1.2 DATOS DE HIDROLOGÍA BÁSICA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

1.2.2 DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Fabio Allín Jiménez García, Licenciado en Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, incorporado el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, con el código ICO- 15693 e inscrito como consultor individual ante SETENA con el número de registro CI-059-2007-SETENA, soy responsable de los contenidos y alcances del informe Hidrológico, elaborado como parte de los documentos de evaluación Ambiental para el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA.

FIRMADO ORIGINAL

_____

Fabio Allín Jiménez García
ICO-15693
CI-059-2007-SETENA

1.2.3. contenido

1.2.3. CONTENIDO 2
1.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS 3
1.2.5. INTRODUCCIÓN: 5
1.2.6. Trabajo realizado 7
1.2.6.1 Zona de vida 7
1.2.6.2 Metodología de cálculo hidrológico 7
1.2.6.3 Memoria de cálculo hidrológica 8
1.2.6.4 Parámetros hidráulicos utilizados: 14
1.2.7. RESULTADOS HIDROLÓGICOS OBTENIDOS 16
1.2.7.1 Caudal neto aportado 16
1.2.8. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES HIDROLÓGICAS: 21
1.2.8.1 Evaluación de resultados 21
1.2.8.2 Recomendaciones 22
1.2.8.3 Conclusiones 22
1.2.9. GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO: 22
1.2.9.1 Grados de incertidumbre: 22
1.2.9.2 Alcance del estudio: 23
1.2.10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: 24
1.2.11. ANEXOS 25

1.2.4 Resumen de resultados

El análisis de la capacidad hidráulica del receptor de las aguas pluviales del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES SEDE NICOYA, UNA se mantuvo en tres secciones de análisis ubicadas sobre el cauce del escurridero superficial que atraviesa la propiedad.

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el aumento de caudal generado por el cambio en el uso de suelo en la porción de la finca donde se desarrollará el proyecto significa un porcentaje de aumento máximo de 102%, no obstante este aumento solo representa el 1.33% sobre el total de la cuenca.

Analizando los resultados del apartado 1.2.7.2 se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar el agua generada en la cuenca para un periodo de retorno de 50 años. Esto es coincidente con lo observado en el sitio. El único factor de riesgo es la alcantarilla existente en la ruta nacional que representa una obstrucción al flujo normal del agua en el cauce, no obstante es evidente que, aun bajo estas condiciones, la sección hidráulica del cauce es suficiente para manejar los caudales generados por la cuenca con su cobertura actual.

Debido a que el proyecto pertenece a una cuenca de mayor tamaño que presenta problemas de inundación en la parte baja, es recomendable que el proyecto considere la implementación de sistemas de retención de aguas pluviales para aminorar su impacto sobre el cauce, esto aun cuando resulta evidente que el proyecto tiene un impacto sumamente bajo sobre las condiciones actuales de la cuenca.

A partir de los gráficos del apartado 1.2.7.2 se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar los caudales producidos por la cuenca en su situación actual más el caudal producido una vez construido el proyecto. El comportamiento hidráulico en este tramo de análisis es el siguiente, la velocidad del flujo en el cauce varía entre 2.00 m/s y 3.61 m/s, la profundidad del agua varía entre los 0.74 m y 1.28 m, el ancho superficial del agua estaría en el rango de entre los 2.23 m a los 3.10 m y el número de Froude en el tramo de análisis sería subcrítico, con excepción del sector cerca de la sección 1 donde se presenta un flujo supercrítico.

Comparando las características del flujo con respecto a las características topográficas del cauce es evidente que el cauce tiene suficiente capacidad para transitar un caudal igual al producido por un evento extremo de 50 años periodo de retorno producido por el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar todas las descargas pluviales sobre el cauce del escurridero superficial.
- Se recomienda la implementación de sistemas de retención de aguas pluviales para aminorar el impacto sobre la cuenca principal.

Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía del AP de 102%.
- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en el AP de 0.062 m^3/s.
- De acuerdo al análisis presentado el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA debe descargar sus aguas pluviales por arriba de 1.30 m con respecto al fondo del cauce para evitar cualquier afectación a su infraestructura.
- El proyecto **NO** se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

1.2.5. Introducción:

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón de Nicoya, la entrada a la propiedad estará ubicada aproximadamente 400 m sureste del Campo de aterrizaje, camino a Curime, en dirección Nicoya – Sámara. Tiene acceso por la ruta nacional, pues colinda directamente frente a calle pública.

El cuerpo de agua que sería afectado por el proyecto de manera inmediata sería la cuenca de Quebrada Matabuey, dicha cuenca está compuesta por la Quebrada Matabuey y algunas zonas que descargan directamente a la quebrada. La extensión de esta cuenca es de 379.35 ha y presenta elevaciones que van desde los 100 m.s.n.m hasta los 419 m.s.n.m; con una topografía que se puede considerar quebrada en menos del 20%, el resto del área presenta zonas planas o muy planas, es ésta justamente el área donde se desarrollará el proyecto.

Dadas las dimensiones de la cuenca de Quebrada Matabuey se puede afirmar que ésta es una cuenca pequeña y que forma parte de un sistema fluvial mucho más complejo, dentro de este concepto se puede anotar que la cuenca de Quebrada Matabuey forma parte de la cuenca de Río Grande y esta a su vez es el principal afluente de la cuenca del Río Morote que es el que finalmente descarga todas las aguas de la zona en el Golfo de Nicoya

El área de la cuenca de Quebrada Matabuey es muy pequeña y a su vez el AP representa solo un 1.38% del área de la cuenca directamente afectada, además no se reportan problemas de inundación en la zona del desarrollo. Debido a lo anterior se considera que no es necesario incluir un análisis mayor de las cuencas del Río Grande y Morote, pues estas cuencas tienen áreas de cientos de kilómetros cuadrados y por ende la influencia del proyecto dentro de sus comportamientos generales es despreciable.

En el mapa 7.4.1 se incluye la definición de la cuenca directamente afectada por el AID, la ubicación de Quebrada Matabuey y la composición topográfica de la zona según la hoja cartográfica 1:50 000 Matambú del Instituto Geográfica Nacional. Además se incluye la definición de una microcuenca compuesta principalmente por escurrideros superficiales, que es la que al final el proyecto afecta directamente, por lo tanto debe ser tomada en cuenca en los análisis de diseño pluvial del futuro proyecto.

El tamaño de las obras a realizar es variable, sin embargo se espera que al final del proceso de construcción se tenga un impacto directo en 0.2856 ha. En algunas zonas podría haber cambios ligeros, al cambiar pastos por césped (sobre todo por mejoras una vez terminado el proceso constructivo), sin embargo estos cambios no implican un aumento de la escorrentía directa, por lo tanto no se consideró dentro de los cálculos. En la actualidad la zona donde se desarrollará el proyecto no presenta ningún tipo de desarrollo comercial, ni habitacional, además el terreno donde se ubicará tiene una topografía que se puede considerar como ligeramente, con una inclinación media cerca del escurridero superfical. La extensión total del lote es de 10.8008 ha, sin embargo se estima que el área de impacto directo será de 0.2856 ha.

Por último, en la actualidad el AP presenta una cobertura vegetal entre regular y muy buena, en su mayoría se puede observar una cobertura boscosa de mediana densidad y zonas de malezas y

repastos. En la visita al sitio se observaron zonas de suelo con características similares a la arcilla o en algunos casos a un limo. Como se mencionó anteriormente la propiedad es atravesada por un escurridero superficial de pequeño tamaño y en éste se pretende descargar las aguas pluviales.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización hidrológica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas a él, con esto se pudo reconocer algunas características de la zona (topografía, características de la vida vegetal y del clima, propiedades hidráulicas del cauce receptor, entre otros).

Además de la visita, se realizó una recolección de datos hidrológicos y topográficos de la zona, esto con el fin de poder realizar una modelación hidrológica que sea representativa del área en estudio.

Objetivo del estudio

El fin de este trabajo es determinar el impacto que podría causar la construcción de la infraestructura del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA, con un área total aproximada de 0.2856 ha.

Metodología aplicada

La metodología utilizada en este trabajo puede ser descrita en tres etapas principales. La primera etapa consistió en recabar la mayor cantidad de información sobre el régimen de precipitaciones de la zona en cuestión, esto con el fin de determinar, más adelante, el caudal producido por el proyecto y por las diferentes cuencas receptoras, para un determinado periodo de retorno. La segunda etapa fue recopilar la información topográfica, que junto con la información obtenida de los mapas del Instituto Geográfico Nacional y la imagen de satélite de Google Earth proporcionó lo necesario para poder determinar factores como: tiempo de concentración, área tributaria del cuenco receptor, coeficientes de rugosidad del cauce, coeficiente de escorrentía del proyecto y de las zonas aguas arriba, entre otros. Por último se hizo calculó el porcentaje de aumento de escorrentía que el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA le produce a la microcuenca receptora y se revisó la capacidad hidráulica del cauce receptor.

1.2.6. Trabajo realizado

1.2.6.1 Zona de vida

Dada la ubicación del proyecto, la zona de vida en la que se encuentra el AID se clasifica como Bosque Húmedo Tropical (bh-T). Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Tropical presente en la zona de Nicoya presenta la particularidad de que se trata de un bosque húmedo con asociación atmosférica seca. Las confusiones con otro tipo de bosque se da debido a que estas zonas presentan un largo periodo seco y, por estar mayormente deforestadas, su condición actual tiende a parecerse un poco con el bosque seco.

El bh-T tiene un rango de precipitación entre 1950 y 3000 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24º y 25º C, mientras que la temperatura varía entre 24º y 27º C como promedio anual. El periodo efectivamente seco es muy variable, entando en el rango de 0 a 5 meses.

La vegetación natural de este bioclima está constituida por bosques relativamente altos y relativamente densos, intermedios entre lo que sería un bosque seco y un bosque muy húmedo Tropical. Su altura media es de 30 a 40 metros y posee tres estratos. La vegetación es siempreverde, excepto en la Zonas con largo periodo seco, en donde es semicaducifolia.

1.2.6.2 Metodología de cálculo hidrológico

Los datos relacionados a la hidrología de un proyecto están directamente relacionados con la metodología de cálculo que se utilizará en el análisis de la información. Para la modelación hidráulica e hidrológica del cuerpo receptor, se utilizó el método racional, este se describe de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= caudal, en m^3/s
C= coeficiente de escorrentía, adimensional
I= intensidad de lluvia, en mm/hr
A= área tributaria, en hectáreas

Para la utilización de este método se supone que la duración del evento hidrológico de diseño es igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, por lo tanto solo debería usarse en cuencas donde los tiempos de concentración sean razonablemente concordantes con las duraciones de las tormentas características de la zona, por lo tanto y como se demostrará posteriormente este método puede ser utilizado para este trabajo sin ningún inconveniente.

Para la descripción de la hidrología presente en zona del proyecto se utilizó la información y las ecuaciones de la estación Santa Cruz 74-53 presentadas en el estudio “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”, elaborado por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicado en 2012.

El tiempo de concentración se define como "El tiempo de flujo de una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto en donde se desea estimar el caudal" (Koller, 1977). Por definición, el tiempo de concentración es igual a la suma de los tiempos que el agua tarda en atravesar las diferentes secciones antes de llegar al punto de salida.

Para este efecto, el tiempo de concentración para cuencas naturales se emplea la fórmula de Kirpich (Koller, 1977), dado por:

$$t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$$

Donde:
t_c= tiempo de concentración, en minutos
L= longitud del canal principal de drenaje, en pies
S= pendiente promedio de la cuenca, valor adimensional.

La microcuenca en estudio y sus partes se muestran en el Mapa 7.4.1 (presente al final del documento), ésta se definió a partir de la topografía de curvas de nivel cada 20 metros presente en la hoja cartográfica 1:50 000 Matambú.

Cuadro 1:
Parámetros de la microcuenca de escurridero superficial.

Parámetro	Dimensión
Longitud del cauce	828.56 m ó **2718 ft**
Altura máxima (m.s.n.m.)	350
Altura mínima (m.s.n.m.)	130
Pendiente promedio (cauce)	26.55%
Area	20.7032 ha

1.2.6.3 Memoria de cálculo hidrológica

1.2.6.3.1 Tiempo de concentración

Utilizando la fórmula de Kirpich y los datos presentados anteriormente se tiene:

Tiempo de concentración para escurridero superficial

$$t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$$
$$t_c = 0.0078 (2718)^{0.77} (0.2655)^{-0.385}$$
$$t_c = 5.73 \min$$

El tiempo de concentración está ligado estrechamente a la magnitud de la intensidad de la lluvia utilizada para el análisis de capacidad. Por lo tanto y como se muestra a continuación, un mismo tiempo de concentración puede generar diferentes intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

1.2.6.3.2 Periodos de retorno e intensidades de lluvia

Para el cálculo de las intensidades de lluvia se utilizaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, el tiempo de concentración calculado anteriormente y la información del Instituto Meteorológico de Costa Rica (ecuación descriptiva de la Curva IDF para la estación Santa Cruz 74-53).

Ecuación IDF para la estación Santa Cruz 74-53:

$$I = 184.4 * \frac{T^{0.108}}{D^{0.247}}$$

Donde:

I = Intensidad (mm/hr)
T = Periodo de retorno (años)
D = Duración (minutos)

Con base en la información de la ecuación IDF anterior y el tiempo de concentración del punto 1.6.2.3.1 se pudo calcular las intensidades de lluvia utilizadas en los modelos hidráulicos.

Cuadro 2:
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno
sobre escurridero superficial.

Periodos de retorno (años)	**Intensidad de lluvia (mm/hr)**
2	83.10
5	91.75
10	98.88
25	109.17
50	117.65

1.6.2.3.3 Coeficiente de escorrentía

Este dato determina la cantidad de precipitación que se convertirá en escorrentía directa, debido a factores como: tipo de precipitación, radiación solar, temperatura ambiente, topografía, geología local, evaporación e intercepción.

En los siguientes Cuadros se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro 3:
Coeficientes de escorrentía para diferentes coberturas y tipos de suelo.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coeficientes de escorrentía método racional. Tomada de *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008.*

Cuadro 4:
Coeficientes de escorrentía para varias áreas.

Tipo de área	C
Comercial	
Área central	0,70-0,95
Área de barrio	0,50-0,70
Residencial (urbana)	
Área familiar individual	0,30-0,50
Multifamiliar separada	0,40-0,60
Multifamiliar unida	0,60-0,75
Residencial (suburbana)	0,25-0,40
Áreas de apartamentos	0,50-0,70
Industrial	
Liviana	0,50-0,80
Pesada	0,60-0,90
Parques, cementerios	0,10-0,25
Lugares de juego	0,20-0,35
Patios de ferrocarriles	0,20-0,40
Áreas no mejoradas	0,10-0,30

Coeficientes de escorrentía para varias áreas. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Cuadro 5:
Coeficientes de escorrentía para varias superficies.

Tipo de Superficie	**C**
Techos a prueba de agua	0,70-0,90
Calles con cemento asfáltico	0,85-0,90
Calles con cemento Pórtland	0,80-0,95
Aceras y parqueaderos pavimentados	0,75.0,85
Aceras y parqueaderos con grava	0,15-0,30
Suelos arenosos, prados	
2% de pendiente	0,05.0,10
2-7% de pendiente	0,10-0,15
> 7% de pendiente	0,15-0,20
Prados, suelos pesados	
2% de pendiente	0,13-0,17
2-7% de pendiente	0,18-0,22
> 7% de pendiente	0,25-0,35

Coeficientes de escorrentía para varias superficies. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Con base en los Cuadros 3, 4 y 5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la cuenca estaría basado en dos tipos de cobertura:

Techos, uso urbano: compuestas en su mayoría por calles, techos, edificios y pequeñas zonas verdes (se puede clasificar entre comercial y residencial y debido a que la densidad de construcción es baja solo se consideró utilizar un C=0.85, 1.25 ha, Cuadro 4).

Pastos, vegetación ligera y árboles dispersos: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 2% y 7%, por lo tanto se consideró una pendiente promedio del 5%, además se consideró un suelo con características entre permeables y semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según Cuadro 3 de C = 0.42, 19.45 ha.

Cuadro 6.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía para la cuenca del Quebrada Matabuey.

Cuenca	**Area (ha)**	**C**	**A x C**
Techos, urbano	1.25	0.85	1.06
Pastos, vegetación ligera y árboles dispersos	19.45	0.42	8.17
Total ponderado	**20.70**	**0.446**	**9.23**

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

El coeficiente de escorrentía C en el AID del proyecto para condiciones futuras se definió a partir de los Cuadros 4 y 5 como una combinación entre Techos a prueba de agua y calle con cemento asfáltico, usándose C=0.85.

Cuadro 7.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en zona de proyecto.

Area de proyecto	**Area (ha)**	**C**
Techos y calles	0.2856	0.85
Total ponderado	**3.0464**	**0.85**

1.2.6.3.4 Caudales analizados:

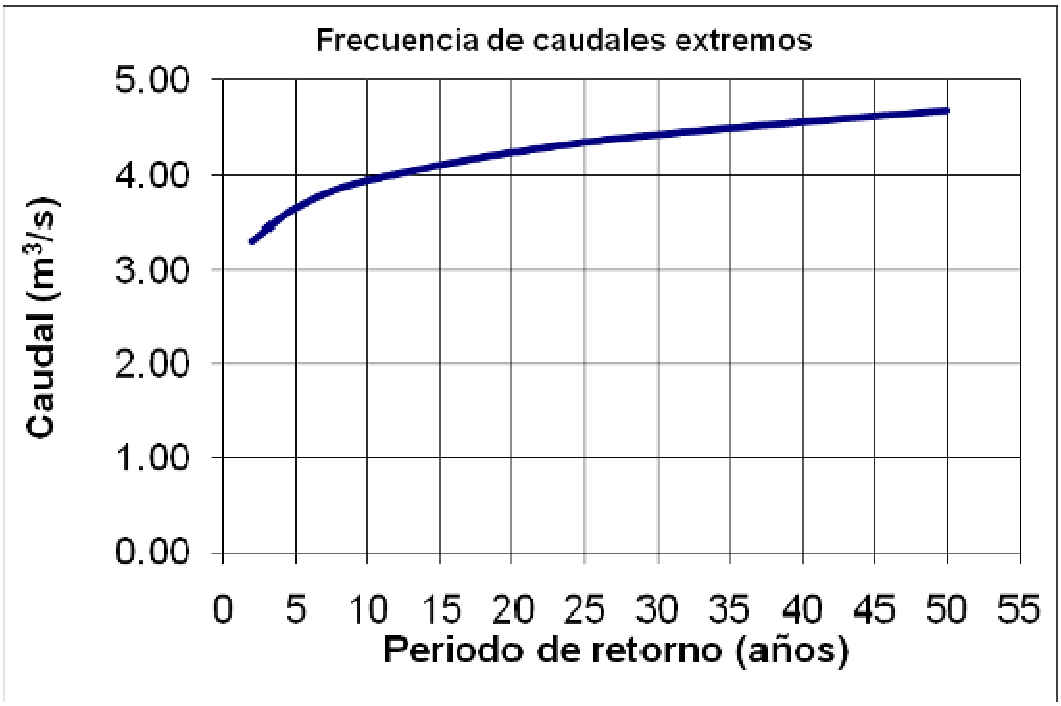
Utilizando los datos presentados anteriormente y utilizando la fórmula del método racional, se obtienen los siguientes datos.

Cuadro 8.
Caudales estimados en escurridero superficial antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.4460	129.12	20.7032	3.312
5	0.4460	142.56	20.7032	3.657
10	0.4460	153.64	20.7032	3.941
25	0.4460	169.62	20.7032	4.351
50	0.4460	182.80	20.7032	4.689

Lo anterior se puede expresar a manera de gráfico de la siguiente forma:

Gráfico 1.
Curva de frecuencia de caudal obtenida para la cuenca estudiada.



1.2.6.4 Parámetros hidráulicos utilizados:

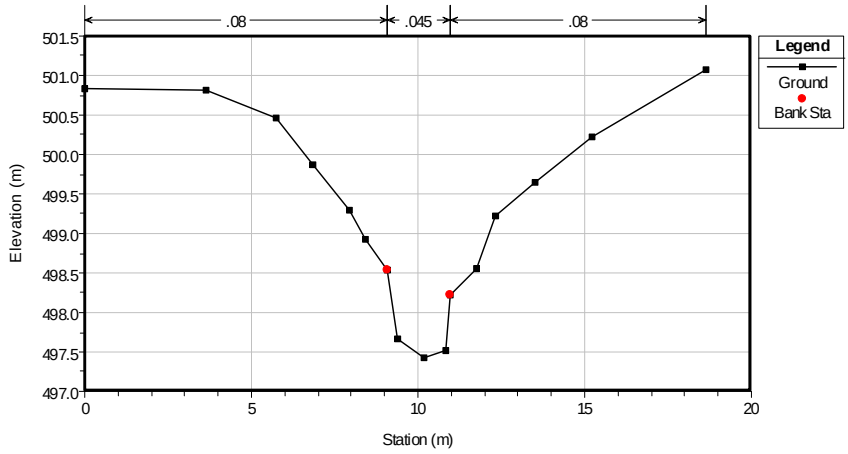
Para la modelación del tránsito de las avenidas máximas en la cuenca en estudio, se utilizó la metodología de cálculo utilizada en el programa HEC-RAS 3.1.3, esta metodología utiliza básicamente 3 tipos de información, las cuales son las siguientes:

-Información de la topografía del cauce.
-Magnitud de los caudales para las diferentes avenidas máximas. (Ver 2.2.4)
-Coeficientes de rugosidad, tanto del cauce como de las zonas cercanas a este.

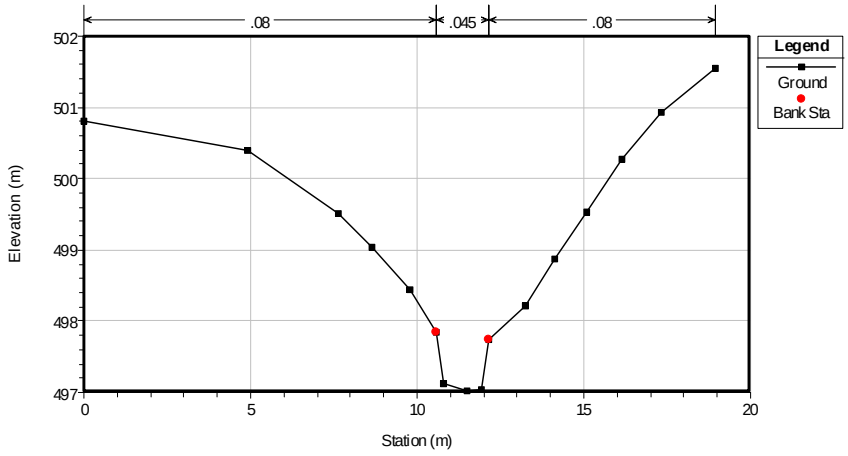
1.2.6.4.1 Topografía general del cauce

Para la modelación hidráulica se utilizaron 3 cortes transversales hechos sobre el cauce analizado.

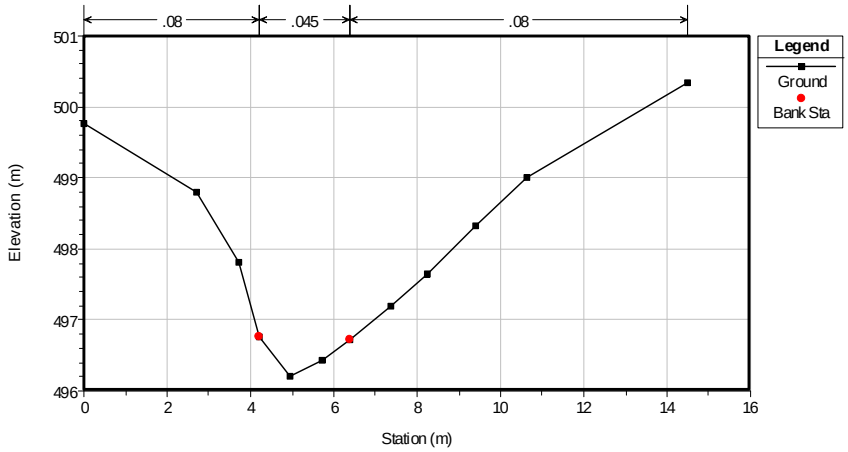
Sección 3



Sección 2



Sección 1



1.2.6.4.2 Coeficientes de rugosidad

La determinación de los coeficientes de rugosidad se hizo con base a la información recopilada durante la inspección al sitio; esto unido al uso de Cuadros ya establecidas para el cálculo de los coeficientes de rugosidad da como resultado los siguientes datos:

Coeficiente de rugosidad para el cauce (n=0.035): corrientes naturales, con rocas y matorrales, además con secciones ineficientes.

Coeficiente de rugosidad para los bordes (n=0.070): árboles de pequeño fuste, matorrales dispersos y maleza.

1.2.7. Resultados hidrológicos obtenidos

1.2.7.1 Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA el aumento en el coeficiente de escorrentía en las zonas donde no se construirá nada será nulo; sin embargo el área de cambio en las condiciones de impermeabilización será aproximadamente igual al 2.64% del área total del lote. Otro punto importante a tomar en cuenta es que para el cálculo de la diferencia de caudal producido por el proyecto se tomará como tipo de cobertura actual la cobertura compuesta en su mayoría por pastos, vegetación ligera y árboles dispersos con pendientes entre 2% y 7% y suelo entre permeable y semipermeable.

De esta manera se mantendrá el coeficiente de escorrentía promedio calculado anteriormente para las condiciones actuales, se tomará el área de intervención del proyecto (0.2856 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la microcuenca donde se ubica el lote se calculará los caudales producidos actualmente por esa fracción de la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras. Es importante hacer notar que los coeficientes de escorrentía de la cuenca, son diferentes a los coeficientes del área de proyecto debido principalmente a que el tipo de cobertura en ambos casos es diferente.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA; después del análisis hecho a estas futuras construcciones se determinó que su influencia en el comportamiento general del cuenco receptor seleccionado de agua pluvial del proyecto es despreciable. Los datos de escorrentía directa del área de proyecto se calcularon por medio de la fórmula del método racional y se presentan en los siguientes Cuadros:

Cuadro 9.
Caudales estimados en el área de proyecto por intervenir antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.42	129.12	0.2856	0.043
5	0.42	142.56	0.2856	0.047
10	0.42	153.64	0.2856	0.051
25	0.42	169.62	0.2856	0.057
50	0.42	182.80	0.2856	0.061

Cuadro 10.
Caudales estimados en el área de proyecto por intervenir después de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.85	129.12	0.2856	0.087

5	0.85	142.56	0.2856	0.096
10	0.85	153.64	0.2856	0.104
25	0.85	169.62	0.2856	0.114
50	0.85	182.80	0.2856	0.123

Cuadro 11.
Caudales extra generados por el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA, en el área de proyecto.

Tipo de desarrollo	**Periodo de retorno (años)**				
	2	**5**	**10**	**25**	**50**
Sin desarrollar (C=0.42)[m^3/s]	0.043	0.047	0.051	0.057	0.061
Desarrollado (C=0.85) [m^3/s]	0.087	0.096	0.104	0.114	0.123
Diferencia de caudal [m^3/s]	0.044	0.049	0.052	0.058	0.062
Diferencia porcentual %	**102**	**102**	**102**	**102**	**102**

La diferencia de caudal mostrada en el Cuadro anterior debe ser sumada a los caudales calculados en el apartado 1.2.6.3.4. Además se puede observar que el aumento en la escorrentía en el área de intervención del proyecto es de aproximadamente 102%.

Sin embargo el desarrollo del proyecto solo representa un aumento sobre las condiciones de la microcuenca analizada de 1.33%, este porcentaje se calculó dividiendo la diferencia de caudal máximo entre el caudal máximo de la microcuenca antes de proyecto (punto 1.2.6.3.4) para cada periodo de retorno, por ejemplo:

$$\%aumento\ cuenca = \frac{0.062}{4.689} * 100 = 1.33\%$$

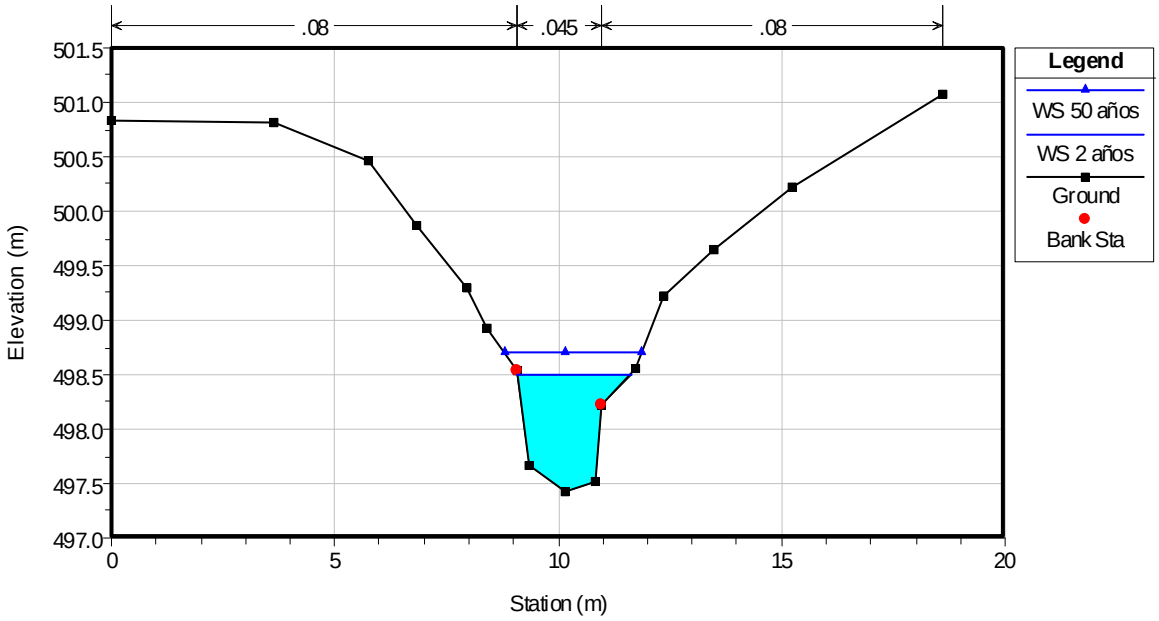
Se debe anotar que las intensidades de lluvia utilizadas en los cálculos son representativas solo en el marco de un análisis de la microcuenca estudiada, lo anterior porque es en la condición crítica de la cuenca donde se puede dar la mayor afectación por parte del proyecto y no así cuando se da la situación crítica solo en el área de proyecto.

1.2.7.2 Análisis del cauce receptor:

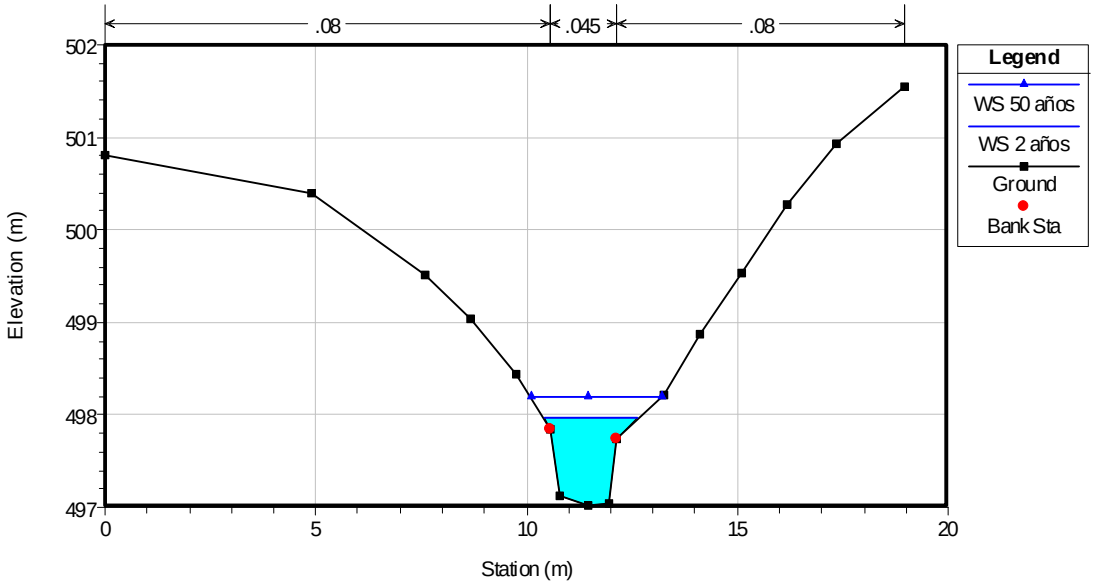
Con el fin de determinar la influencia de la futura construcción del proyecto en el comportamiento hidráulico, se realizó un modelado hidráulico unidimensional en un tramo de alrededor de 35 metros del cauce. A continuación se muestran los resultados de la revisión de capacidad hecha a dicho cauce.

