
Mapa 4. Ubicación de pozos con registro litológico reportado según SENARA (2017) (Mapa 4 en el Atlas cartográfico)	19
Mapa 5. Ubicación de pozos registrados a 1Km de la línea de costa según SENARA (2017) (Mapa 5 en el Atlas cartográfico).....	20
Mapa 6. Ubicación de fuentes concesionadas según MINAE (2017) registradas en el área de estudio (Mapa 6 en el Atlas cartográfico)	28
Mapa 7. Ubicación de fuentes del AyA y ASADAS reportada según MINAE (2017) (Mapa 7 en el Atlas cartográfico).....	33
Mapa 8. Geología regional de las hojas cartográficas Garza y Cerro Brujo (Denyer et al. 2013) (Mapa 8 en el Atlas cartográfico).....	49
Mapa 9. Ubicación de afloramientos y estructuras geológicas en el área de estudio (Mapa 9 en el Atlas cartográfico).....	65
Mapa 10. Ubicación de los estudios de geofísica y los perfiles geológicos en el área de estudio (Mapa 10 en el Atlas cartográfico)	71
Mapa 11. Ubicación de las estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (2017) (Mapa 11 en el Atlas cartográfico)	79
Mapa 12. Mapa hidrogeológico de la zona de estudio (Hidrogeotecnia Ltda, 2020) (Mapa 12 en el Atlas cartográfico).....	93
Mapa 13. Ubicación de la recarga potencial perteneciente a la zona de estudio (Mapa 13 en el Atlas cartográfico).....	97
Mapa 14. Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación para el área de estudio (Mapa 14 en el Atlas cartográfico)	104
Mapa 15. Mapa de ubicación de las zonas de protección de manantiales registrados en el área de estudio (Mapa 15 en el Atlas cartográfico).....	106
Mapa 16. Mapa de ubicación de las zonas de protección de pozos registrados en el área de estudio (Mapa 16 en el Atlas cartográfico)	108
Mapa 17. Ubicación de las zonas de protección de fuentes para abastecimiento público registrados en el área de estudio (Mapa 17 en el Atlas cartográfico)	110

Mapa 18. Mapa de levantamiento en campo de fuentes de abastecimiento público registrados en el área de estudio	112
Mapa 19. Mapa de zonificación hidrogeológica integrado del área de estudio ..	114

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Profundidades reportadas para los pozos registrados en la base de datos de SENARA (2017)	13
Gráfico 2. Nivel estático registrado en la base de datos de SENARA (2017).....	15
Gráfico 3. Caudales registrados en la base de datos de SENARA (2017).....	16
Gráfico 4. Porcentaje de concesiones según tipo de fuente (MINAE, 2017).....	29
Gráfico 5. Estado de las concesiones ante el MINAE (2017).....	30
Gráfico 6. Caudal de las concesiones reportadas en la base de datos del MINAE (2017).....	31
Gráfico 7. Tipo de uso reportadas en la base de datos del MINAE (2017)	31
Gráfico 8. Gráfico de tendencia de los datos de precipitación promedio de las estaciones meteorológicas dentro y cercanas al área de estudio.	77

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico corresponde con el estudio hidrogeológico de Fase 2 para un área determinada del distrito de Nosara, del cantón de Nicoya, el cual es desarrollado según los términos de referencia establecidos por el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) en el Acuerdo No. 4975 de la Sesión 666-15 del 9 de marzo del 2015; así también en cumplimiento de lo señalado por la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia en su Voto N°12109-2008 y N°008892- 2012 referente a la aplicación de la Matriz del SENARA y a lo indicado por el Acuerdo de la Junta Directiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo en el artículo II, inciso 5) del acta de la sesión ordinaria N° 6010 del 31 de octubre del 2013 referente a la aplicación de la Matriz de Criterio de Uso de Suelo según la Vulnerabilidad a la Contaminación de Acuíferos para la Protección del Recurso Hídrico en el Plan Regulador del cantón.

Esta fase de estudio comprende la integración de toda la información geológica de carácter regional y local, de uso del suelo, información meteorológica, de registros hidrológicos, estudios de suelos e información hidrogeológica recopilada durante el diagnóstico hidrogeológico de Fase 1, lo anterior con la finalidad de desarrollar un estudio hidrogeológico detallado y extensivo de la zona del cantón determinada por parte del SENARA y de la Municipalidad de Nicoya.

Dentro de las tareas a ejecutar en este estudio se encuentra la determinación de un modelo hidrogeológico conceptual del área de estudio, de manera que sea posteriormente integrado como un insumo en el proceso de ordenamiento ambiental del territorio. Así también, el de estudiar las características físicas e hidráulicas de la zona no saturada según los términos de referencia de SENARA, para conocer las propiedades del subsuelo que inciden en el flujo y recarga del agua subterránea, identificar la vulnerabilidad intrínseca de las principales unidades hidrogeológicas y acuíferos presentes en la zona y establecer las zonas de protección para las fuentes de abastecimiento de agua. Con lo cual, finalmente se realiza una propuesta de uso y manejo del suelo en función de las características hidrogeológicas determinadas para el área de estudio.

1.1. OBJETIVO

El principal objetivo de trabajo corresponde con la elaboración del estudio hidrogeológico de la Fase 2 como complemento para el Plan Regulador del área determinada como el distrito de Nosara, del cantón de Nicoya; lo anterior, acatando el procedimiento para la elaboración, presentación y aprobación de los estudios para la incorporación del componente hidrogeológico en los planes reguladores y la metodología establecida por parte del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) en el Acuerdo No. 4975 de la Sesión 666-15 del 9 de marzo del 2015, así también en seguimiento del diagnóstico hidrogeológico de Fase 1 previamente aprobado mediante el oficio No. SENARA-DIGH-UI-103-2019 del 01 de agosto del 2019, y en cumplimiento de lo señalado por parte de la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia en su voto N° 12109-2008 y N° 008892-2012 referente a la aplicación de la Matriz del SENARA, lo indicado por el acuerdo de la junta directiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, en el artículo II, inciso 5) del acta de las sesión ordinaria N°6010 del 31 de octubre del 2013 referente a la publicación de la matriz de criterio de uso del suelo según la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos para la protección del recurso hídrico en el plan regulador del cantón, y lo dispuesto en el reglamento de la transición para la revisión y aprobación de planes reguladores bajo Decreto Ejecutivo N°39150-MINAE-MAG-MIVAH-PLAN-TUR.

1.2. METODOLOGÍA APLICADA

El presente estudio hidrogeológico fue realizado aplicando la metodología establecida por parte del SENARA para la elaboración de los estudios para los planes reguladores.

Dicha metodología incluye tres fases de trabajo las cuales corresponden con: Fase 1 de diagnóstico hidrogeológico, Fase 2 de elaboración del estudio hidrogeológico y Fase 3 de definición de las políticas de manejo.

Asimismo, deberán se consideran como referencia los resultados obtenidos durante el diagnóstico hidrogeológico de la Fase 1 y lo indicado por el SENARA en el Oficio No. SENARA-DIGH-UI-103-2019 del 01 de agosto del 2019, principalmente el recuadro denominado "*Resumen de la propuesta para la elaboración de la fase 2 estudios hidrogeológicos para el plan regulador*".

El presente estudio abarca la Fase 2 de elaboración del estudio hidrogeológico, la cual es realizada conforme a los resultados obtenidos a partir del diagnóstico hidrogeológico de la Fase 1, y que además cumplirá a cabalidad con los términos de referencia señalados en dicha primera etapa.

El estudio hidrogeológico estará enfocado principalmente en el área de delimitada en la Fase 1 con información hidrogeológica generada durante la investigación de campo y con la información del área de crecimiento urbano proyectado.

Los productos finales obtenidos durante la presente fase darán como resultado un mapa de zonificación de áreas de manejo hidrogeológicas y de una propuesta de manejo del uso del suelo para la sostenibilidad de la calidad y cantidad del recurso hídrico subterráneo, atendiendo a lo dispuesto en la normativa vigente, así como otros lineamientos de manejo existentes (por ejemplo, la matriz de vulnerabilidad acuífera).

El estudio hidrogeológico es elaborado con el objetivo de establecer el modelo hidrogeológico conceptual de los acuíferos o unidades hidrogeológicas presentes el área de estudio, de determinar la condición de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de estas unidades hidrogeológicas, de definir las zonas de recarga potencial de los acuíferos y las zonas de protección de las principales fuentes de abastecimiento, todo lo anterior con la finalidad de contar con una zonificación hidrogeológica y una propuesta de manejo para el área de estudio.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio ha sido definida bajo dos criterios: distribución administrativa de los gobiernos locales (línea divisoria entre el cantón de Nicoya y Santa Cruz) y la geomorfología de la zona, lo anterior basándose principalmente en la cuenca costera del río Nosara y el Río Rempujo.

La zona posee parte de la subcuenca del río Nosara, parte de la subcuenca del río Montana y la subcuenca del río Rempujo (Fase 1 de diagnóstico hidrogeológico).

Administrativamente, el área de estudio corresponde al distrito de Nosara del cantón de Nicoya, de la provincia de Guanacaste (Mapa 1).

La extensión del área de estudio abarca poco más de 60 kilómetros cuadrados de extensión espacial, y se ubica en las hojas cartográficas Cerro Brujo y Garza escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional.



Mapa 1. Ubicación Área de Estudio

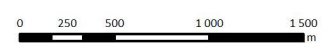
NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

- Poblados
- Red Vial
- Hidrología
- Cantones**
- NICOYA
- SANTA CRUZ
- Área de estudio

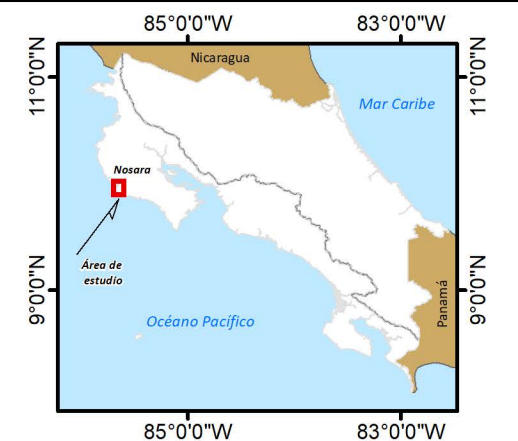


1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de
Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:



3. INFORMACIÓN DE POZOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Registro de pozos del SENARA

3.1.1. Ubicación

Como parte fundamental de los insumos necesarios y obtenidos en el diagnóstico hidrogeológico de la Fase 1 realizado para la zona de Nosara, fue realizada una revisión y procesamiento de la información de los pozos registrados en la base de datos de SENARA para el 2017.

Se registra un total de 166 pozos en la base de datos de SENARA, de los cuales existen un total de 77 pozos concesionados con aprovechamiento de agua subterránea. A partir de esta información, fue generado un mapa con la ubicación de los pozos dentro del área de estudio, la cual se muestra en el Mapa 2.

3.1.2. Profundidad

Los pozos registrados presentan una profundidad promedio de 43.5 m, siendo la profundidad mínima de 8 m y la profundidad máxima 212 m. En el Gráfico 1, se puede observar que la mayoría de los pozos poseen profundidades entre 0 m y 50 m. Hay 9 pozos que no posee información sobre profundidad (SENARA 2017).

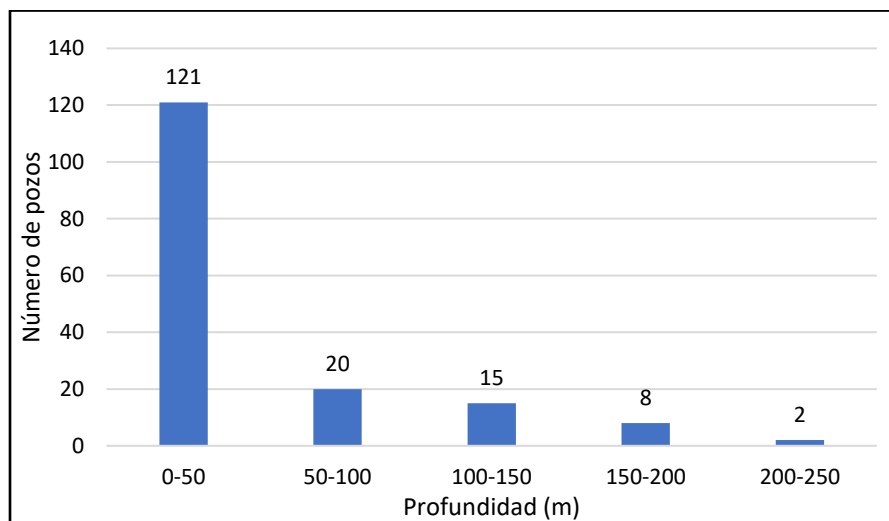
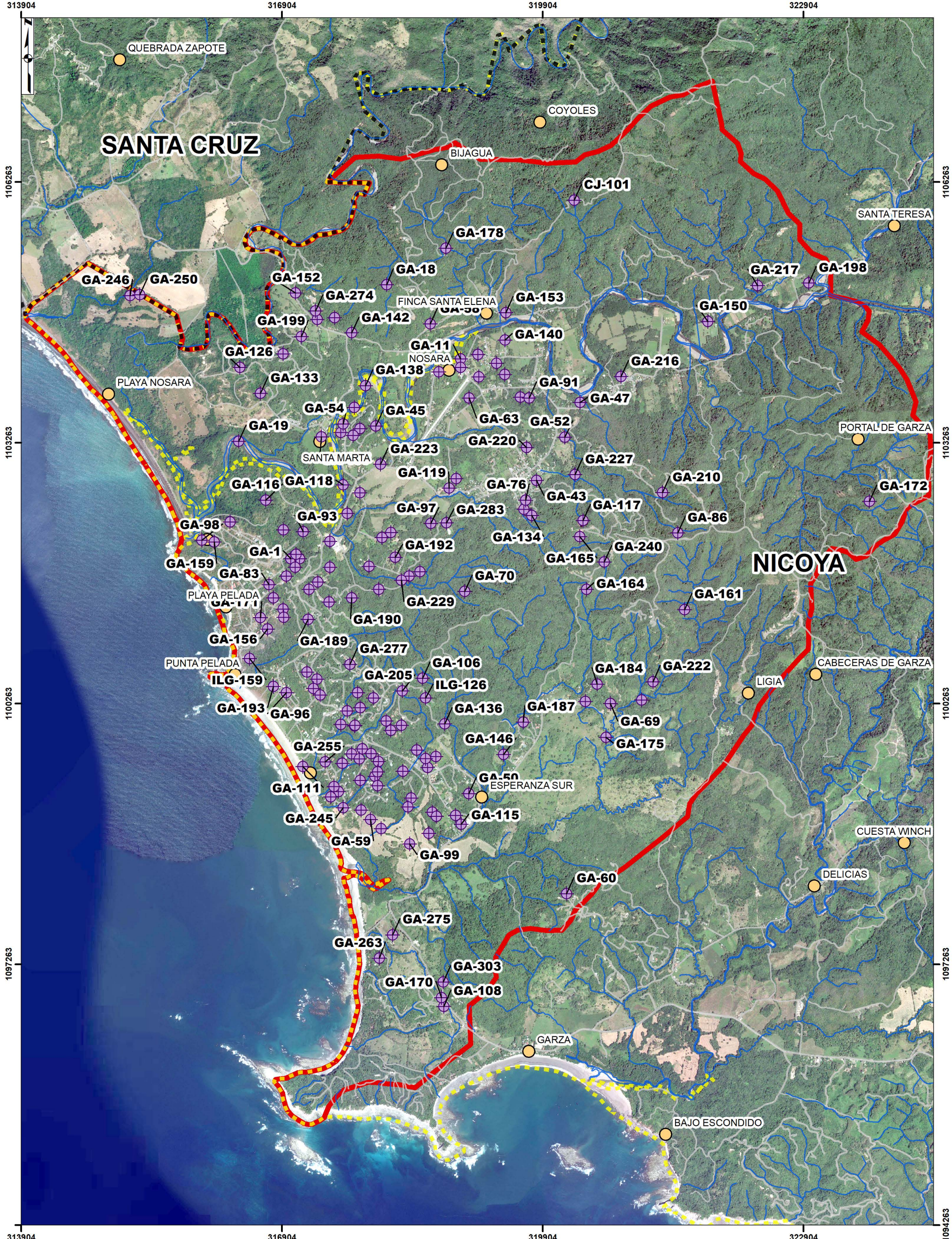


Gráfico 1. Profundidades reportadas para los pozos registrados en la base de datos de SENARA (2017)



Mapa 2. Ubicación de Pozos según SENARA

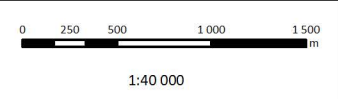
NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

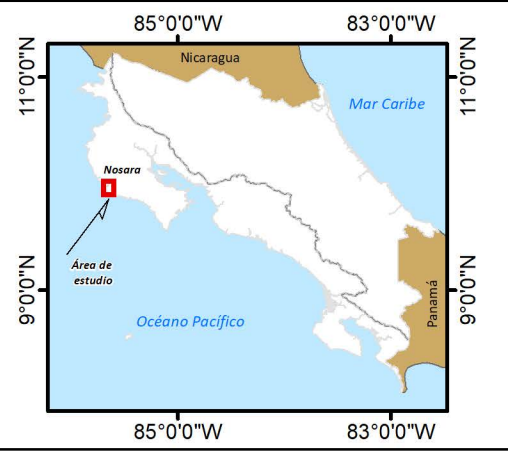
Simbología

- Pozos SENARA
- Poblados
- Red Vial
- Hidrología
- Cantones**
- NICOYA
- SANTA CRUZ
- Área de estudio



Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Pozos (SENARA, 2017)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HST HIDROGEOLOGÍA, S.A.S.



3.1.3. Nivel estático

El promedio de los niveles estáticos para los pozos registrados es de 9 m, siendo el nivel mínimo de 0.16 m y el nivel máximo 132 m.

Como se puede observar en el Gráfico 2, hay una variabilidad en los valores de nivel estático, lo que da indicios de un sistema complejo de múltiples acuíferos diferenciados.

La mayoría de los pozos presentan un nivel entre 0 m y 5 m, tal como se muestra en el Gráfico 2.

Es importante recalcar que existen 51 pozos que no poseen información sobre el nivel estático, o bien, reportados como 0 (SENARA 2017).

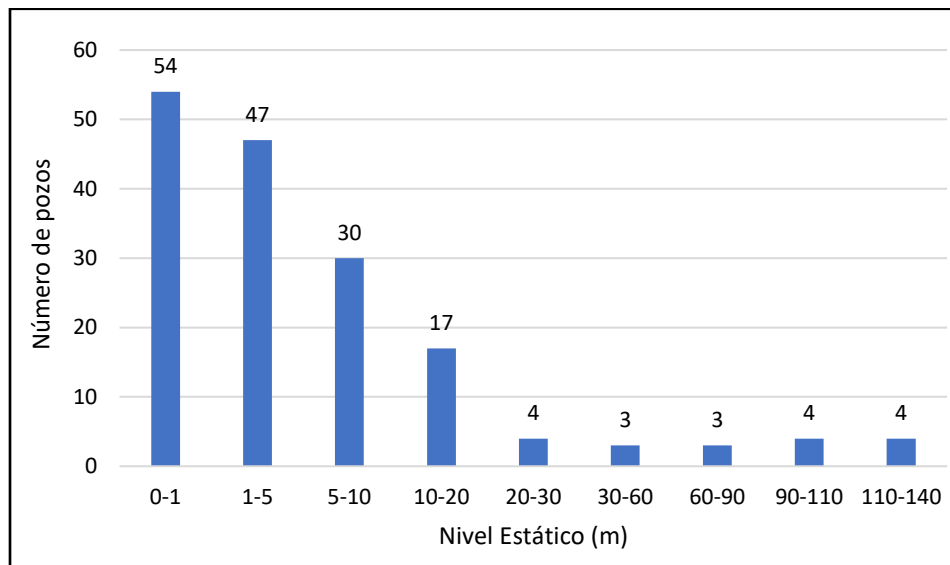


Gráfico 2. Nivel estático registrado en la base de datos de SENARA (2017)

3.1.4. Caudal

El promedio de caudales de los pozos registrados es de 0.74 L/s, con un consumo mínimo de 0.1 L/s y máximo de 24 L/s y un total de 190.24 L/s. La mayoría de los pozos posee un consumo entre 0,1 L/s y 1 L/s, tal como se puede observar en el

Gráfico 3 (SENARA 2017). Es importante indicar que para un 37% de los pozos registrados no se indican datos de caudal.

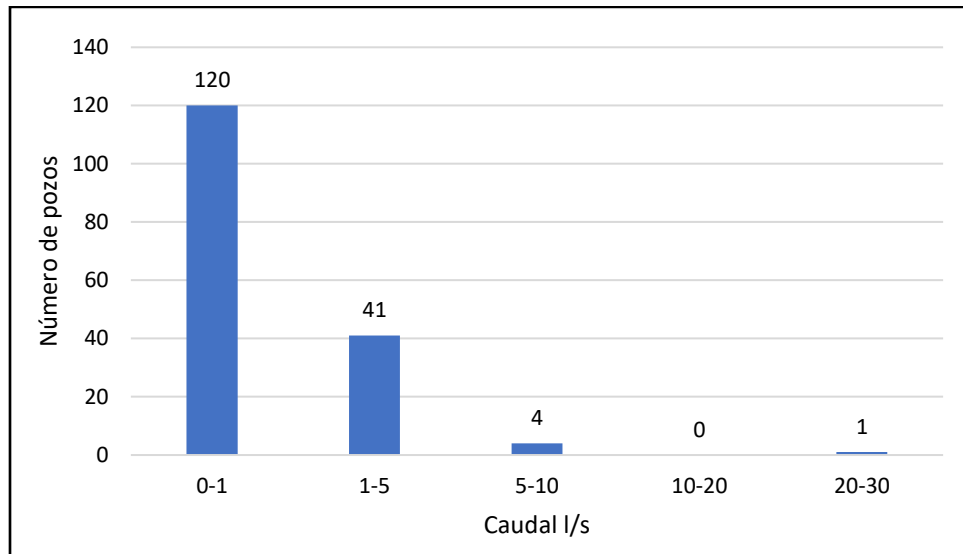


Gráfico 3. Caudales registrados en la base de datos de SENARA (2017)

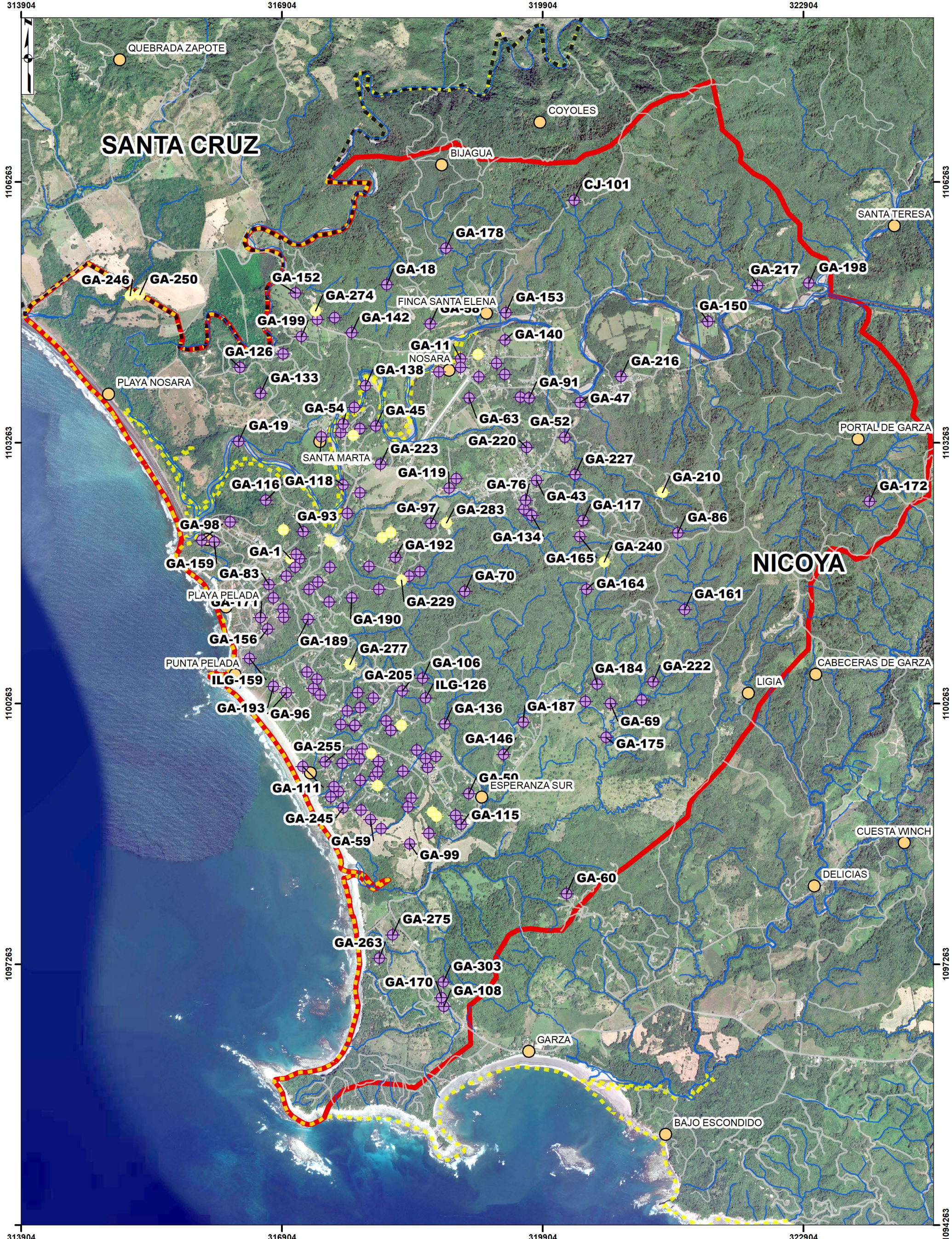
3.1.5. Transmisividad

En los registros de SENARA, tan sólo se reporta un total de 20 pozos con datos de transmisividad, es decir, un 88% de los pozos carecen de este dato.

Las transmisividades reportadas varían entre los 0.23 m²/día a 1581 m²/día. (Cuadro 1). Los datos de transmisividad son valorados siguiendo los parámetros indicados por parte de la DIGH de SENARA (SENARA, 2017).

Sin embargo, los registros sobre transmisividad son elaborados por terceros y no se cuenta siempre con las memorias de cálculos y gráficas para analizar la certeza de los datos. Para los alcances del estudio hidrogeológico de Fase 2 son utilizados los datos de transmisividades de los pozos que cuenten con las respectivas memorias de cálculo y gráficos.

Entre ellos, los pozos GA-1, GA-12, GA-131, GA-210, GA-225, o cualquiera que se indica en el Cuadro 1 con reporte de bombeo.



Mapa 3. Ubicación de Pozos con transmisividades según formación geológica y unidad hidrogeológica
NOSARA CIVIC ASSOCIATION
 "Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

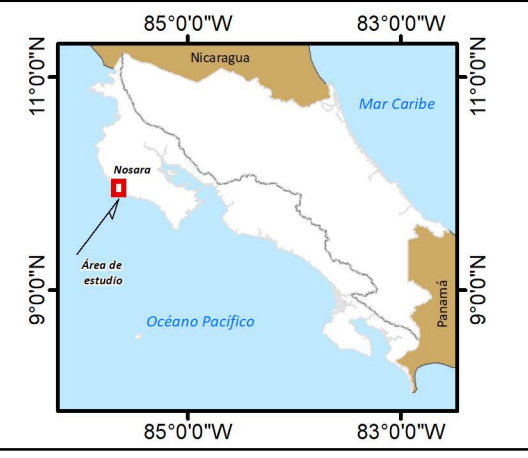
Pozos SENARA	— Red Vial
Transmisividad	— Hidrología
● Si	■ NICOYA
⊕ No	■ SANTA CRUZ
○ Poblados	■ Área de estudio

0 250 500 1000 1500 m
 1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
 Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
 Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
 Pozos (SENARA, 2017)
 Área de Estudio (HGT, 2017)
 Hidrología (IGN, 2017)
 Capas Base (SNIT, 2017)
 Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HST HIDROGEOLOGÍA, S.A.S.



3.1.6. Prueba de bombeo

De la totalidad de los pozos registrados dentro del área de estudio, tan sólo 20 de ellos poseen una prueba de bombeo según los registros de SENARA (SENARA, 2017). A partir de esta información se pueden obtener datos relativos a los acuíferos captados.

3.1.7. Litología

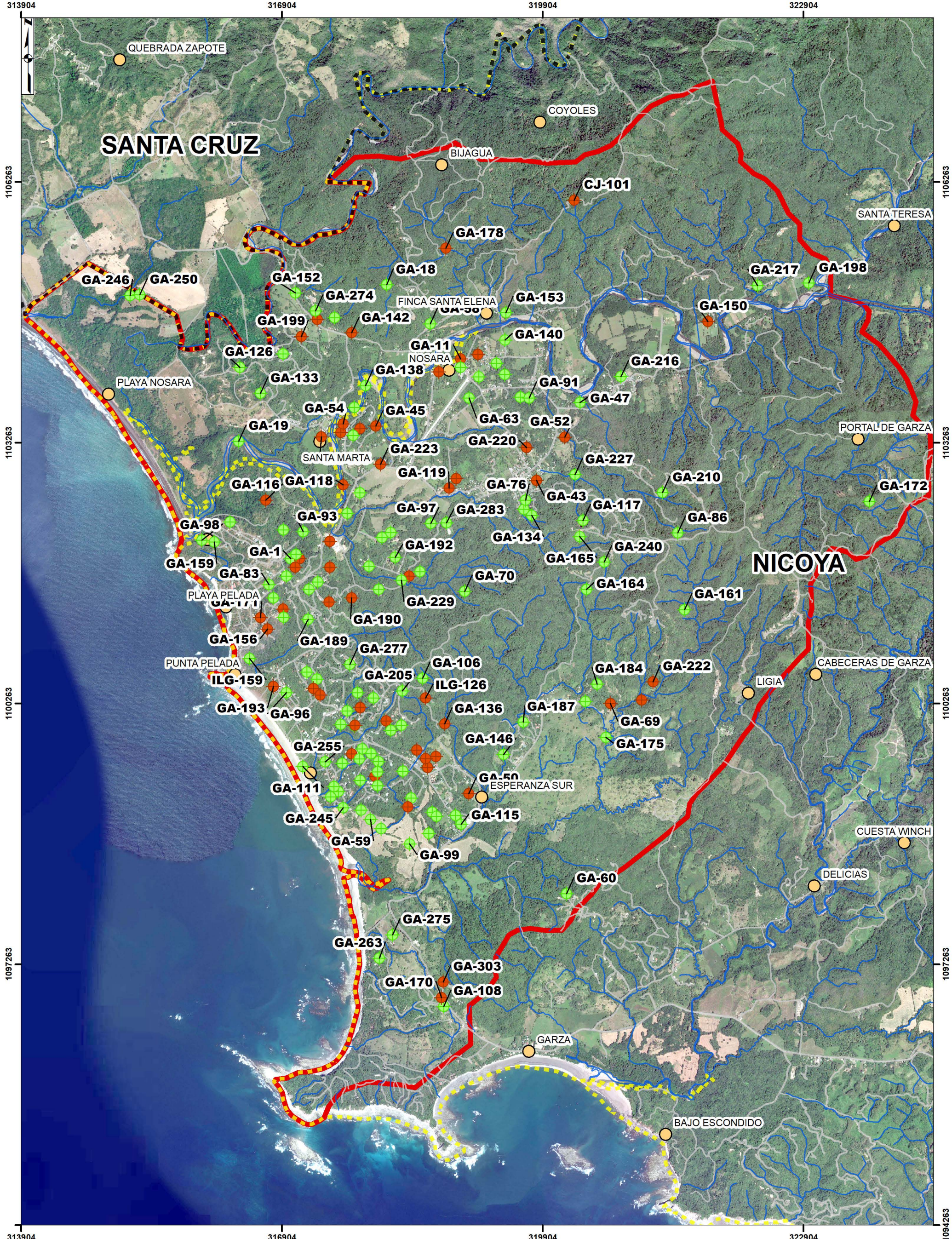
Según los registros de SENARA, un total de 112 pozos poseen registro litológico reportado (Mapa 4) (SENARA, 2017), lo que representa un 67.4% de los pozos con este tipo de información básica para un estudio hidrogeológico.

3.1.8. Otros datos

Es importante indicar que un total de 11 pozos con concesión tramitada ante la Dirección de Agua, se ubican a un 1 km, o menos, de la línea de costa. Los mismos poseen una vulnerabilidad considerable a la intrusión salina debido a la cercanía con el mar y la topografía de la zona. En el Mapa 5, se pueden observar los mismos (SENARA, 2017)

3.1.9. Tabla integral de datos

En el Cuadro 1 se muestra la información detallada para los pozos registrados en SENARA, incluyendo sus coordenadas de ubicación en la proyección CRTM05, profundidad, elevación, propietario, nivel estático, uso, entre otros.



Mapa 4. Ubicación de Pozos registrados con Litología reportada según SENARA (2017)

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

Pozos SENARA	— Red Vial
Litología	— Hidrología
● Si	Cantones
● No	■ NICOYA
● Poblados	■ SANTA CRUZ
	■ Área de estudio

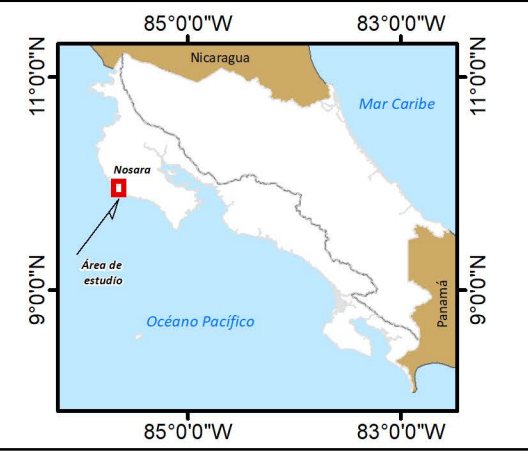
0 250 500 1000 1500 m

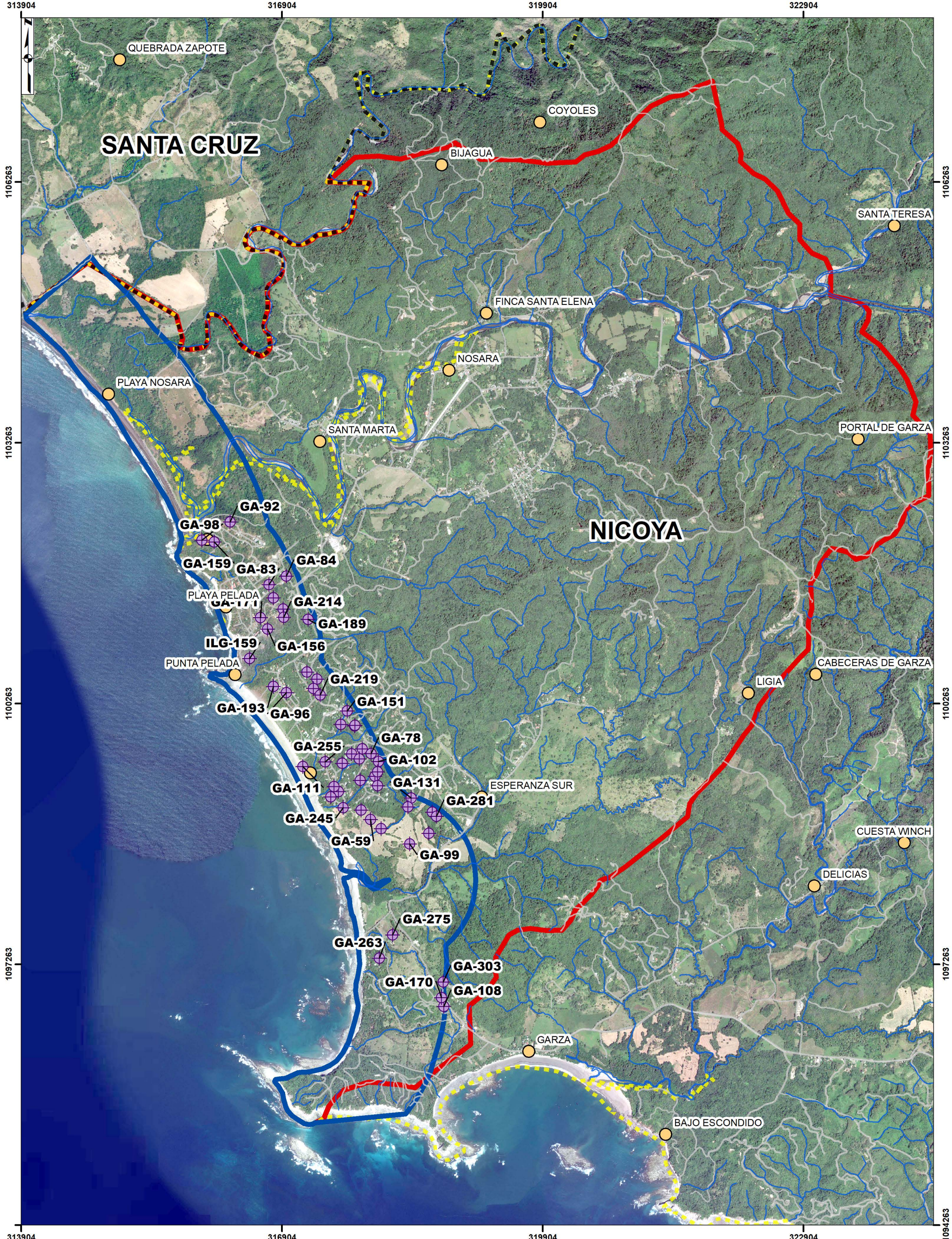
1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Pozos (SENARA, 2017)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)


Elaborado por:
HST HIDROGEOLOGÍA, S.A.S.





Mapa 5. Ubicación de Pozos registrados a 1Km de la costa según SENARA (2017)

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

Pozos SENARA	Área de 1km de la costa
Poblados	Cantones
Red Vial	NICOYA
Hidrología	SANTA CRUZ
	Área de estudio

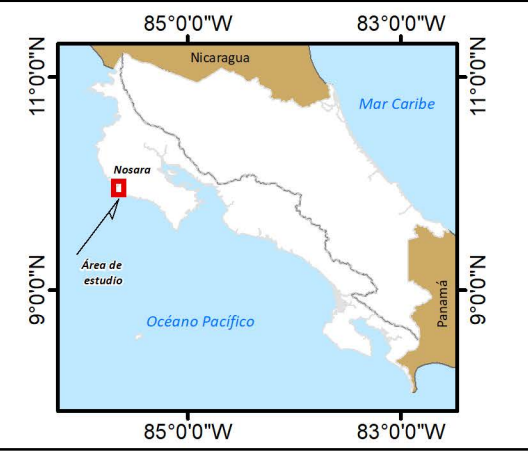
0 250 500 1000 1500 m

1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Pozos (SENARA, 2017)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HST HIDROGEOTECNIA, Ltda.



Cuadro 1. Información detalla de pozos registrados en el área de estudio (SENARA 2017)

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
CJ-101	80	1106054	320266	288	0	0	0	0	DESARROLLOS RANCHO MAR AZUL NOSARA, LTDA.	Urbanístico	
GA-1	45	1101930	317007	20	1	10	24	14	INVER.DE NOSARA	Potable y Abrevadero	Si
GA-100	175	1099249	317555	21	3	0	0	0	MARIAANGLAD ASOLER	DOMEST- RIEGO	
GA-101	10	1098768	318595	14	2	6	2	0	THREE FRIENDS OF NOSARA S.A.	DOMESTICO	
GA-102	20	1099596	318017	31	5	11	0	0	CREACIONES PACIFICA DE C.R.	DOMESTICO	
GA-103	90	1100389	317776	133	46	0	2	0	INST.LENGUAJE ESPAÑOLA DE C. R.	DOMESTICO	
GA-104	40	1099483	318296	35	3	0	0	0	BABY JOE & LITTLE CATALINA DE NOSARA S A	DOMEST- RIEGO	
GA-105	20	1099039	317815	8	9	15	0	0	KIVORACKS.A	DOMESTICO	
GA-106	25	1100554	318522	79	0	0	0	0	S.A.DECUSTO DIADEPROPIED ADES	DOMESTICO	
GA-107	30	1102849	318908	11	0	0	0	0	GLORIAE.JUAR EZNOGUERA	DOMEST- RIEGO	
GA-108	25	1096779	318766	38	0	0	0	0	QUINTA BLUE BEACH S.A.	DOMESTICO	
GA-109	20	1100625	317191	23	5	0	0	0	GARDNER Y ASOCIADOS S.A	DOMESTICO	
GA-11	30	1104229	318960	8	0	0	0	0	AYA	ABAST.PUBLIC O	
GA-110	20	1099189	317465	15	5	10	0	0	NUEVE PUNTO NUEVE GRADO NORTE S A	DOMESTICO	
GA-111	8	1099539	317145	8	3	5	0	0	OSTRA DEL MAR S A	DOMESTICO	
GA-113	18	1100024	317581	24	2	9	0	0	COSTA HOTEL CREACIONES S A	DOMESTICO	
GA-114	30	1101575	318018	27	13	22	0	0	SHOOK HOLDING CORPORATION	DOMESTICO	
GA-115	60	1098875	318968	20	4	19	1	0	TERRY WILLIANS LEWIS	RIEGO	
GA-116	40	1102604	316719	14	0	0	0	0	INVERSINESJ OJUNGS.A	DOMESTICO	
GA-117	100	1102368	320368	238	15	0	10	0	VIENTOS DE KESNOSHA S A	DOMESTICO	
GA-118	40	1102780	317608	18	0	0	0	0	MIKEANDMARJ ORE??S	DOMESTICO	
GA-119	38	1102741	318829	10	0	0	0	0	PETERDAVIDK YBURG	DOMEST- RIEGO	
GA-12	31	1104129	318959	10	5	7	5	0	COMUNAL	ABAST.PUBLIC O	Si
GA-125	150	1104286	316919	50	102	119	1	0	STEPHEN MICHAEL RADL	DOMESTICO	
GA-126	105	1104131	316419	39	61	62	1	0	STEPHEN MICHAEL RADL	DOMESTICO	
GA-127	20	1099528	318581	19	0	0	0	0	ANDREWCAM ACHO	DOMEST- RIEGO	
GA-128	80	1099653	318676	20	0	0	0	0	ANDREWGERA RDCAMACHO	DOMEST- RIEGO	
GA-130	100	1101430	317447	69	0	0	0	0	MURPHREYPR OPERTIESS.A.	DOMESTICO	

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
GA-131	33	1099175	318390	19	9	17	5	0	BABY JOE Y LITTLE CATALINA DE NOSARA S A	DOMEST- RIEGO	Si
GA-133	110	1103831	316659	40	5	57	1	0	HARMONY TIMES S.A.	DOMESTICO	
GA-134	30	1102428	319778	146	9	15	2	0	LACHATSS.A.	DOMESTICO	
GA-136	45	1100028	318776	20	0	0	0	0	LAPRINCESAD ENICOYAS.A.	DOMESTICO	
GA-137	100	1101839	317907	10	7	12	3	0	TRIPLE PPP LOS CORALES S.A.	DOMESTICO	
GA-138	73	1103920	317867	3	3	9	3	0	TRIPLE PPP LOS CORALES S.A.	DOMESTICO	
GA-139	121	1101779	318494	15	31	45	2	0	TRIPLE PPP LOS CORALES S.A.	DOMESTICO	
GA-14	38	1099628	318556	19	16	0	1	0	G.MILLS	DOMESTICO	
GA-140	20	1104444	319470	5	3	7	2	0	ELSA ALVARADO RODRIGUEZ	DOMEST- RIEGO	
GA-142	60	1104530	317706	19	0	0	0	0	AMIGOS FOUR DE GUIONES S.A	DOMESTICO	
GA-145	20	1099073	318355	18	0	0	0	0	J.J.WEBB PROPERTIES S.A.	DOMESTICO	
GA-146	150	1099678	319456	16	22	61	1	0	MAGIC WATERFALL LTDA.	DOMESTICO	
GA-149	120	1104701	317510	40	30	75	1	0	VIVA NOSARA S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-150	30	1104659	321804	5	0	0	0	0	FINCAMARIPO SADENOSARAV WV,S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-151	20	1100179	317656	75	6	12	0	0	E.P.C.CONSULTORES DE INTERCAMBIO S A	DOMESTICO	
GA-152	35	1104986	317060	69	6	11	1	0	VALLE SCOBRA S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-153	80	1104759	319480	1	1	12	2	0	F.E. FINCA ESTRELLA DE NOSARA S,A	DOMESTICO	
GA-154	30	1104049	319470	10	6	14	1	0	LINDA SUSAN BRISTOL	DOMESTICO	
GA-156	25	1101120	316738	7	0	0	0	0	VERANERADE LTROPICO	DOMEST- RIEGO	
GA-157	27	1100214	317805	95	0	0	0	0	GRUPODEDES ARROLLOBOMI KS.A	DOMEST- RIEGO	
GA-158	152	1100287	320397	36	21	33	2	0	MOGOTE COCO SOLO S.A.	DOMESTICO	
GA-159	30	1102121	316127	13	18	26	1	0	INVERSIONES RIO SERENO DE NOSARA	RIEG_DOM_TU R	
GA-161	60	1101344	321536	190	20	23	3	0	MARINA Y CLUB DE PESCA BAHIA GARZA S.A.	DOMESTICO	
GA-164	160	1101577	320408	181	71	92	1	0	CARIBEEAN LONGBRIDGE ROAD COMPANY S.A.	DOMESTICO	
GA-165	120	1102182	320330	229	60	93	2	0	LINDEROS DE LA COSTA NORTE S.A.	DOMESTICO	
GA-168	40	1104279	319160	7	2	0	0	10	AyA COMUNIDAD	ABAST.PUBLIC O	
GA-169	20	1098823	318045	15	8	18	1	0	BERNARDO SORIANO EVANGELISTA AND FAMI LYS.A.	DOMESTICO	
GA-170	100	1096879	318741	54	0	0	0	0	HAROLDDANN Y MORA LEDEZMA	DOMEST- RIEGO	
GA-171	20	1101250	316656	13	0	0	0	0	CONDOMINIOD ELASFLORES	DOMESTICO	

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
GA-172	205	1102588	323665	394	120	134	2	0	ALTA MIRA DE LOS ANGELES H.O.L.G.E.R.,S.A.	ABAST.PUBLIC O	
GA-175	125	1099874	320634	39	10	0	1	0	FLORENCIO MOLINA MOLINA	DOMESTICO	
GA-178	33	1105500	318791	41	0	0	0	0	ARCADIOJIRO NROSALES	DOMESTICO	
GA-18	30	1105080	318110	198	2	0	1	0	JAMES M RODERGEN	DOMESTICO	
GA-184	50	1100487	320532	76	21	0	1	0	JULIO MOLINA MOLINA	DOMESTICO	
GA-185	30	1100545	317306	51	6	24	3	0	EL ESPECTACULAR FLORECER DE LAS OLAS	DOMESTICO	
GA-186	18	1102498	319687	123	19	0	0	0	PADMASANAC ORPORATIONS.A	DOMESTICO	
GA-187	30	1100051	319682	36	4	10	2	0	WATER FRONT GROUP S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-188	139	1099685	317706	29	0	0	0	0	CROOSSTEPIN GS.A	DOMESTICO	
GA-189	40	1101230	317207	38	1	32	1	0	VALUGA HERMANOS LTDA	DOMEST- RIEGO	
GA-19	29	1103281	316408	10	2	0	1	0	JAMES M RODERGEN	DOMESTICO	
GA-190	8	1101480	317707	60	0	0	0	0	Z- FOURDEVELEP MENTCORP.S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-191	40	1104681	317309	16	0	0	0	0	MARIOEDUAR DOGANDOLA	DOMESTICO	
GA-192	80	1101944	318207	4	4	43	3	0	DOING THE MATH LTDA	DOMESTICO	
GA-193	30	1100460	316806	7	0	0	0	0	JR.NAMASTES EVENS.A.	DOMESTICO	
GA-196	20	1098978	318903	18	2	0	0	0	JARVIMAR DE NOSARA S.A	DOMESTICO	
GA-197	16	1103330	317358	13	5	9	2	0	A y A	DOMESTICO	
GA-198	30	1105101	322966	16	12	16	1	0	MISAEAL CARAVACA BRIONES	DOMEST- RIEGO	
GA-199	25	1104486	317129	12	0	0	0	0	RUFINORAMIR EZSALAS	DOMEST- RIEGO	
GA-2	45	1101930	317107	14	3	0	0	0	INVER.DENOS ARA	DOMESTICO	
GA-200	25	1099309	317505	20	6	18	1	0	ND TODD INVERSIONES S.A	DOMESTICO	
GA-205	176	1100409	318288	120	119	120	5	0	ASOCIACION CIVICA DE NOSARA	DOMESTICO	
GA-206	30	1101350	316917	20	0	0	0	0	NOSARATROPI CALPARADISE S.A	DOMESTICO	
GA-210	150	1102690	321284	299	65	112	1	4	VIAJES SUAVES S.A	DOMESTICO	Si
GA-212	0	1101729	318368	11	0	0	0	0	TRANQUILHEA LINGS.A	DOMEST- RIEGO	
GA-213	40	1103670	317739	38	2	5	2	0	CORINA GOMEZ CABALCETA	DOMEST- RIEGO	
GA-214	30	1101254	316927	20	13	23	2	0	ARDILLA ROJA S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-215	125	1100436	317268	33	0	0	0	0	CASAFELIZNO SARALTDA	DOMESTICO	
GA-216	30	1104024	320807	20	7	13	2	0	SALTAMONTES PEREZOSO S. A	RIEG_DOM_TUR	
GA-217	20	1105072	322376	5	8	15	1	0	STRUCTURED INVESTMENT S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-219	0	1100361	317345	28	2	0	0	0	LAGARTAHOT ELNOSARAS.A	DOMESTICO	
GA-220	0	1103210	319717	18	2	0	0	0	ENRIQUEVEGA VILLALOBOS	DOMESTICO	

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
GA-222	0	1100514	321173	72	0	0	0	0	MARINAACLUB DEPESCABAHÍ AGARZAS.A.	RIEG_DOM_TUR	
GA-223	0	1103015	318038	10	0	0	0	0	Flor Alvarado Rodríguez	DOMEST- RIEGO	
GA-225	30	1102229	318158	9	2	20	1	1	THE SWEET COCONUT OF THE BEACH	DOMESTICO	Si
GA-227	30	1102897	320278	127	4	8	1	0	JOSE ALBIN SEQUEIRA VILLAGRA	DOMEST- RIEGO	
GA-229	30	1101680	318279	13	3	5	2	53	LA VIEJA DEL MAR LVM S.A	DOMESTICO	Si
GA-232	30	1104020	319171	15	9	19	1	0	FEDEL VARGAS ARAYA	DOMEST- RIEGO	
GA-235	20	1099574	317597	17	2	9	1	0	DLK NOSARA S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-240	0	1101891	320613	199	131	0	0	12	FINCA ATARDE CERDENOSAR AFDNS.A	DOMESTICO	
GA-242	33	1102687	317801	14	3	0	0	0	CLASSICO REFUGIO S.A	DOMESTICO	
GA-245	15	1099066	317610	8	5	0	0	0	H H HILL HOUSE ON NOSARA S.A.	DOMESTICO	
GA-246	30	1104958	315159	9	0	0	8	680	BOCASDENOS ARAPROPERTI ESZEROTREE #2	RIEG_DOM_TUR	Si
GA-250	18	1104966	315270	9	0	4	10	1581	BOCAS DE NOSARA PROPERTIES ZERO THREE LTDA.	RIEG_DOM_TUR	
GA-251	20	1104177	319375	9	5	8	2	0	FORWARD INVESTMENTS FWCR LTDA.	DOMEST- RIEGO	Si
GA-255	8	1099591	317401	10	2	0	0	0	CORPORACION ALBERGUE PLAYA GHUIONES S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-257	30	1102174	318055	9	2	5	3	28	THE SWEET COCONUT OF THE BEACH S.A	DOMESTICO	Si
GA-263	25	1097333	318026	24	5	24	0	0	VISTAS PUNTA GUIONES LTDA.	DOMEST- RIEGO	
GA-264	30	1099743	317831	35	7	0	1	0	GRUPO OLAS BONITAS DE NOSARA S.A	DOMEST- RIEGO	
GA-265	19	1099625	317795	20	0	0	1	0	Roland Guiones Sa	Doméstico- Riego	
GA-269	50	1099015	318633	17	14	18	4	28	My Private Beach Property Holdings Ltda.	Doméstico- Riego	Si
GA-272	36	1099319	318005	19	7	36	1	2	Pangborn Mac Arthur And Associates, S.a.	Doméstico	Si
GA-273	30	1102260	316921	21	0	10	1	11	Reserva Biológica Nosara Ltda.	Doméstico	si
GA-274	80	1104780	317292	23	4	22	3	25	J.v.Thirteen Almendro Tropical XIII S.A	Doméstico	si
GA-275	18	1097603	318179	23	0	0	0	0	Corporación La Loma Nosara Guiones, S.A	Piezómetro	
GA-277	156	1100714	317686	120	96	100	2	56	Corporación Colina De Los Pinos, S.A	Riego- Doméstico- Turismo	si
GA-28	35	1101830	317457	8	0	0	0	0	RODENGEN,S. A.	DOMESTICO	
GA-280	156	1100014	318281	65	101	128	1	286	Clearview Properties Limitada	Riego- Doméstico- Turismo	
GA-281	50	1098966	318681	16	16	24	3	7	My Private Beach Property Holdings, Ltda	Riego- Doméstico- Turismo	si
GA-282	125	1103349	317724	13	12	118	0	1	LR Venus Tres S.A.	Riego- Doméstico- Turismo	si
GA-283	40	1102343	318797	28	9	38	0	0	ASOCIACIÓN CÍVICA DE NOSARA	Doméstico	si
GA-284	0	1100063	318103	114	0	0	0	0	Pacific Breeze RealState Holdings, Ltda.	Riego- Doméstico- Turismo	

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
GA-297	60	1099427	317974	20	0	0	0	0	Kahakai Properties S.a.	Varios	
GA-3	35	1101830	317057	14	3	0	0	0	INVER.DE NOSARA	DOMESTICO	
GA-301	120	1103424	317803	22	0	0	0	0	3-101-653076, S.a.	Riego- Doméstico- Turismo	
GA-303	80	1097060	318762	105	0	0	0	0	3-102-547789, S.r.l.	Doméstico	
GA-307	150	1100304	321043	107	0	0	0	0	HACIENDA GUIONES REAL ESTATES HOLDINGS LIMITADA	Doméstico	
GA-33	40	1103787	319647	10	8	11	1	0	FLOR DEL CARMEN LOPEZ AVILES	DOMESTICO	
GA-43	33	1102828	319834	93	0	0	0	0	TERRYKENNE DY	DOMESTICO	
GA-44	18	1103380	317583	34	5	0	0	0	TRAUMLANDS. A.	DOMESTICO	
GA-45	22	1103455	317984	10	0	0	0	0	TRAUMLANDS. A.	VARIOS	
GA-47	30	1103728	320335	14	3	0	0	0	JAMES IK CARR.	DOMESTICO	
GA-50	72	1099228	319056	17	0	0	0	0	JAIMECOBB	DOMESTICO	
GA-52	76	1103328	320159	66	0	0	0	0	VIAJESSUAVE SS.A.	URBANISTICO	
GA-54	50	1103480	317609	56	0	0	0	0	RICARDJERRY BAKER	DOMESTICO	
GA-55	18	1102130	317457	12	3	0	0	130	ALLANBARRAN TESVENEGAS	INDUSTRIAL	si
GA-56	30	1101980	317067	18	4	0	10	0	ASOC.CIVICA DE NOSARA	URBANISTICO	
GA-57	20	1100004	317741	42	12	0	1	0	LOSREYESYA NGELEDEL SO L	DOMESTICO	
GA-58	26	1104630	318610	0	4	0	0	0	JOHN FRASER DONOVAN	TURISTICO	
GA-59	30	1098929	317925	10	8	0	1	0	NORMA OKEEFE RUIZ	DOMESTICO	
GA-60	30	1098077	320180	105	7	0	1	0	TERRY LEWIS LEWIS	DOMESTICO	
GA-61	35	1099479	318005	24	10	0	0	0	PETER GILMAN	DOMESTICO	
GA-63	29	1103779	319059	14	3	0	0	0	AYA COMUNIDAD	ABAST.PUBLIC O	
GA-67	200	1101578	317215	44	122	122	0	n.i	ASOCIACION CIVICA DE NOSARA	ABAST.PUBLIC O	si
GA-69	127	1100262	320685	59	0	0	0	0	INVERSIONES RILA LIMITADA	DOMESTICO	
GA-70	23	1101553	319007	125	5	10	2	0	GINO GALO ANGULO	DOMESTICO	
GA-76	32	1102603	319708	107	13	23	2	0	AIDA LOPEZ CAMPOS	DOMESTICO	
GA-78	33	1099689	317931	57	1	7	1	85	OSTIONAL BEACH S.A.	DOMESTICO	
GA-81	30	1099954	318156	74	9	28	1	0	FISHERMEN PARADISE OF NOSARA	DOMEST- RIEGO	
GA-82	30	1100329	317956	138	16	29	0	0	LINDERO REAL S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-83	15	1101630	316757	19	4	6	1	0	SEA HOUSE S.A.	DOMESTICO	
GA-84	15	1101730	316957	21	5	8	0	0	PACIFIC DEVELOPMENT S.A.	DOMESTICO	

<u>Número de registro</u>	<u>Profundidad (m.b.n.s.)</u>	<u>Latitud Norte (CRTM05)</u>	<u>Longitud Este (CRTM05)</u>	<u>Elevación (m.s.n.m.)</u>	<u>Nivel estático (m.b.n.s.)</u>	<u>Nivel dinámico (m.b.n.s.)</u>	<u>Caudal (L/s)</u>	<u>Transmisividad (m²/día)</u>	<u>Propietario</u>	<u>Usos</u>	<u>Prueba de bombeo</u>
GA-85	20	1101660	317317	13	10	15	1	0	KATSI NOSARA S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-86	212	1102227	321459	315	110	0	2	0	SANTOSHA S.A.	DOMESTICO	
GA-87	30	1102450	317658	15	6	29	1	0	PACIFIC WAVES S.A.	DOMEST- RIEGO	
GA-89	18	1101480	316807	20	0	0	1	0	NOSARA VACACIONAL S.A.	DOMESTICO	
GA-91	30	1103779	319749	9	9	0	0	0	AGUSTIN URBINA LEAL	DOMESTICO	
GA-92	18	1102351	316307	47	8	11	0	0	DEKLAN S.A.	DOMESTICO	
GA-93	39	1102240	317147	21	9	0	4	0	AMIGOS DE NOSARAS.A.	DOMESTICO	
GA-94	16	1099379	317805	27	0	0	0	0	DESERT STONE S.A.	DOMESTICO	
GA-96	12	1100390	316956	8	3	0	0	0	RMB NOSARA S.A.	DOMESTICO	
GA-97	19	1102334	318618	13	15	0	1	0	WALTINGFORT HEBRIDGE, LTDA.	DOMESTICO	
GA-98	18	1102141	315982	19	6	11	3	0	INVERS.MYRTL EN NOSARA S. A	DOMESTICO	
GA-99	18	1098648	318375	15	3	9	0	0	PROPIEDADES FENIX S.A.	DOMESTICO	
ILG-126	0	1100014	317746	54	0	0	0	0	REYESYANGE LESDELSOLS.A.	DOMEST- RIEGO	
ILG-126	30	1100329	318556	55	11	0	0	0	LOS REYES Y ANGELES DEL SOL S.A,	DOMEST- RIEGO	
ILG-159	30	1100780	316531	5	5	13	5	0	COMPAÑÍA TELPLAYASDE NOSAR	TURISTICO	
ILG-383	0	1099728	318456	22	0	0	0	0	VILLA ARDILLA SS.A	DOMEST- RIEGO	
ILG-707	0	1104079	318709	5	0	0	0	0	AGNELLDENO SARAS.A.	TURISTICO	

Fuente de información: Base de datos de SENARA (2017).

3.2. Registros del MINAE

3.2.1. Usuarios

Para la elaboración del diagnóstico hidrogeológico correspondiente a la Fase 1, fueron adquiridos los registros de concesiones de la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE, 2017).

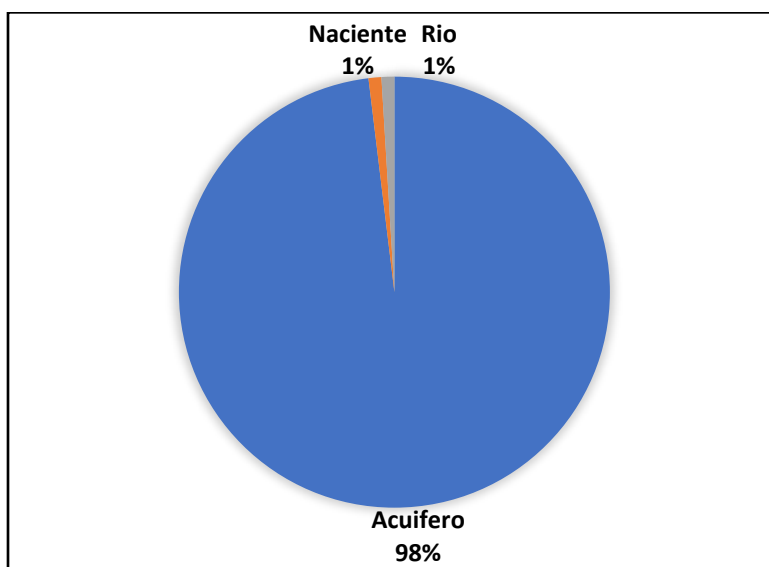
La mayoría de los usuarios registrados en la base de datos del MINAE corresponden a empresas privadas, para un total de 76 usuarios privados. Sin embargo, destacan las ASADAS con 20 concesiones, 5 concesiones para las asociaciones, y 3 concesiones para el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (SENARA, 2017). Las concesiones de fuentes de abastecimiento poblacional corresponden con pozos.

3.2.2. Ubicación

En el Mapa 6, se puede observar la ubicación de las concesiones en el área de estudio, existiendo un total de 104 concesiones registrados en la base de datos del MINAE, con un total de 102 pozos, 1 nacimiento y 1 río.

3.2.3. Tipo de fuente

Se presenta un total de 104 concesiones de diferentes fuentes registradas en la base de datos del MINAE, tal como se puede observar en el Gráfico 4. La mayoría de las concesiones registradas corresponden con pozos, con un 98%; y seguidas por nacientes con un 1% y ríos con un 1%.



Costa Rica. Tel.: (506) 2253-6867 Fax.: (506) 2253-3671
Email: info@hidrogeotecnica.com

Gráfico 4. Porcentaje de concesiones según tipo de fuente (MINAE, 2017)

3.2.4. Estado de las concesiones

En el Gráfico 5, se puede observar el estado de la concesión. La mayoría de las concesiones son solicitudes nuevas con un 30%, seguidas por concesiones otorgadas con un 25%, concesiones inscritas con un 21%, concesiones morosas por pago en canon con un 10%; concesiones archivadas sin más trámite 8%, 4% de concesiones están canceladas y un 2% están inscritas como concesiones artesanales.

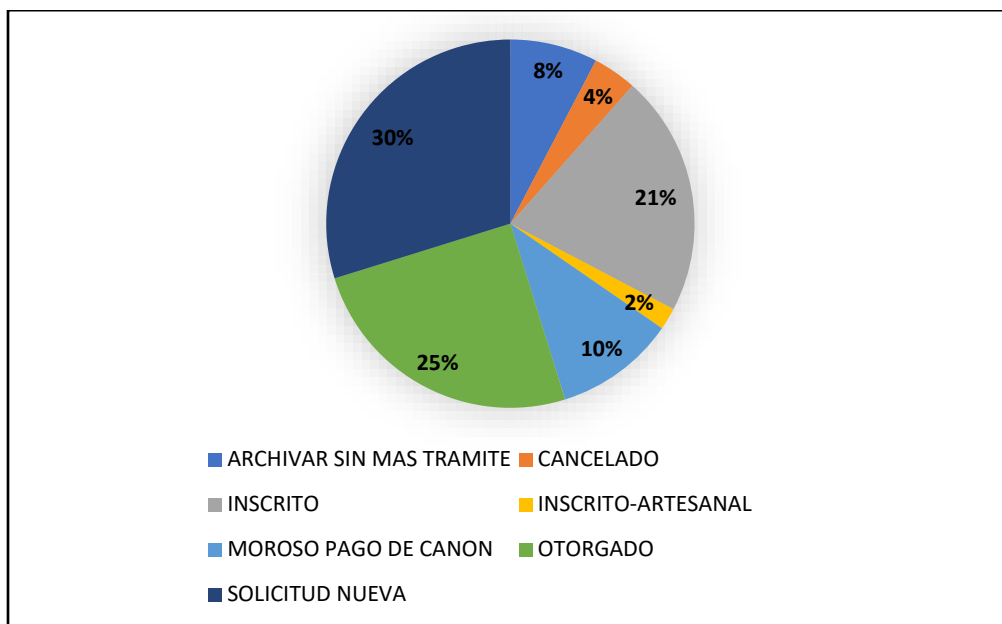


Gráfico 5. Estado de las concesiones ante el MINAE (2017)

3.2.5. Caudal

El caudal total registrado para todas las concesiones es de 53.95 L/s, ya que muchas concesiones no indican este dato.