Resultados del cálculo hidráulico para Escurridero superficial, Caudal transitado de **3.356 m^3/s y 4.751 m^3/s**,
Periodos de retorno = **2 años y 50 años**

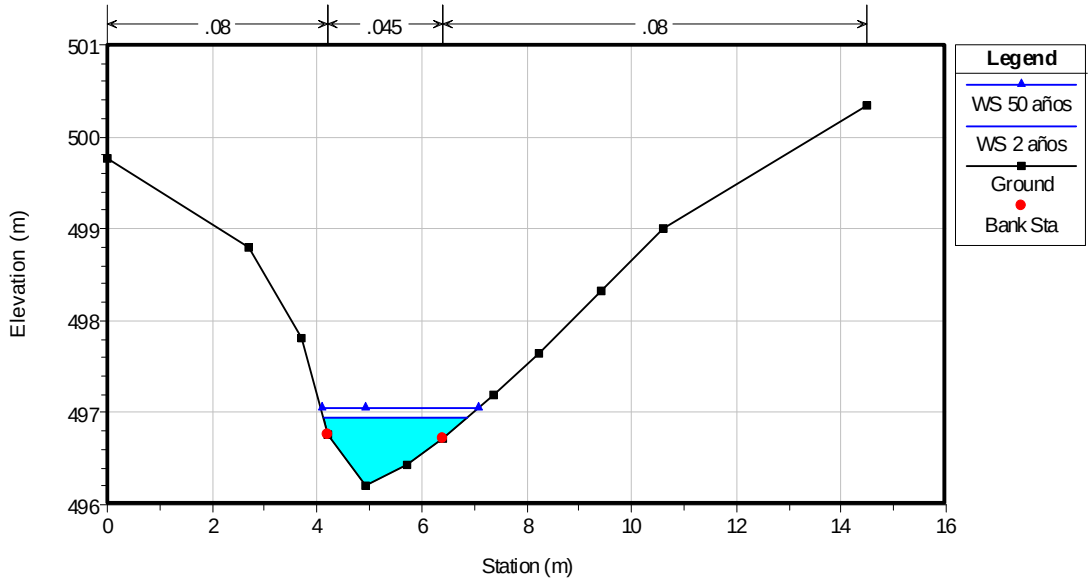
Sección 3



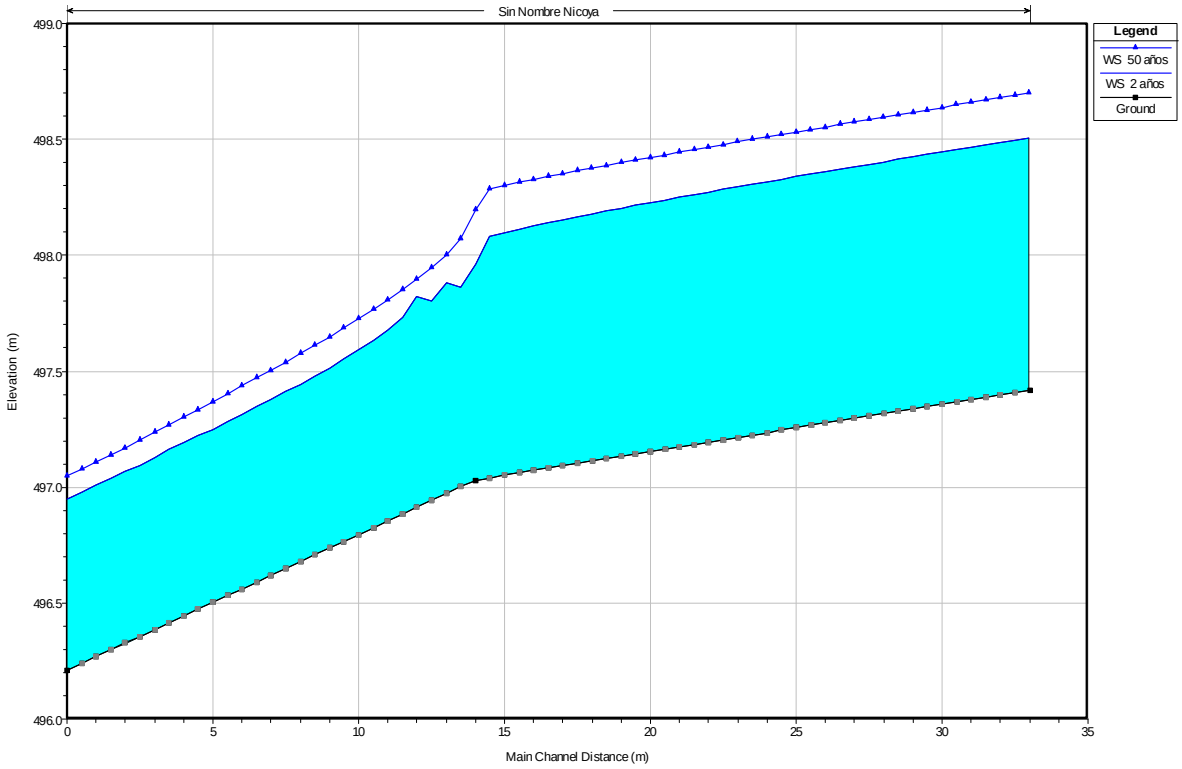
Sección 2



Sección 1



Perfil longitudinal del flujo del agua sobre el cauce analizado.



Cuadro 12.
Cuadro de resultados de la modelación hidráulica elaborada en HEC-RAS.

Sección	Periodo retorno (años)	Elevación del agua (m)	Línea de Energía (m)	Velocidad (m/s)	Profundidad Máxima (m)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
1	2	498.51	498.71	2.00	1.09	2.52	0.68
1	50	498.70	498.95	2.27	1.28	3.07	0.70
2	2	497.96	498.32	2.66	0.93	2.23	0.95
2	50	498.19	498.58	2.80	1.16	3.10	0.88
3	2	496.95	497.43	3.09	0.74	2.73	1.40
3	50	497.05	497.70	3.61	0.84	2.98	1.50

1.2.8. Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas:

1.2.8.1 Evaluación de resultados

El análisis de la capacidad hidráulica del receptor de las aguas pluviales del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA se mantuvo en tres secciones de análisis ubicadas sobre el cauce del escurridero superficial que atraviesa la propiedad.

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el aumento de caudal generado por el cambio en el uso de suelo en la porción de la finca donde se desarrollará el proyecto significa un porcentaje de aumento máximo de 102%, no obstante este aumento solo representa el 1.33% sobre el caudal total de la cuenca.

Analizando los resultados del apartado 1.2.7.2 se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar el agua generada en la cuenca para un periodo de retorno de 50 años. Esto es coincidente con lo observado en el sitio. El único factor de riesgo es la alcantarilla existente en la ruta nacional que representa una obstrucción al flujo normal del agua en el cauce, no obstante es evidente que, aun bajo estas condiciones, la sección hidráulica del cauce es suficiente para manejar los caudales generados por la cuenca con su cobertura actual.

Debido a que el proyecto pertenece a una cuenca de mayor tamaño que presenta problemas de inundación en la parte baja, es recomendable que el proyecto considere la implementación de sistemas de retención de aguas pluviales para aminorar su impacto sobre el cauce, esto aun cuando resulta evidente que el proyecto tiene un impacto sumamente bajo sobre las condiciones actuales de la cuenca.

A partir de los gráficos del apartado 1.2.7.2 se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar los caudales producidos por la cuenca en su situación actual más el caudal producido una vez construido el proyecto. El comportamiento hidráulico en este tramo de análisis es el siguiente, la velocidad del flujo en el cauce varía entre 2.00 m/s y 3.61 m/s, la profundidad del agua varía entre los 0.74 m y 1.28 m, el ancho superficial del agua estaría en el rango de entre los 2.23 m a los 3.10 m y el número de Froude en el tramo de análisis sería subcrítico, con excepción del sector cerca de la sección 1 donde se presenta un flujo supercrítico.

Con base en el conocimiento de las poblaciones locales, fundamentado en los mapas de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias y sobre todo por lo observado durante la visita al sitio, se puede afirmar que el riesgo de inundación en la zona donde se desarrollará el proyecto es inexistente o cuando mucho muy bajo. Se tienen registros de problemas de inundación en la cuenca del Rïo Grande y Morote, sin embargo dichos eventos solo han afectado a las poblaciones de Morote, Vigía y Mansión, por lo que se puede asegurar que el área de proyecto no ha sido afectada por problemas de desbordamiento.

Como se observa en el mapa 7.4.2 las zonas con registros de inundación aparecen principalmente sobre el cauce del Río Grande, y no se aprecia ningún riesgo potencial sobre el cauce de Quebrada Matabuey, esto se debe a que el cauce de Quebrada Matabuey está por lo menos 10 metros por arriba de los niveles que presentan las zonas con probabilidad de inundación.

Comparando las características del flujo con respecto a las características topográficas del cauce es evidente que el cauce tiene suficiente capacidad para transitar un caudal igual al producido por un evento extremo de 50 años periodo de retorno producido por el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

1.2.8.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar todas las descargas pluviales sobre el cauce del escurridero superficial.

- Se recomienda la implementación de sistemas de retención de aguas pluviales para aminorar el impacto sobre la cuenca principal.

1.2.8.3 Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía del AP de 102%.

- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en el AP de 0.062 m3/s.
- De acuerdo al análisis presentado el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA debe descargar sus aguas pluviales por arriba de 1.30 m con respecto al fondo del cauce para evitar cualquier afectación a su infraestructura.
- El proyecto NO se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

1.2.9. Grados de incertidumbre y alcance del estudio:

1.2.9.1 Grados de incertidumbre:

La principal fuente de incertidumbre en un estudio hidrológico resulta del análisis del la información meteorológica, pues en el estudio del Instituto Meteorológico Nacional se utilizaron estaciones automáticas que solamente cuentan con acumulados de precipitación para un máximo de 30 minutos, por lo que utilizar las curvas para tiempos superiores implica una desviación que no puede ser dimensionada en este trabajo. No obstante el tiempo de concentración de la cuenca analizada no supero los 30 minutos, por lo tanto no se estima que esto represente una desviación que afecte de manera considerable los cálculos hechos.

Otra fuente de incertidumbre, que puede influir en los resultados, es el coeficiente de rugosidad de Manning, sin embargo si se cuenta con suficiente experiencia e información sobre el tema se puede llegar a disminuir bastante la incertidumbre de este factor.

Aunque se espera que la información presentada en este informe sea correcta, las condiciones climáticas actuales y las tendencias del clima al cambio hacen que surja cierta incertidumbre de este trabajo.

Por último, aunque pueden haber discrepancias de criterio sobre los valores de los caudales obtenidos para la microcuenca de escurridero superficial, de acuerdo a los resultados obtenidos en el punto 1.2.7.2 es difícil cuestionar que el cauce en la zona analizada tiene suficiente capacidad para

transitar dichos caudales más los caudales generados por el proyecto, por lo tanto se determina que no hay posibilidad de inundación en la zona y además que el cauce tiene suficiente capacidad hidráulica.

1.2.9.2 Alcance del estudio:

Los resultados presentados en este estudio son solo aplicables para la microcuenca estudiada y hasta el punto donde se desarrolla el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA, cualquier traslado de información de la microcuenca en estudio a otra microcuenca debe realizarse con las herramientas óptimas para ese trabajo, si no es así, no debería de utilizarse la información presentada en este trabajo para definir condiciones hidrológicas de otro proyecto.

El caudal transitado por el cauce de la quebrada hasta el punto donde termina el lote del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE NICOYA, UNA, puede ser utilizado como parámetro para determinar caudales de diseño, aguas abajo de este proyecto.

1.2.10. Referencias bibliográficas:

Aparicio, F. 1992. **"Fundamentos de Hidrología de Superficie"**; Editorial Limusa; México D.F

Chow, Ven Te. 1994. **Hidrología Aplicada.** Colombia**:** Editorial McGraw-Hill.

Chow, Ven Te. 1994. **Hidráulica de Canales Abiertos.** Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

Dunne, T; Leopold, L. 1978. **"Water in Environmental Planning"**; W.H. Freeman and Company, Estados Unidos.

Jiménez García, Fabio A. 2005. "**Modelo de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial Urbanos, con una Aplicación en MS Excel**". Tesis de licenciatura, Ingeniería en Construcción, ITCR, Noviembre 2005.

Koller L. 1977. **Hidrología para Ingenieros.** Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

Martín V, Juan P. 2003. **Ingeniería de Ríos.** España: Ediciones UPC, S.L.

Murillo, Rafael. 1994. **"Estudio de Intensidades de lluvia en la cuenca del río Virilla"**. Tesis para optar por el grado de licenciatura en ingeniería civil, Universidad de Costa Rica. 1994.

Novak P., A.I.B. Moffat, C. Nalluri. 1996. **Estructura Hidráulicas.** Colombia**:** Editorial McGraw-Hill.

Robert L. Mott. 1996. **Mecánica de Fluidos Aplicada**. México: Editorial PEARSON.

Rodríguez Piña, Ernesto. 1989. "**Revisión de Métodos de Diseño Hidrológico e Hidráulico de Alcantarillas para Carreteras**". Tesis de licenciatura, Ingeniería Civil, UCR, Agosto 1989.

Rojas Morales, Nazareth 2011. **"Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas"**; Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica.

Vahrson y Alfaro. 1995. **Intensidad, Duración Y Frecuencia de Lluvias para Diferentes Zonas del País.** San José.

Vahrson W.-G., Arauz I, Chacón R., Hernández G, Mora S.1990. "**Amenaza de Inundaciones en Costa Rica; América Central, Comentarios al Mapa 1:500.000".** Informe a la Comisión de Emergencia Nacional (CNE) y al Centro de Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)

Villón Bejar, Máximo. "**Hidrología"**. Editorial Instituto Tecnológico.

1.2.11. Anexos

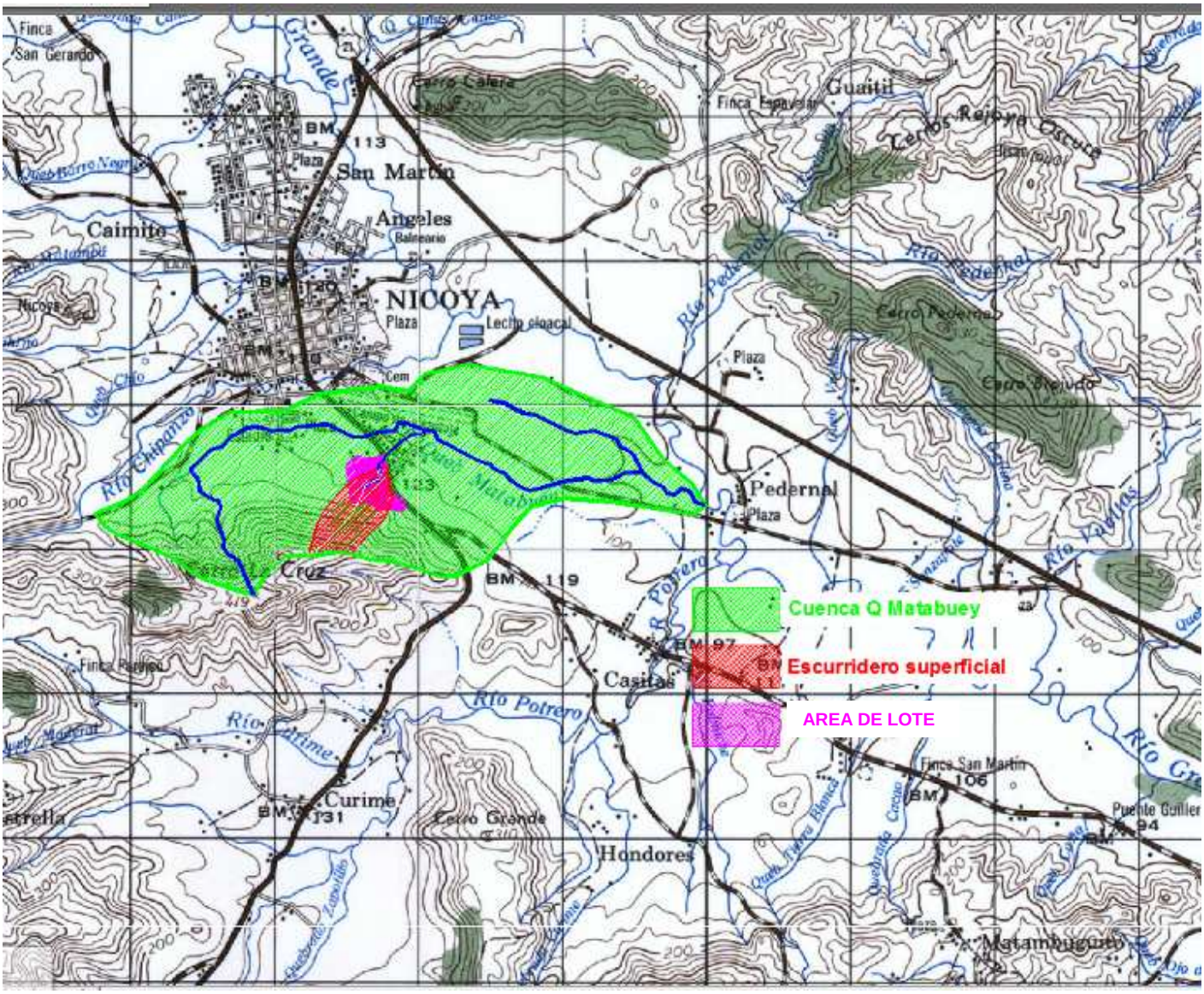
1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.

1.2.11.2 Mapa 7.4.2. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP sobre el mapa de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias.

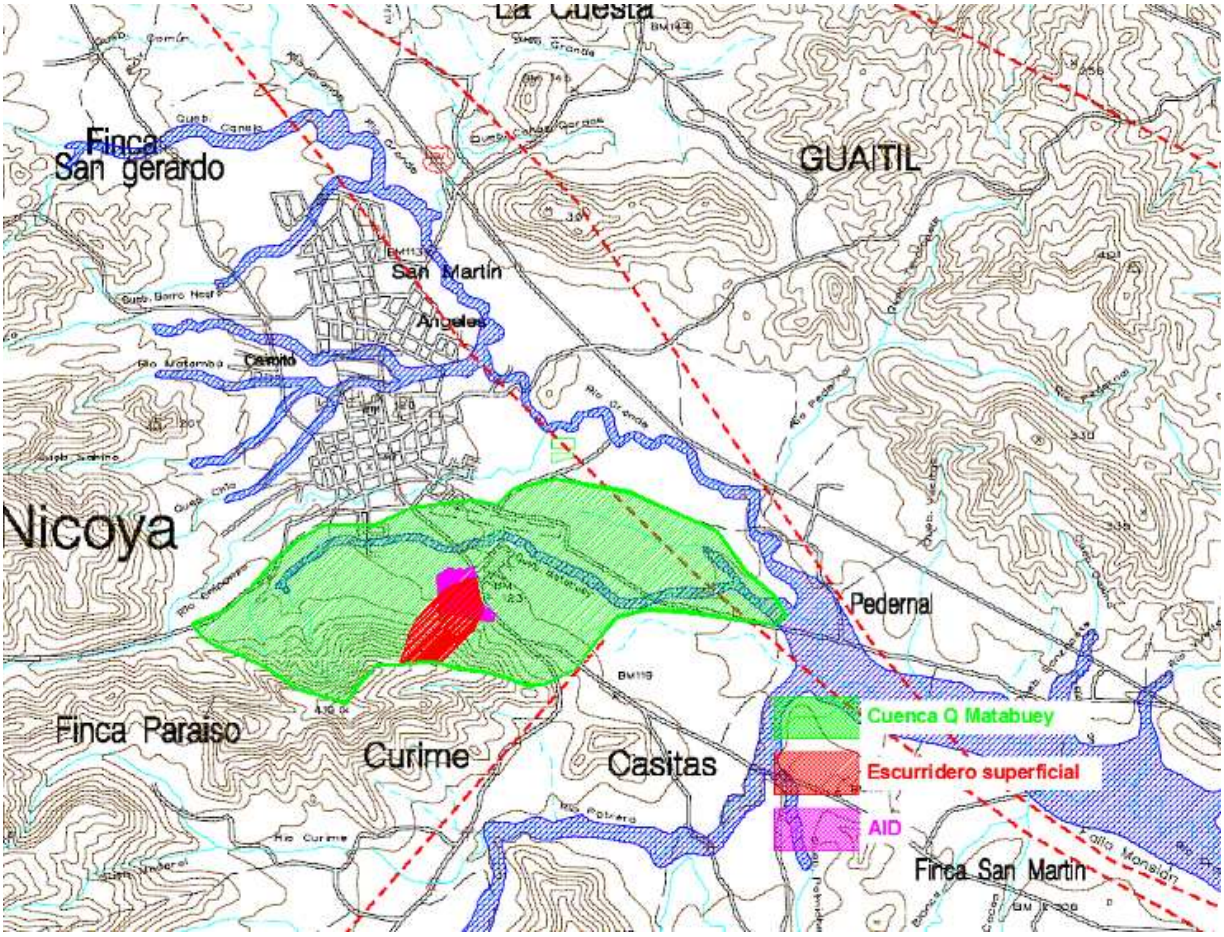
1.2.11.3 Mapa 7.4.3. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Google Earth.

1.2.11. Anexos

1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.

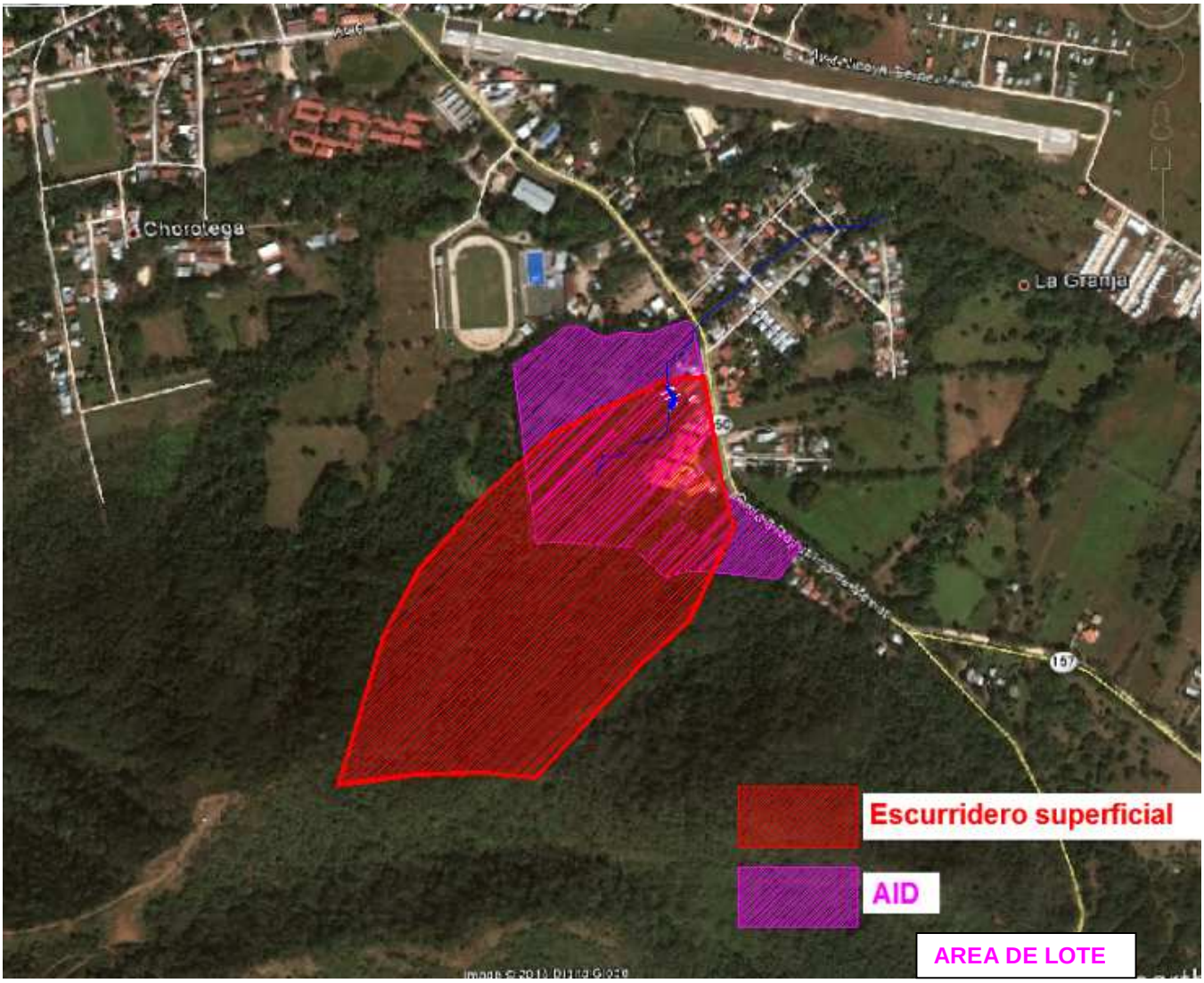


1.2.11.2 Mapa 7.4.2. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP sobre el mapa de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias.



AREA DE LOTE

1.2.11.3 Mapa 7.4.3. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Google Earth.



1.3 Certificación sobre el riesgo antrópico

1.3.1 Finalidad de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico

La certificación sobre riesgo antrópico tiene como objetivo demostrar que en el diseño de la obra a desarrollar, se ha tomado en cuenta la eventual existencia de potenciales fuentes de riesgo antrópico. Incluyendo como tales aquellas ffuentes de riesgo antrópico, localizados en el AP, en su lindero inmediato, tales como presencia de tanques de almacenamiento de gas o combustibles de diverso tipo, líneas de trasnmisión eléctrica, almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, piloductos, gasoductos; todos ellos en cantidades, volúmenes o magnitudes suficientes para que a criterio de experto del profesional, puedan ser considerados como fuentes de riesgo para la obra a desarrollar y sus ocupantes, y por lo tanto a tomar en cuenta en el diseño de la actividad.

1.3.2 Ámbito de aplicación de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La certificación sobre la consideración del riesgo antrópico deberá ser emitida para todas aquellas actividades obras o proyectos que impliquen el desarrollo de infraestructura civil que alojará personas en las mismas.

1.3.3 Responsable de la emisión de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La certifación sobre la consideración del riesgo antrópico será emitida por un profesional responsable, inscrito y vigente en el registro de consultores de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

1.3.4 Información base a tomar en cuenta para la emisión de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La definición de si dentro del AP o en su lindero inmediato se localiza una fuente de riesgo antrópico, la certificará el profesional, considerando tres criterios fundamentales y complementarios : a) la observación directa en el campo, b) la información disponible en los mapas de amenaza emitidos por la Comisión Nacional de Prevención y Atención de Desastres (CNE) y c) los datos aportados por otros profesionales que realizaran estudios técnicos complementarios en el terreno en cuestión dentro del cumplimiento del trámite de Evaluación Ambiental.

1.3.5 Referente a la forma de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

A continuación se detalla el contenido de la certificación de riesgo antrópico para el proyecto Residencias Nicoya:

San José, 20 de Enero de 2014

Señor
Ing. Uriel Juarez Baltodano
Secretario General
Secretaría Técnica Nacional Ambiental
Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

Estimado señor:

Por medio de la presente, yo Monserrat Rojas Molina, CI 002-2006, certifico que para el Proyecto **Edificio Residencias Nicoya** a ser desarrollado por la **Universidad Nacional** y que será desarrollado en la provincia de Guanacaste, cantón Nicoya, distrito Nicoya, he aplicado los criterios establecidos en la) sección IV, del anexo 5 del decreto ejecutivo Nº 32712- MINAE Manual de Instrumentos Técnicos para el proceso de Evaluación Ambiental, y no he encontrado ningún riesgo antrópico.

Atentamente,

FIRMADO ORIGINAL

_____
Geogr. Monserrat Rojas Molina
CI 002-2006
Geocad Estudios Ambientales

1.3.6 Responsabilidad profesional por la información aportada.

La suscrita Monserrat Rojas Molina, Geografa de la Universidad de Costa Rica, inscrita como consultora individual ante SETENA con el número de registro CI-002-2005-SETENA, es responsable de los contenidos y alcances de la información incluida en la certificación de riesgo antrópico , elaborado como parte de los documentos de evaluación Ambiental para el proyecto Residencias Nicoya.

CAPITULO II ESTUDIOS TECNICOS DE GEOLOGÍA BÁSICA DEL TERRENO
2.1 PROTOCOLO PARA ESTUDIO TÉCNICO DE GEOLOGÍA BÁSICA DEL TERRENO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

2.1.2 Documento de responsabilidad profesional

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado el Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en al Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de geología básica elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS NICOYA,** sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Nicoya, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

_____

Mauricio Vargas Fernández

2.1.3. Contenido

CAPITULO II. ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

2.1.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL 1

2.1.3. CONTENIDO 2

2.1.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES 3

2.1.5 INTRODUCCIÓN 4

2.1.6 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES 5

2.1.6 INTEGRACIÓN CON LOS DATOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO 11

2.1.7 GEOMORFOLOGÍA DEL AP Y ALREDEDORES 12

2.1.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOLÓGICAS 15

2.1.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO 1

2.1.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

El AP se ubica en la Península de Nicoya que constituye parte del basamento volcánico de Costa Rica. La unidad geológica superior constituye materiales limo arcillosos de color café, son suelos residuales formados a partir de la meteorización y alteración de los sedimentos coluvio aluviales al pie del cerro La Cruz. El AP y AID se ubican en la llanura aluvial del río del río Grande, afluente del río Morote, dentro de un valle en dirección NO-SE rodeado de rocas volcánicas y sedimentarias antiguas del Cretácico al Terciario. A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales, tampoco hay evidencia de estructuras. El suelo se compone de arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH), arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café con tramos arenosos (CH) y arena arcillosa de color café con grava (SC). En 3 de los 7 sondeos se detectó nivel freático a profundidades de 6m. Los alrededores del AP presentan lomas y cerros de altitud media a baja, con pendientes moderadas, constituidos por materiales del Complejo Nicoya afectados por erosión. La topografía del AP, es irregular y ondulada, tiene una pendiente hacia NE y hacia el Este es cortada por una quebrada de bajo caudal.

2.1.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Nicoya se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón deNicoya en una finca propiedad del Campus Regional de la Universidad Nacional. La entrada a la ropiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de1250 m2 y el tamaño de la propiedad es de 10 8008 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de tacotales y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional de Nicoya.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización Geológica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales y la presencia de estructuras geológicas, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y topográficos de la zona, y se recopiló la información del estudio de suelos elaborado en la finca del AP.

Objetivos

Caracterizar de manera rápida y directa la conformación geológica estructural del AP y su entorno inmediato. De acuerdo con la sección I del Manual de Evaluación de Impacto Ambiental es importante determinar a geoaptitud de AP, que se define como las limitantes técnicas o atributos técnicos positivos respecto del desarrollo de la actividad, obra o proyecto.

Metodología aplicada

La metodología utilizada fue primeramente una visita al sitio para realizar observaciones de campo, hacer un análisis de las condiciones geológicas, de la topografía y de las unidades litológicas aflorantes en el lote que constituye el AP y en el AID. Igualmente se hace una recopilación de la información obtenida del estudio de suelos en lo que respecta a las características geotécnicas del AP.

2.1.6 Unidades geológicas superficiales

GEOLOGÍA O ASPECTOS GEOLOGICOS REGIONALES

Los alrededores del AP, se caracterizan por la presencia de materiales ígneos y sedimentarios. De acuerdo con el Mapa Geológico de la Hoja Matambu, en el AP y AID predominan formaciones de depósitos Cuaternarios coluvio aluviales y en las zonas montañosas al sur, basaltos del Complejo de Nicoya (Flores, et al., 2003).

Desde el punto de vista geotectónico el AP se ubica en la Península de Nicoya, que constituye parte del basamento volcánico de Costa Rica. Son rocas de fondo oceánico que han sido cubiertas, fallas y tectonizadas a lo largo de millones de años. En sus bordes predominan otras formaciones sedimentarias más recientes. El AP se ubica además en lo que sería parte del límite de la cuenca sedimentaria del Tempisque. La figura 1 es el Mapa Geotectónico de Costa Rica donde se observa la ubicación del AP.

A continuación se presentan la descripción de la unidad litológica presente en los alrededores del proyecto. La figura 2 es un extracto del Mapa Geológico de la Hoja Matambu escala 1:50 000 elaborado por Flores et al. (2003).

Complejo de Nicoya

Según Dengo (1962), son las rocas más antiguas que afloran extensamente en la Península de Nicoya. Está formado por varias unidades de origen ígneo y sedimentario. Las rocas sedimentarias son principalmente lutitas y calizas silíceas .Las rocas ígneas son principalmente coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de gabro, diabasa y diorita (Dengo, 1962).

Astorga (1987) extiende la edad del Complejo hasta el Cretácico Superior. Divide el Complejo en 3 unidades: la primera unidad inferior es ígnea conformada por basaltos y otras rocas sedimentarias e ígneas asociadas, su edad Jurásico-Cretácico Inferior. La segunda unidad sedimentaria conformada fundamentalmente por sedimentos pelágicos silíceos cuya edad abarca del Jurásico Medio al Cretácico. La tercera unidad la extiende hasta el Cretácico Superior y está conformada por rocas ígneas como basaltos y otras rocas sedimentarias asociadas.

Basaltos y Gabros del Complejo de Nicoya

Las coladas de basalto y los aglomerados de basalto forman una de las entidades más importantes del Complejo, porque cubre áreas extensas y ocupa varios niveles estratigráficos que indican un largo período de actividad ígnea.

Los basaltos en su mayoría son “pillow lavas” que indican que se originaron en forma de coladas submarinas. Las rocas intrusivas son principalmente cuerpos hipoabisales tales como diques y sills y posiblemente pequeños stocks de diabasa y gabro y ocasionalmente de diorita (Dengo, 1962).

Según Denyer & Arias (1993), la geología de la zona, está constituida por la Unidad Matapalo o Formación Punta Conchal. Se trata de rocas de origen pelágico de grano fino a muy fino,

estratificadas en estratos desde milimétricos a centimétricos. Presentan variedad de coloraciones desde el rojo característico a verde, amarillo, etc. Generalmente se observan replegadas en pliegues cerrados hasta isoclinales. Frecuentemente se encuentran asociadas con mineralización de Mn-Fe, resultado de la alteración hidrotermal.

Depósitos Recientes Aluviales

Este material, corresponde con una mezcla heterogénea de rocas del Complejo Nicoya, arenas, radiolaritas, rocas carbonatadas, las cuales son depositadas, por la actividad erosiva fluvial. Conforman zonas con pendientes bajas y topografía plana, conforman paquetes desde centimétricos a métricos, con intercalaciones de lodos, arenas, además la presencia de las diversas litologías mencionadas anteriormente son de granulometría diversa al igual que su porcentaje.

Aspectos Geológicos Locales

La unidad geológica superior constituye materiales limo arcillosos de color café. Se trata de suelos residuales formados a partir de la meteorización y alteración de los sedimentos coluvio aluviales al pie del cerro La Cruz. El mismo está conformado por rocas de tipo basaltos del Complejo de Nicoya. Por ende todos los materiales que se encuentran conformando la geología local del AP, son el resultado de la alteración de las rocas que constituyen el Complejo Nicoya. En la foto 1, se observan las condiciones del material que predomina en la superficie del sitio.

Foto 1. Condiciones del suelo en el AP, su textura es media a fina, de color café.

Análisis estructural y evaluación

El AP y AID se ubican en la llanura aluvial del río del río Grande, afluente del río Morote, dentro de un valle en dirección NO-SE rodeado de rocas volcánicas y sedimentarias antiguas, del Cretácico al Terciario que conforman el núcleo de la Península de Nicoya y la cuenca sedimentaria del Tempisque. Este valle puede tener un origen tectónico. De acuerdo con Flores et al (2003) presenta una serie de fallas que lo cortan en sentido NE y de tipo dextral y sinestral, así como una serie de pliegues en el sector norte y noreste hacia Barra Honda y alrededores. La parte sur del

Valle conformado por rocas del Complejo de Nicoya, presenta algunos lineamientos, asociado a fallas paleotectónicas. Un caso de esos corresponde con el Cerro La Cruz al sur del AID. Su forma alargada hacia el este – oeste se debe a la presencia de un lineamiento importante (Flores et al., 2003). El valle tiene un ancho de unos 2 a 3 km y dentro de él están aceptados importantes centros de población como Nicoya, Mansión.

A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observó ninguna tendencia estructural en las rocas, además dada las características de la topografía del sitio, no hay evidencia de estructuras. Hacia el sector sur y sureste se extiende el Cerro La Cruz, el cual se conforman en apariencia por rocas de tipos basaltos del Complejo de Nicoya. Constituye un relicto de erosión. Tiene una forma alongada en sentido este oeste y una altura de más de 200m.

Mapa geológico del AP

La figura 3, corresponde con el Mapa Geológico Local del AP y AID de acuerdo con las observaciones e interpretaciones de campo realizadas en la finca del proyecto.

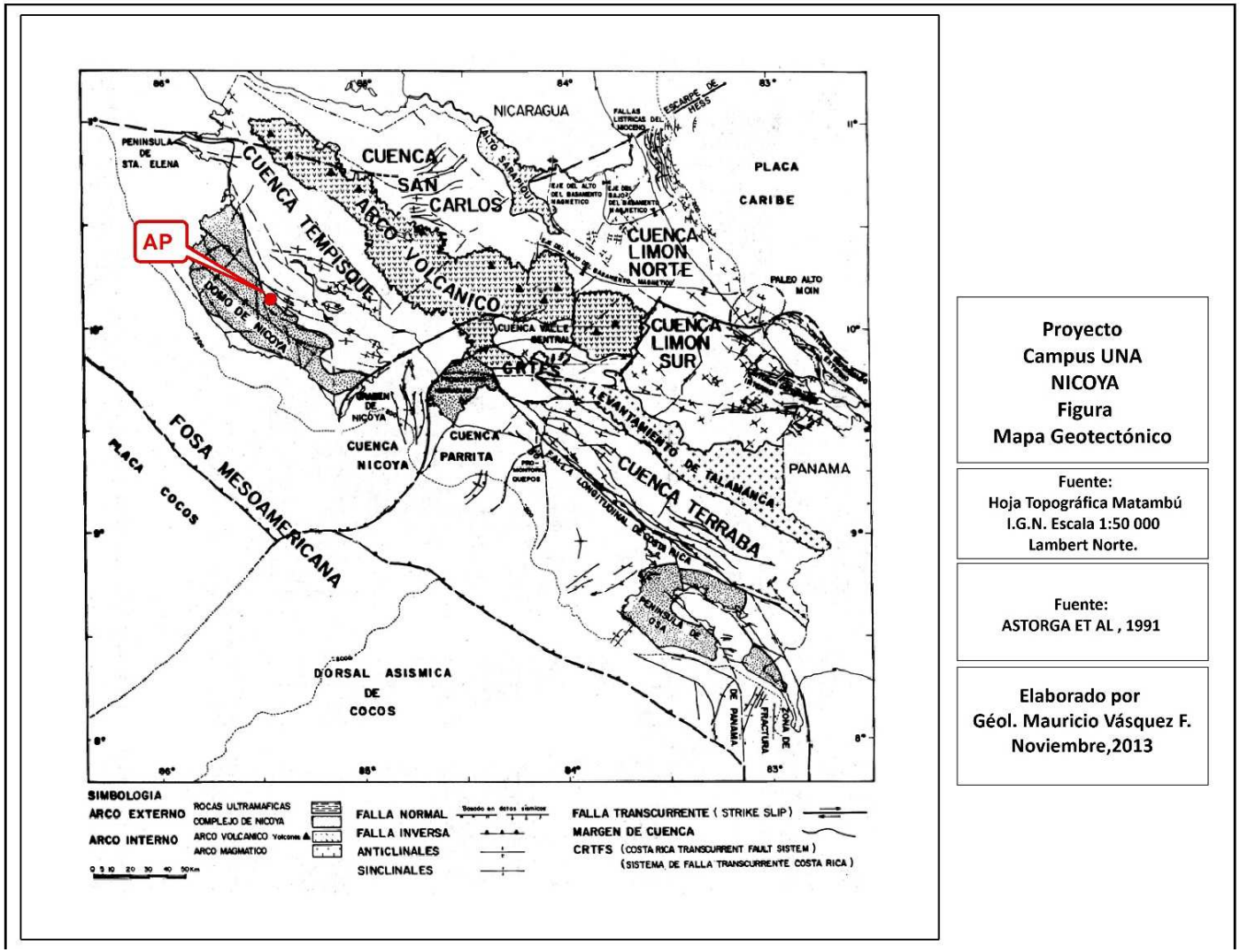


Figura 1. Mapa morfotectónico de Costa Rica y ubicación del AP.

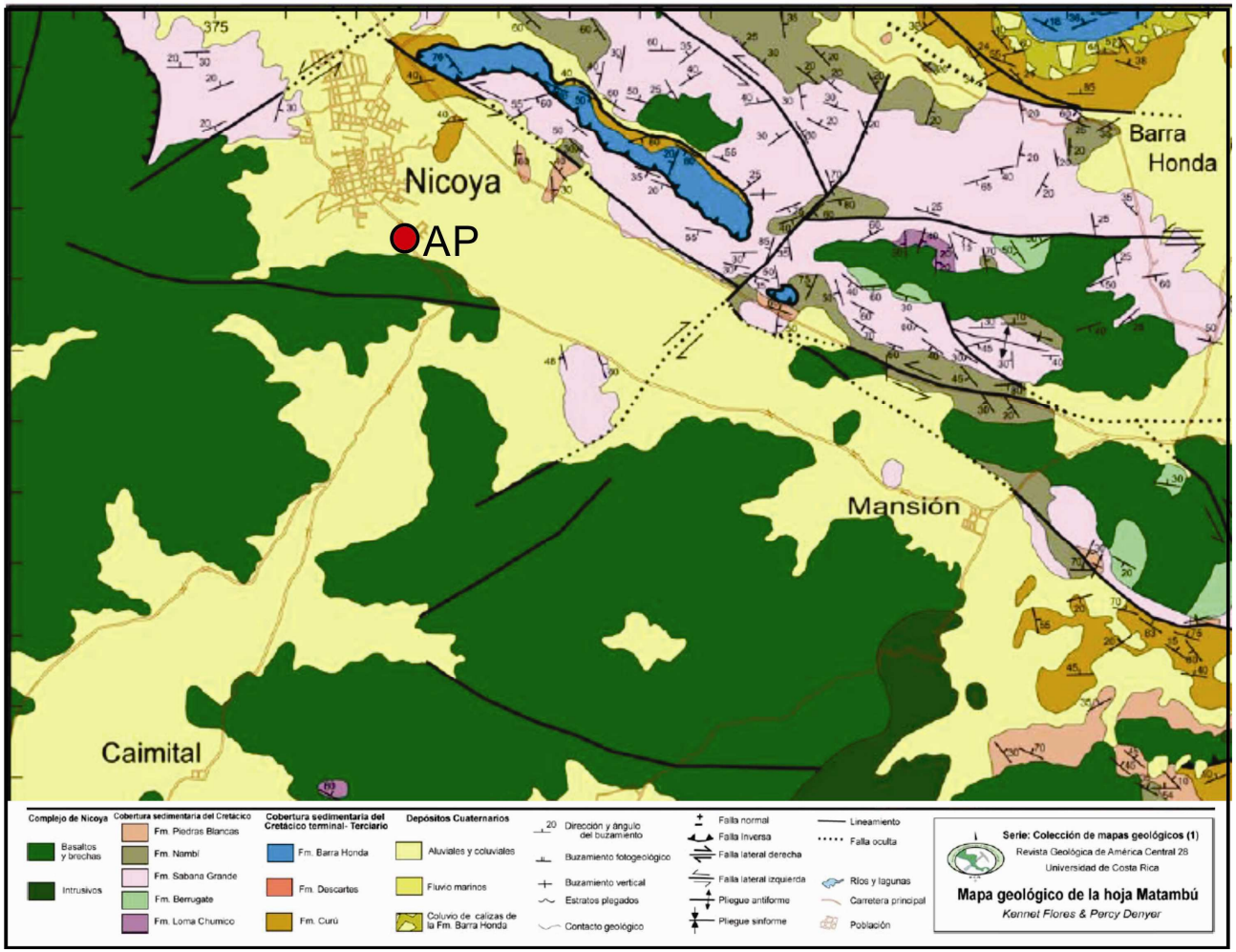
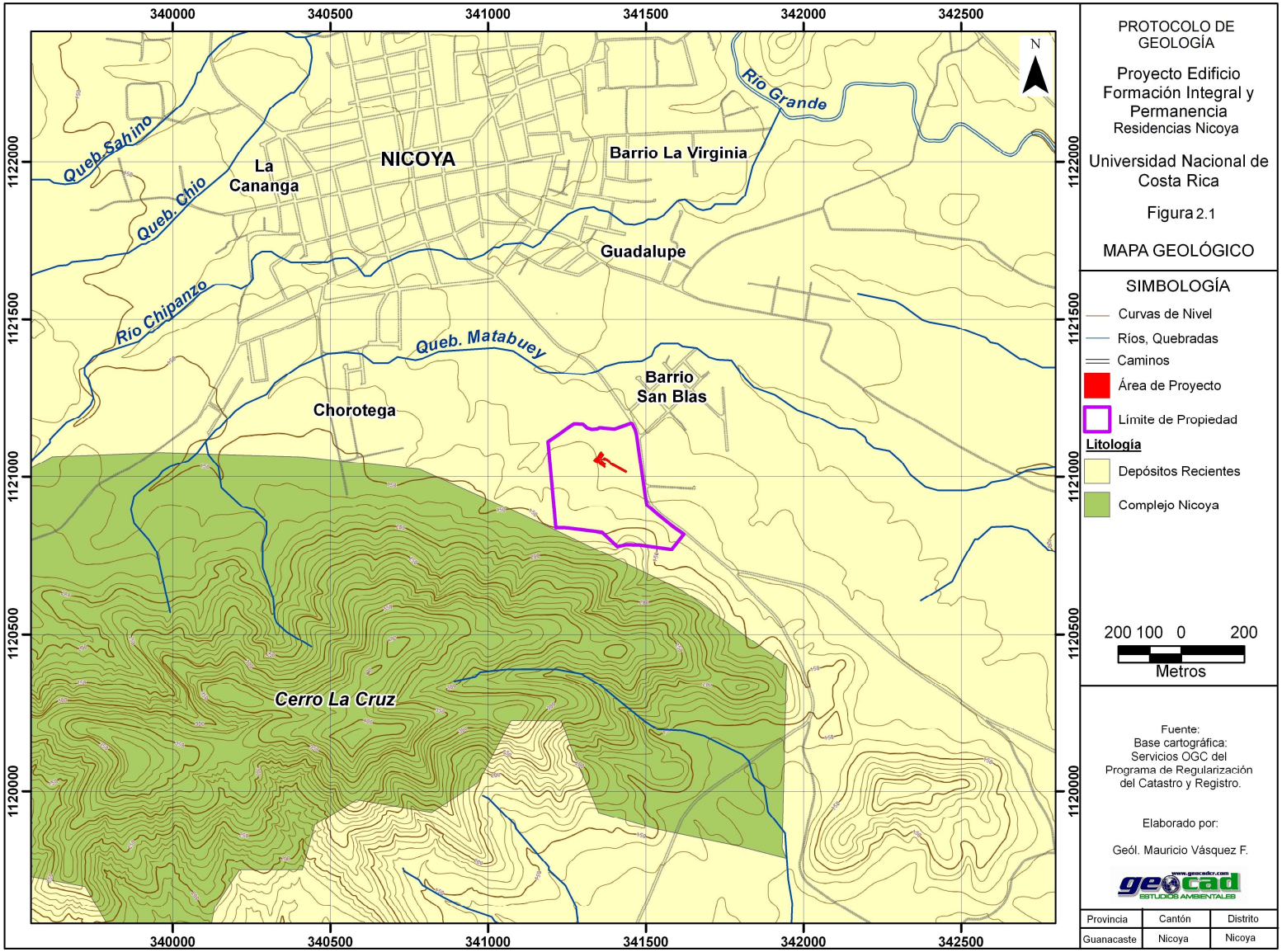


Figura 2. Mapa Geológico de la Hoja Matambu, Escala 1:50 000 de Flores et al., 2003


340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
NICOYA
La Cananga
Barrio La Virginia
Guadalupe
Barrio San Blas
Chorotega
Cerro La Cruz
Río Grande
Queb. Sahino
Queb. Chio
Río Chipanzo
Queb. Matabuey
PROTOCOLO DE GEOLOGÍA
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 2.1
MAPA GEOLÓGICO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Litología
Depósitos Recientes
Complejo Nicoya
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

2.1.6 Integración con los datos del estudio geotécnico

Los suelos del sitio se pueden clasificar y caracterizar de acuerdo con el estudio de suelos llevado a cabo por la empresa Vieto en noviembre de 2013. Se realizaron 7 perforaciones con profundidades de 5,4 hasta 8,40m. Se describen las siguientes capas:

De 0,0 a 0,4m: arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH), de consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida, de resistencia seca media.
De 0,4 a 5,4m: arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café con tramos arenosos (CH), de consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida, de resistencia seca media.
De 5,4 a 8,4m: arena arcillosa de color café con grava (SC), de densidad variable entre densa y muy densa, de resistencia seca media.

Las capas de arcilla de alta plasticidad son las que predominan en las perforaciones realizadas y hasta profundidades de 8,4m. Se trata de capas de sedimentos algo consolidados, de textura muy fina, asociados a los coluvios del cerro La Cruz.

En 3 de los sondeos se detectó nivel freático a profundidades de 6m. En ninguno de los demás sondeos se detectó presencia de niveles freáticos a las máximas profundidades alcanzadas en los sondeos.

2.1.7 Geomorfología del AP y alrededores

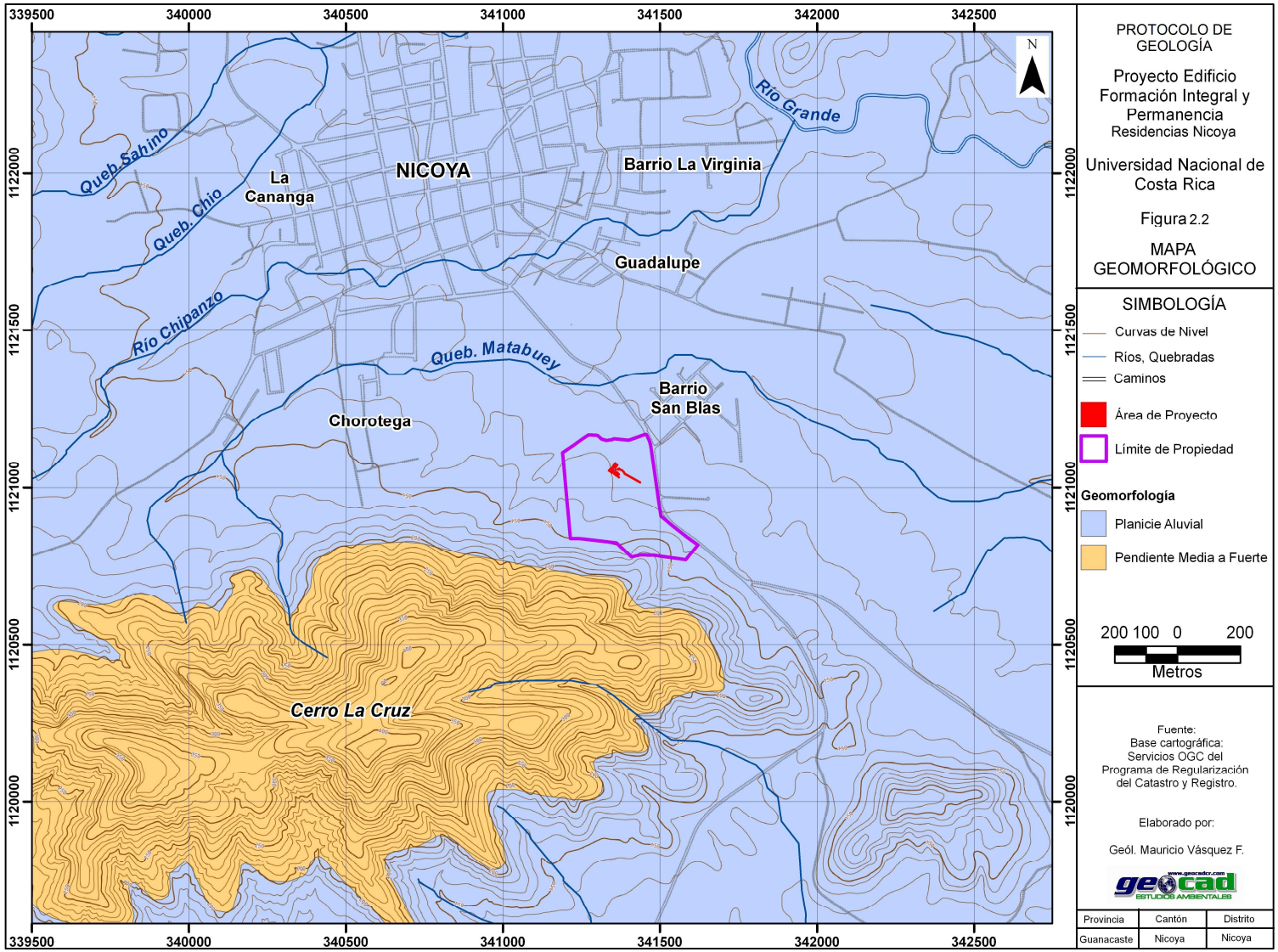
Regionalmente el AP y el AID se sitúa dentro de formas de origen denudacional y aluvial del piemonte de Cerro La Cruz. Los alrededores del AP, está conformada por lomas y cerros de altitud media a baja, con pendientes moderadas, constituidos por materiales del Complejo Nicoya, los cuales son erosionados por agentes tales como la tectónica, viento, y agua, aunado a ello las condiciones mecánicas y estructurales pobres de la roca fracturada y meteorizada que facilita su erosión. La altura máxima del cerro La Cruz es de 419 msnm, siendo que presenta una altura de 200m con respecto al AP.

En la zona del proyecto la topografía es irregular y ondulada, ya que forma parte de la planicie aluvial y abanicos coluviales finos, resultados de la depositación de material por los diferentes cauces que conforman la microcuenca, de ríos como el Chipanzo, Curime y Matabuey, donde se da el transporte de materiales desde zonas montañosas y de mayores pendientes, a la llanura aluvial o fondo del valle del río Morote.

Descripción Geomorfológica local

La topografía del AP, es irregular y ondulada, tiene una pendiente hacia NE, hacia el Este es cortada por una quebrada, de bajo caudal, con un ancho de 2 m y una profundidad variable que va desde los 0.5 a 2 m. En la foto 2 se observan las condiciones del sitio.

Foto 2. La topografía el AP es irregular, con una pendiente hacia el NE, hacia el Este se ubica la quebrada (sin nombre), la cual se observa su bajo caudal.


339500
340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
Queb. Sahino
Queb. Chio
Río Chipanzo
La Cananga
NICOYA
Río Grande
Barrio La Virginia
Guadalupe
Queb. Matabuey
Barrio San Blas
Chorotega
Cerro La Cruz
PROTOCOLO DE GEOLOGÍA
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 2.2
MAPA GEOMORFOLÓGICO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Geomorfología
Planicie Aluvial
Pendiente Media a Fuerte
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

2.1.8 Síntesis de Resultados y conclusiones geológicas

La unidad geológica superior en el AP constituye materiales limo arcillosos de color café, son suelos residuales formados a partir de la meteorización y alteración de los sedimentos coluvio aluviales al pie del cerro La Cruz. El AP y AID se ubican en la llanura aluvial del río del río Grande, afluente del río Morote, dentro de un valle en dirección NO-SE rodeado de rocas volcánicas y sedimentarias antiguas del Cretácico al Terciario.

A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales, tampoco hay evidencia de estructuras. El suelo se compone de arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH), arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café con tramos arenosos (CH) y arena arcillosa de color café con grava (SC). En 3 de los 7 sondeos se detectó nivel freático a profundidades de 6m. Los alrededores del AP presentan lomas y cerros de altitud media a baja, con pendientes moderadas, constituidos por materiales del Complejo Nicoya afectados por erosión. La topografía del AP, es irregular y ondulada, tiene una pendiente hacia NE y hacia el Este es cortada por una quebrada de bajo caudal.

El terreno presenta condiciones favorables para el desarrollo de las actividades que se proyectan. La pendiente es suave y los suelos presentan condiciones favorables para la cimentación de las obras, que por lo general son livianas. En el estudio de suelos se dan las recomendaciones más importantes a considerar a la hora del diseño de las cimentaciones y de las estructuras de los edificios.

2.1.9 Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio

El alcance del estudio de geología está dado por las observaciones de campo principalmente, así como por la información bibliográfica obtenida de la zona, de esta forma se cumple el principal objetivo que define la geoaptitud favorable del proyecto. Los resultados son, por lo tanto, aplicados al proyecto, el cual se concluye que es viable desde el punto de vista de la geología del terreno.

2.1.10 Referencias Bibliográficas

ASTORGA, A., 1987: El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacifica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica.- 241 pág. Universidad de Costa Rica, San José [Tesis de Grado].

DENGO, G. 1962: Estudio Geológico de la Región de Guanacaste, Costa Rica. 112 Págs. Compañía Petrolera de Costa Rica. San José, Costa Rica.

DENYER, P., ARIAS, O., 1993: Geología del Norte de la península de Nicoya, Costa Rica .16 págs 69-84.

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2002: Código Sísmico de Costa Rica.3 ra ed. Editorial Tecnológica. Cartago.

DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica. –1 ed. –Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. –79 págs

DENYER, P., & ALVARADO, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. – Editado por la Librería Francesa. Escala 1:400.000.

FERNÁNDEZ, M. & ROJAS W., 2000: Amenaza Sísmica y por Tsunamis. -En: DENYER,P. & KUSSMAUL, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 287-301.

MONTERO, W., 1993: Sismicidad y neotectónica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed.Cartago. 147-160.

MONTERO, W., 2000 Sismicidad y neotectónica. - En: DENYER, P. & KUSSMAUL, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 219-239.

MORALES, L. D. & AGUILAR, A., 1993: Amenaza sísmica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 233 - 243.

NAVARRO, E., 2010: Datos geotécnicos de capacidad soportante o de cimentación de obra civil. Proyecto Oficina Megatelas. En el distrito Rosario, cantón de Naranjo, provincia de Alajuela. GEOPA SA. Informe Interno. 20 p.

PANIAGUA, S., 1993: Amenaza volcánica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed.Cartago. 221 -231.

SALAZAR, L. G., 2000: Geomorfología. - En Denyer, P & Kussmaul, S- (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 43-62.

TOURNON, J. & ALVARADO, G.E., 1995: Mapa Geológico de Costa Rica.- Escala 1:500.000, Coop. Cient. Tecnol. De Francia – ICE, París.

2.2 PROTOCOLO PARA LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL DE LA FINCA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

2.2.2 DOCUMENTO DE RESONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado el Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en al Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de geología básica elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS NICOYA,** sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Nicoya, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

_____

Mauricio Vásquez Fernández

2.2.3. Contenido

2.2.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL 1

2.2.3. CONTENIDO 2

2.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES 3

2.2.5 INTRODUCCIÓN 3

2.2.6 DATOS HIDROGEOLÓGICOS DEL ENTORNO 4

2.2.7 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS LOCALES Y CARACTERIZACIÓN BÁSICA DEL ACUÍFERO SUBYACENTE ..**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

2.2.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

2.2.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DEL INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

2.2.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

2.2.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

El AP se localiza sobre depósitos aluviales que conforman acuíferos porosos de moderado potencial, subyacidos por rocas ígneas con acuíferos de menor potencial en lavas basálticas fracturadas del Complejo de Nicoya. La profundidad del nivel freático para el acuífero principal en depósitos coluvio aluviales del Cuaternario es de 6m en el AP. Se infieren condiciones de acuífero libre cubierto en material aluvial de buena permeabilidad y porosidad. Según el análisis preliminar de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero, esta se clasifica como media, debido a la profundidad del nivel freático y a la cobertura de arcillas y limos.

2.2.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Nicoya se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón de Nicoya en una finca propiedad del Campus Regional de la Universidad Nacional. La entrada a la ropiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de1250 m2 y el tamaño de la propiedad es de 10 8008 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de tacotales y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional de Nicoya.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización Hidrogeológica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales y la presencia de estructuras geológicas, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y de información de pozos cercanos y del estudio de suelos elaborado en la finca del AP.

Objetivo del estudio

Evaluar las condiciones de geoaptitud del terreno tomando en cuenta aspectos de hidrogeología ambiental, determinando su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación.

2.2.6 Datos Hidrogeológicos del entorno

El AP se localiza sobre depósitos aluviales que conforman eventualmente acuíferos porosos de moderado potencial, subyacidos por rocas ígneas que conforman acuíferos de menor potencial en lavas basálticas fracturadas del Complejo de Nicoya. Los acuíferos aluviales se clasifican como rocas con un potencial acuífero medio a bajo; originando acuíferos libres a libres cubiertos, con niveles freáticos ubicados a más de 6m de profundidad.

Los pozos presentan profundidades máximas de 40m lo que hace suponer que es el espesor máximo de depósitos aluviales y que a esa profundidad se ubica el basamento de rocas basálticas del Complejo de Nicoya. La dirección de flujo de las aguas subterránea en general es hacia el SE, siguiendo el valle del río Morote.

Pozos perforados

El Área de Aguas Subterráneas del SENARA posee una base de datos de pozos perforados, en la cual se procedió a revisar la información disponible en un radio de 2000 metros con respecto al AP; la principal información se muestra en el siguiente cuadro. 1.

CUADRO 1
POZOS SELECCIONADOS CON RESPECTO AL AP Y EL AID

No. pozo	X	Y	Propietario
MT-252	377500	235780	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-144	377385	235775	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-36	377400	235900	AyA
MT-264	377185	235150	JUNTA ADM.COLEGIO AGROP.NICOYA
MT-203	378260	235340	JOSE NAIN NEMA FLORES
MT-29	377400	236200	FELIPE HERNANDEZ
MT-28	377200	236100	MINISTERIO DE EDUCACION
MT-177	378250	235075	GERARDO PANIAGUA DIAZ
MT-34	377300	236200	CARMEN JUAREZ
MT-33	377500	236300	PORFIRIO DIAZ
MT-37	377200	236200	POLICARPO HERNANDEZ
ILG-42	377200	236250	INMOBILIARIA RODRIGO CHAN E HI
MT-27	377100	236200	JUAN HERNADEZ
MT-31	377500	236500	ANIANO ARRIETA
MT-35	377500	236500	SENARA
MT-26	377200	236400	JOSE MARIA NEMA
MT-204	378550	235100	JAIME ELIA PEREZ
MT-349	376720	235850	JORGE QUESADA ALPIZAR
MT-189	377685	236550	ABRHAM RODRIGUEZ FERNANDEZ
MT-389	378022	236492	M? FILIPINA OCONOR MATARRITA
ILG-417	376700	236000	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
ILG-342	377500	236600	ADAN YONG APUY

MT-18	376900	236300	MIGUEL LOPEZ
MT-20	376900	236300	BANCO DE COSTA RICA
INV-75	378600	235000	Namifar Limitada
MT-21	377000	236400	EDELMIRA DE BRICE?O
MT-312	378400	236350	JOSE FDO ARMIJO PLAJA
MT-120	376920	236350	BANCO NACIONAL DE C.R.
ILG-486	376780	236250	MARIO ROJAS HUERTAS
MT-171	376563	235241	ANTONIO Y PASQUALE 2006,S.A.
MT-32	378100	236600	AyA
MT-409	378107	234488	Carmen Eugenia González Rojas
MT-19	376700	236200	LUIS VARGAS
MT-30	377500	236700	JUSTO GUEVARA
MT-23	377100	236600	MUNIC. NICOYA
MT-148	378050	234385	INVERSIONES HUACAS S.A.
MT-16	376900	236500	BANCO DE COSTA RICA
MT-44	378170	234415	CRUMA S.A
MT-313	377360	236750	RAFAEL ANGEL RODRIGUEZ SEGURA
MT-22	377100	236700	LILIA MATARRITA
MT-401	378328	234435	Eva Patricia Camacho Arauz
MT-311	376400	235900	PILAR MARIA CARDENAS VASQUEZ
MT-193	378750	234800	CONST.SEQUEIRA Y MENA S.A.
MT-205	378840	234950	NAYIB NEME FLORES
MT-187	378650	234640	AYA
MT-25	377200	236800	J. GOLDEMBERG
MT-162	377150	236800	SERVICENTRO NICOYA
MT-15	376700	236500	ARNOLDO ROSALES
MT-17	376500	236300	SAUL CARDENAS
MT-172	378235	234275	FIGIPA S.A.
MT-350	377710	236950	ALCIDES G.FUENTES FAJARDO
MT-399	376750	236638	HEIDY RUIZ OROZCO
MT-381	379047	235118	ASESORIAS ESPECIALIZADAS NEPCAL LB S.A.
MT-362	378972	236173	MANUEL E.FAJARDO TORU?O
ILG-44	376345	236155	HACIENDA LA CANANGA S.A.
MT-24	378000	237000	ALFONSO SANCHUN
MT-11	376300	236200	SAUL CARDENAS
MT-192	378950	234725	JOAQUIN GUERRERO V.
MT-373	376160	235280	DAVID CHANLEY
MT-384	376650	236700	AYA
MT-377	376124	235420	DAVID CHANLEY
MT-13	376700	236800	MUNICIPALIDAD
MT-75	376700	236800	AyA
MT-14	376800	236900	MUNICIPALIDAD

MT-417	376058	235388	Nicolás Alvarado Mora
MT-374	376818	234156	CABERNAS BARRA HONDA S.A.
MT-9	377200	237100	AMARO ARGUEDAS
MT-76	376700	236900	AyA
MT-191	379100	234700	ASOC.B.Y F. CASITAS DE NICOYA
MT-314	378850	236800	ROSA MARIA LEON MARIN
MT-220	378700	234150	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA
MT-395	378211	237201	LUIS EDO GUTIERREZ ROSALES
MT-219	378480	233980	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA
MT-396	375875	235418	CARLOS MANUEL QUIROS VENEGAS
MT-254	376240	236635	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-284	377109	237271	LUIS A.DIJERES CASARES
MT-10	376000	236330	AyA
MT-43	379494	235767	MARIO MAFFI MIRANDA
MT-12	376300	236800	AyA
MT-73	377900	233700	SENARA
ILG-45	376110	236600	ANA ISABEL CARDENAS VASQUEZ
MT-83	377550	233650	FRANCISCO JIMENEZ
MT-283	376762	237232	CARMEN LIDIA JARA QUESADA
ILG-306	377400	237500	FLORIDA ICE & FARM CO S.A.
MT-379	379421	234619	DISTRIBUIDORA ELECTROLIDO DE NICOYA S.A.

Se recopila la información de los pozos cercanos al AP, estos se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2
Información de los pozos ubicados en los alrededores del AP y AID

Pozo	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Q	Uso
MT144	40.0	4.00		2.5	ABAST. PUBLICO
MT177	0.0	0.00		0.0	VARIOS
MT203	30.0	0.00		1.5	ABREVADERO
MT252	40.0	2.50		2.0	ABAST. PUBLICO
MT264	40.0	7.00		2.0	RIEGO
MT265	34.0	1.00	7	35.0	RIEGO
MT28	0.0	0.00		0.5	DOMESTICO
MT29	3.41	2.25		0.5	DOMESTICO
MT33	5.49	5.12		0.5	DOMESTICO
MT34	3.81	3.20		0.5	DOMESTICO
MT349	0.0	10.0		1.0	DOMEST-RIEGO

2.2.7 Condiciones Hidrogeológicas Locales y caracterización básica del acuífero subyacente

Debido a la falta de información hidrogeológica en las inmediaciones del AP las características de los posibles acuíferos se infieren a partir de la información de pozos registrados. La profundidad del nivel freático para el acuífero principal en depósitos coluvio aluviales del Cuaternario es de 6m en el AP. Se infieren condiciones de acuífero libre cubierto en material aluvial de buena permeabilidad y porosidad.

El AP se localiza sobre depósitos aluviales que conforman eventualmente acuíferos porosos de moderado potencial, subyacidos por rocas ígneas que conforman acuíferos de menor potencial en lavas basálticas fracturadas del Complejo de Nicoya. Los acuíferos aluviales se clasifican como rocas con un potencial acuífero medio a bajo; originando acuíferos libres a libres cubiertos, con niveles freáticos ubicados a más de 6m de profundidad.

Por la ubicación del AP con respecto al Cerro La Cruz, es muy probable que existan niveles confinados en el agua subterránea, debido a que la zona de recarga se ubica en el piemonte del cerro, donde ocurre el cambio de pendiente de la zona montañosa a la llanura aluvial. Si bien los pozos presentan todos niveles freáticos a menos de 5m de profundidad, se puedo corroborar en el estudio de suelos que la profundidad en el AP es de 6m aproximadamente.

Los pozos presentan profundidades máximas de 40m lo que hace suponer que es el espesor máximo de depósitos aluviales y que a esa profundidad se ubica el basamento de rocas basálticas del Complejo de Nicoya. La dirección de flujo de las aguas subterránea en general es hacia el SE, siguiendo el valle del río Morote.

En el recorrido hecho por los alrededores del AP, no se observaron nacientes de agua subterránea. Es probable que en los alrededores de la quebrada que cruza la finca, y debido a lo somero de los niveles freáticos, ocurran brotes de agua subterránea a la superficie en las zonas de corte de la quebrada. Ante la sospecha de algún brote de agua se deberá anunciar inmediatamente a la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente quien emitiría un pronunciamiento al respecto.

Vulnerabilidad a la contaminación

Aplicación del método de vulnerabilidad G.O.D.

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero conformado en las rocas del subsuelo del área de estudio, se usará el Método “G.O.D”. (por sus iniciales en inglés), el cual considera dos factores básicos:

1 El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
2 La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. (Foster, et al, 2002).