La explotación tiene un promedio de 0.52 L/s. Sin embargo, son muy variables ya que el mínimo de caudal explotado es de 0.02 L/s, llegando a un máximo de 10 L/s.

Resulta importante indicar que el 60% de las concesiones registra un caudal de 0 L/s.

Como se puede observar en el Gráfico 6, la mayoría de las concesiones que sí registran caudal, reportan una explotación entre 0 y 0.10 L/s.

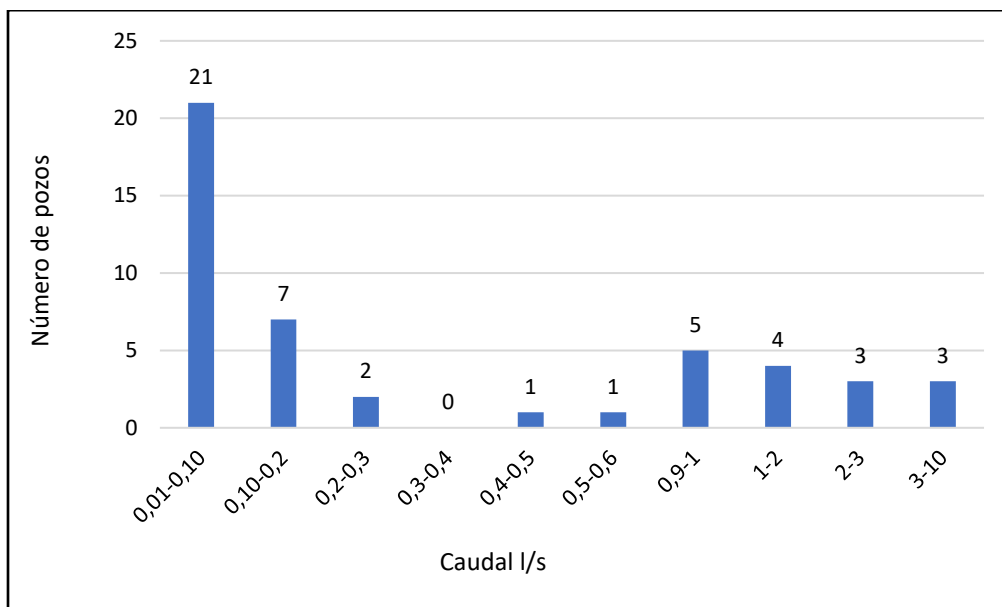


Gráfico 6. Caudal de las concesiones reportadas en la base de datos del MINAE (2017)

3.2.6. Tipo de uso

Según los registros del MINAE y como se observa en el Gráfico 7, la mayoría de las concesiones presentan un uso para consumo humano, que corresponde a un total de 33.07 L/s, lo que a su vez representa un 61% del total de caudal solicitado en concesión, seguido por un 28% correspondiente a 15 L/s

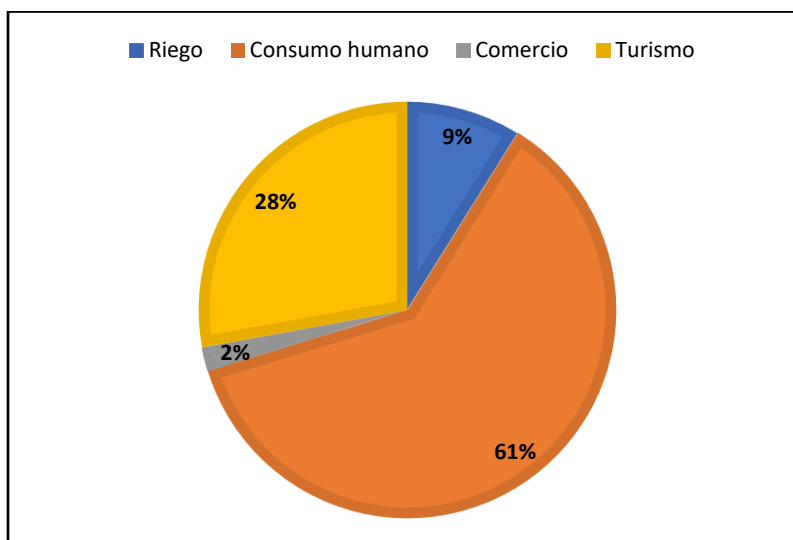


Gráfico 7. Tipo de uso reportadas en la base de datos del MINAE (2017)

3.2.7. ASADAS y AyA

Se registra un total de 22 concesiones otorgadas a ASADAS (ASADA Santa Marta, la ASADA de Nosara y la ASADA Nosara Centro, Arenales y alrededores) y al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Todos los entes operadores mantienen pozos registrados.

Las ASADAS mantienen un caudal concesionado total de 13.02 L/s mientras que el AyA posee un caudal concesionado de 2.03 L/s. Vale recalcar que un total de 16 de las 22 concesiones registradas no presenta un caudal reportado.

3.2.8. Otros datos

La base de datos del MINAE no posee información sobre profundidad, litología, nivel estático, nivel dinámico, armado, prueba de bombeo para los pozos concesionados ni análisis de agua, o estado de las captaciones.

Cabe recalcar que hay un total de 24 concesiones a un 1 km de la costa. Estas concesiones corresponden con pozos en su totalidad, lo que representa una contradicción con la información de la base de datos de SENARA.

Estas concesiones mantienen una vulnerabilidad a la intrusión salina debido a la cercanía con la línea de costa. En el Mapa 7 se muestra la ubicación de las mismas.

También hay que mencionar que se realizó la consulta al SINAC sobre una base de datos de concesiones, verbalmente se indicó que no existe tal base de datos. Se realizó una nota solicitando por escrito lo conversado sobre la existencia de esta base, esa nota fue presentada en el diagnóstico hidrogeológico de Fase 1 y el SINAC no ha brindado dicha información.



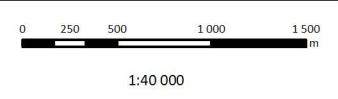
Mapa 7. Ubicación de fuentes del AyA y ASADAS reportada según MINAE (2017)

NOSARA CIVIC ASSOCIATION

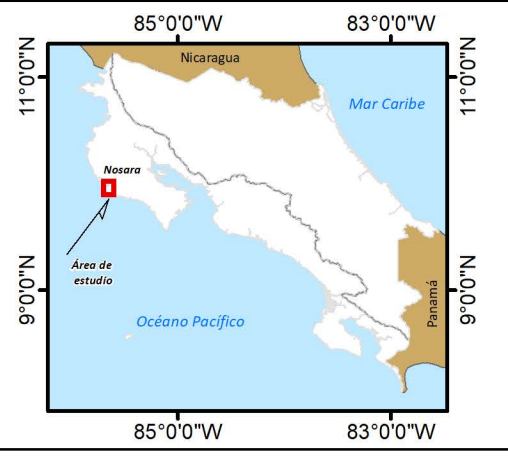


"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología	
Nombre	Cantones
● ASADA DE Nosara	● Poblados
● ASADA Nosara centro, Arenales y Alrededores	— Red Vial
● AyA	— Hidrología
● ASADA Santa Marta	NICOYA
● ASOCIACION DE VECINOS DE LA COMUNIDD ALMA VERDE	■ SANTA CRUZ
● ASOCIACION CIVICA DE NOSARA	■ Área de estudio



Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Concepciones (MINAE, 2017)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)



Elaborado por:

3.2.9. Tabla integral de datos

A continuación, se muestra el cuadro integral de datos del MINAE (2017) para el área de estudio. En este cuadro se incluye la información básica que se puede sustraer de la base de datos, donde se incluyen las coordenadas de ubicación, el número de expediente de la concesión, el estado de la concesión, el caudal aprobado para la concesión y el propietario. Esta información se incluye en el Cuadro 2 y el Cuadro 3.

Cuadro 2. Concesiones otorgadas en el área de estudio (MINAE 2017)

Número de expediente	Tipo de expediente	Estado de la concesión	Propietario	Caudal (L/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m.)
10591	Pozo	OTORGADO	ROBERTO SUAREZ VILLALOBOS	0,10	317457	1102180	13
10810	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	JOHN EDWARD FRASER DONAVAN	0,00	319060	1104629	4
10993	Pozo	OTORGADO	REYES Y ANGELES DEL SOL S.A.	0,10	317746	1100014	55
11165	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	COMPAÑIA HOTEL PLAYAS DE NOSARA S.A.	0,00	316531	1100780	5
11981	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	SANTOSHA S.A	0,00	321459	1102227	315
12109	Pozo	OTORGADO	CONDominio NOSARA FALLS EXCLUSIVE GATED COMMUNITY	1,50	320296	1099482	36
12109	Pozo	OTORGADO	CONDominio NOSARA FALLS EXCLUSIVE GATED COMMUNITY	3,50	318390	1099175	19
12181	Pozo	OTORGADO	ASOCIACION DE VECINOS DE LA COMUNIDAD ALMA VERDE	0,10	318783	1096799	38
12290	Pozo	OTORGADO	COSTA HOTEL CREACION S.A.	0,02	317635	1100170	65
12309	Naciente	OTORGADO	GERARDO ARRIETA GARCIA	0,02	320295	1102637	178
12750	Pozo	OTORGADO	PLAYA CUARZO DE GARZA LLC LTDA	0,00	318546	1096008	10
12778	Pozo	SOLICITUD NUEVA	STCR COSTA RICA TRUST AND ESCROW COMPANY LIMITED S.A.	0,00	319456	1099678	16
12791	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	FINCA ATARDECER NOSARA FDN SA	0,23	320613	1101891	199
12885	Pozo	OTORGADO	OSTIONAL BEACH S.A.	0,03	317931	1099689	57
12914	Pozo	OTORGADO	LAGARTA HOTEL NOSARA S.A.	0,14	317345	1100361	28
12968	Pozo	OTORGADO	DEL MAR ACADEMY, S.A.	0,10	318158	1102229	9
12978	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	EL ESPECTACULAR FLORECER DE LAS OLAS	0,02	317306	1100545	51
13037	Pozo	OTORGADO	LA VIEJA DEL MAR LVM S.A.	0,02	318279	1101680	13
13212	Pozo	OTORGADO	HARMONY TIMES S.A	0,08	316659	1103831	40

Número de expediente	Tipo de expediente	Estado de la concesión	Propietario	Caudal (L/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m.)
13217	Pozo	OTORGADO	SEAHOUSE S.A.	0,07	316757	1101630	19
13245	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	CLASICO REFUGIO S.A	0,02	317801	1102687	14
13386	Pozo	OTORGADO	SECRET GETAWAY, S.A.	0,03	316919	1104286	50
13386	Pozo	OTORGADO	SECRET GETAWAY, S.A.	0,03	316419	1104131	39
13683	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO THREE LIMITADA	0,00	315159	1104958	9
13818	Pozo	OTORGADO	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO THREE LIMITADA	7,56	315275	1104964	9
14083	Pozo	SOLICITUD NUEVA	JV THIRTEEN ALMENDRO TROPICAL X111 S.A.	0,00	317304	1104644	12
14110	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	MY PRIVATE BEACH PROPERTY HOLDINGS.	0,00	318633	1099015	17
14208	Pozo	SOLICITUD NUEVA	CORPORACION LA LOMA NOSARA GUIONES S.A	0,00	318179	1097603	23
14301	Agua Superficial	OTORGADO	FLOR ALVARADO RODRIGUEZ	1,25	318239	1103310	6
14305	Pozo	SOLICITUD NUEVA	INVERSIONES RILA LTDA	0,00	320685	1100262	59
14516	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	FINCA MARIPOSA DE NOSARA VWRV S.A	0,00	321811	1105027	25
14516	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	FINCA MARIPOSA DE NOSARA VWRV S.A	0,00	321911	1105102	37
14582	Pozo	OTORGADO	CORPORACION COLINA DE LOS PINOS S.A	0,06	317686	1100714	120
14889	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	CLEARVIEW PROPERTIES LIMITADA	0,05	318281	1100014	65
14970	Pozo	SOLICITUD NUEVA	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO ONCE LIMITADA	0,00	315270	1104966	9
14971	Pozo	SOLICITUD NUEVA	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO TWO LIMITADA	0,00	315159	1104958	9
14972	Pozo	SOLICITUD NUEVA	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO THREE LIMITADA	0,00	315159	1104958	9

Número de expediente	Tipo de expediente	Estado de la concesión	Propietario	Caudal (L/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m.)
14972	Pozo	SOLICITUD NUEVA	BOCA DE NOSARA PROPERTIES ZERO THREE LIMITADA	0,00	315270	1104966	9
15346	Pozo	OTORGADO	LR VENUS W TRES S.A.	0,07	317724	1103349	13
15427	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	ASOCIACION CIVICA DE NOSARA	0,03	318797	1102343	28
15505	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	PACIFIC BREEZE REAL STATE HOLDINGS LTDA	0,05	318103	1100063	114
15655	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	JOSEPH EDWARD GIBBONS	0,05	317656	1100179	75
15741	Pozo	SOLICITUD NUEVA	GRINGOS BAILARINES S.A	0,00	317457	1100873	103
15877	Pozo	SOLICITUD NUEVA	AGUILA MADRE DE PLAYA GARZA SRL	0,00	317684	1095853	24
16003	Pozo	SOLICITUD NUEVA	DESARROLLO RANCHO MAR AZUL NOSARA LTDA	0,00	320266	1106054	288
16233	Pozo	OTORGADO	STRUCTURED INVESTMENT SICR S.A.	1,49	322376	1105072	5
16250	Pozo	SOLICITUD NUEVA	3-101-564430 S.A	0,00	317724	1103349	13
16251	Pozo	SOLICITUD NUEVA	3-101-652538 S.A.	0,00	317724	1103349	13
16252	Pozo	SOLICITUD NUEVA	3-101-653076 S.A	0,00	317724	1103349	13
16253	Pozo	SOLICITUD NUEVA	STARK UND WILDEN S.A	0,00	317724	1103349	13
16254	Pozo	SOLICITUD NUEVA	LR MARTE W CUATRO S.A	0,00	317724	1103349	13
16327	Pozo	SOLICITUD NUEVA	KAHAKAI PROPERTIES S.A.	0,00	317974	1099427	20
16432	Pozo	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	3-101-653076 S.A	0,00	317804	1103424	22
16508	Pozo	SOLICITUD NUEVA	EMERGING GLOBE GROUP S.A.	0,00	318038	1102330	10
16544	Pozo	SOLICITUD NUEVA	JOHN EDWARD FRASER DONOVAN	0,00	319060	1104629	4
16551	Pozo	INSCRITO-ARTESANAL	EMERGING GLOBE GROUP S.A.	0,02	317967	1102217	10
16610	Pozo	OTORGADO	3-102-547789 SRL	0,05	318762	1097060	105
16713	Pozo	SOLICITUD NUEVA	CERRO LAGARTA LTDA.	0,00	316250	1102283	41
16809	Pozo	SOLICITUD NUEVA	DAYBREAK IN GUIONES LLC SRL	0,00	317452	1099382	20

Número de expediente	Tipo de expediente	Estado de la concesión	Propietario	Caudal (L/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m.)
16994	Pozo	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA GUIONES REAL ESTATE HOLDINGS, LIMITADA	0,00	321043	1100304	107
17191	Pozo	SOLICITUD NUEVA	LONELY PEOPLE PROPERTY HOLDINGS SRL	0,00	318681	1098966	16
17192	Pozo	SOLICITUD NUEVA	CADEJO GREENHAW LIMITADA	0,00	317896	1100179	108
17313	Pozo	SOLICITUD NUEVA	BURMAN ZUCK HOLDINGS LIMITADA	0,00	318681	1098966	16
17638	Pozo	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA GUIONES REAL ESTATE HOLDINGS, LIMITADA	0,00	321043	1100304	107
17639	Pozo	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA GUIONES REAL ESTATE HOLDINGS, LIMITADA	0,00	321043	1100304	107
17640	Pozo	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA GUIONES REAL ESTATE HOLDINGS, LIMITADA	0,00	321043	1100304	107
17669	Pozo	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA GUIONES REAL ESTATE HOLDINGS, LIMITADA	0,00	321043	1100304	107
17691	Pozo	SOLICITUD NUEVA	CASA OCEANO SOUTH POINT LTDA	0,00	318028	1099377	20
17698	Pozo	SOLICITUD NUEVA	CECILIA ESTRELLA RUIZ AVILES	0,00	319910	1104629	3
220	Río	INSCRITO	ASADA SANTA MARTA	0,00	317259	1104581	12
3872	Pozo	CANCELADO	VILLA ARDILLAS S.A.	0,00	318456	1099728	22
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	319160	1104279	7
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317027	1101990	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317082	1102070	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	316887	1101779	19
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317045	1102102	11
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317071	1102155	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317097	1102127	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317188	1102178	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	318320	1100461	134
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	318306	1100469	124
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317850	1100654	131
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317605	1100479	98

Número de expediente	Tipo de expediente	Estado de la concesión	Propietario	Caudal (L/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m.)
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	317027	1101990	20
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	316977	1102050	20
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	317082	1102070	19
602	Río	OTORGADO	AyA	0,00	319059	1103779	14
6414	Pozo	OTORGADO	AGNELL DE NOSARA S.A.	0,23	318709	1104079	5
661	Río	INSCRITO	AyA	0,00	321296	1104061	18
686	Río	INSCRITO	AyA	2,03	317423	1103514	11
700	Río	INSCRITO	ESPERANZA SUR	1,56	319166	1099052	54
7257	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	ILO JIM S.A	0,50	317555	1099129	10
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,77	318998	1104078	10
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,16	319249	1103780	18
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	3,69	319527	1103374	11
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	1,80	319793	1102973	30
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,60	319792	1102977	30

Fuente de información: Base de datos del MINAE (2017).

Cuadro 3. Concesiones Otorgadas por MINAE en nacientes

Expediente	Detalle del expediente	Estado de la concesión	Nombre	Caudal (l/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m)
12309	Nacimiento	OTORGADO	GERARDO ARRIETA GARCÍA	0,02	320295	110263	178

Fuente de información: Base de datos del MINAE (2017).

Cuadro 4. Concesiones Otorgadas por MINAE a ASADAS y al AyA.

Número de Expediente	Detalle del expediente	Estado de la concesión	Nombre	Caudal (l/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m)
3872	Pozo	CANCELADO	VILLA ARDILLAS S.A.	0,00	318456	1099728	22
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	319160	1104279	7
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317027	1101990	20
220	Río	INSCRITO	ASADA SANTA MARTA	0,00	317259	1104581	12
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317082	1102070	19
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	316887	1101779	11
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317045	1102102	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317071	1102155	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317097	1102127	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317188	1102178	20
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	318320	1100461	134
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	318306	1100469	124
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317850	1100654	131
411	Río	INSCRITO	ASADA DE NOSARA	0,00	317605	1100479	98
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	317027	1101990	20
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	316977	1102050	19
5194	Pozo	CANCELADO	ASOC. CIVICA DE NOSARA	0,00	317082	1102070	14
6414	Pozo	OTORGADO	AGNELL DE NOSARA S.A.	0,23	318709	1104079	5
661	Río	INSCRITO	AyA	0,00	321296	1104061	18
686	Río	INSCRITO	AyA	2,03	317423	1103514	11
700	Río	INSCRITO	ESPERANZA SUR	1,56	319166	1099052	54
7257	Pozo	MOROSO PAGO DE CANON	ILO JIM S.A	0,50	317555	1099129	10
602	Río	OTORGADO	AyA	0,00	319059	1103779	14

Número de Expediente	Detalle del expediente	Estado de la concesión	Nombre	Caudal (l/s)	Longitud este (CRTM05)	Latitud norte (CRTM05)	Elevación (m.s.n.m)
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,77	318998	1104078	10
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,16	319249	1103780	18
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	3,69	319527	1103374	11
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	1,80	319793	1102973	30
917	Río	INSCRITO	ASADA NOSARA CENTRO, ARENALES Y ALREDEDORES	2,60	319792	1102977	30

Fuente de información: Base de datos del MINAE (2017).

4. INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA

4.1. Geología

4.1.1. Geología regional

En la zona de estudio se cuenta regionalmente con un mapeo geológico detallado a una escala 1: 25000 o menor, esto para generar la cartografía geológica 1:50000 de la Península de Nicoya realizada por Denyer et al. (2013). Este atlas geológico se basa en distintas fuentes de información como lo son tesis de licenciatura (Flores, 2003), maestría y doctorado en geología, trabajos de campañas geológicas, informes del curso de Geología de Campo II de la UCR, artículos publicados de varios autores sobre la geología regional (Mapa 8).

Este atlas geológico es utilizado como principal referencia para la construcción de la geología regional. Denyer et al (2013) cita a varios autores que se mencionan en la descripción geológica de cada unidad y formación estratigráfica.

Estratigráficamente, en la zona se presentan rocas de origen ígneo, y en su mayoría, rocas sedimentarias. Temporalmente se abarca un periodo que inicia en Cretácico y termina con depósitos recientes.

Como se observa en la *Figura 1* la columna estratigráfica de la Cuenca Samara-Cabo Blanco, definida por Astorga (1987), citada por Denyer et al (2013), se puede observar la relación entre las diferentes formaciones rocosas y los eventos tectónicos que definieron la configuración de las rocas en la zona.

El área de investigación ha sido dividida en las siguientes formaciones:

- **Complejo de Nicoya**

Se encontró a Dengo (1962) citado por Denyer et al (2013), quien utiliza el nombre de Complejo de Nicoya para describir a esta unidad geológica, que se refiere a rocas ígneas y sedimentarias intensamente tectonizadas, que en forma general son las rocas más antiguas que afloran en la Península de Nicoya, y que fue redefinida litológicamente hablando por parte de Kuijpers (1979) citado por Denyer et al (2013).

Denyer et al (2013) describen dicha unidad como una secuencia de afinidad oceánica, compuesta por rocas volcánicas, intrusivas, y radiolaritas que conforman el basamento regional, y son parte de una secuencia ígnea parte de un evento magmático que abarco la región Caribe como resultado de la influencia de un punto caliente. Alvarado y Denyer (1998), citado por Denyer et al (2013), catalogan al Complejo de Nicoya como una serie de basaltos, brechas, diques, con intrusiones de peridotitas, gabros y plagiogranitos.

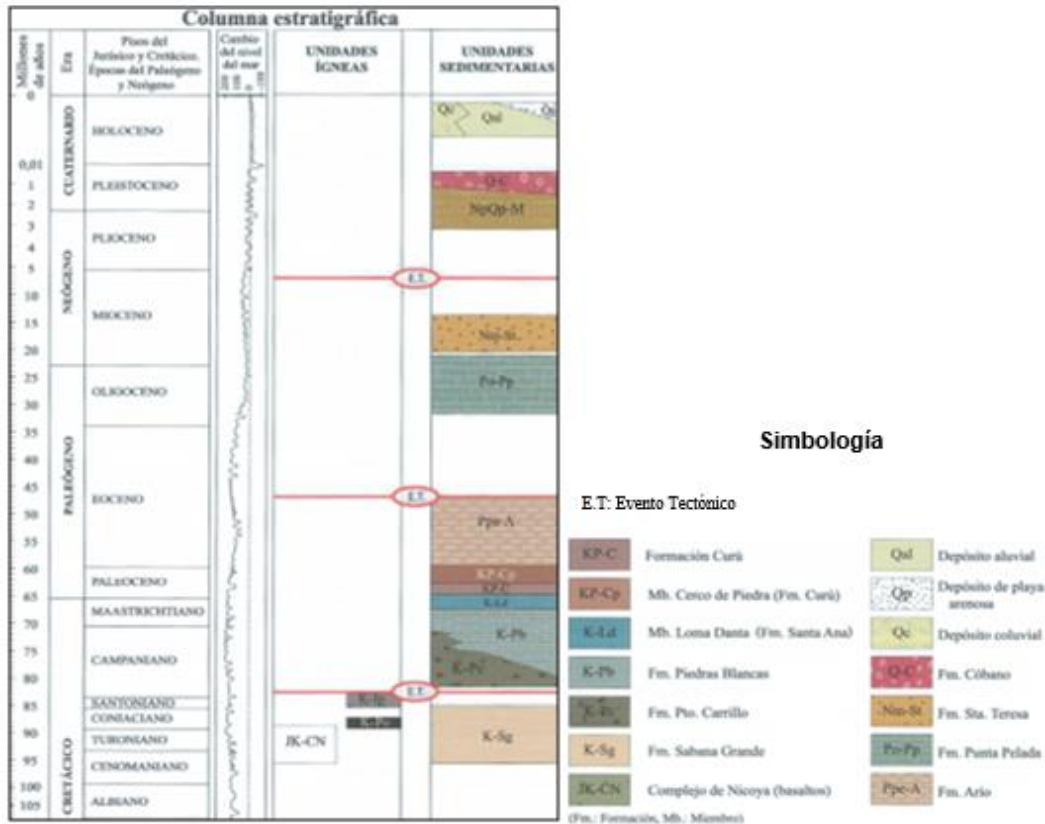


Figura 1. Columna estratigráfica regional (Tomado de Denyer et al. 2013).

En esta zona se divide en dos unidades tectonoestratigráficas según Kuijpers (1979) en Denyer et al (2013):

- Unidad Matapalo: conformada por basaltos y otras rocas sedimentarias e ígneas asociadas (Astorga, 1987, citado por Denyer et al, 2013). Su edad es de Jurásico Inferior – Cretácico Inferior.
- Unidad Esperanza: constituida también por basaltos y otras rocas sedimentarias, según la recopilación de dataciones realizada por Alvarado et al (1992) citado en

Denyer et al (2013) las edades varían entre 72.5 y 30 Ma., un rango que corresponde con el Cretácico Superior – Terciario.

Las rocas de esta unidad son sobreyacidas inconformemente por las formaciones Loma Chumico, Brechas Puerto Carrillo y Sabana Grande.

- **Miembro Loma Danta**

Está definida como horizonte de sedimentos calcáreos de origen turbidítico. Su nombre se debe a los afloramientos del cerro Loma Danta.

La base está compuesta por 10 metros de areniscas medias gris verdoso calcáreas, con una secuencia de 2 a 5 metros de calizas masivas con lentes de calcarenitas con presencia de corales y rudistas (Denyer et al, 2013).

Se calcula un espesor máximo, aunque los afloramientos no tienen espesores constantes, por lo general los afloramientos son de calidad regular y muchos se restringen a bloques o relictos en la cima de cerros y lomas.

Sobreyace al miembro San Buenaventura y está sobreyacido por la Formación Curú y la Formación Descartes. Su edad se estima para el Maastrichtiano Superior al Paleoceno (Denyer et al, 2013).

- **Formación Sabana Grande**

La formación fue definida por Dengo (1962) según se menciona en Denyer et al (2013), para caracterizar unidades de roca compuestas fundamentalmente por lutitas silíceas. Baumgartner et al (1984) citado en Denyer et al (2013), la asciende a Grupo Sabana Grande, definiendo como estratotipo el área de los alrededores del poblado de Sabana Grande al NW de Nicoya.

Denyer et al (2013) cita a Astorga (1987) quien redefine la Formación Sabana Grande a partir de un estratotipo alrededor del poblado de Sabana Grande. Flores (2003) citado en Denyer et al (2013) propone el Cerro Jesús como neoestratotipo. La unidad está compuesta sobre todo por lutitas silíceas, calcilutitas parcialmente silíceas e intercalaciones de areniscas medias y finas ligeramente calcáreas, el espesor máximo observado es de 180

metros aproximadamente, la secuencia presenta una estratificación de decimétrica a centimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular, leve a medianamente plegados (Denyer et al, 2013).

Su edad está entre el Albiano al Maastrichtiano Medio/Superior, y sobreyace inconformemente los basaltos del Complejo de Nicoya, además presenta un contacto lateral con la Formación Brechas Puerto Carrillo según (Astorga, 1987) en Denyer et al (2013).

- **Formación Piedras Blancas**

Corresponde con sedimentos hemipelágicos ricos en globotruncanas del Cretácico Superior, el estratotipo que propone Flores et al (2003) es un corte de la carretera entre los poblados de Uvita y Guaria, en la parte alta del cerro Piedras Blancas.

Esta unidad está compuesta por calcilutitas blancuzcas y rojizas con intercalaciones de areniscas medias a finas rojas y grises carbonatadas y ligeramente silíceas, se observa al microscopio foraminíferos globotruncanas. El espesor máximo es de 35 metros, con estratificaciones centimétricas a decimétricas, los estratos son planos y continuos, los cuales se muestran de leve a moderadamente plegados.

Según dataciones realizadas por Flores (2003) y recolectadas por Denyer et al (2013) muestran una fauna de foraminíferos planctónicos asignada para el Campaniano Superior hasta el Maastrichtiano Inferior basal. Este mismo autor menciona que la Formación Piedras Blancas sobreyace inconformemente a las rocas del Complejo de Nicoya, en otras localidades sobreyace.

- **Formación Curú**

Esta unidad fue denominada por Astorga (1987). Corresponde con una secuencia de origen turbidítico, depositada durante el Maastrichtiano al Paleoceno Inferior. La descripción que de este autor sobre esta unidad es de una mezcla de arena y lodo en proporciones variables y algo de gravas. Son de origen volcánico básico (basáltico), caracterizado por la abundancia de feldespatos, la carencia casi total de cuarzos, la abundancia de magnetita y minerales ferromagnéticos. Hacia el techo la composición cambia paulatinamente de basáltica a andesítica.

Es característica la presencia de estratos métricos de arenas gruesas oscuras con intercalaciones de estratos decimétricos de areniscas y lutitas, al mismo tiempo, la meteorización esferoidal resulta muy frecuente en los estratos de arenas gruesas (Denyer et al., 2013). La edad estimada para esta formación es del Maastrichtiano Superior al Paleoceno Superior según Astorga (1987).

- **Formación Arío.**

Esta formación también fue designada por Astorga (1987), para referirse a los depósitos de turbiditas de grano fino e intercalaciones de sedimentos pelágicos. Las turbiditas calcilutíticas, pelitas negras y depósitos canalizados, de dos tipos, grava basáltica y areniscas bioclásticas con macroforaminíferos son la descripción macro de esta unidad. Astorga así mismo detalla que los depósitos de corrientes de turbidez de baja concentración son de color gris cuando están sanas y blanco amarillento cuando están alteradas, los depósitos de flujos turbulentos bioclásticos de alta concentración son calcarenitas de grano medio a grueso, con estratificaciones gruesas, mal seleccionadas, ricas en macroforaminíferos; por otro lado, los flujos turbulentos areno gravosos corresponden con rellenos de canal.

Su edad según dataciones hechas por Astorga, a partir de la secuencia estratigráfica, sitúan esta formación en el Paleoceno Superior-Eoceno Superior. Ya que sobreyace concordantemente a la Formación Curú y es sobreyacida en discordancia angular por los depósitos carbonatados nerfíticos del Eoceno Superior y Oligoceno Superior (Formación Punta Pelada).

- **Formación Punta Pelada.**

Se usa esta nomenclatura para designar una secuencia de areniscas finas calcáreas, macizas, calcarenitas bioclásticas ricas en macroforaminíferos y equinodermos. La localidad tipo que define esta formación se localiza en punta Pelada y punta Nosara.

Dengo (1962) describe a estas rocas como areniscas finas, de color pardo con muchos fragmentos de bivalvos; calizas arenáceas clara, con abundantes foraminíferos y equinoideos; calcilutitas y areniscas y lutitas calcáreas de color gris. En Nosara se observan

más de 40 metros de areniscas calcáreas y 60 metros de calcarenitas muy bioturbadas, 30 metros de arenisca calcárea y aproximadamente 50 metros de calcarenitas arenosas mal estratificadas. La edad que le asigna Dengo es aproximada al Oligoceno Superior basado en los fósiles.

- **Formación Santa Teresa.**

Esta formación está constituida por sedimentos marinos someros de edad Mioceno Inferior (Mora, 1985), conocida anteriormente como Formación Carmen. Esta secuencia se describe como varias interestratificaciones de arenas finas y gruesas bien estratificadas y secuencias mal estratificadas con conglomerados líticos y calcáreos con moluscos, macroforaminíferos y algas coralígenas, en una secuencia de 80 metros con estratos de espesor variable, también presenta estratificación cruzada, festoneada y cruzada planar de gran ángulo.

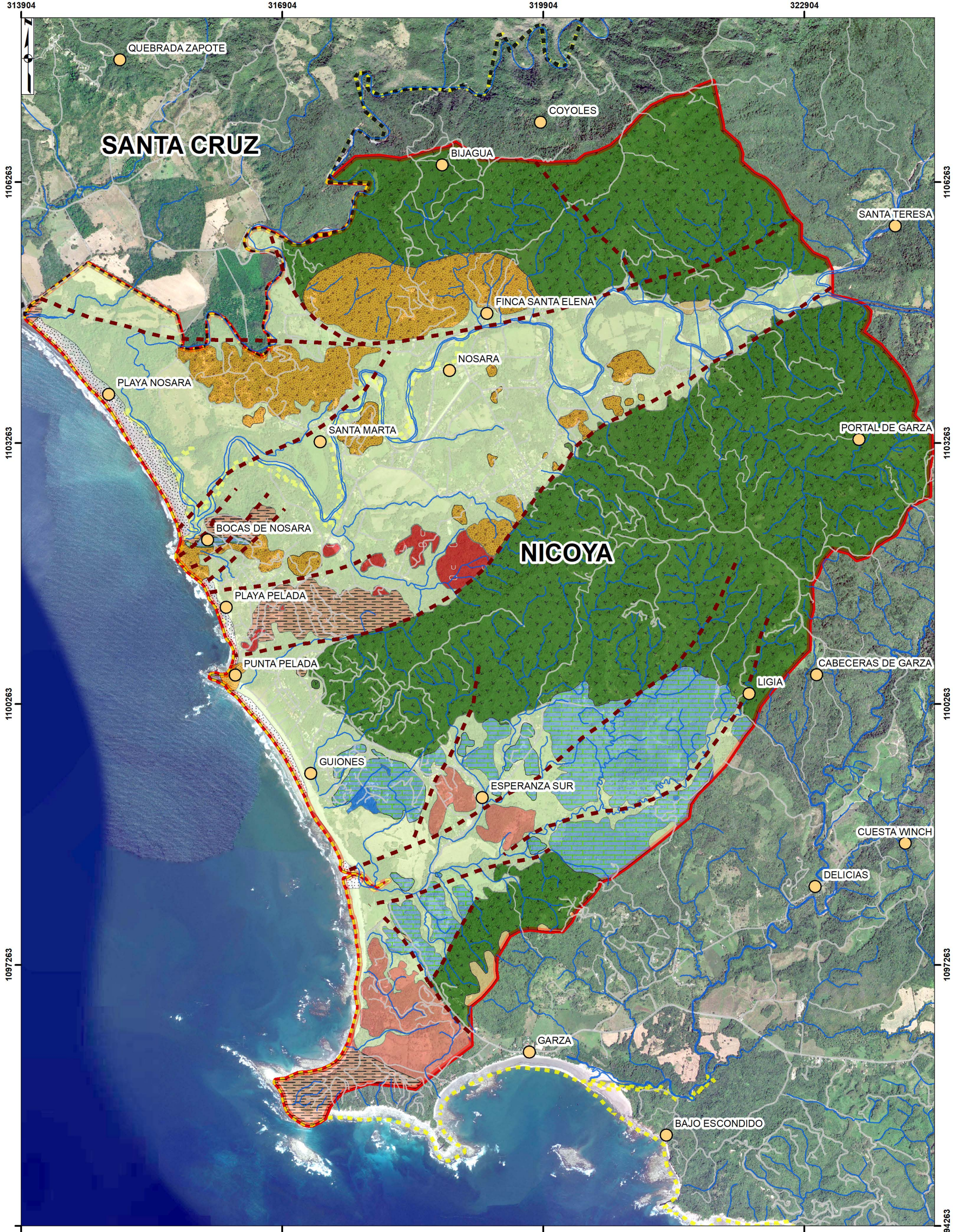
Sobreyace con una discordancia angular a la Formación Arío y Fila de Cal, y como se ha mencionado autores como Mora utilizan el criterio fosilífero para datarlo al Mioceno Inferior.

- **Formación Cóbano.**

Se designa con este nombre a los sedimentos de origen continental que afloran al W- NW del poblado de Cóbano. La descripción de estas rocas se menciona principalmente como depósitos de abanicos aluviales y terrazas conformadas por conglomerados, con clastos volcánicos del Complejo de Nicoya, pedernales rojos y amarillos, en una matriz arenosa o arcillosa de colores rojizos, con espesores de hasta 5 metros aproximadamente (Denyer et al, 2013). La edad estimada de estos depósitos, según estos mismos autores, se sitúa entre el Plioceno e inicios del Pleistoceno, a partir de cálculos estratigráficos. Se encuentran sobreyaciendo al Fm. Montezuma.

- **Depósitos no consolidados del Cuaternario.**

En la zona de estudio Denyer et al (2013) distinguen depósitos aluviales, depósitos de playa arenosa y depósitos coluviales. Estas unidades se describen mejor en la geología local de este estudio.



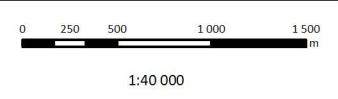
**Mapa 8. Geología Regional
hojas Garza y Cerro Brujo
(Denyer et al, 2013)**

NOSARA CIVIC ASSOCIATION

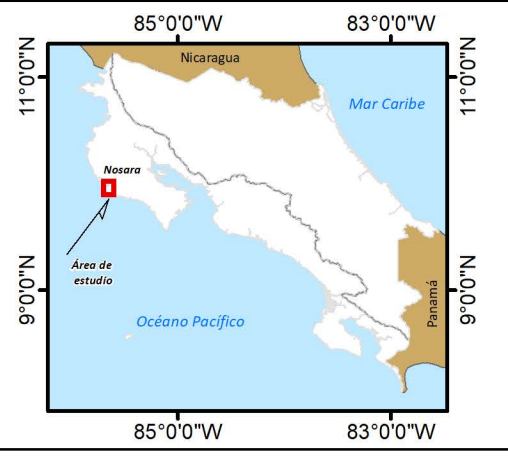


"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II)
del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los
Planes Reguladores"

Simbología	
	Poblados
	Fallas
	Red Vial
	Hidrología
Cantones	
	NICOYA
	SANTA CRUZ
	Área de estudio
Formación	
	Complejo de Nicoya (Basaltos)
	Deposito Aluvial
	Deposito de Playa arenoso
	Fm. Curú
	Fm. Arío
	Fm. Cóbano
	Fm. Piedras Blancas
	Fm. Punta Pelada
	Fm. Sabana Grande
	Fm. Sta. Teresa
	Mb. Loma Danta (Fm Santa Ana)



Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de
Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Geología (Denyer et al, 2013)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017-2018)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)



4.1.2. Geología local

Para la elaboración de este apartado fue realizada una comprobación de campo de las unidades y de formaciones geológicas determinadas por parte de Denyer et al. (2013) en la zona de Nosara, ya que este estudio y los mapas elaborados por dichos autores se presentan un nivel de detalle apropiado, ya que la base geológica fue desarrollada a una escala de trabajo 1: 25000 o menor.

Como complemento a la investigación geológica se presentarán descripciones más específicas de las formaciones identificadas en el área de estudio. Se utilizará como base el documento de SENARA (2006), la campaña geológica de 1980 (Gutiérrez, Campos, Siu, Ávila y Pinilla).

No se incluye un mapa geológico local, ya que como fue expuesto anteriormente el mapa geológico regional posee un grado de detalle aceptable.

- **Complejo de Nicoya (Basaltos)**

Se presenta en casi toda la zona de Nosara y consiste en basaltos masivos de forma irregular, con una coloración negra a gris, los cuales se asocian con el Complejo de Nicoya (Ávila *et al.* 1980, en SENARA 2006). Así mismo describe rocas con variaciones verduscas debido a la cloritización, además de patinas de manganeso y vetillas de zeolitas y calcita (Figura 2).

Estructuralmente se encuentra muy diaclasado e intruído por sills de composición también basáltica (Ávila *et al.* 1980: en SENARA, 2006). La meteorización de estos basaltos es elevada de tipo esferoidal.

SENARA (2006) menciona que algunos autores no separan esta unidad de la unidad de conglomerados basálticos, debido a la dificultad de diferenciar las dos litologías por su grado de meteorización y milonitización. En este sentido y según las observaciones realizadas en el campo se concuerda con la imposibilidad de separar estas unidades mencionadas.

Los afloramientos permiten observar lentes silíceas, con presencia de jaspe y nódulos de pedernal. Los espesores inferidos por Ávila *et al.* 1980 mencionados en SENARA (2006), varían entre 100 y 200 metros respectivamente. SENARA (2006) comprobó que esta litología posee una permeabilidad aparentemente bastante alta en las zonas de mayor meteorización y una permeabilidad aparentemente baja en las rocas más sanas, aunque presenten fracturas de tensión (permeabilidad secundaria).



Figura 2. Fotografías de afloramientos de rocas del Complejo de Nicoya en la zona de Nosara.

- **Formación Peñas Blancas (Lutitas)**

La unidad se identifica aflorando al norte del pueblo de Garza y en Lomas Rempujo (SENARA, 2006). Y fue definida por Ávila *et al.* (1980) como un pequeño lente de lutitas silíceas grises, mal estratificadas de alta dureza y con fractura concoide. Por medio de sección delgada se clasificó como una radiolarita arcillosa, mostrando variaciones hacia el techo de la secuencia a lutitas silíceas hasta areniscas calcáreas de color gris, con una buena estratificación (Ávila *et al.* 1980).

En SENARA (2006) las describe como rocas que presentan una alta meteorización y se encuentran sumamente tectonizadas. Algunos afloramientos muestran zonas muy fracturadas. Pinilla le otorga una edad de Maastrichtiano.

- **Formación Peñas Blancas (Calcilutitas)**

Esta unidad aflora al norte y al NE de Playa Garza, formando pequeños cerros de acuerdo con la descripción de Ávila *et al* (1980) mencionado en SENARA (2006). Consiste en lutitas de color café claro a gris verdosa cuando están sanas y café amarillento cuando están muy meteorizadas, como se aprecia en la Figura 3. Presentan patinas de manganeso y algunos óxidos de hierro. Las silicificaciones son ocasionales en la base, cruzadas por vetas de calcita. La fractura concoide es normal en esta Unidad (SENARA, 2006).

Los afloramientos de esta Unidad se muestran más tectonizados que las demás litologías aflorantes de la zona debido a diferencias de fragilidad entre rocas. También se puede observar pequeñas fallas las cuales no se les puede determinar el movimiento. Las fracturas tensionales también son comunes y al menos a nivel de afloramiento no muestran direcciones preferenciales, con pocas excepciones (SENARA, 2006).



Figura 3. Rocas de la Formación Peñas Blancas en la cuenca del río Rempujo sitio
1100315 N – 321966 E

- **Formación Santa Teresa (Serie Turbidítica)**

Compuesta por interestratificaciones masivas de areniscas y lutitas calcáreas de color café claro a tonos blancuzcos. Esta secuencia muestra variaciones verticales de facies en toda el área de estudio. Ávila *et al* (1980) en SENARA (2006) describe una capa de caliza de 20 a 40 cm de espesor que estaría estratigráficamente en la base de la serie Turbidítica, que aflora en la Quebrada Cacao al SE de la zona de estudio. Sin embargo, Ávila *et al* (1980) en SENARA (2006) señala que la serie turbidítica muestra lentes de caliza de características muy similares a las descritas por otros autores, pero en distintos niveles estratigráficos.

La secuencia turbidítica continua con una capa de lutitas calcáreas de 10 a 20 cm de espesor según Ávila *et al.* (1980) en SENARA (2006). Forman estratos tabulares y ondulados, blandos y fisibles como se aprecia en la Figura 4.

La secuencia continúa con intercalaciones de areniscas de color gris cuando están sanas y café meteorizadas (SENARA 2006). Estas areniscas tienen una permeabilidad aparente y porosidad bajas y muestran una estratificación plana ondulada. Esta unidad presenta un contacto por falla con el Complejo de Nicoya.



Figura 4. Corte de talud en rocas de la Formación Santa Teresa en contacto con el Complejo de Nicoya en la zona de falla del Pull Apart sitio 1104895 N- 319231 E

- **Formación Curú (Areniscas Masivas)**

Esta unidad fue definida por Ávila *et al* (1980), y corresponde con facies típicas de canales de sedimentación marina. Litológicamente consisten en facies de areniscas de grano grueso y algunas facies de conglomerados de color café oscuro. La secuencia total de esta unidad es de más de 10 metros, con variaciones de cada una de las facies, según el tamaño de los clastos (SENARA, 2006).

Los fragmentos de rocas volcánicas y calcáreas son predominantes. Estas facies afloran según Ávila *et al* (1980) “en la Quebrada Medina al Este de la zona de

estudio y podrían asociarse con facies de la Formación Curú” en SENARA (2006). En estas rocas se aprecia claramente un basculamiento que ha sufrido la cuenca y la afectación por las paleofallas (ver Figura 5).



Figura 5. Corte de talud en el pueblo de La Esperanza, afloramiento de rocas de la Formación Curú sitio 1099112 N- 319248 E

- **Formación Ario (Calcilutitas)**

Consisten en calcilutitas muy compactas de color gris verdoso. Presentan una buena estratificación con intercalaciones de arcilla de 2 a 3 cm. Las vetillas de calcita y óxidos de hierro son abundantes. La microfauna encontrada en esta Unidad le otorgó una edad Eoceno Temprano a Paleoceno (SENARA, 2006).

Esta Unidad aflora en Punta Garza y Punta Guiones, además de en sectores de playa (ver Figura 6), asimismo al sur de Hacienda Baltodano y Quebrada Peladas. El espesor de esta Unidad es de 560 m aproximadamente. Por sus similitudes litológicas podría asociarse con las Calcilutitas de Fm. Arío, aunque la similitud temporal no es completamente clara (SENARA, 2006).



Figura 6. Afloramiento de lutitas pertenecientes a la Formación Arío cerca de Punta Garza
sitio 1096606 N – 317732 E

- **Depósitos Recientes (Aluviales)**

Corresponde con clastos redondeados a subredondeados, de fragmentos de basaltos, calcilutitas, jaspes, todos dentro de una matriz arcillosa. Los clastos van desde un diámetro de 10 cm hasta partículas de arena, el material es heterogéneo, pero en ciertas zonas se aprecian estructuras de depositación como laminación paralela.

Constituye la cima estratigráfica de la zona de estudio, forman pequeñas terrazas y rellenan zonas de planicie (SENARA, 2006). Esta Unidad tiene un espesor de 5 metros, en el río Rempujo se puede observar la pseudoestratificación con gradación positiva. En el río Nosara se pueden observar pequeñas y delgadas islas de depositación, con clastos centimétricos redondeados, el espesor en el río Nosara sobrepasa los 10 metros como se puede observar en la Figura 7.



Figura 7. Cauces del río Rempujo (izquierda) y el río Nosara (derecha)

4.1.3. Geología Estructural

Como referencias sobre estudios previos para la determinación de la geología estructural de la zona de estudio se tiene de forma regional el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer *et al.* 2003) y de forma local se tiene el estudio de Astorga (2009) titulado Informe de Evaluación Ambiental Estratégica del Plan de Manejo Ostional, el cual contiene un apartado sobre las estructuras geológicas.

De forma sencilla, es posible afirmar que la geología estructural de la región de estudio está caracterizada por una estructura ordenada de la siguiente manera:

- a) El basamento de regional está comprendido por las rocas del Complejo de Nicoya, tanto en su unidad inferior, como su unidad superior.
- b) A lo interno de este basamento se presenta una estructuración que todavía es debatida y discutida por diversos autores.
- c) Por encima del basamento, cuyo techo por lo general (y con algunas excepciones) data del Cretácico Superior (posiblemente Santoniano, ver Astorga, 1997), se presentan tres sucesiones de rocas sedimentarias con características estructurales algo diferentes entre sí.
- d) La sucesión más antigua cubre del Campaniano hasta el Eoceno Superior. Tiene un espesor aproximada de 3 a 4 Km y comprende principalmente un relleno de rocas sedimentarias de aguas profundas (abanicos turbidíticos) y

rampas o plataformas carbonatadas de diversa edad. Esta sucesión se encuentra deformada estructuralmente formando pliegues y homoclinales de moderado y alto ángulo.

- e) Finalmente, la parte más superior de la sucesión está conformada por la sucesión de relleno volcánico y sedimentario del Cuaternario, con predominio de formaciones superficiales del Holoceno en las zonas costeras. Esta sucesión se encuentra muy poco deformada, salvo algunas pocas excepciones.
- f) En la fase final del relleno volcánico y aluvial y, como consecuencia de la presencia de relieve pronunciado en el territorio en estudio, se desarrollaron procesos de erosión intensos que se traducen en el desarrollo de abanicos aluviales y otros tipos de depósitos asociados.

Es importante señalar que toda la región de estudio tiene una condición emergida de tipo tectónico, dado que se trata de un sistema bajo levantamiento geológico. Este hecho explica la situación geológica de alta actividad de procesos de erosión y sedimentación presentes en la zona.

Desde el punto de vista geológico regional el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer *et al*, 2003) indica la existencia de una serie de fallas geológicas, la mayoría de ellas calificadas como fallas del Cuaternario, es decir, para las cuales existen evidencias de que han estado activas durante los últimos dos millones de años. Los autores del atlas referido advierten que en el mismo no se hace diferencia entre las fallas activas y las cuaternarias.

Fallas identificadas en el área de estudio

Se han identificado una serie de fallas geológicas, que se agrupan en dos grandes categorías según Astorga (2009):

Grupo 1: Fallas de orientación E – W hasta SW - NE

Grupo 2: Fallas de orientación NW - SE

En total, se han identificado 12 fallas geológicas locales dentro del área de estudio. Por la orientación de su movimiento, califican como fallas de desplazamiento de rumbo, normales e incluso inversas, Astorga (2009).

Denyer et al. (2013) establece que las fallas con dirección NE tienen movimientos con separaciones normales, estas fallas en su mayoría con paleofallas que afectan sedimentos del Paleógeno. El fallamiento con rumbo NW tiene una componente inversa y está presente principalmente en rocas del Paleoceno

La falla más relevante de la zona de estudio corresponde con la falla Nosara que inicial oeste en playa Nosara a lo largo de dos fallas de rumbo entre E-W y ENE, donde al norte y al sur se tiene escarpes facetados, limitando una zona reprimida que se ha llenado de aluviones recientes. Esta depresión se interpreta como una cuenca de tracción o pull-apart (pull-apart Nosara) cuyo ancho disminuye hacia el E (Denyer et al., 2013).

Esta estructura corresponde con el elemento geológico que predomina en la zona de estudio.

4.1.4. Afloramientos y estructuras geológicas locales

Como se ha mencionado en el apartado anterior, en la zona de Nosara existen varias estructuras geológicas relevantes. La más importante son las fallas que provocan la existencia de la cuenca pull-apart de Nosara, la cual es la responsable del gran aluvión del río Nosara y donde existe en alto potencial acuífero. Esta estructura se presenta en el mapa geológico regional.

Al haber desarrollado ampliamente el tema de las estructuras geológicas locales, se realiza una descripción de los diferentes puntos de afloramientos de roca más representativos que se levantaron durante el trabajo de campo.

Los sitios más representativos donde se recolectó información estratigráfica y litológica de Nosara se pueden observar en el Mapa 9. El detalle de la información levantada y la ubicación exacta de los puntos se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Detalles de los afloramientos identificados

Código del afloramiento	Latitud norte (CRTM05)	Longitud este (CRTM05)	Descripción
Punto 1	1104329	317921	Talud expuesto de areniscas masivas, de grano grueso a medio, color beige y meteorizadas posiblemente de la Formación Santa Teresa.
Punto 2	1106050	320372	Corte en el camino sobre rocas meteorizadas y con exfoliación esferoidal de basaltos, color rojizo con patinas negras. Los suelos residuales son de color rojo.
Punto 3	1104843	321818	Talud erosionado por el río, quedan expuestas lutitas gris claro, laminación centimétrica.
Punto 4	1103774	322418	Lavas oscuras fracturadas, con patinas negras y rojizas, muy fracturadas. Complejo de Nicoya
Punto 5	1104010	320914	Lutitas café claro y café oscuro fracturadas y con laminación paralela. Estratos centimétricos
Punto 6	1102403	316439	Rocas cafés masivas muy fracturadas y meteorizadas, se observan algunos bloques aislados
Punto 7	1100527	316170	Punta Pelada, Rocas sedimentarias areniscas con un buzamiento hacia el noroeste. Estratos centimétricos hasta decimétricos.
Punto 8	1099701	318164	Corte de carretera, se aprecia rocas meteorizadas y fracturadas del Complejo de Nicoya, por otro lado, se observan rocas de color gris claro, masivas, muy fracturadas y deleznales.
Punto 9	1099067	319208	Corte de talud por la plaza de futbol que expone areniscas café oscuro muy fracturadas, laminación paralela, estratos centimétricos. Son cortadas por dos fallas normales que forman un pequeño graben.

Código del afloramiento	Latitud norte (CRTM05)	Longitud este (CRTM05)	Descripción
Punto 10	1097266	317797	Playa Guiones. Se aprecia estratos aflorando en la playa de areniscas fina y medias de color gris oscuro.
Punto 11	1100849	320251	Corte del camino, se observan lavas muy meteorizadas y fracturadas con tonalidades negras, cafés y rojizas. Fracturas rellenas de calcita. Se aprecian estructuras de bloques.
Punto 12	1101533	321227	Lavas muy meteorizadas y fracturadas con tonalidades negras, cafés, similar al punto 11.
Punto 13	1101626	317747	Parque ecológico. Son afloramientos puntuales de areniscas de color beige, muy fracturadas y deleznable, no se observan estructuras sedimentarias.
Punto 14	1101844	322709	Rocas del Complejo de Nicoya. Rocas muy fracturadas y con fuerte alteración.
Punto 15	1103083	324287	Rocas del Complejo de Nicoya. Suelos rojizos con fragmentos de rocas oscuras y patinas negras
Punto 16	1105156	318399	Rocas del Complejo de Nicoya. Rocas con alteración y fracturas rellenas.
Punto 17	1102732	320031	Corte de talud, rocas de color blanco a beige, areniscas finas y medias, masivas. Se observa que están muy alteradas y con fracturación.

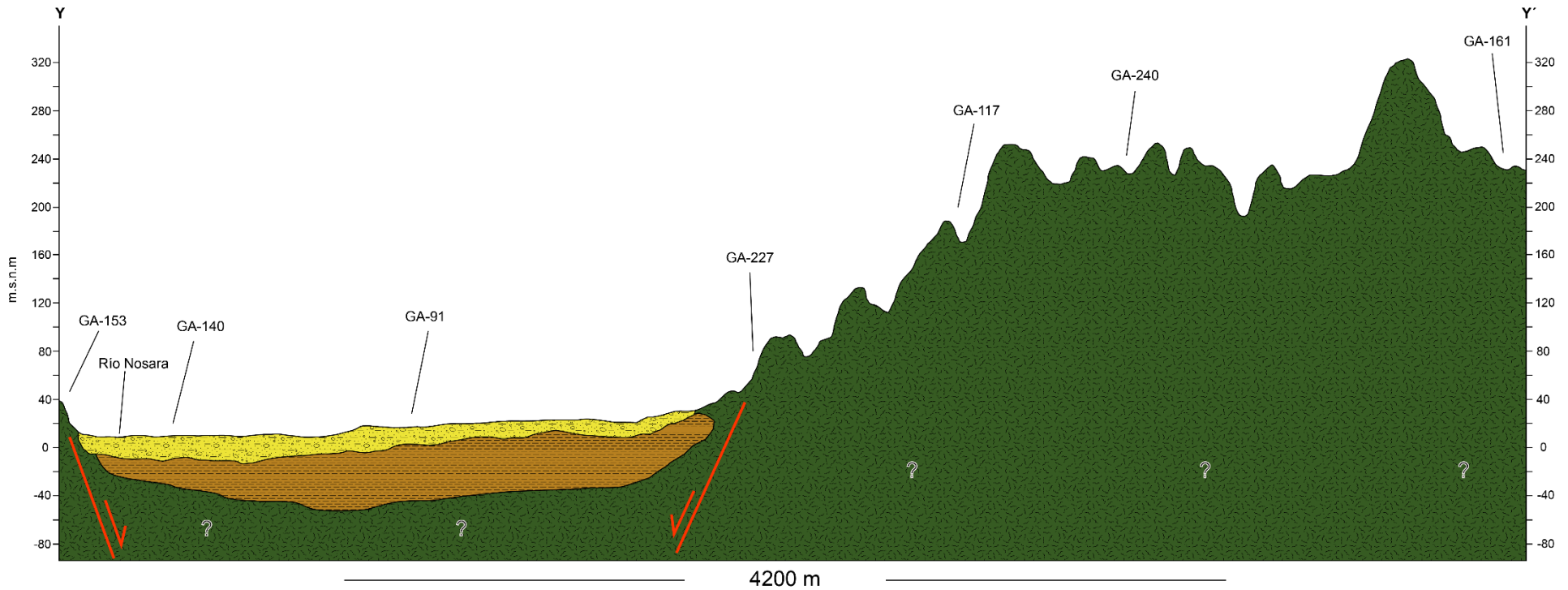
4.1.5. Perfiles Geológicos

Como parte de la investigación e interpretación geológica se realizaron dos perfiles geológicos para ayuda a entender la disposición de las rocas en la zona de Nosara,

especialmente en la zona afectas por las fallas que provocan el Pull-Appart de Nosara.

La información que se utilizó para elaborar estos perfiles son el mapa geológico, regional, el levantamiento de campo y la información de los pozos con registro litológico.

Perfil Geológico Nosara Y-Y'
N-S

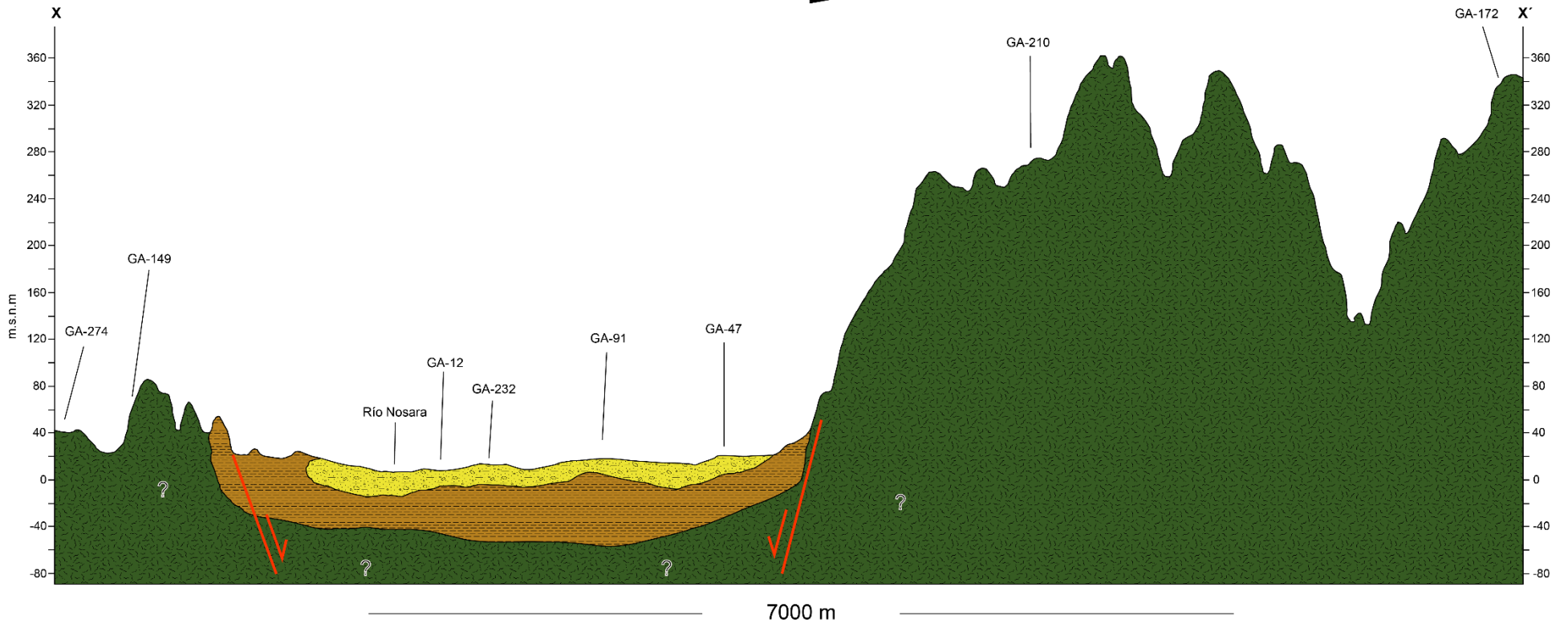


Simbología



Figura 8. Perfil geológico Y-Y' de la zona de Nosara

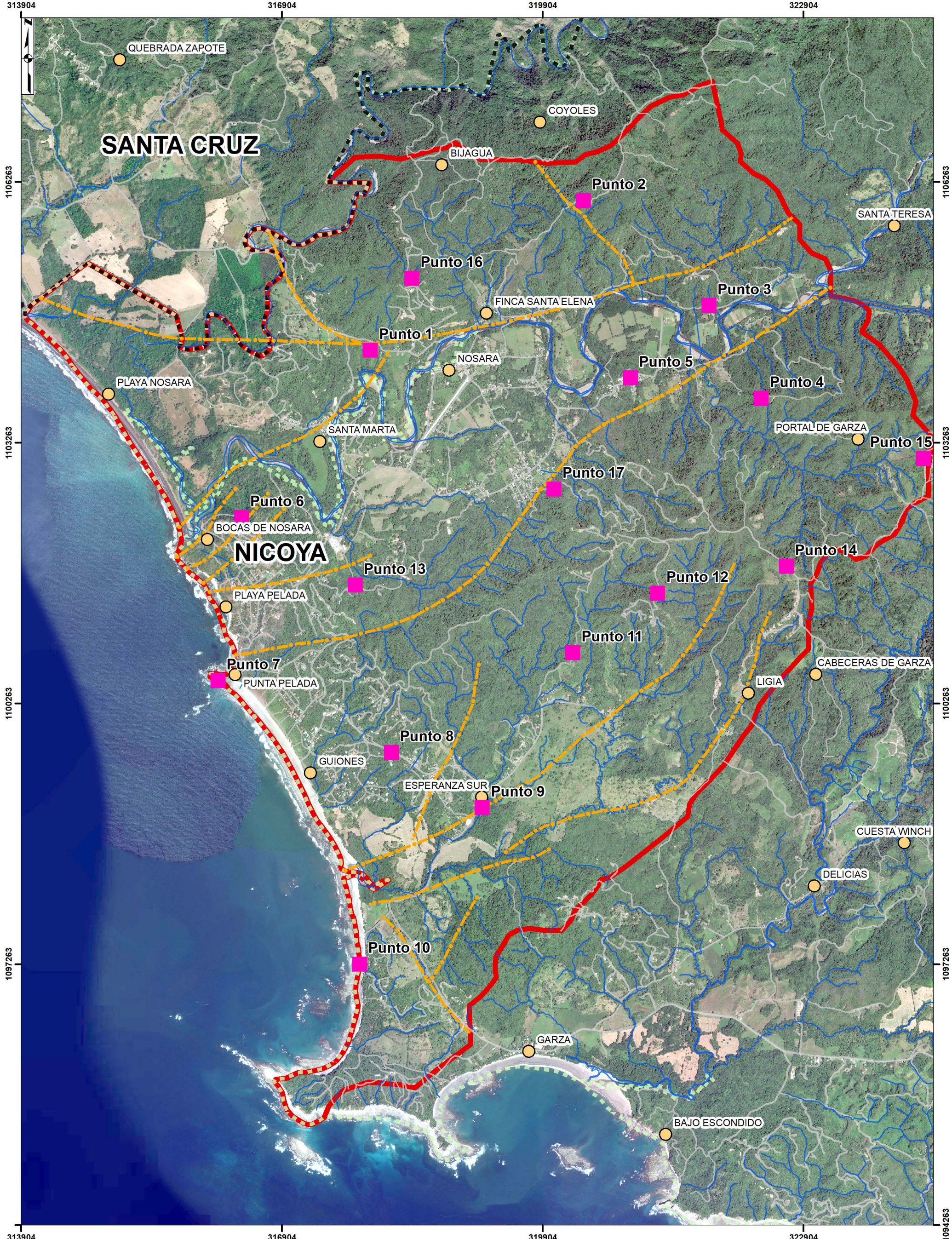
Perfil Geológico Nosara X-X'
NO-SE



Simbología




Figura 9. Perfil geológico X-X' de la zona de Nosara



Mapa 9. Ubicación de Afloramientos y Estructuras Geológicas Locales

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

■ Afloramientos	— Red Vial
● Poblados	Cantones
- - - Fallas	■ NICOYA
— Hidrología	■ SANTA CRUZ
	 Área de estudio

0 250 500 1000 1500 m

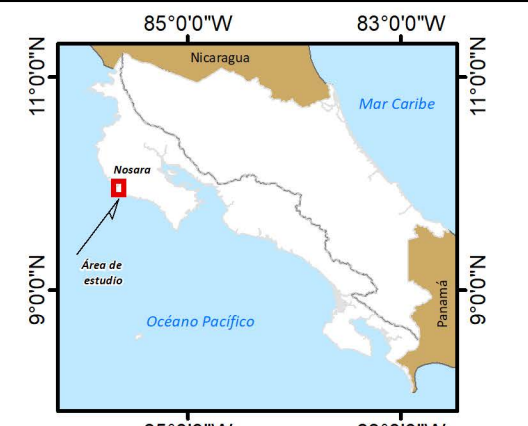
1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05

Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Afloramientos (HGT, 2020)
Fallas (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



4.1.6. Geofísica de la zona de estudio

La geofísica realizada tiene como uno de sus objetivos el caracterizar ciertas zonas donde la información de pozos no es tan abundante. Sin embargo, la principal meta de efectuar estas prospecciones corresponde con la identificación de las zonas no saturadas, saturada y la caracterización de la interfase agua dulce – agua salada.