El índice de vulnerabilidad G.O.D. caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los parámetros:

1 Grado de confinamiento hidráulico
2 Ocurrencia del sustrato suprayacente
3 Distancia al nivel freático

La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los pozos. Para el proyecto los valores asignados los encontramos en la Figura 5, Gráfico de G.O.D y en el siguiente cuadro:

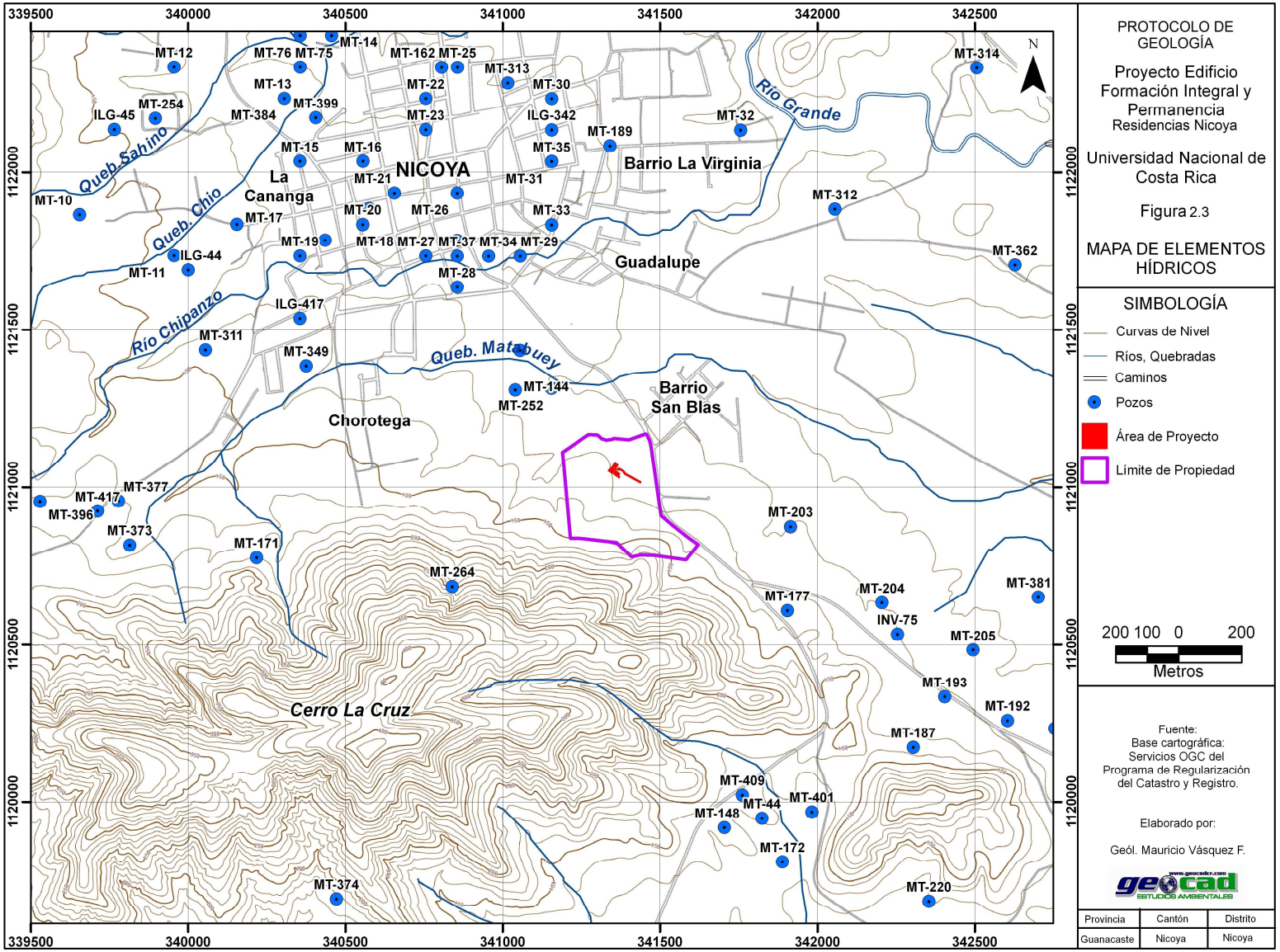
CUADRO 3
APLICACIÓN DEL MÉTODO "G.O.D". EN EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD
A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Parámetro	Clasificación	Valor
Grado de confinamiento hidráulico	No confinado cubierto	0.6
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Arenas y gravas aluviales	0.70
Distancia al nivel del agua subterránea	< 5 m	0.90
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	**0.37**
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	**MEDIA**	

Según el análisis preliminar de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP se clasifica como Media, debido a la profundidad del nivel freático y a la cobertura de arcillas y limos.

En el sitio se llevó a cabo una prueba de infiltración en la cual no se registró descenso del nivel de agua. Lo anterior hace suponer que los suelos del sitio no son permeables y por ende ofrecen una buena protección a las aguas subterráneas.

No se consideran cambios relevantes en cuanto a la condición de vulnerabilidad de las aguas subterráneas con y sin proyecto y por ende para ambos casos se considera como vulnerabilidad moderada.


339500
340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
MT-12
MT-76
MT-75
MT-14
MT-162
MT-25
MT-313
MT-314
MT-13
MT-22
MT-30
MT-254
MT-399
MT-384
MT-23
ILG-342
ILG-45
MT-189
MT-32
Río Grande
MT-15
MT-16
MT-35
NICOYA
Barrio La Virginia
Queb. Sahino
La
Cananga
MT-21
MT-31
MT-10
MT-312
Queb. Chio
MT-17
MT-20
MT-26
MT-33
MT-19
MT-18
MT-27
MT-37
MT-34
MT-29
MT-362
ILG-44
MT-11
Guadalupe
MT-28
ILG-417
Río Chipanzo
MT-311
MT-349
Queb. Matabuey
MT-144
MT-252
Barrio
San Blas
Chorotega
MT-417
MT-377
MT-396
MT-373
MT-203
MT-171
MT-264
MT-177
MT-204
MT-381
INV-75
MT-205
MT-193
Cerro La Cruz
MT-192
MT-187
MT-409
MT-44
MT-401
MT-148
MT-172
MT-374
MT-220
PROTOCOLO DE GEOLOGÍA
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 2.3
MAPA DE ELEMENTOS HÍDRICOS
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Pozos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

2.2.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnica

El AP se localiza sobre depósitos coluvio aluviales que conforman acuíferos porosos de moderado potencial, subyacidos por rocas ígneas con acuíferos de menor potencial en lavas basálticas fracturadas del Complejo de Nicoya. La profundidad del nivel freático para el acuífero principal en depósitos coluvio aluviales del Cuaternario es de 6m en el AP. Se infieren condiciones de acuífero libre cubierto en material aluvial de buena permeabilidad y porosidad. Según el análisis preliminar de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero, esta se clasifica como media, debido a la profundidad del nivel freático y a la cobertura de arcillas y limos.

Como tareas pendientes se recomienda inspeccionar con más detalles a lo largo del cauce de la quebrada que cruza la finca del Campus con el objetivo de identificar eventuales puntos de nacientes o brotes de agua, ya que eso podría implicar una limitante para este o futuros proyectos, debido a la zona de protección que se exige por Ley. Así mismo se recomienda el manejo adecuado de las aguas residuales con el fin de disponerlas de manera óptima en el sistema de alcantarillado de la ciudad de Nicoya y con ellos evitar los efluentes al subsuelo y disminuir así la amenaza de contaminación a las aguas subterráneas.

2.2.9 Discusión sobre limitantes la incertidumbre y alcance del estudio

El principal alcance de este estudio es la conceptualización preliminar de un modelo hidrogeológico local del AP el cual ha sido basado en los datos de geología, hidrogeología regional y geomorfología local.

2.2.10 Referencias Bibliográficas

FOSTER, S., HIRATA, R., GÓMEZ, D., D'ELIA, M. & PARIS, M., 2002: Protección de la calidad del agua subterránea. -1 ed. -112 págs. Banco Mundial, Washington, D.C.

SENARA, 2014: Base de Datos de Pozos

2.3 PROTOCOLO PARA LA CONDICIÓN DE AMENAZAS/ RIESGOS NATURALES DEL AP

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

2.3.2 Documento de responsabilidad profesional

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado el Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en al Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de geología básica elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS NICOYA,** sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Nicoya, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

_____

Mauricio Vásquez Fernández

2.3.3. Contenido

2.3.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL 1

2.3.3. CONTENIDO 2

2.3.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES 3

2.3.5 INTRODUCCIÓN 4

2.3.6 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA/RIESGO POR FALLAMIENTO GEOLÓGICO, SISMISIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN 5

2.3.7 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA/RIESGO ESTABILIDAD DE LADERA Y ACTIVIDAD VOLCÁNICA 7

2.3.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS 9

2.3.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DEL INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO 10

2.3.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11

2.3.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

La sismicidad es el factor de amenaza más importante a considerar en el AP y para las obras a construir. Recientemente en el año 2012 se dio un evento sísmico el 5 de setiembre que tuvo una magnitud de 7,6 grados, su epicentro fue a 8km de Samara frente a la costa de la Península de Nicoya y afectó la ciudad de Nicoya. La fuente del sismo fue por subducción. La falla Mansión se ubica al NE del AP, con una dirección NW-SE y otra falla con rumbo similar a la anterior, hacia el SE del proyecto con un rumbo NE-SW. No hay amenaza volcánica. No hay evidencia de movimientos en los alrededores del AP. La erosión que puede afectar eventualmente el AP es por lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales en los drenajes naturales. Según las condiciones topográficas el río Matabuey que se ubica al N del proyecto no representaría una amenaza por inundación al AP. Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de la amenazas naturales, la principal limitante es a la hora de la construcción de las obras es considerar los efectos por sismos como el ocurrido en setiembre de 2012. Las obras deben seguir lo estipulado en el Código Sísmico, así como las recomendaciones del estudio de suelos para la cimentación adecuada.

2.3.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Nicoya se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón de Nicoya en una finca propiedad del Campus Regional de la Universidad Nacional. La entrada a la ropiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de1250 m2 y el tamaño de la propiedad es de 10 8008 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de tacotales y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional de Nicoya.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización delas amenazas naturales fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales y la presencia de estructuras geológicas, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y de información de mapas de amenazas naturales como los elaborados por la CNE.

Objetivo del estudio

Establecer si el proyecto, actividad u obra a desarrollar, puede ser realizable bajo las condiciones estructurales, geomecánicas y geotécnicas y establecer las medidas necesarias para disminuir la eventual condición de vulnerabilidad que puede presentar el mismo, analizando además el entorno geotectónico en que se ubica.

2.3.6 Evaluación de la amenaza/riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción

Las unidades geológicas superficiales en el AP son básicamente suelos residuales y, presentan una topografía ondulada. No hay buzamientos ni tendencias estructurales en las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observaron fallas geológicas locales o discontinuidades que limiten las unidades, aunque se sabe por la génesis de los materiales, que los contactos son abruptos y a veces transicionales entre unidades volcánicas, cuando existen paleosuelos intercalados se asumen tiempos de relativa quietud en la actividad volcánica y por ende significan discontinuidades entre unidades.

Amenazas sísmica

Uno de los elementos básicos que involucra un estudio de amenaza sísmica es la zonificación sísmica, la cual debe incluir las diversas fuentes sísmicas que representan una amenaza para una determinada región (Climent et al, 2008).

Climent et al, desarrollaron en el 2008, el documento de Evaluación de la amenaza sísmica en Costa Rica, de donde se extrae la información que se presenta en este documento. Dada los parámetros de zonificación, el AP se presenta dentro de la zona determinada por los dichos autores como Zona sísmica del Antearco noroeste (Zona C2). En el sector noroeste de la península de Nicoya se han determinado levantamientos neotectónicos, siendo la falla Limones-Cañas una de las posibles fallas neotectónicas que se encuentran en esta zona. No se cuenta con terremotos históricos en esta fuente, pero de acuerdo a la extensión de las fallas, podría esperarse sismos máximos de alrededor a 7,2 Mw.

Además, estos autores determinar la zonas sísmicas relacionadas con la subducción, para la zona de AP, se determina por Zona sísmica interplaca de Nicoya. La mayor parte de la Península de Nicoya, se subduce hacia el NE a un ángulo de 35° hasta los 50 km de profundidad y está regida por un patrón de esfuerzos predominantemente compresivos que da como resultado el predominio de rupturas inversas. En esta fuente ocurrió el sismo de mayor tamaño del margen convergente de Costa Rica durante el siglo XX, el cual alcanzó una magnitud Ms 7,7 (temblor del 5 de octubre de 1950). El área de ruptura de este terremoto define el límite con los segmentos adyacentes. Asimismo, el límite con la zona sísmica de Quepos lo define la subducción del levantamiento de Fisher, que actúa como una barrera geométrica. Si consideramos los datos históricos (1800-1999), en la zona sísmica de Nicoya los grandes sismos presentan una recurrencia entre 20 y 40 años y pueden generarse sismos hasta de 7,9 Mw.

Existen registros históricos que indican, la presencia de sismos de importancia cerca de las costas de la Península de Nicoya causando daños de suma importancia en el cantón (1827, 1853, 1863, 1900, 1905, 1916, 1939, 1950, 1978, 1990).

Más recientemente en el año 2012 se dio un evento sísmico el 5 de setiembre que tuvo una magnitud de 7,6 grados. El mismo tuvo un epicentro a 8km de Samara frente a la costa de la Península de Nicoya. La profundidad del sismo fue de 18 km y fue considerado el segundo

terremoto más fuerte de Costa Rica, solo superado por el terremoto de Limón de 1991. La fuente del sismo fue por subducción.

Fallas geológicas activas

Existen numerosas fallas neotectónicas en el sector norte del país que podrían afectar el proyecto por su relativa cercanía y están claramente identificadas en el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer, Montero & Alvarado, 2009). La falla Mansión se ubica al NE del AP, con una dirección NW-SE, además se observan otra falla con rumbo similar a la anterior, hacia el SE del proyecto se presenta otra falla (sin nombre y de tipo inferida) con un rumbo NE-SW. De acuerdo con el Mapa Geológico de la Hoja Matambú (Flores, et al., 2003), existen numerosas fallas paleotectónicas en los alrededores de Nicoya, las cuales no representan un peligro para la ciudad.

Licuefacción, subsidencia y hundimientos

De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de no saturación de los suelos, además de las texturas arcillosas que predominan, no se considera que exista riesgo de licuefacción siempre y cuando las obras se cimenten sobre la unidad consistente.

2.3.7 Evaluación de la amenaza/riesgo estabilidad de ladera y actividad volcánica

Movimientos de masa

En el sitio del AP, no hay evidencias de movimientos de masa, en los alrededores del proyecto, no hay pendientes ni colinas que puedan generar movimientos de masa.

Erosión

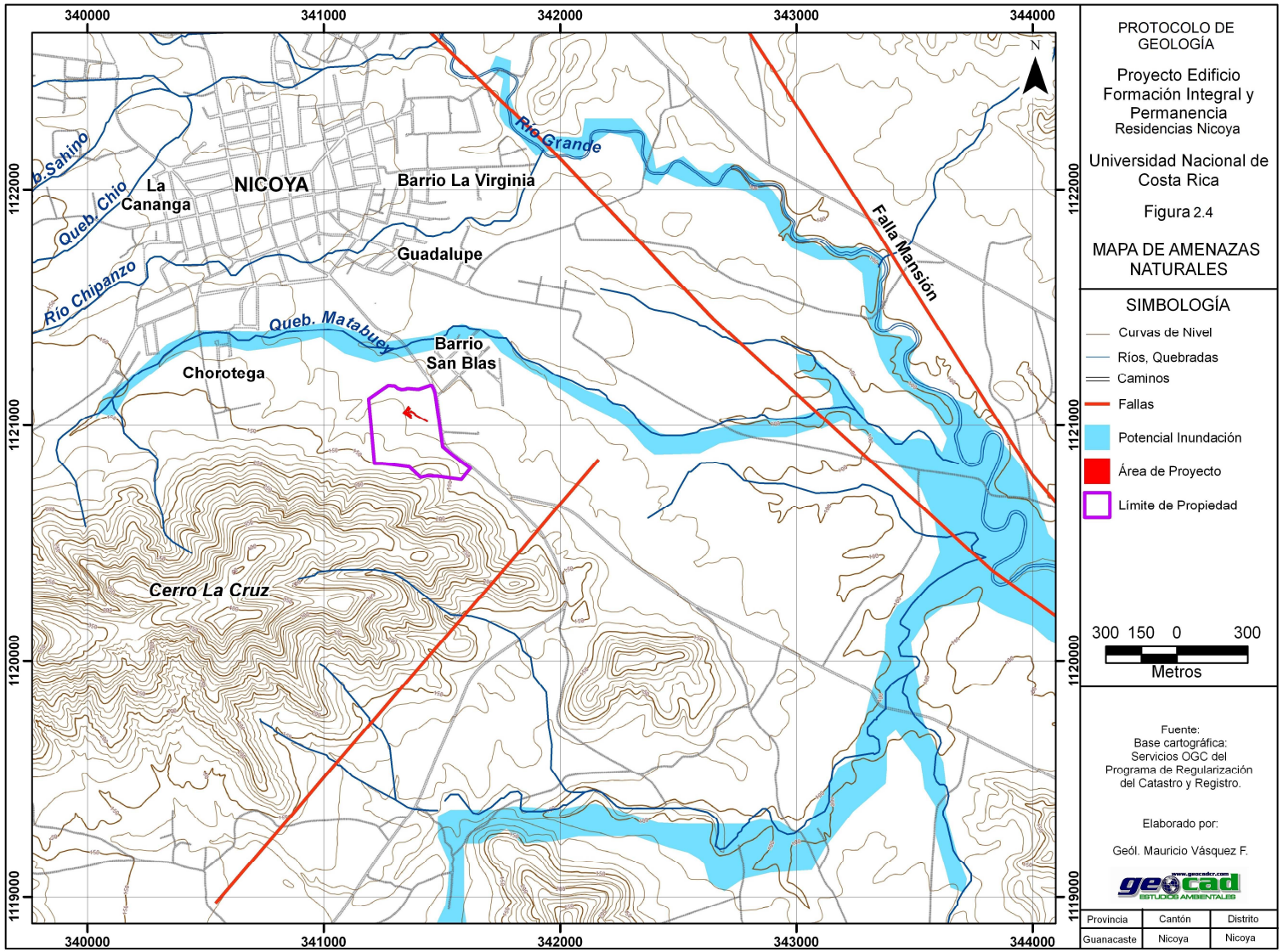
Los agentes erosivos que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales en los drenajes naturales del AP. La topografía del AP es irregular, ante esto se debe considera la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

Amenaza volcánica

Según se observa en el Mapa de Amenazas Naturales Potenciales del Cantón de Nicoya, elaborado por la Comisión Nacional de Emergencias, no se indica que la actividad volcánica como una amenaza en los alrededores del AP.

Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), los ríos Matabuey y Morote, están delimitados por zonas de inundación, al zona del río Matabuey se ubica al N del proyecto, según las condiciones topográficas no representaría una amenaza de afectación al AP.


340000
341000
342000
343000
344000
1122000
1121000
1120000
1119000
N
b.Sahino
Queb. Chio
La Cananga
NICOYA
Barrio La Virginia
Río Grande
Falla Mansión
Guadalupe
Río Chipanzo
Queb. Matabuey
Barrio San Blas
Chorotega
Cerro La Cruz
PROTOCOLO DE GEOLOGÍA
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 2.4
MAPA DE AMENAZAS NATURALES
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Fallas
Potencial Inundación
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
300 150 0 300
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

2.3.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnicas

Recientemente en el año 2012 se dio un evento sísmico el 5 de setiembre que tuvo una magnitud de 7,6 grados, su epicentro fue a 8km de Samara frente a la costa de la Península de Nicoya y afectó la ciudad de Nicoya. La fuente del sismo fue por subducción. La falla Mansión se ubica al NE del AP, con una dirección NW-SE y otra falla con rumbo similar a la anterior, hacia el SE del proyecto con un rumbo NE-SW. No hay amenaza volcánica. No hay evidencia de movimientos en los alrededores del AP.

La erosión que puede afectar eventualmente el AP es por lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales en los drenajes naturales. Según las condiciones topográficas el río Matabuey que se ubica al N del proyecto no representaría una amenaza por inundación al AP.

Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de la geología ambiental, la principal limitante a la hora de la construcción de las obras es considerar los efectos por sismos como el ocurrido en setiembre de 2012. Las obras deben seguir lo estipulado en el Código Sísmico, así como las recomendaciones del estudio de suelos para la cimentación adecuada.

2.3.9 Discusión sobre limitantes de la incertidumbre y alcance del estudio

Los alcances de este apartado están dados por los estudios sismológicos recientes elaborados en el país, así como por las observaciones de campo que permiten definir la geoaptitud favorable del terreno a la construcción. Los resultados son aplicables a la hora de diseñar los elementos antisísmicos de las obras con base en los datos de intensidad, magnitud y aceleraciones producidas por sismos anteriores.

Como conclusión general se define que el proyecto de construcción de los edificios es viable desde el punto de vista de las amenazas, los mismos deberán tomar en cuenta los diseños antisísmicos definidos por el Código Sísmicos de Costa Rica para ese tipo de obras en esta zona del país.

2.3.10 Referencias Bibliográficas

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2002: Código Sísmico de Costa Rica.3 ra ed. Editorial Tecnológica. Cartago.

DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica. –1 ed. –Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. –79 págs

FERNÁNDEZ, M. & ROJAS W., 2000: Amenaza Sísmica y por Tsunamis. -En: DENYER,P. & KUSSMAUL, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 287-301.

MONTERO, W., 1993: Sismicidad y neotectónica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed.Cartago. 147-160.

MONTERO, W., 2000 Sismicidad y neotectónica. - En: DENYER, P. & KUSSMAUL, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 219-239.

MORALES, L. D. & AGUILAR, A., 1993: Amenaza sísmica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 233 - 243.

PANIAGUA, S., 1993: Amenaza volcánica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed.Cartago. 221 -231.

SALAZAR, L. G., 2000: Geomorfología. - En Denyer, P & Kussmaul, S- (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 43-62.

TOURNON, J. & ALVARADO, G.E., 1995: Mapa Geológico de Costa Rica.- Escala 1:500.000, Coop. Cient. Tecnol. De Francia – ICE, París.

CAPITULO III ESTUDIO ARQUEOLÓGICO RÁPIDO DEL TERRENO DEL AP

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

3.1 Ámbito de aplicación

El presente apartado sobre el patrimonio arqueológico tiene como finalidad valorar los efectos que tendrían la realización de los proyecto de remodelación y construcción de edificios, laboratorios, oficinas e instalaciones deportivas de la Universidad Nacional, sobre el patrimonio cultural arqueológico precolombino e Histórico. Para cumplir con estos objetivos se siguió una estrategia metodológica que incluyó una búsqueda de información y una prospección asistemática de área del proyecto. Los estudios arqueológicos realizados responden a la normativa vigente arqueológica establecida en la Ley 6703, en el decreto de Tramites Arqueológicos (*Decreto* 28174-MP-C-MINAE-MEIC) y el la Ley 7555; así como en la normativa del D1 (Decreto Ejecutivo 32712-MINAE-2005).

3.2 Responsables de la realización del estudio arqueológico

El equipo de arqueología estuvo dirigido por la máster en arqueóloga Tatiana Hidalgo Orozco, quien fue la responsable de realizar el estudio arqueológico. Dicha profesional está debidamente acreditada ante la Comisión Arqueológica Nacional desde 1995 y desde 1996 en el SETENA como consultora ambiental. Sin embargo, cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo de la investigación arqueológica ya que trabajó en el Museo Nacional de Costa Rica desde 1991. El equipo contó con la participación de la estudiante de maestría Daniela Quesada y del asistente Cecilio Arbizu.

3.3 Procedimiento para la elaboración del estudio arqueológico rápido

Como punto de partida se consultó la Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa, que es el registro oficial de sitios precolombinos. De acuerdo con estas fuentes se determinó cuales de los terrenos a intervenir cuentan con declaratoria de interés arqueológico. También se consultó la Base de Datos de Bienes de Interés Cultural (BIC) del Ministerio de Cultura, para este caso en particular se determinó para fines del presente proyecto no se cuenta con declaratorias mediante la Ley 7555.

Una vez concluida la revisión de fuentes bibliográficas se llevó a cabo el trabajo de campo con la finalidad de prospectar todos los terrenos a impactar, verificar los sitios registrados y de entrevistar informantes. Se llevaron a una visita a los diferentes campus al punto específico donde se realizan las obras. Durante las visitas al Ap se hizo un esfuerzo por contrastar los datos recuperados durante la revisión de fuentes escritas y se llevó a cabo una prospección asistemática total. Se realizaron limpiezas de perfiles y cateos para verificar y descartar la presencia de evidencia arqueológica.

3.4 Coordinación con otros profesionales que realizan estudios técnicos en el AP

Las visitas de campo fueron ejecutadas de manera conjunta con el resto del equipo consultor que incluye geógrafos, topógrafo, ingeniero, geólogos, sociólogo y biólogos; salvo la visita a la Sede Regional Brunca que se realizo un día posterior a la visita de los demás profesionales por problemas de agenda.

3.5 Responsabilidad profesional por la información aportada

Para la valoración del factor arqueológico se siguieron todos los protocolos vigentes. La información suministrada es veraz. Con respecto a las recomendaciones giradas se debe tomar en consideración que se recomienda que un profesional en la disciplina sea contratado a fin de darle seguimiento a la etapa de

supervisión de los movimientos de tierra. Con esta medida preventiva se busca minimizar el impacto que tendría el proyecto sobre los bienes patrimoniales y cumplir con la legislación en materia arqueológica que está vigente.

En aquellos casos donde durante el movimiento de tierras se detecte evidencia arqueológica que por razones ajenas escapó a las posibilidades de observación del presente estudio se deberá realizar una etapa de evaluación arqueológica. Los objetivos de esta etapa de la investigación son el conocimiento y caracterización del Ap en términos de: tamaño, temporalidad, funcionalidad, estado de conservación, presencia o ausencia de rasgos culturales o áreas de actividad, estratigrafía y estratificación y de la relación de la evidencia existente en el Ap, con otros sectores ya investigados y con el estado del conocimiento del área de estudio.

Por último, se recuerda a los propietarios y desarrolladores que el patrimonio arqueológico está protegido por la Ley 6703. De conformidad a la normativa legal vigente (Ley 6703), en caso de que se realice algún hallazgo de tipo arqueológico en la propiedad aunque el mismo haya pasado desapercibido anteriormente, por cualquier motivo se debe detener los trabajos que se estén realizando y dar aviso inmediato, al personal del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica, a los teléfonos 2291-3468 o al 2257-1433. Esta ley contempla la posibilidad de que el estado establezca sanciones para quienes infrinjan este cuerpo legal.

3.6 Formulario de Inspección

FORMULARIO DE INSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA RÁPIDA **SECRETARÍA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL** INFORME DE INSPECCIÓN	
N° Expediente SETENA	**Fecha de Inspección 30-10-13**
A. Información del desarrollador (la persona física o jurídica, pública o privada) que realizará la actividad, obra o proyecto.	
1. Nombre del encargado de la actividad, obra o proyecto:**Sandra León Coto**	
2. Nombre del desarrollador (sea una empresa o persona física): **Universidad Nacional**	
3. Teléfono: **2283-8395**	
B. Información sobre la actividad, obra o proyecto.	
4. Tipo de actividad, obra o proyecto **construcción de residencias**	
5. Nombre de la actividad, obra o proyecto **Residencias Nicoya**	
B.1.Ubicación geográfica del área del proyecto:	
6. (Provincia, Cantón, Distrito) **Guanacaste, Nicoya, Nicoya**	
7. Coordenadas Lambert: 377 637 E, 235 515 N.	
8. Hoja (s) cartográfica (s): **Hoja Matambú1:50.000**	
B.2 Área del Proyecto (AP)	
9. Área total del proyecto (Ha. o m^2): 10 ha 8008 m2	
10. Área de impacto directo (Ha. o m^2): **1200 m2**	

11. N° de plano(s) catastrado(s): **G-601554-1999**
12. Se han realizado movimientos de tierra ☐ Si **X** No **0%del AP**
13. Magnitud de los movimientos de tierra superficiales **el Ap no fue mecanizado**
14. Topografía : **X** **Plana < 15%** ☐ Ondulada 15 - 30% ☐ Quebrada 30 - 50% ☐ Muy quebrada > 50%
15. Cobertura vegetal actual : ☐ Limpio ☐ Pasto ☐ Bosque primario ☒ **Charral** ☐ Tacotal ☐ Bosque secundario ☐ Cultivos ☐ Otra
16. Fuentes fluviales más cercanas. (ríos, quebradas) **X** Si ☐ **No**
17. Infraestructura actual existente en el AP: **ninguna**
18. Uso actual del AP: **lote baldío**
19. Etapa/actividad en la que se encuentra la actividad, obra o proyecto a desarrollar **tramite de permisos**
20. Infraestructura a desarrollar en el AP **Local o nave para instalación de tienda**
C. Información sobre la inspección:
21. **X** **Prim. Inspección** ☐ Revisita
22. Metodología **X** **Asistemática** ☐ Sistemática **X** **Recorrido Total** ☐ Recorrido Parcial ☐ Cateos ☐ Limpieza selectiva de la capa vegetal **X** **Observación de cortes y perfiles** ☐ Transectos ☐ Otro
23. Explique el patrón de recorrido del terreno: **se camino por el proyecto**
24. Observación de la superficie por densidad de cobertura vegetal ☐ Total ☐ Parcial **X** **Nula**
C1. Recursos Arqueológicos
25. Existen materiales o rasgos culturales ☐ Sí **X** No
26. Tipo de material ☐ Cerámica ☐ Lítica ☐ Otro **X** **ninguna**
27. Tipo de rasgo ☐ Tumba ☐ Calzada ☐ Montículo ☐ Basamento ☐ Conchero ☐ Otro **X** **No**
28. Se observa material cultural en terrenos colindantes ☐ Sí **X** No
29. Explique el tipo de evidencia observada: **no se observó**
30. Densidad del material por m² ☐ Baja < 5 fragmentos ☐ Media de 5 a 20 fragmentos ☐ Alta > 20 fragmentos **X** **ninguna**
31. Se registró sitio arqueológico ☐ Sí **X** No *Adjuntar hoja de registro y plano de ubicación*
32. Nombre del Sitio (s) y Clave (s) **no tiene**
33. Extensión aproximada del sitio arqueológico en m² **no estimado**

C2. Información Gráfica	
34. Mapa o croquis [X] **Sí** [ ] No **Fotografías** [X] **Sí** [ ] No [X] **Color** [ ] Diapositiva [ ] Blanco y Negro	
35. Observaciones: ninguna	
36. Nombre y cédula del inspector: **Tatiana Hidalgo Orozco 1-771-391**	37. No. Consultor ambiental de SETENA: **CI-160-96**
38. Nombre y cédula del desarrollador o representante: **Universidad Nacional 4-000-042150**	

39. Recomendación técnica

Con base en los puntos antes señalados y específicamente en los puntos del **25 al 33** se concluye que:

[X] No requiere más estudios arqueológicos

[ ] Revisar el AP

[ ] Evaluación Arqueológica

[ ] Supervisión de Movimientos de Tierra

[ ] Otra

40. Otras recomendaciones:	

No se halló evidencia arqueológica, no obstante, se les recuerda a los propietarios que el Ap se localiza cerca del sitio arqueológico denominado San Pedro de Poas, por lo que en caso de hallar cualquier tipo de evidencia arqueológica se deben suspender los trabajos y dar aviso inmediato, al personal del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica, a los teléfonos 22913374 o al 22571433. Tal y como lo establece la Ley 6703

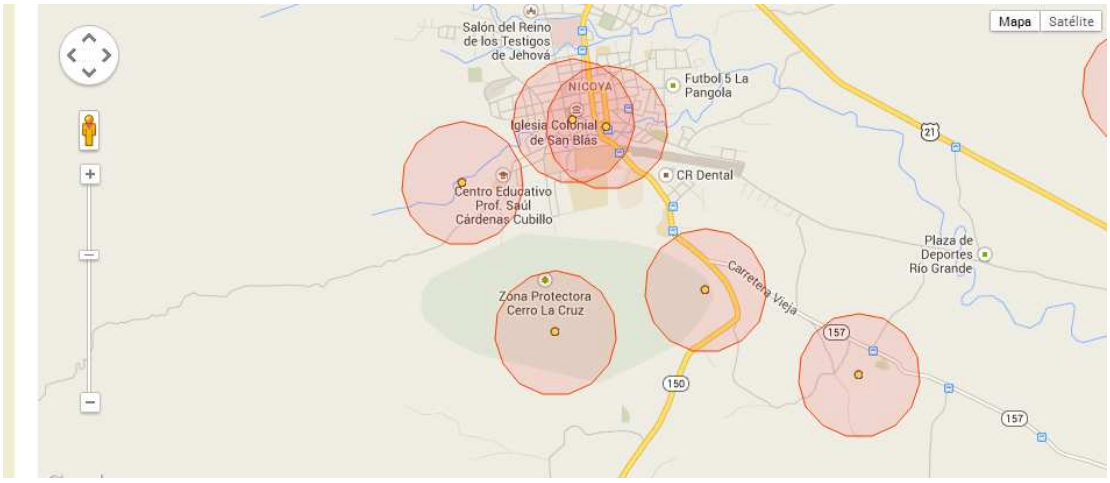


Figura 1: Sitios arqueológicos cercanos al Ap según Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa Rica.

CAPITULO IV ESTUDIO BIOLÓGICO RÁPIDO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

4.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este proyecto consiste en la construcción de un edificio de residencias de dos plantas, el cual posee un área constructiva total de 1.200 m^2, en donde se ubicarán 24 habitaciones. El edificio contará con una cocina y comedor, área de lavandería, sala de estar, sala de estudio y batería de baños diferenciado por sexo con accesibilidad para personas con capacidades especiales, además estará equipado con ascensor y escaleras de emergencia y casa de máquinas.

El área del proyecto donde se pretende llevar a cabo estas edificaciones y la obra gris son parte del campus universitario, sin embargo, el sitio en específico posee una cobertura vegetal enmarañada producto de una antigua plantación de árboles de melina (*Gmelina arborea*), de la cual, aún quedan algunos individuos de alto porte y altura. Estos árboles de melina se entremezclan con especies autóctonas, tales como árboles de genízaro (*Samanea saman*), árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de carao (*Cassia grandis*), el cual es muy común en esta zona, árboles de guácimo colorado (*Luehea seemannii*), entre otras especies.

La topografía es plano ondulada, sobre la cual se asienta una vegetación densa y leñosa, que si bien, ha sido alterada por la siembra de melina y los raleos respectivos, es parte de un parche boscoso secundario que se localiza en el entorno inmediato al campus universitario. Dicho parche se vuelve más denso e importante hacia el cerro que se localiza hacia el extremo sur de la Universidad. En dicho parche se escuchan especies como el mono congo (*Alouatta palliata*).

El sitio donde se encontrará el acceso a las residencias está cruzado por una quebrada sin nombre, sobre la cual se ubicará un pasillo liviano y entechado. Dicho cuerpo de agua establece una zona de protección de acuerdo al artículo 33 de la Ley Forestal y que debe de ser contemplado por la Universidad Nacional, como entidad desarrolladora, así como por los constructores.

Alrededor de la quebrada se observa una vegetación enmarañada y leñosa, parte del parche boscoso secundario. Los árboles, con excepción de algunos caraos y algunos Guanacaste, son diámetro y poca altura, lo que muestra una intervención en la zona, de forma previa al desarrollo de este centro universitario.

Dentro de la vegetación que acompaña a la quebrada, se observan especies como el cornizuelo (*Acacia collinsii*), el amapolillo (*Malvaviscus sp.*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), así como bejucos leñosos del género *Bahuinia*.

El sitio donde se llevará a cabo la construcción de la obra gris hoy en día cuenta con un claro, raleado, para impedir la regeneración natural, lo cual se considera positivo, dado que así se limita la oferta de atributos ecológicos a la fauna y con ello, se evita un eventual asentamiento de una especie de la zona, que podría utilizar este espacio como refugio.

Fotografías 1 y 2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

4.2 AMBIENTE TERRESTRE O ESTATUS DE PROTECCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área del proyecto donde se pretende la ampliación de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Tempisque (ACT), que es la entidad, por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, encargada de la regulación y protección de los recursos naturales y bienestar socio-ambiental de la zona. Por tal motivo, cualquier comunicación, o bien, gestión relacionada a la corta de árboles, entre otros, debe de ser realizada, ya sea ante esta instancia o bien, ante la Municipalidad de Nicoya.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida, sin embargo, sí se encuentra afecta por la zona de protección de la quebrada que cruza sobre el terreno que da acceso al área del proyecto, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

4.2.1 ZONA DE VIDA. DESCRIBIR EL BIOCLIMA PARA CADA ZONA DE EN EL AP Y EL AID.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DE BIOCLIMAS

4.2.3 RELACIONAR EL AP Y AID DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA PROVINCIA DE HUMEDAD, REGIÓN LATITUDINAL Y PISOS ALTITUDINALES A QUE PERTENECEN.

Se describe a continuación la zona de vida y grupo climático dentro de la cual se incluyen el área del proyecto y área de influencia directa. Estas descripciones se estiman de acuerdo a los patrones de lluvia, altitud y posición geográfica que posea el área de estudio.

Clasificación por zona de vida

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen y de acuerdo al Mapa Ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida) (Bolaños *et al.* 2005), el área del proyecto se encuentra influenciado por la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (bh-T).

La zona de vida Bosque Tropical Húmedo c a la zona de vida más extensa que posee el país. Está conformada por una vegetación enmarañada y densa, en donde se observan tres estratos ecológicos: 1) Sotobosque y capa herbácea, constituido por palmas enanas, hierbas leñosas y arbustivas y

árboles en crecimiento; 2) Subdosel: conformado por arbustos altos y árboles de bajo porte (hasta 15 metros), palmas, así como árboles en crecimiento y 3) Dosel: constituido por árboles de copas extensas y de gran altura. Este estrato captura el mayor porcentaje de luz solar, por cuanto los árboles de este estrato tienden a poseer hojas con láminas foliares más pequeñas, con el fin de evitar la desecación.

En el caso del área del proyecto, tal y como se mencionó anteriormente, la misma se encuentra perturbada por el ser humano, lográndose evidenciar una antigua plantación forestal de melina, la cual se entremezcla con áreas de tacotales y pequeños rodales de árboles con especies características de la zona, tales como indio desnudo (*Bursera simaruba*), carao (*Cassia grandis*), entre otros. Debido a esta perturbación no es posible evidenciar la estructura del bosque, tal y como se describe para la zona de vida.

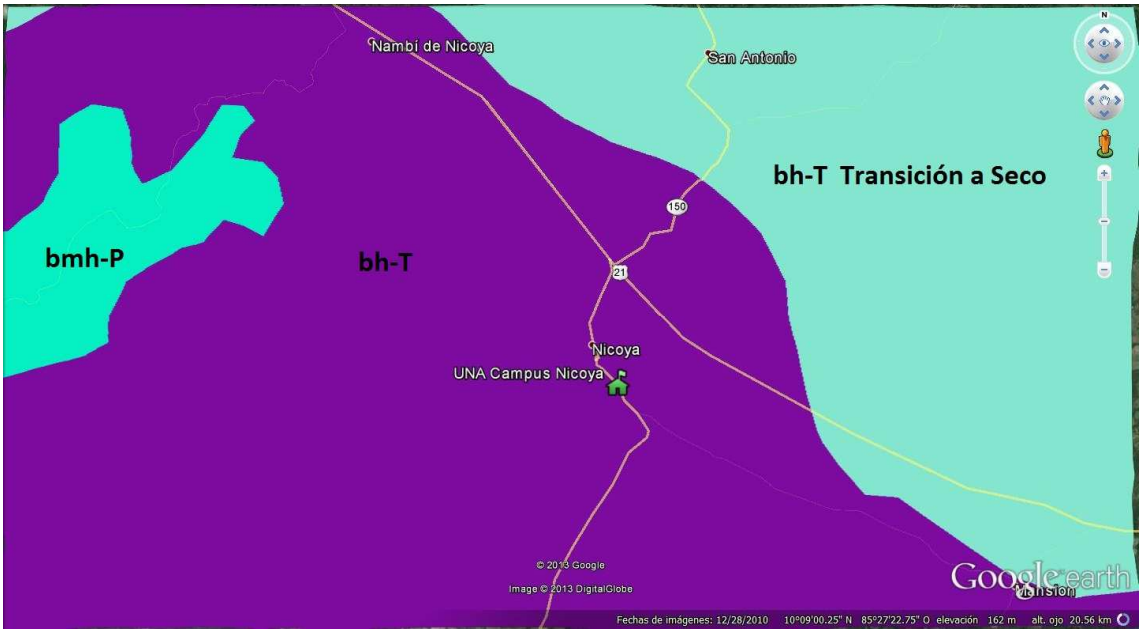


Figura 1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

4.2.4 ASOCIACIONES NATURALES PRESENTES.

La descripción detallada de los ecosistemas existentes dentro del área de influencia directa, así como del área del proyecto se realiza de acuerdo a valoraciones generadas durante la inspección de campo realiza al área de estudio.

4.2.5 IDENTIFICAR CADA ASOCIACIÓN NATURAL (ECOSISTEMA) PRESENTE EN EL AP Y AID.

4.2.6 INDICAR LA RESPECTIVA POTENCIALIDAD PARA LA CONSERVACIÓN Y DAR SU EXTENCIÓN EN HECTÁREAS.

- **Ecosistema existente dentro del área del proyecto**

Tal y como se mencionó anteriormente, la zona de vida que domina en este sitio corresponde al Bosque Tropical Húmedo (bh-T), que es a su vez, la que define el ecosistema presente. Se describen a continuación las unidades paisajísticas presentes en este ecosistema y específicamente en el área del proyecto y entorno inmediato:

- **Plantación de melina (*Gmelina arborea*):**

Esta unidad corresponde a la antigua plantación forestal de melina, que en otrora existió donde actualmente se va a desarrollar la construcción de las residencias. Se observan árboles vestigios de la plantación, los cuales se rodean de una vegetación herbácea y arbustiva enmarañada. El sitio donde se llevará a cabo la construcción del edificio se encuentra actualmente raleado y limpio de plantas en regeneración.

Fotografías 4 y 5. Área de proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Fotografías 6 y 7. Área de proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Vegetación en regeneración:**

Esta unidad se localiza alrededor de lo que fue la plantación de melina y al mismo tiempo se entremezcla con los árboles que quedaron como vestigios. Dentro de esta vegetación se logra

observar árboles como el carao y el balsa (*Ochroma pyramidale*), así como especies de rápido crecimiento y adaptada a ambientes perturbados y abiertos, tales como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Fotografías 8 y 9. Vegetación en regeneración. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Bosque secundario temprano**

Esta cobertura vegetal se localiza alrededor de la quebrada sin nombre que se localiza entre las actuales edificaciones y el área donde se pretende construir el edificio de residencias. Esta vegetación es parte a su vez del área de protección de dicho cuerpo de agua.

La estratificación es difusa y enmarañada, asimismo, los diámetros de los troncos son pequeños, por cuanto se supone que dicho parche boscoso recibió perturbación no hace muchos años. Dentro de este parche se observan especies características de la zona de vida como la liana del género *Bahuinia*, así como es especies arbustivas del género *Malvabiscus*. Se observan árboles emergente de carao y guácimo colorado (*Luehea seemannii*).

Sobre esta quebrada se debe de construir un paso de agua para dar acceso a las residencias, por lo que se recomienda que la obra a realizar sea de bajo impacto, considerando el rescate de este parche boscoso, el cual, puede actuar como elemento natural amortiguador, tanto de la construcción del edificio como de su operación a futuro.

Fotografías 10 y 11. Bosque secundario temprano. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Fotografías 12 y 13. Bosque secundario temprano. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Ecosistema existente dentro del AID**

El área de influencia directa de este proyecto, debido a su magnitud y naturaleza posee un área de influencia directa de 200 metros lineales de radio, en donde se incluyen las actuales edificaciones del campus universitario, así como el parche boscoso que rodea la quebrada sin nombre. También se incluye la falda del cerro, el cual posee un parche boscoso importante que no se verá afectado por la construcción de este proyecto.

Fotografías 14 y 15. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

4.2.7 COBERTURA VEGETAL ACTUAL POR ASOCIACIÓN NATURAL.

Como se mencionó anteriormente, se presentan tres mosaicos ecológicos para el AP, los cuales son plantación de melina, vegetación en regeneración, y bosque secundario temprano, y un mosaico ecológico para el AID, el cual es edificaciones universitarias.

4.2.8 DESCRIBIR LA COBERTURA ACTUAL EN EL AP Y AID, ASOCIAR LA INFORMACIÓN OBTENIDA CON RESPECTO A LA FAUNA PRESENTE.

- Plantación de melina: Representada por una antigua plantación forestal de melina, que en otrora existió donde actualmente se va a desarrollar la construcción de las residencias. Se observan árboles vestigios de la plantación, los cuales se rodean de una vegetación herbácea y arbustiva enmarañada.

- Vegetación en regeneración: Localizada alrededor de lo que fue la plantación de melina y al mismo tiempo se entremezcla con los árboles que quedaron como vestigios. Dentro de esta vegetación se logra observar árboles como el carao y el balsa (*Ochroma pyramidale*), así como especies de rápido crecimiento y adaptada a ambientes perturbados y abiertos, tales como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

- Bosque secundario temprano: Representada por el área de protección de la quebrada sin nombre que se localiza entre las actuales edificaciones y el área donde se pretende construir el edificio de residencias. Dentro de este parche se observan especies características de la zona de vida como la liana del género *Bahuinia*, así como es especies arbustivas del género *Malvabiscus*. Se observan árboles emergente de carao y guácimo colorado (*Luehea seemannii*).

- Edificaciones universitarias (obra gris): Representada por las actuales edificaciones existentes dentro del campus universitario.

4.2.9 CALCULAR EL NÚMERO ÁRBOLES (DAP MAYOR O IGUAL A 15 CM) POR HECTÁREA EN EL AP.

Es incierto el número de árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 15 cm, por lo que ni siquiera se estima porque sería incorrecto especular con esta información.

4.2.10 ESPECIES INDICADORAS POR ECOSISTEMA NATURAL

Se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 1.
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
Acacia collinsii	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X
Bursera simarouba	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X
Byrsonima crassifolia	Malpighiaceae	Nance	X	X
Cassia grandis	Carao	Caesalpiniaceae	X	X
Enterolobium cyclocarpum	Mimosaceae	Guanacaste	X	X
Gliricidia sepium	Papilionaeceae	Madero negro	X	X
Gmelina arborea	Lamiaceae	Melina	X	X
Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guácimo	X	X
Luehea seemmannii	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X
Malvaviscus arboreus	Malvaceae	Amapolillo	X	X
Muntingia calabura	Muntingiaceae	Capulín	X	X
Randia aculeata	Rubiaceae	Horquetilla	X	X

Cuadro 2.
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional – Campus Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
AVIFAUNA				
Calocitta formosa	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X
Cathartes aura	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X
Columbina inca	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X
Leptotila verreauxi	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X
Nyctidromus albicollis	Caprimulgidae	Cuyeo; Pucuyo	X	X

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
Quiscalus mexicanus	Icteridae	Zanate	X	X
Thraupis episcopus	Thraupidae	Viudita	X	X
Turdus grayi	Turdidae	Yigüirro	X	X
Melanerpes hoffmannii	Picidae	Carpintero	X	X
MASTOFAUNA				
Alouatta palliata	Atelidae	Mono aullador (congo)	X	X
Sciurus variegatoides	Sciuridae	Ardilla común	X	X
HERPETOFAUNA				
Ctenosaura similis	Iguanidae	Garrobo	X	X

4.2.11 ESPECIES ENDÉMICAS, CON POBLACIONES REDUCIDAS O EN VÍAS DE EXTINCIÓN

Se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa, que cuentan con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 3.
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
Acacia collinsii	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X	No está en los apéndices	LC
Bursera simarouba	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X	No está en los apéndices	LC
Byrsonima crassifolia	Malpighiaceae	Nance	X	X	No está en los apéndices	LC
Cassia grandis	Carao	Caesalpiniaceae	X	X	No está en los apéndices	LC
Enterolobium cyclocarpum	Mimosaceae	Guanacaste	X	X	No está en los apéndices	LC
Gliricidia sepium	Papilionaeceae	Madero negro	X	X	No está en los apéndices	LC
Gmelina arborea	Lamiaceae	Melina	X	X	No está en los	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
					apéndices	
Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guácimo	X	X	No está en los apéndices	LC
Luehea seemmannii	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X	No está en los apéndices	LC
Malvaviscus arboreus	Malvaceae	Amapolillo	X	X	No está en los apéndices	LC
Muntingia calabura	Muntingiaceae	Capulín	X	X	No está en los apéndices	LC
Randia aculeata	Rubiaceae	Horquetilla	X	X	No está en los apéndices	LC

Cuadro 4.
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional – Campus Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
AVIFAUNA						
Calocitta formosa	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X	No está en los apéndices	LC
Cathartes aura	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X	No está en los apéndices	LC
Columbina inca	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X	No está en los apéndices	LC
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X	No está en los apéndices	LC
Leptotila verreauxi	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X	No está en los apéndices	LC
Nyctidromus albicollis	Caprimulgidae	Cuyeo; Pucuyo	X	X	No está en los apéndices	LC
Quiscalus mexicanus	Icteridae	Zanate	X	X	No está en los	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
					apéndices	
Thraupis episcopus	Thraupidae	Viudita	X	X	No está en los apéndices	LC
Turdus grayi	Turdidae	Yigüirro	X	X	No está en los apéndices	LC
Melanerpes hoffmannii	Picidae	Carpintero	X	X	No está en los apéndices	LC
MASTOFAUNA						
Alouatta palliata	Atelidae	Mono aullador (congo)	X	X	II	LC
Sciurus variegatoides	Sciuridae	Ardilla común	X	X	No está en los apéndices	LC
HERPETOFAUNA						
Ctenosaura similis	Iguanidae	Garrobo	X	X	No está en los apéndices	LC

4.2.12 FRAGILIDAD DE ECOSISTEMAS

El área del proyecto donde se pretende llevar a cabo la construcción, del edificio de residencias, tal y como se ha podido observar, ha recibido una perturbación significativa, lo que ha permitido la presencia de especies de animales adaptadas a dicha condición ecológica, en donde la presión ambiental es significativa. Esto último se refiere a variaciones de temperatura abruptas así como una intensa radiación solar.

Las especies que logran adaptarse a este tipo de ambientes poseen una gran plasticidad ecológica, así como hábitos alimenticios generalistas, lo que les permite aprovechar una amplia gama de alimentos y hacerle frente a condiciones de crisis, en relación con la oferta de alimentos del ecosistema presente.

Tomando en cuenta las condiciones actuales del área del proyecto y de su entorno inmediato, se puede considerar que la restauración del ambiente a su entorno originar, previo al inicio del desarrollo, es rápida, por lo que se señala que la fragilidad ambiental del sitio ante el desarrollo de este proyecto es baja.

Aún así, se recomienda que durante la fase constructiva, se proteja en la medida de lo posible los parches de regeneración, así como el parche de bosque secundario temprano, con el fin de generar un elemento amortiguador natural alrededor de la edificación, y a su vez, alrededor de la quebrada y los mismos parches de vegetación.

4.3. AMBIENTE MARÍTIMO O ESTATUS DE PROTECCIÓN DEL AP

ESTE SUBCAPÍTULO NO APLICA PARA ESTE PROYECTO

4.3. AMBIENTE ACUÁTICO (AGUAS CONTINENTALES)

ESTE SUBCAPÍTULO NO APLICA PARA ESTE PROYECTO

CAPITULO V. PRONOSTICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTALPLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

5.2 Contenido

5.3 AUTORES 3
5.4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO 3
5.5 USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS 3
5.6 Tenencia de la tierra en sitios aledaños 4
5.7. Características de la población 6
5.7.1 Demográficas 6
4.7.2 Características culturales y sociales de la población 6
5.7.3 Económicas 9
5.7.4. Servicios de Emergencia disponibles 10
5.7.5. Servicios básicos disponibles 11
5.7.6. Infraestructura comunal 12
5.8 Organización del Proyecto y Ejecutor de Medidas 13
5.9 Cuadro pronóstico – Plan de Gestión Ambiental 13
5.10. Monitoreo - Regencia 19
5.8. Cronograma de ejecución 19
5.12. Costos de la Gestión Ambiental 20
5.13. Plan de contingencia 20
5.14. Síntesis de los compromisos ambientales del proyecto 21
5.15. Referencias Bibliograficas. 25

5.3 AUTORES

AUTORES

Equipo profesional responsable del plan de gestión ambiental

Profesional	Especialidad	Nº Registro SETENA
Hidalgo Orozco Tatiana	Arqueología	CI 160-1996
Araya Oviedo Alejandro	Biología.	CI 016-2005
Piedra González Mario	Sociología	CI 021-1996
Harley Bolaños Mario	Geografía y SIG	CI 027-2006
Jiménez García Fabio Allín	Ingeniería en Construcción	CI 221-1997
Vásquez Fernández, Mauricio	Geología.	CI 082-2004
Rojas Molina Monserrat	Geografía y Coordinación Técnica.	CI 002-2006
Rigoberto Villalobos González	Coordinación Administrativa.	CI 167-1997

5.4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

A continuación se presenta el detalle de los aspectos analizados en el apartado Socioeconómico.

5.5 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

El recorrido por el Área del Proyecto (AP), así como por sus sitios aledaños, permitió identificar como usos predominantes de la tierra los siguientes:

- Académico. El AP se localiza dentro de la "Sede Regional Chorotega" ("Campus Nicoya") en el cual se ofrecen las carreras de "Licenciatura en Administración", "Bachillerato en Comercio y Negocios Internacionales", "Bachillerato en la Enseñanza del Inglés", "Bachillerato en la Gestión del Turismo Sostenible", "Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información", "Bachillerato en Inglés", "Arte y Comunicación Visual con énfasis en Diseño Gráfico" y "Licenciatura en Pedagogía para Primer y Segundo Ciclo".
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de viviendas, algunas de las cuales se concentran en los barrios "Casitas" y "La Granja".
- Comercial. En los alrededores del "Campus Nicoya" se ubican varios establecimientos comerciales que ofrecen distintos bienes y servicios, prevaleciendo los abastecedores.
- Institucional. En las inmediaciones del "Campus Nicoya" se localiza la oficina regional del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI).

Fotografías 1 y 2. Vista general del uso habitacional de la tierra en sitios aledaños al "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Fotografía 3. Vista parcial de las instalaciones del COSEVI en las cercanías del "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

En la figura 5.1 se representa la ubicación de los principales usos de la tierra existente en los sitios aledaños al AP.

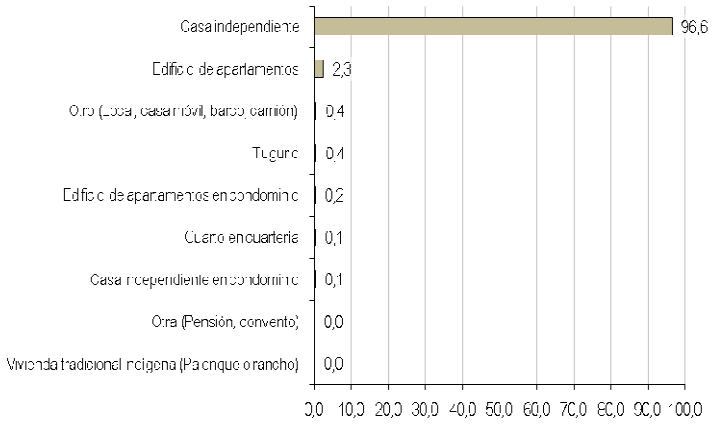
En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de usos de la tierra, el principal cambio se daría en el mismo AP, ya que éste dejaría de ser un espacio sin uso específico para dar lugar a una edificación y/o infraestructura en la que se llevarían a cabo actividades humanas (residencias estudiantiles y práctica deportiva), lo que sería congruente con la actividad principal que se da en los sitios aledaños al AP, dada por las instalaciones del "Campus Nicoya" de la UNA.

5.6 Tenencia de la tierra en sitios aledaños

Como parte de la descripción de la tenencia de la tierra en el entorno del AP se debe indicar que las estadísticas que se presentan estarán referidas al indicador de tenencia de las viviendas ocupadas, ya que es el único dato actualizado que existe en el país respecto a los regímenes de tenencia. Así, en lo que se refiere al tipo de viviendas existentes en el distrito Nicoya, se tiene que las "casas independientes" son las que predominan (96.6%), seguido por los "edificios de

apartamentos" (2.3%). Más detalles sobre el tipo de viviendas presentes en la totalidad del distrito se aprecian en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 5.1.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
DISTRITO NICOYA: VIVIENDAS OCUPADAS SEGÚN TIPO (%)



Fuente: Elaboración propia, datos del Censo Nacional (INEC, 2011)

En lo concerniente a la tenencia de las viviendas ocupadas, según los datos del X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda 2011, en el distrito Nicoya el 80.6% de las personas son propietarias de las viviendas y/o terrenos en que habitan. Otros datos que se pueden aportar respecto al tema de la tenencia de las viviendas ocupadas en la totalidad del distrito se reseñan en el cuadro N° 5.1:

Cuadro N° 5.1.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
DISTRITO NICOYA: RÉGIMEN DE TENENCIA DE LAS VIVIENDAS OCUPADAS (absolutos y porcentajes)

Propia totalmente pagada	5.308	72,9
Propia pagando a plazos	561	7,7
Alquilada	858	11,8
Prestada por motivo de trabajo	104	1,4
Prestada por otro motivo (no paga)	352	4,8
Está en precario	10	0,1

Otro	89	1,2
TOTAL	**7.282**	**100,0**
Fuente: Elaboración propia, datos del Censo Nacional (INEC, 2011)		

En lo que se refiere a otro tipo de espacios, tales como establecimientos comerciales, los regímenes de tenencia son variados, prevaleciendo los inmuebles que están bajo el formato de "arrendamiento" o "alquiler".

5.7. Características de la población

5.7.1 Demográficas

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito "Nicoya", mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 53.2, lo que ubicó a ese distrito en la posición 253 entre los 469 distritos con que contaba el país en ese año (MIDEPLAN, 2007).

El IDS es "un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos como mejor situación y 0 puntos como peor situación" (MIDEPLAN, 2007).

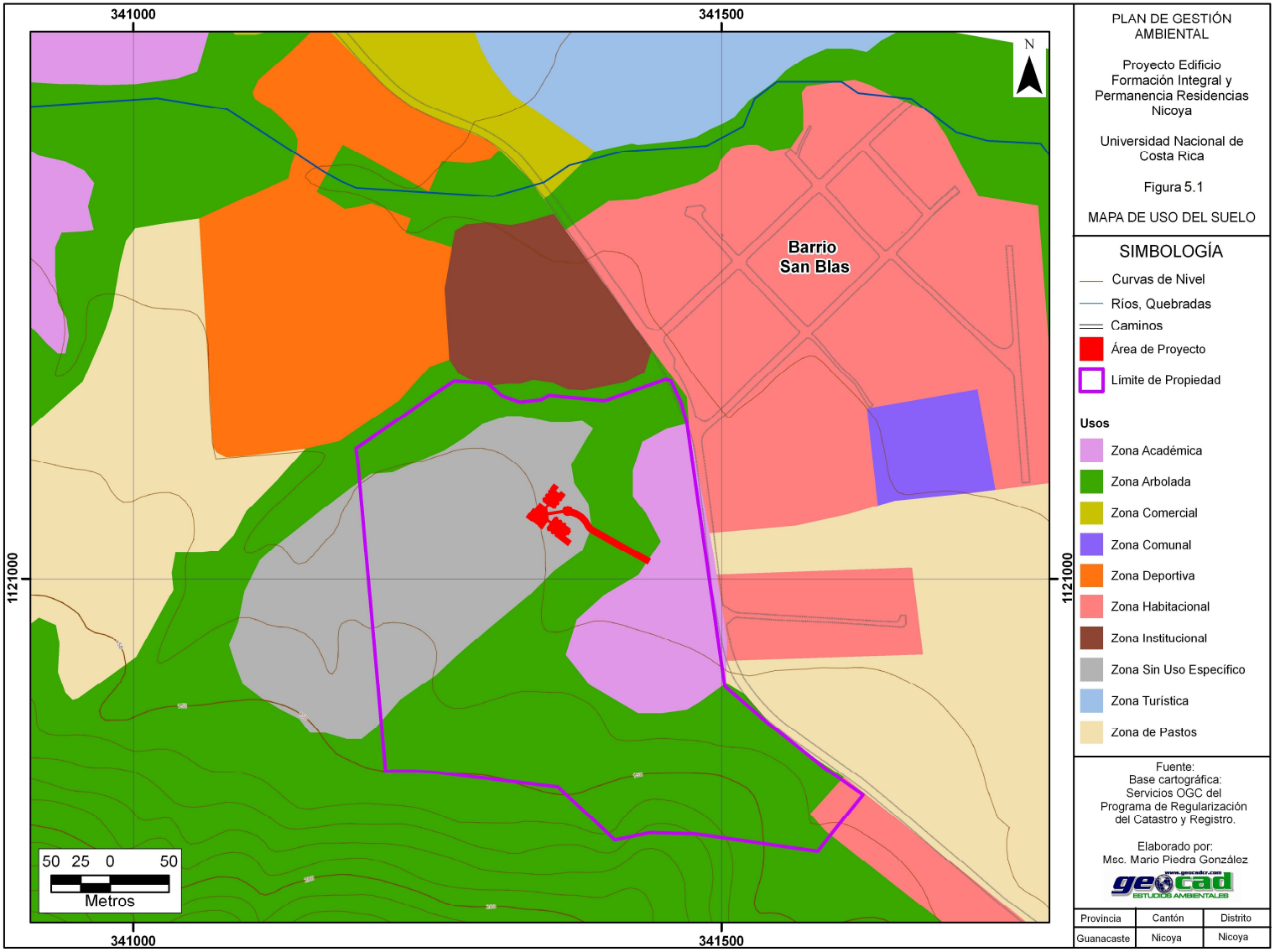
4.7.2 Características culturales y sociales de la población

En lo que se refiere a características culturales y sociales de los sitios aledaños al AP, se debe comentar que el distrito "Nicoya" posee un 63.1% de su territorio en zona urbana y un 36.9% corresponde a zona rural. En la totalidad del distrito habitan 24833 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 80 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).

La población del distrito representa el 48.9% de toda la población del cantón de Nicoya y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 94 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 32.8% de la población es menor de 20 años; un 58.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 9.2% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 79.3% de las personas nacieron en el cantón de Nicoya, un 18.2% de las personas nació en otro cantón y un 2.5% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito “Nicoya” se resumen en el siguiente cuadro estadístico:


341000
341500
1121000
N
Barrio
San Blas
50 25 0 50
Metros
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 5.1
MAPA DE USO DEL SUELO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Usos
Zona Académica
Zona Arbolada
Zona Comercial
Zona Comunal
Zona Deportiva
Zona Habitacional
Zona Institucional
Zona Sin Uso Específico
Zona Turística
Zona de Pastos
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del Programa de Regularización del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Msc. Mario Piedra González
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

Cuadro Nº 5.2
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
DISTRITO NICOYA: INDICADORES CULTURALES Y SOCIALES (%)

Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	12.5
✓ Población con algún tipo de discapacidad	14.0
✓ Población que no sabe leer o escribir	5.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	16.3
✓ Población con estudios superiores	19.7
✓ Población con título de educación formal	81.7
✓ Viviendas ocupadas independientes	96.6
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	19.4
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	0.9

Fuente: datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles y área deportiva) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio ("Campus Nicoya"), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores. Igualmente, podría de motivar una mayor actividad física en la población que hace uso de las instalaciones del "Campus" o habita en la zona cercana al AP.

5.7.3 Económicas

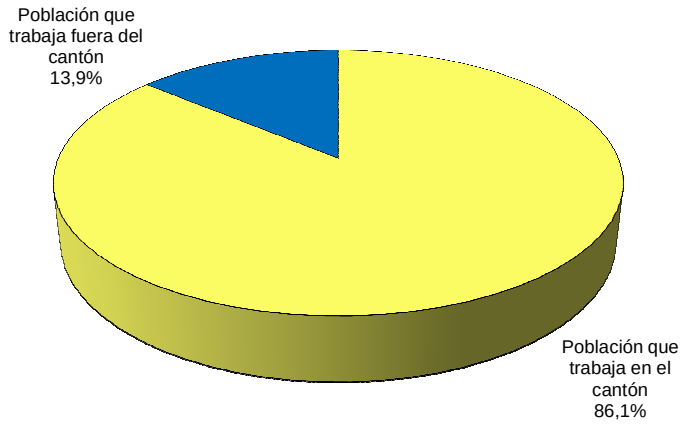
En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 43.7% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito "Nicoya" forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 56.3% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito "Nicoya" registró en el año 2011 un 4.2% de población desocupada, al tiempo que un 23.8% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 68.0% son asalariados (INEC, 2013).

Al analizar los sectores de la economía en los que están ocupadas las personas del distrito que trabajan, se tiene que un 9.4% lo hace en el sector primario, un 16.4% en el sector secundario y un 74.2% de las personas se ocupa en actividades del sector terciario, referido a la prestación de bienes y servicios (INEC, 2013).

Por otra parte, una de las principales características económicas del distrito "Nicoya" así como de la totalidad del cantón, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes, quienes encuentran en dicho territorio las oportunidades necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:

Gráfico Nº 5.2. DISTRITO NICOYA: LUGAR DE TRABAJO DE LA POBLACIÓN OCUPADA (%)



Fuente: datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)

La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito "Nicoya" sería muy limitada y se concentrarían eventualmente durante la etapa de construcción del edificio de residencias estudiantiles, ya que en esa etapa se requerirá mano de obra para los distintos componentes de las infraestructuras a desarrollar.

Sin embargo, considerando que la edificación del Proyecto posiblemente se le asigne a un contratista y que la población de la zona se dedica a otro tipo de actividades económicas, no se prevé que la construcción y operación de la actividad propuesta para el AP sea un factor que modifique las características económicas del sector de análisis.

5.7.4. Servicios de Emergencia disponibles

Dentro del AP, por tratarse de un terreno sin edificaciones, no existen servicios de emergencia. En lo que se refiere a los sitios aledaños, el recorrido permitió identificar varios dispositivos para la atención incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del "Campus Nicoya" como en las afueras de éste.

Fotografías 7 y 8. Dispositivos para la atención de incendios existentes en las afueras del "Campus Nicoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del distrito "Nicoya", como es el caso del Cuerpo de Bomberos, Comité de la Cruz Roja Costarricense y Fuerza Pública.

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios de emergencia, se debe comentar que la construcción y operación de la infraestructura habitacional (residencias estudiantiles) vendría a reforzar la cobertura de la zona por dispositivos para la atención de incendios, así como la necesidad de establecer protocolos de coordinación con los entes locales encargados de atender emergencias para dar respuesta a cualquier eventualidad que se presente el sector de análisis.

5.7.5. Servicios básicos disponibles

Dentro del AP no existen servicios básicos ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada y sin infraestructuras o edificaciones que requieran de dichos servicios. Por su parte, en los sitios aledaños al AP la situación referente a servicios básicos se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 5.3
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
SERVICIOS BÁSICOS IDENTIFICADOS EN SITIOS ALEDAÑOS AL AP

Servicios básicos	Sí	No
✓ Abastecimiento de agua por acueducto	X	
✓ Educación primaria		X
✓ Educación secundaria		X
✓ Energía eléctrica	X	
✓ Establecimientos comerciales (abastecedores,	X	

pulperías, etc.)		
✓ Recolección de desechos sólidos	X	
✓ Salud-EBAIS (CCSS)		X
✓ Salud-Cínica (CCSS)		X
✓ Salud-Hospital (CCSS)		X
✓ Salud-Consultorios privados		X
✓ Seguridad pública		X
✓ Sistema de alcantarillado pluvial	X	
✓ Sistema de alcantarillado sanitario		X
✓ Sistema de tanque séptico	X	
✓ Telefonía fija (residencial)	X	
✓ Telefonía móvil (celular)	X	
✓ Telefonía pública	X	
✓ Transporte público (autobús)	X	
✓ Transporte público (taxis)	X	
Fuente: elaboración propia recorrido por sitios aledaños al AP (MAPG-Noviembre, 2013)		

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios básicos, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles, podrían representar una mayor demanda en algunos servicios básicos, particularmente los referidos al abastecimiento de agua, recolección de desechos sólidos y disposición de aguas negras, ya que las obras a construir se fundamentan en distintas actividades humanas por lo que se deberá coordinar con las instituciones proveedoras de esos servicios para que éstas incluyan dentro de sus planes operativos.

5.7.6. Infraestructura comunal

Dentro del AP no existen infraestructuras comunales ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada. Por su parte, en los sitios aledaños al AP, particularmente en las afueras del "Campus Nicoya", las infraestructuras comunales identificadas fueron: i) parada de autobús, ii) puente peatonal sobre río, iii) polideportivo.

Fotografía 8. Parada de autobús en las afueras del "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Fotografía 9. Puente peatonal sorbre río cercano al "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de infraestructuras comunales, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles no afectarán las obras comunales en la zona, ya que la infraestructura a desarrollar no implica el cambio de uso de ninguno de esos espacios.