La definición de esta zona de interacción entre las aguas subterráneas y el océano es importante para la definición del modelo hidrogeológico de la zona de estudio y para una adecuada propuesta de plan de manejo del territorio.

La metodología utilizada para la prospección mediante Sondeos Eléctricos Verticales consistió en realizar el arreglo Slumberger, utilizando un equipo con 4 electrodos y apertura máxima de 150 m. Dicho método se aplicó en 6 puntos y los datos compilados fueron procesados mediante el software libre IPI2WIN.

Los datos resultantes fueron correlacionados con las observaciones de campo, datos bibliográficos y datos derivados de registros de perforación de pozos cercanos a cada uno de los sondeos.

El mapa 10 se presenta la ubicación de cada uno de los sondeos eléctricos realizados, se destaca que son sondeos relativamente cerca de la costa para poder lograr el objetivo mencionado anteriormente. Asimismo, existen varios aspectos medioambientales se deben de considerar a la hora de interpretar los datos derivados de la prospección geoelectrica realizada.

Cuando se realizaron los ensayos, es decir, los ensayos se realizaron en época de estiaje. Esto es de especial relevancia al considerar que los materiales del área de estudio (sedimentos no consolidados) son bastante permeables, y al no haber recarga directa durante todo este tiempo es altamente probable que la cuña de intrusión haya avanzado tierra adentro durante esta época. Otra condición natural que se debe considerar es la geomorfología de cada zona y la cercanía de los sistemas montañosos.

En resumen, los detalles de los SEV (Sondeos Eléctricos Verticales) son: En el SEV-1 presenta una curva típica de un medio donde existe intrusión Salina. El modelo se compone por 4 capas, una capa con 1 m de espesor y resistividad de 2.3 Ω m, interpretada como rellenos y arcilla, no saturado, una capa con 1.8 m de espesor y resistividad de 37 Ω m interpretada como sedimentos no consolidados parcialmente saturados con agua dulce, bajo esta capa se ubica una capa con al menos 4 m de espesor y resistividad de 0.7 Ω m, interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua salada. No se observa la interfaz de cambio de salinidad posiblemente por el espesor en esta zona o por condiciones geológicas especiales. Finalmente se observa la presencia del basamento rocoso con una resistividad cercana a los 200 Ω m.

El SEV-2 muestra condiciones similares al SEV-1 aunque la interfaz de agua salobre si se puede apreciar de mejor manera. La primer capa presenta un espesor de 0.5 metros y resistividad de 13 Ω m, interpretada como suelo no saturado, luego se observa una capa de 2.5 m de espesor con resistividad de 8 Ω m, interpretado como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce-interfaz de agua salobre, bajo esta capa los valores de resistividad caen y se presenta una capa con al menos 6 m de espesor y resistividad de 0.7 Ω m, interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua salada y existe la posibilidad que también dentro de esta capa esté una parte del basamento rocoso y finalmente la resistividad aumenta y se observa la presencia del basamento rocoso no saturado con valores de resistividad de 112 Ω m.

En el SEV-3 y en el SEV-4 los valores de resistividad de las capas se presentan un poco más altos que en las otras localidades. El SEV-3 muestra primero una capa de suelo y relleno con 1 m de espesor y resistividad de 26 Ω m, bajo esta capa se registra una capa de sedimentos no consolidados no saturados con espesor de 5 m y resistividad de 84 Ω m, como tercera capa se ubican sedimentos no consolidados y saturados con agua dulce con una resistividad promedio de 22 Ω m, y finalmente la resistividad aumenta a 115 Ω m lo que se interpreta como el basamento rocoso. En este sondeo no se encontró evidencia de la interfase de agua dulce-agua salada,

En el SEV-4 se detecta la presencia de una capa de suelo arcilloso con 1 m de espesor y resistividad de 5 Ω m, bajo estos materiales se ubica una capa con 1.7 m de espesor y resistividad de 15.5 Ω m, interpretada como sedimentos no consolidados con alto contenido de arcillas. Bajo la capa anterior se ubica una capa con al menos 5 m de espesor y resistividad de 5 Ω m interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce y finalmente, se observa un aumento en la resistividad a los 69 Ω m lo que se interpreta como el basamento rocoso relativamente alterado con algo de contenido de saturación. Ese sondeo confirma que en esta zona no se localiza la interfase de agua dulce – agua salada.

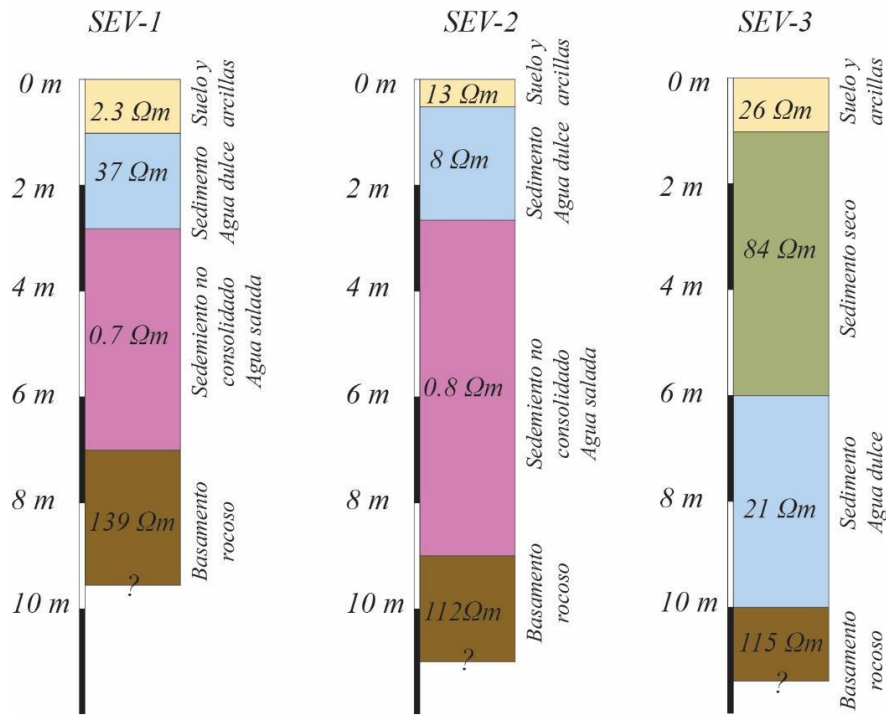
El SEV 5 muestra condiciones similares al SEV-2, una capa de suelo seco con al menos 1.3 m de espesor y resistividad de 11 Ω m, subyacida por una capa de 3.3 m espesor y resistividad de 5 Ω m interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce o bien con alto contenido arcilloso y sales, bajo esta capa se ubica un horizonte con 1.2 m de espesor y resistividad de 3.5 Ω m posiblemente asociada a interfaz de agua salobre o bien sedimentos no consolidados con alto contenido de arcillas y/o sales y saturación con agua dulce. Finalmente, una capa con valores de resistividad superiores a 50 Ω m interpretada como el basamento rocoso.

El SEV-6, ubicado en las cercanías de la costa, muestra una capa de suelo con 0.8 m de espesor y resistividad de 8 Ω m, subyacida por una capa con 3 m de espesor y resistividad de 40 Ω m posiblemente asociada a sedimentos no saturados o bien arenas y gravas “limpias” saturadas con agua dulce, bajo esta capa se ubica un horizonte con 1.7 m de espesor y valores de 0.4 Ω m lo que se interpreta como sedimentos saturados con agua salada. Bajo esta capa se observa una capa con 148 Ω m asociada al basamento rocoso. En este sondeo no fue posible detectar la interfaz de agua salobre, sin embargo, esto no quiere decir que no existe, es posible que no se haya detectado debido a factores como concentración de salinidad, composición y espesor de las capas, etc.

En resumen, los sitios localizados al norte de la zona de estudio, cerca del límite con Ostional y cercanos a playa Guiones se pudo caracterizar la zona de interacción entre el agua dulce y el agua salada para esa época del año. Por otro lado, los SEV realizados en playa Pelada no mostraron indicios de un nivel de interacción del agua subterránea y el agua salada.

Los resultados esquemáticos se pueden observar en la Figura 10, donde se aclara la disposición de las capas mencionadas para cada SEV. Los datos de los sondeos se pueden corroborar en los anexos de este informe.

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN NOSARA



PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN NOSARA

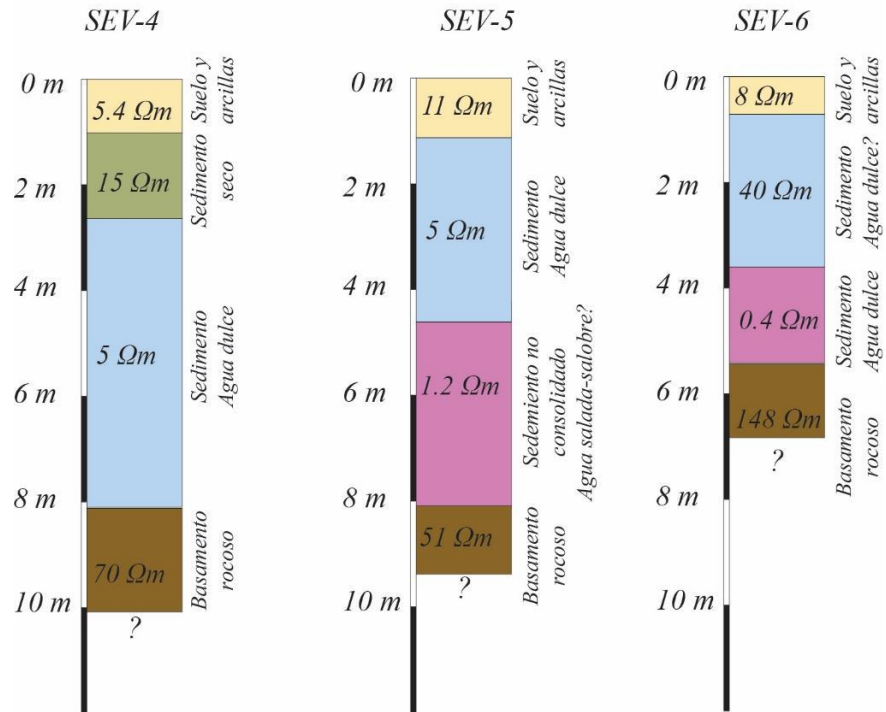
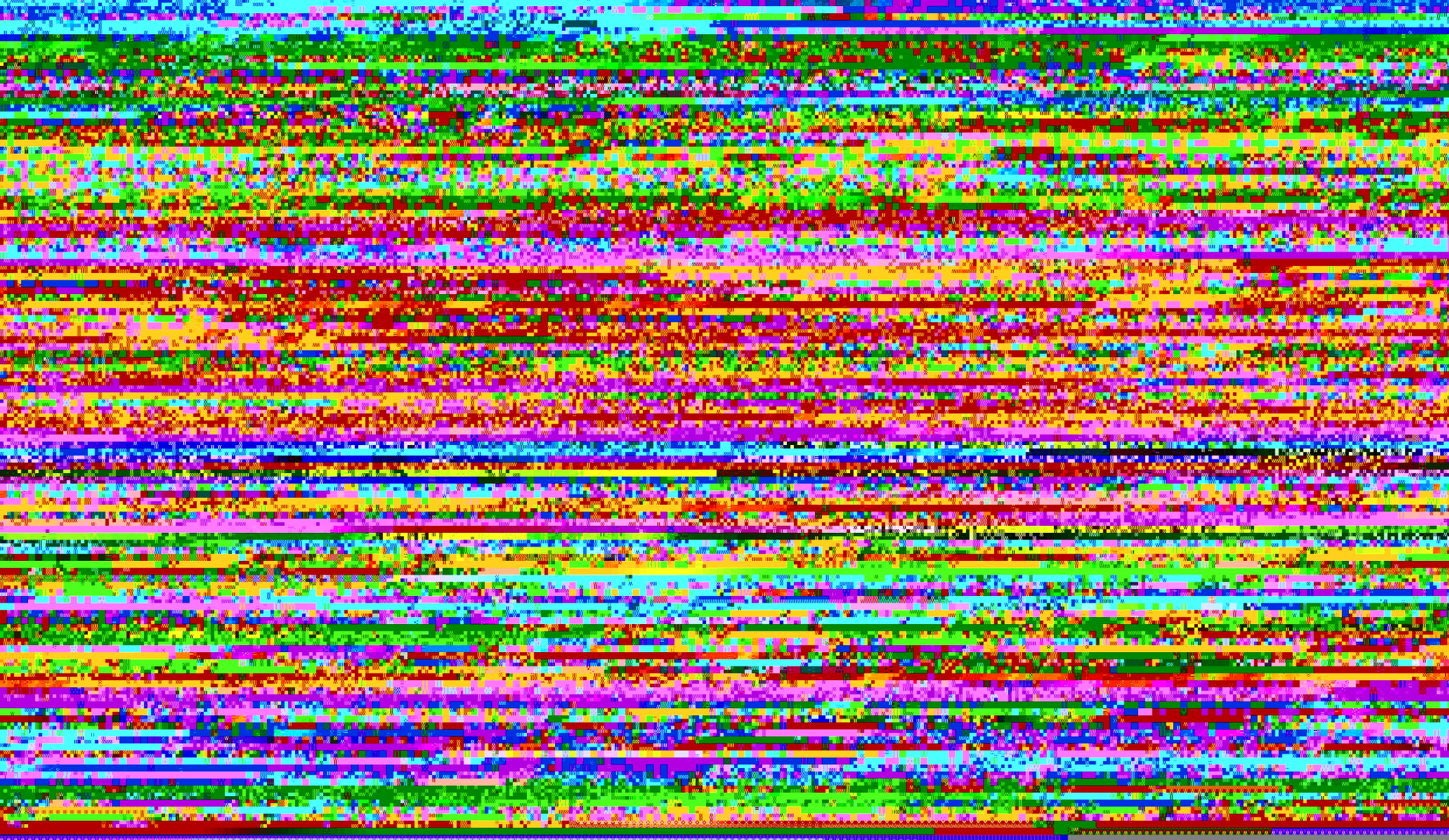


Figura 10. Columnas de las capas identificadas en los diferentes SEV, identificando la zona no saturada, saturadas y con influencia de agua salada



4.1.7. Características hidráulicas de los suelos

Con la intención de caracterizar la zona no saturada del área de estudio, se incluyen los principales resultados obtenidos mediante las pruebas y los ensayos de laboratorio de suelo realizados. La conductividad hidráulica para la zona no saturada se obtuvo de las pruebas de infiltración con la metodología de doble anillo (Figura 11) se aplicaron 27 pruebas de infiltración según los términos de referencia de estudios hidrogeológicos para planes reguladores elaborados por SENARA y 22 muestreos de suelos para determinar el punto de marchitez, capacidad de campo y densidad aparente y porosidad.



Figura 11. Ejecución de pruebas de infiltración mediante la metodología de doble anillo

Los resultados obtenidos de la caracterización de suelo y las pruebas de infiltración detallan en promedio una porosidad de 56.4%, siendo clasificadas las muestras de suelo en su mayoría como limos arcillosos con arena, limo arenoso, limo arcilloso y limo arenoso con grava, con lo cual se observa la influencia fluvial al presentar muchas texturas con arenas. La velocidad de infiltración promedio en la zona de estudio es de 5200.8 mm/día de la zona no saturada, sin embargo, se obtuvieron valores extremos que representan muy bajas infiltraciones y valores que representan muy altas infiltraciones, coincidiendo con los materiales clasificados como limos arenosos y limos arenosos con gravas respectivamente.

En el Cuadro 6 se incluyen los principales resultados obtenidos mediante las pruebas de infiltración y el análisis de laboratorio de las muestras de suelo, los cuales fueron realizados por el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. En este cuadro se indica información base como densidad aparenta, capacidad de campo y porosidad. En los anexos se encuentran los detalles de los análisis y los registros de las pruebas de infiltración.

Cuadro 6. Resultados de los muestreos geotécnicos de suelos y las pruebas de infiltración de doble anillo para el área de estudio de Nosara.

Muestra	Porosidad (%)	Capacidad de campo (%)	Punto de Marchitez (%)	Densidad Aparente (g/cm ³)	Velocidad de infiltración (mm/día)	Coordenadas (CRTM05)
M1	36	40	36	1.2	8523.7	316422 E / 1102314 N
M2	44	17	13	1.4	11809.5	317660 E / 1101029 N
M3	50	26	19	1.3	3156.8	317142 E / 1099876 N
M4	62	49	41	0.8	8913.4	3188713 E / 1101383 N
M5	96	57	46	0.1	7436.8	318967 E / 1102119 N
M6	56	37	30	1.1	426.3	318466 E / 1103159 N
M7	65	44	24	0.8	1862	316752 E / 1103737 N
M8	50	32	23	1.3	613.2	317196 E / 1104785 N
M9	67	44	37	0.8	2966.4	314415 E / 1105045 N
M10	63	40	28	0.9	8536.1	319450 E / 1105449 N
M11	56	35	25	1.1	2620.9	318469 E / 1106275 N
M12	64	39	32	0.9	651.3	320233 E / 1100242 N
M13	56	40	35	1.2	1201.5	321394 E / 1107033 N
M14	61	35	31	1.1	785.8	320558 E / 1106110 N
M15	52	37	30	1.2	3539.4	321781 E / 1104845 N
M16*	40	39	23	1.3	1019.8	321694 E / 1104018 N

M17*	46	42	22	1.1	16993.8	320657 E / 1103123 N
M18	59	44	34	1.1	6546.8	320758 E / 1102060 N
M19	72	42	37	0.7	3451.1	322153 E / 1102743 N
M20	58	48	40	1.1	1497.8	324511 E / 1106219 N
M21	56	50	32	1.1	7881.8	322645 E / 1101894 N
M22	52	33	28	1.2	266	320495 E / 1097851 N
M23*	39	40	23	1.3	720.4	318610 E / 1097125 N
M24	67	26	20	0.8	10611.8	318781 E / 1099077 N
M25	60	42	31	1	8304.8	318535 E / 1100025 N
M26	56	46	38	1.1	15125.6	322057 E / 1099672 N
M27*	40	43	24	1.3	1505.7	319984 E / 1104180 N

*Datos físicos del suelo tomados de SENARA (2006).

Con estos datos se puede caracterizar los materiales y las condiciones hidráulicas de los suelos de la zona no saturada. Esta información es la base para efectuar el balance hídrica de suelos.

Adicionalmente en los anexos se encuentran las memorias de cálculo de las infiltraciones realizadas, además de los resultados de los laboratorios del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y de la empresa Labcore, la cual fue la encargada de realizar las categorizaciones texturales de los suelos según la clasificación SUCS.

5. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA

5.1. Información Meteorológica del Instituto Meteorológico Nacional

Como parte de los insumos necesarios para este informe y son recopilados desde la Fase I del Diagnóstico Hidrogeológico son los datos básicos de lluvia y temperatura correspondientes de la zona de estudio, ahora en esta etapa de la investigación se analizan dichos registros para filtrar la información más confiable y representativa del área de estudio con el enfoque de utilizar esta información para el balance hídrico de suelos.

Como se muestra en el Mapa 11, a pesar de que existen únicamente dos estaciones dentro del área de estudio (Nosara), existe otra estación al este, lo cual permite conocer e interpolar los valores meteorológicos como por ejemplo los valores de precipitación en la parte alta del sitio, horas de brillo solar o la temperatura.

A pesar de que las estaciones analizadas y mencionadas en este apartado pueden estar fuera del área de estudio y se encuentran a distancias alejadas al sitio, el Mapa 11 muestra que todas se ubican dentro de la misma zona de vida (bosque tropical húmedo), de modo que es de esperar que tengan condiciones climáticas similares, obedeciendo a los patrones de la zona de vida en cuestión.

De este modo, se realiza un modelo de datos climáticos adecuado para el objetivo final de estimar la cantidad de precipitación, evapotranspiración y de agua que potencialmente puede recargar los acuíferos.

5.1.1. Estación meteorológica Nosara

Del SENARA, se cuenta información de la Estación de Precipitación de Nosara con un registro de precipitación cuyos valores corresponden a valores promedio de precipitación y temperatura entre 1976 y 1993. Esta es la única estación del SENARA que se encuentra dentro del área de estudio. Son datos representativos pero faltante de series que reflejen los cambios climáticos y los fenómenos más recientes e intensos como El Niño.

5.1.2. Estación meteorológica Garza Fenco

Del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) se cuenta información de la Estación de Meteorológica Garza Fenco con un registro desde 1997 a la fecha y se encuentra a 1800 m de la zona de estudio, dentro de la misma zona de vida. Contiene información de precipitación cuyos valores corresponden a valores promedio de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima, brillo solar, viento predominante y humedad. Esta se colocó para sustituir a la estación NOSARA después de que se dejara de usar.

Los datos de esta estación cubren los fenómenos climáticos que han afectado la zona en los últimos 15 años. Además, cuenta con una altitud similar a la que se encuentran los valles aluviales de la zona de estudio.

5.1.3. Estación meteorológica Bobbi Jhonson

Esta estación pertenece a la ASADA de Playa Nosara, registra únicamente información de precipitación cuyos valores corresponden a valores promedio de precipitación desde 1995 a la fecha.

Se encuentra dentro del área de estudio y caracteriza los datos más representativos de precipitación de la cuenca del río Nosara y el río Rempujo. Estos datos abarcan los periodos más recientes de sequía que se declaró en la provincia de Guanacaste en el año 2015, lo cual implica que se consideran eventos de esta magnitud en los registros promedio de la estación.

Al analizar los datos de precipitaron de las tres estaciones se puede observar claramente el comportamiento de las lluvias en esta zona, donde de diciembre a abril hay una fuerte estación seca con precipitaciones prácticamente nulas, mientras que de mayo a noviembre es la estación lluviosa, alcanzando su pico de precipitación en octubre.

A pesar de mostrar un comportamiento similar, la estación Bobbi Jhonson tiene promedios más levados, que serían representativos específicamente para la cuenca del río Nosara, a diferencia de los datos de precipitación de la estación Garza. Los

datos de la estación Nosara representan un gran lapso de tiempo, pero tienen el faltante de los eventos meteorológicos extremos que se han regularizado en los últimos 20 años, de ahí que los valores sean distantes de las otras estaciones, aunque la tendencia sea similar. Esto se puede observar en la gráfica 8.

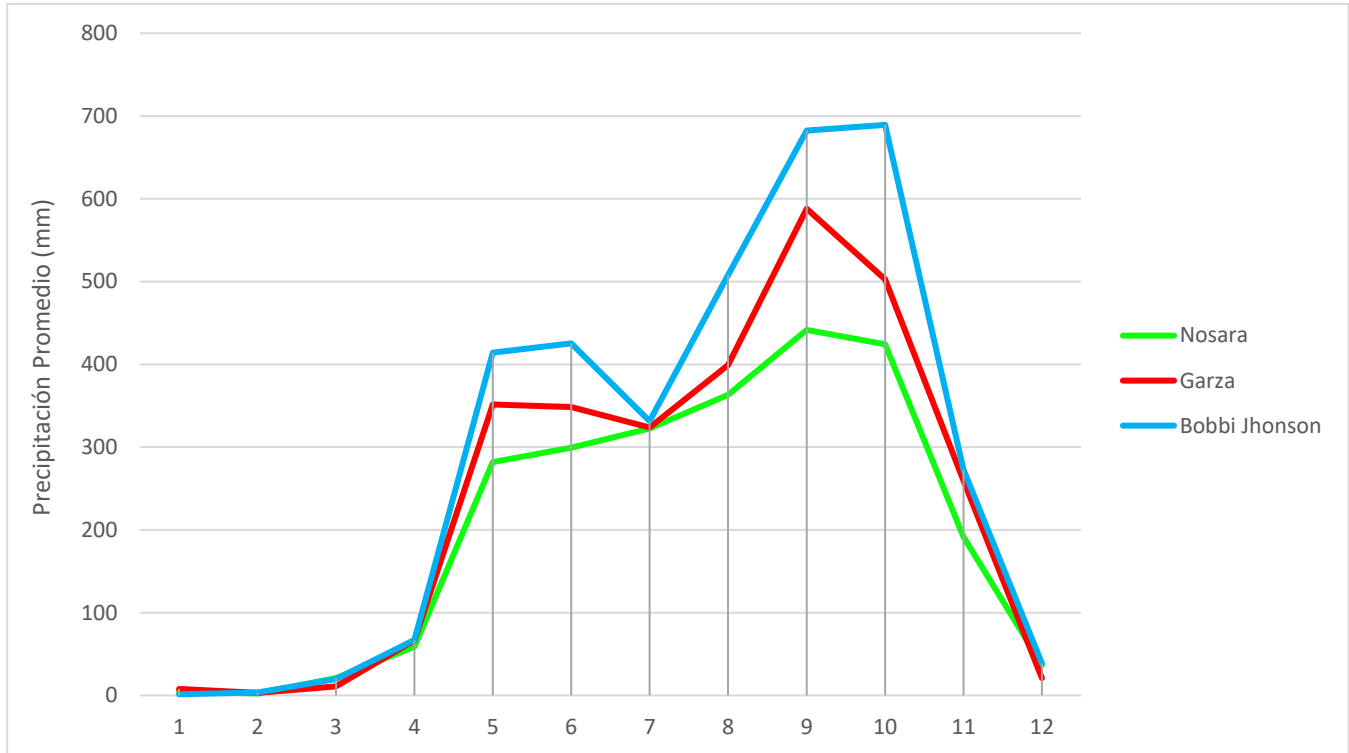


Gráfico 8. Gráfico de tendencia de los datos de precipitación promedio de las estaciones meteorológicas dentro y cercanas al área de estudio.

Los datos recolectados y que se analizaron para el análisis de información meteorológica se muestran a continuación en el Cuadro 7:

Cuadro 7. Registro de información meteorológica de estaciones dentro y cercanas a la zona de estudio.

Estación	72120		Nosara		Latitud	9°58'	Longitud	58°40'	Altitud (m.s.n.m)	15					
	Período		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación (mm)	1976	1993	4,5	2,3	20,8	59	281,9	299,4	322,5	363,1	441,6	424,2	191,3	37	2447.6

Estación	72135		Garza		Latitud	9°54'	Longitud	85°36'	Altitud (m.s.n.m)	10					
	Período		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación (mm)	1997	2017	7,9	3,1	11	66,7	351,6	348,3	323,7	399,1	588	502,6	259,6	20,9	
TEM MAX (°C)	1997	2017	32,4	33,4	34,1	34,1	32,3	31,1	31,3	31,3	30,6	30,3	30,7	31,5	
TEM MIN (°C)	1997	2017	20,7	20,3	21,1	22	23	22,5	22,1	22,1	22,7	22,6	22	21,2	
TEM MED (°C)	1997	2017	26,6	26,8	27,6	28	27,7	26,8	26,7	26,7	26,7	26,5	26,3	26,4	
Brillo Solar (h)	1997	2017	9	9,2	8,8	6,6	5,9	4,8	4,8	4,9	4,9	4,3	5,2	6,1	

Estación	PRIV		Bobbi Jhonson		Latitud	10°08'	Longitud	85°27'	Altitud (m.s.n.m)	120					
	Período		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación (mm)	1995	2019	1,4	3,4	19,7	66,9	414,2	425,3	331,3	507,6	682,6	689,3	272,7	38,9	

Fuentes: Nosara Civic Association (2020), Instituto Meteorológico Nacional (2020).



Mapa 11. Ubicación de las estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (2017)

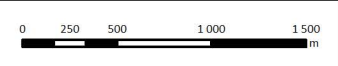
NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

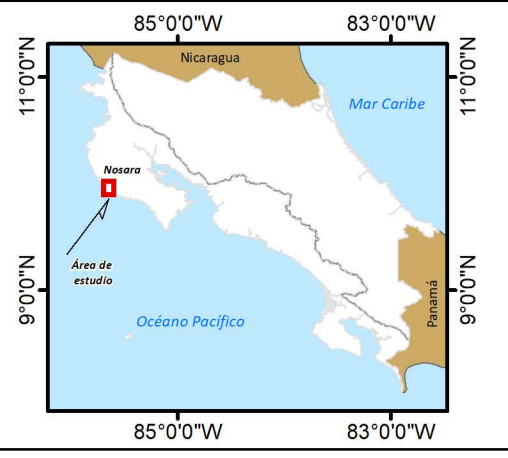
Simbología

- Estaciones Meteorológicas
- Poblados
- Red Vial
- Hidrología
- Red Vial Cantones
- NICOYA
- SANTA CRUZ
- Área de estudio



Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Estaciones Meteorológicas (IMN, 2017)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



5.2. Cantidad y calidad de series

En cuanto a los datos meteorológicos se cuenta con suficientes series temporales, que abarcan un periodo de más de 20 años, hay datos de precipitación *in situ* para el área de estudio definida. Por lo tanto, para el desarrollo de este estudio, en la sección de estimación de recarga potencial, se propone utilizar la información meteorológica de la estación Bobbi Jhonson para los datos de precipitación por ser representativos del área de estudio, por lo que se usaría un único valor para toda el área analizada.

En cuanto a los valores de temperatura y brillo solar se utilizarán los datos de la estación meteorológica Garza Fenco, ya que tiene series de datos de más de 20 años de los factores antes descritos. Esta estación meteorológica se localiza muy cerca del área de estudio, se ubica en la misma zona de vida y sumado a lo anterior se encuentra a una altitud similar, por lo cual es una fuente de datos climáticos confiable y son representativos para este sector de Guanacaste. Igualmente, que en el caso anterior para toda la zona de estudio se tendrán valores únicos mensuales de temperatura y brillo solar.

Cabe mencionar también que el periodo de toma de datos para las estaciones escogidas comprende años donde se ha presentado el fenómeno ENOS tanto en su fase cálida (El Niño) y su fase fría (La Niña).

6. MODELO HIDROGEOLÓGICO

A partir de la información recolectada y generada para esta fase del estudio hidrogeológico, enfocado en los planes reguladores, se realiza el planteamiento de un modelo hidrogeológico conceptual del área de estudio que implica la determinación de las características de los acuíferos presentes, así como la clasificación en unidades hidrogeológicas.

Las unidades hidrogeológicas de la zona del río Nosara y del río Rempujo se delimitaron y describieron a partir de la información en los registros de perforación de los pozos en el área de estudio, del trabajo de campo, los perfiles hidrogeológicos realizado a partir de la información disponible en la base de datos del SENARA, los cuales se describen más adelante. Además de información elaborada por otros autores.

Como base para este estudio se menciona la división geológica que se ha realizado para la zona de Nosara en el cual a grandes rasgos se identifican tres tipos de rocas: las rocas sedimentarias consolidadas de la Formación Santa Teresa, Arío, Peñas Blancas y Curú, las rocas volcánicas del Complejo de Nicoya y los Depósitos Cuaternarios (aluviales y de playa).

Además, se debe considera la influencia marina en la zona y la interacción entre el agua salada y el agua dulce, así como la presencia de estructuras geológicas importantes como lo es el pull-apart de Nosara.

6.1. Hidrogeología

6.1.1. Clasificación hidrogeológica y potencial acuífero de las unidades litológicas, extensión y espesor de acuíferos zona no saturada y saturada

A partir de la información de pozos, del levantamiento de campo y otras evidencias se ha realizado una clasificación de las unidades hidrogeológicas, las cuales se definen en dos unidades generales: El acuífero en rocas consolidadas que abarca diferentes tipos de litologías pero que, a grosso modo, tienen el mismo comportamiento y el mismo potencial acuífero; la segunda unidad hidrogeológica es el acuífero libre aluvial Nosara-Rempujo, que se desarrolla en los depósitos del Cuaternario (aluviones, coluvios, depósitos de playa y depósitos del estero) y es el principal cuerpo acuífero de la zona de estudio por su capacidad hídrica.

Estas dos unidades tienen una conexión hidráulica gracias a varios mecanismos asociados con las estructuras de la zona, principalmente el pull – appart de Nosara, ya que las aguas superficiales y subterráneas del acuífero en rocas consolidadas descarga en los aluviones a través de las fracturas, este tipo de conexión se repite en otras fracturas y fallas de la zona, lo cual ocurren también en la cuenca del río Rempujo. Asimismo, el movimiento de descompresión y de desplazamiento lateral del pull appart de Nosara es el causante de generar y limitar (lateralmente y en profundidad) el acuífero presente en la cuenca de depositación para la planicie aluvial del río Nosara.

No se incluye el basamento rocoso del Complejo de Nicoya ya que se encuentra a grandes profundidades, no se encontró afloramientos en el área de estudio, estas rocas no se encuentran alteradas ni fracturadas por lo que poseen un potencial acuífero nulo. Para definir cada unidad y sus parámetros hidráulicos se usa como base la recolección de datos de pozos, así como datos de geofísica, aforos diferenciales y levantamiento de campo.

- **Unidad Hidrogeológica Acuífero en rocas consolidadas**

Esta unidad hidrogeológica abarca una serie de formaciones geológicas de rocas sedimentarias y volcánicas. Comprende a los basaltos y a los conglomerados basálticos del Complejo de Nicoya, las secuencias sedimentarias locales de lutitas y areniscas de la Formación Sabana Grande, Curú, Arío, Punta Pelada, Santa Teresa y Cóbano. Regionalmente las condiciones de porosidad se dan por acción secundaria (fracturamiento) relacionado con los sistemas de diaclasas y microfallas por la fuerte actividad sísmica-tectónica de la zona, con paleofallas y fallas cuaternarias.

A pesar de localizar en la zona rocas de composición carbonatadas como parte de algunas de las formaciones sedimentaria mencionadas, el desarrollo de acuíferos se da principalmente por el mismo mecanismo que se presenta en las rocas del Complejo de Nicoya, es decir por la presencia de fracturación. Al igual que los acuíferos que se desarrollan en el Complejo de Nicoya, son de potencial limitado, debido a las características de las rocas y su baja porosidad efectiva.

Los acuíferos locales son de extensión variable pero restringidos a zonas fracturadas, son de tipo libres principalmente, según las evidencias obtenidas de los pozos. Los pozos que la captan esta unidad se caracterizan por un caudal medio a bajo.

Dependiendo de la zona los pozos pueden presentar espesores de roca alterada y fracturada muy variables. El pozo GA-172, el cual registra más de 200 metros de perforación en la parte alta de la cuenca en rocas del Complejo de Nicoya, indica un espesor fracturado de apenas 14 metros, donde el nivel del agua desciende hasta los 120 metros. Mientras el pozo GA-161 con 60 metros de profundidad en el mismo tipo roca y con un espesor de roca fracturada de 9 metros presenta un nivel estático de 20 metros.

Por otro lado, el pozo GA-18, perforado en rocas de la formación Santa Teresa y con una profundidad de 30 metros presenta un nivel estático a 2 metros. Además,

se analiza el pozo GA-175, el cual está ubicado en rocas de carbonatadas de la Formación Penas Blancas y presenta 24 metros de roca alterada y una profundidad total de 125 metros, en este caso el nivel estático se encontró a 10 metros de profundidad. Otros pozos analizados son el GA-106 y el GA-205 que muestran condiciones diferentes en cuanto a espesores y niveles estáticos.

A partir de estos análisis de pozos se puede establecer que no hay un patrón definido que se pueda representar mediante equipotenciales para esta unidad, ya que los valores de las cargas hidráulicas son muy locales y depende de la condición de las rocas. Aun así y como se trata de un acuífero libre, la dirección de flujo es similar o debería seguir la topografía, al igual que el gradiente hidráulico a excepción de las zonas donde predomine el flujo por fallas o fracturas mayores.

En cuanto a algunas condiciones hidráulicas como la transmisividad se tienen los pozos GA-240, GA-280, GA-277, GA-272, GA-274, GA-210 y GA-281 que reportan valores que van desde 2 m²/día hasta los 286 m²/día, siempre en este rango u orden de magnitud, lo que ejemplifica el bajo potencial acuífero de estas rocas.

Por otro lado, se trataron de realizar aforos en los ríos y quebradas de la zona, sin embargo, para el mayo del año 2020, al final de la época seca, la mayoría de los cauces no tenían caudal (ver Figura 12), por lo que se puede asumir que los ríos son influentes en esta unidad, ya que el agua que precipita y es captada por el sistema de drenaje natural se infiltra hacia el acuífero.



Figura 12. Cauce del río Rempujo en la parte alta de la cuenca al final de la época seca

- **Unidad hidrogeológica Acuífero libre aluvial Nosara-Rempujo**

En general, esta unidad posee una fuerte influencia costera; este tipo de acuíferos se caracterizan por estar formados por depósitos aluviales que contienen gravas y arenas muy permeables, con espesores de 10-40 metros, con caudales de extracción que varían de 1-50 l/s y cubiertos o intercalados con capas de arcilla de mediana conductividad hidráulica.

Como se ha establecido esta unidad hidrogeológica es de gran potencial hídrico y es la principal fuente de abastecimiento de la zona. En detalle esta unidad además de contemplar los depósitos aluviales incluye los depósitos de playa, coluvios y barras arenosas.

El acuífero se clasifica como de tipo libre, según los pozos en esta unidad. El espesor de esta unidad varía mucho. En el valle aluvial del Río Nosara hacia el este empieza con un espesor de alrededor de 15 metros como registran los pozos GA-198 y GA-217, mientras que conforme se analiza más hacia el oeste (en dirección hacia el mar) el espesor va aumentando, en la zona media del valle aluvial a la altura

del pueblo de Nosara, el espesor promedio es de 20-25 metros de aluvión, según los pozos GA-91, GA-63 y GA-251. Conforme se avanza hacia el estero del Nosara se encuentran los pozos que registran los espesores más gruesos de aluviones llegando hasta 40 metros (pozos GA-93, GA-19 y GA-87). En la zona costera el espesor vuelve a disminuir.

En las costas entre Punta Pelada, Guiones y al sur del poblado de Esperanza Sur, el espesor de los aluviones es menor, con un promedio de 20 metros que se disminuye según se acerca a la costa. En la parte media y alta de la cuenca del río Rempujo los espesores de aluviones alcanzan un máximo de 5-9 metros (pozo GA-187).

La dirección de flujo preferencial en toda la unidad es hacia suroeste, con pequeñas variaciones de dirección en Playa Pelada, Guiones y el río Rempujo por la presencia de lomas y relictos de las rocas consolidadas que afectan el transcurrir del agua. El gradiente hidráulico de la unidad, de manera general es bajo, ya que al ser un acuífero libre en que recorre una planicie aluvial sigue en parte el gradiente topográfico.

Gracias a la realización de la prospección eléctrica en la zona se puede determinar que para la época seca (finales de mayo) se pudo estimar la interfase de agua dulce y el agua salada. En la zona de playa Nosara y Ostional la interfase se puede encontrar aproximadamente a los 4-4.5 metros de profundidad donde se realizaron los SEV, dentro de lo que sería a un kilómetro de la costa.

Para el sector sur de Guiones y la desembocadura del río Rempujo se puede estimar que en los primeros 800 metros desde la línea de costa la interfase entre el acuífero y el agua de mar se da una profundidad de 3 a 3.5 metros de profundidad, como registran los SEV 1 y SEV 2.

En cuanto a la zona de playa Pelada y los análisis de los SEV demostraron que en esta zona hasta la profundidad auscultada (± 30 m) no se identificó cambios en resistividad que indique intrusión de agua salada.

Este acuífero presenta variaciones estacionales muy marcadas, llegando a descender más de 10 metros en época seca, según indican los operadores de abastecimiento de agua de la zona. Esto también se observa en la relación de los ríos y quebradas, ya que los cauces se al final de la época de estiaje se encontraban secos, incluyendo río Rempujo, con lo cual se infiere que estos ríos y quebradas alimentan el acuífero a través de la gran porosidad que tienen los aluviones.

Este comportamiento es contrario en el mayor cuerpo de agua de la zona de estudio, el río Nosara, ya que en este mismo periodo del año hidrológico el río presenta un cauce bajo pero constante. Lo que hace suponer que en la mayoría de su recorrido se alimenta de la descarga del acuífero, siendo un río efluente. En partes donde el río colinda con la unidad hidrogeológica de rocas consolidadas se observa un mayor caudal (ver Figura 13).



Figura 13. Río Nosara cortando los depósitos aluviales y rocas de la Formación Santa Teresa, en época seca

La información de parámetros hidráulicos se obtuvo a partir de los registros de perforación, entre ellos la transmisividad que varía entre 10 m²/día hasta los 680 m²/días, inclusive reportando transmisividades de 1581 m²/día (pozo GA-250). En

las zonas costeras las transmisividades se reportan en el orden de 130 m²/día (pozo GA-55).

6.1.2. Perfiles hidrogeológicos

Para complementar esta información y como se estableció en la Fase 1 – Diagnóstico Hidrogeológico para Planes Reguladores y apoyados en la nueva información generada en la investigación geológica, geofísica e hidrogeológica, se realizaron 2 nuevos perfiles que integran los datos antes indicados.

Asimismo, se presentan los perfiles hidrogeológicos realizados por SENARA en el 2006 para complementar la configuración de las unidades hidrogeológicas y poder comprender de mejor manera las características de los acuíferos.

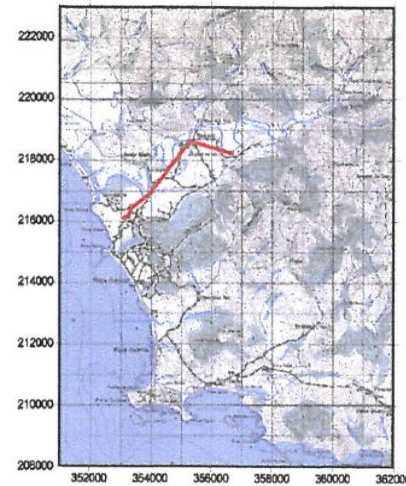
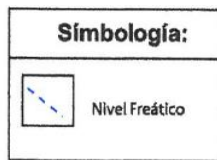
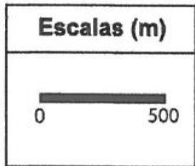
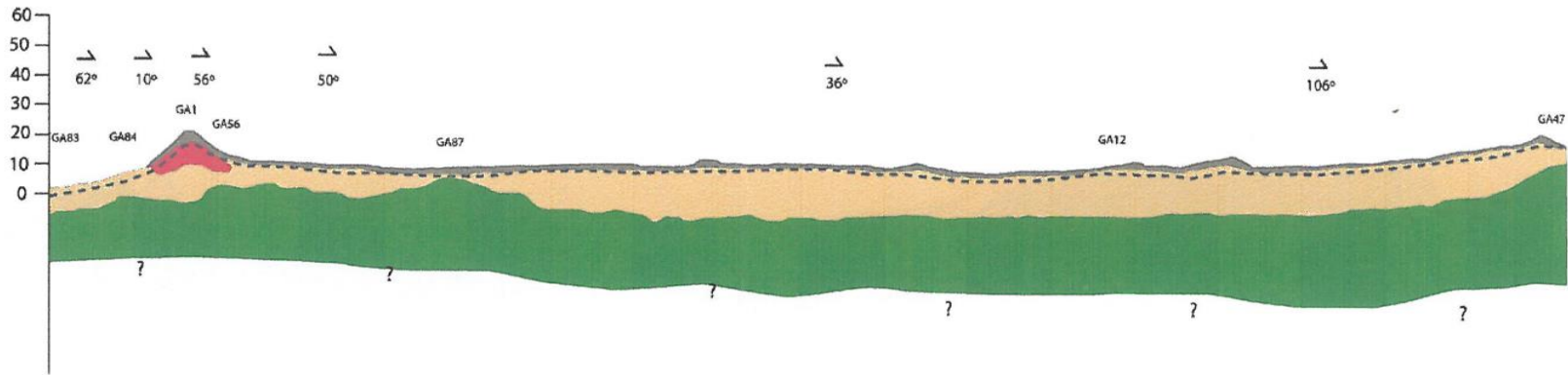


Figura 14. Perfil Hidrogeológico N°1. SENARA, 2006

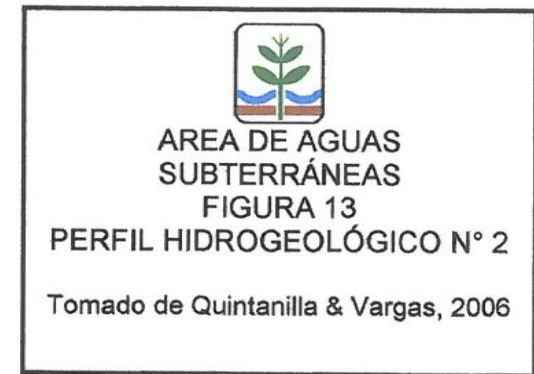
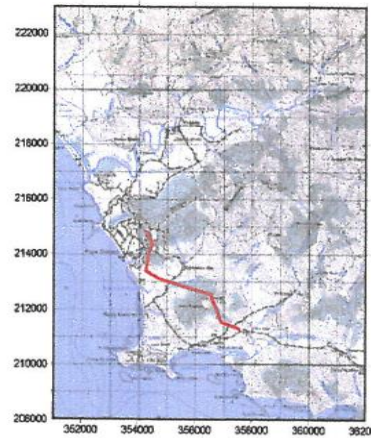
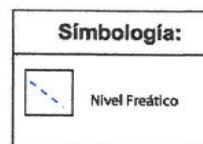
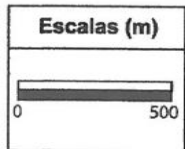
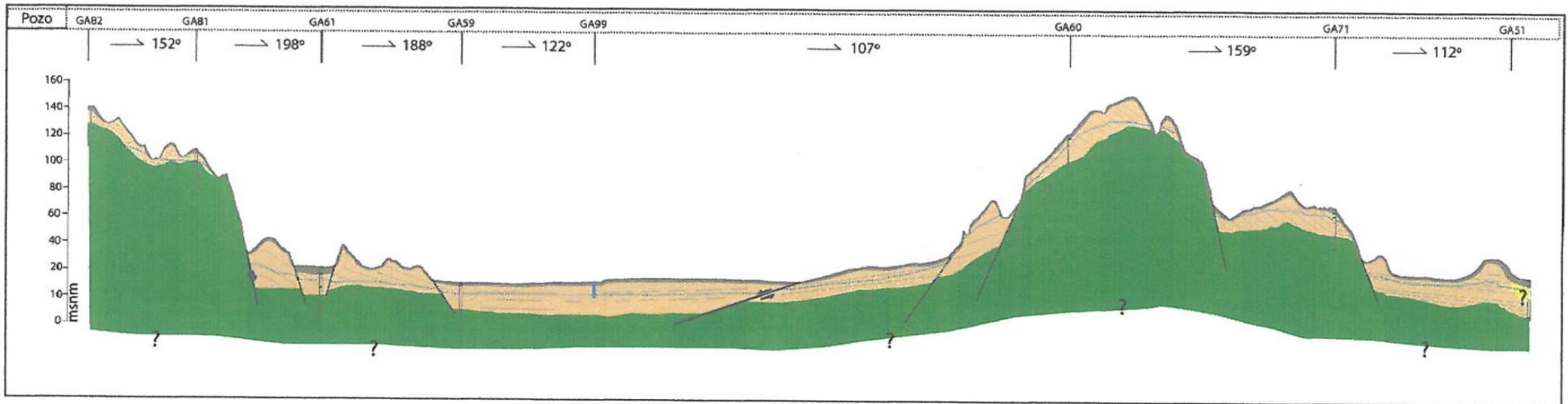
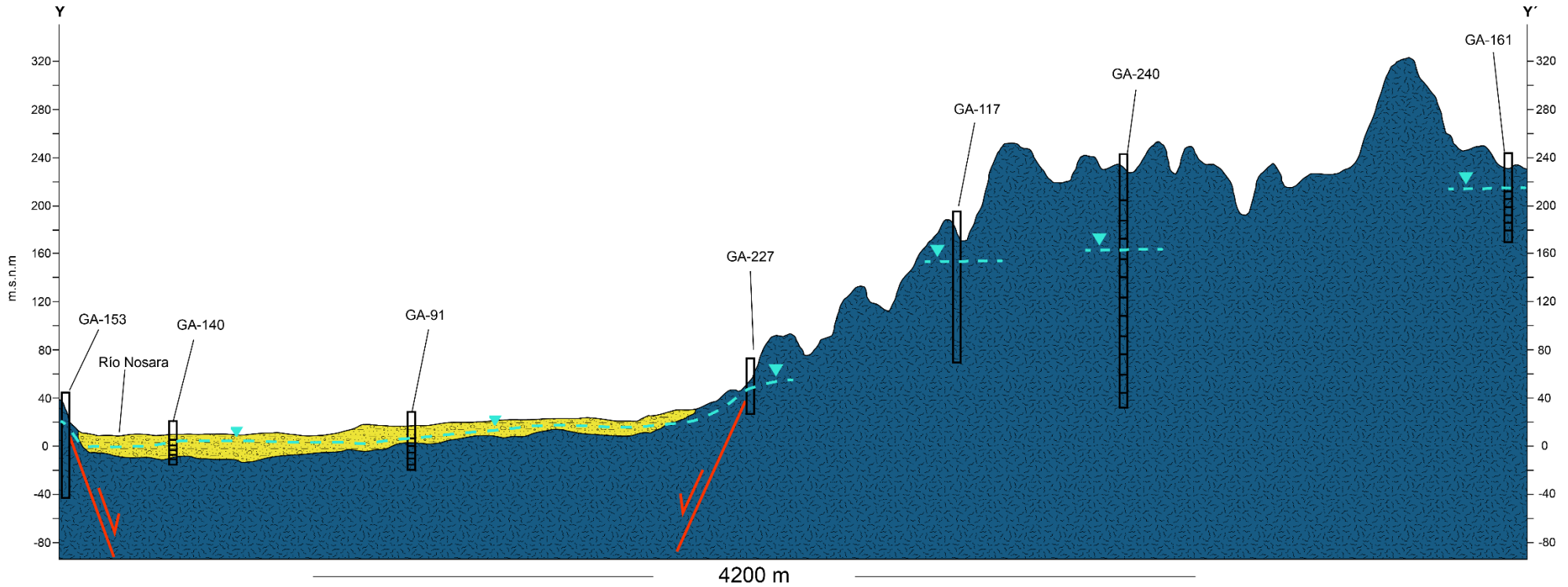


Figura 15. Perfil Hidrogeológico N°2. SENARA, 2006

Perfil Hidrogeológico Nosara Y-Y'

N-S



Simbología

- Basaltos y lutitas
Acuífero en rocas consolidadas
- Depósitos Aluviales
Acuífero Nosara-Rempujo
- Falla Normal
- Nivel estático

Figura 16. Perfil Hidrogeológico Nosara Y-Y'

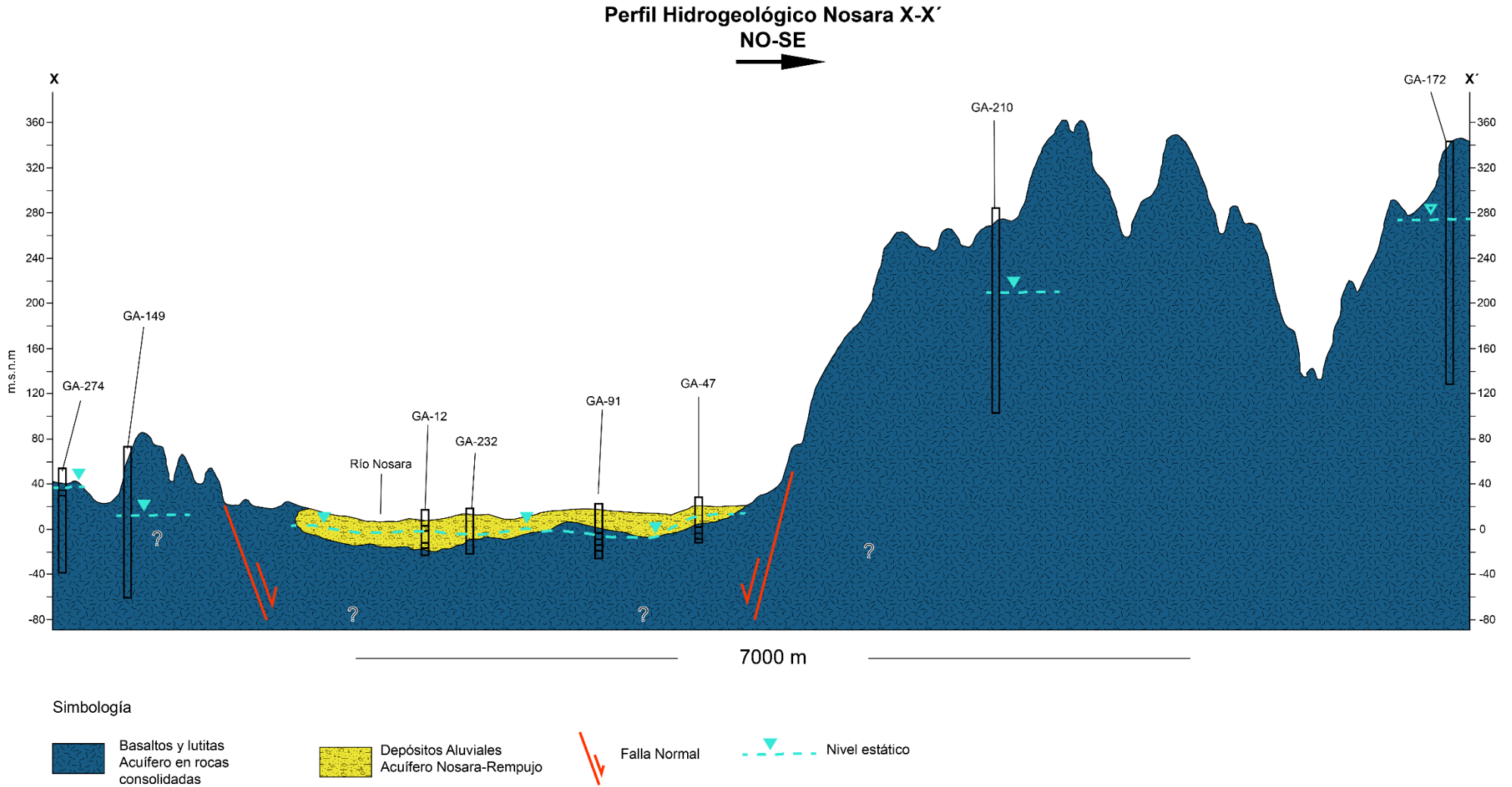
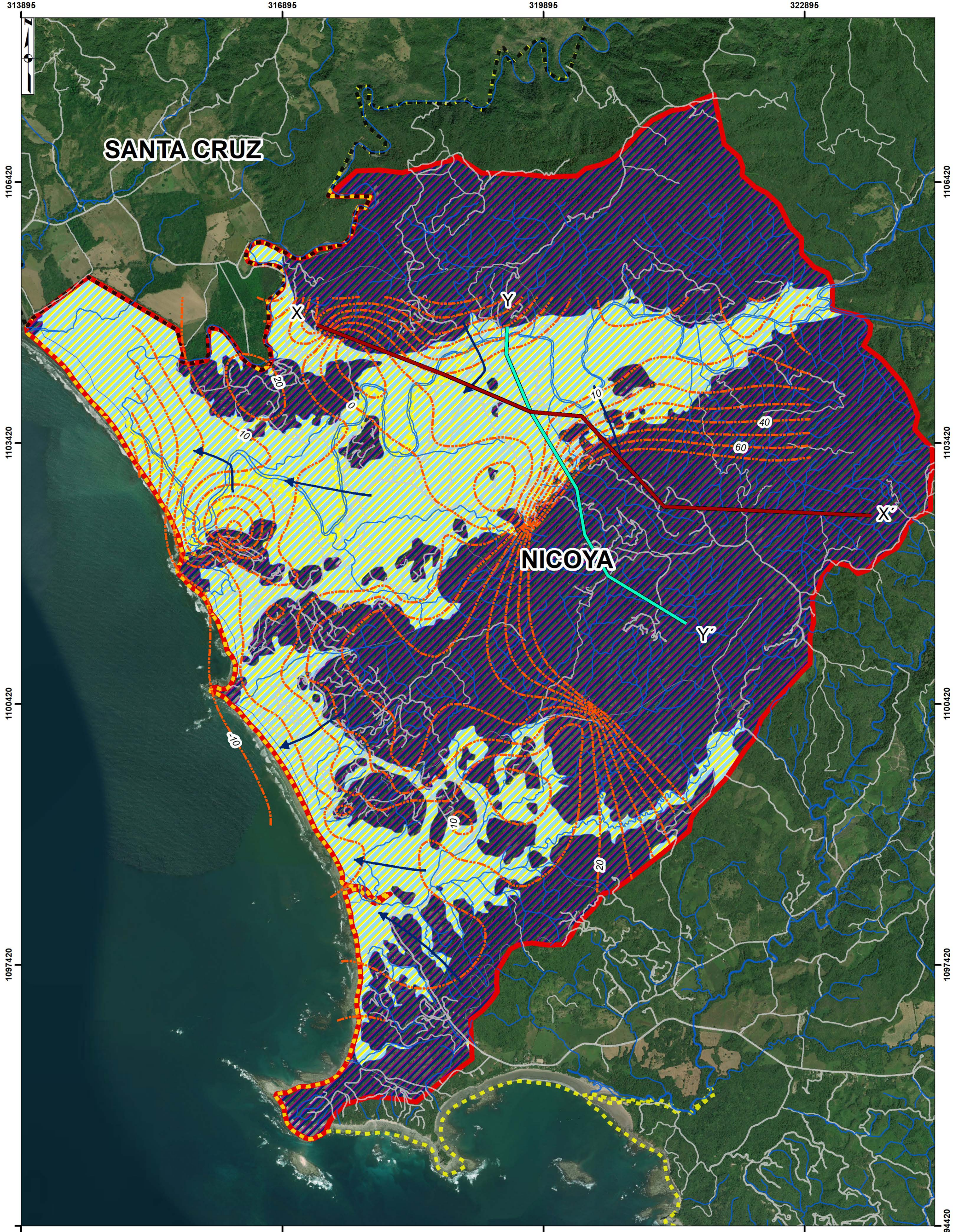



Figura 17. Perfil Hidrogeológico Nosara Y-Y'



Mapa 12. Mapa Hidrogeológico de la Zona de Estudio

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología	
Dirección de flujo	Cantones
Equipotenciales	Nicoya
Hidrología	Santa Cruz
Red Vial	
Área de estudio	
Perfil Hidrogeológico	
Perfil hidrogeológico X-X'	Acuífero en rocas consolidadas
Perfil hidrogeológico Y-Y'	Acuífero libre aluvial Nosara-Rempujo

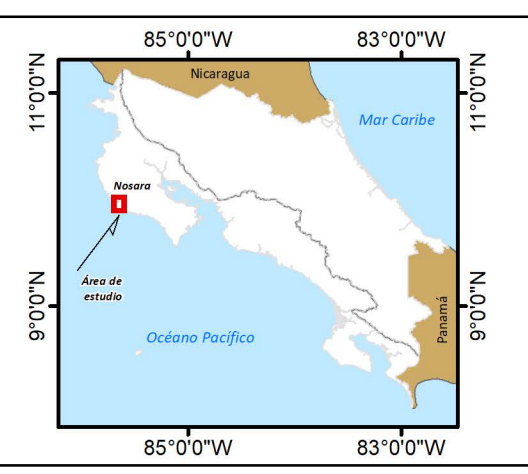
0 250 500 1.000 1.500 m

1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Hidrogeología (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



7. RECARGA POTENCIAL Y MAPA DE RECARGA POTENCIAL

Este apartado consiste en el análisis de las características de unidades litológicas que recubren los acuíferos definidos en el modelo hidrogeológico conceptual, para determinar las zonas de muy baja, baja, media, alta y muy alta recarga acuífera. Para ello se tiene que construir el mapa de recarga potencial anual utilizando la metodología del Balance de Humedad de Suelos (Schosinsky; 2006) a nivel mensual, basado en las características hidráulicas de las unidades litológica definidas.

La clasificación de las zonas de recarga potencial se definirá por medio de 5 clases, con el fin de contar con mapas de recarga potencial acordes con la matriz de protección de acuíferos vigente; utilizando la metodología del rango en donde el cálculo de los intervalos de la Recarga Potencial se hará con la operación de la suma del valor máximo y mínimo dividido entre el número de clases; muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Para esta sección se aplicó la metodología de recarga potencial mediante balance de suelos desarrollado por Schosinsky (2006) en el cual se consideran factores como la precipitación, la evapotranspiración, el uso del suelo, la pendiente, la profundidad de las raíces y parámetros agronómicos del suelo como lo son el punto de marchitez y la capacidad de campo.

El método para calcular el balance toma en cuenta varios factores meteorológicos, topográficos, de uso y físicos del suelo para determinar la recarga potencial, estos factores pueden variar en el espacio y de manera independiente de otros factores del análisis. Por lo que el primer paso fue determinar sub-áreas de igual valor para todos los aspectos que se incluyen en el cálculo, y de esta forma calcular varios balances que luego que se complementen, y obtener así un balance hídrico representativo que contemple las variaciones y heterogeneidad del área (Goyenaga, 2015). Los factores que se contemplan en el cálculo son:

- Precipitación (P)

- Temperatura (T)
- Coeficiente de follaje (Cfo)
- Cobertura del suelo (Kv)
- Pendiente del terreno (Kp)
- Infiltración básica del suelo (fc)
- Punto de marchites (PM) y capacidad de campo (CC)

Los factores de precipitación y temperatura dependen de la cantidad de datos de estaciones meteorológicas que existan cerca del área de estudio, como ya se mencionó se utilizarán principalmente datos de precipitación de dos estaciones cercas que se localizan en la misma zona de vida, estas estaciones son Nosara y Garza Feco, las cuales son representativas para toda el área de estudio. Se utilizó el método de polígonos de Thiessen para determinar las zonas de influencia de cada estación meteorológica, los resultados arrojaron un áreas de influencia claramente establecidas donde los factores de la precipitación y temperatura respectivamente, además de una zona para la evapotranspiración los cuales serán utilizados según el polígono de Thiessen respectivo.

El Cfo y Kv son factores que dependen del uso del suelo. Por lo tanto, se construyó un mapa de uso de suelo a partir de imágenes satelitales del año 2018 a una escala 1:30000 como se estableció en la Fase 1 de diagnóstico y se corroboró durante las giras de campo. Se utilizó los parámetros establecidos por la metodología para cada uso de suelo. Las zonas urbanas se les asigna un valor de 0 en el parámetro Kv ya que no hay vegetación, al igual que los cuerpos de agua y el suelo descubierto. Para efectos de este trabajo se considera que estas zonas urbanas tienen un valor de recarga muy bajo o cercano a 0. A las áreas de bosque se les asignó un Cfo de 0,2 y 0,12 al resto, como indica la metodología.