5.8 Organización del Proyecto y Ejecutor de Medidas

La responsabilidad total de cumplir con todos puntos estipulados a lo largo del Plan de Gestión Ambiental corresponde a la Universidad Nacional**,** que es el ente que desarrolla. Esta contratará los profesionales necesarios, los cuales a su vez asumirán la responsabilidad que les corresponda, según las medidas señaladas anteriormente.

En la fase de construcción (de acuerdo a la propuesta que se hace para trabajar por etapas) el responsable de la implementación de las medidas será el Profesional encargado de la ejecución del proyecto, o Profesional Responsable, el que en asocio con el Regente Ambiental velara por que se sigan los lineamientos que se han señalado en el presente Plan de Gestión Ambiental.

En la fase de operación (duración indefinida) la responsabilidad recaerá sobre las autoridades universitarias, quien en conjunto con el Regente Ambiental y tomando como base lo indicado, velara por que el desarrollo de la operación del mismo se mantenga dentro de los parámetros establecidos.

5.9 Cuadro pronóstico – Plan de Gestión Ambiental

En el **Cuadro Nº 5.4** se realiza un resumen de los siguientes aspectos considerados en el Plan de Gestión Ambiental a implemetar según los impactos identificados para las fases contempladas del proyecto:

a) Acción Impactante
b) Factor ambiental afectado
c) Impacto ambiental
d) Cita de Regulación Ambiental relacionada con el tema
e) Medidas ambientales establecidas(prevención, mitigación, compensación)
f) Tiempo de aplicación
g) Costo de la medida

h) Responsable de ejecutarlas
i) Indicador de desempeño
j) Síntesis del compromiso ambiental

Cuadro Nº 5.4
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral
y Permanencia Residencias Nicoya
Evaluación de Impactos y Plan de Gestión Ambiental (PGA)

ACCION IMPACTANTE	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	CITA DE REGULACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES ESTABLECIDAS	TIEMPO DE APLICACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE	INDICADOR DE DESEMPEÑO	SINTESIS DEL COMPROMISO AMBIENTAL Y MEDIDAS COMPENSATORIAS
Eliminación de parte de la cobertura de vegetación existente.	Vegetación Fauna	Eliminación de parte de la cobertura vegetal existente, con el fin de construir infraestructura. Afectación de la fauna que reside en el área de proyecto	Ley de Aguas. Art. 1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146. Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Art. 14, 18, 82, 83, 132. Ley de Biodiversidad.	Eliminar únicamente aquella vegetación que sea estrictamente necesaria, y que no este en peligro. Construir en el sitio con menor cobertura	Durante los cuatro primeros meses de la fase de construcción	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	No se eliminaran arboles de especies protegidas. Llevar un conteo de especies que sea necesario reubicar.	- Como parte del proyecto se pretende reemplazar las especies arbóreas que se eliminen en las áreas cercanas en donde se eliminaron.
Movimiento de tierras	Suelo Agua	Se disgregan partículas de suelo, las cuales pueden ser transportadas por las aguas de escorrentía, Se producen sedimentos consecuencia del movimiento y son depositados en los cursos pluviales cercanos.	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Art. 20, 22, 23, 33, 44, 52. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo. Art. 1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	El proyecto tomara en cuenta los lineamientos vigentes en el Código Sísmico y se diseñara un adecuado manejo de los taludes en los terrenos de mayor pendiente del AP. Se utilizara un sistema constructivo acorde a las características que presentan los suelos existentes en el área de proyecto con el fin de remover la menor cantidad de suelo posible. Establecimiento de barreras retenedoras y trampas de sedimentos. Se adoptara el protocolo o la guía ambiental para la construcción de obras de infraestructura.	Durante la fase de construcción. 6 meses	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	El efluente a la salida de las trampas de sedimentación no podrá contener sedimentos en una cantidad superior a 100 ppm.	- El movimiento de tierra se debe de realizar en forma directa, puntual y rápida. No efectuar movimientos de tierras innecesarios. - Las medidas de mitigación se inician con un buen manejo del sitio, con apertura acorde a proyección de obra, la acumulación temporal y ordenada de la excavación proyectada, en sitio acondicionado con barreras antierosivas en sus límites tales como sacos doble forro, malla anti-erosiva. - El material que se remueva debe ser utilizado en forma rápida para relleno en el sitio dentro del proyecto designado para tal fin, o en su caso ser depositado en otro sitio. - Para la apertura del AP a 0+00 m se utilizaran barreras mecánicas sostenedoras (silt fense) alrededor de cada una de las áreas definidas como el sitio para cimentar la infraestructura. Esto con el fin de que los materiales que se destapen no sean erosionados dado el caso que se presente un evento climático con lluvias durante ese momento. Estas mallas se colocan acorde al movimiento del equipo excavador y las mismas son reutilizables. - Aplicar riego si se realiza en época seca para evitar la producción de polvo. - Se deben controlar las aguas pluviales en el proyecto para disminuir la erosión en las terrazas y caminos.

ACCION IMPACTANTE	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	CITA DE REGULACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES ESTABLECIDAS	TIEMPO DE APLICACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE	INDICADOR DE DESEMPEÑO	SINTESIS DEL COMPROMISO AMBIENTAL Y MEDIDAS COMPENSATORIAS
Generación de polvo, gases, ruido y derrames	Aire Agua Superficiales Aguas Subterráneas	El proceso de remoción del suelo provocara que se presente contaminación por el polvo especialmente en la época menos lluviosa El uso de la maquinaria liviana aumentara los niveles de ruido. Contaminación del aire por el aumento en la emanación de gases provenientes de la maquinaria que trabaja en el proyecto.	Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. Art. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28. Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos. Art. 54.6, 54.9.3, 58.1.31, 58.3.	Si se presenta contaminación por la emisión de polvo, utilizar riego para disminuir su impacto. Utilizar maquinaría con generación de bajos niveles de ruido. Velar por que la maquinaria se encuentre en buen estado de conservación y por ende con buen funcionamiento. Si se da la utilización de maquinaria que emane gases de diferente tipo, es necesario que se determine la idoneidad de la misma, y su grado de funcionamiento Inspeccionar que la maquinaria a utilizar no presente derrames de combustibles o lubricantes.	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto ¢ 75.000 por equipo o maquinaria para revisión o cambio	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	La maquinaria debe poseer RITEVE aprobada. Se deben presentar copia de las facturas de los sitios en donde se efectuan las acciones de mantenimeinto.	- La maquinaria a utilizar deberá de estar en excelentes condiciones mediante un adecuado mantenimiento de la misma, especialmente los escapes, filtros y muflas esto con el fin de evitar contaminación excesiva por ruido. - Si el movimiento de tierra se efectuara en la estación lluviosa es factible que no se genere polvo en exceso, si fuese lo contrario se utilizara riego para disminuir la pluma de polvo. Escoger un sistema constructivo que demande lo menos posible la utilización de forma intensiva de maquinaria pesada, y utilice mejor maquinaria liviana, y más amigable con el ambiente.
Levantamiento de infraestructura	Paisaje Fauna Suelo	Cambios en el paisaje existente. Impermeabilización de parte del suelo por la construcción de infraestructura. Aumento en la generación de aguas pluviales Afectación a la fauna, al establecer barreras para su paso por el AP.	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV.	Levantar infraestructura, en el sitio que se ha destinado, tomando en cuenta las características de la zona. Aunque se dará impermeabilización, esta será mínima dado que la infraestructura ocupa un espacio de alrededor del 50% del total de la propiedad. Las aguas pluviales serán canalizadas a los colectores cercanos de manera que no afecten directamente al suelo. El hecho de que la infraestructura a construir abarque solo una parte del área permitirá que la fauna pueda trasladarse, utilizando el resto de la propiedad. Así mismo puede utilizar la franja arbórea que se mantendrá.	Durante la fase de construcción. 6 meses	El costo esta incluido dentro del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificación de altura de edificios. Verificar calculos sobre evacuación de pluviales.	- Adecuación de la infraestructura en el contexto mediante la arborización de las zonas aledañas. - Respeto del diseño constructivo, el cual tomara en cuenta todas las características implícitas que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto. - Hacer conciencia en los desarrolladores que el proyecto será exitoso en la medida que el mismo se desarrolle en forma armónica con el media ambiente. - Efectuar un control adecuado de las aguas pluviales.
Tratamiento de aguas servidas	Agua Superficiales Aguas Subterráneas Suelo	Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por derrames de aguas servidas no tratadas. Contaminación del suelo por derrames de aguas servidas no tratadas	Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales. Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Hacer la correspondiente conexión a la planta de tratamiento de aguas servidas acorde a las necesidades que presentan los edificios. Darle un mantenimiento adecuado a la planta de tratamiento con el fin de que la misma funcione en forma idónea.	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Habrá una planta de tratamiento la misma se inspeccionarz cada dos meses para valorarar su funcionamiento. Se revisara la calidad del efluente por medio de pruebas quimicas.	- Conectar los edificios a construir a la de planta de tratamiento y darle el adecuad mantenimientos. - No se permitirá el uso de tanques sépticos. - Velar por que las letrinas móviles sean evacuadas dentro de un periodo de tiempo idóneo

				Velar por que las instalaciones mecánicas se mantengan y funcionen de forma satisfactoria. En la fase de construcción se deberá utilizar letrinas móviles para los trabajadores.					- Verificar por lo menos bimestralmente que los efluentes de la planta presentan un grado de purificación acorde a las normas establecidas por el MSP
Evacuación de aguas pluviales	Agua Suelo	Una mala evacuación de las aguas podría generar problemas de arrastre de sedimentos en el área del proyecto	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV. Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Art. 20, 22, 23, 33, 44, 52. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo. Art. 1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	Establecer un sistema de evacuación de pluviales, que separe las aguas provenientes de la infraestructura y la redirija hacia los colectores del proyecto. Utilizar disipadores de energía a la salida de las aguas pluviales para no provocar problemas de erosión Establecer sistemas de contención artificiales y naturales de sedimentos, por si el sistema de evacuación no funciona adecuadamente	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificar calculos sobre evacuación de pluviales.	- Implementación de un sistema de evacuación de pluviales como el propuesto. Para la salida de las aguas pluviales, es de esperar que algunas aguas viajen el cordon de caño existente, y en el caso que requiera, se debe de tener un adecuado sistema disipador de energía, para evitar la erosión excesiva en la zona del cauce donde desfogan. - Es de suma importancia hacer un control de la escorrentía natural, una vez construidos los accesos, pues las aguas pluviales pueden afectar sitios en donde se abra camino. - Evitar a toda costa el discurrimiento de aguas pluviales sin encauzar. - Colocar medidas mitigadoras de arrastre de sedimentos. Establecer medidas para aprovechar lo máximo posible las aguas de lluvia para ser utilizadas en diferentes formas dentro del proyecto.
Generación de desechos sólidos y líquidos	Suelo Aguas Fauna Paisaje	Contaminación del medio por generación y mal manejo de los desechos producidos por el proyecto.	Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales. Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Establecer un sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos durante la construcción y operación del proyecto. Colocar recipientes de plástico debidamente identificados para la recolección de los diferentes desechos por parte de funcionarios y estudiantes. Implementar un sitio en el cual se pueda dar la acumulación de los desechos para su posterior clasificación y tratamiento. Llevar a cabo una campaña permanente de concientización en los trabajadores	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	La basura que se acumula en el AP se sacará los días lunes y miércoles por la mañana. De previo se clasificara para efectos de reciclaje. Habrá una planta de tratamiento la misma se inspeccionarz cada dos meses para valorarar su funcionamiento. Se revisara la calidad del efluente por medio de pruebas quimicas	- Instalación de basureros, como centros de acopio, puesta en práctica de un sistema efectivo de recolección y tratamiento. -. Conexión de los edificios hacia la planta de tratamiento de aguas servidas. - Colocación de letrinas móviles durante la fase de construcción. - Se efectuara una campaña de educación a funcionarios y estudiantes. -Establecer las acciones que se requieran con el municipio o con el ente encargado de la recolección de los desechos para dar a estos el tratamiento necesario.

				del proyecto en la fase constructiva y a los habitantes en la fase de operación de la necesidad de emprender acciones concretas en lo que a reciclaje de desechos se refiere. Establecer técnicas constructivas y utilizar materiales que generen poco o ningún desperdicio.					- Minimizar el volumen de desechos que se generen en el proyecto
Alteración en el paisaje	Suelo Aguas Fauna Paisaje	Cambio en el paisaje que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto.	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV. Ley de Aguas. Art. 1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146. Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Art. 14, 18, 82, 83, 132. Ley de Biodiversidad	Eliminar únicamente la vegetación que sea estrictamente necesaria. Revegetar áreas con el fin de volver a dar al sitio una conformación lo más semejante posible a la actual.	Después de la fase de construcción	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificación de altura de edificios. Verificar calculos sobre evacuación de pluviales. No se eliminaran arboles de especies protegidas. Llevar un conteo de especies que sea necesario reubicar.	- Adecuación de la infraestructura en el contexto mediante la arborización de las zonas aledañas. - Respeto del diseño constructivo, el cual tomara en cuenta todas las características implícitas que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto.
Levantamiento de la infraestructura	Población	Afectación por puesta en marcha del proyecto	Código de Trabajo. Art. En términos generales todos. Ley sobre Riesgos del Trabajo. Art. Del 193 al 273.	Priorizar la contratación de trabajadores de la zona Incremento de las relaciones económicas entre los usuarios de los edificios y la comunidad No eliminación de especies vegetales Disminución de desechos y basura Uso adecuado de recursos	Todo el tiempo que dure el proyecto	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador y Regente Ambiental	Se hará el Plan de Salud Ocupacional por un ente experto en el tema. El número de incidentes no será mayor al 5%. Se hará el Plan de Seguridad Laboral por un ente experto. El número de incidentes no será mayor al 5%. La basura que se acumula en el AP se sacará los días lunes y miércoles por la mañana. De previo se clasificara para efectos de reciclaje	-Potenciar la contratación de mano de obra local tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de operación. - No eliminar especies de vegetación existentes no serán eliminadas y en caso de que se requiera, se tramitará el respectivo permiso ante la entidad correspondiente. - Los desechos generados por los nuevos edificios se incorporarán al programa de reciclaje de la UNA y serán transportados por el servicio de recolección de basura. - Se trabajará para crear concientización entre los estudiantes y funcionarios para implementar un uso más efectivo de los recursos, de manera que los servicios básicos se utilicen de manera racional.

5.10. Monitoreo - Regencia

Se considera que el monitoreo o regencia se debe llevar a cabo por al menos un profesional, que se haga cargo de los aspectos ambientales, de forma que efectue acciones, con el fin de aplicar en forma oportuna y puntual las medidas que se requieran para la buena marcha del proyecto. Se recomienda una visita semanal en la etapa constructiva y una visita quincenal cuando este en operación, en los primeros seis meses y posteriormente una visita mensual por al menos 6 meses. Cuando sea necesario se harán pruebas de los diferentes componentes del medio para determinar que los mismos no están siendo afectados por el desarrollo del proyecto. Estas pruebas podrán ser estudios de aguas, de operación y funcionamiento de la planta de tratamiento, de emisión e intensidad de sonidos, de producción de desechos, o lo que se requiera.

En cuanto a la periodicidad de las mismas, no se estima de previo, ya que se considera que están en interrelación directa con el desarrollo del proyecto, y en la medida que este se ejecute, así se podrán efectuar. Se debe tener claro que este tipo de pruebas, se llevan a cabo con el fin de disponer una base de sustento para mejor resolver, y tomar las decisiones correctas en caso de detectar alguna anomalía.

Objetivos

a) Constatar que la empresa que desarrollara la actividad cumpla con los lineamientos que se propusieron inicialmente.

b) Que los impactos ambientales que se contemplaron se mantengan dentro de lo preestablecido, y si se incrementan, señalar las medidas para mitigarlos

C) En el caso de presentarse algún tipo de que no se haya contemplado en el marco del estudio, señalar las medidas a ser tomadas por la empresa constructora y los desarrolladores del proyecto

Acciones a tomar

Las acciones que se tomen están directamente relacionadas con las situaciones que se den, sin embargo se pueden identificar las que se presentan en el cuadro de PPGA.

5.8. Cronograma de ejecución

A continuación se presenta un Cronograma del tiempo en que se presentan las medidas de mitigación que se pretende implementar a partir de la puesta en inicio del proyecto. Se propone un plazo mayor al que se desarrollará el proyecto, como una salvaguarda que el mismo se prolongue por alguna circunstancia especial, y abarcando el inicio de la fase de operación.

Cuadro Nº 5.5.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Medidas de Mitigación. Cronograma de Implementación

	Meses					
Actividad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Eliminación únicamente de vegetación seleccionada	**X**					

Movimiento de tierras ordenado	**X**	**X**				
Utilización de un sistema constructivo amigable con el medio	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
Utilización de maquinaria de tipo pesado y liviano	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
Mantenimiento equipo en buen estado	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
Manejo de aguas residuales mediante planta de tratamiento	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Disposición de aguas pluviales de forma adecuada	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Recuperación zonas verdes y revegetación de áreas de interés					**X**	**X**
Manejo de desechos mediante dispositivos de recolección y adecuada disposición.	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Puesta en práctica de una campaña para concienciar sobre el manejo de desechos.	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Riesgo ante amenazas naturales	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

5.12. Costos de la Gestión Ambiental

Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto: áreas verdes, siembra de coberturas, recuperación del paisaje, diseño de sitio, y de obra civil, conformación y control de escorrentía, etc. no conllevara gastos económicos extras, se incluyen dentro del costo del proyecto, siendo esencialmente el único costo el salario del Regente Ambiental, el cual se señala a continuación:

Precisando gastos generales para seis meses
Regente Ambiental $700,00 por visita al Área del Proyecto
Se recomienda al menos una visita mensual en la etapa de construcción.
$700,00 X 6=**$4 200,00 por seis meses**

Cabe destacar de igual manera, que la regencia ambiental deberá de extenderse durante todo el proceso constructivo de las residencias.

5.13. Plan de contingencia

Dadas las condiciones y características del proyecto, y el como se ejecutara, y después de efectuar un análisis del mismo, no se considera que existan fuentes de riesgo ambiental, o en otras palabras no se determina la existencia de sitios potenciales de significativa contaminación o degradación del ambiente. Únicamente se puede señalar que solo la planta de tratamiento, podría dar eventualmente algún tipo de problema, sin embargo, lo anterior es muy poco probable dado que para la construcción de la misma se seguirán las normas establecidas.

Cabe recordar, que a lo largo del estudio se ha señalado que la implementación del proyecto, guarda una armonía muy grande con las condiciones ambientales en donde se desarrolla, y que la conservación del medio es fundamental para el proyecto en sí.

Durante la fase de construcción se tomaran las medidas necesarias para evitar al máximo la ocurrencia de accidentes, el sitio de trabajo deberá contar con su respectivo señalamiento y un plan de salud ocupacional a los trabajadores se les exigirá el uso de equipo de protección personal, tal como chalecos reflectivos, cascos, arnés, tapones u orejeras para los oídos, anteojos protectores, guantes, zapatos con puntera de acero, etc.

En caso de ser necesario, se deberá de coordinar reuniones con el Regente Ambiental y el Responsable Ambiental del contratista para que se aclaren dudas en relación a los compromisos ambientales adquiridos durante el proceso de obtención de la viabilidad ambiental, de manera que se trate de evitar problemas desde la parte ambiental provocados por los obreros.

Así mismo el profesional en salud ocupacional deberá de desarrollar obras tales como un Plan contra incendios, señalización de zonas de paso peatonal, señalización vial en las vías que brindan acceso al AP, áreas de peligro y Planes de evacuación en caso de sismos, accidentes laborales, sismos, etc.

También se implantará un plan de contingencia en caso de eventos de gran envergadura en coordinación con las instituciones competentes tales como la Comisión Nacional de Emergencia, Ministerio de Salud, entre otras.

Así mismo, como se ha detallado anteriormente, se deberá de informará de zonas de peligro y zonas de accesos restringidos para evitar cualquier accidente, mediante rotulación adecuada para cada situación. Se deberán de elaborar rótulos legibles con dimensiones que faciliten su lectura.

La UNA deberá de suministrar los protocolos de conducta, seguridad ocupacional y otros que considere necesario, para que el contratista informe a los trabajadores del proyecto para que las obras se desarrollen sin mayores inconvenientes.

5.14. Síntesis de los compromisos ambientales del proyecto

En un aparte precedente se presentaron en forma global los compromisos ambientales, que se están asumiendo para cada uno de los factores ambientales impactados, por lo que a continuación se retoman nuevamente.

En el Medio Físico

Suelos

El movimiento de tierras se efectuara de forma puntual y directa, de modo tal que se efectué únicamente en aquellos sitios que así lo requieran. El mantenimiento de la maquinaria pesada y liviana que se utilizara, debe hacerse en un sitio en el cual se tomen las medidas necesarias y se acondicione para ello con el fin de mitigar un posible derrame de lubricantes o combustibles que se encuentre fuera del área de proyecto.

En cuanto al drenaje de suelos se aplicara únicamente en aquellos sitios que así lo requieran, o sea es muy puntual y temporal, dado que los mismos se utilizaran para efectos constructivos.

En cuanto a la erosión se aplicaran medidas de contención de tipo Silf fense, trampas de sedimentos artificiales, barreras retenedoras de tipo natural, etc., sin embargo, el movimiento que se efectué será de tipo directo, puntual, y rápido, el material excavado se dispondrá y se manejara de forma tal que no se de el movimiento de partículas de suelo.

Aguas Superficiales

En caso de que se de un derrame de hidrocarburos, potencialmente el producto del mismo podría dirigirse hacia el curso fluvial colindante con el área de proyecto, por medio de uno de los pequeños cursos de agua que se generan en la propiedad producto de la escorrentía, sin embargo, se espera que lo anterior no suceda ya que se tomaran las medidas para evitarlo, y que se han señalado precedentemente, tal como utilización de un sitio especial para ello.

Situación similar a lo anterior sucede con las partículas en suspensión y la posible contaminación por derrame de aguas residuales, no obstante se tomaran las medidas pertinentes, las cuales consisten en confinar la fuente contaminante, en un sitio del cual no se pueda propagar.

Aguas Subterráneas

Para proteger las aguas subterráneas se deberá instalar letrinas provisionalesdurante el proceso constructivo, por otra parte no se debe permitir el derrame de líquidos de desecho contaminante. Una vez concluido el proyecto, el sistema de tratamiento por medio de planta, se ha probado brinda un tratamiento completo de las mismas, por lo que es poco improbable se presenten problemas de contaminación, no obstante se tomaran las medidas que se consideren pertinentes para evitar cualquier tipo de contingencia. Para ello se pondrá en práctica un proceso de confinamiento de los vertidos mediante barreras de contención

Atmósfera

Se mantendrá un control estricto sobre la maquinaria y equipos que se utilicen en la construcción, a fin de evitar contaminación por gases y combustibles dentro del área del proyecto, velando por que los filtros se mantengan en buenas condiciones.

Así mismo, solo se permitirá la reparación de los equipos o su mantenimiento fuera del proyecto, en un sitio especialmente para ello. Lo anterior se aplicara también con el fin de que los equipos no produzcan más ruido que el normal.

En cuanto a la emanación de partículas de polvo u otros elementos se tratara que en esta fase se produzcan lo menos posible especialmente aquellos producto de la utilización de materiales tales como fibrocemento, madera, plycen u otros, se tomaran medidas con el fin de confinar el polvo que se presente y después disponerlo de forma adecuada.

Biológicos
Ambiente Terrestre
Vegetación
Se delimitará en campo perfectamente y de manera que sea vistoso, cada una de las áreas a abrir, a efecto de que si se llegase a eliminar vegetación, se elimine justamente la necesaria.

En las áreas verdes se revegetará con especies arbóreas propias de la localidad; para ello podrán utilizarse las identificadas en el presente estudio, o cualquier otra a la que se tenga acceso, siempre y cuando sea de crecimiento natural en la Zona de Vida que corresponde al área.

Durante las labores de construcción se vigilará las actividades de los trabajadores a efecto de que ninguna de estas consista en la extracción de especímenes vegetales o el maltrato innecesario a algún árbol.

Fauna
Mientras se esté en etapa de Construcción, las labores iniciarán a las siete de la mañana y terminará a las cinco de la tarde, para evitar la menor cantidad de molestias, especialmente ruido y olores extraños a las poblaciones de aves cuyas actividades inician muy temprano o a los mamíferos crepusculares.

También se vigilará la actividad de los trabajadores, para prevenir que alguno de estos genere incomodidades a la fauna local, persiguiéndola por mera diversión o quizás causándole daños físicos innecesarios. Se advertirá antes del inicio de las obras a los trabajadores, que no es permitido eliminar ningún tipo de especie, y si se da el caso de encontrar una determinada especie se retira del área de proyecto siguiendo los protocolos que existen para ello, y bajo la coordinación con el personal del Área de Conservación correspondiente.

Los trabajadores deberan disponer un área de comedor en el que deben contar con recipientes para disponer la basura producida, de manera que esta no tendrá que estar dispersa por el área, y de esta forma incidir en el cambio alimenticio de las pocas especies que habitan el área del proyecto.

Ambiente acuático
La afectación del aspecto biológico en su parte acuática se puede dar esencialmente por la generación de partículas que incidan en la turbidez que pueda presentar el curso fluvial colindante. Ya se ha mencionado que se utilizaran una serie de medidas para evitar la llegada de las partículas al río.

Ambiente Socioeconómico
Como medida de mitigación de los impactos negativos, o bien, de potenciar los impactos positivos, se recomiendan las siguientes medidas:

Que se definan mecanismos de control que garanticen el cumplimiento de todas las medidas, normas, regulaciones y legislación existentes, para de esa forma garantizar una buena ejecución del proyecto.

En la medida de lo posible la mano de obra que se utilice en la construcción y operación, se buscara que sea originaria de la zona, lo cual implica capacitar adecuadamente a las personas en materia ambiental, e inculcarles la necesidad de guardar las precauciones necesarias para evitar la ocurrencia de posibles accidentes de carácter laboral.

Un proyecto de esta naturaleza fomentara que la economía de la región se dinamice dado que se incrementa el intercambio de bienes y servicios, mediante la actividad comercial, dado que el proyecto y sus usuarios se convertirán en demandantes potenciales de los mismos.

Es necesario que la Universidad se ponga en contacto con la Municipalidad de Nicoya, y las organizaciones sociales de la zona, así como los grupos organizados dentro del ámbito universitario, para darles a conocer las características del proyecto y aclarar dudas al respecto, así como para elaborar un plan de acción en caso de suceder alguna emergencia.

Desechos

Como medida de mitigación de los impactos que provoquen los desechos sólidos generados por el proyecto, se dispondrá de sitios para el depósito de los mismos. En lo que se refiere a desechos producidos por los trabajadores producto de su alimentación serán recogidos y evacuados hasta un punto en que sean almacenados, para posteriormente sacarlos del área de proyecto, hasta un punto en el cual sean recolectados por el municipio de la zona. Se efectuaran acciones tendientes a separar los desechos de acuerdo a su origen con el fin de reciclarlos

En cuanto a las aguas residuales es necesario señalar que serán tratadas mediante una planta diseñada especialmente para tal fin, con un amplio margen de seguridad en cuanto a su funcionamiento, por lo que es poco probable, que se pueda generar un derrame significativo que pueda poner en peligro el área, por otra parte la planta tendrá un plan de mantenimiento permanente.

Por otra parte, se deberá disponer de todos los desechos vegetales en sitios escogidos de previo dentro del área de proyecto en las etapas de construcción y operación, para un proceso de descomposición natural.

Paisaje

Es un hecho de que se tendrá un cambio en el paisaje debido al levantamiento de la infraestructura que se edificara, pero se respetara en todo lo que este al alcance de provocar cambios mínimos en cuanto a vegetación eliminada, para lo cual se tomara en cuenta el levantamiento forestal que se realizado en el área de proyecto.

Por otra parte el diseño de las edificaciones se hará de forma tal que guarde una correlación con las características del área, teniendo las mismas un acabado rustico, que no rompa visualmente con lo existente.

5.15. Referencias Bibliograficas.

Alvarado, G.E., 1993: **Vulcanology and petrology of Irazú volcano, Costa Rica**. -261 págs. Univ. de Kiel, Alemania [Tesis Doctorado].

Alvarado, G.E., Pérez, W. & Sigarán C., 2000: **Vigilancia y peligro volcánico**. -En: Denyer, P. & KussmauL, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 251-272.

Aparicio, F. 1992. **"Fundamentos de Hidrología de Superficie"**; Editorial Limusa; México D.F

Arredondo, S., 1994: **Aguas subterráneas y fuentes termales** - en Denyer, P. & Kussmaul, S. (compiladores), 1994: Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana, Costa Rica - Edit. Tecnológica de Costa Rica: 197-210.

BGS - SENARA, 1985: **Mapa Hidrogeológico del Valle Central de Costa Rica, escala 1:50000**.

Bolaños, R y Watson, V. (1999). **Mapa ecológico de Costa Rica: según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge**; Centro Científico Tropical; Escala 1:200.000. Edición 2006. San José, Costa Rica.

Carrillo, E., G. Wong, y A.D. Cuaron. 2000. **Monitoring mammals populations in costarican protected areas under different hunting restrictions**. Conservation Biology 14(6): 1580-1591.

Chow, Ven Te. 1994. **Hidrología Aplicada.** Colombia**:** Editorial McGraw-Hill.

Chow, Ven Te. 1994. **Hidráulica de Canales Abiertos.** Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

David, L. and Jr. Ross. 2001. **Costa Rican bird song: an identification guide**. A Zona Tropical Production. San José, Costa Rica.

Denyer, P. & Arias, O., 1991: **Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica** - Rev. Geól. América Central (12): 1-59pp.

Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2003: **Atlas tectónico de Costa Rica**. –1 ed. –Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. –79 págs.

Dunne, T; Leopold, L. 1978. **"Water in Environmental Planning"**; W.H. Freeman and Company, Estados Unidos.

Fernández, M. & Rojas W., 2000: **Amenaza Sísmica y por Tsunamis**. -En: DENYER, P. & Kussmaul, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 287-301.

Holdridge, L.R. (1967). **Life Zone Ecology**. CCT. San José.

Holdrige, L. y L. Poveda. 1975. **Arboles de Costa Rica**. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica 545 p.

INBio, (2013). **Especies Florísticas endémicos, amenazadas, poblaciones reducidas y en peligro de extinción de Costa Rica**. Sistema de consulta al sistema Atta. http//atta.inbio.ac.cr.

INBio. (2013). Página Web en Internet: http://www.inbio.ac.cr./

INEC, (2013). Sistema de consulta en línea del X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011 (http://www.inec.go.cr)

Jiménez García, Fabio A. 2005. "**Modelo de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial Urbanos, con una Aplicación en MS Excel**". Tesis de licenciatura, Ingeniería en Construcción, ITCR, Noviembre 2005.

Jiménez, Q. 1999. **Arboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica**. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica.

Koller L. 1977. **Hidrología para Ingenieros.** Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

Lamprecht, H. 1990. **Silvicultura en los Trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas**,

Martín V, Juan P. 2003. **Ingeniería de Ríos.** España: Ediciones UPC, S.L.

MIDEPLAN-COMEX. (2007). Decreto Ejecutivo Nº 34160 "Define Índice de Desarrollo Social denominado IDS". San José: Imprenta Nacional - La Gaceta Nº 250 del 28 de Diciembre del 2007.

MINAE (1998). **Lista de Fauna con Poblaciones Reducidas** DECRETO N° 26435-MINAE, publicado en la gaceta el 3 de diciembre de 1997.

MINAE-MN-INBio. 1998. **Estado de la Diversidad Biológica: Actualización**. www.minae.go.cr/estrategia/Estudio_Pais/estudio.

Montero, W., 2001: **Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la Microplaca de Panamá**. -Rev. Geol. de Amér. Central, 24: 29-56.

Murillo, Rafael. 1994. **"Estudio de Intensidades de lluvia en la cuenca del río Virilla"**. Tesis para optar por el grado de licenciatura en ingeniería civil, Universidad de Costa Rica. 1994.

Novak. P, A.I.B. Moffat, C. Nalluri. 1996. **Estructuras Hidráulicas.** Colombia**:** Editorial McGraw-Hill.

Paniagua, S., 1993: **Mapa de amenaza volcánica de la Gran Área Metropolitana, escala 1:200 000**. En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (Comp): Atlas geológico del Gran Área Metropolitana. Editorial tecnológica de Costa Rica, Cartago.

Peraldo, G. & Montero, W., 1999: **Sismología histórica de América Central**. -347 págs. IPGH, México.

Ralph, C., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante y B. Mila. 1996. **Manual de método de campo para el monitoreo de aves terrestres**. General Technical Report, Albany, California: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. U.S.A. 63p.

Robert L. Mott. 1996. **Mecánica de Fluidos Aplicada**. México: Editorial PEARSON.

Rodríguez Piña, Ernesto. 1989. "**Revisión de Métodos de Diseño Hidrológico e Hidráulico de Alcantarillas para Carreteras**". Tesis de licenciatura, Ingeniería Civil, UCR, Agosto 1989.

Rojas Morales, Nazareth 2011. **"Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas"**; Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica.

Sánchez-Vindas, P y L. Poveda. 1999. **Árboles y Palmas del Atlántico de Costa Rica, Claves dendrológicas**. Editorial Guayacán. San José Costa Rica. 140 p.

Stiles , G y A. Skutch. 2007. **Guía de Aves de Costa Rica**. INBio. Heredia, Costa Rica. 686 p.

UICN. 2012. The UICN **Red List of Threatened Species, Costa Rica**. http://www.iucnredlist.org/search .

UNA (2013). Memorias descriptivas de los proyectos de desarrollo de infraestructura propuestas por la Universidad Nacional para los campus "Omar Dengo", "Benjamín Núñez", "Liberia", "Nicoya", "Sarapiquí", "Pérez Zeledón", "Coto" y el "Centro de Recreo".

*UNA (2013). Sistema de consulta en línea de la oferta académica de la Universidad Nacional en las distintas sedes regionales (*http://www.una.ac.cr/index.php/m-carreras*).*

*UNA (2013). Universidad Nacional 1973-2013: 40 años de educación superior por el bien común (*http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/2013/suplementos/aniversario *40.pdf).*

Vahrson y Alfaro. 1995. **Intensidad, Duración y Frecuencia de Lluvias Para Diferentes Zonas del País.** San José.

Vahrson W.-G., Arauz I, Chacón R., Hernández G, Mora S.1990. "**Amenaza de Inundaciones en Costa Rica; América Central, Comentarios al Mapa 1:500.000".** Informe a la Comisión de Emergencia Nacional (CNE) y al Centro de Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)

Villón Bejar, Máximo. "**Hidrología"**. Editorial Instituto Tecnológico.

Páginas de internet consultadas:
http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml
http://www.iucnredlist.org/

CAPITULO VI MARCO JURÍDICO QUE REGULA LA GESTIÓN AMBIENTAL EN COSTA RICA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

CUADRO 6.1
RESUMEN DEL MARCO JURIDICO QUE AFECTA AL PROYECTO

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley de Aguas	Nº. 276 de 27 de agosto de 1942	Publicada en la Gaceta Nº 190 de 28 de agosto de 1942	**B**	1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146,	Señala las pautas para el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, y la necesidad de obtener concesión para su aprovechamiento. También se refiere al aprovechamiento de las aguas públicas para efectos de navegación. Así como las medidas para la conservación de árboles para evitar la disminución de las aguas.	Da la pauta para el aprovechamiento de las aguas, y las restricciones que las mismas soportan.
Reglamento de Perforación y Explotación de Aguas Subterráneas	30387-MINAE-MAG	La Gaceta Nº 104 del 31 de mayo del 2002	**C**	7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Indica los pasos, requisitos y las sanciones que se necesitan, así como las pautas técnicas para efectuar la perforación en forma adecuada.	Da los lineamientos para perforar pozos para la extracción de agua
Ley de Construcciones	Decreto Ley Nº 833 del 2 de noviembre de 1949	Año 1949, sem 2, tom 2, pag. 637	**B**	4, 27, 44, 56, 58, 71,	Fija en términos muy generales lo referente a la construcción de obras, por lo que implica al proyecto como tal. Y dicta algunas restricciones en cuanto a alturas , evacuación de aguas residuales, etc.	Señala los lineamientos generales para desarrollar proyectos constructivos.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento de Construcciones		Publicada en la Gaceta Nº 56, Alcance Nº 17 del 22 de marzo de 1983	**B**	Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV.	Norma **absolutamente todo** lo referente a la construcción de obras, cubriendo desde aspectos meramente constructivos hasta obligatoriedad por parte del desarrollador para con los trabajadores	Es complementario a las disposiciones contenidas en la Ley de Construcciones con la adición de otros reglamentos publicados
Ley General de Caminos Públicos	Nº 5060	Publicada en la Gaceta Nº 158 del 5 de septiembre de 1972	**B**	7, 13, 20, 21, 30, 31, 32	Dado que el proyecto se construye en una zona con relativo poco acceso, estos artículos señalan las obligaciones que se deben tener en caso de que se considere oportuno construir algún camino en el área de proyecto	La ley señala cuales y como están compuestos las diferentes caminos de acceso existentes, así como las obligaciones que tienen los propietarios de las tierras por donde pasen
Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales	Decreto Ejecutivo Nº 26042-S-MINAE del 14 de abril de 1997	Publicado en la Gaceta Nº 117 del 19 de junio de 1997	**C**	Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Señala como se debe realizar el control sobre los vertidos, los límites máximos de contaminación y la periodicidad del muestro	Al utilizar el proyecto planta de tratamiento debe de adoptar la normativa de forma integral sobre vertidos y reuso de aguas residuales.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos	Nº 7779 del 30 de abril de 1998	Publicado en la Gaceta Nº 97 del 21 de mayo de 1998	**B**	20, 22, 23, 33, 44, 52	Obligatoriedad de proteger y efectuar practicas adecuadas para la conservación de los suelos, especialmente en cuanto escorrentía y contaminación se refiere, y las consecuencias de presentarse situaciones anormales	Da la pauta para la protección, conservación y mejoramiento de los suelos
Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos	Decreto ejecutivo Nº 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT del 8 de agosto del 2000	Publicado en la Gaceta Nº 57 del 21 de marzo del 2001	**C**	1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	Establece las prohibición de efectuar quemas, así como evitar la contaminación de los suelos, también indica el manejo de aguas que se debe hacer para evitar la erosión que se pueda producir por movimientos de tierra	Señala la necesidad de conservar y mejorar los suelos, evitar la erosión y degradación que se dé por diversas causas naturales o artificiales, de forma que se lleve a cabo un manejo integrado y sostenible de los suelos en armonía con los demás recursos y riquezas naturales en todo el territorio nacional
Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Nº 7317 del 30 de octubre de 1992	Publicada en la Gaceta Nº 235 del 7 de diciembre de 1992	**B**	14, 18, 82, 83, 132	Indica sobre la protección que hay que tener con la vida silvestre, y las restricciones sobre actividades como caza y pesca y comercio. También indica las restricciones existentes sobre los refugios de vida silvestre	Establece las regulaciones sobre la vida silvestre tanto continental, insular y marítima.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Decreto ejecutivo Nº 26435-MINAE del 01 de octubre de 1997	Publicado en la Gaceta Nº 233 del 3 de diciembre de 1997	**C**	Del 80 al 104	Define todo, lo relacionado con el uso que se puede efectuar en un Refugio de vida Silvestre	Establece la reglamentación necesaria para operacionalizar la puesta en práctica la ley
Ley Forestal	Nº 7575 del 13 de febrero de 1996	Publicada en Alcance a la Gaceta Nº 72 del 16 de abril de 1996	**B**	2, 19, 33, 34,	Señala las actividades autorizadas y las áreas de protección. La prohibición para talar en áreas protegidas	Indica las restricciones que presentan las áreas forestales.
Reglamento a la Ley Forestal	Decreto Ejecutivo Nº 25721-MINAE del 17 de octubre de 1996	Publicado en la gaceta Nº 16 del 23 de enero de 1997	**C**	Ninguno en especifico	Atañe al proyecto en la medida que da los lineamientos para hacer uso del bosque con fines forestales y comerciales , que para el caso de análisis no se llevara a cabo	Establece la reglamentación necesaria para operacionalizar la puesta en práctica la ley
Ley de Biodiversidad	Nº 7788 del 30 de abril de 1998	Publicado en la Gaceta Nº 101 del 27 de mayo de 1998	**B**	49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 92, 93, 94, 95, 96, 97.	Indica las restricciones para con las especies animales y vegetales. Así mismo señala lo relacionado con las áreas silvestres protegidas, y la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental	Señala las pautas para la conservación y uso de ecosistemas y especies. La existencia de áreas de conservación. La necesidad de realizar evaluación ambiental

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido	Decreto ejecutivo Nº 28718-S del 15 de junio del 2000	Publicado en la Gaceta Nº 155 del 14 de agosto del 2000	**C**	20, 21, 22, 23, 24, 25, 28.	Señala los parámetros establecidos para la emisión máxima de ruido según las actividades a desarrollar	Da la pauta para la protección de la salud de las personas y del ambiente, de la emisión contaminante de ruido proveniente de fuentes artificiales.
Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos	Nº 30131-MINAE-S	La Gaceta Nº 43 01 de marzo de 1992	**C**	54.6, 54.9.3, 58.1.31, 58.3º	Regula la forma de almacenar y dispensar los combustibles.	Da la pauta en cuanto a los lineamientos a seguir en relación a el almacenamiento de productos especialmente combustibles para la lanchas.
Código de Trabajo	Nº 2 del 23 de agosto de 1943	Publicado en la Gaceta Nº 192 del 29 de agosto de 1943	**B**	En términos generales todos	Señala las obligaciones, y deberes que se deben tener para con los trabajadores que laboren en el proyecto	Influencia el proyecto en las medida que regula la relación trabajador – patrono en las etapas de construcción y operación
Ley sobre Riesgos del Trabajo	Nº 6727 del 24 de marzo de 1982	Publicada en la Gaceta Nº 57 del 24 de marzo de 1982	**B**	Del 193 al 273	Determina la cobertura que tiene el trabajador en caso de accidente de tipo laboral, así como la remuneración porcentual según los diversas lesiones que se puedan presentar	Señala esencialmente la obligatoriedad del desarrollador del proyecto, que es el patrono, de asegurar a sus trabajadores contra riesgos del trabajo por medio del INS

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley Orgánica del Ambiente	Ley Nº 7554 del 4 de octubre de 1996	Publicada en la Gaceta Nº 215 del 13 de noviembre de 1995	**B**	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 62, 64, 65, 69	Indica la necesidad de evaluación ambiental, y la potestad del poder ejecutivo por medio del MINAE para establecer Áreas Silvestres Protegidas, y para proteger los recursos marinos, costeros y humedales. Obligatoriedad de proteger el aire, el suelo, y las aguas de la contaminación.	Señala o da la pauta para hacer un uso adecuado del medio ambiente, sean marinos costeros o humedales. Necesidad de proteger los elementos del medio de la contaminación producto de su uso
Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Decreto Ejecutivo Nº 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC del 24 de mayo del 2004	Publicado en la Gaceta Nº 125 del 28 de junio del 2004	**C**	Capítulos, II (sección VII, artic. 27, 28, 29)), III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII.	Señala cuales son las evaluaciones a seguir según el tipo de proyecto, y los pasos a seguir para una correcta puesta en práctica desde una perspectiva ambiental. Así mismo señala las consecuencias de ejecutar proyectos sin haber efectuado la tramitología que solicita la SETENA.	Define los requisitos y procedimientos generales por lo que se determina la viabilidad ambiental a las actividades, obras o proyectos nuevos.

CAPITULO VII DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

7. DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO

7.1. Geologia o aspectos geologicos regionales

Los alrededores del AP, se caracterizan por la presencia de materiales ígneos y sedimentarios. De acuerdo con el Mapa Geológico de la Hoja Matambé, en el AP y AID predominan formaciones de depósitos Cuaternarios coluvio aluviales y en las zonas montañosas al sur, basaltos dl Complejo de Nicoya (Flores, et al., 2003).

Desde el punto de vista geotectónico el AP se ubica en la Península de Nicoya, que constituye parte del basamento volcánico de Costa Rica. Son rocas de fondo oceánico que han sido cubiertas, fallas y tectonizadas a lo largo de millones de años. En sus bordes predominan otras formaciones sedimentarias más recientes. El AP se ubica además en lo que sería parte del límite de la cuenca sedimentaria del Tempisque. La figura 6 es el Mapa Geológico de Costa Rica donde se observa la ubicación del AP.

A continuación se presentan la descripción de la unidad litológica presente en los alrededores del proyecto:

Complejo de Nicoya

Según Dengo (1962), son las rocas más antiguas que afloran extensamente en la Península de Nicoya. Está formado por varias unidades de origen ígneo y sedimentario. Las rocas sedimentarias son principalmente lutitas y calizas silíceas .Las rocas ígneas son principalmente coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de gabro, diabasa y diorita (Dengo, 1962).

Astorga (1987) extiende la edad del Complejo hasta el Cretácico Superior. Divide el Complejo en 3 unidades: la primera unidad inferior es ígnea conformada por basaltos y otras rocas sedimentarias e ígneas asociadas, su edad Jurásico-Cretácico Inferior. La segunda unidad sedimentaria conformada fundamentalmente por sedimentos pelágicos silíceos cuya edad abarca del Jurásico Medio al Cretácico. La tercera unidad la extiende hasta el Cretácico Superior y está conformada por rocas ígneas como basaltos y otras rocas sedimentarias asociadas.

Basaltos y Gabros del Complejo de Nicoya

Las coladas de basalto y los aglomerados de basalto forman una de las entidades más importantes del Complejo, porque cubre áreas extensas y ocupa varios niveles estratigráficos que indican un largo período de actividad ígnea.

Los basaltos en su mayoría son “pillow lavas” que indican que se originaron en forma de coladas submarinas. Las rocas intrusivas son principalmente cuerpos hipoabisales tales como diques y sills y posiblemente pequeños stocks de diabasa y gabro y ocasionalmente de diorita (Dengo, 1962).

Según Denyer & Arias (1993), la geología de la zona, está constituida por la Unidad Matapalo o Formación Punta Conchal. Se trata de rocas de origen pelágico de grano fino a muy fino, estratificadas en estratos desde milimétricos a centimétricos. Presentan variedad de coloraciones desde el rojo característico a verde, amarillo, etc. Generalmente se observan replegadas en

pliegues cerrados hasta isoclinales. Frecuentemente se encuentran asociadas con mineralización de Mn-Fe, resultado de la alteración hidrotermal.

Depósitos Recientes Aluviales

Este material, corresponde con una mezcla heterogénea de rocas del Complejo Nicoya, arenas, radiolaritas, rocas carbonatadas, las cuales son depositadas, por la actividad erosiva fluvial. Conforman zonas con pendientes bajas y topografía plana, conforman paquetes desde centimétricos a métricos, con intercalaciones de lodos, arenas, además la presencia de las diversas litologías mencionadas anteriormente son de granulometría diversa al igual que su porcentaje.

7.1.1 Aspectos Geológicos Locales

La unidad geológica superior constituye materiales limo arcillosos de color café. Se trata de suelos residuales formados a partir de la meteorización y alteración de los sedimentos coluvio aluviales al pie del cerro La Cruz. El mismo está conformado por rocas de tipo basaltos del Complejo de Nicoya. Por ende todos los materiales que se encuentran conformando la geología local del AP, son el resultado de la alteración de las rocas que constituyen el Complejo Nicoya. En la Fotografía 1, se observan las condiciones del material que predomina en el sitio.

Fotografías 1. Condiciones del suelo en el AP, su textura es media a fina, de color café.

7.1.2 Análisis estructural y evaluación

El AP y AID se ubican en la llanura aluvial del río del río Grande, afluente del río Morote, dentro de un valle en dirección NO-SE rodeado de rocas volcánicas y sedimentarias antiguas, del Cretácico al Terciario que conforman el núcleo de la Península de Nicoya y la cuenca sedimentaria del Tempisque. Este valle puede tener un origen tectónico. De acuerdo con Flores et al (2003) presenta una serie de fallas que lo cortan en sentido NE y de tipo dextral y sinestral, así como una serie de pliegues en el sector norte y noreste hacia Barra Honda y alrededores. La parte sur del Valle conformado por rocas del Complejo de Nicoya, presenta algunos lineamientos, asociado a fallas paleotectónicas. Un caso de esos corresponde con el Cerro La Cruz al sur del AID. Su forma alargada hacia el este – oeste se debe a la presencia de un lineamiento importante (Flores et al.,

2003). El valle tiene un ancho de unos 2 a 3 km y dentro de él están aceptados importantes centros de población como Nicoya, Mansión.

A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observó ninguna tendencia estructural en las rocas, además dada las características de la topografía del sitio, no hay evidencia de estructuras.

Hacia el sector sur y sureste se extiende el Cerro La Cruz, el cual se conforman en apariencia por rocas de tipos basaltos del Complejo de Nicoya. Constituye un relicto de erosión. Tiene una forma alongada en sentido este oeste y una altura de más de 200m.

7.1.3 Mapa geológico del AP

La **Figura 7.1**, corresponde con el Mapa Geológico Local del AP y AID de acuerdo con las observaciones e interpretaciones de campo realizadas en la finca del proyecto.

7.1.4 Caracterización geotécnica

Los suelos del sitio se pueden clasificar y caracterizar de acuerdo con el estudio de suelos llevado a cabo por la empresa Vieto en noviembre de 2013. Se realizaron 7 perforaciones con profundidades de 5,4 hasta 8,40m. Se describen las siguientes capas:

De 0,0 a 0,4m: arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH), de consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida, de resistencia seca media.
De 0,4 a 5,4m: arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café con tramos arenosos (CH), de consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida, de resistencia seca media.
De 5,4 a 8,4m: arena arcillosa de color café con grava (SC), de densidad variable entre densa y muy densa, de resistencia seca media.

Las capas de arcilla de alta plasticidad son las que predominan en las perforaciones realizadas y hasta profundidades de 8,4m. Se trata de capas de sedimentos algo consolidados, de textura muy fina, asociados a los coluvios del cerro La Cruz.

En 3 de los sondeos se detectó nivel freático a profundidades de 6m. En ninguno de los demás sondeos se detectó presencia de niveles freáticos a las máximas profundidades alcanzadas en los sondeos.

7.2. Descripción Geomorfológica

7.2.1 Descripción Geomorfológica Local

Regionalmente el AP y el AID se sitúa dentro de formas de origen denudacional y aluvial del piemonte de Cerro La Cruz. Los alrededores del AP, está conformada por lomas y cerros de altitud media a baja, con pendientes moderadas, constituidos por materiales del Complejo Nicoya, los cuales son erosionados por agentes tales como la tectónica, viento, y agua, aunado a ello las condiciones mecánicas y estructurales pobres de la roca fracturada y meteorizada que facilita su

erosión. La altura máxima del cerro La Cruz es de 419 msnm, siendo que presenta una altura de 200m con respecto al AP.

En la zona del proyecto la topografía es irregular y ondulada, ya que forma parte de la planicie aluvial y abanicos coluviales finos, resultados de la depositación de material por los diferentes cauces que conforman la microcuenca, de ríos como el Chipanzo, Curime y Matabuey, donde se da el transporte de materiales desde zonas montañosas y de mayores pendientes, a la llanura aluvial o fondo del valle del río Morote.

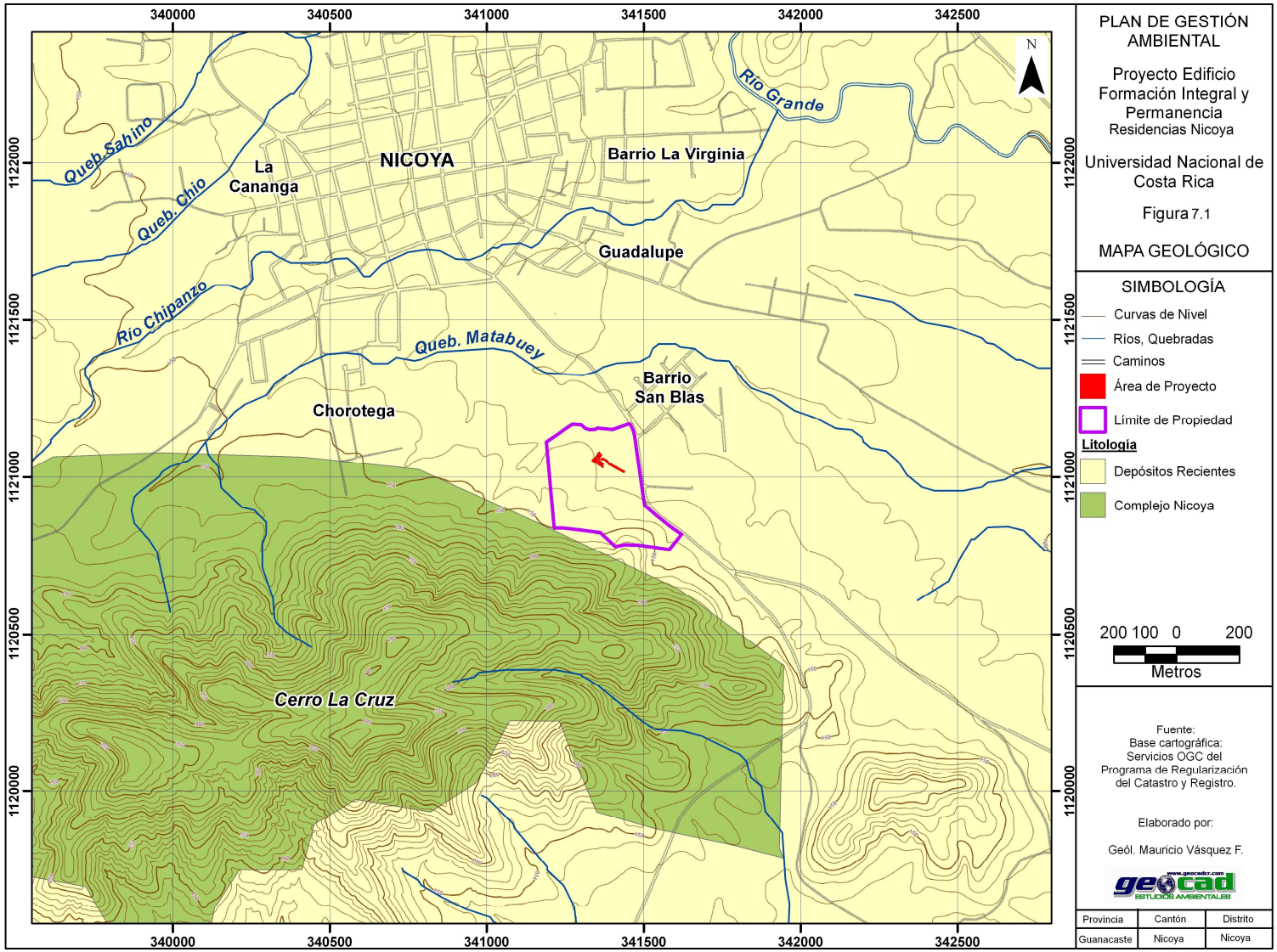
Unidades de pendiente en el AP

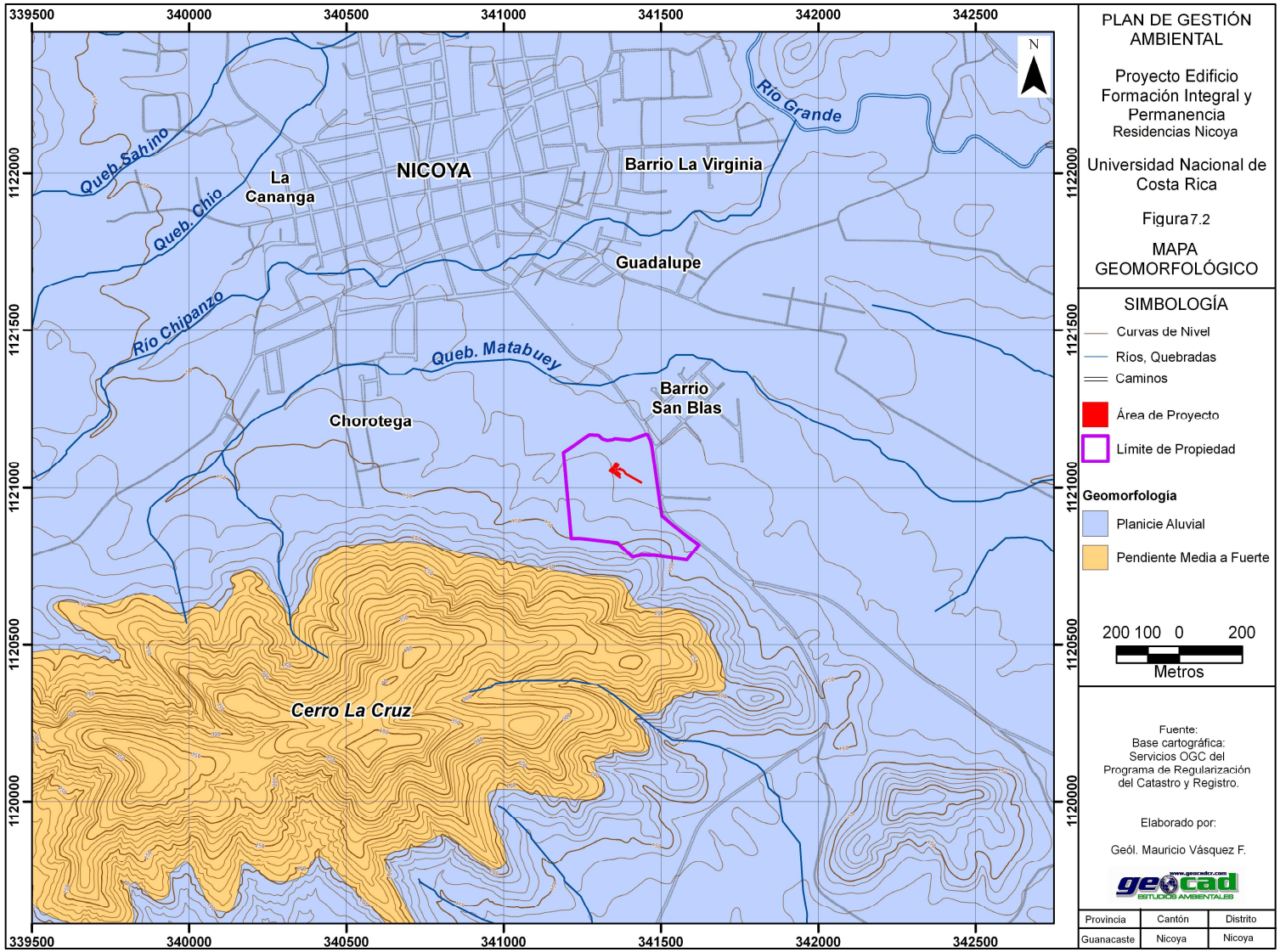
La topografía del AP, es irregular y ondulada, tiene una pendiente hacia NE, hacia el Este es cortada por una quebrada, de bajo caudal, con un ancho de 2 m y una profundidad variable que va desde los 0.5 a 2 m. En la Fotografía 2 se observan las condiciones del sitio.

Fotografía 2. La topografía el AP es irregular, con una pendiente hacia el NE, hacia el Este se ubica la quebrada (sin nombre), la cual se observa su bajo caudal.

7.3 Suelos

Este apartado fue en su totalidad desarrollado por la empresa perforadora Vieto ingenieros consultores para la Universidad Nacional, por lo que se anexa al presente estudio el informe correspondiente.


340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
Río Grande
Queb. Sahino
Queb. Chio
La Cananga
NICOYA
Barrio La Virginia
Guadalupe
Río Chipanzo
Queb. Matabuey
Barrio San Blas
Chorotega
Cerro La Cruz
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 7.1
MAPA GEOLÓGICO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Litología
Depósitos Recientes
Complejo Nicoya
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya


339500
340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
Queb. Sahino
Queb. Chio
La Cananga
NICOYA
Barrio La Virginia
Río Grande
Guadalupe
Río Chipanzo
Queb. Matabuey
Barrio San Blas
Chorotega
Cerro La Cruz
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 7.2
MAPA GEOMORFOLÓGICO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Geomorfología
Planicie Aluvial
Pendiente Media a Fuerte
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

7.4. Clima

En el país se puede definir en forma general, la existencia de dos tipos de climas, el de la Vertiente Caribe y el de la Vertiente Pacífica, no obstante en forma general, por el régimen de lluvias existente, y el cual presenta dos máximas y dos mínimas de precipitación este tipo de clima se califica como Ecuatorial.

Costa Rica en su condición de territorio ístmico, así como por su posición latitudinal esta determinada en lo que a clima se refiere por una serie de factores tales como: a) la existencia de un centro de bajas presiones, denominado vaguada ecuatorial o centro de convergencia y un centro de altas presiones o anticiclón de Las Azores; b) temperaturas elevadas ocasionadas por la perpendicularidad con que caen los rayos solares; c) precipitaciones abundantes superiores a 1500 mm anuales, d) predominio de un ambiente marítimo

La circulación atmosférica se ve influenciada por los elementos del clima tales como presión atmosférica, centros de acción y los vientos. Los centros de acción son bases que controlan la circulación atmosférica de los vientos. Están constituidos por los anticiclones o altas presiones y las depresiones o bajas presiones. Los anticiclones despiden aire que llega a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), por lo tanto los vientos soplan de las altas a las bajas presiones.

En el caso de Costa Rica esta circulación está dominada por los vientos alisios del noreste o del Atlántico y del suroeste o del Pacífico. Durante el invierno en el hemisferio norte (diciembre, enero, febrero y marzo) existe una zona de lata presión en las latitudes subtropicales, tanto en el continente norteamericano, como en el océano cerca de las islas Bermudas, en ese momento la ZCIT se ubica al sur de Costa Rica y todo el territorio es afectado por los vientos alisios del noreste.

Durante el verano en el hemisferio norte, los alisios del noreste disminuyen su velocidad e influencia al disminuir la presión en los anticiclones y al ubicarse la ZCIT cerca de Coste Rica, así los vientos ecuatoriales del suroeste que se originan ene le anticiclón del suroeste, van a afectar el país especialmente en la vertiente pacífica.

El país es influenciado por los vientos alisios que se originan en las altas presiones subtropicales, los cuales describen una trayectoria hacia la vaguada ecuatorial señalada anteriormente y la que por efecto de la rotación de la tierra, adquieren una dirección noreste con rumbo suroeste.

Sin embargo es conveniente señalar que existen elementos locales que modifican esta circulación atmosférica tales como el relieve y la condición ístmica señalada anteriormente. El eje montañoso que atraviesa el país con dirección noroeste sureste y con altitudes entre los 1500 y 3820 msnm, constituye una barrera que intercepta perpendicularmente los vientos alisios de ambos lados tanto Pacífico, como Caribe, originando dos vertientes bien contrastadas.

El carácter ístmico del territorio favorece la relación tierra océano, desarrollándose brisas de tierra mar que provocan lluvias locales en diversas partes del país y permiten a la vez, que disturbios que se generen en el Caribe afecten la región montañosa y el lado Pacífico y viceversa.

A continuación se hará un análisis de las principales variables climáticas y de las cuales se dispone de información, esta corresponde a la Estación Nicoya (7201), situada en las cercanías de la zona en donde se desarrolla el proyecto.

Precipitación

La distribución de la lluvia sigue el comportamiento típico que se manifiesta en la zona del Pacífico, impuesto por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical y la configuración de los ejes estructurales del país. Como todo régimen de tipo ecuatorial, la región presenta dos máximas y dos mínimas de precipitación, las que se consideran están regidas por el paso aparente del sol por el cenit a los 10 grados de latitud norte.

Según los datos analizados, los cuales proceden de los registros de más de 50 años, de la estación Nicoya, se logro caracterizar el comportamiento de la precipitación. Se puede observar que la primera máxima ocurre en el mes de junio con un promedio histórico de 317,2 mm y la segunda en el mes de setiembre con un promedio de 388,4 mm, como se puede observar la primera máxima es de menor intensidad.

Estación Meteorológica Nicoya
Latitud:10º 09 N, Longitud: 85º 27 W, Elevación 120 msnm
Registro Pluviométrico en mm
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1949-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
4.0	8.3	23,8	64.7	200.9	271,6	317.2	309.0	388.4	388.3	121.5	22.2	2168.1

Las dos máximas son ocasionadas por la llegada de los vientos ecuatoriales del oeste o suroeste, así como al debilitamiento en el flujo de los alisios del noreste. Las lluvias durante las dos máximas se caracterizan por ser muy fuertes o de gran intensidad, pero de relativa corta duración, a causa del fuerte calentamiento al encontrarse el sol sobre el cenit. Este fenómeno provoca fuertes lluvias convectivas que actúan sobre la humedad que introducen los vientos del suroeste o ecuatoriales el oeste

En cuanto a las mínimas la región presenta una larga estación seca, con una precipitación menor de 10 mm en promedio. Este fenómeno es producto de la acción del alisio del noreste, el cual después de provocar las máximas lluvias en la vertiente Caribe, ascienden por las laderas del sistema montañoso y al llegar la línea de crestas provocan subsidencia. Seguidamente este viento desciende seco hacia las llanuras del Pacífico por el efecto Foehn, causando una larga estación seca.

Por su parte la mínima que se presenta en el mes de julio (249.1 mm) y denominada también como veranillo de San Juan es producto del desplazamiento del ZCI la cual se mueve hacia el sur. Esta segunda mínima se considera en realidad como un receso dentro del periodo de lluvias, que tiene una duración aproximada de 15 días.

Temperatura.

Costa Rica posee una posición geográfica (10º Norte en promedio), que hace que cada día el sol se eleve muy alto en el horizonte, describiendo una trayectoria que pasa muy cercana al cenit,

durante todos los meses del año. Como consecuencia, los rayos solares llegan con gran perpendicularidad y hacen que la radiación solar anual recibida sea muy alta.

Esta radiación recibida durante el año por la superficie del territorio costarricense, hace que las temperaturas sean en general superior a los 18º C, con excepción de las partes altas del relieve, en donde se registran temperaturas menores.

Estación Meteorológica Nicoya
Latitud:10º 09 N, Longitud: 85º 27 W, Elevación 120 msnm
Registro Temperaturas Máximas, Medias y Mínimas en ºC
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1949-2007

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
MAXIMA	33,0	34,2	35,5	35,9	33,9	32,3	32,4	32,9	32,3	31,7	31,8	32,2	33,2
MINIMA	20,1	20,8	21,5	21,8	21,7	21,3	21,4	21,0	21,2	21,1	20,5	19,9	21,0
MEDIA	26,5	27,5	28,5	28,9	28,7	26,8	26,9	27,0	26,8	26,4	26,1	26,0	27,1

Se analizó lo correspondiente a las temperaturas máximas, mínimas y promedio. Se puede observar que el comportamiento de la temperatura es relativamente constante presentándose dos variaciones de importancia, a las cuales se hará referencia más adelante cuando se analice lo correspondiente a las temperaturas máximas y mínimas.

Con relación a la temperatura máxima tenemos que en los meses de marzo y abril, son los que presentan mayores valores (35.5 y 35.9 ºC respectivamente), temperatura que ocurre por lo general hacia el medio día; y que coinciden con la disminución de la precipitación en esos meses. Es conveniente señalar que las temperaturas máximas es por lo general mayor de los 31 ºC.

La temperatura mínima por su parte presenta los menores registros durante dos períodos, el primero en los meses de setiembre a noviembre (promedio 20.9°C), provocados por la presencia de campos nubosos, típicos de la época de mayor precipitación mientras que el segundo en diciembre, enero y febrero presentando para esos meses registros de 19.9, 20.1 y 20.8°C, provocados por la llegada de las masas de viento provenientes de los sistemas montañosos, las cuales por lo general son vientos secos relativamente fríos y que soplan con mucha intensidad especialmente durante las últimas horas de la tarde y la noche

En cuanto a la temperatura promedio, el mayor valor se da en el mes de abril (28.9 ºC), coincidiendo con el mes de mayor temperatura máxima, por su parte los meses con menor temperatura promedio son noviembre y diciembre (26.1 ºC) coincidiendo con los meses de menor temperatura mínima señalados para el primer período.

Brillo Solar
La insolación es él numero máximo de horas de sol que es posible, el cual esta determinado por el movimiento de traslación del sol en relación con la tierra. El número de horas de sol que se registran en un punto cualquiera depende de la latitud, de la época del año, del espesor de la capa de nubes, de la transparencia de la atmósfera, del contenido de humedad y la latitud del lugar.

Estación Meteorológica Nicoya
Latitud:10º 09 N, Longitud: 85º 27 W, Elevación 120 msnm
Registro Brillo Solar en Horas y Decimas de Hora
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1949-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
8,7	8,9	8,4	8,0	6,1	4,9	5,8	5,8	4,8	4,8	6,0	7,9	6,7

En el caso especifico de análisis tenemos que es durante el período que comprende la estación seca, en los que se registran los mayores valores de brillo solar, siendo febrero y marzo los meses con mayores valores (8.9 y 8.4 horas diarias en promedio), durante esta época la presencia de nubes en la zona es mínima, por los que los rayos solares inciden directamente sobre la superficie, lo anterior está asociado con el movimiento aparente del sol, el cual se encuentra durante esta parte del año en desplazamiento hacia el Ecuador y en esos meses esta irradiando perpendicularmente sobre nuestro país.