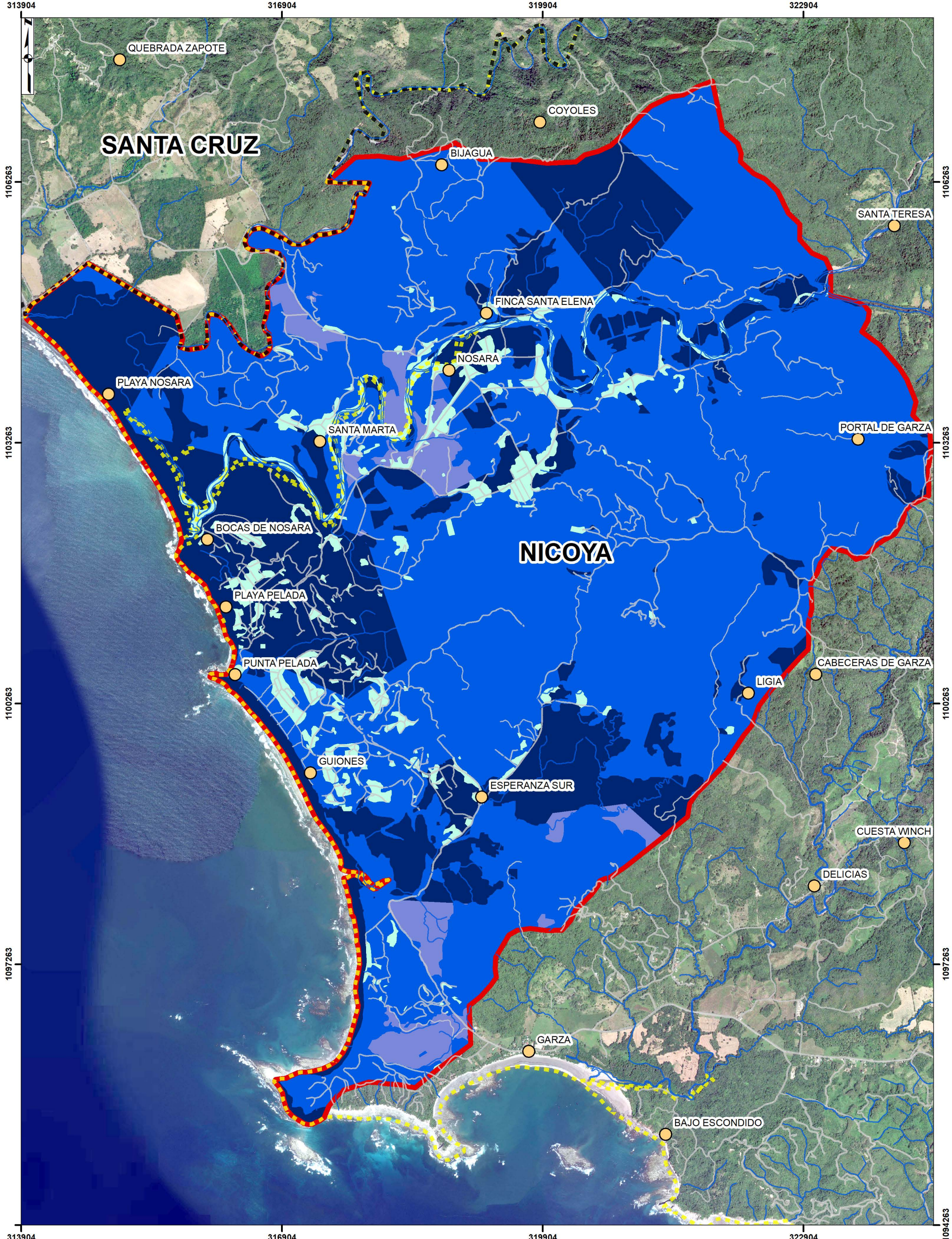
Para obtener la Kp (índice de pendientes) se generó un mapa de pendientes a partir de las curvas 1:25 000 de PRCR, realizando un modelo de elevación digital del terreno. Este mapa de pendientes se clasificó según los intervalos establecidos originalmente por esta metodología. Se observa que generalmente toda el área de

estudio tiene una pendiente que superior al 7%, considerada como pendiente fuerte, por lo que la mayoría del área de estudio tiene una pendiente media plana. Por lo que se asignó los valores respectivos para el parámetro Kp a toda el área, aun así, vale destacar que hay sectores con pendientes de casi todas las clases impuestas por la metodología.

Por último, está la infiltración básica del suelo y la determinación del punto de marchitez y la capacidad de campo. Estos factores están sujetos a la cantidad de pruebas de infiltración y muestreos de suelo realizados y la distribución que tengan en el área. Se realizó un total de 27 pruebas de infiltración y muestreos de suelos, y se utilizó el método de polígono de Thiessen para determinar el área de influencia de cada una. Según la metodología utilizada los muestreos de suelo y las pruebas de infiltración se efectúan en el mismo lugar.

Una vez obtenida toda la información básica en formato de polígonos (shapefile) de cada factor mencionado, se combinan mediante la herramienta Union el mapa de uso de suelo con clasificación propuesta por el autor de la metodología utilizada, el mapa de pendientes, el mapa de zonas de influencia de estaciones meteorológicas y el mapa de zonas de influencia de pruebas de infiltración para obtener la zonificación de las áreas a las que se les realizó los balances hídricos. En total se registraron 235 polígonos diferentes a los cuales se les aplico el balance de hídrico de suelos, no se contabilizan los polígonos que corresponden al uso de suelo urbano por los motivos explicados anteriormente.

Cuando se obtienen los resultados de todos los balances se agregan estos datos a la tabla del shapefile, se rasteriza el shapefile resultante de los polígonos a partir de los valores en porcentaje de la recarga potencial. Este último archivo raster se le aplica una reclasificación a partir de las clases establecidas en este estudio para determinar la recarga y que se mencionan más adelante.



Mapa 13. Ubicación de la recarga potencial perteneciente a la zona de estudio

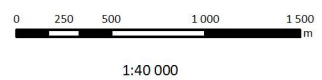
NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

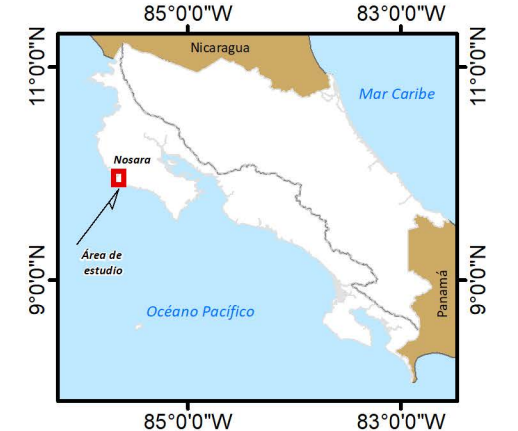
Simbología

- Poblados
- Red Vial
- Hidrología
- Red Vial
- Cantones
- NICOYA
- SANTA CRUZ
- Área de estudio
- Recarga Potencial**
- Muy alta
- Alta
- Media
- Muy Baja



Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Recarga Potencial (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017-2018)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



7.1. Parámetros del balance hídrico

Dentro de los parámetros utilizados en esta metodología están los datos meteorológicos recolectados, analizados y procesados que se adjuntaron en la Fase 1- Diagnostico y que son nuevamente utilizados en este informe, cuya descripción se menciona en su respectivo apartado.

Otros parámetros que utilizan son los datos de infiltración de las 27 pruebas de doble anillo, los datos agronómicos y granulométricos que se obtienen de las muestras de suelos procesadas por la empresa Labcore y el CIA-UCR, de ahí se obtienen parámetros como la capacidad de campo y punto de marchitez por mencionar algunos.

Los insumos que se generaron para este análisis de recarga incluyen un mapa actualizado del uso del suelo del área de estudio a escala 1: 30 000 que se subdivide en las categorías necesarias para esta metodología. El otro insumo que se utiliza y proviene del análisis espacial mediante un SIG es un mapa de pendientes en porcentajes, que se reclasifica según las categorías que establece el modelo. Además, se genera un mapa de polígonos de Thiessen para las pruebas de infiltración y para las estaciones meteorológicas, para definir el área de influencia de cada uno de los datos que provienen de esos insumos.

7.2. Clasificación de las zonas de recarga potencial

Se utiliza la siguiente clasificación de zonas de recarga potencial:

- Muy alta recarga: > de 45 % de la precipitación media anual de la zona.
- Alta recarga: de 45% a 35% de la precipitación media anual de la zona.
- Media recarga: de 35% a 20% de la precipitación media anual de la zona.
- Baja recarga: de 20% a 10% de la precipitación media anual de la zona.
- Muy Baja recarga: < a 10% de la precipitación media anual de la zona.

7.3. Propuesta de manejo según las zonas de recarga

La cobertura es un factor que impacta directamente la capacidad de recarga a los acuíferos y por ende la disponibilidad de agua en los mismos. La inclusión de manera explícita del criterio de la recarga, como un elemento primordial para la protección del recurso hídrico, es de especial relevancia, ya que, al ser la vulnerabilidad y la recarga características independientes, no necesariamente zonas de recarga acuífera coinciden con zonas vulnerables, debido a las metodologías utilizadas para valorar la vulnerabilidad

El área de cobertura podrá aumentar del valor base establecido en la Matriz de Protección de Acuíferos (Poas) si se implementan medidas tecnológicas que compensen el volumen de recarga potencial pérdida por la impermeabilización.

El aumento del área de cobertura en zonas de media recarga y baja recarga, se permite considerando que, en estas zonas, la capacidad de recargar los acuíferos es limitada.

Para la actividad agropecuaria, la cobertura aplica para aquellas obras afines a la actividad que impermeabilizan el suelo, reduciendo la recarga natural del agua a los acuíferos.

8. VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN Y MAPA DE VULNERABILIDAD

Consiste en el análisis de las características de vulnerabilidad del o los acuíferos existentes, definidos en el modelo hidrogeológico conceptual y plasmado en el Mapa Hidrogeológico. Para este análisis se utilizará la metodología G.O.D modificada por SENARA (2017), con la cual se considera el material que cubre los acuíferos. Esta metodología propone rangos de valores a tres parámetros fundamentales, los cuales son: Grado de confinamiento hidráulico (G), Ocurrencia o tipo de sustrato suprayacente al acuífero (O) y la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea (D). La metodología aplicada se resume en la Figura 18.

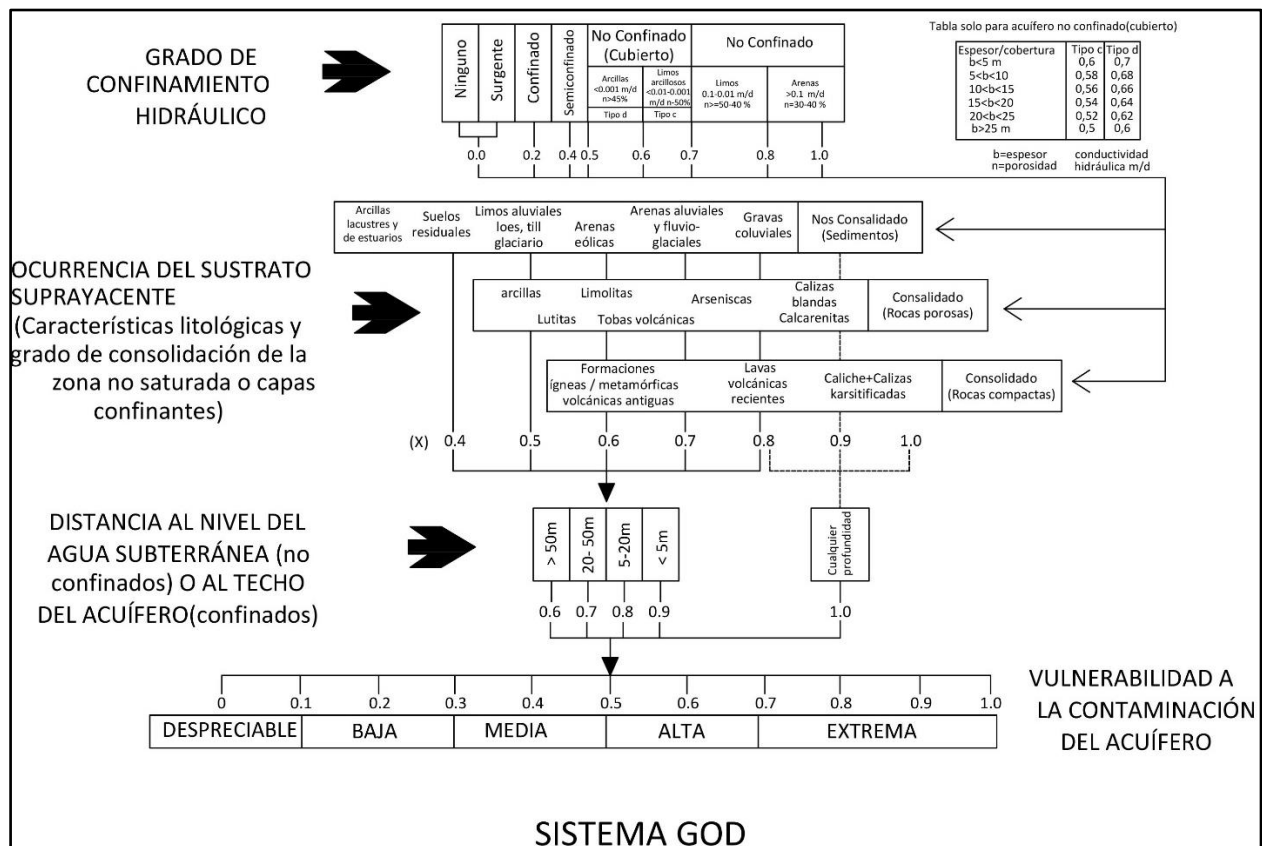


Figura 18. Esquema de la metodología G.O.D modificada por SENARA

Para ellos se toman consideraciones generales de cada unidad hidrogeológica descrita en el modelo hidrogeológico. Para determinar los parámetros establecidos en la metodología G.O.D se tomará el caso o elemento que represente mayor vulnerabilidad de manera general para establecer un valor conservador, que ayude a la salvaguarda y protección del recurso hídrico. La metodología aplicada para este el distrito de Nosara se basa en asignar valores concisos a cada parámetro en cada unidad hidrogeológica y por medio de un sistema de información geográfica realizar la multiplicación de los factores y clasificar la vulnerabilidad intrínseca según los intervalos establecidos por la metodología.

8.1. Análisis de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero por el método GOD

Para la valoración de la vulnerabilidad mediante el método G.O.D se describen las características de cada unidad hidrogeológica y utilizando, como se dijo anteriormente, la información más conservadora que se analizó en el apartado del modelo hidrogeológico y generalizándola a toda el área de la unidad descrita.

La primera unidad descrita para los parámetros del método G.O.D es la Unidad Hidrogeológica Acuífero en rocas consolidadas, que por definición se considera como un acuífero no confinado (libre) cubierto por una capa de suelos y arcillas producto de la meteorización de las rocas los materiales de estos sectores se clasifican como limos y limos arcilloso en su gran mayoría, esta capa tiene un espesor que varía entre 5 metros y 10 metros como se menciona en algunos pozos ubicados en esta unidad, para lo cual se le asigna un valor de 0.58. El tipo de sustrato se clasifica como rocas volcánicas antiguas, lutitas y areniscas usando el valor más representativo de las unidades volcánicas antiguas el valor a utilizar es de: 0.6. El último parámetro analizado de esta unidad es la profundidad del nivel estático, que varía mucho en toda la extensión espacial, sin embargo, como se especificó previamente se utilizará los valores críticos de cada unidad, siendo en este caso el valor de 0.9, ya que se reportan niveles a menos de 5 metros de profundidad. El resultado de la metodología indica que esta unidad tiene una vulnerabilidad media a la contaminación.

Analizando la Unidad hidrogeológica Acuífero libre aluvial Nosara-Rempujo se clasifica como un acuífero no confinado (libre), el cual no está cubierto por ningún material distinto a limos, arenas y arcillas, esta característica se valora en la metodología G.O.D con valor de 0.8, ya que como recién se mencionó hay presencia tanto de limos y arenas. Para definir el parámetro del sustrato suprayacente de esta unidad se utilizan las descripciones de los pozos, los cuales mencionan intercalaciones de arenas, arcillas y gravas las cuales son coincidentes con las arenas aluviales y fluviales y gravas, a las cuales se les asigna un valor de 0.7. Con relación a la distancia del nivel del agua subterránea de la superficie se tiene en general que en esta unidad hay registros de nivel a menos de 5 metros de profundidad como promedio reportado en los algunos pozos, con lo cual el valor otorgado para este parámetro es de 0.9. Dando como resultado una vulnerabilidad alta a la contaminación.

Los resultados de este análisis de vulnerabilidad se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Resumen de los valores asignados según la metodología G.O.D.

Unidad Hidrogeológica	Grado de confinamiento hidráulico (G)	Tipo de sustrato suprayacente al acuífero (O)	Profundidad promedio del agua subterránea (D)	Resultado de vulnerabilidad
Unidad Hidrogeológica Acuífero en rocas consolidadas	No confinado cubierto (limos) = 0.58	Rocas volcánicas antiguas, lutitas y areniscas = 0.6	Menos de 5 metros = 0.9	0.313 Vulnerabilidad media
Unidad hidrogeológica Acuífero libre aluvial Nosara-Rempujo	No confinado (limos y arenas) = 0.8	Arenas aluviales, fluviales y grava = 0.7	Menos de 5 metros = 0.9	0.504 Vulnerabilidad alta

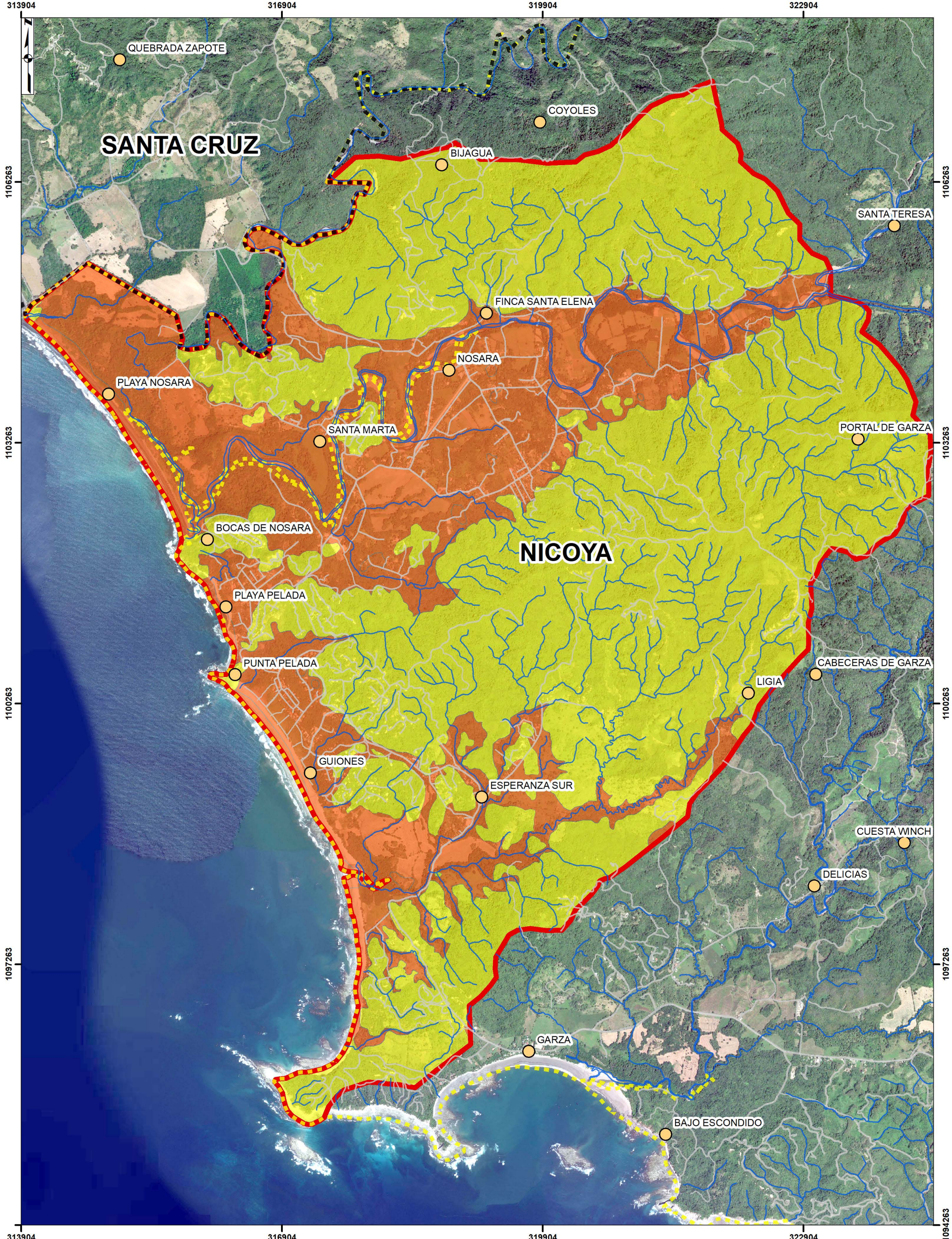
8.2. Propuesta de manejo del uso del suelo para protección del recurso hídrico subterráneo

Para este apartado se debe establecer una serie de recomendaciones diferenciadas para los tipos de vulnerabilidad a la contaminación que se obtuvo del análisis realizado. Aun así, de manera general y a partir de los usos de suelo actuales se debe evitar en las zonas de vulnerabilidad alta y vulnerabilidad media las actividades que impliquen sustancias peligrosas, que se clasifiquen como actividades de alta amenaza (por la presencia o uso de sustancias de alta toxicidad), o bien las actividades que impliquen un alto impacto ambiental indicadas en la clasificación de CIU y la categorización general de actividades, obras y proyectos establecida por SETENA para la evaluación de impacto ambiental, según corresponda para cada caso.

La zona identificada como de vulnerabilidad media a la contaminación tendrá un manejo más permisivo para ciertas actividades siempre que se regulen las áreas máximas permitidas para las mismas, tipos de actividades y la implementación de medidas preventivas.


Por otro lado, la zona señalada como de vulnerabilidad alta a la contaminación presentará una prohibición total para ciertas actividades que impliquen una amenaza para el acuífero por la toxicidad de los productos o insumos que necesite o almacenen, además por la cantidad y peligrosidad de los posibles contaminantes o residuos que generen. Se podrán desarrollar actividades reguladas tipo urbanísticas, agrícolas o comerciales siempre que se apeguen a la normativa específica y a la implementación de sistemas y/o medidas tecnológicas preventivas.

Ambas sectorizaciones implican también una serie de responsabilidades gubernamentales e institucionales para la implementación de servicios que reduzcan la amenaza de la contaminación y que, por lo tanto, promuevan el desarrollo en estas zonas. Por ejemplo, una red de alcantarillado sanitario.












Mapa 14. Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación en el área de estudio

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

 Poblados	 Cantones
 Red Vial	 NICOYA
 Hidrología	 SANTA CRUZ
 Área de estudio	 Alta
	 Media

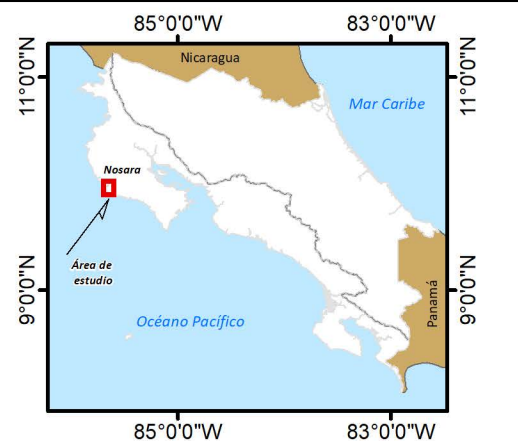
0 250 500 1000 1500 m

1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Vulnerabilidad (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017-2018)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



9. ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO Y MAPA DE ZONAS DE PROTECCIÓN

El objetivo de esta sección es tener identificadas zonas que por ley ya cuentan con algún tipo de protección y una regulación de las actividades que se pueden desarrollar o no en ellas. Además, para adaptar, dentro de lo posible, la propuesta de manejo de uso del suelo para proteger las fuentes de abastecimiento público de Nosara.

En este caso cabe aclarar que solo son consideradas como fuentes de abastecimiento público las nacientes o tomas de río pertenecientes a las ASADAS o al AyA, si fuera el caso. Para este apartado se utilizará la información reportada en las bases de datos institucionales del SENARA, Dirección de Agua del MINAE, AyA, para lo cual se hace la siguiente división:

9.1. Zonas de protección para manantiales


Se tienen que delimitar las zonas de protección para los siguientes cuerpos de agua, con base en lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal (Ley 7575):

- Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
- Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
- Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.








Mapa 15. Mapa de ubicación de las zonas de protección de manantiales, Tomas de agua y ríos

NOSARA CIVIC ASSOCIATION






"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

-  Poblados
-  Hidrología
-  Zonas de Protección de tomas de Río (15m)
-  Zonas de Protección de nacientes (100m)
-  Zonas de Protección de Ríos (15m)

Cantones

-  NICOYA
-  SANTA CRUZ
-  Área de estudio

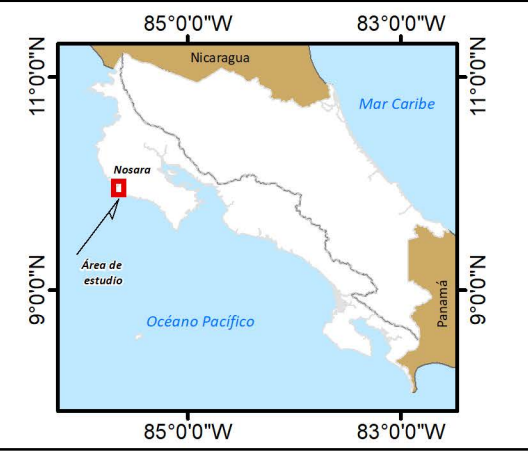
0 250 500 1000 1500 m

1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Zonas de Protección (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

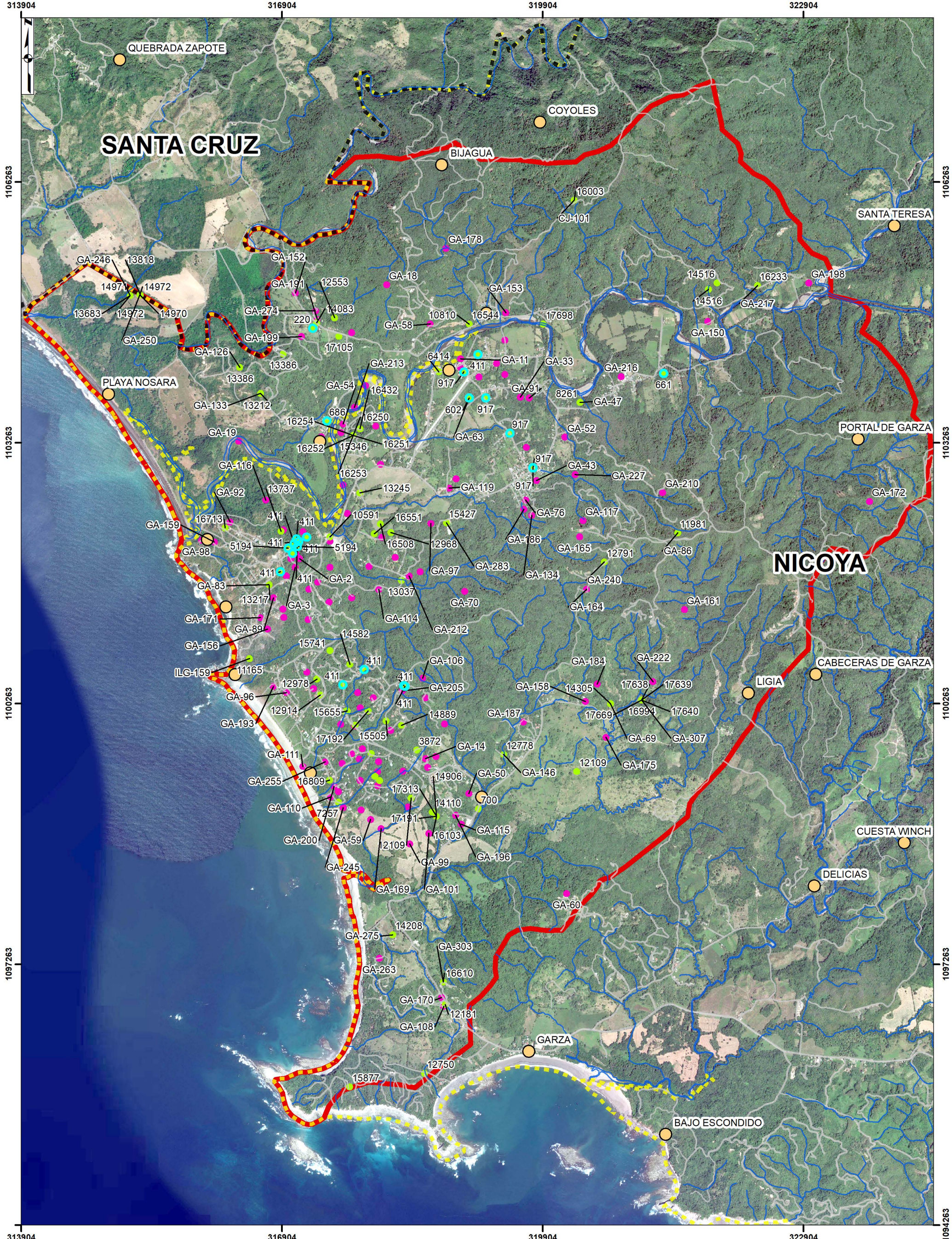
Elaborado por:
HGT HIDROGEOTECNIA, Ltda.



9.2. Zonas de protección para pozos de uso privado


Se tienen que delimitar en el mapa las zonas de protección para los pozos privados y de los entes que brindan el servicio abastecimiento de agua, con base en lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Aguas (Ley 276):

- Artículo 8° Las labores de que trata el artículo anterior para alumbramientos, no podrán ejecutarse a menor distancia de cuarenta metros de edificios ajenos, de un ferrocarril o carretera, ni a menos de cien de otro alumbramiento o fuente, río, canal, acequia o abrevadero público, sin la licencia correspondiente del Ministerio del Ambiente y Energía. Tampoco podrán ejecutarse estas labores dentro de una pertenencia minera, sin previa estipulación para el resarcimiento de perjuicios (así reformado por el Transitorio V de la Ley N° 7593, del 9 de agosto de 1996).










Mapa 16. Ubicación de las zonas de protección de pozos registrados en el área de estudio

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

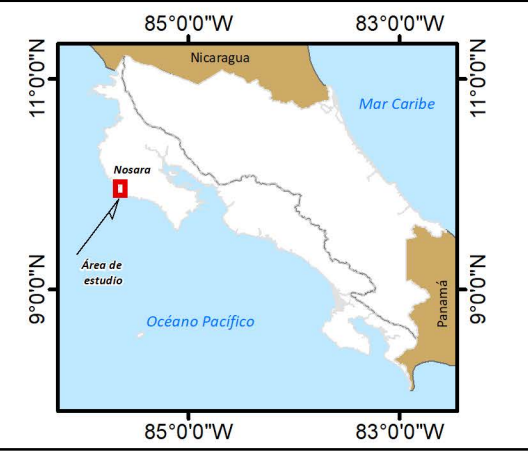
 Poblados	 Área de estudio
 Red Vial	Zonas de Protección de Pozos de MINAE(40M)
 Hidrología	Zonas de Protección de Pozos de SENARA(40m)
 Red Vial	
Cantones	
 NICOYA	
 SANTA CRUZ	

0 250 500 1000 1500 m

1:40 000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020
Fuente de datos:
Zonas de Protección (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOLOGÍA, S.A.



9.3. Zonas de protección de fuentes para abastecimiento público

Se debe realizar el mapa de zonas de protección de fuentes de abastecimiento público de acuerdo a lo establecido por la legislación vigente o bien a los establecidos mediante estudios técnicos hidrogeológicos específicos para cada toma. Sin embargo, como mínimo se tiene que aplicar lo establecido en el artículo 31 de la Ley de Aguas (Ley 276):

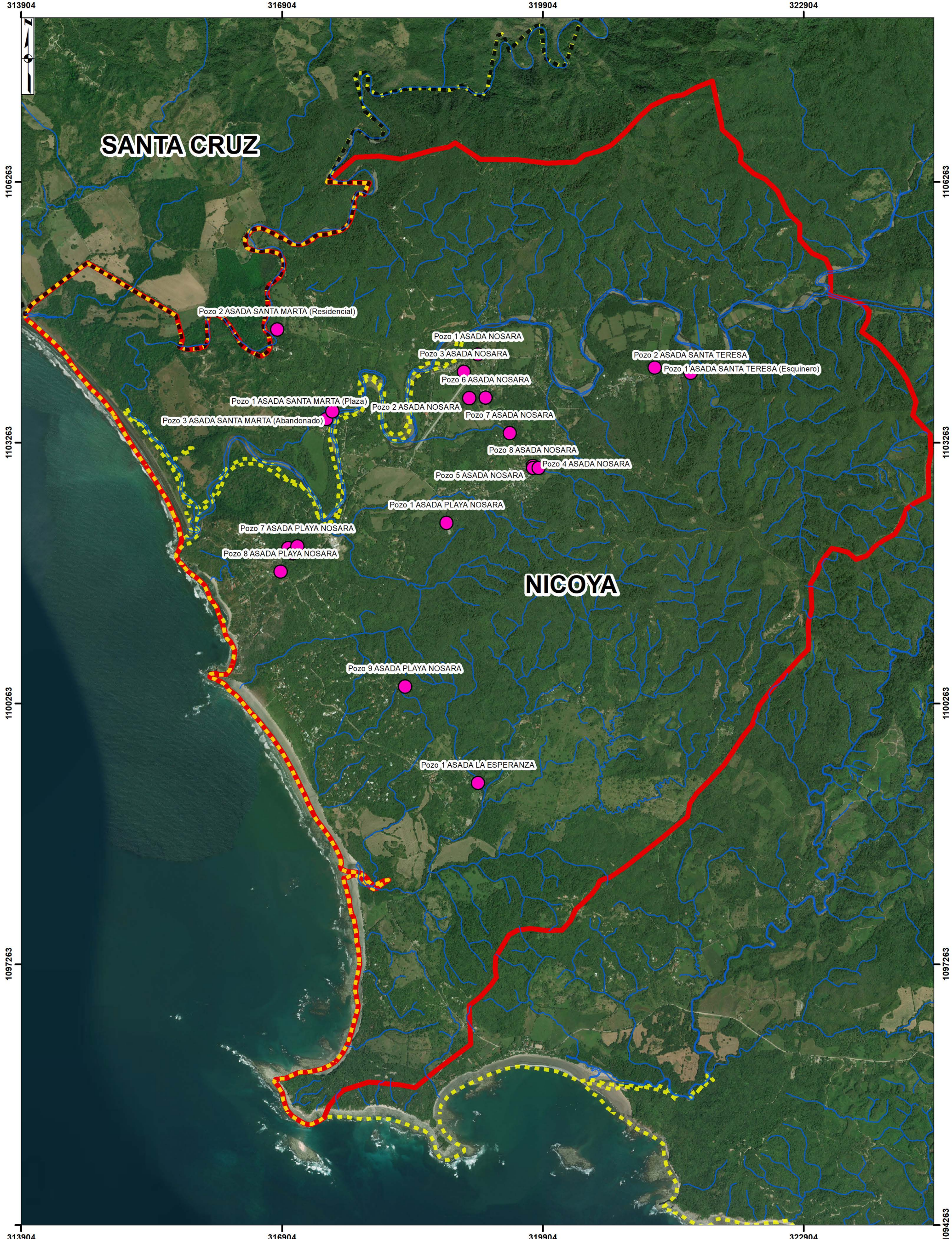
Artículo 31.- Se declaran como reserva de dominio a favor de la Nación:

- a) Las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable, en un perímetro no menor de doscientos metros de radio;
- b) La zona forestal que protege o debe proteger el conjunto de terrenos en que se produce la infiltración de aguas potables, así como el de los que dan asiento a cuencas hidrográficas y márgenes de depósito, fuentes surtidoras o curso permanente de las mismas aguas.




9.4. Levantamiento de fuentes de abastecimiento público en campo

En este apartado se realiza la confirmación de campo de las fuentes de abastecimiento registradas en la zona de estudio. En ella se verifican las coordenadas de los pozos de las ASADAS, encontrando 25 fuentes para las ASADAS de Santa Teresita, Santa Marta, Boca Nosara, Playa Nosara y Esperanza Sur. Como se indica todas ellas son pozos.



Mapa 18. Ubicación de las zonas de protección de pozos levantados de abastecimiento público

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

- Fuentes levantadas en campo
- Hidrología

Cantones

- NICOYA
- SANTA CRUZ
- Área de estudio

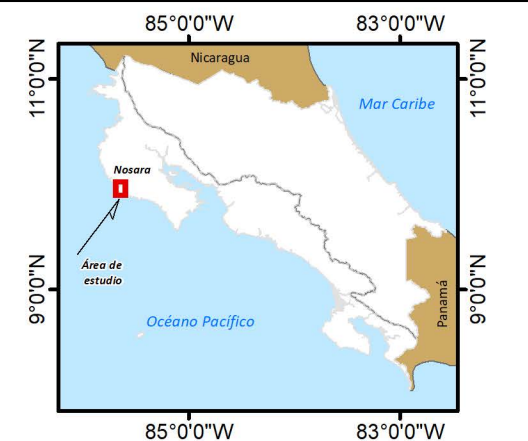
0 250 500 1,000 1,500 m

1:40,000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Zonas de Protección (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOLOGÍA, LTDA.

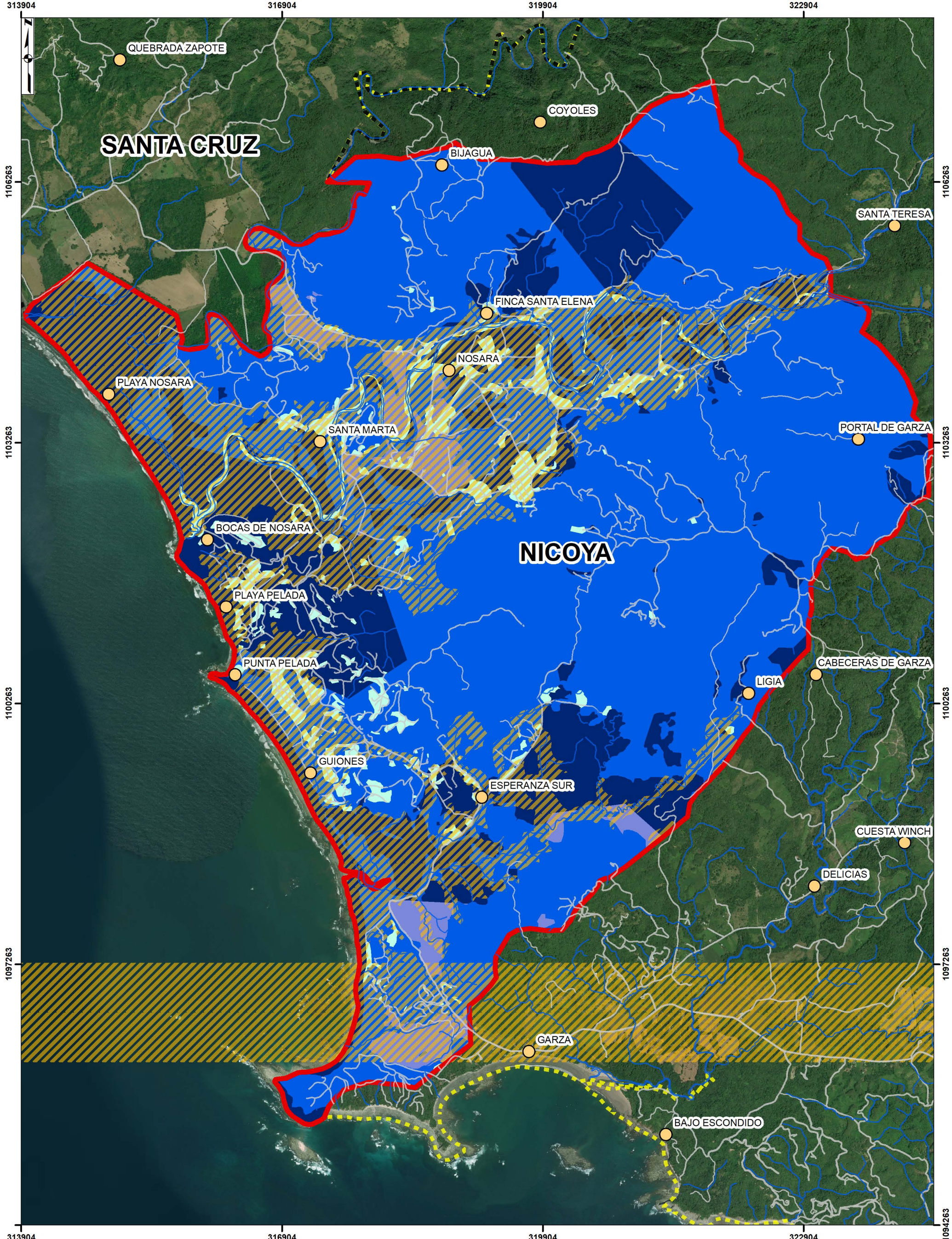


10. ZONIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA

10.1. Mapa hidrogeológico integrado

A continuación, se presenta el mapa hidrogeológico integrado, en cumplimiento con los términos de referencia de SENARA para la elaboración de los estudios hidrogeológicos Fase II para planes reguladores.

En este mapa no se incluye una simbología para las zonas identificadas como vulnerabilidad media a la contaminación, ya que las regulaciones de este factor son más abiertas para el desarrollo de actividades de diversa índole, siendo la zonificación por la recarga potencial el elemento que implicaría las medidas más importantes y preponderantes en estas zonas, esto no implica que no se deban respetar las normas indicadas para las zonas de vulnerabilidad media a la contaminación. Asimismo, se evita el poner una simbología a la vulnerabilidad media a la contaminación ya que podría saturar el mapa y dificultar su comprensión por parte del lector.



Mapa 19. Mapa de zonificación hidrogeológica integrado

NOSARA CIVIC ASSOCIATION



"Elaboración del Estudio Hidrogeológico (Fase II) del Proyecto Estudios Hidrogeológicos para los Planes Reguladores"

Simbología

Área de estudio	Recarga Potencial
Poblados	Muy alta
Red Vial	Alta
Hidrología	Media
Red Vial	Muy Baja
Vulnerabilidad	Cantones
Alta	NICOYA
	SANTA CRUZ

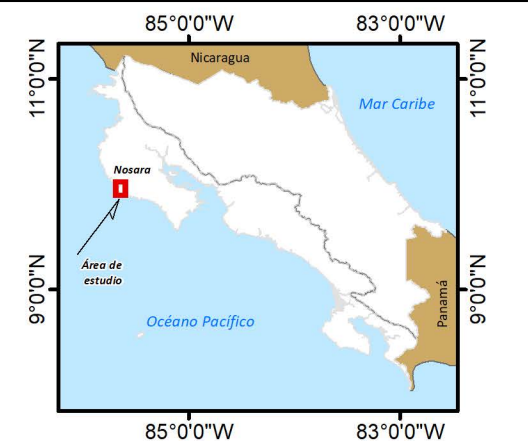
0 250 500 1,000 1,500 m

1:40,000

Sistema de Coordenadas Planas:
Costa Rica Transversal de Mercator - Datum CR05
Fecha: Junio, 2020

Fuente de datos:
Zonas de Protección (HGT, 2020)
Área de Estudio (HGT, 2017)
Hidrología (IGN, 2017)
Capas Base (SNIT, 2017)
Imagen Aérea (SNIT, 2017-2018)

Elaborado por:
HGT HIDROGEOLOGÍA, S.A.S.



10.2. Propuesta de Manejo del Uso del suelo

Esta propuesta debe desarrollarse por medio y en conjunto con la Municipalidad de de Nicoya. Se deben discutir las propuestas en cuanto a la protección del recurso, especialmente con respecto a los factores de vulnerabilidad y recarga.

La propuesta de manejo se centra en los factores que condicionarían la calidad y la cantidad del recurso hídrico del cantón, a partir de los estudios determinados por SENARA para esta fase de investigación hidrogeológica. Estos factores son la vulnerabilidad a la contaminación y la recarga potencial.

A su vez se debe contemplar en la propuesta de manejo las restricciones establecidas por las diferentes leyes y normativas referentes a los cuerpos de agua y las fuentes de abastecimiento, las cuales se deben considerar zonas limitadas para el desarrollo de actividades humanas. El otro aspecto que se considera es la visión de desarrollo del cantón y el establecimiento de zonas de crecimiento urbano preferencial por parte de la Municipalidad de Nicoya, de manera que se establecen condiciones preferenciales para estas áreas. Cabe la posibilidad de presentar estudios técnicos, aprobados por las instituciones competentes, para definir científicamente únicamente la zona de protección de fuentes privadas.

Vulnerabilidad a la contaminación: A partir de estos considerandos y uniéndolos con los resultados de vulnerabilidad a la contaminación se explica, para las diferentes actividades humanas, cual podría ser su tipo de desarrollo y condicionantes para ubicarse en el distrito de Nosara.

En las zonas de crecimiento urbano para las actividades urbanísticas se plantea que solo se permitan en zonas de media vulnerabilidad a la contaminación densidades poblacionales menores a 150 hab/ha con tanque séptico. En zonas de vulnerabilidad media a la contaminación solo se permitan densidades poblacionales mayores de 151 hab/ha donde exista red pública de alcantarillado sanitario o sistema de tratamiento de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente.

Para la actividad comercial masiva en zonas de crecimiento urbano se plantea que se permita donde exista red pública de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente. Y donde no se manejen sustancias de alta toxicidad.

Para el sector turístico en las zonas de crecimiento urbano se recomienda que se permitan en zonas de vulnerabilidad media a la contaminación densidades poblacionales menores a 80 hab/ha con tanque séptico y densidades de 80 a 150 hab/ha donde exista red pública de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente. En zonas de vulnerabilidad alta a la contaminación solo se permitan densidades poblacionales menores o con un rango máximo de 100 hab/ha donde exista red pública de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente, no se permiten tanques sépticos.

De manera similar la actividad agrícola deberá tener la siguiente normativa relacionada con la vulnerabilidad a la contaminación; en zonas media vulnerabilidad a la contaminación solo se permiten actividades de baja y media amenaza (toxicidad) que no utilicen sustancias de alta toxicidad y que utilicen buenas prácticas agropecuarias recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud. En las zonas de vulnerabilidad alta a la contaminación no se recomienda esta actividad bajo el uso de agroquímicos o sustancias toxicas.

Para zonas fuera de la sectorización de crecimiento urbano la actividad urbanística y turística solo se permitirían en zonas de vulnerabilidad media a la contaminación densidades poblacionales menores a 80 hab/ha con tanque séptico, dicha densidad se puede aumentar hasta 100 hab/ha con la implementación de alcantarillado sanitario o sistemas de tratamientos de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente. En zonas de vulnerabilidad alta a la contaminación solo se permitan densidades poblacionales de 60 hab/ha con tanque septico y de 60 a 100 hab/ha donde exista red pública de alcantarillado

sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales evaluado y aprobado por el Ministerio de Salud o la instancia competente, no se debe permitir la utilización

Para el desarrollo de la actividad agropecuaria en sectores fuera de las zonas identificadas con un crecimiento urbano proyectado se establece que en las zonas de media vulnerabilidad a la contaminación solo se permiten actividades de baja y media amenaza que no utilicen sustancias de alta toxicidad y que utilicen buenas prácticas agropecuarias recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud.

En las zonas de alta vulnerabilidad fuera de las zonas de crecimiento urbano proyectado solo se podrán desarrollar industria agrícola, hotelera o urbanística con un plan de atención sobre los riesgos de contaminación medios y bajos (definidos por la toxicidad), además de estudios técnicos que respalden las medidas propuesta. Se prohíben actividades de alto riesgo en estas zonas de alta vulnerabilidad a la contaminación.

Se resumen las indicaciones sobre la propuesta de uso de suelo en los siguientes cuadros:

Cuadro 9. Condicionantes para el desarrollo de la actividad urbanística, comercial masiva y hotelera según la vulnerabilidad acuífera a la contaminación.

Actividad Urbanística		
	Vulnerabilidad media a la contaminación	Vulnerabilidad alta a la contaminación
Zona de crecimiento urbano	Densidades poblacionales menores de 150 hab/ha con utilización de tanques sépticos. Densidades iguales o mayores a 150 hab/ha se permiten con la utilización de sistemas de tratamiento de aguas residuales	Se permiten densidades poblacionales menores de 80 hab/ha con tanques sépticos. Densidades de 80 a 150 hab/ha como máximo se permiten con la utilización de sistemas de

	y/o sistema de alcantarillado sanitario.	tratamiento de aguas residuales y/o red de alcantarillado sanitario.
Fuera de las zonas de crecimiento urbano	Se permiten densidades poblacionales de hasta 80 hab/ha con la utilización de tanques sépticos y hasta un máximo de 100 hab/ha con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y/o alcantarillado sanitario.	Se permiten densidades poblacionales de hasta 60 hab/ha con la utilización de tanques séptico. Se permiten densidades poblacionales de 60 hab/ha hasta un máximo de 100 hab/ha con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o alcantarillado sanitario.
Actividad hotelera		
Zona de crecimiento urbano	Se permite una densidad máxima de 80 hab/ha con la utilización de tanques sépticos. Densidades entre 80 y 150 hab/ha como máximo se permite con la utilización de sistema de tratamiento de aguas residuales y/o red de alcantarillado sanitario.	Se permite una densidad poblacional máxima de 100 hab/ha con la utilización de un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o una red de alcantarillado sanitario. No se recomienda la utilización de tanque sépticos.
Fuera de las zonas de crecimiento urbano	Se permiten densidades poblacionales de hasta 80 hab/ha con la utilización de tanques sépticos y hasta un máximo de 100 hab/ha con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y/o alcantarillado sanitario.	Se permiten densidades poblacionales de hasta 60 hab/ha con la utilización de tanques séptico. Se permiten densidades poblacionales de 60 hab/ha hasta un máximo de 100 hab/ha con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o alcantarillado sanitario.

Actividad comercial masiva
Tanto para las zonas de crecimiento urbano y los sectores fuera de zonificación urbanística se permite esta actividad bajo la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y/o red de alcantarillado sanitario.

Cuadro 10. Condicionantes para el desarrollo de la actividad agrícola según la vulnerabilidad acuífera a la contaminación.

Actividad agrícola		
	Vulnerabilidad media a la contaminación	Vulnerabilidad alta a la contaminación
Zona de crecimiento urbano	Se permiten las actividades agrícolas que utilicen productos de una baja y media amenaza (toxicidad), se prohíbe la utilización de sustancias peligrosas de alta toxicidad. Las actividades deben apegarse a las buenas prácticas agropecuarias recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud.	No se recomienda la utilización de algún tipo de agroquímicos sin importar su amenaza (toxicidad), ni de sustancias peligrosas. Las actividades deben apegarse a las buenas prácticas agropecuarias recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud.
Fuera de las zonas de crecimiento urbano	Se permiten las actividades agrícolas que utilicen productos de una baja y media amenaza (toxicidad), se prohíbe la utilización de sustancias peligrosas de alta toxicidad. Las actividades deben apegarse a las buenas prácticas	Solo se permiten actividades que utilicen sustancias de baja y media amenaza (toxicidad) con un plan de atención sobre los riesgos de contaminación (definidos por la toxicidad), además de estudios técnicos que respalden las medidas propuesta. Se prohíben actividades

	<p>agropecuarias recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud.</p>	<p>de alto riesgo en estas zonas de alta vulnerabilidad a la contaminación</p>
--	--	--

De manera general no se deben plantear actividades como la extracción minera de agregados pétreos de manera industrial especialmente en el valle aluvial del río Nosara, también se debe prohibir la ubicación de cualquier actividad que almacene sustancias peligrosas, tóxicas o altamente contaminantes en las zonas de alta vulnerabilidad a la contaminación.

Recarga acuífera: Tomando en consideración las zonas de crecimiento urbano para la actividad urbanística se plantea que en zonas de alta y muy alta recarga la cobertura podrá ser de 50% de la propiedad con restricción de densidad poblacional. Para las zonas identificadas como de media recarga potencial se podrá realizar coberturas de hasta un 60% del terreno con restricción de densidad poblacional.

Para la actividad comercial de mediana y gran escala se propone que en las zonas de media y alta recarga se permita dicho desarrollo con cobertura de 60% de la propiedad. En zonas de muy alta recarga se permita la actividad con una cobertura de 30% del terreno.

En cuanto a la regulación del desarrollo turístico en las zonas de crecimiento urbano planificado por la Municipalidad de Nicoya se plantea que en las de zonas de media recarga la cobertura podrá ser de hasta un 50% de la propiedad sin restricción de densidad poblacional. En zonas de alta recarga se permita coberturas 40% de la propiedad y densidades de hasta 100 hab/ha. En zonas de muy alta recarga las coberturas permitidas serán de hasta un 30% del terreno y densidades menores de 60 hab/ha.

La actividad agropecuaria que se quiera desarrollar en las zonas de crecimiento urbano será establecida según el criterio de que en zonas de media recarga se permiten las actividades agrícolas que se apeguen a las buenas prácticas y recomendaciones establecidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el

Ministerio de Salud. Para las zonas de alta recarga no se debe sobrepasar una cobertura de área del 50% de la propiedad, no se permiten actividades agrícolas que utilicen sustancias de alta y media toxicidad, persistencia y movilidad. En zonas de muy alta recarga, las coberturas deben de ser de hasta un 30% de la propiedad y puede aumentar hasta en un 40% adicional con la aplicación de medidas tecnológicas que compensen la pérdida de infiltración y solo se permiten actividades de baja amenaza por toxicidad, persistencia o movilidad.

Cuadro 11. Pautas regulatorias sobre las coberturas de las diferentes actividades productivas en las zonas de crecimiento urbano según la clasificación de la recarga potencial acuífera.

	Media recarga potencial	Alta recarga potencial	Muy alta recarga potencial
Actividad urbanística	La cobertura podrá ser de hasta un 60% con restricción de densidad poblacional.	La cobertura podrá ser de 50% con restricción de densidad poblacional	La cobertura podrá ser de 50% con restricción de densidad poblacional
Actividad comercial masiva	La cobertura máxima será de 60% de la propiedad	La cobertura máxima será de 60% de la propiedad	La cobertura máxima será de 30% de la propiedad
Actividad hotelera/turística	La cobertura podrá ser de hasta un 50% de la propiedad sin restricción de densidad poblacional	La cobertura podrá ser de hasta un 40% de la propiedad y densidades poblacionales de hasta 100 hab/ha	La cobertura podrá ser de hasta un 30% de la propiedad y densidades poblacionales de hasta 60 hab/ha
Actividad agropecuaria	Actividades agrícolas que se apeguen a las buenas prácticas y recomendaciones establecidas por el	Actividades agrícolas que se apeguen a las buenas prácticas y recomendaciones establecidas por el	Actividades agrícolas que se apeguen a las buenas prácticas y recomendaciones establecidas por el

	Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud, sin restricción de cobertura	Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud, que no sobre pasen un 50% de cobertura. No se permiten actividades agrícolas que utilicen sustancias de alta y media toxicidad, persistencia y movilidad	Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud, que no sobre pasen un 30% de cobertura y puede aumentar hasta en un 40% adicional con la aplicación de medidas tecnológicas que compensen la pérdida de infiltración. No se permiten actividades agrícolas que utilicen sustancias de alta y media toxicidad, persistencia y movilidad
--	--	--	--

Para las actividades ubicadas fuera de las zonas de crecimiento urbano se proponen las mismas limitantes de cobertura de suelo descritas para las zonas de crecimiento urbano con la posibilidad de aumentar hasta un 15% más del área constructiva o cobertura constructiva en zonas de media recarga con la implementación de medidas para mitigar o compensar la posible pérdida recarga potencial acuífera basados en diseños y estudios específicos. En zonas de alta y muy alta recarga potencial acuífera se propone un aumento de 10% del área de cobertura bajo la consideración de efectuar o llevar a cabo medidas compensatorias sobre la potencial pérdida de recarga acuífera basadas en estudios específicos.

Todas las restricciones podrán ser modificadas por parte de la Municipalidad de Nicoya siempre que el interesado presente estudios hidrogeológicos específicos o medidas tecnológicas que compensen la pérdida de infiltración avaladas por los entes correspondientes.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorga, A. (2009). Informe de Evaluación Ambiental Estratégica del Plan de Manejo Ostional.
- Bergoeing, J., Brenes, L.G., Malavassi, E., (1983). Mapa Geomorfológico del Pacífico Norte de Costa Rica. San José: IGN-UCR.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Montero, W. (2013). Cartografía Geológica de la Península de Nicoya, Costa Rica. San José: Editorial UCR.
- Dirección de Aguas. (2020). Reporte de Concesiones. Retrieved from <http://www.da.go.cr/rp/login.action?userName=publico&password=publico>
- Flores, K. (2003). Propuesta tectonoestratigráfica de la región septentrional del Golfo de Nicoya. Universidad de Costa Rica.
- Flores, K., Denyer, P., Aguilar, T., (2003). Nueva propuesta estratigráfica de las hojas Matambú y Talolinga, Guanacaste, Costa Rica. Rev. Geológica de América Central 29: 131-138.
- Goyenaga, A., 2015: Modelo Hidrogeológico Conceptual de la Zona Protectora Cerros de la Carpintera. – 144 págs Universidad de Costa Rica, San José [Tesis Lic.].
- Instituto Meteorológico Nacional. (2018). Datos de estaciones meteorológicas.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2014). Atlas 2014.
- SENARA. (2006). Diagnostico hidrogeológico en la zona de Nosara, cantón de Nicoya, Costa Rica. San José.
- SENARA. (2019). Reporte de Pozos. Retrieved from <http://base-digh.senara.or.cr/>
- Nosara Civic Association- Corredor Biológico del Río Nosara. (2017). Uso del Suelo.
- Instituto Geográfico Nacional (1983). Garabito " Mapa Geomorfológico del Pacífico Norte de Costa Rica".

12. ANEXOS

ANEXO 1

Informe técnico de resultados del estudio de prospección geofísica con el método de resistividad eléctrica realizado por la empresa LABCORE



PROSPECCIÓN GEOFÍSICA CON EL MÉTODO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

INFORME FINAL:

LABCORE-04-06-2020

PROYECTO:

*PROSPECCIÓN GEOFÍSICA CON EL MÉTODO DE RESISTIVIDAD GEOELÉCTRICA EN
NOSARA, NICOYA*

PROFESIONAL RESPONSABLE:

M.SC. DENNIS SOJO RIVERA

JUNIO, 2020

Laboratorio de materiales de construcción, suelos, geotécnia y geología. Cédula jurídica: 3-101-784708

Teléfono (506) 2224-0756 / 72040810

Email: info@labcorecr.com

Dirección: Calle 95, 200 m N del parque de Sabanilla, Montes de Oca, Costa Rica

MANUEL MORA

ADRIÁN MARTINEZ

HIDROGEOTECNIA LTDA

Estimados colegas:

A continuación, presento los resultados obtenidos de la realización de 6 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con el arreglo Schlumberger en la localidad de Nosara, Nicoya.

Atentamente:

M.Sc. Dennis Sojo Rivera
Máster en Técnicas y Aplicaciones en geología, Universidad de Zaragoza, España
Licenciado en Geología, Universidad de Costa Rica
CGCR. # 406
SETENA CI-303-2018. EC-008-2019

INTRODUCCIÓN

El método geofísico de resistividad eléctrica (también conocido como el método geoelectrico) ha sido ampliamente utilizado para determinar las características del subsuelo del terreno, sus principales aplicaciones se encuentran en la hidrogeología, minería, ingeniería y gestión ambiental. En general el método busca determinar la existencia o no de contrastes fuertes o cambios en los valores de resistividad eléctrica en los materiales del subsuelo y obtener información de la composición y espesor de las capas del terreno.

En el presente caso se realizaron 6 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con el objetivo de determinar las características hidrogeológicas del terreno (como parte del análisis hidrogeológico de un acuífero aluvial situado en la costa), esta información se presenta en los siguientes apartados, donde finalmente se llegará a una serie de conclusiones que permitan generar recomendaciones que colaboren con la toma de decisiones respecto al manejo del recurso hídrico en la localidad de estudio.

Ubicación

Los sondeos fueron realizados en la localidad de Nosara, Nicoya (Figura 1), en las cercanías de las comunidades de Playa Guiones y Playa Pelada. La región estudiada forma parte de las llanuras fluviales del Río Nosara y Rempujo, principalmente.

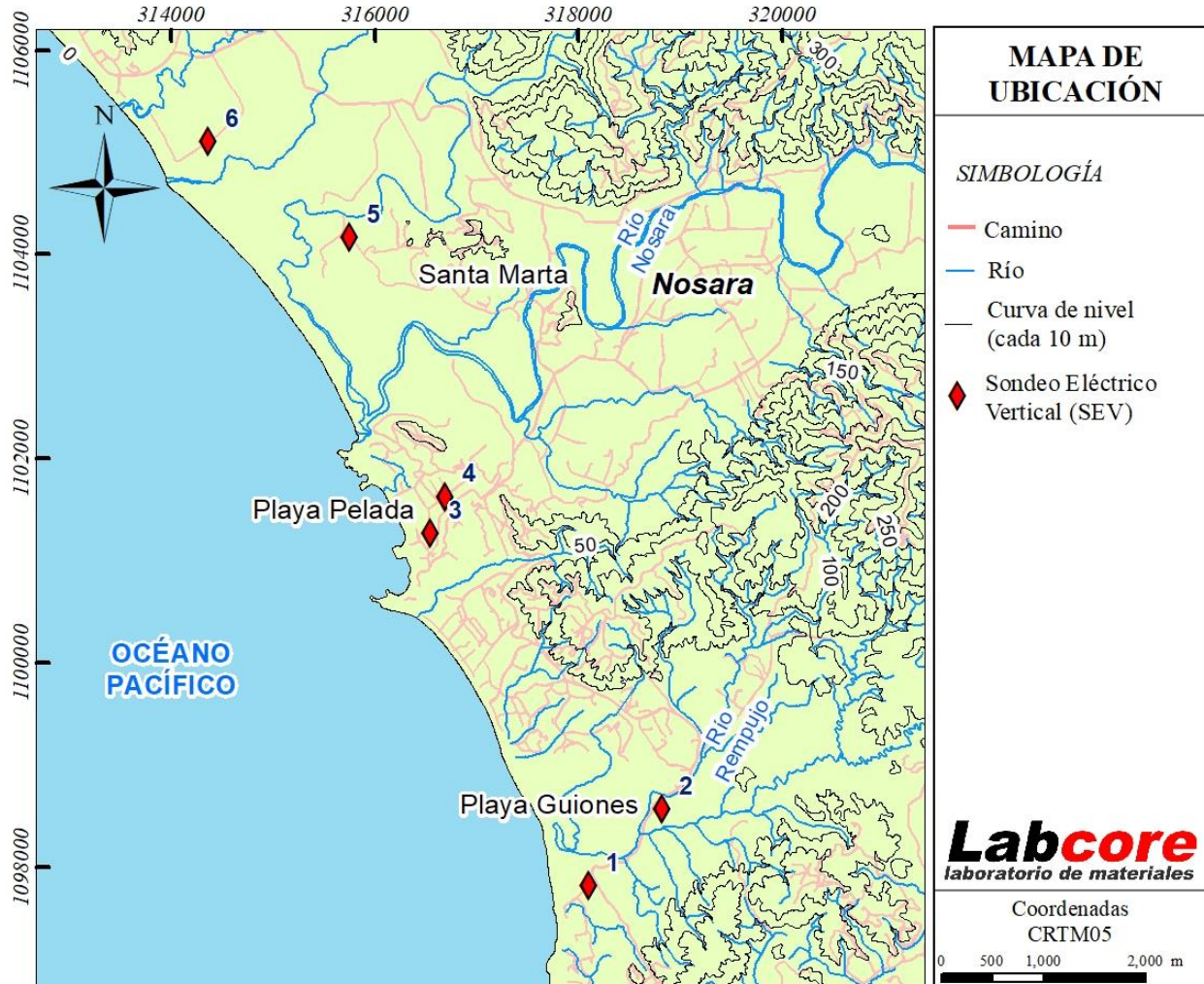


Figura 1. Ubicación de los SEV realizados.

Objetivo

El objetivo de la presente investigación fue generar datos y recomendaciones que colaboren con la toma de decisiones respecto al uso del recurso hídrico en la zona, por medio de la aplicación del método de resistividad geoelectrica y observación de afloramientos en la zona y consulta de registros de perforación de pozos.

Metodología

El trabajo realizado consistió en la prospección geoelectrica con el arreglo Slumberger, utilizando un equipo con 4 electrodos y apertura máxima de 150 m. Dicho método se aplicó en 6 puntos (Figura 1) y los datos compilados fueron procesados mediante el software libre IPI2WIN. Para la interpretación de los datos se siguieron las sugerencias presentadas por Kirsch (2006). Estos

resultados serán correlacionados con las observaciones de campo, datos bibliográficos y datos derivados de registros de perforación de pozos cercanos a cada uno de los sondeos.

Es importante aclarar que cualquier método geofísico corresponde con una observación indirecta, la cual debe de ser validada por un conjunto de observaciones directas como lo son observación de afloramientos, descripción de núcleos de perforación de pozos y/o piezómetros, análisis de laboratorio, etc.

RESULTADOS

Geología

La geología del área de estudio ha sido abarcada por varios autores, siendo el trabajo de Denyer et al. (2014) el de mayor relevancia para efectos de la presente investigación ya que presenta el cartografiado geológico del área de estudio y de la región por medio de una propuesta estratigráfica actualizada. En general los autores señalan que en el área de estudio afloran materiales asociados con el Complejo de Nicoya y rocas sedimentarias con diferentes edades (para efectos de este trabajo se entenderán como el basamento rocoso), todos estos materiales son sobreyacidos discordantemente por Depósitos no consolidados del Cuaternario.

Desde el punto de vista tectónico Denyer et al. (2014) señalan que el sector de Nosara forma parte del *Pull Apart* Nosara, el cual se ha desarrollado desde el Pleistoceno Superior.

En el área de estudio se observó que el basamento rocoso, correspondiente con la Formación Santa Teresa (sedimentos clásticos estratificados del Mioceno Superior), se encuentra sobreyacido por una serie de materiales no consolidados. Estos materiales no consolidados corresponden con sedimentos fluviales y litorales que se han desarrollado desde el Pleistoceno Superior en el área de estudio (se han desarrollado paralelamente con el desarrollo de la cuenca *pull apart*).

En general se observó que estos materiales corresponden con capas de grava fina a media, arenas, limos y arcillas, con diferentes grados de alteración y selección. Debido a la cercanía del área de estudio con la línea de costa actual y a la presencia de al menos un estero (río Nosara) se interpreta que una parte de las capas presentes en estos materiales corresponden con depósitos litorales, con alto contenido de sal y de arcillas anóxicas. De esta manera se tiene que existe una interdigitación entre capas fluviales de diferente granulometría y capas litorales (estero) de granulometría fina a muy fina.

Esta interdigitación o cambios de facies y ambientes se ve influenciada por cambios climáticos y eventos tectónicos (levantamientos, desarrollo de la cuenca *pull apart*), por lo que puede ser posible llegar a encontrar capas de material litoral incluso varios cientos de metros detrás de la línea de costa.

Dado lo anterior se tiene que los sectores donde se realizaron los sondeos están compuestos por un basamento rocoso sobreyacido por alternancias de capas de materiales fluviales y litorales, con diferentes espesores, grados de selección, granulometría y composición, siendo las capas litorales por lo general más conductivas que las capas fluviales.

Las siguientes figuras muestran los detalles anteriormente mencionados para cada uno de los sondeos realizados y sus cercanías. En este caso los depósitos fluviales y litorales se agrupan dentro de la unidad de Depósitos no consolidados del Cuaternario, ya que las diferencias entre cada unidad se observan principalmente por medio de cambios verticales en los SEVs.

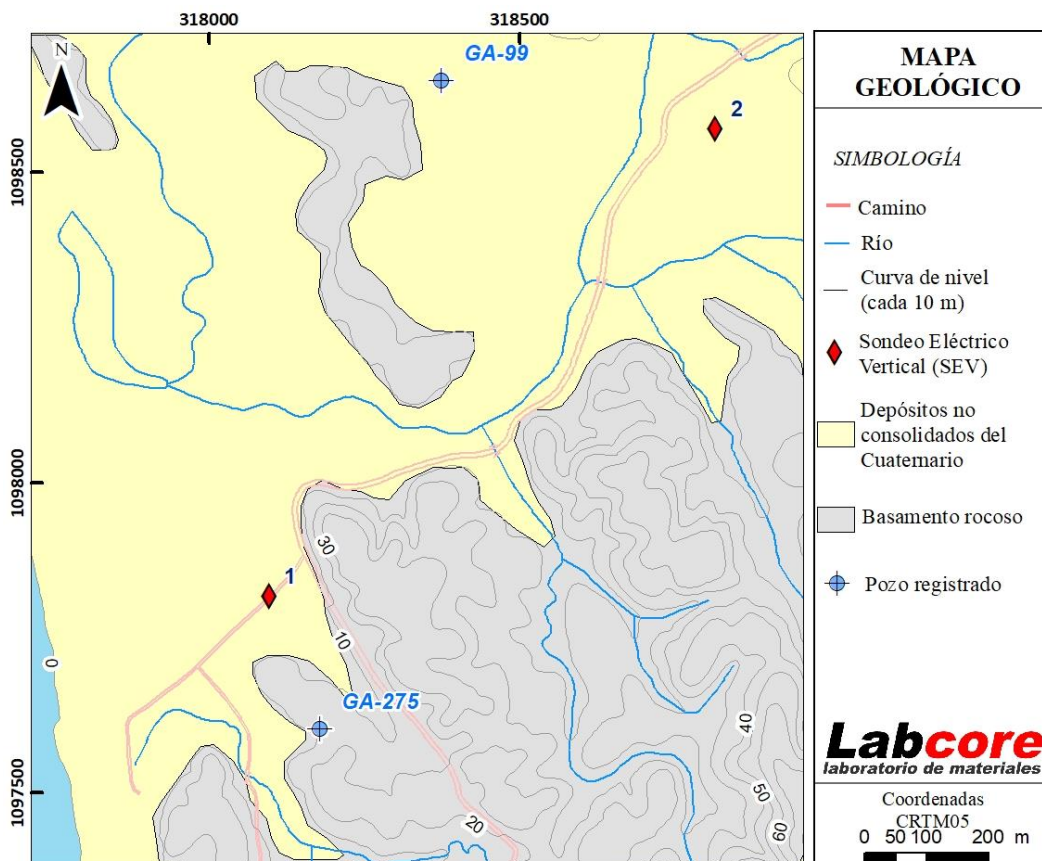


Figura 2. Mapa geológico. Sondeos 1 y 2.

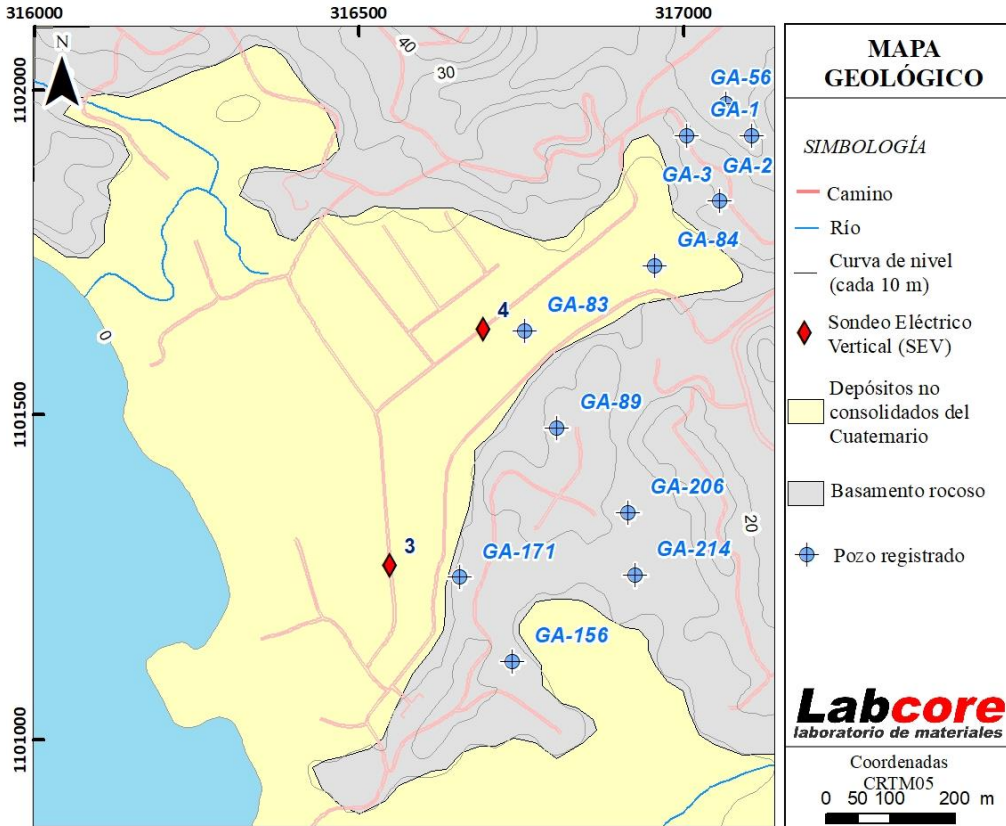


Figura 3. Mapa geológico. Sondeos 3 y 4.

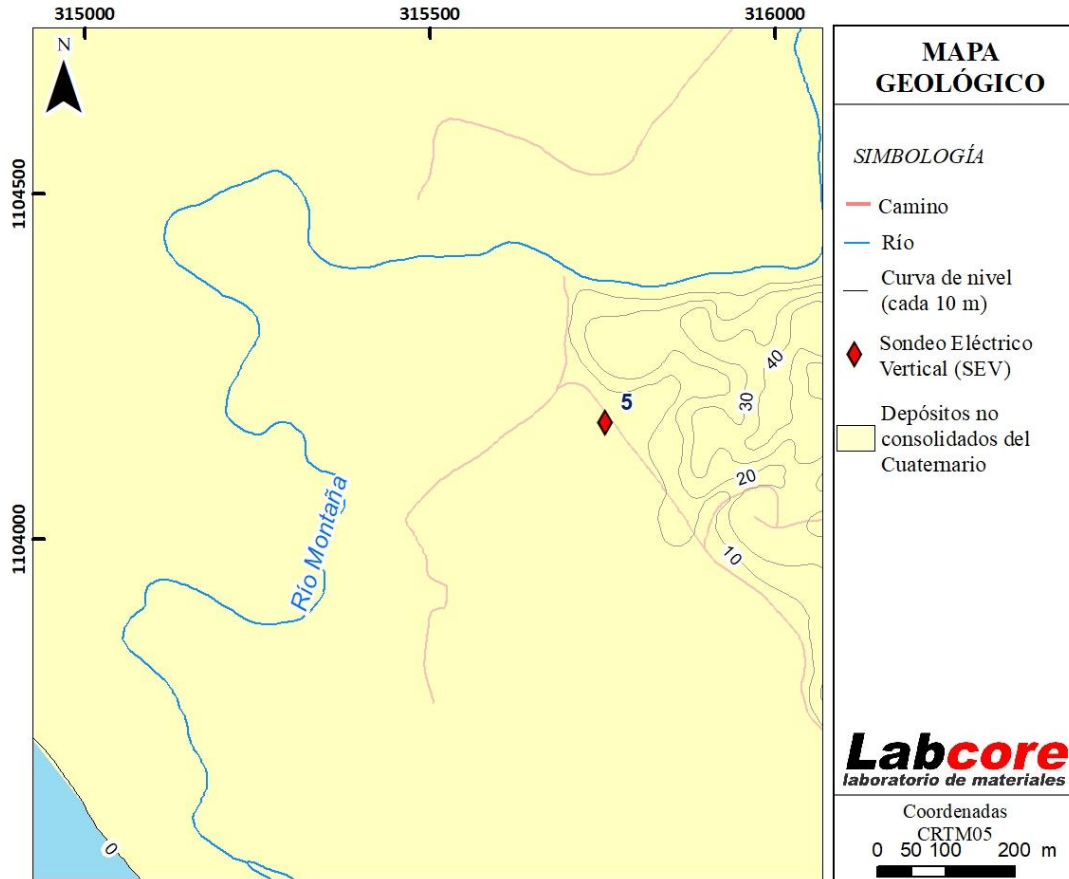


Figura 4. Mapa geológico. Sondeo 5.

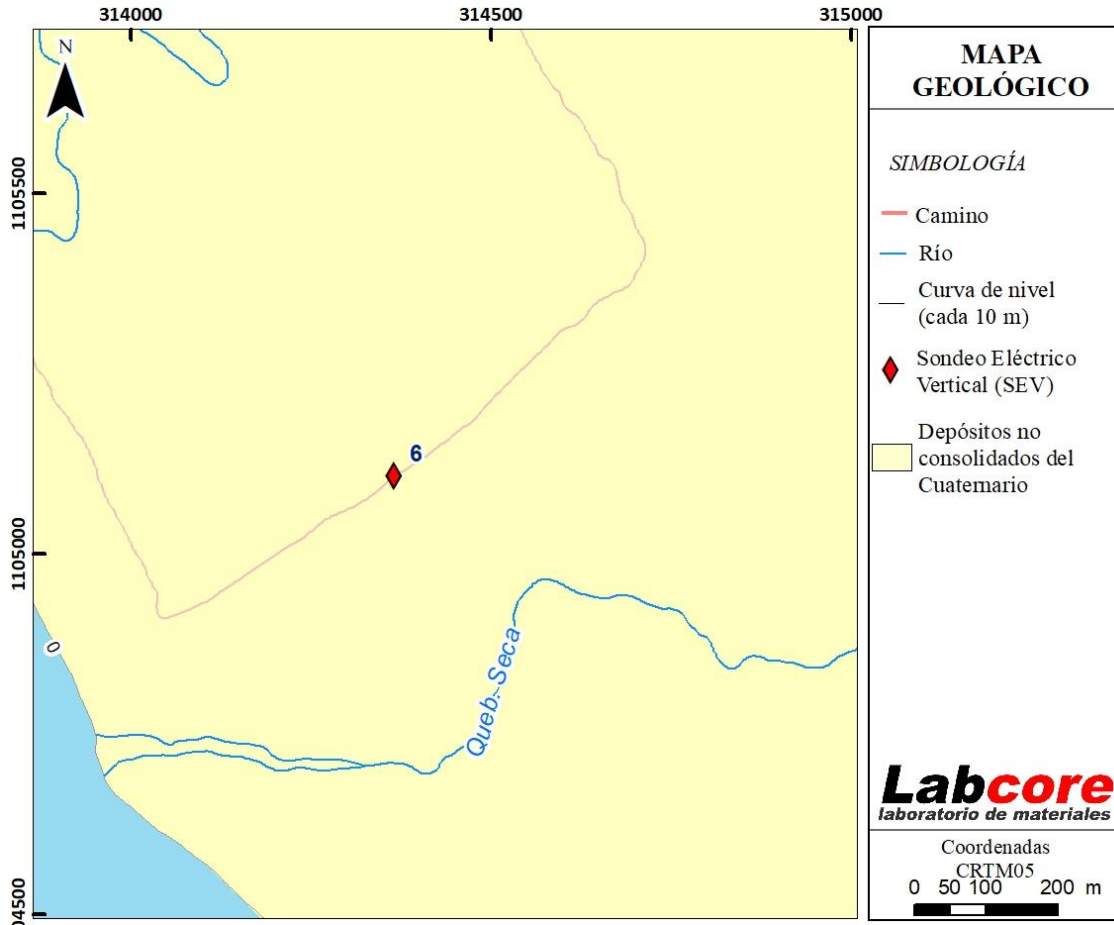


Figura 5. Mapa geológico. Sondeo 6.

Datos básicos de los ensayos realizados

A continuación, las tablas 1, 2 y 3 presentan los datos de campo, registros fotográficos, datos generales, curva de campo y modelo numérico de cada uno de los ensayos realizados.

Tabla 1. Datos básicos SEV-1


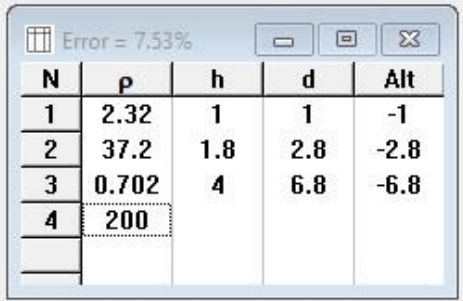
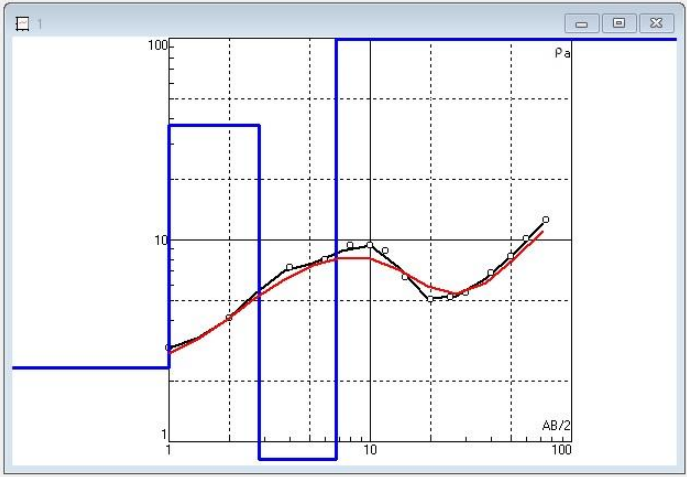
LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES			Labcore laboratorio de materiales	
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)				
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	318097	
ID SEV	SEV-1	COORD. Y:	1097817	
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	2 msnm	
RUMBO	EW	FECHA:	19-05-20	
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO	
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO	
AB/2 (m)	MN (m)	Rho_a (Ohm-m)		
1	0.5	2.9		
2	2	4.1		
4	2	7.3		
6	2	7.9		
8	2	9.3		
10	2	9.3		
12	2	8.9		
15	2	6.5		
15	5	6.2		
20	5	5.1		
25	5	5.2		
30	5	5.4		
40	5	6.8		
50	5	8.3		
60	5	10.1		
75	5	12.5		
			MODELO NUMÉRICO	
				
CURVA DE CAMPO				

Tabla 2. Datos básicos SEV-2


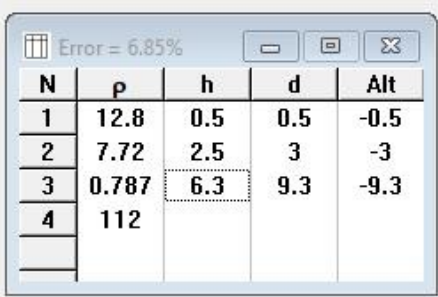
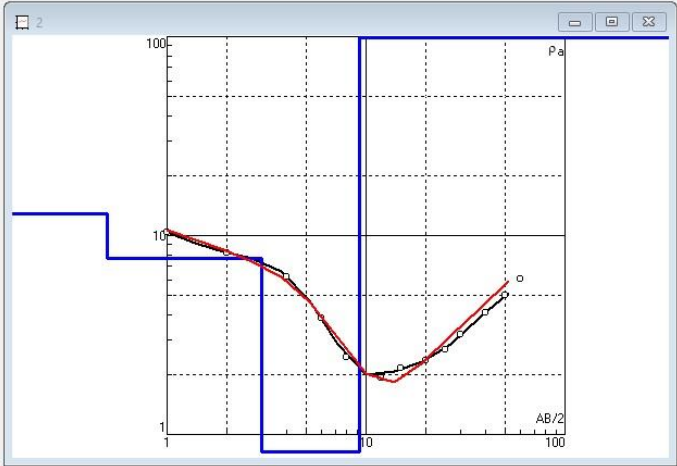
LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES				Labcore laboratorio de materiales																										
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)																														
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	318817																											
ID SEV	SEV-2	COORD. Y:	1098570																											
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	7 msnm																											
RUMBO	EW	FECHA:	19-05-20																											
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO																											
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO																											
AB/2 (m)	MN (m)	Rho_a (Ohm-m)																												
1	0.5	10.35																												
2	1	8.22																												
4	1	6.23																												
6	1	3.82																												
8	1	2.45																												
12	1	0.91																												
15	1	0.32																												
15	5	0.31																												
20	5	0.23																												
25	5	0.26																												
30	5	0.31																												
40	5	0.39																												
50	5	0.47																												
60	5	0.54																												
			MODELO NUMÉRICO																											
																														
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>p</th> <th>h</th> <th>d</th> <th>Alt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12.8</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7.72</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>-3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.787</td> <td>6.3</td> <td>9.3</td> <td>-9.3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>112</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N	p	h	d	Alt	1	12.8	0.5	0.5	-0.5	2	7.72	2.5	3	-3	3	0.787	6.3	9.3	-9.3	4	112			
N	p	h	d	Alt																										
1	12.8	0.5	0.5	-0.5																										
2	7.72	2.5	3	-3																										
3	0.787	6.3	9.3	-9.3																										
4	112																													
CURVA DE CAMPO																														
																														

Tabla 3 Datos básicos SEV-3


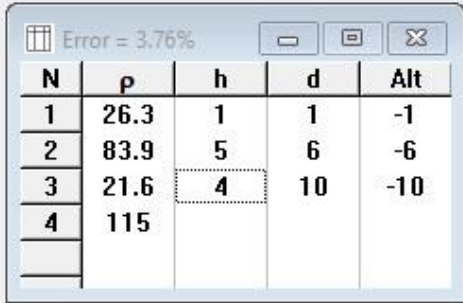
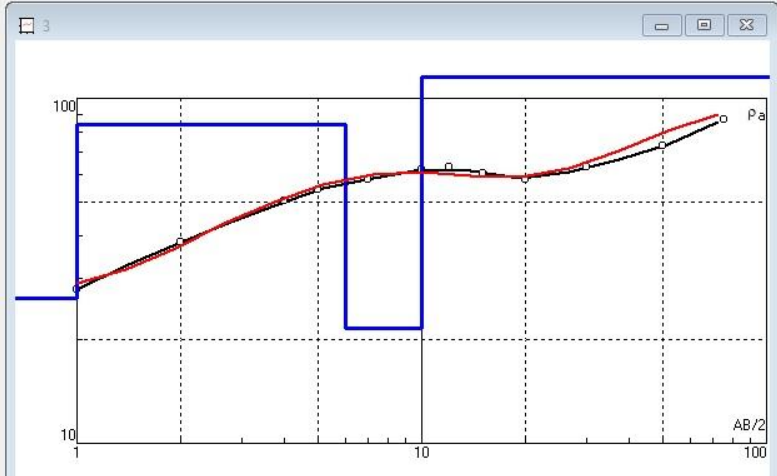
LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES				Labcore laboratorio de materiales																										
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)																														
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	316548																											
ID SEV	SEV-3	COORD. Y:	1101268																											
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	4 msnm																											
RUMBO	EW	FECHA:	18-05-20																											
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO																											
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO																											
AB/2 (m)	MN (m)	Rho_a (Ohm-m)																												
1	1	27.90																												
2	1	46.90																												
4	1	76.20																												
5	1	91.10																												
7	1	120.15																												
10	1	149.06																												
12	1	151.31																												
15	1	150.09																												
15	5	149.12																												
20	5	142.25																												
30	5	126.01																												
50	5	82.60																												
75	5	73.11																												
						MODELO NUMÉRICO																								
																														
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>p</th> <th>h</th> <th>d</th> <th>Alt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>26.3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>83.9</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>-6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>21.6</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>-10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>115</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N	p	h	d	Alt	1	26.3	1	1	-1	2	83.9	5	6	-6	3	21.6	4	10	-10	4	115			
N	p	h	d	Alt																										
1	26.3	1	1	-1																										
2	83.9	5	6	-6																										
3	21.6	4	10	-10																										
4	115																													
CURVA DE CAMPO																														

Tabla 4 Datos básicos SEV-4


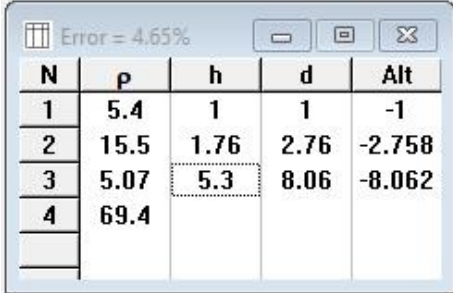
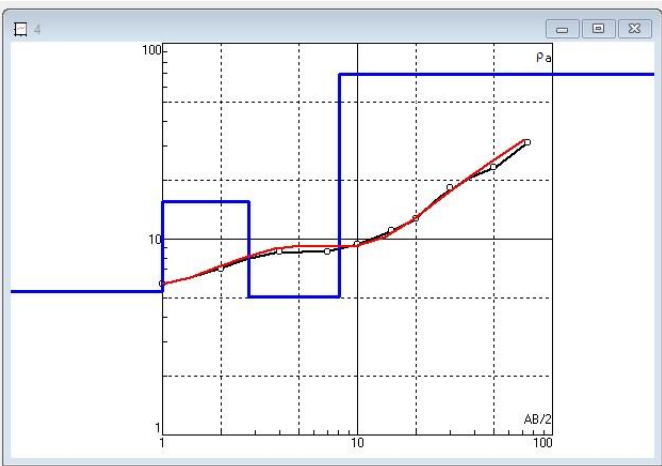
LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES			Labcore laboratorio de materiales	
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)				
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	316693	
ID SEV	SEV-4	COORD. Y:	1101632	
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	4 msnm	
RUMBO	EW	FECHA:	18-05-20	
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO	
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO	
AB/2 (m)	MN (m)	Rho_a (Ohm-m)		
1	1	5.86		
2	1	7.07		
4	1	8.61		
7	1	8.64		
10	1	9.43		
12	1	10.24		
15	1	11.01		
15	5	11.27		
20	5	12.70		
30	5	18.30		
40	5	20.05		
50	5	23.10		
75	5	30.00		
				
			CURVA DE CAMPO	
				

Tabla 5 Datos básicos SEV-5


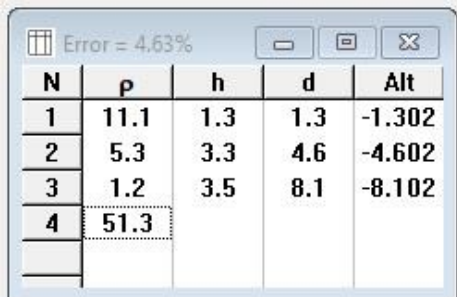
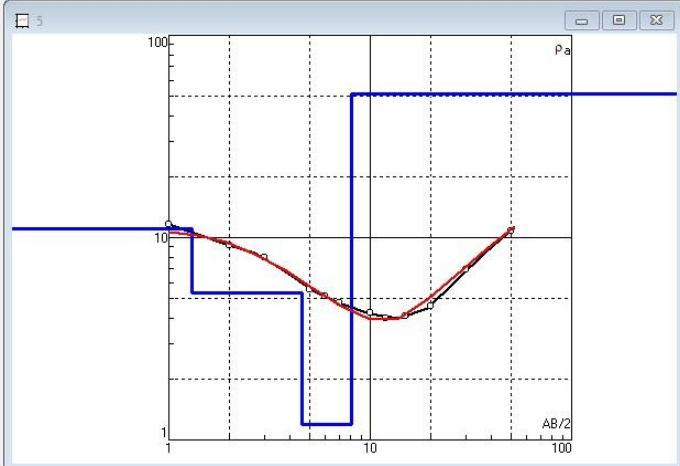

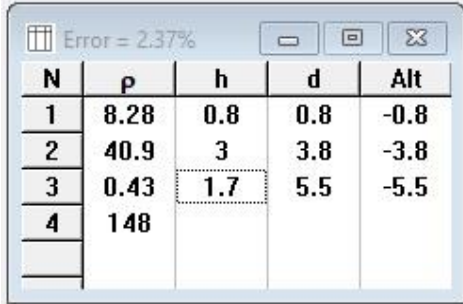
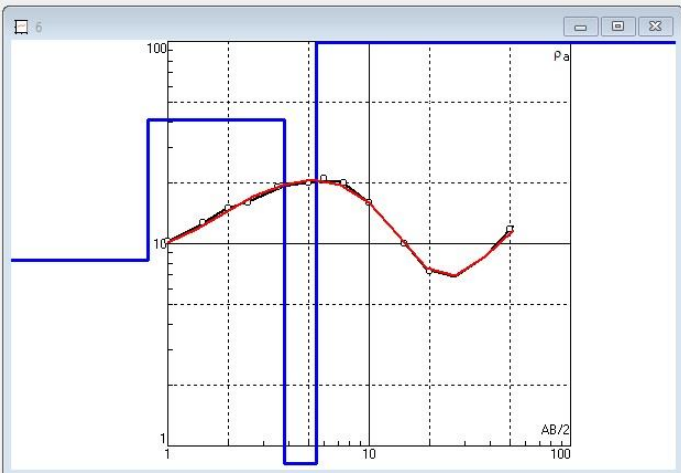
LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES				Labcore laboratorio de materiales	
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)					
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	315754		
ID SEV	SEV-5	COORD. Y:	1104169		
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	4 msnm		
RUMBO	S30E	FECHA:	18-05-20		
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO		
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO		
AB/2 (m)	MN (m)	Rho_a (Ohm-m)			
1	1	11.70			
2	1	9.20			
3	1	7.97			
5	1	5.57			
6	1	5.13			
7	1	4.76			
10	1	4.23			
12	1	4.00			
15	1	4.08			
15	5	4.10			
20	5	4.60			
30	5	6.90			
50	5	10.82			
CURVA DE CAMPO					

Tabla 6 Datos básicos SEV-6

LABCORE LABORATORIO DE MATERIALES				Labcore laboratorio de materiales	
DESCRIPCIÓN SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)					
PROYECTO:	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA NOSARA	COORD. X:	314366		
ID SEV	SEV-6	COORD. Y:	1105109		
UBICACIÓN:	NOSARA	ELEVACIÓN:	4 msnm		
RUMBO	EW	FECHA:	18-05-20		
ESTRATIGRAFÍA :	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	DESCRIBE:	DENNIS SOJO		
DATOS GENERALES			REGISTRO FOTOGRÁFICO		
AB/2 (m)	MN (m)	Rho _a (Ohm-m)			
1	1	10.20			
1.5	1	12.70			
2	1	15.05			
2.5	1	15.94			
3.5	1	19.41			
5	1	20.15			
6	1	20.96			
7.5	1	19.87			
10	1	16.26			
15	1	10.56			
15	5	10.31			
20	5	7.27			
30	5	8.78			
50	5	11.70			
			MODELO NUMÉRICO		
					
CURVA DE CAMPO					
					

Interpretación de los resultados

Generalidades

Existen varios aspectos medioambientales se deben de considerar a la hora de interpretar los datos derivados de la prospección geoeléctrica realizada:

Según el IMN (publicación en prensa) la semana del 18 al 23 de mayo del año en curso dio inicio la época lluviosa en la región estudiada, justo cuando se realizaron los ensayos, es decir, los ensayos se realizaron en época de estiaje. Esto es de especial relevancia al considerar que los materiales del área de estudio (sedimentos no consolidados) son bastante permeables, y al no haber recarga directa durante todo este tiempo es altamente probable que la cuña de intrusión haya avanzado tierra adentro durante esta época. Este comportamiento es probable considerando los resultados obtenidos y considerando también que incluso la geometría y extensión de la cuña de intrusión se ve afectada por fenómenos como mareas y tormentas.

Otro aspecto a considerar es la geomorfología de cada sector, ya que se puede decir que los ensayos se realizaron en la zona costera de Nosara y que esta se puede dividir en 3 localidades:

1. Los SEV 1 y 2 se realizaron en las cercanías de playa Guiones, en una cuenca cerrada (río Rempujo), el cual según las imágenes satelitales de Google muestra un estero poco desarrollado en su desembocadura, lo que indica que la influencia de las mareas es importante en dicha zona.
2. El SEV 3 y 4 se realizaron en la zona de playa Pelada, esta zona corresponde con una pequeña cuenca aislada de la influencia de otros cuerpos de agua.
3. SEV 5 y 6 se realizan en una llanura aluvial producida por el río Nosara. En la desembocadura de este río y otros cuerpos de agua se logra apreciar el desarrollo incipiente de un estero, esto se confirma además por la presencia de mangle en dichas zonas, por lo que se interpreta que la influencia de las mareas en esta zona es importante en el comportamiento del flujo subterráneo y de la dinámica de la cuña de intrusión.

Finalmente, se debe de considerar que se trata de un sistema fluvial-litoral, compuesto por capas con diferente composición y espesor, incluso existiendo la posibilidad de que algunas de estas capas tengan una concentración de sales.

Detalle de resultados

El SEV-1 presenta una curva típica de un medio donde existe intrusión Salina. El modelo se compone por 4 capas, una capa con 1 m de espesor y resistividad de 2.3 Ωm , interpretada como rellenos y arcilla, no saturado, una capa con 1.8 m de espesor y resistividad de 37 Ωm interpretada como sedimentos no consolidados parcialmente saturados con agua dulce, bajo esta capa se ubica una capa con al menos 4 m de espesor y resistividad de 0.7 Ωm , interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua salada. No se observa la interfaz de cambio de salinidad posiblemente por alguno de los aspectos mencionados en el apartado anterior. Finalmente se observa la presencia del basamento rocoso con una resistividad cercana a los 200 Ωm .

El SEV-2 muestra condiciones similares al SEV-1 aunque la interfaz de agua salobre si se puede apreciar. La primer capa presenta un espesor de 0.5 y resistividad de 13 Ωm , interpretada como suelo no saturado, luego se observa una capa de 2.5 m de espesor con resistividad de 8 Ωm , interpretado como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce-interfaz de agua salobre, bajo esta capa los valores de resistividad caen y se presenta una capa con al menos 6 m de espesor y resistividad de 0.7 Ωm , interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua salada y existe la posibilidad que también dentro de esta capa esté una parte del basamento rocoso y finalmente la resistividad aumenta y se observa la presencia del basamento rocoso no saturado con valores de resistividad de 112 Ωm .

Tanto en el SEV-3 como en el SEV-4 los valores de resistividad de las capas se presentan un poco más altos que en las otras localidades. El SEV-3 muestra primero una capa de suelo y relleno con 1 m de espesor y resistividad de 26 Ωm , bajo esta capa una capa de sedimentos no consolidados no saturados con espesor de 5 m y resistividad de 84 Ωm , bajo esta capa se ubican sedimentos no consolidados, saturados con agua dulce y resistividad de 22 Ωm , y finalmente la resistividad aumenta a 115 Ωm lo que se interpreta como el basamento rocoso.

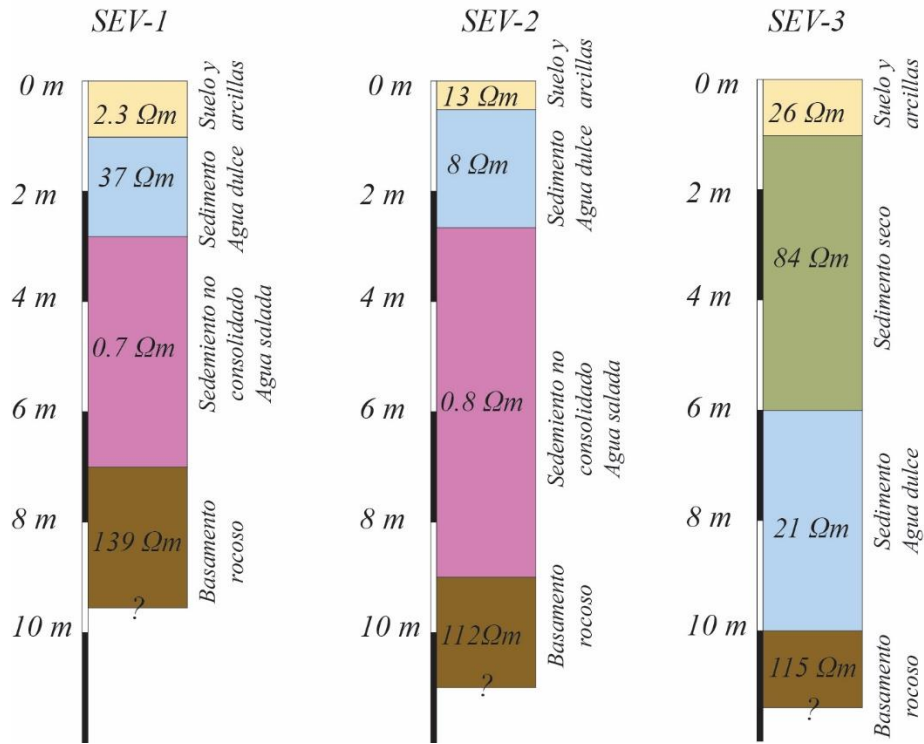
En el SEV-4 se detecta la presencia de una capa de suelo arcilloso con 1 m de espesor y resistividad de 5 Ωm , bajo estos materiales se ubica una capa con 1.7 m de espesor y resistividad de 15.5 Ωm , interpretada como sedimentos no consolidados con alto contenido. Bajo la capa anterior se ubica una capa con al menos 5 m de espesor y resistividad de 5 Ωm interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce y finalmente, se observa un aumento en la resistividad a los 69 Ωm lo que se interpreta como el basamento rocoso relativamente alterado con algo de contenido de saturación.

El SEV 5 muestra condiciones similares al SEV-2, una capa de suelo seco con al menos 1.3 m de espesor y resistividad de 11 Ω m, subyacente por una capa de 3.3 m espesor y resistividad de 5 Ω m interpretada como sedimentos no consolidados saturados con agua dulce o bien con alto contenido arcilloso y sales, bajo esta capa se ubica un horizonte con 1.2 m de espesor y resistividad de 3.5 Ω m posiblemente asociada a interfaz de agua salobre o bien sedimentos no consolidados con alto contenido de arcillas y/o sales y saturación con agua dulce y finalmente una capa con valores de resistividad superiores a 50 Ω m interpretada como el basamento rocoso.

El SEV-6, ubicado en las cercanías de la costa, muestra una capa de suelo con 0.8 m de espesor y resistividad de 8 Ω m, subyacente por una capa con 3 m de espesor y resistividad de 40 Ω m posiblemente asociada a sedimentos no saturados o bien arenas y gravas "limpias" saturadas con agua dulce, bajo esta capa se ubica un horizonte con 1.7 m de espesor y valores de 0.4 Ω m lo que se interpreta como sedimentos saturados con agua salada. Bajo esta capa se observa una capa con 148 Ω m asociada al basamento rocoso. En este sondeo no fue posible detectar la interfaz de agua salobre sin embargo, esto no quiere decir que no existe, es posible que no se haya detectado debido a factores como concentración de salinidad, composición y espesor de las capas, etc.

La siguiente figura resume los aspectos anteriormente mencionados.

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN NOSARA



PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN NOSARA

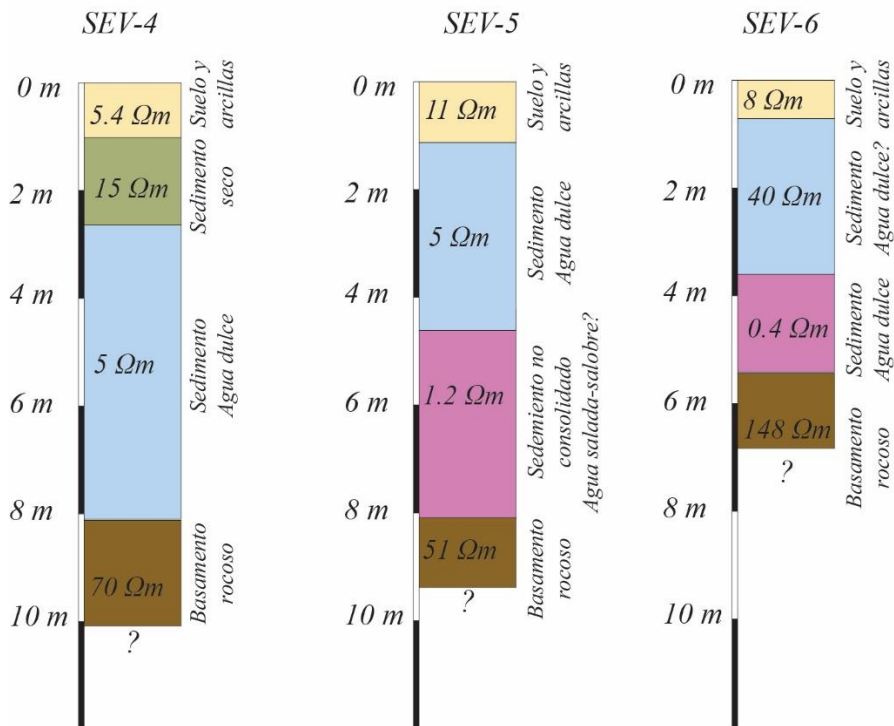


Figura 6. Resumen de interpretación de resultados.

Laboratorio de materiales de construcción, suelos, geotécnia y geología. Cédula jurídica: 3-101-784708

Teléfono (506) 2224-0756 / 72040810

Email: info@labcorecr.com

Dirección: Calle 95, 200 m N del parque de Sabanilla, Montes de Oca, Costa Rica

CONCLUSIONES

La geología del área de estudio está compuesta por un basamento rocoso con valores de resistividad superiores a 50 Ω m, el cual es sobreyacido por sedimento no consolidados. Estos sedimentos presentan valores de resistividad por lo general bajos y se interpreta que se componen tanto por sedimentos fluviales como por litorales.

La dinámica de la cuña de intrusión en las localidades donde se realizaron los sondeos se ven influenciadas por factores medioambientales tales como eventos climatológicos extraordinarios, ciclo hidrológico y cambio climático, acción de las mareas y geomorfología de cada cuenca. Los sitios donde se realizaron los SEV 1, 2, 5 y 6 presentan evidencias que indican que la geometría y ubicación de la cuña de intrusión varía según la época del año y el nivel de las mareas. La localidad donde se realizaron los SEV 3 y 4 corresponde con una cuenca pequeña y con poco desarrollo de los sedimentos por lo que es posible que la matriz de estos contenga un mayor contenido arcilloso.

Los resultados indican que en el sector de playa Guiones la cuña de intrusión salina se encontraba a varios cientos de metros tierra adentro, situación que se logró observar también en la localidad donde se realizó el SEV 5 y 6, por lo que se interpreta que estas zonas son susceptibles a cambios asociados a sobreexplotación de agua subterránea y cambios medioambientales.

En la localidad donde se realizó el SEV 3 y 4 no hay evidencias de intrusión salina, esto posiblemente se debe a que el contenido de arcillas y limos en la matriz de los sedimentos es mayor que en otras zonas, esto hace que los terrenos sean menos permeables y la influencia de factores medioambientales sea menor en esta zona.

REFERENCIAS

Reinhard Kirsch (Ed.), 2006: Groundwater geophysics – a tool for hydrogeology. Editorial Springer. Berlin, 556 págs.

Denyer, P., Aguilar, T. y Montero, W., 2014: Geología de la península de Nicoya. Editorial Universidad de Costa Rica.

-----UL-----

ANEXO 2

Lecturas de campo y memorias de cálculo de las pruebas de infiltración realizadas en el área de estudio

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	0	0	0					
1	1.00	0.10	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-1.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0545
2	2.00	0.11	0.3010	-1.9586	-0.2886	0.0906	1.9189	-2.9172	1.0000	0.1375	0.1000	2.00	0.0543
3	3.00	0.12	0.7782	-2.8794	-0.7279	0.3183	2.7668	-5.6797	0.9923	0.1629	0.0995	3.00	0.0542
4	4.00	0.13	1.3802	-3.7655	-1.2614	0.6807	3.5519	-9.2239	0.9871	0.1854	0.0988	4.00	0.0541
5	5.00	0.23	2.0792	-4.4038	-1.7075	1.1693	3.9593	-12.4153	0.7890	0.4061	0.0892	5.00	0.0540
6	6.00	0.33	2.8573	-4.8852	-2.0822	1.7748	4.1912	-15.3042	0.8215	0.5899	0.0803	6.00	0.0539
7	8.00	0.43	3.7604	-5.2518	-2.4132	2.5904	4.3255	-18.2364	0.8705	0.7156	0.0733	8.00	0.0538
8	10.00	0.63	4.7604	-5.4524	-2.6138	3.5904	4.3658	-20.2430	0.8989	0.8323	0.0666	10.00	0.0538
9	12.00	0.64	5.8396	-5.6463	-2.8230	4.7550	4.4033	-22.5689	0.9216	0.8701	0.0643	12.00	0.0537
10	15.00	0.84	7.0157	-5.7220	-2.9121	6.1382	4.4091	-23.7047	0.9382	0.9063	0.0619	15.00	0.0536
11	20.00	1.04	8.3167	-5.7049	-2.8899	7.8309	4.4094	-23.3640	0.9515	0.9226	0.0608	20.00	0.0535
12	25.00	1.34	9.7147	-5.5778	-2.7122	9.7851	4.4255	-20.1864	0.9612	0.9390	0.0596	25.00	0.0535
13	30.00	1.64	11.1918	-5.3630	-2.3949	11.9670	4.4717	-13.7411	0.9681	0.9529	0.0585	30.00	0.0534
14	35.00	1.94	12.7359	-5.0752	-1.9505	14.3512	4.5545	-3.6680	0.9732	0.9642	0.0576	35.00	0.0534
15	40.00	2.24	14.3379	-4.7249	-1.3894	16.9178	4.6772	10.3419	0.9770	0.9733	0.0568	40.00	0.0533
16	50.00	2.82	16.0369	-4.2747	-0.6244	19.8043	4.8799	32.8544	0.9802	0.9812	0.0562	50.00	0.0532
17	60.00	3.20	17.8150	-3.7695	0.2738	22.9661	5.1351	63.1634	0.9828	0.9830	0.0560	60.00	0.0532
18	75.00	4.10	19.6901	-3.1568	1.4228	26.4819	5.5106	109.1222	0.9850	0.9864	0.0557	75.00	0.0531
19	90.00	4.25	21.6443	-2.5284	2.6509	30.3010	5.9054	165.6772	0.9866	0.9799	0.0563	90.00	0.0531
20	105.00	5.80	23.6655	-1.7649	4.1939	34.3862	6.4883	245.8371	0.9881	0.9842	0.0559	105.00	0.0530
21	120.00	7.51	25.7447	-0.8893	6.0145	38.7092	7.2550	350.9139	0.9892	0.9940	0.0548	120.00	0.0530

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	316422
Y:	1102314
Número de Prueba:	M1
Elaboró:	Adrián Martínez

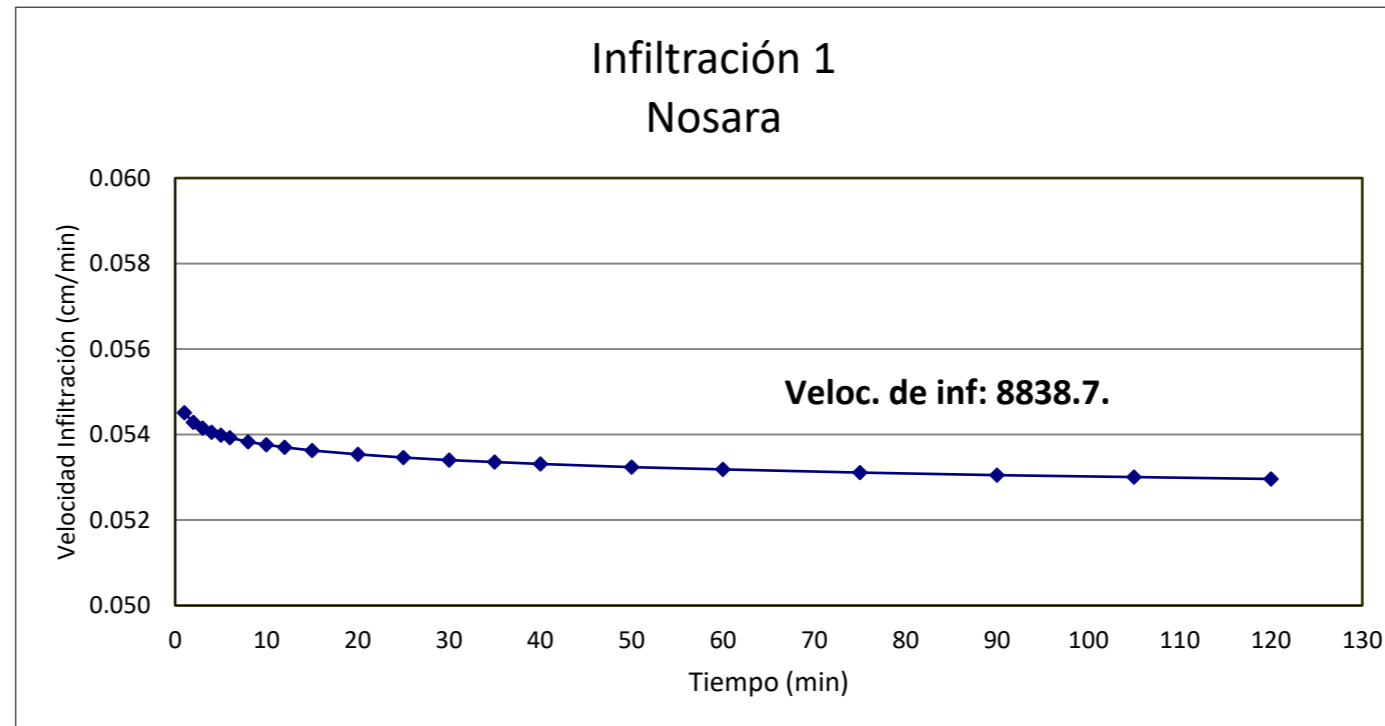


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	1.50	0.0000	0.1761	0.0000	0.0000	0.0310	0.1761	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	1.8547
2	2.00	3.50	0.3010	0.7202	0.1638	0.0906	0.3270	1.2642	1.0000	1.2224	1.5000	2.00	1.6480
3	3.00	6.25	0.7782	1.5160	0.5435	0.3183	0.9604	3.6519	0.9991	1.2908	1.4810	3.00	1.5380
4	4.00	8.00	1.3802	2.4191	1.0872	0.6807	1.7760	7.2642	0.9981	1.2347	1.5091	4.00	1.4644
5	5.00	9.50	2.0792	3.3969	1.7706	1.1693	2.7320	12.1528	0.9960	1.1752	1.5512	5.00	1.4097
6	6.00	10.75	2.8573	4.4283	2.5732	1.7748	3.7958	18.3413	0.9936	1.1214	1.5995	6.00	1.3666
7	8.00	14.00	3.7604	5.5744	3.6083	2.5904	5.1094	27.5103	0.9926	1.0761	1.6529	8.00	1.3012
8	10.00	16.00	4.7604	6.7785	4.8124	3.5904	6.5593	39.5515	0.9906	1.0279	1.7205	10.00	1.2526
9	12.00	18.00	5.8396	8.0338	6.1671	4.7550	8.1350	54.6148	0.9891	0.9879	1.7849	12.00	1.2143
10	15.00	22.75	7.0157	9.3908	7.7630	6.1382	9.9764	74.9695	0.9900	0.9659	1.8258	15.00	1.1690
11	20.00	29.50	8.3167	10.8606	9.6753	7.8309	12.1368	104.3660	0.9912	0.9488	1.8618	20.00	1.1130
12	25.00	32.25	9.7147	12.3691	11.7841	9.7851	14.4124	142.0792	0.9908	0.9219	1.9249	25.00	1.0715
13	30.00	39.50	11.1918	13.9657	14.1425	11.9670	16.9615	189.9771	0.9917	0.9088	1.9583	30.00	1.0387
14	35.00	44.50	12.7359	15.6141	16.6877	14.3512	19.6786	247.6697	0.9925	0.8981	1.9875	35.00	1.0118
15	40.00	49.00	14.3379	17.3043	19.3955	16.9178	22.5354	315.2776	0.9930	0.8887	2.0146	40.00	0.9890
16	50.00	60.50	16.0369	19.0860	22.4226	19.8043	25.7101	404.3653	0.9938	0.8826	2.0333	50.00	0.9521
17	60.00	68.50	17.8150	20.9217	25.6867	22.9661	29.0798	514.5068	0.9943	0.8755	2.0569	60.00	0.9230
18	75.00	76.50	19.6901	22.8054	29.2187	26.4819	32.6280	655.7814	0.9943	0.8643	2.0968	75.00	0.8885
19	90.00	87.00	21.6443	24.7449	33.0090	30.3010	36.3897	830.3381	0.9944	0.8540	2.1355	90.00	0.8613
20	105.00	92.50	23.6655	26.7110	36.9830	34.3862	40.2554	1036.7830	0.9942	0.8423	2.1824	105.00	0.8390
21	120.00	96.30	25.7447	28.6947	41.1073	38.7092	44.1902	1274.8181	0.9937	0.8295	2.2359	120.00	0.8201

11809.58

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	317660
Y:	1101029
Número de Prueba:	M2
Elaboró:	Erick Aragón

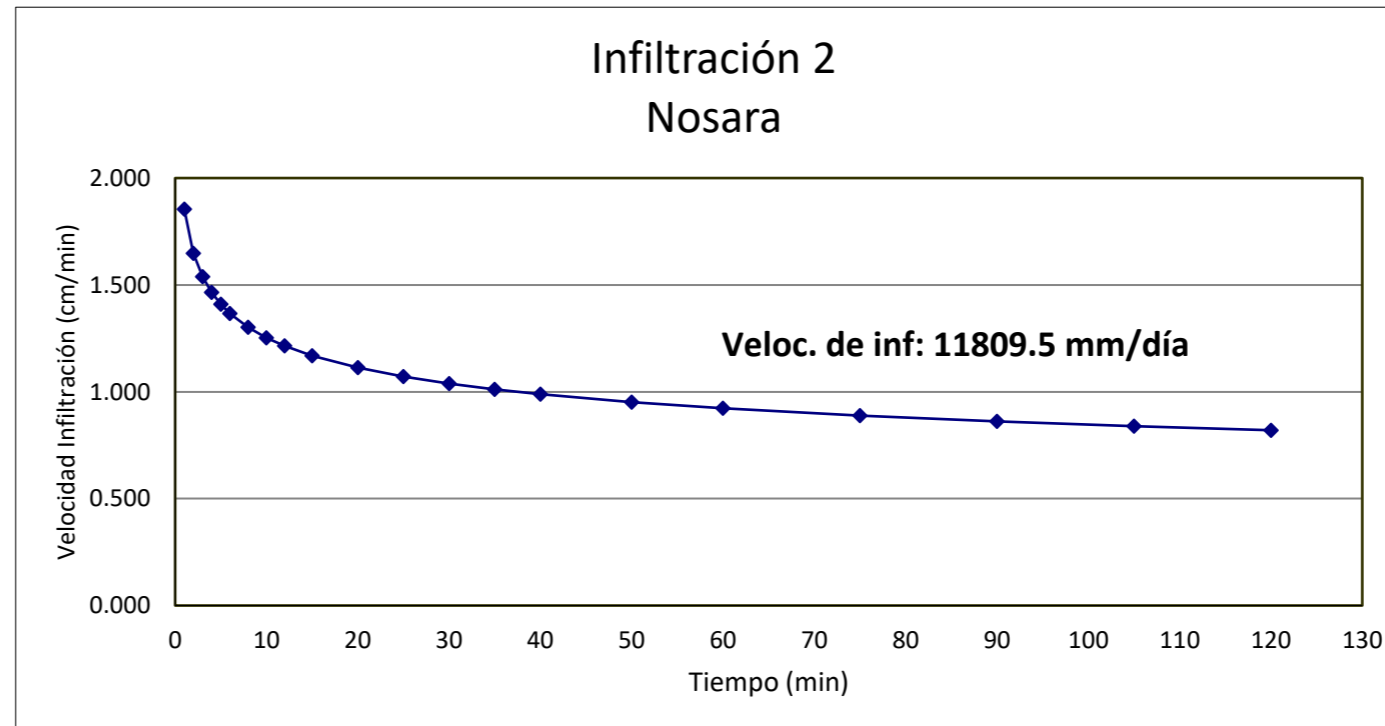


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	1.70	0.0000	0.2304	0.0000	0.0000	0.0531	0.2304	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	1.6728
2	2.00	3.40	0.3010	0.7619	0.1600	0.0906	0.3356	1.2934	1.0000	1.0000	1.7000	2.00	1.2464
3	3.00	5.10	0.7782	1.4695	0.4976	0.3183	0.8362	3.4161	1.0000	1.0000	1.7000	3.00	1.0494
4	4.00	6.80	1.3802	2.3020	0.9988	0.6807	1.5293	6.7462	1.0000	1.0000	1.7000	4.00	0.9287
5	5.00	8.50	2.0792	3.2314	1.6484	1.1693	2.3931	11.3932	1.0000	1.0000	1.7000	5.00	0.8448
6	6.00	10.20	2.8573	4.2400	2.4333	1.7748	3.4104	17.4448	1.0000	1.0000	1.7000	6.00	0.7819
7	8.00	11.90	3.7604	5.3156	3.4046	2.5904	4.5672	26.0492	0.9980	0.9628	1.7464	8.00	0.6920
8	10.00	13.60	4.7604	6.4491	4.5381	3.5904	5.8521	37.3846	0.9958	0.9246	1.8027	10.00	0.6295
9	12.00	15.30	5.8396	7.6338	5.8166	4.7550	7.2556	51.6009	0.9944	0.8939	1.8545	12.00	0.5826
10	15.00	17.00	7.0157	8.8643	7.2638	6.1382	8.7696	70.0576	0.9920	0.8591	1.9217	15.00	0.5299
11	20.00	18.70	8.3167	10.1361	8.9185	7.8309	10.3872	95.4945	0.9873	0.8133	2.0254	20.00	0.4690
12	25.00	20.40	9.7147	11.4457	10.7492	9.7851	12.1023	128.2352	0.9831	0.7723	2.1309	25.00	0.4266
13	30.00	22.10	11.1918	12.7901	12.7351	11.9670	13.9097	168.5670	0.9804	0.7393	2.2253	30.00	0.3949
14	35.00	23.80	12.7359	14.1667	14.8606	14.3512	15.8047	216.7472	0.9789	0.7135	2.3057	35.00	0.3699
15	40.00	25.50	14.3379	15.5732	17.1140	16.9178	17.7830	273.0088	0.9783	0.6935	2.3730	40.00	0.3495
16	50.00	27.20	16.0369	17.0078	19.5513	19.8043	19.8410	344.7372	0.9768	0.6713	2.4555	50.00	0.3179
17	60.00	28.90	17.8150	18.4687	22.1490	22.9661	21.9752	432.3911	0.9753	0.6504	2.5398	60.00	0.2942
18	75.00	30.60	19.6901	19.9544	24.9348	26.4819	24.1826	543.8202	0.9732	0.6285	2.6367	75.00	0.2676
19	90.00	32.30	21.6443	21.4636	27.8841	30.3010	26.4603	679.6484	0.9713	0.6083	2.7336	90.00	0.2477
20	105.00	34.00	23.6655	22.9951	30.9795	34.3862	28.8057	840.4537	0.9699	0.5906	2.8243	105.00	0.2320
21	120.00	35.70	25.7447	24.5478	34.2078	38.7092	31.2165	1026.7739	0.9690	0.5755	2.9065	120.00	0.2192

3156.87

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	317140
Y:	1099876
Número de Prueba:	M3
Elaboró:	Adrián Martínez

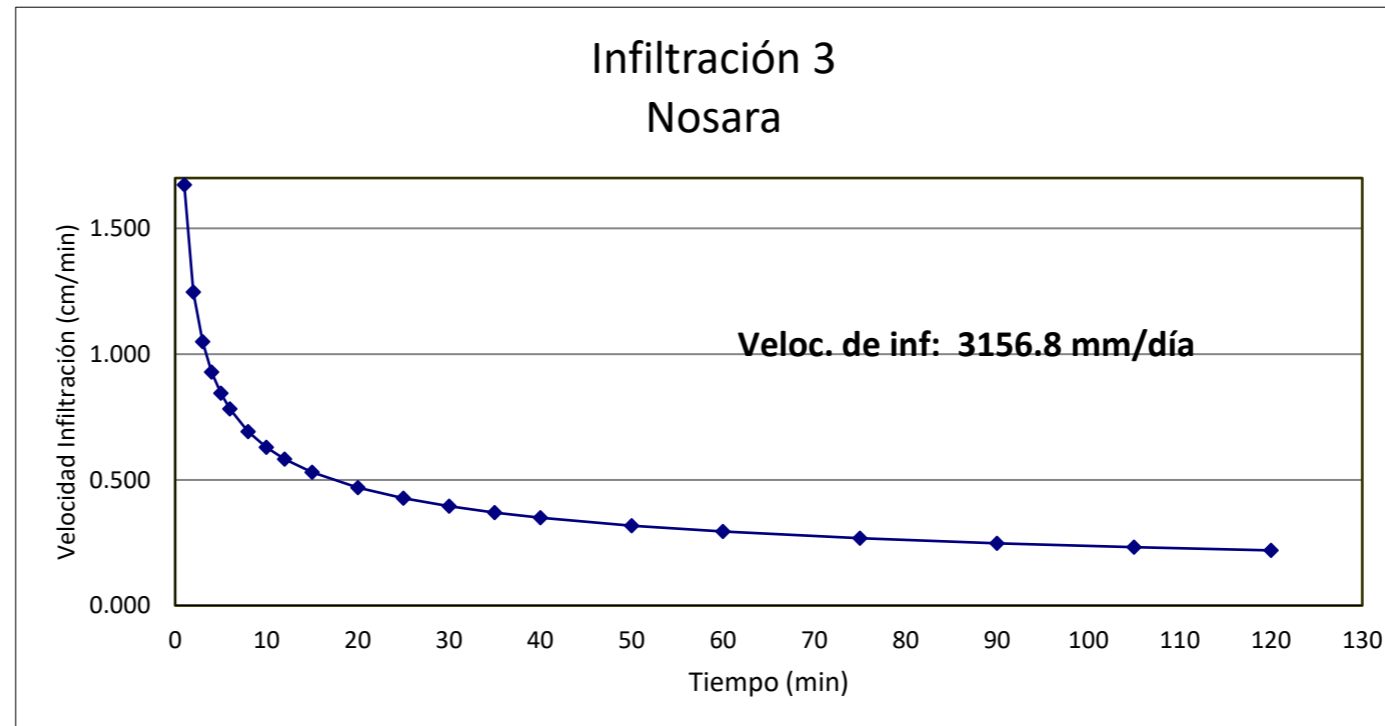


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	20.00	0.0000	1.3010	0.0000	0.0000	1.6927	1.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	10.4178
2	2.00	32.00	0.3010	2.8062	0.4531	0.0906	3.9582	4.3113	1.0000	0.6781	20.0000	2.00	6.9224
3	3.00	37.00	0.7782	4.3744	1.2013	0.3183	6.4174	9.0159	0.9894	0.5727	20.3978	3.00	5.4503
4	4.00	44.00	1.3802	6.0178	2.1908	0.6807	9.1183	15.5897	0.9932	0.5590	20.4922	4.00	4.5998
5	5.00	51.00	2.0792	7.7254	3.3843	1.1693	12.0341	24.1276	0.9954	0.5639	20.4457	5.00	4.0327
6	6.00	56.00	2.8573	9.4736	4.7447	1.7748	15.0903	34.6167	0.9966	0.5630	20.4559	6.00	3.6216
7	8.00	60.00	3.7604	11.2517	6.3505	2.5904	18.2521	48.8419	0.9941	0.5366	20.8504	8.00	3.0565
8	10.00	69.00	4.7604	13.0906	8.1893	3.5904	21.6335	67.2304	0.9950	0.5276	21.0075	10.00	2.6796
9	12.00	82.00	5.8396	15.0044	10.2547	4.7550	25.2962	90.1962	0.9956	0.5374	20.8185	12.00	2.4065
10	15.00	91.00	7.0157	16.9634	12.5587	6.1382	29.1340	119.5818	0.9965	0.5408	20.7476	15.00	2.1098
11	20.00	98.00	8.3167	18.9547	15.1494	7.8309	33.0990	159.4063	0.9964	0.5304	20.9954	20.00	1.7806
12	25.00	105.00	9.7147	20.9759	17.9749	9.7851	37.1842	209.9361	0.9957	0.5174	21.3359	25.00	1.5610
13	30.00	111.50	11.1918	23.0231	20.9989	11.9670	41.3755	271.3543	0.9949	0.5052	21.6798	30.00	1.4019
14	35.00	117.70	12.7359	25.0939	24.1964	14.3512	45.6637	343.8315	0.9944	0.4948	21.9930	35.00	1.2801
15	40.00	123.90	14.3379	27.1870	27.5496	16.9178	50.0446	427.5543	0.9941	0.4864	22.2614	40.00	1.1832
16	50.00	128.20	16.0369	29.2949	31.1308	19.8043	54.4878	532.9487	0.9926	0.4741	22.6873	50.00	1.0373
17	60.00	132.70	17.8150	31.4177	34.9056	22.9661	58.9944	660.3210	0.9907	0.4612	23.1649	60.00	0.9315
18	75.00	137.70	19.6901	33.5567	38.9162	26.4819	63.5694	820.7410	0.9880	0.4468	23.7388	75.00	0.8167
19	90.00	142.80	21.6443	35.7114	43.1271	30.3010	68.2123	1014.6666	0.9855	0.4333	24.3205	90.00	0.7334
20	105.00	147.60	23.6655	37.8805	47.5112	34.3862	72.9172	1242.4206	0.9834	0.4211	24.8729	105.00	0.6697
21	120.00	151.60	25.7447	40.0612	52.0453	38.7092	77.6727	1504.1046	0.9816	0.4103	25.3905	120.00	0.6190

8913.47

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	318713
Y:	1101383
Número de Prueba:	M4
Elaboró:	Erick Aragón

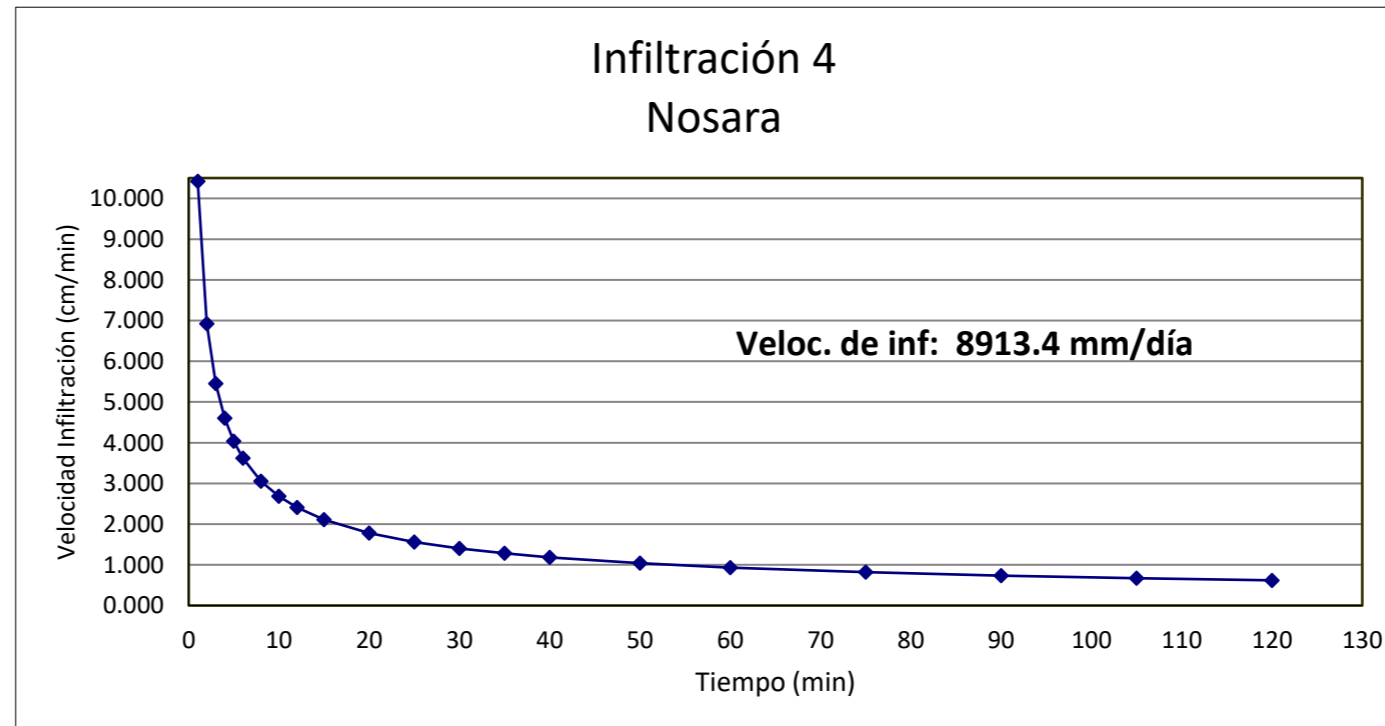


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	3.00	0.0000	0.4771	0.0000	0.0000	0.2276	0.4771	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	2.5192
2	2.00	5.50	0.3010	1.2175	0.2229	0.0906	0.7758	1.9578	1.0000	0.8745	3.0000	2.00	2.0027
3	3.00	8.00	0.7782	2.1206	0.6538	0.3183	1.5914	4.6671	0.9999	0.8908	2.9909	3.00	1.7512
4	4.00	9.50	1.3802	3.0983	1.2424	0.6807	2.5473	8.5780	0.9982	0.8476	3.0347	4.00	1.5921
5	5.00	11.00	2.0792	4.1397	1.9703	1.1693	3.6318	13.7850	0.9973	0.8168	3.0782	5.00	1.4788
6	6.00	12.60	2.8573	5.2401	2.8266	1.7748	4.8426	20.3872	0.9973	0.7996	3.1084	6.00	1.3922
7	8.00	15.90	3.7604	6.4415	3.9115	2.5904	6.2860	29.9984	0.9978	0.7911	3.1276	8.00	1.2657
8	10.00	19.00	4.7604	7.7202	5.1903	3.5904	7.9212	42.7859	0.9983	0.7871	3.1382	10.00	1.1756
9	12.00	21.50	5.8396	9.0526	6.6282	4.7550	9.6966	58.7752	0.9985	0.7810	3.1558	12.00	1.1067
10	15.00	24.90	7.0157	10.4488	8.2703	6.1382	11.6459	79.7182	0.9986	0.7726	3.1829	15.00	1.0279
11	20.00	31.30	8.3167	11.9444	10.2160	7.8309	13.8826	109.6290	0.9988	0.7682	3.1991	20.00	0.9346
12	25.00	36.50	9.7147	13.5067	12.4000	9.7851	16.3234	148.6864	0.9989	0.7631	3.2194	25.00	0.8680
13	30.00	41.50	11.1918	15.1247	14.7901	11.9670	18.9414	197.2278	0.9990	0.7586	3.2384	30.00	0.8172
14	35.00	45.50	12.7359	16.7827	17.3502	14.3512	21.6904	255.2582	0.9990	0.7532	3.2627	35.00	0.7765
15	40.00	48.50	14.3379	18.4685	20.0508	16.9178	24.5322	322.6879	0.9989	0.7463	3.2954	40.00	0.7429
16	50.00	53.50	16.0369	20.1968	22.9872	19.8043	27.5194	409.1056	0.9984	0.7355	3.3502	50.00	0.6900
17	60.00	57.00	17.8150	21.9527	26.1095	22.9661	30.6025	514.4581	0.9974	0.7224	3.4219	60.00	0.6496
18	75.00	61.40	19.6901	23.7409	29.4624	26.4819	33.8000	648.5707	0.9960	0.7065	3.5163	75.00	0.6034
19	90.00	64.60	21.6443	25.5511	33.0000	30.3010	37.0770	811.4916	0.9943	0.6897	3.6234	90.00	0.5680
20	105.00	68.10	23.6655	27.3843	36.7051	34.3862	40.4374	1003.9721	0.9926	0.6739	3.7304	105.00	0.5398
21	120.00	85.40	25.7447	29.3157	40.7210	38.7092	44.1679	1235.7470	0.9931	0.6690	3.7658	120.00	0.5164

7436.80

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	318967
Y:	1102119
Número de Prueba:	M5
Elaboró:	Luis Elizondo

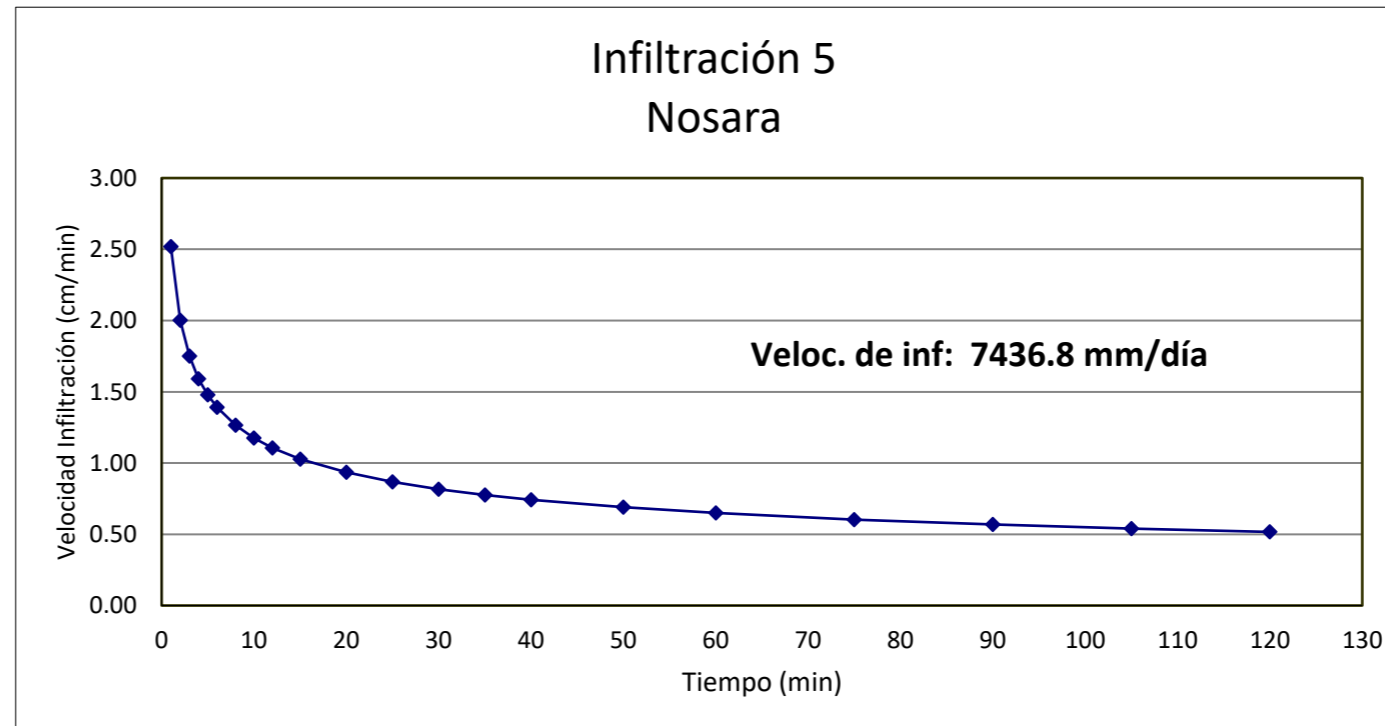


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	0	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.10	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-1.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.1117
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	0.0922
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	0.0824
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	0.0760
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	0.0715
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	0.0680
7	8.00	0.90	3.7604	-2.8204	-0.8984	2.5904	1.8128	-7.2006	0.9930	1.0814	0.1038	8.00	0.0627
8	10.00	0.90	4.7604	-2.8662	-0.9442	3.5904	1.8149	-7.6582	0.9853	1.0048	0.1106	10.00	0.0590
9	12.00	1.00	5.8396	-2.8662	-0.9442	4.7550	1.8149	-7.6582	0.9807	0.9477	0.1166	12.00	0.0561
10	15.00	1.10	7.0157	-2.8248	-0.8955	6.1382	1.8166	-7.0373	0.9759	0.8932	0.1233	15.00	0.0527
11	20.00	1.30	8.3167	-2.7109	-0.7473	7.8309	1.8296	-4.7584	0.9728	0.8441	0.1304	20.00	0.0487
12	25.00	1.50	9.7147	-2.5348	-0.5011	9.7851	1.8606	-0.3561	0.9722	0.8075	0.1365	25.00	0.0457
13	30.00	1.80	11.1918	-2.2795	-0.1240	11.9670	1.9258	7.3020	0.9745	0.7884	0.1399	30.00	0.0435
14	35.00	1.90	12.7359	-2.0008	0.3064	14.3512	2.0035	17.0584	0.9757	0.7690	0.1437	35.00	0.0417
15	40.00	2.10	14.3379	-1.6785	0.8226	16.9178	2.1073	29.9472	0.9773	0.7554	0.1466	40.00	0.0402
16	50.00	2.40	16.0369	-1.2983	1.4686	19.8043	2.2519	48.9578	0.9788	0.7425	0.1495	50.00	0.0377
17	60.00	2.70	17.8150	-0.8670	2.2356	22.9661	2.4380	74.8396	0.9803	0.7317	0.1521	60.00	0.0359
18	75.00	3.30	19.6901	-0.3484	3.2078	26.4819	2.7068	113.7281	0.9824	0.7261	0.1536	75.00	0.0337
19	90.00	3.90	21.6443	0.2426	4.3629	30.3010	3.0562	166.9239	0.9844	0.7240	0.1542	90.00	0.0321
20	105.00	4.30	23.6655	0.8761	5.6433	34.3862	3.4575	233.4381	0.9861	0.7217	0.1548	105.00	0.0307
21	120.00	5.00	25.7447	1.5751	7.0966	38.7092	3.9460	317.3145	0.9875	0.7227	0.1545	120.00	0.0296

426.35

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	318466
Y:	1103159
Número de Prueba:	M6
Elaboró:	Adrián Martínez

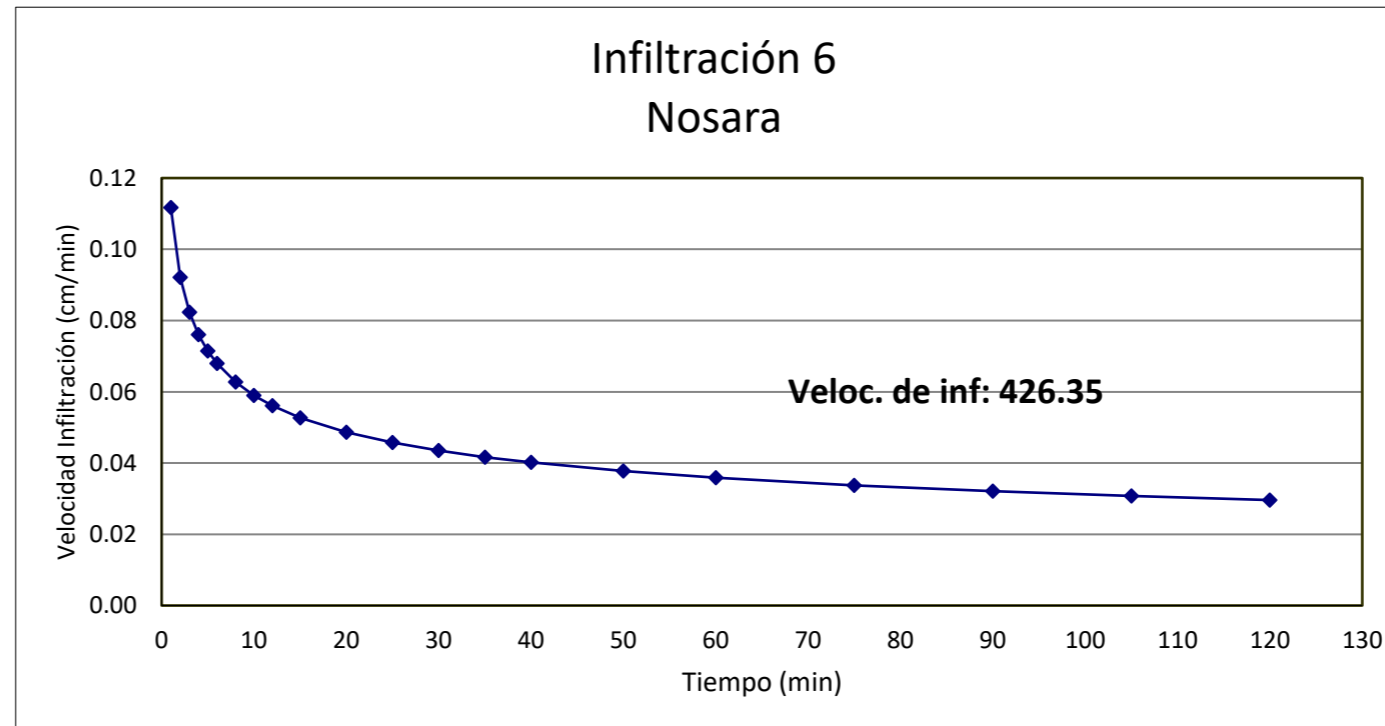


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	0	0.00	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.50	0.0000	-0.3010	0.0000	0.0000	0.0906	-0.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.3805
2	2.00	1.00	0.3010	-0.3010	0.0000	0.0906	0.0906	-0.3010	1.0000	1.0000	0.5000	2.00	0.3254
3	3.00	1.00	0.7782	-0.3010	0.0000	0.3183	0.0906	-0.3010	0.9310	0.6707	0.5317	3.00	0.2970
4	4.00	1.50	1.3802	-0.1249	0.1060	0.6807	0.1216	0.4033	0.9611	0.7293	0.5214	4.00	0.2784
5	5.00	1.50	2.0792	0.0512	0.2291	1.1693	0.1526	1.2838	0.9654	0.6821	0.5328	5.00	0.2647
6	6.00	2.00	2.8573	0.3522	0.4633	1.7748	0.2433	3.0900	0.9738	0.7139	0.5233	6.00	0.2540
7	8.00	2.30	3.7604	0.7139	0.7900	2.5904	0.3741	5.9838	0.9807	0.7128	0.5237	8.00	0.2381
8	10.00	3.00	4.7604	1.1910	1.2671	3.5904	0.6017	10.7550	0.9847	0.7370	0.5132	10.00	0.2264
9	12.00	3.30	5.8396	1.7095	1.8267	4.7550	0.8706	16.9772	0.9880	0.7427	0.5106	12.00	0.2173
10	15.00	4.00	7.0157	2.3116	2.5348	6.1382	1.2331	26.0081	0.9904	0.7507	0.5064	15.00	0.2066
11	20.00	5.00	8.3167	3.0106	3.4442	7.8309	1.7216	39.9875	0.9924	0.7570	0.5027	20.00	0.1937
12	25.00	6.00	9.7147	3.7887	4.5320	9.7851	2.3272	59.4413	0.9939	0.7627	0.4992	25.00	0.1842
13	30.00	7.00	11.1918	4.6338	5.7803	11.9670	3.0413	84.7942	0.9949	0.7680	0.4957	30.00	0.1767
14	35.00	8.00	12.7359	5.5369	7.1747	14.3512	3.8569	116.4023	0.9957	0.7731	0.4923	35.00	0.1707
15	40.00	9.00	14.3379	6.4912	8.7035	16.9178	4.7675	154.5720	0.9962	0.7778	0.4890	40.00	0.1656
16	50.00	10.00	16.0369	7.4912	10.4024	19.8043	5.7675	204.5720	0.9967	0.7758	0.4905	50.00	0.1575
17	60.00	11.50	17.8150	8.5519	12.2885	22.9661	6.8926	268.2139	0.9971	0.7742	0.4917	60.00	0.1512
18	75.00	13.30	19.6901	9.6757	14.3958	26.4819	8.1556	352.5028	0.9974	0.7711	0.4943	75.00	0.1438
19	90.00	16.30	21.6443	10.8879	16.7647	30.3010	9.6250	461.5997	0.9977	0.7727	0.4929	90.00	0.1380
20	105.00	18.30	23.6655	12.1503	19.3164	34.3862	11.2188	594.1570	0.9980	0.7738	0.4920	105.00	0.1333
21	120.00	20.30	25.7447	13.4578	22.0349	38.7092	12.9283	751.0566	0.9982	0.7746	0.4912	120.00	0.1293

1862.01

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	19/05/2020
Localización	
X:	316752
Y:	1103737
Número de Prueba:	M7
Elaboró:	Erick Aragón

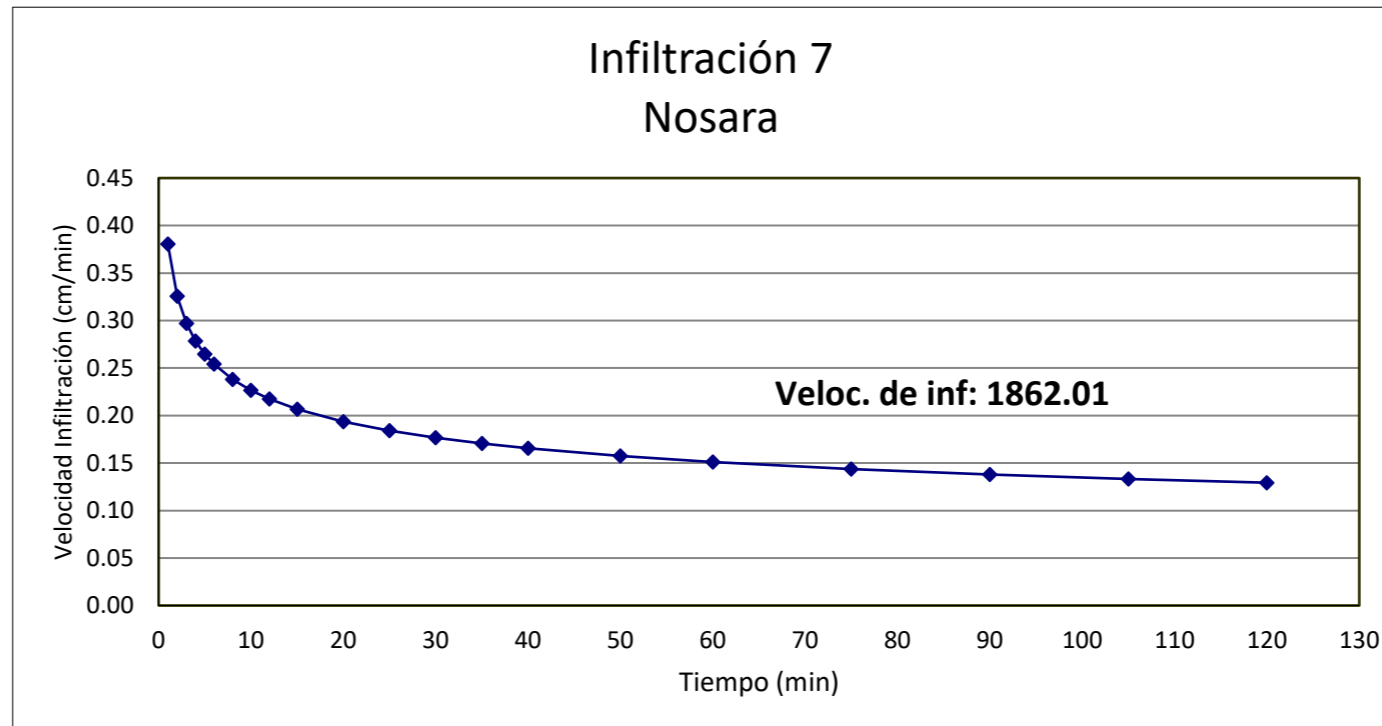


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.01	0.0000	-2.0000	0.0000	0.0000	4.0000	-2.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0083
2	2.00	0.01	0.3010	-4.0000	-0.6021	0.0906	8.0000	-6.0000	#iDIV/0!	0.0000	0.0100	2.00	0.0105
3	3.00	0.01	0.7782	-6.0000	-1.5563	0.3183	12.0000	-12.0000	#iDIV/0!	0.0000	0.0100	3.00	0.0121
4	4.00	0.01	1.3802	-8.0000	-2.7604	0.6807	16.0000	-20.0000	#iDIV/0!	0.0000	0.0100	4.00	0.0134
5	5.00	0.10	2.0792	-9.0000	-3.4594	1.1693	17.0000	-25.0000	0.5735	0.9292	0.0065	5.00	0.0144
6	6.00	0.10	2.8573	-10.0000	-4.2375	1.7748	18.0000	-31.0000	0.7061	1.2670	0.0054	6.00	0.0153
7	8.00	0.10	3.7604	-11.0000	-5.1406	2.5904	19.0000	-39.0000	0.7773	1.3478	0.0051	8.00	0.0169
8	10.00	0.20	4.7604	-11.6990	-5.8396	3.5904	19.4886	-45.9897	0.8354	1.4807	0.0045	10.00	0.0182
9	12.00	0.30	5.8396	-12.2218	-6.4039	4.7550	19.7620	-52.2642	0.8728	1.5799	0.0041	12.00	0.0194
10	15.00	0.40	7.0157	-12.6198	-6.8719	6.1382	19.9203	-58.2333	0.8991	1.6294	0.0039	15.00	0.0210
11	20.00	0.50	8.3167	-12.9208	-7.2635	7.8309	20.0109	-64.2539	0.9174	1.6239	0.0040	20.00	0.0231
12	25.00	0.60	9.7147	-13.1427	-7.5737	9.7851	20.0602	-69.8002	0.9294	1.5964	0.0041	25.00	0.0249
13	30.00	0.70	11.1918	-13.2976	-7.8025	11.9670	20.0841	-74.4472	0.9376	1.5633	0.0043	30.00	0.0265
14	35.00	0.90	12.7359	-13.3433	-7.8731	14.3512	20.0862	-76.0487	0.9449	1.5424	0.0044	35.00	0.0280
15	40.00	1.00	14.3379	-13.3433	-7.8731	16.9178	20.0862	-76.0487	0.9501	1.5194	0.0046	40.00	0.0293
16	50.00	1.20	16.0369	-13.2641	-7.7386	19.8043	20.0925	-72.0897	0.9538	1.4894	0.0048	50.00	0.0316
17	60.00	1.50	17.8150	-13.0881	-7.4255	22.9661	20.1235	-61.5242	0.9573	1.4638	0.0050	60.00	0.0336
18	75.00	1.80	19.6901	-12.8328	-6.9468	26.4819	20.1887	-42.3788	0.9599	1.4345	0.0052	75.00	0.0363
19	90.00	2.00	21.6443	-12.5318	-6.3586	30.3010	20.2793	-15.2861	0.9615	1.4027	0.0055	90.00	0.0386
20	105.00	2.20	23.6655	-12.1893	-5.6665	34.3862	20.3966	20.6683	0.9625	1.3718	0.0059	105.00	0.0407
21	120.00	2.30	25.7447	-11.8276	-4.9144	38.7092	20.5274	64.0757	0.9628	1.3411	0.0062	120.00	0.0426

613.27

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	20/05/2020		
Localización			
X:	317196	Y:	1104785
Número de Prueba:		M8	
Elaboró:		Adrián Martínez	

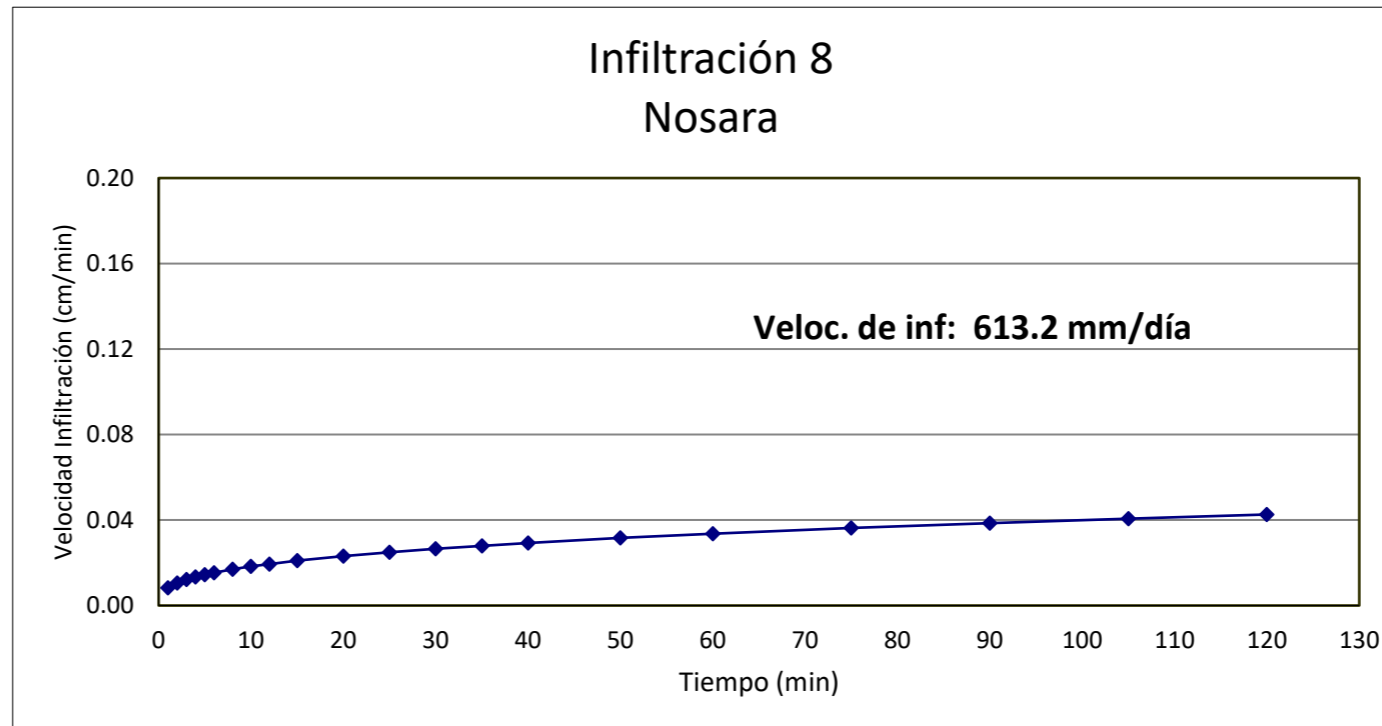


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.20	0.0000	-0.6990	0.0000	0.0000	0.4886	-0.6990	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.2297
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	0.2261
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	0.2240
4	4.00	1.00	1.3802	-1.1549	-0.1645	0.6807	0.6032	-1.7657	0.9963	1.1442	0.2072	4.00	0.2226
5	5.00	1.10	2.0792	-1.1135	-0.1356	1.1693	0.6049	-1.5588	0.9929	1.0746	0.2140	5.00	0.2214
6	6.00	1.30	2.8573	-0.9996	-0.0469	1.7748	0.6179	-0.8751	0.9925	1.0362	0.2187	6.00	0.2205
7	8.00	1.80	3.7604	-0.7443	0.1836	2.5904	0.6830	1.1671	0.9942	1.0231	0.2208	8.00	0.2191
8	10.00	2.30	4.7604	-0.3826	0.5453	3.5904	0.8139	4.7843	0.9956	1.0202	0.2214	10.00	0.2180
9	12.00	2.80	5.8396	0.0646	1.0279	4.7550	1.0138	10.1502	0.9965	1.0207	0.2213	12.00	0.2171
10	15.00	4.00	7.0157	0.6667	1.7360	6.1382	1.3763	19.1811	0.9965	1.0428	0.2163	15.00	0.2160
11	20.00	4.40	8.3167	1.3101	2.5731	7.8309	1.7903	32.0502	0.9966	1.0257	0.2206	20.00	0.2146
12	25.00	5.40	9.7147	2.0425	3.5970	9.7851	2.3267	50.3600	0.9968	1.0119	0.2244	25.00	0.2135
13	30.00	6.30	11.1918	2.8418	4.7777	11.9670	2.9657	74.3403	0.9970	0.9997	0.2280	30.00	0.2126
14	35.00	7.20	12.7359	3.6992	6.1015	14.3512	3.7007	104.3469	0.9971	0.9895	0.2312	35.00	0.2119
15	40.00	8.20	14.3379	4.6130	7.5655	16.9178	4.5358	140.8994	0.9973	0.9824	0.2336	40.00	0.2112
16	50.00	9.80	16.0369	5.6042	9.2495	19.8043	5.5183	190.4608	0.9974	0.9737	0.2368	50.00	0.2101
17	60.00	11.60	17.8150	6.6687	11.1423	22.9661	6.6514	254.3282	0.9975	0.9667	0.2394	60.00	0.2093
18	75.00	16.80	19.6901	7.8940	13.4398	26.4819	8.1527	346.2264	0.9978	0.9720	0.2373	75.00	0.2082
19	90.00	20.00	21.6443	9.1950	15.9823	30.3010	9.8454	463.3191	0.9980	0.9758	0.2357	90.00	0.2074
20	105.00	22.40	23.6655	10.5453	18.7115	34.3862	11.6686	605.0952	0.9983	0.9765	0.2354	105.00	0.2066
21	120.00	25.60	25.7447	11.9535	21.6394	38.7092	13.6517	774.0840	0.9984	0.9773	0.2351	120.00	0.2060

2966.46

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	20/05/2020
Localización	
X:	314415
Y:	1105045
Número de Prueba:	M9
Elaboró:	Luis Elizondo

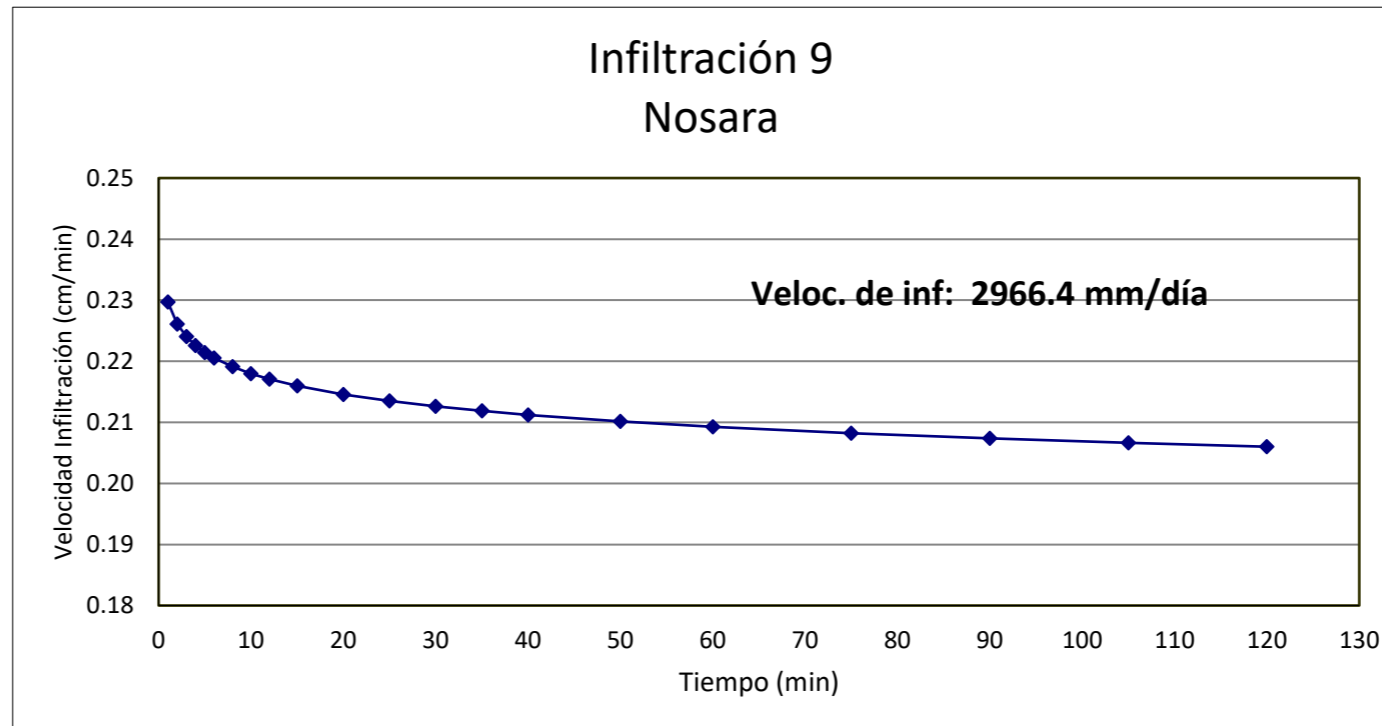


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	2.00	0.0000	0.3010	0.0000	0.0000	0.0906	0.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	1.7426
2	2.00	3.0	0.3010	0.7782	0.1436	0.0906	0.3183	1.2553	1.0000	0.5850	2.0000	2.00	1.4907
3	3.00	5.0	0.7782	1.4771	0.4771	0.3183	0.8068	3.3522	0.9767	0.8072	1.9186	3.00	1.3606
4	4.00	7.0	1.3802	2.3222	0.9859	0.6807	1.5210	6.7326	0.9821	0.9029	1.8579	4.00	1.2753
5	5.00	8.5	2.0792	3.2516	1.6356	1.1693	2.3848	11.3797	0.9877	0.9301	1.8346	5.00	1.2128
6	6.00	10.3	2.8573	4.2645	2.4237	1.7748	3.4107	17.4567	0.9907	0.9487	1.8153	6.00	1.1640
7	8.00	11.3	3.7604	5.3176	3.3747	2.5904	4.5196	25.8813	0.9901	0.9085	1.8689	8.00	1.0909
8	10.00	14.0	4.7604	6.4637	4.5209	3.5904	5.8333	37.3426	0.9916	0.8904	1.8973	10.00	1.0375
9	12.00	16.0	5.8396	7.6678	5.8203	4.7550	7.2832	51.7920	0.9926	0.8748	1.9247	12.00	0.9957
10	15.00	20.5	7.0157	8.9796	7.3631	6.1382	9.0039	71.4683	0.9941	0.8742	1.9258	15.00	0.9469
11	20.00	25.0	8.3167	10.3775	9.1818	7.8309	10.9581	99.4271	0.9951	0.8657	1.9447	20.00	0.8875
12	25.00	29.3	9.7147	11.8444	11.2324	9.7851	13.1098	136.0988	0.9957	0.8559	1.9686	25.00	0.8440
13	30.00	34.0	11.1918	13.3758	13.4946	11.9670	15.4552	182.0432	0.9962	0.8488	1.9871	30.00	0.8100
14	35.00	38.3	12.7359	14.9590	15.9392	14.3512	17.9617	237.4552	0.9966	0.8429	2.0032	35.00	0.7824
15	40.00	42.3	14.3379	16.5854	18.5447	16.9178	20.6067	302.5088	0.9969	0.8377	2.0181	40.00	0.7592
16	50.00	45.8	16.0369	18.2462	21.3664	19.8043	23.3652	385.5521	0.9966	0.8251	2.0575	50.00	0.7220
17	60.00	54.8	17.8150	19.9850	24.4582	22.9661	26.3886	489.8789	0.9967	0.8180	2.0813	60.00	0.6930
18	75.00	57.8	19.6901	21.7470	27.7620	26.4819	29.4929	622.0235	0.9960	0.8038	2.1327	75.00	0.6590
19	90.00	66.8	21.6443	23.5717	31.3280	30.3010	32.8228	786.2534	0.9958	0.7930	2.1742	90.00	0.6325
20	105.00	69.8	23.6655	25.4156	35.0548	34.3862	36.2226	979.8582	0.9951	0.7803	2.2255	105.00	0.6109
21	120.00	83.8	25.7447	27.3388	39.0536	38.7092	39.9214	1210.6475	0.9954	0.7748	2.2492	120.00	0.5928

8536.14

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	20/05/2020		
Localización			
X:	319450	Y:	1105449
Número de Prueba:		M10	
Elaboró:		Erick Aragón	

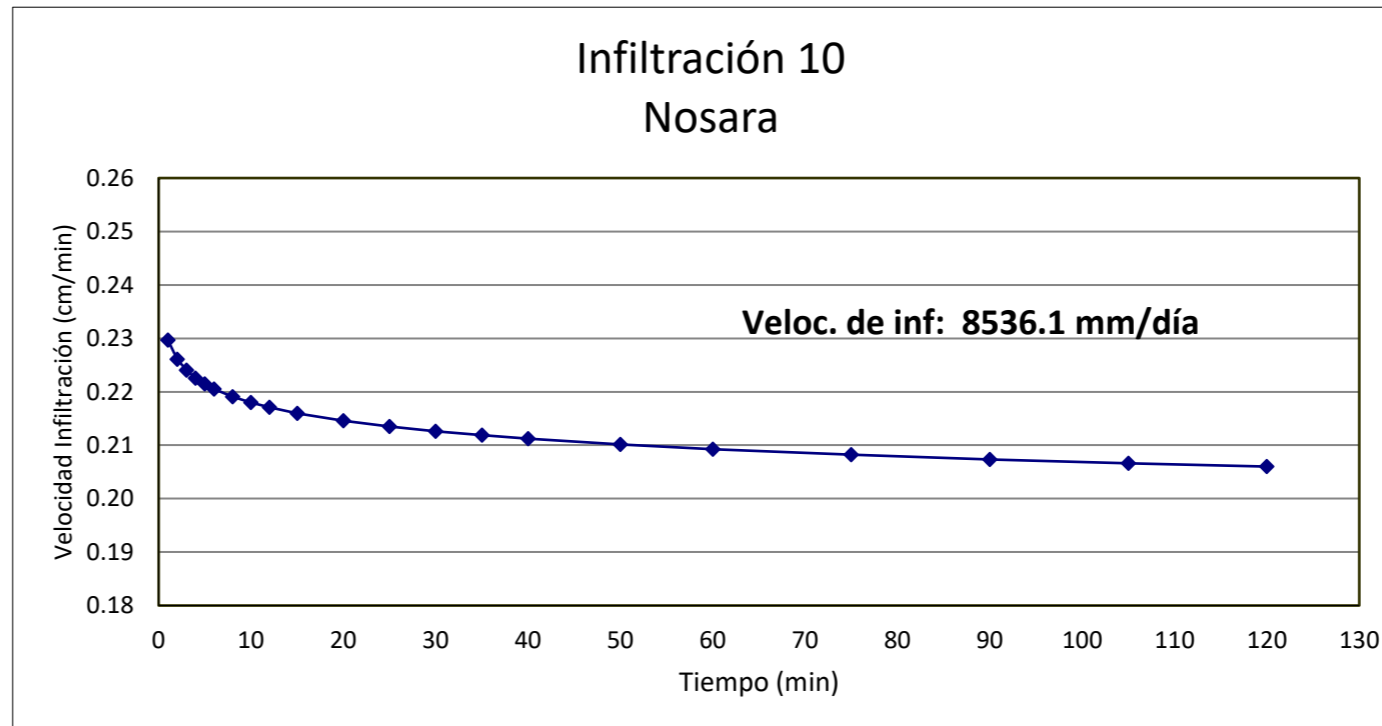


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.50	0.0000	-0.3010	0.0000	0.0000	0.0906	-0.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.4109
2	2.00	0.8	0.3010	-0.3979	-0.0292	0.0906	0.1000	-0.4949	1.0000	0.6781	0.5000	2.00	0.3652
3	3.00	1.1	0.7782	-0.3565	-0.0094	0.3183	0.1017	-0.3707	0.9992	0.7134	0.4967	3.00	0.3409
4	4.00	1.5	1.3802	-0.1805	0.0966	0.6807	0.1327	0.3337	0.9953	0.7768	0.4862	4.00	0.3246
5	5.00	2.0	2.0792	0.1206	0.3070	1.1693	0.2234	1.8388	0.9911	0.8430	0.4716	5.00	0.3125
6	6.00	2.4	2.8573	0.5008	0.6029	1.7748	0.3679	4.1201	0.9916	0.8800	0.4618	6.00	0.3030
7	8.00	3.0	3.7604	0.9779	1.0338	2.5904	0.5956	7.9371	0.9938	0.8915	0.4579	8.00	0.2885
8	10.00	3.5	4.7604	1.5220	1.5778	3.5904	0.8916	13.3778	0.9952	0.8871	0.4596	10.00	0.2777
9	12.00	4.1	5.8396	2.1348	2.2391	4.7550	1.2671	20.7312	0.9962	0.8840	0.4609	12.00	0.2693
10	15.00	4.8	7.0157	2.8160	3.0403	6.1382	1.7312	30.9498	0.9967	0.8754	0.4650	15.00	0.2592
11	20.00	6.2	8.3167	3.6084	4.0713	7.8309	2.3590	46.7976	0.9973	0.8705	0.4676	20.00	0.2469
12	25.00	7.4	9.7147	4.4776	5.2864	9.7851	3.1146	68.5284	0.9978	0.8651	0.4707	25.00	0.2377
13	30.00	8.5	11.1918	5.4070	6.6592	11.9670	3.9784	96.4110	0.9980	0.8595	0.4742	30.00	0.2304
14	35.00	9.3	12.7359	6.3755	8.1547	14.3512	4.9164	130.3079	0.9981	0.8516	0.4794	35.00	0.2244
15	40.00	10.3	14.3379	7.3884	9.7773	16.9178	5.9422	170.8214	0.9981	0.8451	0.4839	40.00	0.2194
16	50.00	11.5	16.0369	8.4491	11.5794	19.8043	7.0673	223.8563	0.9978	0.8339	0.4923	50.00	0.2112
17	60.00	13.5	17.8150	9.5794	13.5893	22.9661	8.3450	291.6763	0.9978	0.8263	0.4984	60.00	0.2048
18	75.00	17.6	19.6901	10.8249	15.9247	26.4819	9.8963	385.0897	0.9981	0.8261	0.4986	75.00	0.1972
19	90.00	21.2	21.6443	12.1512	18.5167	30.3010	11.6554	504.4600	0.9983	0.8281	0.4968	90.00	0.1911
20	105.00	24.0	23.6655	13.5315	21.3063	34.3862	13.5604	649.3821	0.9985	0.8295	0.4955	105.00	0.1862
21	120.00	26.5	25.7447	14.9547	24.2655	38.7092	15.5860	820.1717	0.9986	0.8299	0.4951	120.00	0.1820

2620.91

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	20/05/2020
Localización	
X:	318469
Y:	1106275
Número de Prueba:	M11
Elaboró:	Luis Elizondo

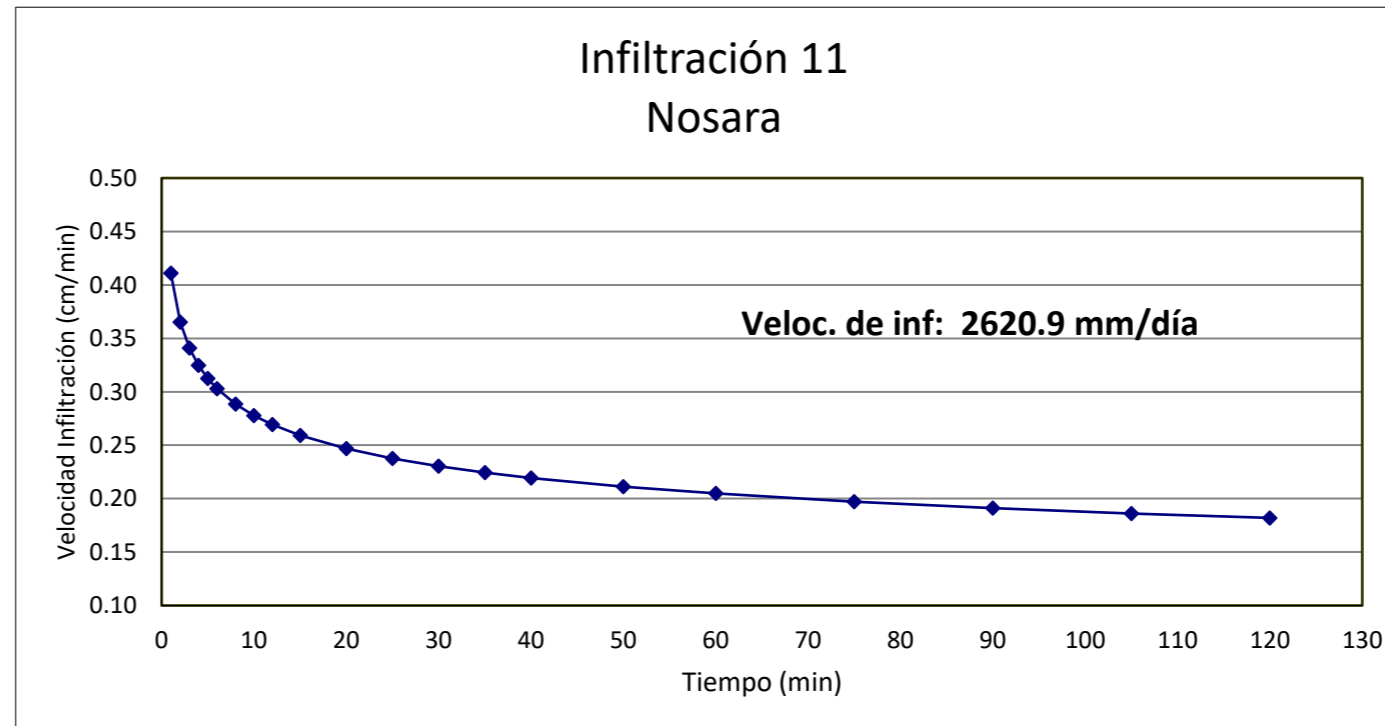


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.10	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-1.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0820
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	0.0753
3	3.00	0.20	0.7782	-2.3979	-0.5439	0.3183	1.9771	-4.4949	0.9310	0.6707	0.1063	3.00	0.0716
4	4.00	0.30	1.3802	-2.9208	-0.8587	0.6807	2.2505	-6.5864	0.9611	0.7293	0.1043	4.00	0.0690
5	5.00	0.40	2.0792	-3.3188	-1.1369	1.1693	2.4089	-8.5761	0.9706	0.7982	0.1010	5.00	0.0672
6	6.00	0.40	2.8573	-3.7167	-1.4465	1.7748	2.5672	-10.9637	0.9766	0.7811	0.1020	6.00	0.0656
7	8.00	0.60	3.7604	-3.9385	-1.6469	2.5904	2.6164	-12.7385	0.9813	0.8223	0.0990	8.00	0.0633
8	10.00	0.70	4.7604	-4.0934	-1.8018	3.5904	2.6404	-14.2875	0.9859	0.8368	0.0978	10.00	0.0616
9	12.00	0.80	5.8396	-4.1904	-1.9063	4.7550	2.6498	-15.4504	0.9889	0.8411	0.0974	12.00	0.0602
10	15.00	1.00	7.0157	-4.1904	-1.9063	6.1382	2.6498	-15.4504	0.9912	0.8498	0.0966	15.00	0.0586
11	20.00	1.30	8.3167	-4.0764	-1.7581	7.8309	2.6628	-13.1716	0.9930	0.8581	0.0956	20.00	0.0565
12	25.00	1.60	9.7147	-3.8723	-1.4728	9.7851	2.7045	-8.0686	0.9943	0.8654	0.0948	25.00	0.0550
13	30.00	1.90	11.1918	-3.5935	-1.0610	11.9670	2.7822	0.2940	0.9952	0.8717	0.0940	30.00	0.0537
14	35.00	2.20	12.7359	-3.2511	-0.5323	14.3512	2.8994	12.2788	0.9959	0.8770	0.0933	35.00	0.0527
15	40.00	2.50	14.3379	-2.8532	0.1052	16.9178	3.0578	28.1964	0.9965	0.8817	0.0927	40.00	0.0519
16	50.00	3.00	16.0369	-2.3761	0.9159	19.8043	3.2854	52.0525	0.9969	0.8839	0.0924	50.00	0.0504
17	60.00	3.40	17.8150	-1.8446	1.8609	22.9661	3.5679	83.9412	0.9973	0.8829	0.0925	60.00	0.0493
18	75.00	3.70	19.6901	-1.2764	2.9263	26.4819	3.8908	126.5564	0.9973	0.8745	0.0939	75.00	0.0480
19	90.00	5.00	21.6443	-0.5774	4.2923	30.3010	4.3793	189.4637	0.9976	0.8770	0.0934	90.00	0.0469
20	105.00	5.50	23.6655	0.1630	5.7887	34.3862	4.9275	267.2017	0.9979	0.8766	0.0935	105.00	0.0460
21	120.00	6.10	25.7447	0.9483	7.4215	38.7092	5.5442	361.4413	0.9981	0.8757	0.0937	120.00	0.0452

651.36

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	22/05/2020
Localización	
X:	320233
Y:	1100242
Número de Prueba:	M12
Elaboró:	Luis Elizondo

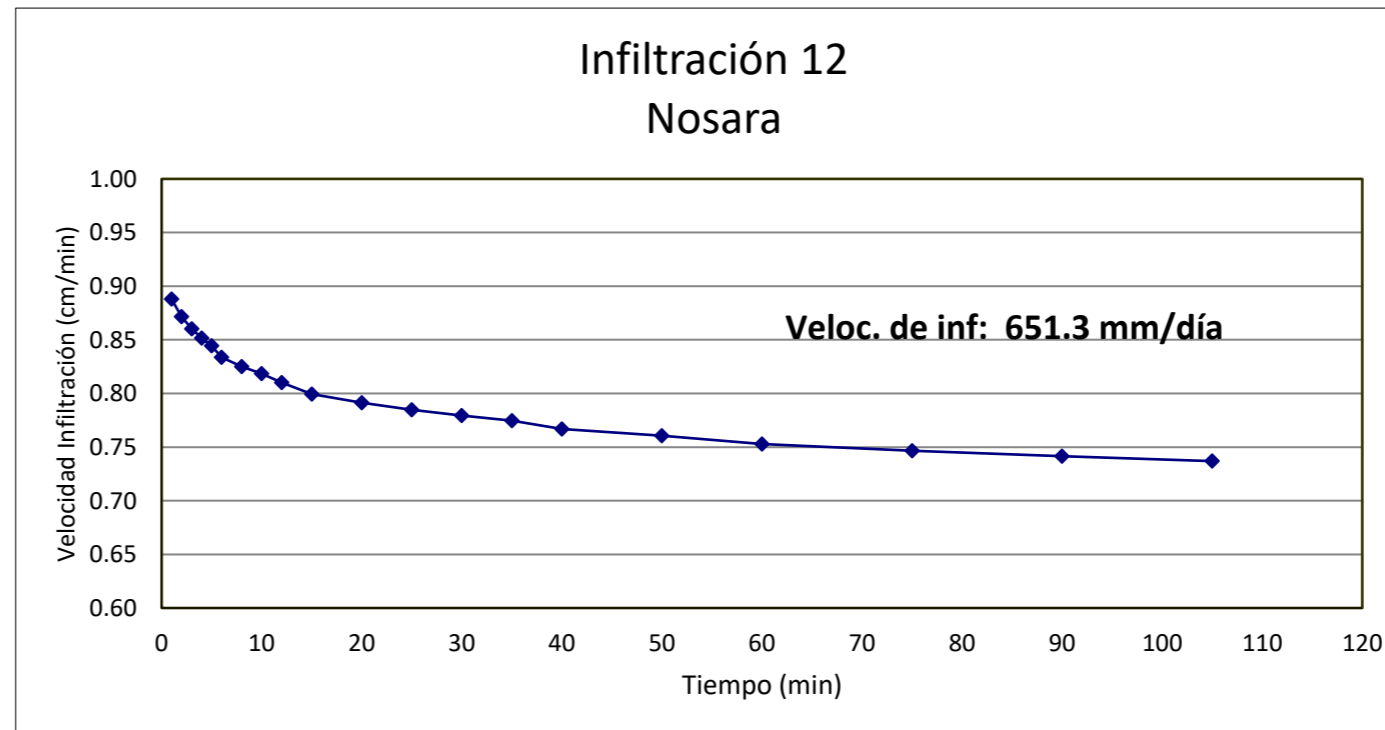


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.01	0.0000	-2.0000	0.0000	0.0000	4.0000	-2.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0443
2	2.00	0.10	0.3010	-3.0000	-0.3010	0.0906	5.0000	-4.0000	1.0000	3.3219	0.0100	2.00	0.0486
3	3.00	0.20	0.7782	-3.6990	-0.6345	0.3183	5.4886	-6.0969	0.9887	2.7909	0.0110	3.00	0.0512
4	4.00	0.20	1.3802	-4.3979	-1.0553	0.6807	5.9771	-8.8928	0.9565	2.2601	0.0132	4.00	0.0532
5	5.00	0.30	2.0792	-4.9208	-1.4208	1.1693	6.2505	-11.5072	0.9550	2.0526	0.0145	5.00	0.0548
6	6.00	0.50	2.8573	-5.2218	-1.6551	1.7748	6.3411	-13.3134	0.9643	2.0085	0.0149	6.00	0.0562
7	8.00	0.50	3.7604	-5.5229	-1.9269	2.5904	6.4318	-15.7216	0.9562	1.8236	0.0170	8.00	0.0583
8	10.00	0.60	4.7604	-5.7447	-2.1488	3.5904	6.4810	-17.9401	0.9503	1.6757	0.0193	10.00	0.0601
9	12.00	0.80	5.8396	-5.8416	-2.2534	4.7550	6.4904	-19.1030	0.9519	1.5910	0.0208	12.00	0.0615
10	15.00	1.00	7.0157	-5.8416	-2.2534	6.1382	6.4904	-19.1030	0.9536	1.5170	0.0225	15.00	0.0634
11	20.00	1.30	8.3167	-5.7277	-2.1051	7.8309	6.5033	-16.8241	0.9548	1.4423	0.0245	20.00	0.0658
12	25.00	1.50	9.7147	-5.5516	-1.8589	9.7851	6.5344	-12.4219	0.9549	1.3722	0.0267	25.00	0.0678
13	30.00	1.80	11.1918	-5.2963	-1.4819	11.9670	6.5995	-4.7637	0.9563	1.3198	0.0286	30.00	0.0695
14	35.00	2.50	12.7359	-4.8984	-0.8674	14.3512	6.7579	9.1642	0.9609	1.2977	0.0295	35.00	0.0709
15	40.00	2.80	14.3379	-4.4512	-0.1511	16.9178	6.9578	27.0505	0.9643	1.2773	0.0304	40.00	0.0722
16	50.00	3.50	16.0369	-3.9072	0.7733	19.8043	7.2538	54.2539	0.9674	1.2571	0.0313	50.00	0.0743
17	60.00	4.30	17.8150	-3.2737	1.8997	22.9661	7.6551	92.2620	0.9702	1.2405	0.0322	60.00	0.0761
18	75.00	4.70	19.6901	-2.6016	3.1599	26.4819	8.1068	142.6694	0.9715	1.2150	0.0336	75.00	0.0784
19	90.00	5.00	21.6443	-1.9026	4.5259	30.3010	8.5954	205.5767	0.9718	1.1859	0.0354	90.00	0.0803
20	105.00	5.50	23.6655	-1.1623	6.0223	34.3862	9.1435	283.3148	0.9719	1.1589	0.0372	105.00	0.0820
21	120.00	5.70	25.7447	-0.4064	7.5939	38.7092	9.7149	374.0197	0.9715	1.1321	0.0392	120.00	0.0834

1201.41

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	20/05/2020		
Localización			
X:	321394	Y:	1107033
Número de Prueba:		M13	
Elaboró:		Adrián Martínez	

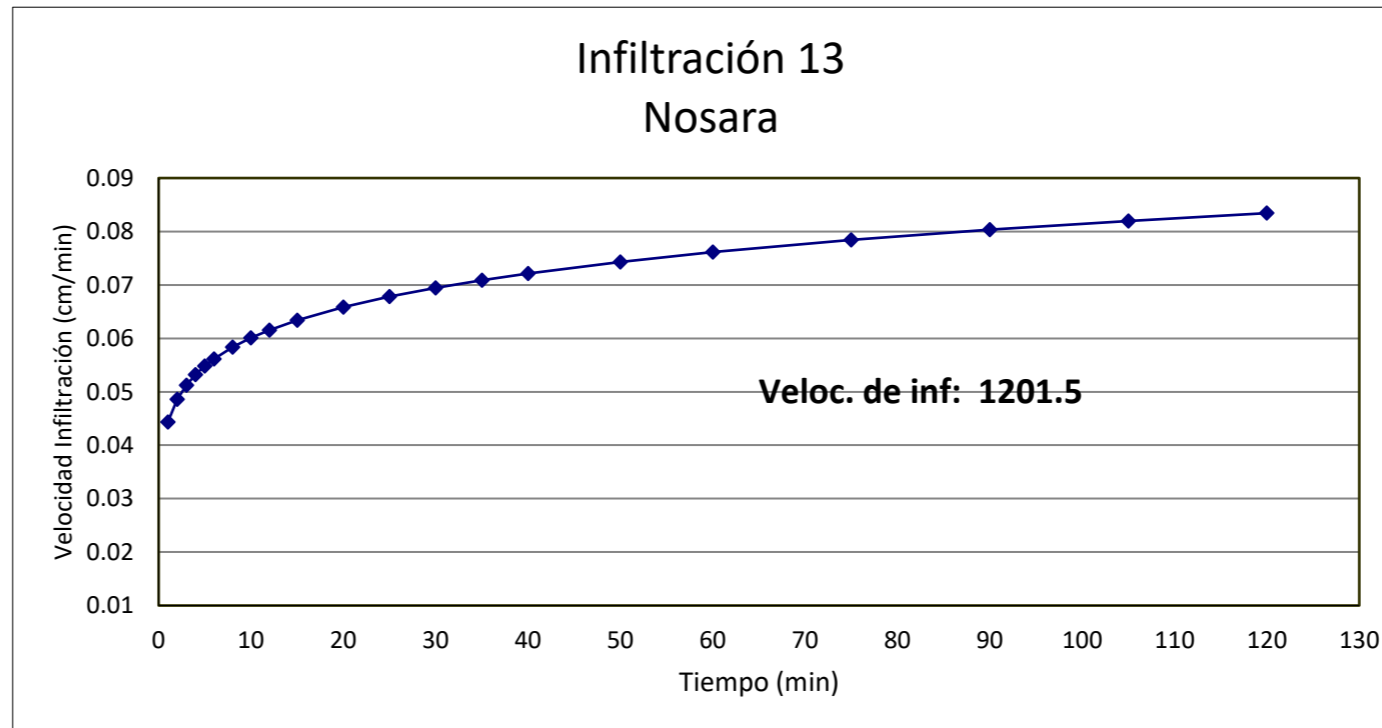


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.50	0.0000	-0.3010	0.0000	0.0000	0.0906	-0.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.2068
2	2.00	0.50	0.3010	-0.6021	-0.0906	0.0906	0.1812	-0.9031	#iDIV/0!	0.0000	0.5000	2.00	0.1705
3	3.00	0.60	0.7782	-0.8239	-0.1965	0.3183	0.2305	-1.5686	0.7816	0.1481	0.4864	3.00	0.1523
4	4.00	0.70	1.3802	-0.9788	-0.2897	0.6807	0.2544	-2.1882	0.8689	0.2348	0.4724	4.00	0.1406
5	5.00	0.80	2.0792	-1.0757	-0.3575	1.1693	0.2638	-2.6728	0.9043	0.2949	0.4594	5.00	0.1321
6	6.00	0.80	2.8573	-1.1726	-0.4329	1.7748	0.2732	-3.2543	0.9296	0.3032	0.4573	6.00	0.1256
7	8.00	1.10	3.7604	-1.1312	-0.3955	2.5904	0.2749	-2.9231	0.9258	0.3721	0.4350	8.00	0.1159
8	10.00	1.30	4.7604	-1.0173	-0.2816	3.5904	0.2879	-1.7837	0.9341	0.4273	0.4155	10.00	0.1089
9	12.00	1.50	5.8396	-0.8412	-0.0915	4.7550	0.3189	0.3294	0.9429	0.4703	0.3994	12.00	0.1036
10	15.00	2.00	7.0157	-0.5402	0.2625	6.1382	0.4096	4.8449	0.9431	0.5274	0.3767	15.00	0.0973
11	20.00	2.40	8.3167	-0.1600	0.7572	7.8309	0.5541	12.4491	0.9517	0.5691	0.3590	20.00	0.0898
12	25.00	2.80	9.7147	0.2872	1.3823	9.7851	0.7541	23.6280	0.9598	0.5987	0.3462	25.00	0.0844
13	30.00	3.20	11.1918	0.7923	2.1285	11.9670	1.0092	38.7825	0.9662	0.6202	0.3365	30.00	0.0803
14	35.00	3.60	12.7359	1.3486	2.9874	14.3512	1.3187	58.2531	0.9710	0.6367	0.3290	35.00	0.0769
15	40.00	4.40	14.3379	1.9921	4.0183	16.9178	1.7327	83.9912	0.9734	0.6580	0.3190	40.00	0.0741
16	50.00	5.00	16.0369	2.6911	5.2058	19.8043	2.2213	118.9397	0.9766	0.6725	0.3120	50.00	0.0696
17	60.00	6.10	17.8150	3.4764	6.6022	22.9661	2.8380	166.0595	0.9788	0.6887	0.3040	60.00	0.0662
18	75.00	7.00	19.6901	4.3215	8.1868	26.4819	3.5522	229.4419	0.9813	0.6999	0.2982	75.00	0.0622
19	90.00	8.10	21.6443	5.2300	9.9622	30.3010	4.3776	311.2055	0.9833	0.7095	0.2931	90.00	0.0591
20	105.00	9.00	23.6655	6.1842	11.8910	34.3862	5.2882	411.4010	0.9852	0.7164	0.2894	105.00	0.0566
21	120.00	9.90	25.7447	7.1799	13.9611	38.7092	6.2795	530.8772	0.9867	0.7218	0.2865	120.00	0.0546

785.80

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	20/05/2020		
Localización			
X:	320558	Y:	1106110
Número de Prueba:		M14	
Elaboró:		Adrián Martínez	

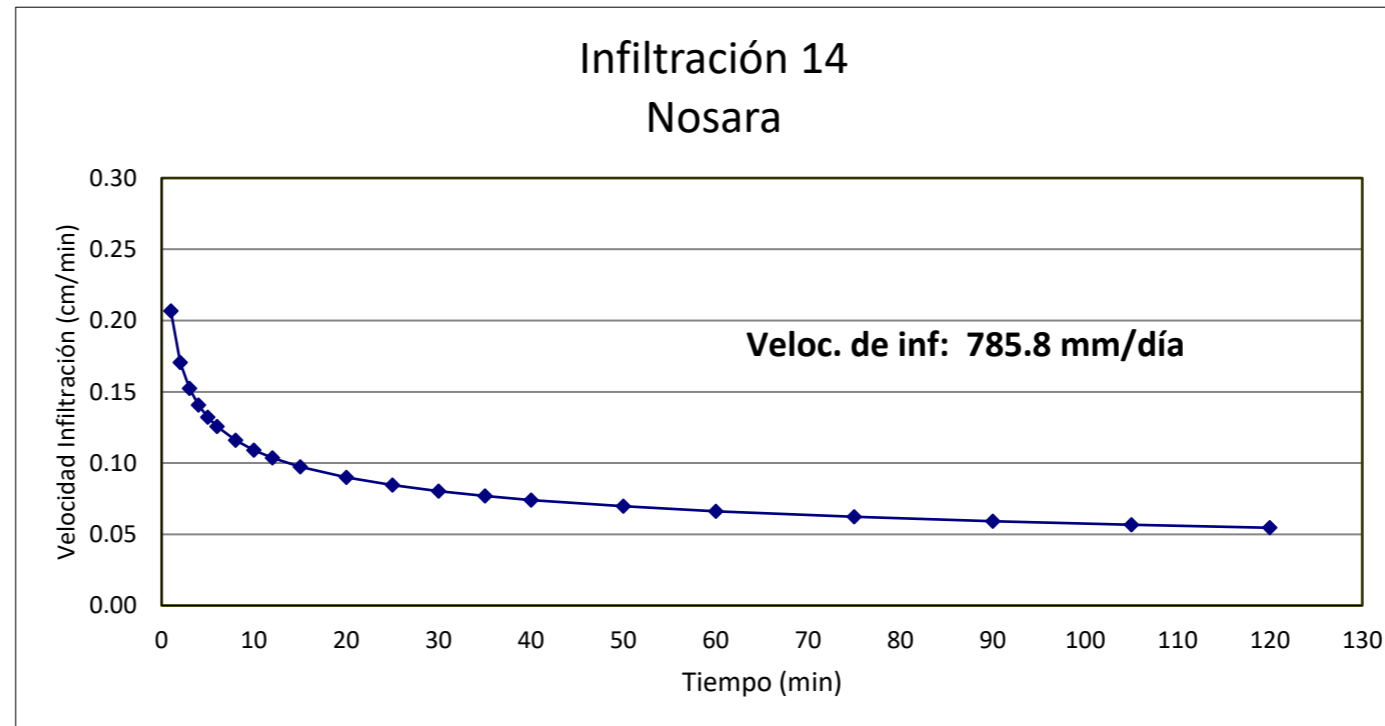


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.01	0.0000	-2.0000	0.0000	0.0000	4.0000	-2.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0412
2	2.00	0.01	0.3010	-4.0000	-0.6021	0.0906	8.0000	-6.0000	#iDIV/0!	0.0000	0.0100	2.00	0.0534
3	3.00	0.30	0.7782	-4.5229	-0.8515	0.3183	8.2734	-7.5686	0.7816	2.7625	0.0060	3.00	0.0621
4	4.00	0.30	1.3802	-5.0458	-1.1663	0.6807	8.5468	-9.6602	0.8604	2.8104	0.0059	4.00	0.0691
5	5.00	0.50	2.0792	-5.3468	-1.3768	1.1693	8.6374	-11.1653	0.8976	2.7786	0.0060	5.00	0.0751
6	6.00	0.50	2.8573	-5.6478	-1.6110	1.7748	8.7280	-12.9715	0.9075	2.6048	0.0066	6.00	0.0804
7	8.00	1.00	3.7604	-5.6478	-1.6110	2.5904	8.7280	-12.9715	0.9227	2.4953	0.0071	8.00	0.0895
8	10.00	1.30	4.7604	-5.5339	-1.4971	3.5904	8.7410	-11.8320	0.9308	2.3702	0.0079	10.00	0.0973
9	12.00	1.50	5.8396	-5.3578	-1.3070	4.7550	8.7720	-9.7190	0.9342	2.2456	0.0089	12.00	0.1041
10	15.00	2.00	7.0157	-5.0568	-0.9530	6.1382	8.8627	-5.2035	0.9369	2.1334	0.0099	15.00	0.1132
11	20.00	2.50	8.3167	-4.6588	-0.4353	7.8309	9.0210	2.7553	0.9362	2.0009	0.0116	20.00	0.1260
12	25.00	3.30	9.7147	-4.1403	0.2896	9.7851	9.2899	15.7181	0.9371	1.8960	0.0132	25.00	0.1369
13	30.00	4.00	11.1918	-3.5382	1.1789	11.9670	9.6523	33.7799	0.9386	1.8118	0.0147	30.00	0.1465
14	35.00	4.50	12.7359	-2.8850	2.1875	14.3512	10.0790	56.6424	0.9396	1.7401	0.0163	35.00	0.1552
15	40.00	5.00	14.3379	-2.1861	3.3073	16.9178	10.5676	84.6012	0.9405	1.6799	0.0177	40.00	0.1631
16	50.00	6.00	16.0369	-1.4079	4.6294	19.8043	11.1731	123.5087	0.9409	1.6193	0.0195	50.00	0.1773
17	60.00	7.00	17.8150	-0.5628	6.1321	22.9661	11.8873	174.2146	0.9413	1.5643	0.0213	60.00	0.1898
18	75.00	8.00	19.6901	0.3403	7.8254	26.4819	12.7029	241.9464	0.9408	1.5078	0.0234	75.00	0.2063
19	90.00	9.30	21.6443	1.3088	9.7181	30.3010	13.6408	329.1098	0.9407	1.4576	0.0256	90.00	0.2208
20	105.00	10.30	23.6655	2.3216	11.7652	34.3862	14.6667	435.4578	0.9407	1.4128	0.0278	105.00	0.2339
21	120.00	11.20	25.7447	3.3708	13.9467	38.7092	15.7675	561.3639	0.9408	1.3731	0.0300	120.00	0.2458

3539.48

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	20/05/2020
Localización	
X:	321781
Y:	1104845
Número de Prueba:	M15
Elaboró:	Erick Aragón

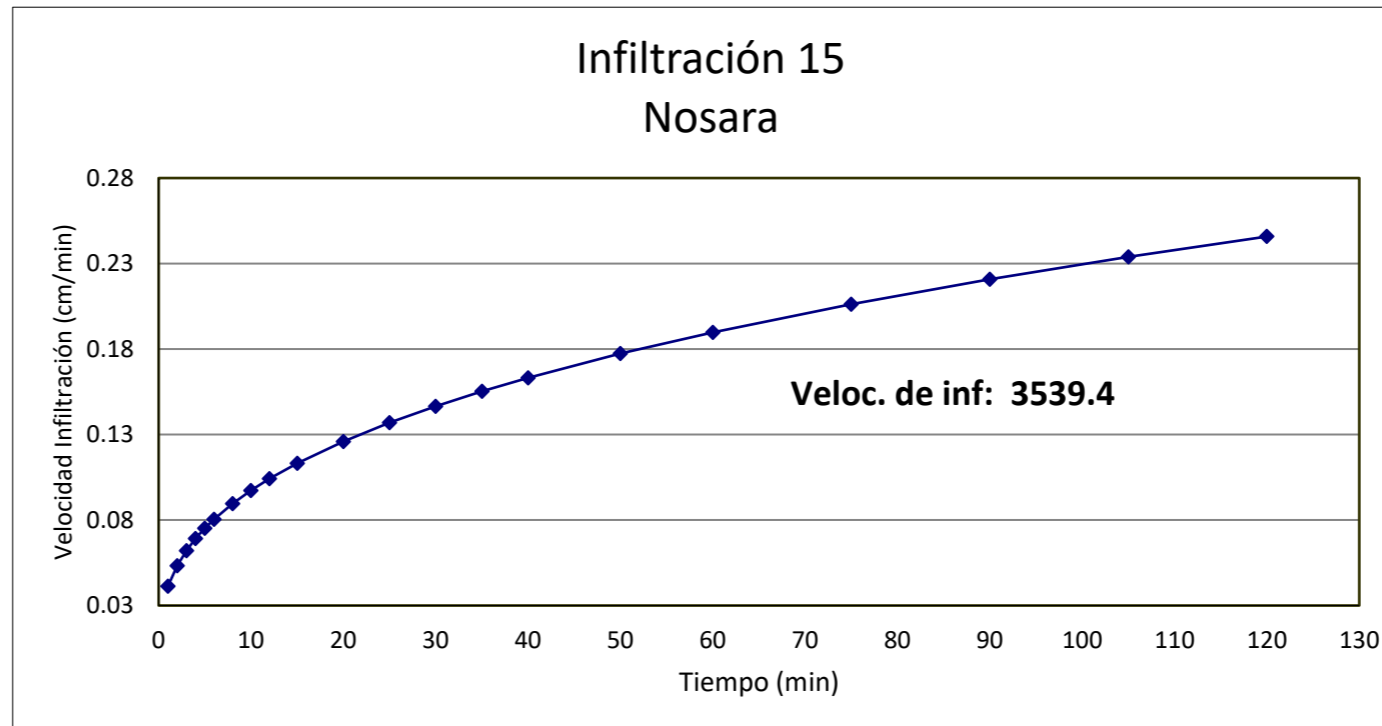


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.20	0.0000	-0.6990	0.0000	0.0000	0.4886	-0.6990	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.1510
2	2.00	0.30	0.3010	-1.2218	-0.1574	0.0906	0.7620	-1.7447	1.0000	0.5850	0.2000	2.00	0.1353
3	3.00	0.40	0.7782	-1.6198	-0.3473	0.3183	0.9203	-2.9385	0.9986	0.6260	0.1985	3.00	0.1269
4	4.00	0.60	1.3802	-1.8416	-0.4808	0.6807	0.9695	-3.8259	0.9805	0.7561	0.1900	4.00	0.1213
5	5.00	0.70	2.0792	-1.9965	-0.5891	1.1693	0.9935	-4.6005	0.9860	0.7914	0.1869	5.00	0.1171
6	6.00	0.80	2.8573	-2.0934	-0.6645	1.7748	1.0029	-5.1819	0.9896	0.8028	0.1857	6.00	0.1138
7	8.00	1.00	3.7604	-2.0934	-0.6645	2.5904	1.0029	-5.1819	0.9925	0.8068	0.1852	8.00	0.1087
8	10.00	1.20	4.7604	-2.0143	-0.5853	3.5904	1.0092	-4.3901	0.9943	0.8094	0.1848	10.00	0.1049
9	12.00	1.40	5.8396	-1.8681	-0.4276	4.7550	1.0305	-2.6366	0.9956	0.8121	0.1843	12.00	0.1019
10	15.00	1.60	7.0157	-1.6640	-0.1876	6.1382	1.0722	0.4252	0.9963	0.8057	0.1855	15.00	0.0984
11	20.00	2.50	8.3167	-1.2661	0.3302	7.8309	1.2306	8.3840	0.9951	0.8344	0.1795	20.00	0.0940
12	25.00	3.00	9.7147	-0.7890	0.9971	9.7851	1.4582	20.3121	0.9954	0.8518	0.1757	25.00	0.0908
13	30.00	3.30	11.1918	-0.2704	1.7631	11.9670	1.7271	35.8675	0.9962	0.8559	0.1747	30.00	0.0882
14	35.00	3.70	12.7359	0.2978	2.6404	14.3512	2.0499	55.7545	0.9968	0.8569	0.1745	35.00	0.0861
15	40.00	4.20	14.3379	0.9210	3.6389	16.9178	2.4384	80.6845	0.9972	0.8586	0.1740	40.00	0.0843
16	50.00	5.00	16.0369	1.6200	4.8264	19.8043	2.9269	115.6330	0.9976	0.8585	0.1741	50.00	0.0813
17	60.00	5.70	17.8150	2.3759	6.1705	22.9661	3.4983	160.9855	0.9979	0.8566	0.1746	60.00	0.0790
18	75.00	6.90	19.6901	3.2147	7.7434	26.4819	4.2019	223.8992	0.9981	0.8551	0.1751	75.00	0.0763
19	90.00	7.60	21.6443	4.0955	9.4647	30.3010	4.9778	303.1724	0.9982	0.8503	0.1766	90.00	0.0741
20	105.00	8.50	23.6655	5.0249	11.3432	34.3862	5.8416	400.7614	0.9983	0.8455	0.1781	105.00	0.0723
21	120.00	9.50	25.7447	6.0027	13.3761	38.7092	6.7975	518.0882	0.9984	0.8418	0.1794	120.00	0.0708

1019.83

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	21/05/2020
Localización	
X:	321694
Y:	1104018
Número de Prueba:	M16
Elaboró:	Luis Elizondo

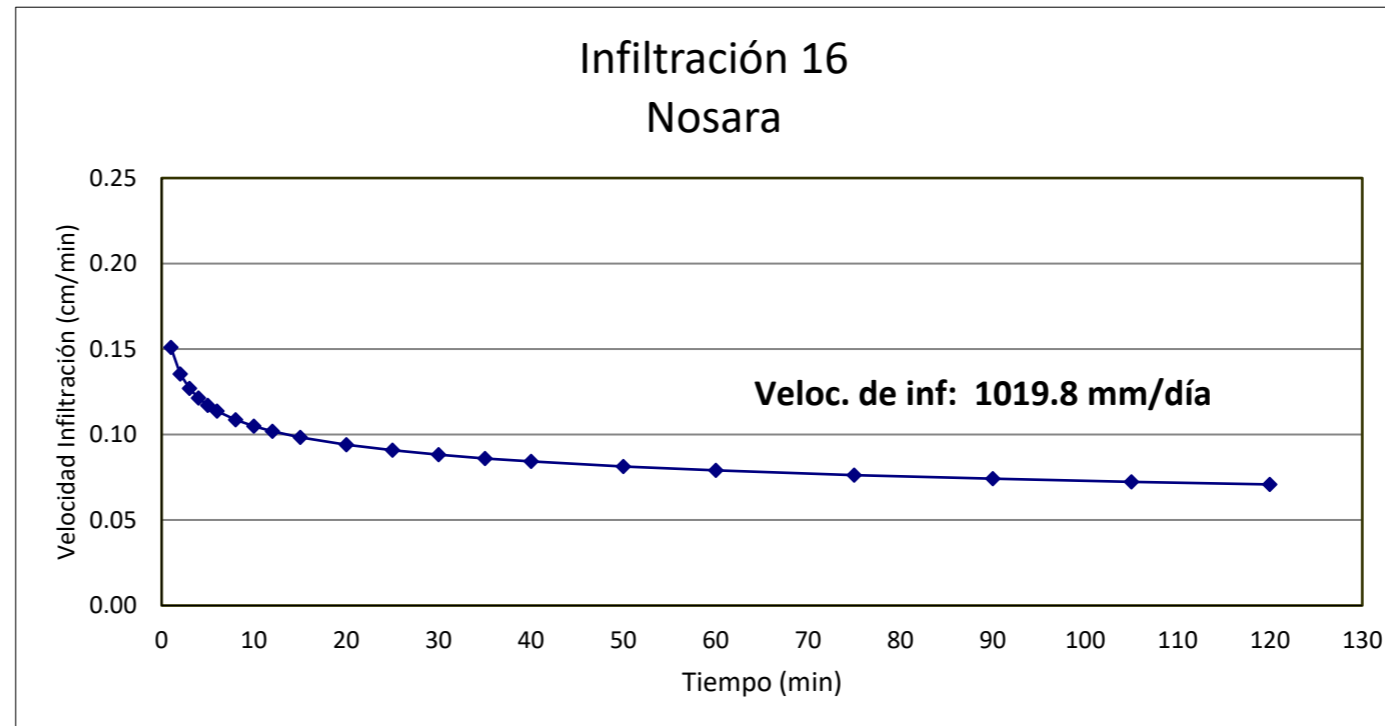


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	1.8	0.0000	0.2553	0.0000	0.0000	0.0652	0.2553	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	2.0426
2	2.00	3.3	0.3010	0.7738	0.1561	0.0906	0.3340	1.2923	1.0000	0.8745	1.8000	2.00	1.8867
3	3.00	7.2	0.7782	1.6311	0.5651	0.3183	1.0690	3.8643	0.9754	1.2201	1.6874	3.00	1.8010
4	4.00	8.3	1.3802	2.5502	1.1185	0.6807	1.9137	7.5406	0.9831	1.1664	1.7182	4.00	1.7426
5	5.00	10.5	2.0792	3.5714	1.8323	1.1693	2.9566	12.6466	0.9875	1.1393	1.7398	5.00	1.6986
6	6.00	12.6	2.8573	4.6718	2.6885	1.7748	4.1674	19.2488	0.9900	1.1198	1.7593	6.00	1.6635
7	8.00	15.1	3.7604	5.8507	3.7532	2.5904	5.5574	28.6806	0.9892	1.0700	1.8239	8.00	1.6095
8	10.00	18.4	4.7604	7.1156	5.0181	3.5904	7.1571	41.3288	0.9896	1.0346	1.8784	10.00	1.5689
9	12.00	23.7	5.8396	8.4903	6.5017	4.7550	9.0471	57.8258	0.9916	1.0277	1.8904	12.00	1.5365
10	15.00	29.0	7.0157	9.9527	8.2216	6.1382	11.1857	79.7617	0.9931	1.0188	1.9077	15.00	1.4977
11	20.00	34.0	8.3167	11.4842	10.2141	7.8309	13.5311	110.3913	0.9929	0.9925	1.9663	20.00	1.4491
12	25.00	40.9	9.7147	13.0959	12.4672	9.7851	16.1288	150.6844	0.9931	0.9712	2.0187	25.00	1.4125
13	30.00	43.8	11.1918	14.7374	14.8918	11.9670	18.8232	199.9286	0.9923	0.9453	2.0886	30.00	1.3833
14	35.00	53.6	12.7359	16.4665	17.5618	14.3512	21.8132	260.4494	0.9929	0.9337	2.1220	35.00	1.3591
15	40.00	62.1	14.3379	18.2596	20.4344	16.9178	25.0284	332.1730	0.9937	0.9278	2.1402	40.00	1.3385
16	50.00	76.1	16.0369	20.1410	23.6308	19.8043	28.5680	426.2423	0.9944	0.9231	2.1559	50.00	1.3047
17	60.00	89.8	17.8150	22.0943	27.1040	22.9661	32.3833	543.4389	0.9951	0.9194	2.1688	60.00	1.2777
18	75.00	103.2	19.6901	24.1080	30.8798	26.4819	36.4382	694.4648	0.9954	0.9120	2.1961	75.00	1.2454
19	90.00	116.5	21.6443	26.1743	34.9179	30.3010	40.7079	880.4342	0.9956	0.9037	2.2290	90.00	1.2197
20	105.00	129.5	23.6655	28.2866	39.1872	34.3862	45.1696	1102.2225	0.9957	0.8955	2.2630	105.00	1.1983
21	120.00	135.5	25.7447	30.4185	43.6199	38.7092	49.7147	1358.0552	0.9956	0.8854	2.3070	120.00	1.1801

16993.87

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	21/05/2020		
Localización			
X:	320657	Y:	1103123
Número de Prueba:		M17	
Elaboró:		Adrián Martínez	

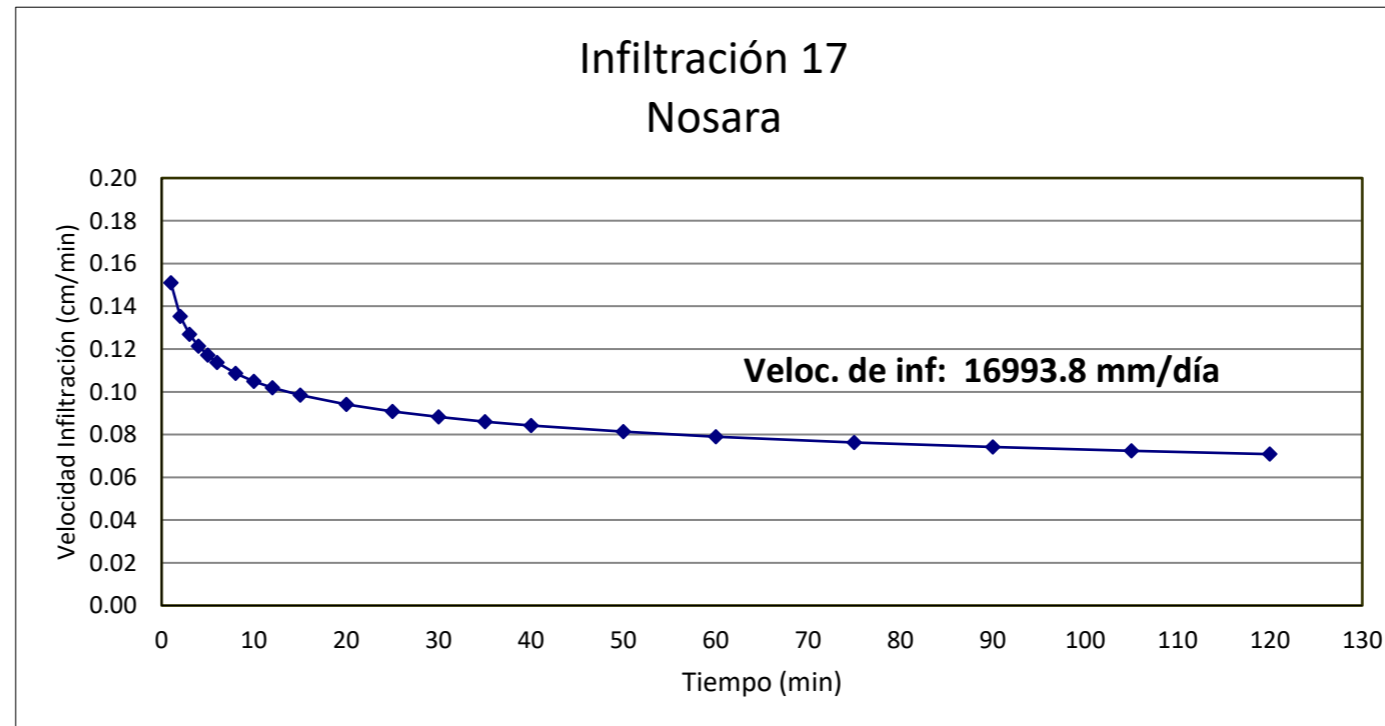


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.3	0.0000	-0.5229	0.0000	0.0000	0.2734	-0.5229	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.5599
2	2.00	1.0	0.3010	-0.5229	0.0000	0.0906	0.2734	-0.5229	1.0000	1.7370	0.3000	2.00	0.5433
3	3.00	2.0	0.7782	-0.2218	0.1436	0.3183	0.3640	0.3802	1.0000	1.7279	0.3005	3.00	0.5338
4	4.00	2.5	1.3802	0.1761	0.3832	0.6807	0.5224	1.9720	0.9940	1.5768	0.3162	4.00	0.5272
5	5.00	3.2	2.0792	0.6812	0.7363	1.1693	0.7776	4.4977	0.9918	1.4867	0.3296	5.00	0.5221
6	6.00	4.0	2.8573	1.2833	1.2048	1.7748	1.1400	8.1101	0.9916	1.4336	0.3398	6.00	0.5179
7	8.00	5.0	3.7604	1.9823	1.8360	2.5904	1.6286	13.7018	0.9885	1.3522	0.3604	8.00	0.5115
8	10.00	6.3	4.7604	2.7816	2.6354	3.5904	2.2675	21.6952	0.9875	1.2936	0.3784	10.00	0.5066
9	12.00	7.1	5.8396	3.6329	3.5540	4.7550	2.9922	31.9103	0.9858	1.2389	0.3979	12.00	0.5026
10	15.00	8.5	7.0157	4.5623	4.6471	6.1382	3.8560	45.8516	0.9845	1.1892	0.4187	15.00	0.4977
11	20.00	11.1	8.3167	5.6076	6.0071	7.8309	4.9487	66.7581	0.9842	1.1455	0.4403	20.00	0.4915
12	25.00	13.0	9.7147	6.7216	7.5643	9.7851	6.1896	94.6067	0.9837	1.1053	0.4627	25.00	0.4868
13	30.00	15.8	11.1918	7.9202	9.3349	11.9670	7.6263	130.5664	0.9846	1.0791	0.4789	30.00	0.4829
14	35.00	18.4	12.7359	9.1850	11.2879	14.3512	9.2261	174.8350	0.9857	1.0604	0.4914	35.00	0.4797
15	40.00	20.4	14.3379	10.4947	13.3860	16.9178	10.9412	227.2202	0.9866	1.0441	0.5030	40.00	0.4769
16	50.00	24.6	16.0369	11.8856	15.7491	19.8043	12.8759	296.7670	0.9873	1.0283	0.5154	50.00	0.4723
17	60.00	28.7	17.8150	13.3435	18.3415	22.9661	15.0014	384.2399	0.9881	1.0143	0.5272	60.00	0.4686
18	75.00	34.2	19.6901	14.8775	21.2178	26.4819	17.3546	499.2918	0.9887	1.0001	0.5402	75.00	0.4640
19	90.00	38.5	21.6443	16.4630	24.3162	30.3010	19.8683	641.9833	0.9890	0.9854	0.5545	90.00	0.4604
20	105.00	41.8	23.6655	18.0841	27.5929	34.3862	22.4965	812.2068	0.9891	0.9704	0.5701	105.00	0.4573
21	120.00	45.4	25.7447	19.7412	31.0382	38.7092	25.2423	1011.0535	0.9891	0.9565	0.5854	120.00	0.4546

6546.87

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	21/05/2020
Localización	
X:	320758
Y:	1102060
Número de Prueba:	M18
Elaboró:	Luis Elizondo

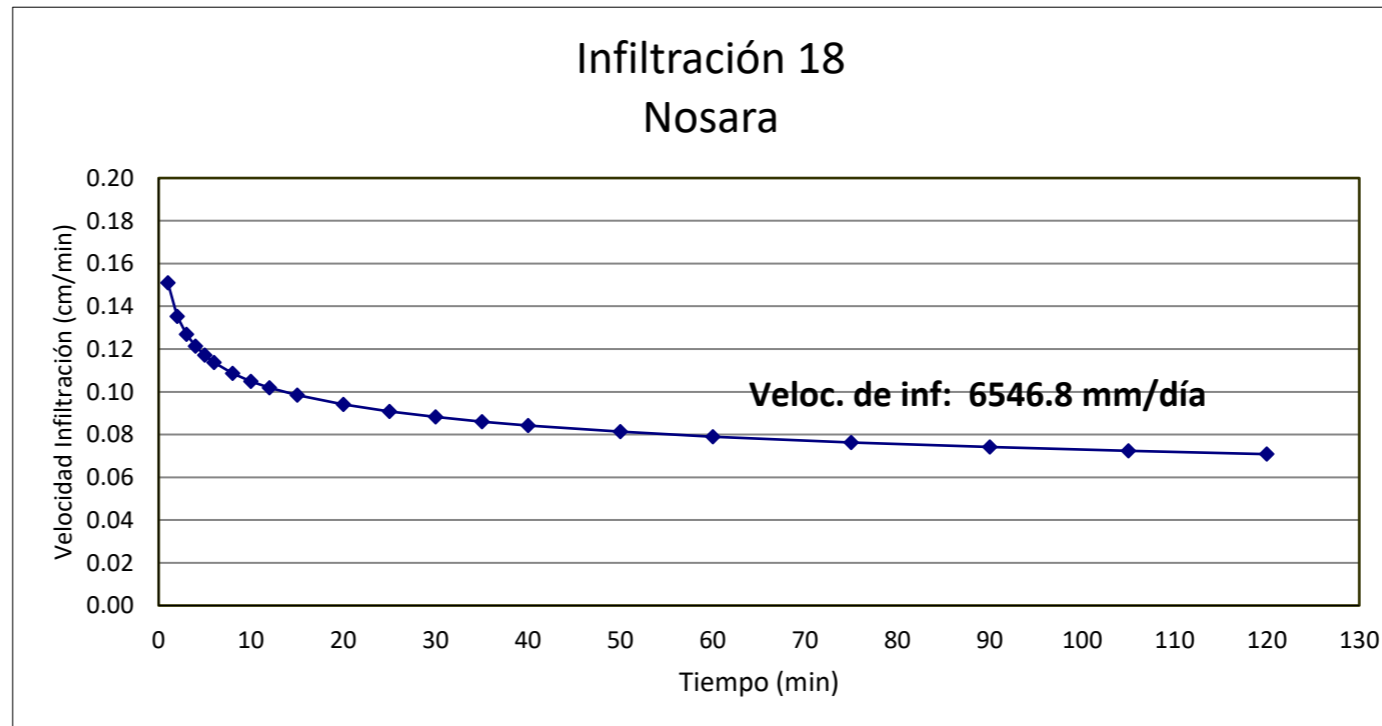


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	1.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.6739
2	2.00	1.5	0.3010	0.1761	0.0530	0.0906	0.0310	0.3522	1.0000	0.5850	1.0000	2.00	0.5802
3	3.00	2.0	0.7782	0.4771	0.1966	0.3183	0.1216	1.2553	0.9986	0.6260	0.9924	3.00	0.5316
4	4.00	2.4	1.3802	0.8573	0.4255	0.6807	0.2662	2.7761	0.9991	0.6344	0.9896	4.00	0.4996
5	5.00	3.0	2.0792	1.3345	0.7590	1.1693	0.4938	5.1617	0.9966	0.6699	0.9734	5.00	0.4761
6	6.00	3.6	2.8573	1.8908	1.1919	1.7748	0.8033	8.4995	0.9945	0.7040	0.9547	6.00	0.4577
7	8.00	4.0	3.7604	2.4928	1.7356	2.5904	1.1658	13.3160	0.9957	0.6953	0.9608	8.00	0.4301
8	10.00	5.0	4.7604	3.1918	2.4346	3.5904	1.6543	20.3057	0.9965	0.7065	0.9518	10.00	0.4099
9	12.00	5.9	5.8396	3.9626	3.2665	4.7550	2.2486	29.5559	0.9967	0.7198	0.9402	12.00	0.3941
10	15.00	7.0	7.0157	4.8077	4.2604	6.1382	2.9627	42.2324	0.9971	0.7297	0.9308	15.00	0.3755
11	20.00	8.8	8.3167	5.7522	5.4892	7.8309	3.8548	61.1221	0.9975	0.7390	0.9209	20.00	0.3529
12	25.00	10.5	9.7147	6.7734	6.9168	9.7851	4.8976	86.6518	0.9978	0.7463	0.9126	25.00	0.3363
13	30.00	12.3	11.1918	7.8633	8.5267	11.9670	6.0855	119.3490	0.9980	0.7535	0.9040	30.00	0.3233
14	35.00	13.5	12.7359	8.9936	10.2720	14.3512	7.3632	158.9106	0.9983	0.7560	0.9010	35.00	0.3127
15	40.00	15.0	14.3379	10.1697	12.1562	16.9178	8.7464	205.9543	0.9985	0.7580	0.8983	40.00	0.3038
16	50.00	18.8	16.0369	11.4439	14.3209	19.8043	10.3698	269.6622	0.9986	0.7642	0.8898	50.00	0.2895
17	60.00	22.0	17.8150	12.7863	16.7080	22.9661	12.1719	350.2075	0.9986	0.7700	0.8815	60.00	0.2784
18	75.00	26.3	19.6901	14.2063	19.3705	26.4819	14.1882	456.7042	0.9987	0.7749	0.8742	75.00	0.2653
19	90.00	30.0	21.6443	15.6834	22.2571	30.3010	16.3701	589.6451	0.9988	0.7780	0.8694	90.00	0.2550
20	105.00	34.8	23.6655	17.2250	25.3729	34.3862	18.7466	751.5110	0.9988	0.7819	0.8631	105.00	0.2467
21	120.00	38.0	25.7447	18.8048	28.6576	38.7092	21.2423	941.0850	0.9989	0.7840	0.8596	120.00	0.2397

3451.11

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	21/05/2020
Localización	
X:	322153
Y:	1102743
Número de Prueba:	M19
Elaboró:	Adrián Martínez

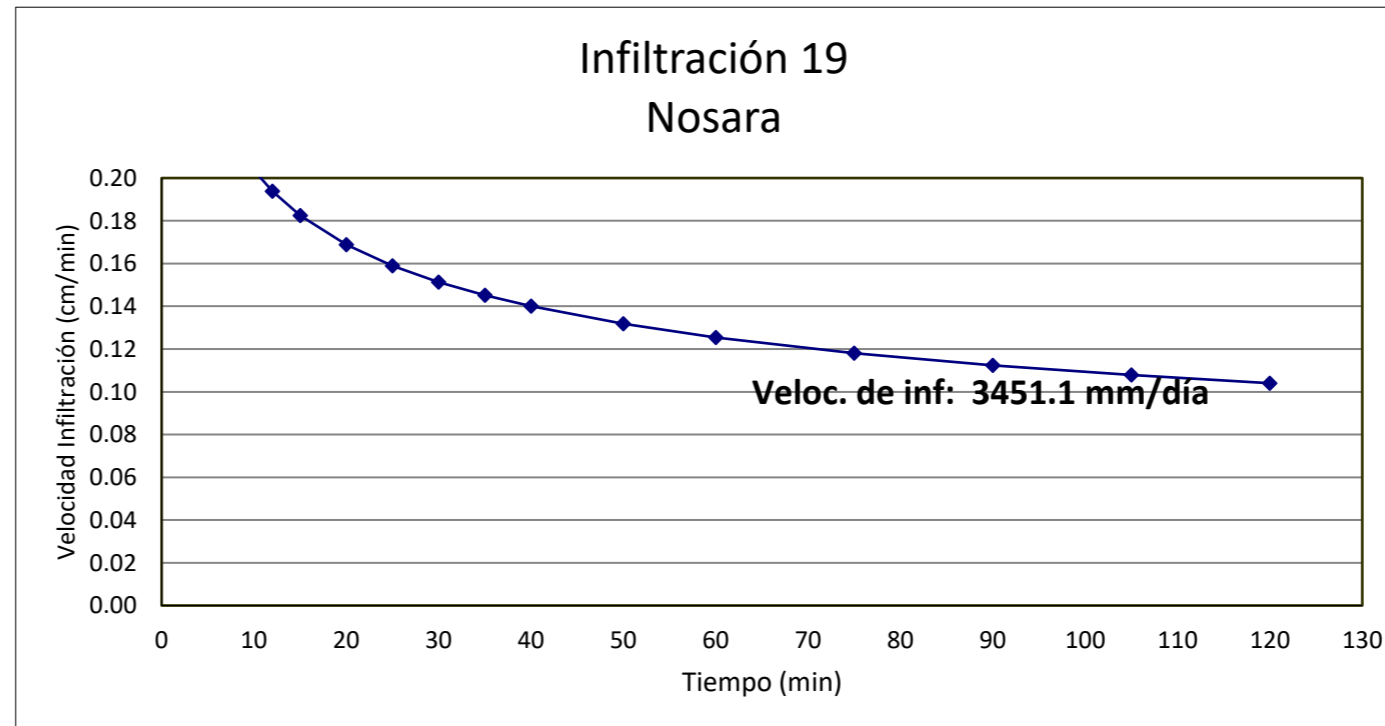


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.7	0.0000	-0.1549	0.0000	0.0000	0.0240	-0.1549	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.3795
2	2.00	1.0	0.3010	-0.1549	0.0000	0.0906	0.0240	-0.1549	1.0000	0.5146	0.7000	2.00	0.3147
3	3.00	1.1	0.7782	-0.1135	0.0197	0.3183	0.0257	-0.0307	0.9852	0.4225	0.7121	3.00	0.2820
4	4.00	1.2	1.3802	-0.0343	0.0674	0.6807	0.0320	0.2860	0.9848	0.3876	0.7206	4.00	0.2609
5	5.00	1.3	2.0792	0.0796	0.1471	1.1693	0.0450	0.8557	0.9876	0.3740	0.7251	5.00	0.2456
6	6.00	1.5	2.8573	0.2557	0.2841	1.7748	0.0760	1.9123	0.9888	0.3920	0.7177	6.00	0.2338
7	8.00	2.0	3.7604	0.5567	0.5559	2.5904	0.1666	4.3205	0.9726	0.4504	0.6880	8.00	0.2163
8	10.00	2.5	4.7604	0.9547	0.9539	3.5904	0.3249	8.2999	0.9649	0.5092	0.6552	10.00	0.2037
9	12.00	3.4	5.8396	1.4862	1.5274	4.7550	0.6074	14.6777	0.9523	0.5830	0.6122	12.00	0.1939
10	15.00	4.2	7.0157	2.1094	2.2604	6.1382	0.9959	24.0264	0.9536	0.6418	0.5763	15.00	0.1825
11	20.00	5.3	8.3167	2.8337	3.2028	7.8309	1.5204	38.5119	0.9601	0.6872	0.5471	20.00	0.1689
12	25.00	6.0	9.7147	3.6118	4.2906	9.7851	2.1259	57.9657	0.9675	0.7116	0.5308	25.00	0.1590
13	30.00	6.5	11.1918	4.4247	5.4913	11.9670	2.7868	82.3531	0.9733	0.7213	0.5241	30.00	0.1513
14	35.00	7.5	12.7359	5.2998	6.8425	14.3512	3.5525	112.9802	0.9775	0.7309	0.5172	35.00	0.1451
15	40.00	8.4	14.3379	6.2241	8.3232	16.9178	4.4068	149.9514	0.9806	0.7389	0.5113	40.00	0.1400
16	50.00	9.4	16.0369	7.1972	9.9766	19.8043	5.3538	198.6078	0.9833	0.7406	0.5099	50.00	0.1318
17	60.00	11.0	17.8150	8.2386	11.8283	22.9661	6.4383	261.0914	0.9855	0.7435	0.5076	60.00	0.1255
18	75.00	12.0	19.6901	9.3178	13.8518	26.4819	7.6029	342.0300	0.9872	0.7403	0.5104	75.00	0.1181
19	90.00	12.9	21.6443	10.4284	16.0222	30.3010	8.8363	441.9830	0.9883	0.7339	0.5162	90.00	0.1124
20	105.00	13.8	23.6655	11.5683	18.3261	34.3862	10.1356	561.6703	0.9890	0.7265	0.5233	105.00	0.1078
21	120.00	18.0	25.7447	12.8235	20.9360	38.7092	11.7114	712.3030	0.9902	0.7296	0.5202	120.00	0.1040

1497.87

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	21/05/2020		
Localización			
X:	324511	Y:	1106219
Número de Prueba:		M20	
Elaboró:		Luis Elizondo	

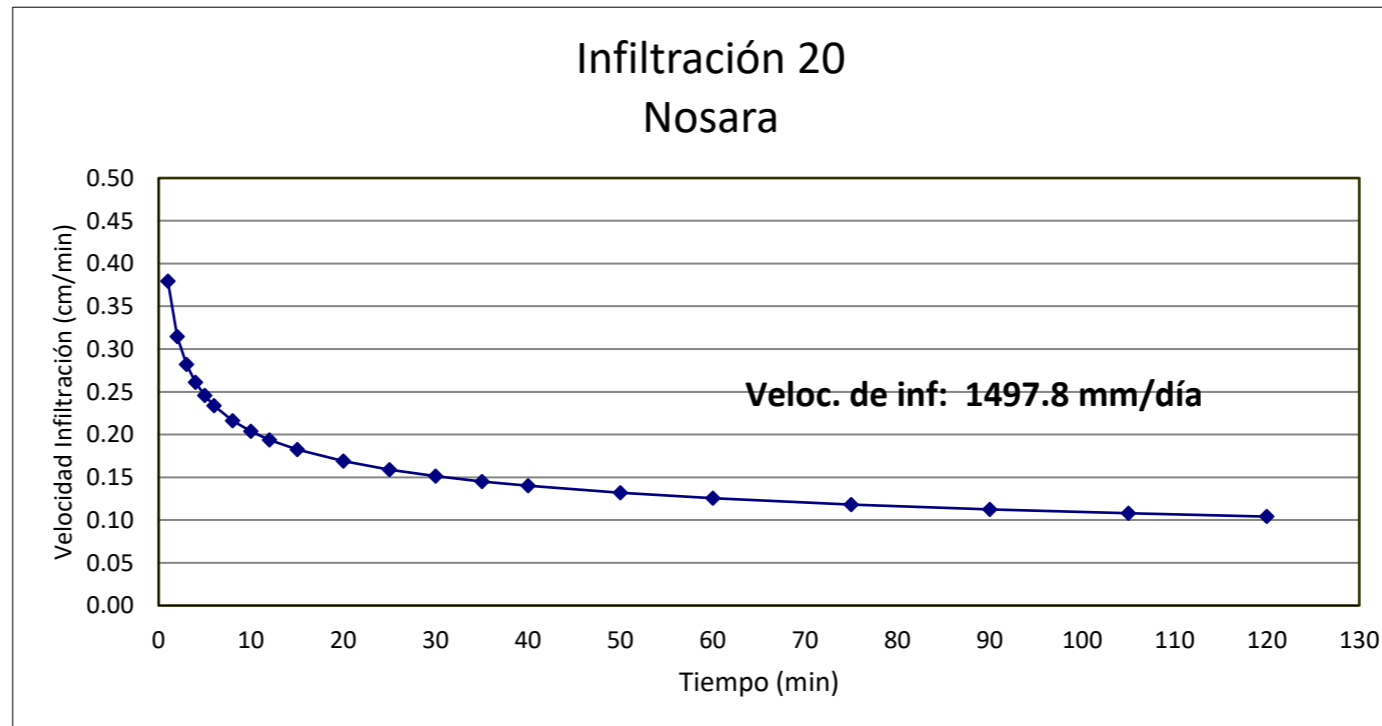


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	2.00	0.0000	0.3010	0.0000	0.0000	0.0906	0.3010	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	1.6762
2	2.00	3.80	0.3010	0.8808	0.1745	0.0906	0.4268	1.4606	1.0000	0.9260	2.0000	2.00	1.4255
3	3.00	4.90	0.7782	1.5710	0.5038	0.3183	0.9031	3.5312	0.9955	0.8275	2.0371	3.00	1.2966
4	4.00	6.30	1.3802	2.3704	0.9851	0.6807	1.5421	6.7285	0.9973	0.8176	2.0440	4.00	1.2122
5	5.00	7.80	2.0792	3.2624	1.6086	1.1693	2.3379	11.1890	0.9981	0.8270	2.0351	5.00	1.1506
6	6.00	9.00	2.8573	4.2167	2.3512	1.7748	3.2485	16.9145	0.9986	0.8286	2.0333	6.00	1.1026
7	8.00	10.90	3.7604	5.2541	3.2881	2.5904	4.3247	25.2139	0.9986	0.8163	2.0514	8.00	1.0309
8	10.00	13.00	4.7604	6.3681	4.4020	3.5904	5.5656	36.3533	0.9988	0.8086	2.0646	10.00	0.9785
9	12.00	15.00	5.8396	7.5441	5.6712	4.7550	6.9488	50.4664	0.9990	0.8035	2.0742	12.00	0.9377
10	15.00	17.80	7.0157	8.7946	7.1418	6.1382	8.5124	69.2227	0.9991	0.7991	2.0838	15.00	0.8900
11	20.00	21.80	8.3167	10.1330	8.8832	7.8309	10.3038	95.9918	0.9992	0.7920	2.1008	20.00	0.8321
12	25.00	26.70	9.7147	11.5595	10.8774	9.7851	12.3388	131.6546	0.9993	0.7911	2.1032	25.00	0.7898
13	30.00	29.00	11.1918	13.0219	13.0375	11.9670	14.4774	175.5266	0.9992	0.7834	2.1244	30.00	0.7569
14	35.00	33.50	12.7359	14.5470	15.3923	14.3512	16.8031	228.9031	0.9993	0.7807	2.1324	35.00	0.7301
15	40.00	36.80	14.3379	16.1128	17.9009	16.9178	19.2550	291.5370	0.9993	0.7779	2.1409	40.00	0.7076
16	50.00	44.90	16.0369	17.7651	20.7080	19.8043	21.9849	374.1494	0.9994	0.7779	2.1409	50.00	0.6717
17	60.00	53.20	17.8150	19.4910	23.7769	22.9661	24.9637	477.7041	0.9995	0.7800	2.1338	60.00	0.6436
18	75.00	58.20	19.6901	21.2559	27.0863	26.4819	28.0787	610.0733	0.9995	0.7757	2.1493	75.00	0.6109
19	90.00	67.20	21.6443	23.0833	30.6574	30.3010	31.4179	774.5365	0.9995	0.7727	2.1609	90.00	0.5854
20	105.00	76.50	23.6655	24.9669	34.4646	34.3862	34.9661	972.3210	0.9995	0.7710	2.1676	105.00	0.5647
21	120.00	79.20	25.7447	26.8657	38.4124	38.7092	38.5713	1200.1680	0.9994	0.7662	2.1876	120.00	0.5473

7881.80

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	21/05/2020		
Localización			
X:	322645	Y:	1101894
Número de Prueba:		M21	
Elaboró:		Erick Aragon	

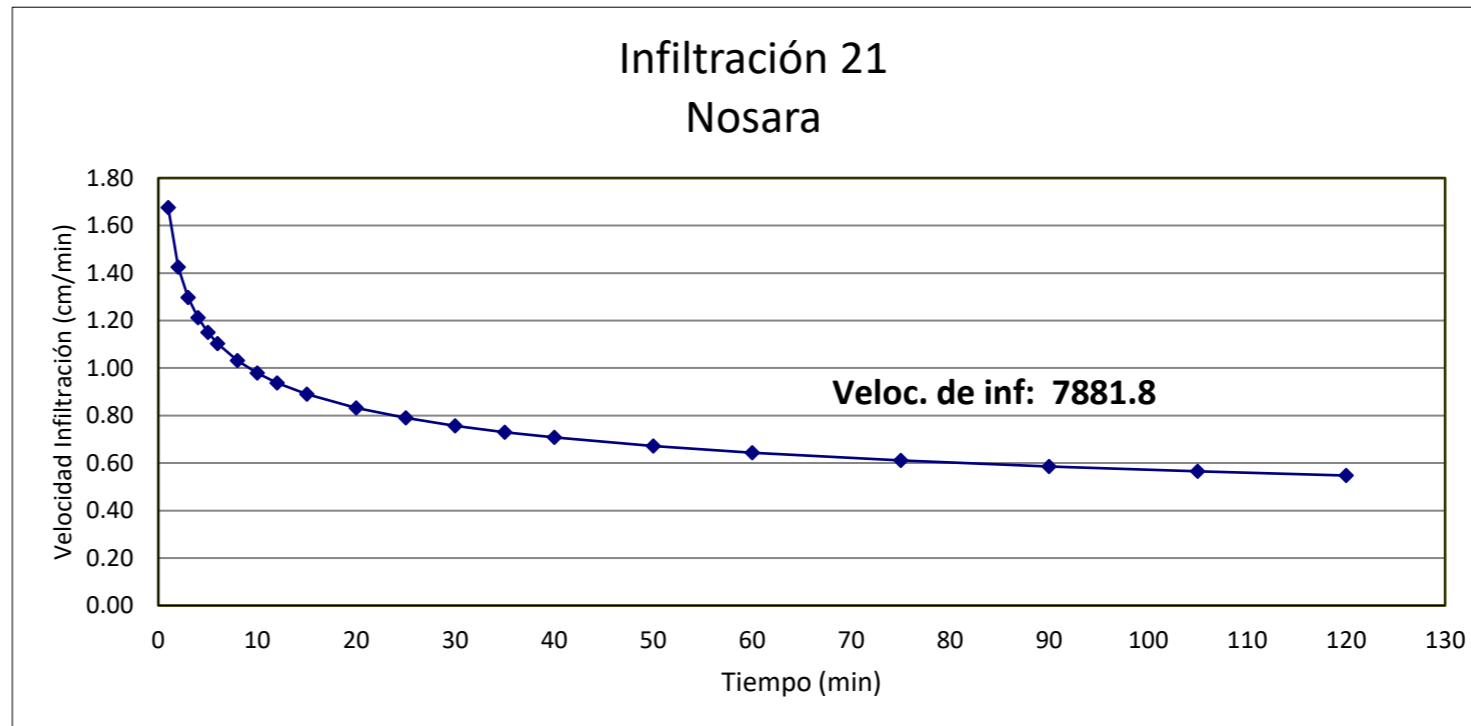


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.1	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-1.0000	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.0730
2	2.00	0.2	0.3010	-1.6990	-0.2104	0.0906	1.4886	-2.3979	1.0000	1.0000	0.1000	2.00	0.0599
3	3.00	0.2	0.7782	-2.3979	-0.5439	0.3183	1.9771	-4.4949	0.9310	0.6707	0.1063	3.00	0.0533
4	4.00	0.3	1.3802	-2.9208	-0.8587	0.6807	2.2505	-6.5864	0.9611	0.7293	0.1043	4.00	0.0491
5	5.00	0.3	2.0792	-3.4437	-1.2242	1.1693	2.5239	-9.2008	0.9654	0.6821	0.1066	5.00	0.0460
6	6.00	0.3	2.8573	-3.9666	-1.6311	1.7748	2.7973	-12.3380	0.9580	0.6228	0.1102	6.00	0.0437
7	8.00	0.4	3.7604	-4.3645	-1.9904	2.5904	2.9557	-15.5216	0.9688	0.6211	0.1104	8.00	0.0402
8	10.00	0.5	4.7604	-4.6655	-2.2915	3.5904	3.0463	-18.5319	0.9763	0.6398	0.1087	10.00	0.0377
9	12.00	0.7	5.8396	-4.8204	-2.4586	4.7550	3.0703	-20.3907	0.9741	0.6926	0.1035	12.00	0.0358
10	15.00	0.9	7.0157	-4.8662	-2.5125	6.1382	3.0724	-21.0770	0.9740	0.7413	0.0985	15.00	0.0336
11	20.00	0.9	8.3167	-4.9120	-2.5720	7.8309	3.0745	-21.9922	0.9793	0.7400	0.0986	20.00	0.0309
12	25.00	1.0	9.7147	-4.9120	-2.5720	9.7851	3.0745	-21.9922	0.9826	0.7313	0.0997	25.00	0.0290
13	30.00	1.2	11.1918	-4.8328	-2.4550	11.9670	3.0808	-19.6167	0.9856	0.7314	0.0997	30.00	0.0275
14	35.00	1.3	12.7359	-4.7188	-2.2791	14.3512	3.0937	-15.6287	0.9877	0.7282	0.1001	35.00	0.0263
15	40.00	1.4	14.3379	-4.5727	-2.0450	16.9178	3.1151	-9.7836	0.9891	0.7240	0.1007	40.00	0.0253
16	50.00	1.6	16.0369	-4.3686	-1.6982	19.8043	3.1568	0.4224	0.9903	0.7185	0.1016	50.00	0.0238
17	60.00	1.8	17.8150	-4.1133	-1.2443	22.9661	3.2219	15.7387	0.9913	0.7136	0.1024	60.00	0.0225
18	75.00	2.2	19.6901	-3.7709	-0.6022	26.4819	3.3392	41.4204	0.9924	0.7127	0.1025	75.00	0.0211
19	90.00	2.4	21.6443	-3.3907	0.1408	30.3010	3.4837	75.6395	0.9932	0.7093	0.1032	90.00	0.0201
20	105.00	2.8	23.6655	-2.9435	1.0446	34.3862	3.6837	122.5910	0.9940	0.7093	0.1032	105.00	0.0192
21	120.00	3.3	25.7447	-2.4250	2.1227	38.7092	3.9525	184.8127	0.9946	0.7129	0.1025	120.00	0.0185

266.07

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	21/05/2020		
Localización			
X:	320495	Y:	1097851
Número de Prueba:		M22	
Elaboró:		Adrián Martínez	

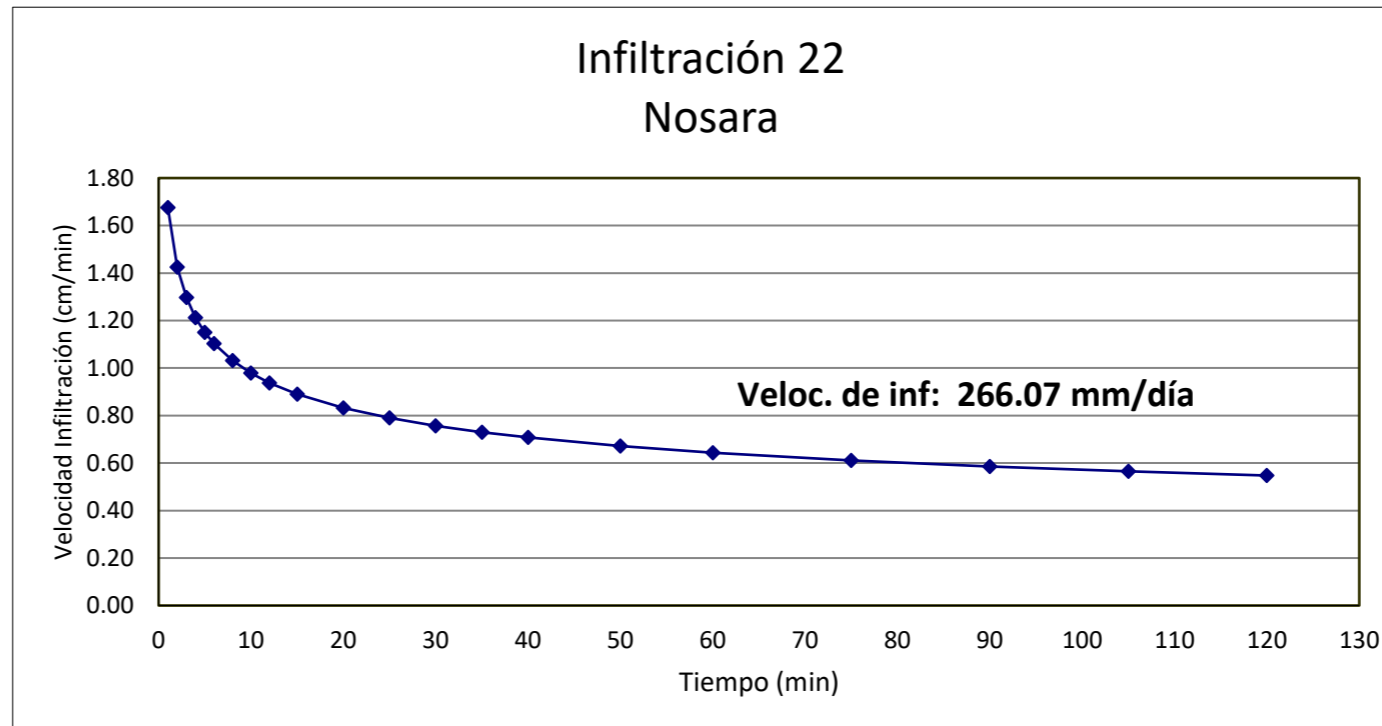


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	-	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.4	0.0000	-0.3979	0.0000	0.0000	0.1584	-0.3979	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.2681
2	2.00	0.6	0.3010	-0.6198	-0.0668	0.0906	0.2076	-0.8416	1.0000	0.5850	0.4000	2.00	0.2102
3	3.00	0.9	0.7782	-0.6655	-0.0886	0.3183	0.2097	-0.9789	0.9888	0.7216	0.3899	3.00	0.1824
4	4.00	1.0	1.3802	-0.6655	-0.0886	0.6807	0.2097	-0.9789	0.9916	0.6897	0.3941	4.00	0.1649
5	5.00	1.2	2.0792	-0.5864	-0.0333	1.1693	0.2159	-0.5830	0.9943	0.6910	0.3939	5.00	0.1525
6	6.00	1.4	2.8573	-0.4402	0.0804	1.7748	0.2373	0.2938	0.9957	0.7005	0.3918	6.00	0.1430
7	8.00	1.5	3.7604	-0.2641	0.2395	2.5904	0.2683	1.7025	0.9936	0.6687	0.4009	8.00	0.1293
8	10.00	1.8	4.7604	-0.0089	0.4947	3.5904	0.3335	4.2552	0.9948	0.6599	0.4038	10.00	0.1196
9	12.00	2.0	5.8396	0.2922	0.8196	4.7550	0.4241	7.8676	0.9955	0.6522	0.4067	12.00	0.1122
10	15.00	2.4	7.0157	0.6724	1.2668	6.1382	0.5686	13.5707	0.9965	0.6537	0.4061	15.00	0.1037
11	20.00	3.1	8.3167	1.1637	1.9060	7.8309	0.8101	23.3980	0.9968	0.6651	0.4008	20.00	0.0938
12	25.00	3.4	9.7147	1.6952	2.6490	9.7851	1.0925	36.6850	0.9974	0.6647	0.4010	25.00	0.0867
13	30.00	3.7	11.1918	2.2634	3.4883	11.9670	1.4154	53.7310	0.9977	0.6603	0.4033	30.00	0.0813
14	35.00	4.1	12.7359	2.8762	4.4345	14.3512	1.7909	75.1784	0.9980	0.6574	0.4049	35.00	0.0771
15	40.00	5.1	14.3379	3.5838	5.5681	16.9178	2.2916	103.4812	0.9977	0.6669	0.3995	40.00	0.0735
16	50.00	5.7	16.0369	4.3396	6.8523	19.8043	2.8629	141.2750	0.9979	0.6709	0.3970	50.00	0.0680
17	60.00	6.1	17.8150	5.1250	8.2487	22.9661	3.4797	188.3948	0.9982	0.6698	0.3977	60.00	0.0638
18	75.00	6.8	19.6901	5.9575	9.8097	26.4819	4.1727	250.8330	0.9983	0.6662	0.4002	75.00	0.0590
19	90.00	7.4	21.6443	6.8267	11.5084	30.3010	4.9283	329.0638	0.9983	0.6611	0.4038	90.00	0.0553
20	105.00	7.9	23.6655	7.7243	13.3227	34.3862	5.7340	423.3146	0.9982	0.6552	0.4082	105.00	0.0524
21	120.00	8.4	25.7447	8.6486	15.2444	38.7092	6.5883	534.2282	0.9980	0.6494	0.4128	120.00	0.0500

720.49

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	22/05/2020		
Localización			
X:	318610	Y:	1097125
Número de Prueba:		M23	
Elaboró:		Adrián Martínez	

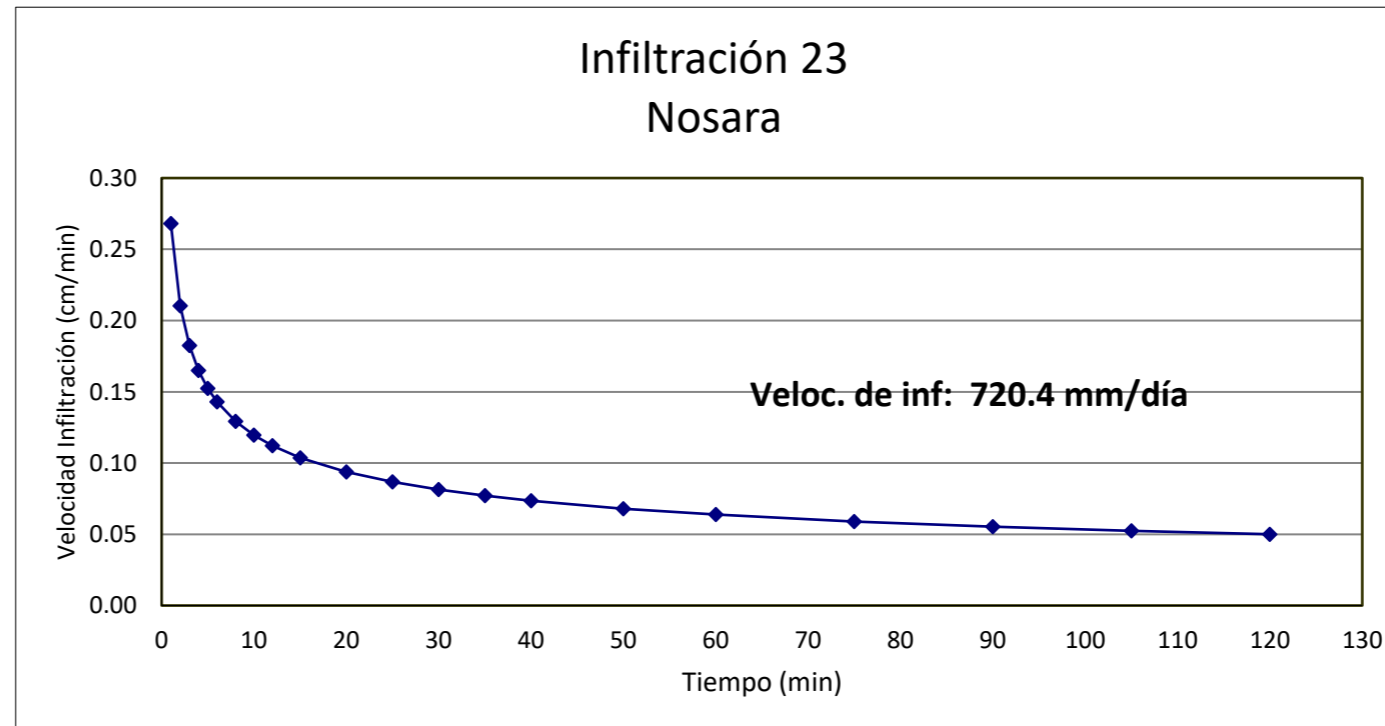


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
2	2.00	1.20	0.3010	0.1206	0.0238	0.0906	0.0080	0.1998	1.0000	0.1255	1.1000	2.00	0.8879
3	3.00	2.30	0.7782	0.4823	0.1964	0.3183	0.1388	1.2849	0.8443	0.6126	1.0043	3.00	0.8717
4	4.00	3.60	1.3802	1.0386	0.5314	0.6807	0.4483	3.5101	0.9051	0.8459	0.9285	4.00	0.8603
5	5.00	4.70	2.0792	1.7107	1.0011	1.1693	0.9000	6.8706	0.9357	0.9510	0.8845	5.00	0.8516
6	6.00	5.80	2.8573	2.4741	1.5952	1.7748	1.4828	11.4512	0.9526	1.0069	0.8567	6.00	0.8446
7	8.00	7.60	3.7604	3.3549	2.3906	2.5904	2.2587	18.4977	0.9658	1.0317	0.8415	8.00	0.8336
8	10.00	9.60	4.7604	4.3372	3.3729	3.5904	3.2235	28.3204	0.9744	1.0453	0.8320	10.00	0.8252
9	12.00	11.60	5.8396	5.4017	4.5217	4.7550	4.3566	41.0939	0.9799	1.0526	0.8265	12.00	0.8184
10	15.00	13.70	7.0157	6.5384	5.8585	6.1382	5.6487	58.1447	0.9836	1.0454	0.8326	15.00	0.8101
11	20.00	18.60	8.3167	7.8079	7.5102	7.8309	7.2604	83.5350	0.9869	1.0415	0.8363	20.00	0.7996
12	25.00	22.10	9.7147	9.1523	9.3896	9.7851	9.0678	117.1448	0.9890	1.0311	0.8471	25.00	0.7915
13	30.00	26.30	11.1918	10.5723	11.4870	11.9670	11.0841	159.7435	0.9907	1.0229	0.8563	30.00	0.7849
14	35.00	30.40	12.7359	12.0551	13.7767	14.3512	13.2830	211.6440	0.9919	1.0162	0.8642	35.00	0.7794
15	40.00	33.60	14.3379	13.5815	16.2220	16.9178	15.6127	272.6976	0.9927	1.0085	0.8739	40.00	0.7747
16	50.00	41.60	16.0369	15.2006	18.9728	19.8043	18.2342	353.6523	0.9935	1.0018	0.8829	50.00	0.7669
17	60.00	47.10	17.8150	16.8736	21.9477	22.9661	21.0332	454.0335	0.9940	0.9926	0.8962	60.00	0.7606
18	75.00	56.60	19.6901	18.6264	25.2343	26.4819	24.1055	585.4948	0.9943	0.9830	0.9110	75.00	0.7529
19	90.00	63.90	21.6443	20.4319	28.7627	30.3010	27.3653	747.9898	0.9945	0.9722	0.9288	90.00	0.7466
20	105.00	73.40	23.6655	22.2976	32.5336	34.3862	30.8462	943.8879	0.9947	0.9634	0.9440	105.00	0.7414
21	120.00	80.10	25.7447	24.2012	36.4916	38.7092	34.4700	1172.3238	0.9948	0.9545	0.9601	120.00	0.7369

10611.82

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	22/05/2020
Localización	
X:	318781
Y:	1099077
Número de Prueba:	M24
Elaboró:	Adrián Martínez

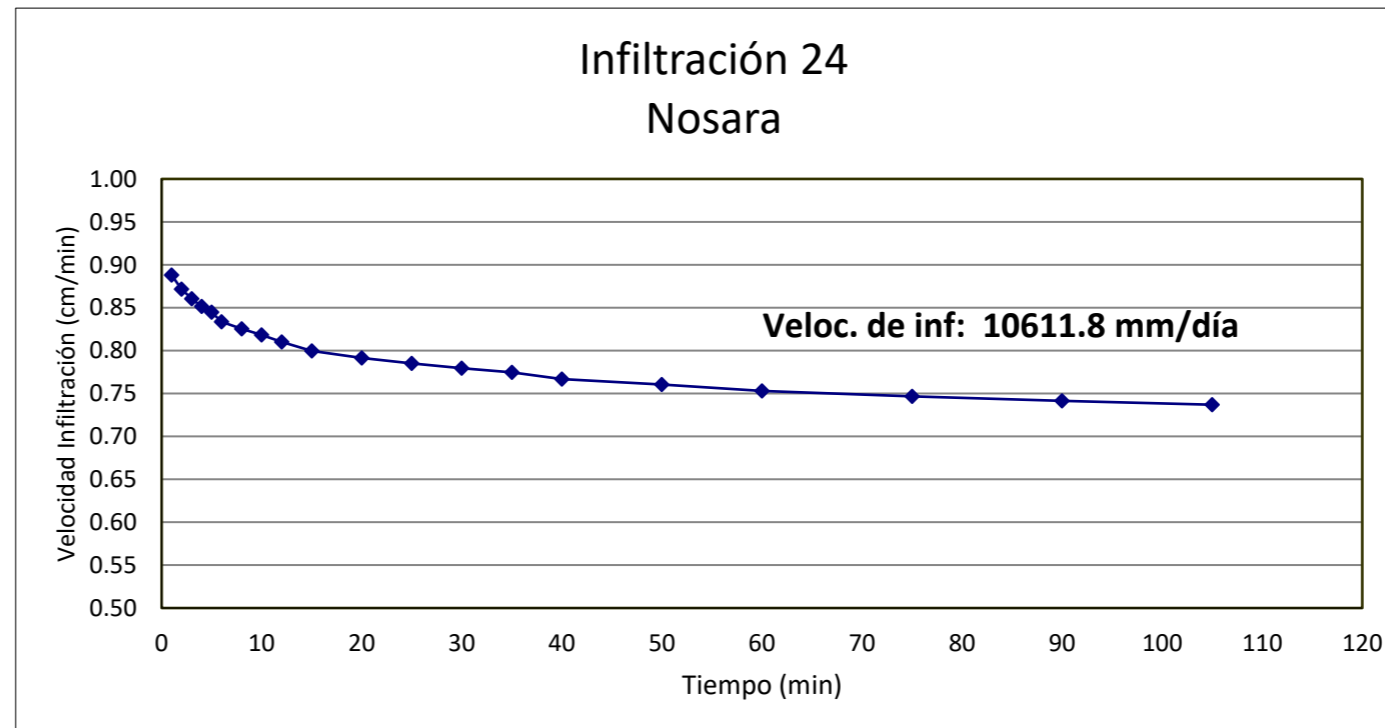


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	1.50	0.0000	0.1761	0.0000	0.0000	0.0310	0.1761	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	1.5193
2	2.00	3.50	0.3010	0.7202	0.1638	0.0906	0.3270	1.2642	1.0000	1.2224	1.5000	2.00	1.3255
3	3.00	5.00	0.7782	1.4191	0.4973	0.3183	0.8156	3.3611	0.9967	1.1095	1.5320	3.00	1.2238
4	4.00	6.50	1.3802	2.2320	0.9867	0.6807	1.4764	6.6128	0.9964	1.0588	1.5583	4.00	1.1564
5	5.00	7.30	2.0792	3.0954	1.5901	1.1693	2.2217	10.9294	0.9931	0.9943	1.6055	5.00	1.1067
6	6.00	8.40	2.8573	4.0196	2.3094	1.7748	3.0760	16.4751	0.9920	0.9542	1.6426	6.00	1.0677
7	8.00	10.00	3.7604	5.0196	3.2125	2.5904	4.0760	24.4751	0.9897	0.9046	1.7027	8.00	1.0089
8	10.00	12.00	4.7604	6.0988	4.2916	3.5904	5.2407	35.2669	0.9899	0.8744	1.7460	10.00	0.9655
9	12.00	13.50	5.8396	7.2292	5.5115	4.7550	6.5183	48.8309	0.9901	0.8497	1.7860	12.00	0.9315
10	15.00	16.50	7.0157	8.4466	6.9433	6.1382	8.0006	67.0932	0.9914	0.8366	1.8103	15.00	0.8914
11	20.00	21.00	8.3167	9.7689	8.6636	7.8309	9.7488	93.5375	0.9929	0.8281	1.8280	20.00	0.8423
12	25.00	24.90	9.7147	11.1651	10.6154	9.7851	11.6982	128.4425	0.9940	0.8209	1.8443	25.00	0.8061
13	30.00	28.70	11.1918	12.6229	12.7689	11.9670	13.8236	172.1790	0.9949	0.8155	1.8575	30.00	0.7777
14	35.00	32.80	12.7359	14.1388	15.1095	14.3512	16.1215	225.2346	0.9956	0.8127	1.8647	35.00	0.7544
15	40.00	35.90	14.3379	15.6939	17.6008	16.9178	18.5398	287.4383	0.9961	0.8092	1.8742	40.00	0.7349
16	50.00	43.00	16.0369	17.3274	20.3760	19.8043	21.2080	369.1118	0.9966	0.8065	1.8818	50.00	0.7033
17	60.00	49.10	17.8150	19.0185	23.3830	22.9661	24.0678	470.5767	0.9970	0.8035	1.8909	60.00	0.6785
18	75.00	58.60	19.6901	20.7864	26.6980	26.4819	27.1933	603.1690	0.9973	0.8011	1.8988	75.00	0.6493
19	90.00	70.50	21.6443	22.6345	30.3098	30.3010	30.6091	769.5060	0.9977	0.8017	1.8968	90.00	0.6264
20	105.00	80.10	23.6655	24.5382	34.1574	34.3862	34.2329	969.3874	0.9979	0.8024	1.8944	105.00	0.6077
21	120.00	89.50	25.7447	26.4900	38.2156	38.7092	38.0425	1203.6062	0.9982	0.8031	1.8918	120.00	0.5919

8523.79

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	22/05/2020		
Localización			
X:	318535	Y:	1100025
Número de Prueba:		M25	
Elaboró:		Luis Elizondo	

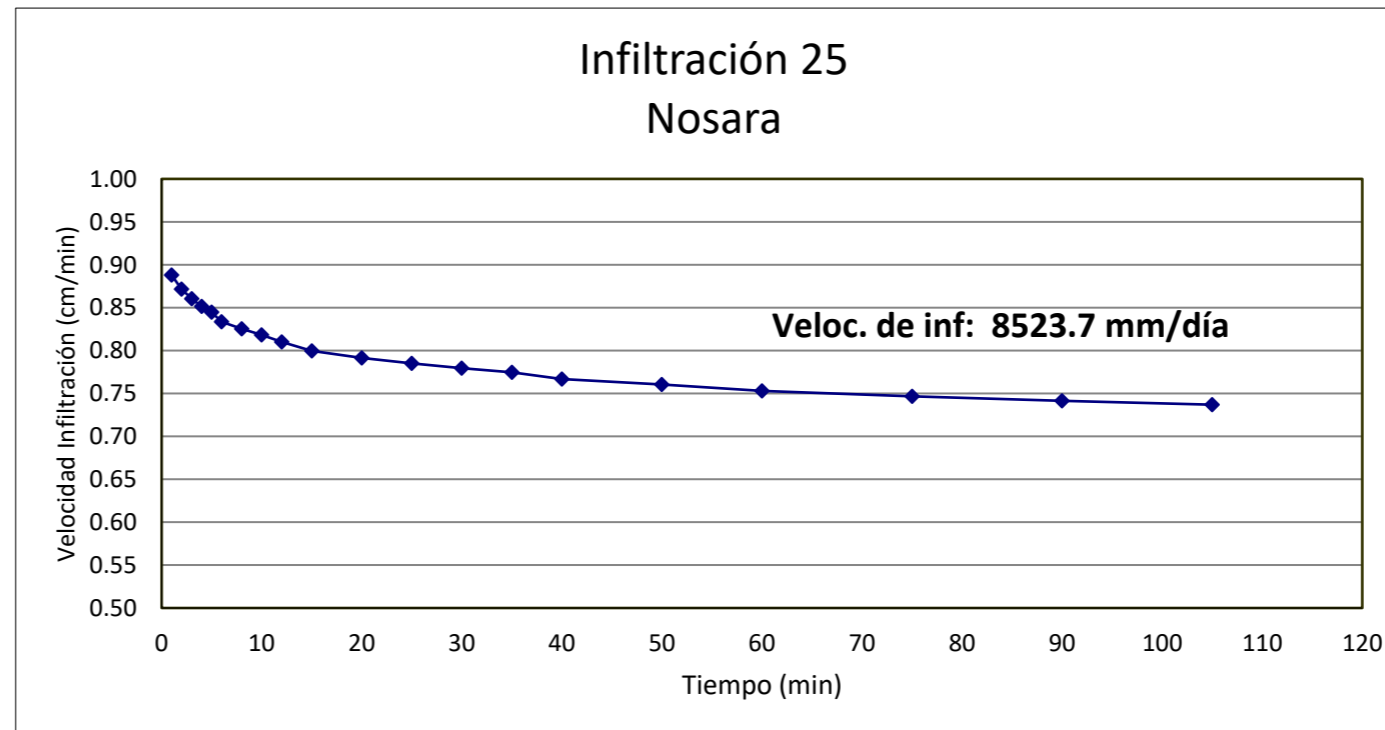


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	5.40	0.0000	0.7324	0.0000	0.0000	0.5364	0.7324	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	3.4844
2	2.00	7.60	0.3010	1.6132	0.2652	0.0906	1.3122	2.4940	1.0000	0.4930	5.4000	2.00	2.9298
3	3.00	10.20	0.7782	2.6218	0.7464	0.3183	2.3295	5.5198	0.9943	0.5697	5.3232	3.00	2.6473
4	4.00	12.50	1.3802	3.7187	1.4068	0.6807	3.5327	9.9075	0.9949	0.6046	5.2611	4.00	2.4635
5	5.00	13.60	2.0792	4.8523	2.1991	1.1693	4.8176	15.5752	0.9962	0.5952	5.2840	5.00	2.3298
6	6.00	16.70	2.8573	6.0750	3.1505	1.7748	6.3127	22.9115	0.9949	0.6219	5.2041	6.00	2.2259
7	8.00	20.90	3.7604	7.3951	4.3428	2.5904	8.0555	33.4726	0.9943	0.6489	5.1031	8.00	2.0714
8	10.00	24.40	4.7604	8.7825	5.7302	3.5904	9.9803	47.3465	0.9950	0.6653	5.0341	10.00	1.9590
9	12.00	29.40	5.8396	10.2509	7.3148	4.7550	12.1363	64.9667	0.9946	0.6869	4.9352	12.00	1.8716
10	15.00	36.90	7.0157	11.8179	9.1577	6.1382	14.5919	88.4721	0.9935	0.7126	4.8068	15.00	1.7701
11	20.00	46.50	8.3167	13.4853	11.3271	7.8309	17.3723	121.8211	0.9937	0.7333	4.6941	20.00	1.6472
12	25.00	54.30	9.7147	15.2201	13.7523	9.7851	20.3818	165.1911	0.9946	0.7450	4.6266	25.00	1.5578
13	30.00	62.80	11.1918	17.0181	16.4081	11.9670	23.6145	219.1299	0.9953	0.7535	4.5751	30.00	1.4883
14	35.00	70.30	12.7359	18.8651	19.2599	14.3512	27.0258	283.7734	0.9960	0.7588	4.5418	35.00	1.4320
15	40.00	84.50	14.3379	20.7919	22.3469	16.9178	30.7385	360.8476	0.9960	0.7697	4.4714	40.00	1.3850
16	50.00	97.40	16.0369	22.7805	25.7254	19.8043	34.6929	460.2756	0.9965	0.7754	4.4324	50.00	1.3098
17	60.00	108.90	17.8150	24.8175	29.3475	22.9661	38.8424	582.4973	0.9969	0.7773	4.4182	60.00	1.2514
18	75.00	120.10	19.6901	26.8970	33.2468	26.4819	43.1669	738.4630	0.9972	0.7737	4.4461	75.00	1.1835
19	90.00	131.30	21.6443	29.0153	37.3864	30.3010	47.6539	929.1068	0.9973	0.7677	4.4940	90.00	1.1308
20	105.00	139.70	23.6655	31.1605	41.7222	34.3862	52.2558	1154.3524	0.9972	0.7599	4.5588	105.00	1.0880
21	120.00	142.90	25.7447	33.3155	46.2029	38.7092	56.9000	1412.9563	0.9967	0.7499	4.6464	120.00	1.0523

15152.65

Registro para datos de Infiltración	
Método:	Doble Anillo
Fecha	20/05/2020
Localización	
X:	322057
Y:	1099672
Número de Prueba:	M26
Elaboró:	Luis Elizondo

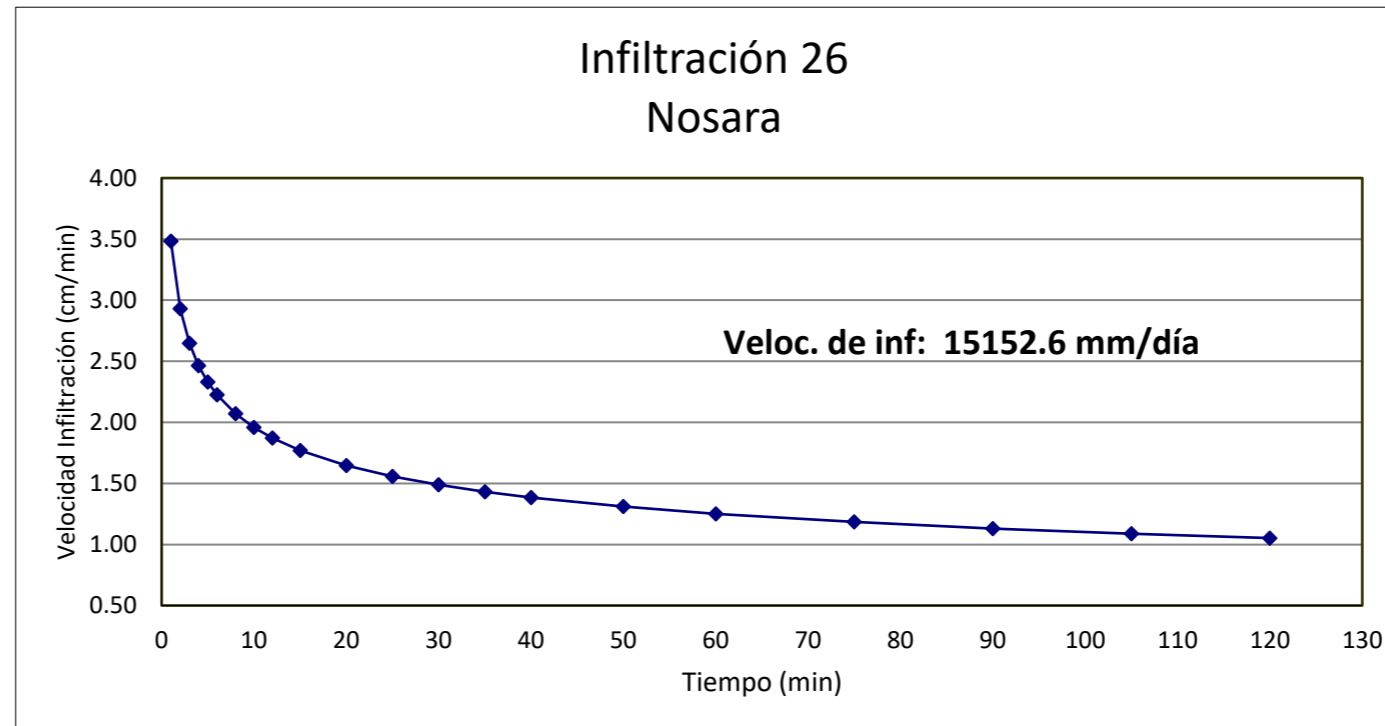
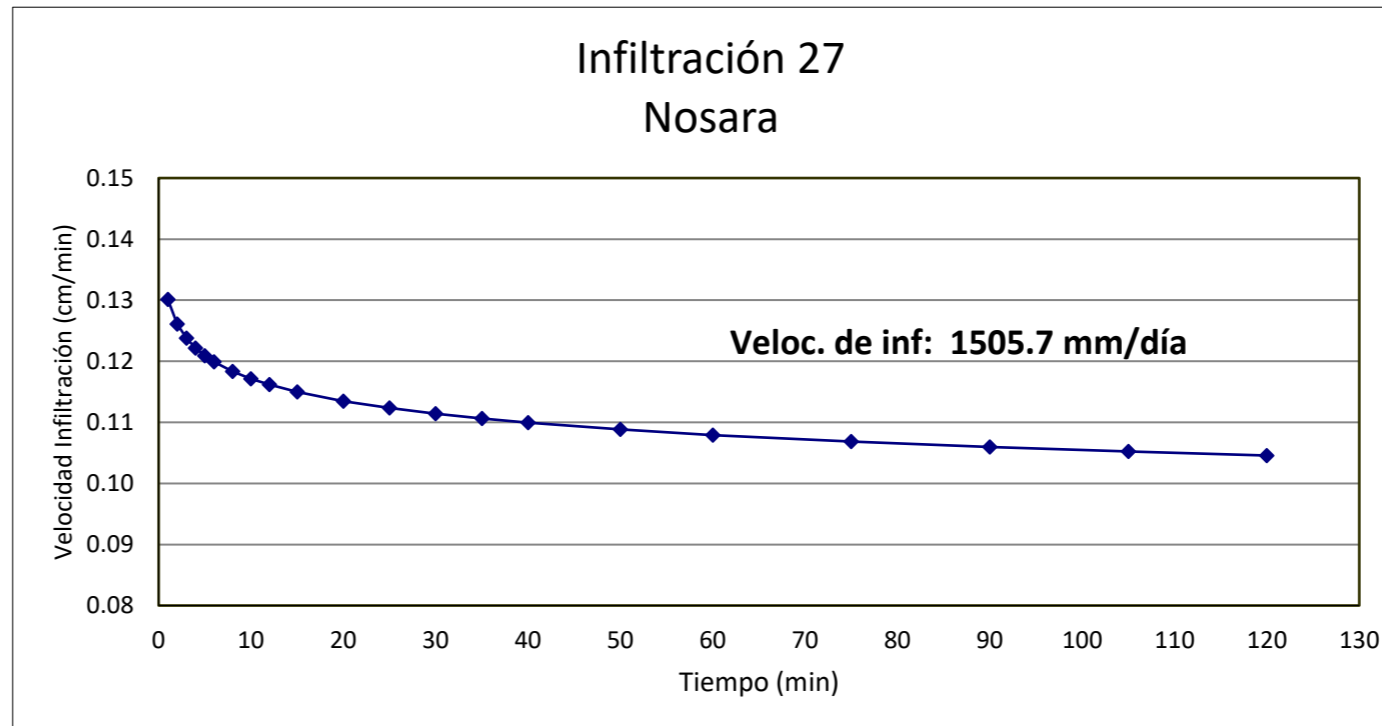


TABLA PARA CALCULO MINIMOS CUADRADOS PARA PRUEBAS DE INFILTRACION

N	X(t)	Y	F	G	H	J	K	L	R	M	B	t	V
0	-	0	0	0	0	0	0	0					
1	1.00	0.20	0.0000	-0.6990	0.0000	0.0000	0.4886	-0.6990	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.00	0.1301
2	2.00	0.30	0.3010	-1.2218	-0.1574	0.0906	0.7620	-1.7447	1.0000	0.5850	0.2000	2.00	0.1261
3	3.00	0.30	0.7782	-1.7447	-0.4069	0.3183	1.0354	-3.3134	0.9310	0.3923	0.2073	3.00	0.1238
4	4.00	0.30	1.3802	-2.2676	-0.7217	0.6807	1.3088	-5.4049	0.8811	0.2971	0.2141	4.00	0.1221
5	5.00	0.50	2.0792	-2.5686	-0.9321	1.1693	1.3994	-6.9100	0.8724	0.4465	0.1998	5.00	0.1209
6	6.00	0.50	2.8573	-2.8697	-1.1663	1.7748	1.4900	-8.7162	0.9078	0.4836	0.1956	6.00	0.1199
7	8.00	1.20	3.7604	-2.7905	-1.0948	2.5904	1.4963	-8.0828	0.8639	0.7088	0.1662	8.00	0.1183
8	10.00	1.50	4.7604	-2.6144	-0.9187	3.5904	1.5273	-6.3218	0.8921	0.8407	0.1489	10.00	0.1171
9	12.00	1.60	5.8396	-2.4103	-0.6985	4.7550	1.5689	-3.8724	0.9163	0.8959	0.1416	12.00	0.1162
10	15.00	2.00	7.0157	-2.1092	-0.3444	6.1382	1.6596	0.6430	0.9341	0.9335	0.1362	15.00	0.1150
11	20.00	2.60	8.3167	-1.6943	0.1955	7.8309	1.8318	8.9425	0.9484	0.9569	0.1326	20.00	0.1135
12	25.00	3.80	9.7147	-1.1145	1.0060	9.7851	2.1679	23.4371	0.9583	0.9936	0.1267	25.00	0.1123
13	30.00	4.00	11.1918	-0.5124	1.8953	11.9670	2.5304	41.4989	0.9657	1.0019	0.1253	30.00	0.1114
14	35.00	4.50	12.7359	0.1408	2.9039	14.3512	2.9571	64.3613	0.9709	1.0038	0.1250	35.00	0.1106
15	40.00	5.00	14.3379	0.8398	4.0237	16.9178	3.4456	92.3201	0.9748	1.0026	0.1252	40.00	0.1099
16	50.00	6.00	16.0369	1.6179	5.3457	19.8043	4.0512	131.2277	0.9779	0.9983	0.1260	50.00	0.1088
17	60.00	7.00	17.8150	2.4630	6.8485	22.9661	4.7653	181.9336	0.9805	0.9931	0.1271	60.00	0.1079
18	75.00	8.00	19.6901	3.3661	8.5418	26.4819	5.5809	249.6653	0.9823	0.9831	0.1293	75.00	0.1068
19	90.00	9.30	21.6443	4.3346	10.4345	30.3010	6.5189	336.8288	0.9838	0.9738	0.1315	90.00	0.1059
20	105.00	10.30	23.6655	5.3474	12.4816	34.3862	7.5447	443.1767	0.9850	0.9641	0.1338	105.00	0.1052
21	120.00	11.20	25.7447	6.3966	14.6631	38.7092	8.6456	569.0829	0.9859	0.9543	0.1364	120.00	0.1046

1505.70

Registro para datos de Infiltración			
Método:		Doble Anillo	
Fecha	20/05/2020		
Localización			
X:	319984	Y:	1104180
Número de Prueba:		M27	
Elaboró:		Luis Elizondo	



ANEXO 3

Resultados de los análisis agronómicos de laboratorio de suelos realizados por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR)



CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES
REPORTE DE ENSAYO

Nº DE REPORTE: **74444**

USUARIO: HIDROGEOECNIA LTDA.

RESPONSABLE: MANUEL MORA
CORREO: amartinez@hidrogeotecnia.com; mmora@hidrogeotecnia.com
TELÉFONO: 2253-6867, 8781-4995

PROVINCIA: GUANACASTE
CANTÓN: NICOYA
LOCALIDAD: NOSARA
CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS:
FECHA RECEPCIÓN:
EMISIÓN DE REPORTE:
Nº DE MUESTRAS TOTAL:
PÁGINA:

DA_DP (Porosida
01/06/2020
09/06/2020
23
1/2

ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD, DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA								
ID USUARIO	ID LAB	RETENCIÓN DE HUMEDAD			DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA			
		% Retención		% Agua util	Densidad aparente	Densidad Partículas	Porosidad	Conductividad Hidráulica
		33 kPa	1500 kPa		g cm ⁻³			
M1	RN-20-00664	40	36	4	1.2	2.5	36	NR
M2	RN-20-00666	17	13	4	1.4	2.5	44	NR
M3	RN-20-00666	26	19	7	1.3	2.6	50	NR
M4	RN-20-00667	49	41	8	0.8	2.1	62	NR
M5	RN-20-00668	57	46	11	0.1	2.4	96	NR
M6	RN-20-00669	37	30	7	1.1	2.5	56	NR
M7	RN-20-00670	44	24	20	0.8	2.3	65	NR
M8	RN-20-00671	32	23	9	1.3	2.6	50	NR
M9	RN-20-00672	44	37	7	0.8	2.4	67	NR
M10	RN-20-00673	40	28	12	0.9	2.4	63	NR
M11	RN-20-00674	35	25	10	1.1	2.5	56	NR
M12	RN-20-00675	39	32	7	0.9	2.5	64	NR
M13	RN-20-00676	40	35	5	1.2	2.7	56	NR
M14	RN-20-00677	35	31	4	1.1	2.8	61	NR
M15	RN-20-00678	37	30	7	1.2	2.5	52	NR
M18	RN-20-00679	44	34	10	1.1	2.7	59	NR

NR: No requerido con 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: **74444**

USUARIO: HIDROGEOTECNIA LTDA.

RESPONSABLE: MANUEL MORA
CORREO: amartinez@hidrogeotecnia.com; mmora@hidrogeotecnia.com
TELÉFONO: 2253-6867, 8781-4995

PROVINCIA: GUANACASTE
CANTÓN: NICOYA
LOCALIDAD: NOSARA
CULTIVO: SIN CULTIVO

ANÁLISIS:
FECHA RECEPCIÓN:
EMISIÓN DE REPORTE:
Nº DE MUESTRAS TOTAL:
PÁGINA:

DA_DP (Porosida
01/06/2020
09/06/2020
23
2/2

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 KPa	15 KPa	UTIL	g cm ⁻³		%	cm h ⁻¹
M19	RN-20-00680	42	37	5	0.7	2.5	72	NR
M20	RN-20-00681	48	40	8	1.1	2.6	58	NR
M21	RN-20-00682	50	32	18	1.1	2.5	56	NR
M22	RN-20-00683	33	28	5	1.2	2.5	52	NR
M24	RN-20-00684	26	20	6	0.8	2.4	67	NR
M25	RN-20-00685	42	31	11	1.0	2.5	60	NR
M26	RN-20-00686	46	38	8	1.1	2.5	56	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.

ANEXO 4

Resultados de los análisis geotécnicos de laboratorio de suelos realizados por la empresa LABCORE



ENSAYO CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

INFORME FINAL:

LABCORE-07-06-2020

PROYECTO:

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (GENULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA)

PROFESIONAL RESPONSABLE:

M.SC. DENNIS SOJO RIVERA

JUNIO, 2020

Laboratorio de materiales de construcción, suelos, geotécnia y geología. Cédula jurídica: 3-101-784708

Teléfono (506) 2224-0756 / 72040810

Email: info@labcorecr.com

Dirección: Calle 95, 200 m N del parque de Sabanilla, Montes de Oca, Costa Rica

MANUEL MORA

ADRIÁN MARTINEZ

HIDROGEOTECNIA LTDA

Estimados colegas:

A continuación, le presento los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar clasificación SUCS (granulometría y límites de consistencia) en 22 muestras de suelos provenientes de la localidad del Nosara, Nicoya, Guanacaste.

Atentamente:

M.Sc. Dennis Sojo Rivera
Máster en Técnicas y Aplicaciones en geología, Universidad de Zaragoza, España
Licenciado en Geología, Universidad de Costa Rica
CGCR. # 406
SETENA CI-303-2018. EC-008-2019

DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS

La Tabla 1 muestra los datos básicos suministrados por el cliente para las muestras a analizar, así como los datos de asignación de código y fecha de ingreso al laboratorio.

Tabla 1. Datos generales de las muestras ensayadas

Tipo de dato	Asignación
Ensayo solicitado:	Límites de consistencia y granulometría
Cliente	HIDROGEOECNIA LTADA
Recolectado por	ADRIÁN MARTINEZ, HIDROGEOECNIA LTDA.
Lugar y fecha de recolección	18-22 de junio del 2020, Nosara, Guanacaste
Profundidad de recolección	0.5 m
Fecha de recepción	24 de junio, 2020
Cantidad	22 muestras
Observaciones	Suelos cohesivos de tonalidades pardo-oscuro.

Tabla 2. Códigos asignados por muestra de suelo.

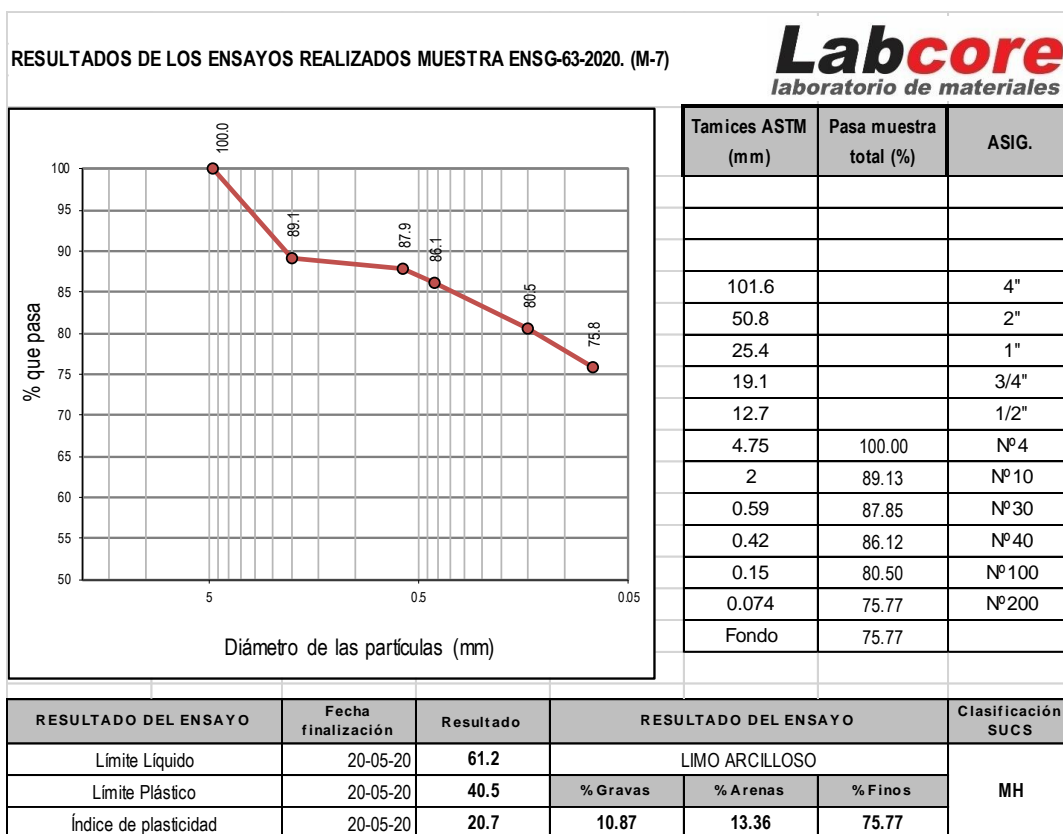
ID laboratorio	ID cliente
ENGS-63 -2020	M7
ENGS-64 -2020	M8
ENGS-65 -2020	M9
ENGS-66 -2020	M10
ENGS-67 -2020	M13
ENGS-68 -2020	M14
ENGS-70 -2020	M2
ENGS-71 -2020	M3
ENGS-72 -2020	M4
ENGS-73 -2020	M12
ENGS-74 -2020	M6
ENGS-75 -2020	M11
ENGS-76 -2020	M12
ENGS-77 -2020	M19
ENGS-78 -2020	M15
ENGS-79 -2020	M18
ENGS-80 -2020	M20
ENGS-81 -2020	M21
ENGS-82 -2020	M22
ENGS-83 -2020	M24
ENGS-84 -2020	M25
ENGS-85 -2020	M26

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

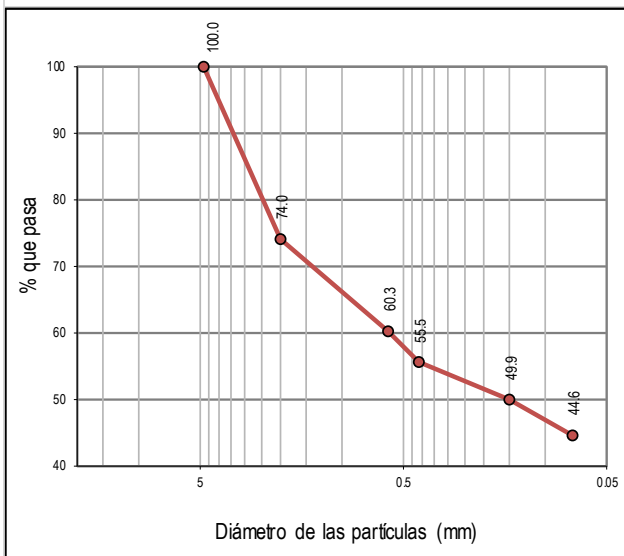
A continuación se presentan en la Tabla 2 los resultados del análisis de porosidad para las muestras de suelo estudiadas.

Los resultados que se presentan a continuación se refieren únicamente a las muestras ensayadas y/o pruebas de campo realizadas y al momento y condiciones en que se realizaron los ensayos.

Tabla 3. Datos básicos y resultados en las muestras ensayadas



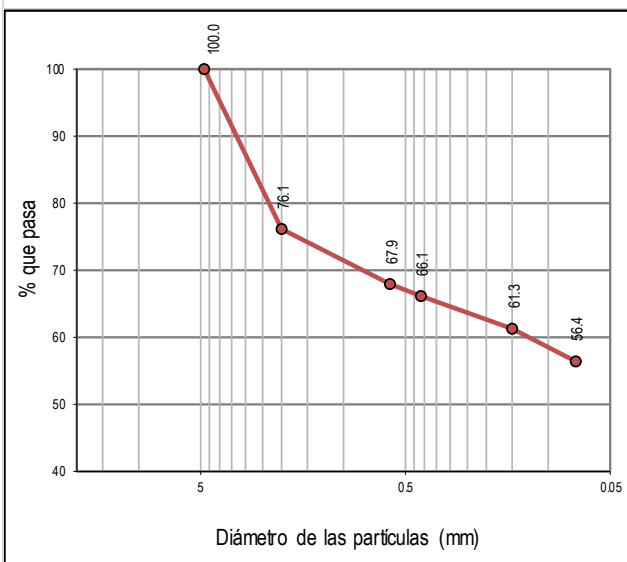
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-64-2020. (M-8)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	74.02	Nº10
0.59	60.27	Nº30
0.42	55.50	Nº40
0.15	49.87	Nº100
0.074	44.60	Nº200
Fondo	44.60	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	20-05-20	42.6	ARCILLA ARENOSA CON GRAVA			CL
Límite Plástico	20-05-20	21	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	20-05-20	21.6	25.98	29.42	44.60	

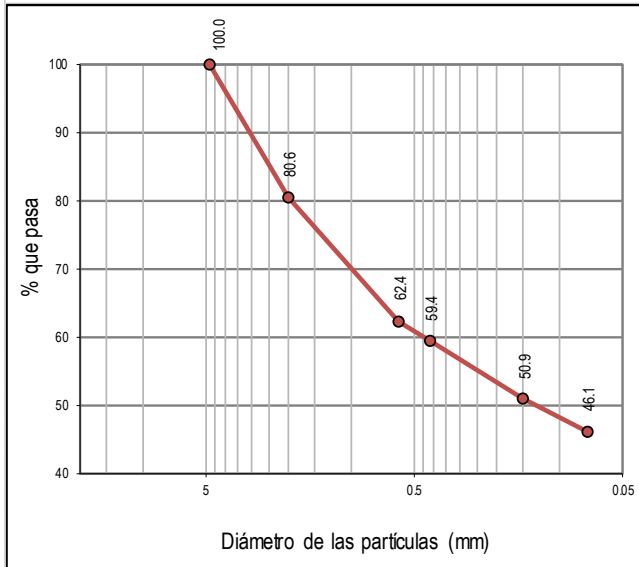
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-65-2020. (M-9)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	76.06	Nº10
0.59	67.89	Nº30
0.42	66.14	Nº40
0.15	61.28	Nº100
0.074	56.43	Nº200
Fondo	56.43	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	20-05-20	54.3	LIMO ARENOSO CON GRAVA			CH
Límite Plástico	20-05-20	34.5	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	20-05-20	19.8	23.94	19.63	56.43	

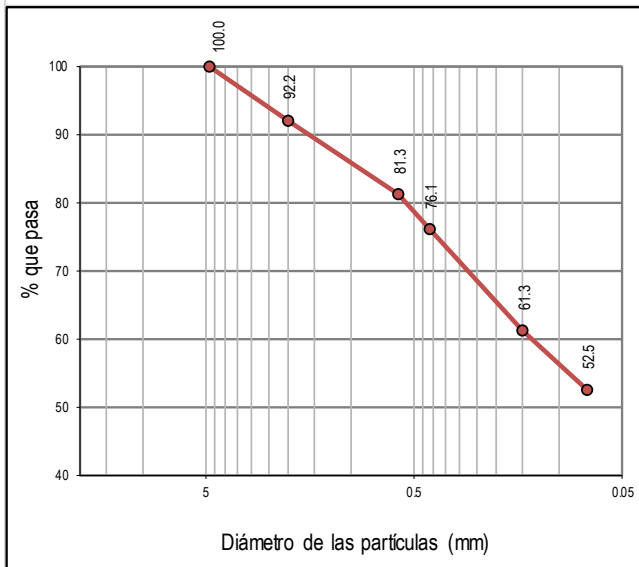
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-66-2020. (M-10)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	80.55	Nº10
0.59	62.38	Nº30
0.42	59.42	Nº40
0.15	50.85	Nº100
0.074	46.09	Nº200
Fondo	46.09	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	20-05-20	48	ARENA LIMO ARCILLOSA			ML
Límite Plástico	20-05-20	37	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	20-05-20	11	19.45	34.46	46.09	

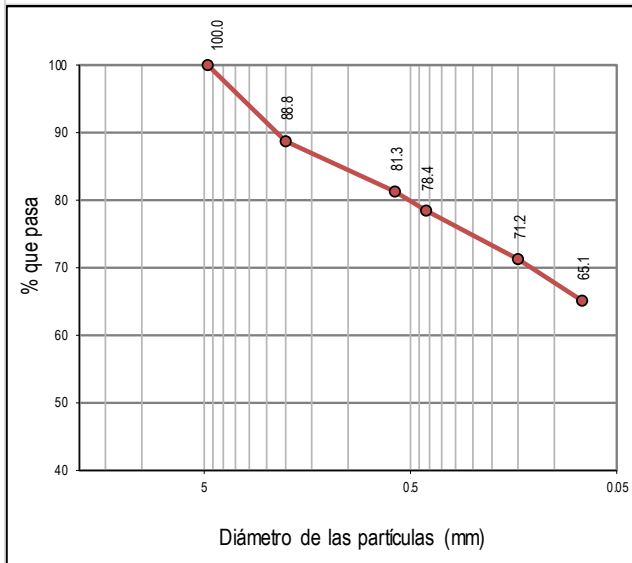
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-67-2020. (M-13)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	92.22	Nº10
0.59	81.25	Nº30
0.42	76.09	Nº40
0.15	61.29	Nº100
0.074	52.54	Nº200
Fondo	52.54	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	20-05-20	40.3	LIMO ARENOSO			ML
Límite Plástico	20-05-20	33.51	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	20-05-20	6.79	7.78	39.68	52.54	

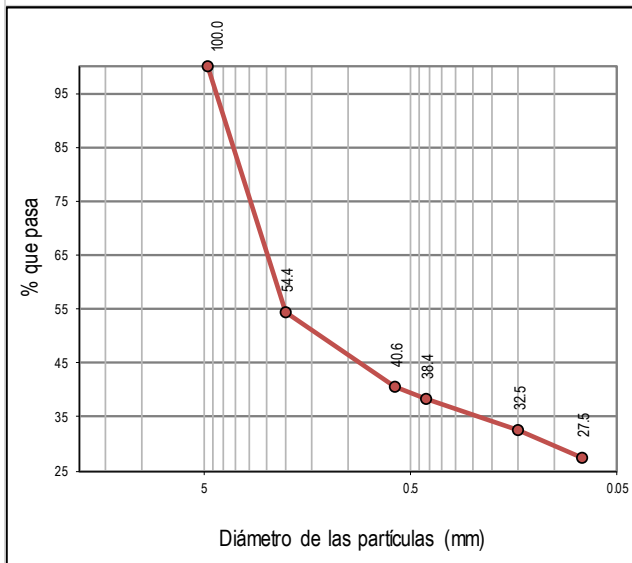
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-68-2020. (M-14)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	88.78	Nº10
0.59	81.25	Nº30
0.42	78.37	Nº40
0.15	71.24	Nº100
0.074	65.10	Nº200
Fondo	65.10	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	20-05-20	51.2	ARCILLA LIMOSA CON ARENA			ML
Límite Plástico	20-05-20	36.5	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	20-05-20	14.7	11.22	23.68	65.10	

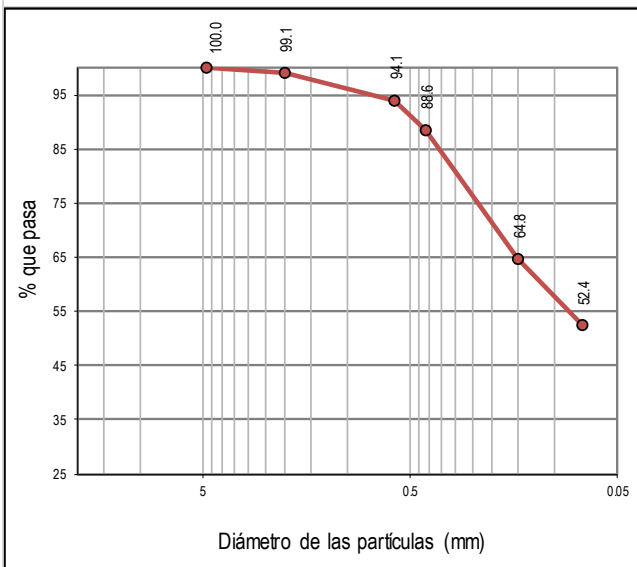
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-70-2020. (M-2)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	54.37	Nº10
0.59	40.55	Nº30
0.42	38.37	Nº40
0.15	32.50	Nº100
0.074	27.53	Nº200
Fondo	27.53	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	49.8	GRAVA ARCILLOSA			GC
Límite Plástico	25-05-20	34.6	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	15.2	45.63	26.84	27.53	

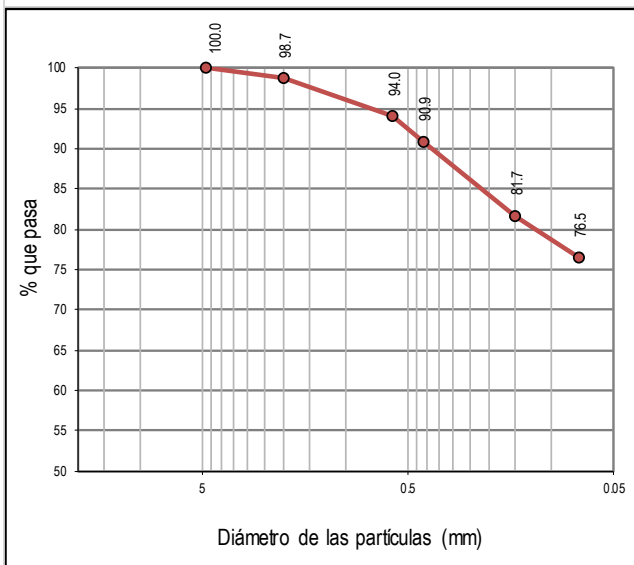
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-71-2020. (M-3)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	99.13	Nº10
0.59	94.12	Nº30
0.42	88.58	Nº40
0.15	64.82	Nº100
0.074	52.36	Nº200
Fondo	52.36	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	38.5	ARCILLA LIMO-ARENOSA			CL
Límite Plástico	25-05-20	24.18	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	14.32	0.87	46.77	52.36	

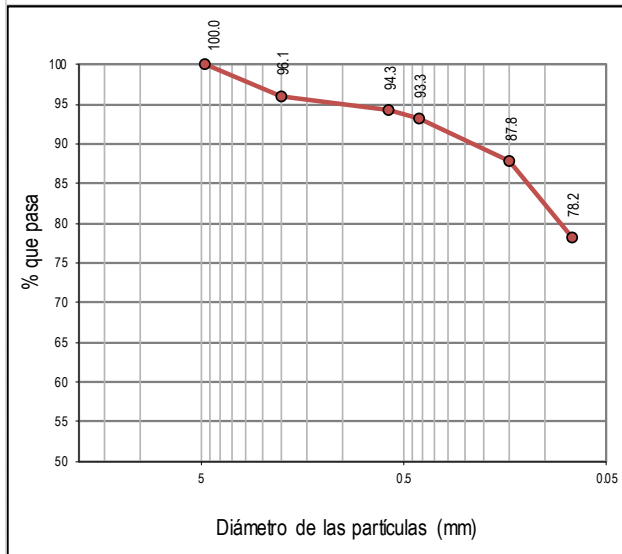
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-72-2020. (M-4)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	98.73	Nº10
0.59	93.97	Nº30
0.42	90.89	Nº40
0.15	81.74	Nº100
0.074	76.47	Nº200
Fondo	76.47	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	61.2	LIMO ARCILLOSO CON ARENA			MH
Límite Plástico	25-05-20	40.58	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	20.62	1.27	22.26	76.47	

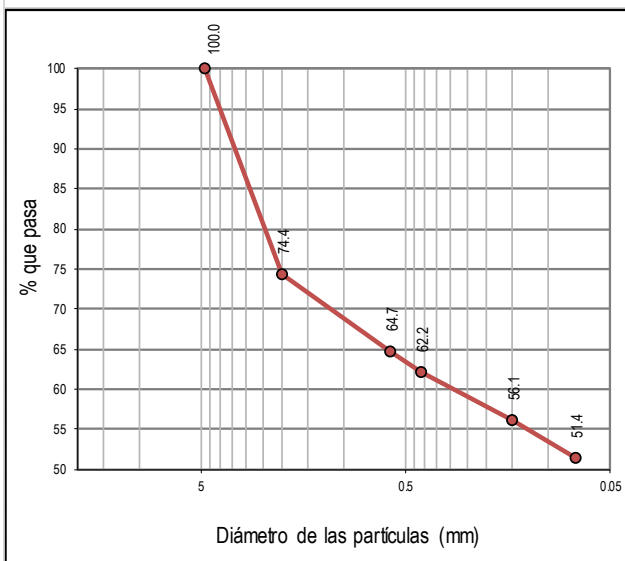
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-73-2020. (M-5)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	96.07	Nº10
0.59	94.27	Nº30
0.42	93.25	Nº40
0.15	87.84	Nº100
0.074	78.23	Nº200
Fondo	78.23	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	68.4	LIMO ARCILLOSO CON ARENA			MH
Límite Plástico	25-05-20	44.6	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	23.8	3.93	17.84	78.23	

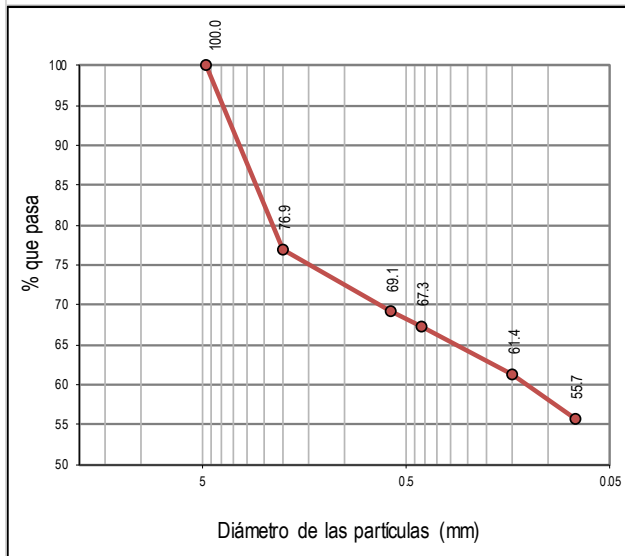
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-74-2020. (M-6)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	74.39	Nº10
0.59	64.72	Nº30
0.42	62.18	Nº40
0.15	56.09	Nº100
0.074	51.39	Nº200
Fondo	51.39	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	47.5	LIMO ARENOSO CON GRAVA			ML
Límite Plástico	25-05-20	30.5	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	17	25.61	23.00	51.39	

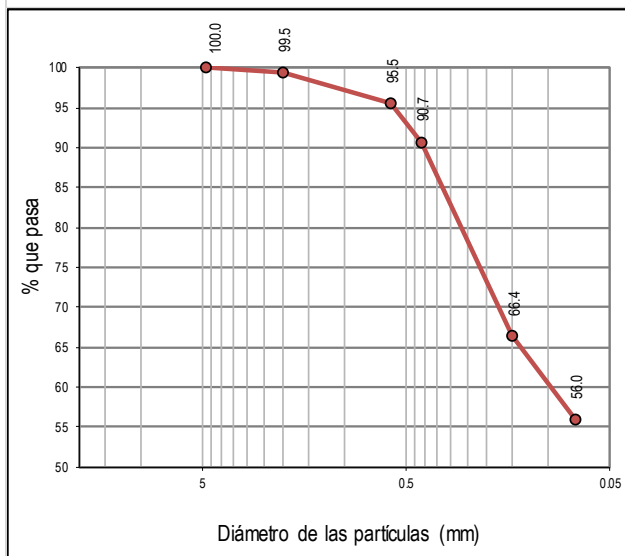
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-75-2020. (M-11)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	76.90	Nº10
0.59	69.14	Nº30
0.42	67.31	Nº40
0.15	61.37	Nº100
0.074	55.69	Nº200
Fondo	55.69	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	58	LIMO ARENOSO CON GRAVA			MH
Límite Plástico	25-05-20	40.6	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	17.4	23.10	21.21	55.69	

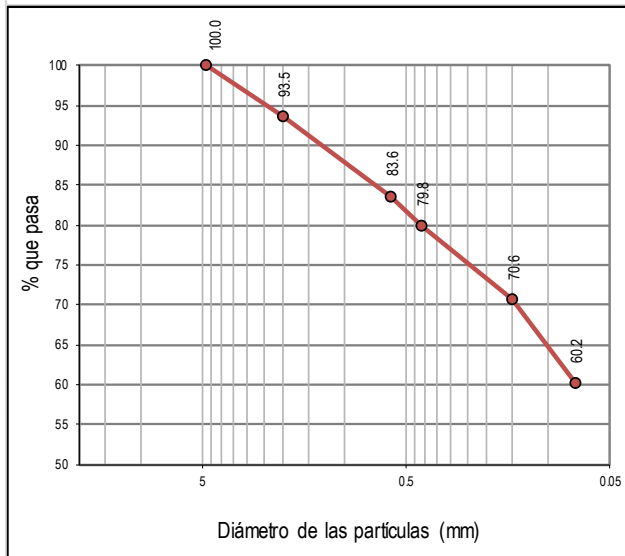
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-76-2020. (M-12)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	99.46	Nº10
0.59	95.48	Nº30
0.42	90.73	Nº40
0.15	66.44	Nº100
0.074	55.98	Nº200
Fondo	55.98	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	45	LIMO ARENOSO			ML
Límite Plástico	25-05-20	37.9	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	7.1	0.54	43.48	55.98	

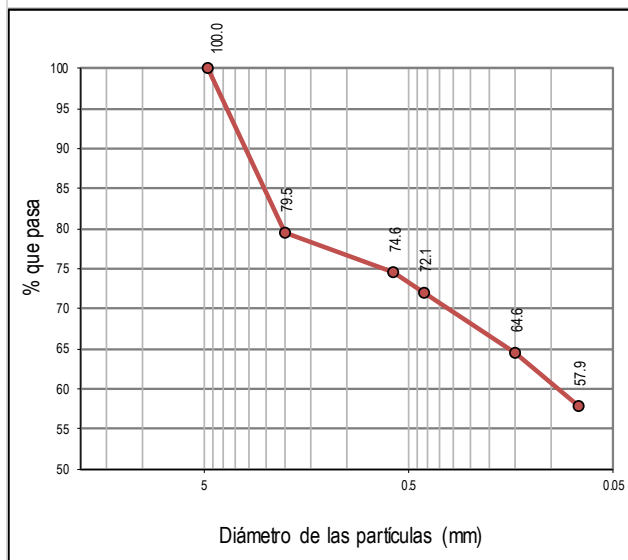
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-77-2020. (M-19)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	93.54	Nº10
0.59	83.64	Nº30
0.42	79.84	Nº40
0.15	70.64	Nº100
0.074	60.19	Nº200
Fondo	60.19	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	43.5	LIMO ARENOSO			ML
Límite Plástico	25-05-20	32.4	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	11.1	6.46	33.35	60.19	

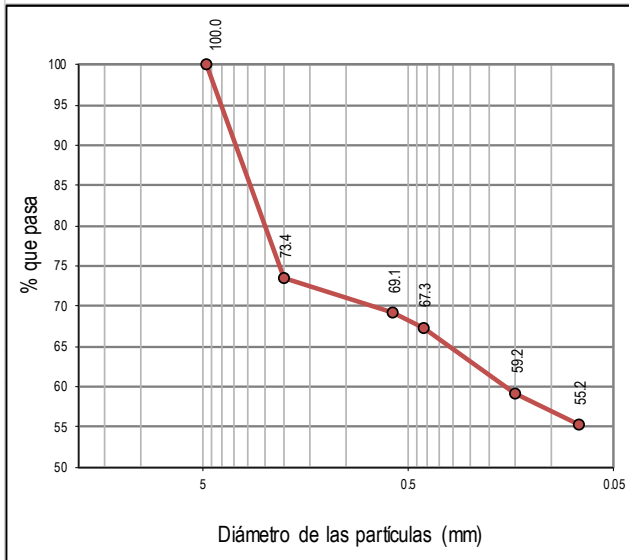
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-78-2020. (M-15)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	79.51	Nº10
0.59	74.59	Nº30
0.42	72.05	Nº40
0.15	64.56	Nº100
0.074	57.91	Nº200
Fondo	57.91	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	42.5	LIMO ARENOSO CON GRAVA			ML
Límite Plástico	25-05-20	27.1	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	15.4	20.49	21.60	57.91	

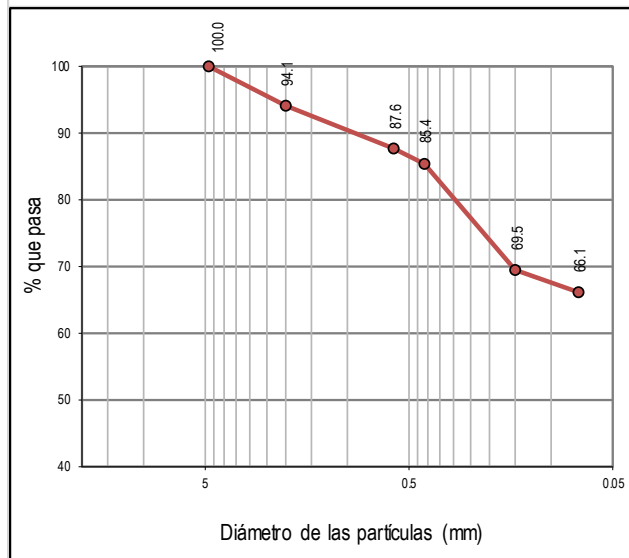
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-79-2020. (M-18)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	73.41	Nº10
0.59	69.13	Nº30
0.42	67.33	Nº40
0.15	59.16	Nº100
0.074	55.18	Nº200
Fondo	55.18	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	50.2	LIMO ARCILLOSO			ML
Límite Plástico	25-05-20	40.12	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	10.08	26.59	18.23	55.18	

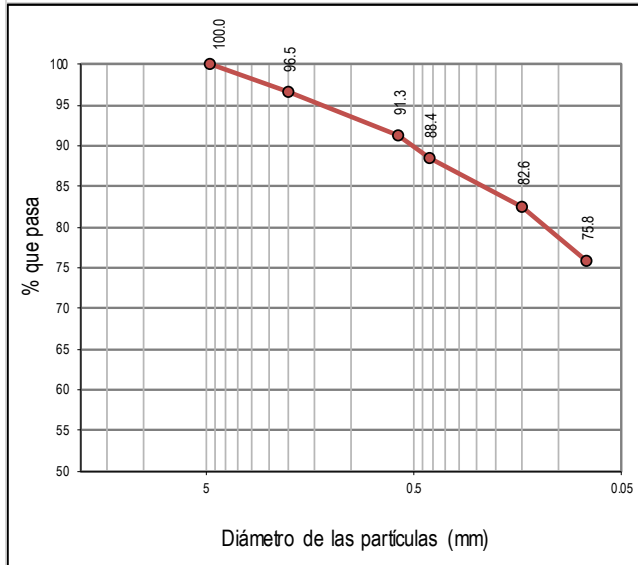
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-80-2020. (M-20)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	94.11	Nº10
0.59	87.64	Nº30
0.42	85.42	Nº40
0.15	69.45	Nº100
0.074	66.08	Nº200
Fondo	66.08	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	53.6	LIMO ARCILLOSO CON ARENA			MH
Límite Plástico	25-05-20	44.1	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	9.5	5.89	28.03	66.08	

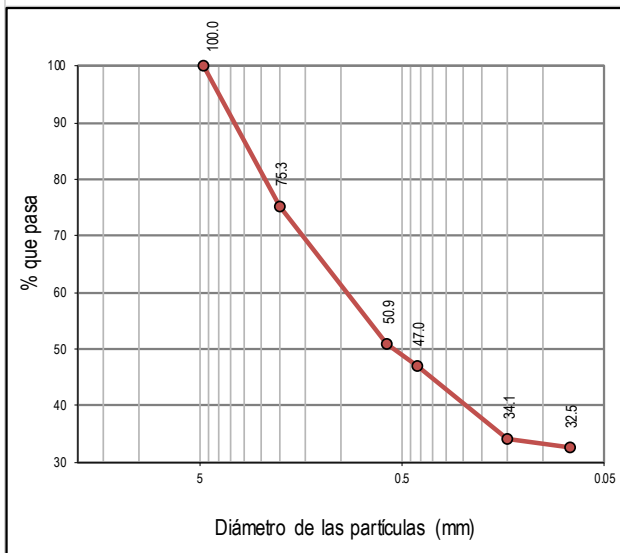
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-81-2020. (M-21)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	96.54	Nº10
0.59	91.25	Nº30
0.42	88.42	Nº40
0.15	82.58	Nº100
0.074	75.84	Nº200
Fondo	75.84	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	48.5	LIMO ARENOSO			ML
Límite Plástico	25-05-20	31.2	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	17.3	3.46	20.70	75.84	

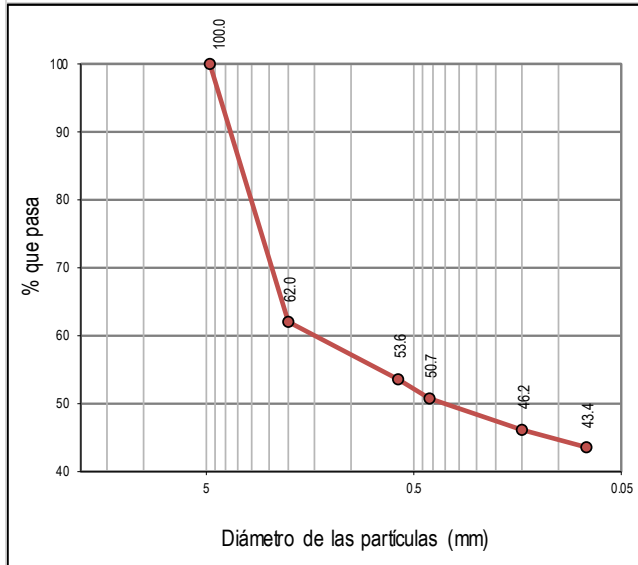
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-82-2020. (M-22)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	75.29	Nº10
0.59	50.86	Nº30
0.42	47.00	Nº40
0.15	34.11	Nº100
0.074	32.45	Nº200
Fondo	32.45	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	53.1	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA			SC
Límite Plástico	25-05-20	49	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	4.1	24.71	42.84	32.45	

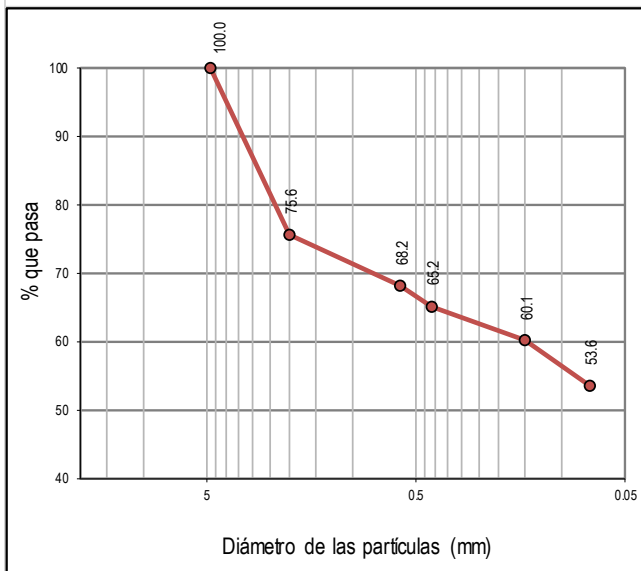
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-83-2020. (M-24)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	61.95	Nº10
0.59	53.64	Nº30
0.42	50.73	Nº40
0.15	46.16	Nº100
0.074	43.41	Nº200
Fondo	43.41	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	47	LIMO GRAVOSO CON ARENA			ML
Límite Plástico	25-05-20	38.1	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	8.9	38.05	18.54	43.41	

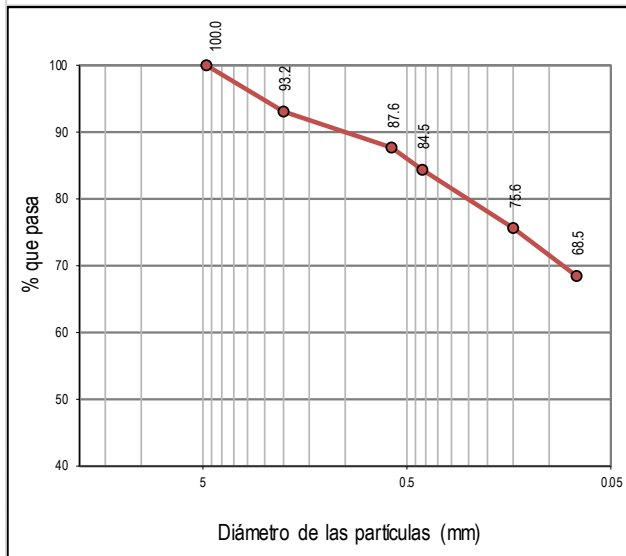
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-84-2020. (M-25)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	75.61	Nº10
0.59	68.16	Nº30
0.42	65.21	Nº40
0.15	60.09	Nº100
0.074	53.62	Nº200
Fondo	53.62	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	49.2	LIMO ARENOSO			ML
Límite Plástico	25-05-20	40.2	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	9	24.39	21.99	53.62	

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS MUESTRA ENSG-85-2020. (M-26)



Tamices ASTM (mm)	Pasa muestra total (%)	ASIG.
101.6		4"
50.8		2"
25.4		1"
19.1		3/4"
12.7		1/2"
4.75	100.00	Nº4
2	93.21	Nº10
0.59	87.64	Nº30
0.42	84.52	Nº40
0.15	75.61	Nº100
0.074	68.54	Nº200
Fondo	68.54	

RESULTADO DEL ENSAYO	Fecha finalización	Resultado	RESULTADO DEL ENSAYO			Clasificación SUCS
Límite Líquido	25-05-20	51.2	LIMO ARCILLOSO CON ARENA			MH
Límite Plástico	25-05-20	44	% Gravas	% Arenas	% Finos	
Índice de plasticidad	25-05-20	7.2	6.79	24.67	68.54	

-----UL-----