Durante la estación lluviosa el número de horas de brillo solar disminuye, producto de la presencia de campos de nubosidad más permanentes, los cuales provocan la reflexión de la radiación hacía la atmósfera, de ahí que los meses con menores valores, sean los comprendidos de junio a octubre y el valor promedio de los mismos sea de alrededor de 5.3 horas.

Humedad

La humedad relativa se entiende como el porcentaje de vapor de agua por unidad de volumen. Para la zona en estudio el promedio de humedad relativa mensual es de 76%. Sin embargo en los meses de mayor precipitación(setiembre y octubre) el valor es de 87%, mientras que en los meses que corresponden a la estación seca enero, febrero, marzo y abril los valores oscilan entre 68 y 65%, lo cual es proporcional a la cantidad de lluvia precipitada.

Estación Meteorológica Nicoya
Latitud:10º 09 N, Longitud: 85º 27 W, Elevación 120 msnm
Registro Humedad en %
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1949-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
68	63	62	65	73	85	81	83	87	87	81	73	76

El que la humedad relativa se mantenga siempre por encima del 60%, hace que este clima se considere como un clima húmedo seco tropical (AW), con estación contrastada y más de 70 días secos.

La ausencia de lluvias a pesar de la humedad del ambiente se debe al aumento de la capacidad del aire para retener humedad, producto de las altas temperaturas, lo que impide alcanzar el punto de rocío durante los meses secos.

Viento

El viento es uno de los parámetros meteorológicos que incide más en la modificación del clima de un lugar, ya que transporta las masas de aire de un lugar a otro, lo que provoca cambios positivos o negativos en las condiciones climáticas.

Estación Meteorológica Nicoya
Latitud:10º 09 N, Longitud: 85º 27 W, Elevación 120 msnm
Registro Viento en Km/H.
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1949-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
10,1	10,9	9,2	7,5	4,7	3,5	4,7	4,1	3,8	3,5	5,1	7,9	6,3

La dirección del viento se da en función de la dirección predominante de donde viene la masa de aire. Según los datos disponibles se tiene que la dirección predominante del viento en las cercanías al área de estudio presenta un componente a saber, o sea la dirección predominante es del noreste durante todo el año, sin embargo durante la estación seca o sea de enero a marzo se presentan velocidades promedio de los 10 km./h, mientras que el resto del año se presentan velocidades menores de 7,5 km/h o menos.

Estos vientos predominantes del noreste son los alisios que provienen de esa misma dirección los cuales descienden secos después de provocar precipitación en el Caribe, estos vientos por efecto de la subsidencia y por la sequedad que presentan bajan a mayor velocidad, de ahí que sean en este período que se presenten las mayores magnitudes en lo que a velocidad se refiere.

Caracterización del clima
Finalmente y tomando como base el criterio expuesto por Herrera, así como las condiciones meteorológicas presentes en la zona podemos señalar que estas equivalen a un clima subhúmedo seco, muy caliente, con un período o períodos de gran exceso de agua, las principales características son:

Descripción: Clima subhúmedo seco, muy caliente, con un exceso moderado de agua

Precipitación en mm:	1700-2200
Evapotranspiración potencial en mm	>1920
Temperatura promedio anual en °C	>27
Índice de aridez (%): muy grande	>20
Índice de humedad (%): moderado	16.7 – 33.3
Índice hídrico (subhúmedo seco)	-33.3 - 0

Época de exceso de agua: Junio, Julio, Agosto, Setiembre y Octubre
Estación seca (con déficit de agua): Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril

7.5 Hidrología
7.5.1 Aguas Superficiales

Debido a la localización del proyecto no se puede ubicar el AID dentro de una de las cuencas principales del país, así pues se puede decir que el proyecto se encuentra dentro de lo que se conoce como Ríos de la Península de Nicoya.

El cuerpo de agua que sería afectado por el proyecto de manera inmediata sería la cuenca de Quebrada Matabuey, dicha cuenca está compuesta por la Quebrada Matabuey y algunas zonas

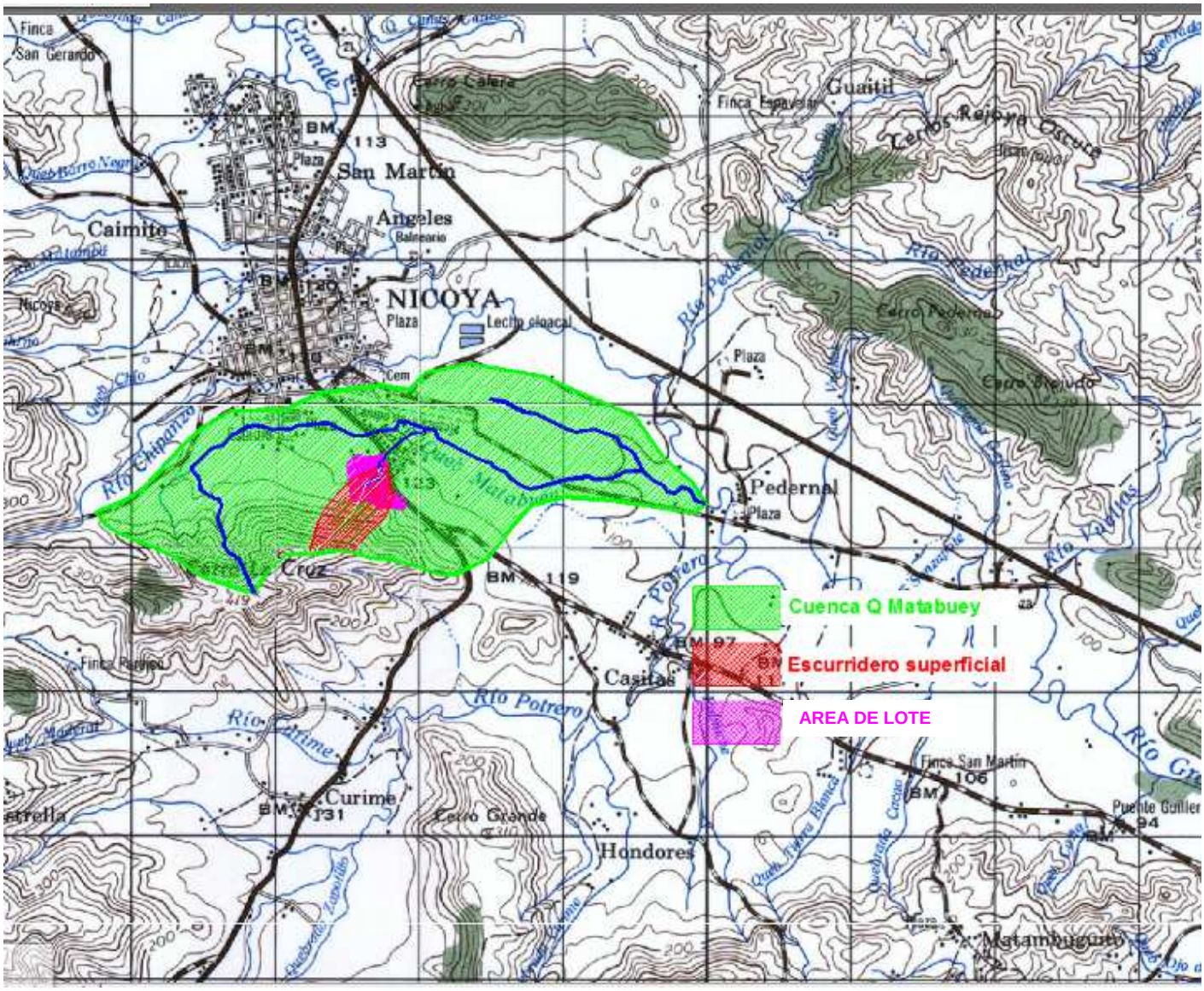
que descargan directamente a la quebrada. La extensión de esta cuenca es de 379.35 ha y presenta elevaciones que van desde los 100 m.s.n.m hasta los 419 m.s.n.m; con una topografía que se puede considerar quebrada en menos del 20%, el resto del área presenta zonas planas o muy planas, es ésta justamente el área donde se desarrollará el proyecto.

Dadas las dimensiones de la cuenca de Quebrada Matabuey se puede afirmar que ésta es una cuenca pequeña y que forma parte de un sistema fluvial mucho más complejo, dentro de este concepto se puede anotar que la cuenca de Quebrada Matabuey forma parte de la cuenca de Río Grande y esta a su vez es el principal afluente de la cuenca del Río Morote que es el que finalmente descarga todas las aguas de la zona en el Golfo de Nicoya

Por último, el área de la cuenca de Quebrada Matabuey es muy pequeña y a su vez el AID del proyecto representa solo un 1.38% del área de la cuenca directamente afectada, además no se reportan problemas de inundación en la zona del desarrollo. Debido a lo anterior se considera que no es necesario incluir un análisis mayor de las cuencas del Río Grande y Morote, pues estas cuencas tienen áreas de cientos de kilómetros cuadrados y por ende la influencia del proyecto dentro de sus comportamientos generales es despreciable.

En la Figura 8 se incluye la definición de la cuenca directamente afectada por el AID, la ubicación de Quebrada Matabuey y la composición topográfica de la zona según la hoja cartográfica 1:50 000 Matambú del Instituto Geográfica Nacional. Además se incluye la definición de una microcuenca compuesta principalmente por escurrideros superficiales, que es la que al final el proyecto afecta directamente, por lo tanto debe ser tomada en cuenca en los análisis de diseño pluvial del futuro proyecto.

Figura 7.3 Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.



7.5.1.1Cotas de Inundación

Con base en el conocimiento de las poblaciones locales, fundamentado en los mapas de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias y sobre todo por lo observado durante la visita al sitio, se puede afirmar que el riesgo de inundación en la zona donde se desarrollará el proyecto es inexistente o cuando mucho muy bajo. Se tienen registros de problemas de inundación en la cuenca del Rïo Grande y Morote, sin embargo dichos eventos solo han afectado a las poblaciones de Morote, Vigía y Mansión, por lo que se puede asegurar que el área de proyecto no ha sido afectada por problemas de desbordamiento.

Como se observa en el mapa 7.1 las zonas con registros de inundación aparecen principalmente sobre el cauce del Río Grande, y no se aprecia ningún riesgo potencial sobre el cauce de Quebrada Matabuey, esto se debe a que el cauce de Quebrada Matabuey está por lo menos 10 metros por arriba de los niveles que presentan las zonas con probabilidad de inundación.

Caudales:

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón de Nicoya, la entrada a la propiedad estará ubicada aproximadamente 400 m sureste del Campo de aterrizaje, camino a Curime, en dirección Nicoya – Sámara. Tiene acceso por la ruta nacional, pues colinda directamente frente a calle pública.

El tamaño de las obras a realizar es variable, sin embargo se espera que al final del proceso de construcción se tenga un impacto directo en 0.2856 ha. En algunas zonas podría haber cambios ligeros, al cambiar pastos por césped (sobre todo por mejoras una vez terminado el proceso constructivo), sin embargo estos cambios no implican un aumento de la escorrentía directa, por lo tanto no se consideró dentro de los cálculos. En la actualidad la zona donde se desarrollará el proyecto no presenta ningún tipo de desarrollo comercial, ni habitacional, además el terreno donde se ubicará tiene una topografía que se puede considerar como ligeramente, con una inclinación media cerca del escurridero superfical. La extensión total del lote es de 10.8008 ha, sin embargo se estima que el área de impacto directo será de 0.2856 ha.

Por último, en la actualidad el AID presenta una cobertura vegetal entre regular y muy buena, en su mayoría se puede observar una cobertura boscosa de mediana densidad y zonas de malezas y repastos. En la visita al sitio se observaron zonas de suelo con características similares a la arcilla o en algunos casos a un limo. Como se mencionó anteriormente la propiedad es atravesada por un escurridero superficial de pequeño tamaño y en éste se pretende descargar las aguas pluviales.

Metodología aplicada

La metodología utilizada en este trabajo puede ser descrita en tres etapas principales. La primera etapa consistió en recabar la mayor cantidad de información sobre el régimen de precipitaciones de la zona en cuestión, esto con el fin de determinar, más adelante, el caudal producido por el proyecto y por las diferentes cuencas receptoras, para un determinado periodo de retorno. La segunda etapa fue recopilar la información topográfica, que junto con la información obtenida de

los mapas del Instituto Geográfico Nacional y la imagen de satélite de Google Earth proporcionó lo necesario para poder determinar factores como: tiempo de concentración, área tributaria del cuenco receptor, coeficientes de rugosidad del cauce, coeficiente de escorrentía del proyecto y de las zonas aguas arriba, entre otros. Por último se hizo calculó el porcentaje de aumento de escorrentía que el proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA le produce a la microcuenca receptora y se revisó la capacidad hidráulica del cauce receptor.

Aspectos hidrológicos básicos

Zona de vida

Dada la ubicación del proyecto, la zona de vida en la que se encuentra el AID se clasifica como Bosque Húmedo Tropical (bh-T). Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Tropical presente en la zona de Nicoya presenta la particularidad de que se trata de un bosque húmedo con asociación atmosférica seca. Las confusiones con otro tipo de bosque se da debido a que estas zonas presentan un largo periodo seco y, por estar mayormente deforestadas, su condición actual tiende a parecerse un poco con el bosque seco.

El bh-T tiene un rango de precipitación entre 1950 y 3000 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24º y 25º C, mientras que la temperatura varía entre 24º y 27º C como promedio anual. El periodo efectivamente seco es muy variable, entando en el rango de 0 a 5 meses

La vegetación natural de este bioclima está constituida por bosques relativamente altos y relativamente densos, intermedios entre lo que sería un bosque seco y un bosque muy húmedo Tropical. Su altura media es de 30 a 40 metros y posee tres estratos. La vegetación es siempreverde, excepto en la Zonas con largo periodo seco, en donde es semicaducifolia.

Metodología de cálculo hidrológico

Los datos relacionados a la hidrología de un proyecto están directamente relacionados con la metodología de cálculo que se utilizará en el análisis de la información.

Para la modelación hidráulica e hidrológica del cuerpo receptor, se utilizó el método racional, este se describe de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= caudal, en m^3/s
C= coeficiente de escorrentía, adimensional
I= intensidad de lluvia, en mm/hr
A= área tributaria, en hectáreas

Para la utilización de este método se supone que la duración del evento hidrológico de diseño es igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, por lo tanto solo debería usarse en cuencas donde los tiempos de concentración sean razonablemente concordantes con las duraciones de las tormentas características de la zona, por lo tanto y como se demostrará posteriormente este método puede ser utilizado para este trabajo sin ningún inconveniente.

Para la descripción de la hidrología presente en zona del proyecto se utilizó la información y las ecuaciones de la estación Santa Cruz 74-53 presentadas en el estudio "Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas", elaborado por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicado en 2012.

El tiempo de concentración se define como "El tiempo de flujo de una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto en donde se desea estimar el caudal" (Koller, 1977). Por definición, el tiempo de concentración es igual a la suma de los tiempos que el agua tarda en atravesar las diferentes secciones antes de llegar al punto de salida.

Para este efecto, el tiempo de concentración para cuencas naturales se emplea la fórmula de Kirpich (Koller, 1977), dado por:

$$t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$$

Donde:
t_c= tiempo de concentración, en minutos
L= longitud del canal principal de drenaje, en pies
S= pendiente promedio de la cuenca, valor adimensional.

La microcuenca en estudio y sus partes se muestran en el Mapa 7.3, ésta se definió a partir de la topografía de curvas de nivel cada 20 metros presente en la hoja cartográfica 1:50 000 Matambú.

Cuadro Nº 7.1
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Parámetros de la microcuenca de escurridero superficial.

Parámetro	Dimensión
Longitud del cauce	828.56 m ó **2718 ft**
Altura máxima (m.s.n.m.)	350
Altura mínima (m.s.n.m.)	130
Pendiente promedio (cauce)	26.55%
Area	20.7032 ha

Memoria de cálculo hidrológica
Tiempo de concentración

Utilizando la fórmula de Kirpich y los datos presentados anteriormente se tiene:

Tiempo de concentración para escurridero superficial

$$t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$$
$$t_c = 0.0078 (2718)^{0.77} (0.2655)^{-0.385}$$
$$t_c = 5.73 \text{min}$$

El tiempo de concentración está ligado estrechamente a la magnitud de la intensidad de la lluvia utilizada para el análisis de capacidad. Por lo tanto y como se muestra a continuación, un mismo tiempo de concentración puede generar diferentes intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

Periodos de retorno e intensidades de lluvia

Para el cálculo de las intensidades de lluvia se utilizaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, el tiempo de concentración calculado anteriormente y la información del Instituto Meteorológico de Costa Rica (ecuación descriptiva de la Curva IDF para la estación Santa Cruz 74-53).

Ecuación IDF para la estación Santa Cruz 74-53:

$$I = 184.4 * \frac{T^{0.108}}{D^{0.247}}$$

Donde:

I = Intensidad (mm/hr)
T = Periodo de retorno (años)
D = Duración (minutos)

Con base en la información de la ecuación IDF anterior y el tiempo de concentración se pudo calcular las intensidades de lluvia utilizadas en los modelos hidráulicos.

Cuadro Nº 7.2
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno
sobre escurridero superficial.

Periodos de retorno (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr)
2	83.10
5	91.75
10	98.88
25	109.17
50	117.65

Coeficiente de escorrentía

Este dato determina la cantidad de precipitación que se convertirá en escorrentía directa, debido a factores como: tipo de precipitación, radiación solar, temperatura ambiente, topografía, geología local, evaporación e intercepción.

En los siguientes cuadros se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro Nº 7.3
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Coeficientes de escorrentía para diferentes coberturas y tipos de suelo.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coeficientes de escorrentía método racional. Tomada de *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008.*

Cuadro Nº 7.4

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya

Coeficientes de escorrentía para varias áreas.

Tipo de área	C
Comercial	
Área central	0,70-0,95
Área de barrio	0,50-0,70
Residencial (urbana)	
Área familiar individual	0,30-0,50
Multifamiliar separada	0,40-0,60
Multifamiliar unida	0,60-0,75
Residencial (suburbana)	0,25-0,40
Áreas de apartamentos	0,50-0,70
Industrial	
Liviana	0,50-0,80
Pesada	0,60-0,90
Parques, cementerios	0,10-0,25
Lugares de juego	0,20-0,35
Patios de ferrocarriles	0,20-0,40
Áreas no mejoradas	0,10-0,30

Coeficientes de escorrentía para varias áreas. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Cuadro Nº 7.5

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya

Coeficientes de escorrentía para varias superficies.

Tipo de Superficie	**C**
Techos a prueba de agua	0,70-0,90
Calles con cemento asfáltico	0,85-0,90
Calles con cemento Pórtland	0,80-0,95
Aceras y parqueaderos pavimentados	0,75.0,85
Aceras y parqueaderos con grava	0,15-0,30

Suelos arenosos, prados	
2% de pendiente	0,05.0,10
2-7% de pendiente	0,10-0,15
> 7% de pendiente	0,15-0,20
Prados, suelos pesados	
2% de pendiente	0,13-0,17
2-7% de pendiente	0,18-0,22
> 7% de pendiente	0,25-0,35

Coeficientes de escorrentía para varias superficies. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Con base en los cuadros 3, 4 y 5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la cuenca estaría basado en dos tipos de cobertura:

Techos, uso urbano: compuestas en su mayoría por calles, techos, edificios y pequeñas zonas verdes (se puede clasificar entre comercial y residencial y debido a que la densidad de construcción es baja solo se consideró utilizar un C=0.85, 1.25 ha, Cuadro 7.4).

Pastos, vegetación ligera y árboles dispersos: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 2% y 7%, por lo tanto se consideró una pendiente promedio del 5%, además se consideró un suelo con características entre permeables y semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según Cuadro 7.3 de C = 0.42, 19.45 ha.

Cuadro Nº 7.6

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía para la cuenca del Quebrada Matabuey.

Cuenca	**Area (ha)**	**C**	**A x C**
Techos, urbano	1.25	0.85	1.06
Pastos, vegetación ligera y árboles dispersos	19.45	0.42	8.17
Total ponderado	**20.70**	**0.446**	**9.23**

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

El coeficiente de escorrentía C en el AID del proyecto para condiciones futuras se definió a partir de los cuadros 1.4 y 1.5 como una combinación entre Techos a prueba de agua y calle con cemento asfáltico, usándose C=0.85.

Cuadro Nº 7.7
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en zona de proyecto.

Area de proyecto	Area (ha)	C
Techos y calles	0.2856	0.85
Total ponderado	**3.0464**	**0.85**

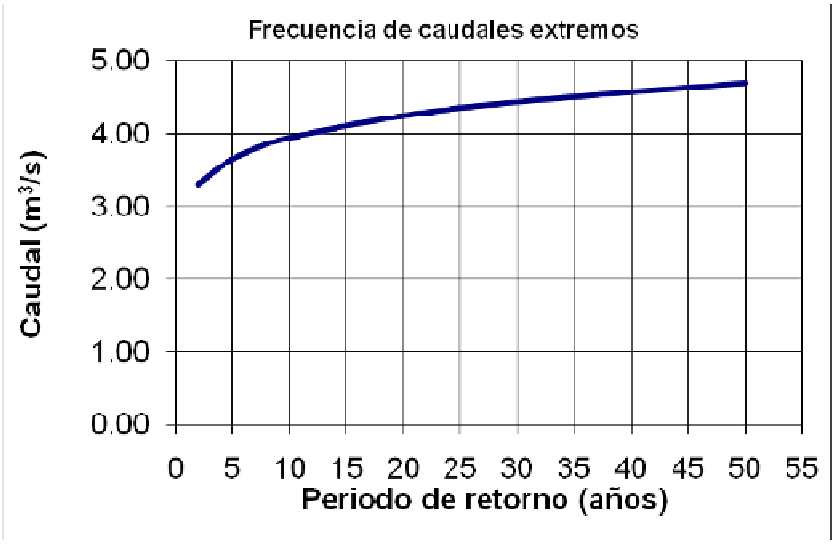
Caudales analizados:
Utilizando los datos presentados anteriormente y utilizando la fórmula del método racional, se obtienen los siguientes datos.

Cuadro Nº 7.8
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Caudales estimados en escurridero superficial antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.4460	129.12	20.7032	3.312
5	0.4460	142.56	20.7032	3.657
10	0.4460	153.64	20.7032	3.941
25	0.4460	169.62	20.7032	4.351
50	0.4460	182.80	20.7032	4.689

Lo anterior se puede expresar a manera de gráfico de la siguiente forma:

GráficoNº 7.2.
Curva de frecuencia de caudal obtenida para la cuenca estudiada.



Parámetros hidráulicos utilizados:

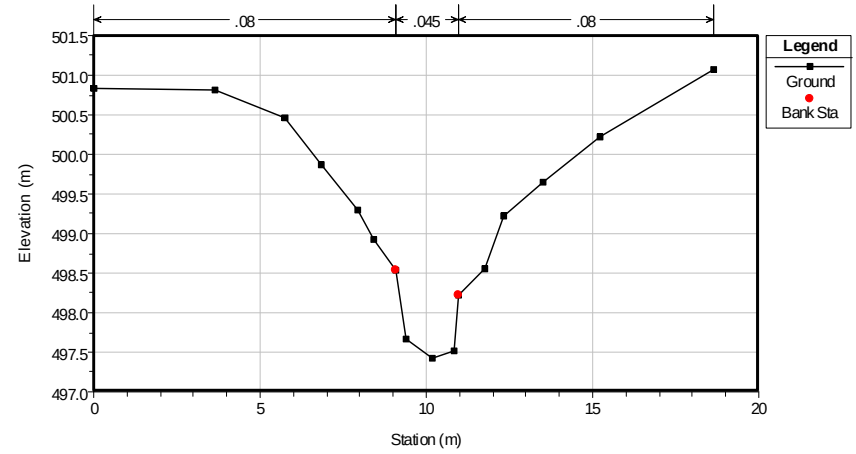
Para la modelación del tránsito de las avenidas máximas en la cuenca en estudio, se utilizó la metodología de cálculo utilizada en el programa HEC-RAS 3.1.3, esta metodología utiliza básicamente 3 tipos de información, las cuales son las siguientes:

-Información de la topografía del cauce.
-Magnitud de los caudales para las diferentes avenidas máximas. (Ver 2.2.4)
-Coeficientes de rugosidad, tanto del cauce como de las zonas cercanas a este.

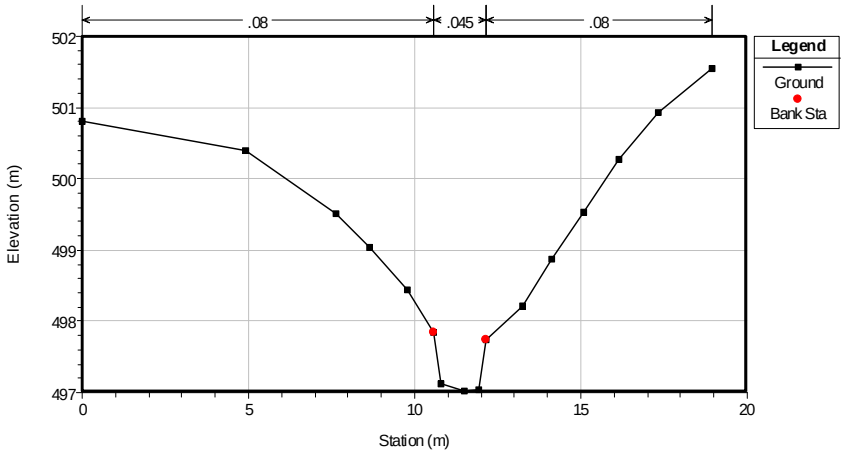
Topografía general del cauce

Para la modelación hidráulica se utilizaron 3 cortes transversales hechos sobre el cauce analizado.

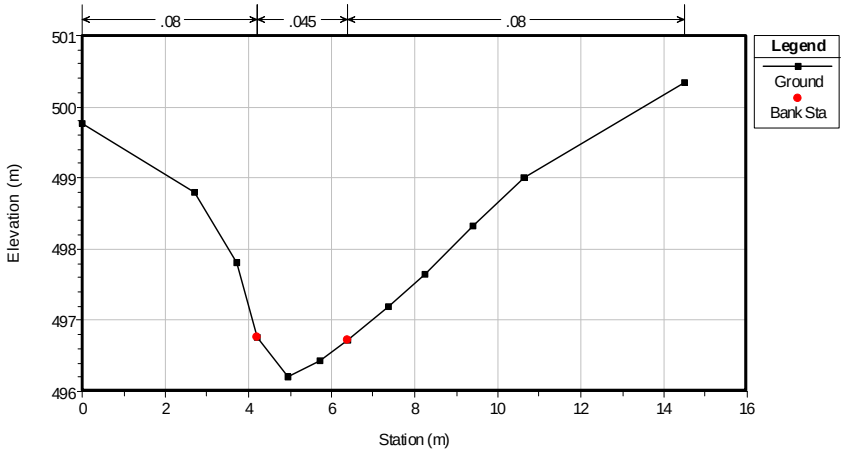
Sección 3



Sección 2



Sección 1



Coeficientes de rugosidad

La determinación de los coeficientes de rugosidad se hizo con base a la información recopilada durante la inspección al sitio; esto unido al uso de cuadros ya establecidas para el cálculo de los coeficientes de rugosidad da como resultado los siguientes datos:

Coeficiente de rugosidad para el cauce (**n=0.035**): corrientes naturales, con rocas y matorrales, además con secciones ineficientes.

Coeficiente de rugosidad para los bordes (**n=0.070**): árboles de pequeño fuste, matorrales dispersos y maleza.

Resultados hidrológicos obtenidos

Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA el aumento en el coeficiente de escorrentía en las zonas donde no se construirá nada será nulo; sin embargo el área de cambio en las condiciones de impermeabilización será aproximadamente igual al 2.64% del área total del lote. Otro punto importante a tomar en cuenta es que para el cálculo de la diferencia de caudal producido por el proyecto se tomará como tipo de cobertura actual la cobertura compuesta en su mayoría por pastos, vegetación ligera y árboles dispersos con pendientes entre 2% y 7% y suelo entre permeable y semipermeable.

De esta manera se mantendrá el coeficiente de escorrentía promedio calculado anteriormente para las condiciones actuales, se tomará el área de intervención del proyecto (0.2856 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la microcuenca donde se ubica el lote se calculará los caudales producidos actualmente por esa fracción de la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras. Es importante hacer notar que los coeficientes de escorrentía de la

cuenca, son diferentes a los coeficientes del área de proyecto debido principalmente a que el tipo de cobertura en ambos casos es diferente.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA; después del análisis hecho a estas futuras construcciones se determinó que su influencia en el comportamiento general del cuenco receptor seleccionado de agua pluvial del proyecto es despreciable. Los datos de escorrentía directa del área de proyecto se calcularon por medio de la fórmula del método racional y se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro Nº 7.9
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Caudales estimados en el área de proyecto por intervenir antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.42	129.12	0.2856	0.043
5	0.42	142.56	0.2856	0.047
10	0.42	153.64	0.2856	0.051
25	0.42	169.62	0.2856	0.057
50	0.42	182.80	0.2856	0.061

Cuadro Nº 7.10.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Caudales estimados en el área de proyecto por intervenir después de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m^3/s)
2	0.85	129.12	0.2856	0.087
5	0.85	142.56	0.2856	0.096
10	0.85	153.64	0.2856	0.104
25	0.85	169.62	0.2856	0.114
50	0.85	182.80	0.2856	0.123

Cuadro Nº 7.11.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Caudales extra generados por el proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA, en el área de proyecto.

Tipo de desarrollo	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	25	50
Sin desarrollar (C=0.42)[m^3/s]	0.043	0.047	0.051	0.057	0.061
Desarrollado (C=0.85) [m^3/s]	0.087	0.096	0.104	0.114	0.123

Diferencia de caudal [m^3/s]	0.044	0.049	0.052	0.058	0.062
Diferencia porcentual %	**102**	**102**	**102**	**102**	**102**

La diferencia de caudal mostrada en el Cuadro anterior debe ser sumada a los caudales calculados en el apartado 7.4.3.2.3.4. Además se puede observar que el aumento en la escorrentía en el área de intervención del proyecto es de aproximadamente 102%.

Sin embargo el desarrollo del proyecto solo representa un aumento sobre las condiciones de la microcuenca analizada de 1.33%, este porcentaje se calculó dividiendo la diferencia de caudal máximo entre el caudal máximo de la microcuenca antes de proyecto (punto 7.4.3.2.3.4) para cada periodo de retorno, por ejemplo:

$$\%aumento\ cuenca = \frac{0.062}{4.689} * 100 = 1.33\%$$

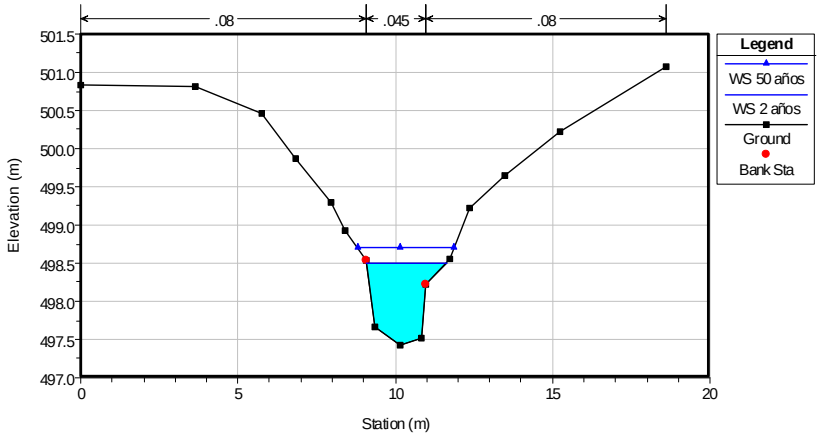
Se debe anotar que las intensidades de lluvia utilizadas en los cálculos son representativas solo en el marco de un análisis de la microcuenca estudiada, lo anterior porque es en la condición crítica de la cuenca donde se puede dar la mayor afectación por parte del proyecto y no así cuando se da la situación crítica solo en el área de proyecto.

Análisis del cauce receptor:

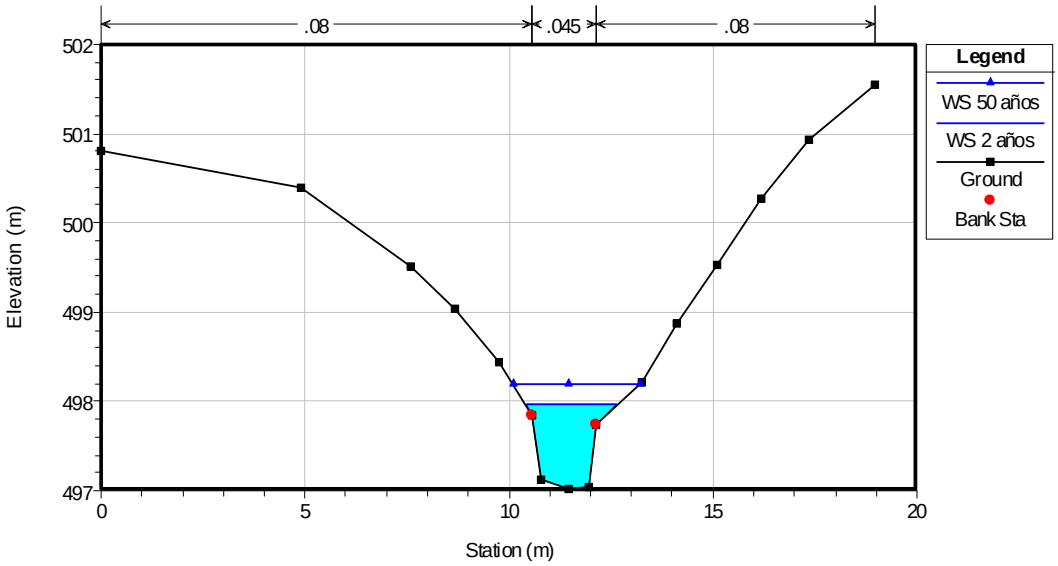
Con el fin de determinar la influencia de la futura construcción del proyecto en el comportamiento hidráulico, se realizó un modelado hidráulico unidimensional en un tramo de alrededor de 35 metros del cauce. A continuación se muestran los resultados de la revisión de capacidad hecha a dicho cauce.

Resultados del cálculo hidráulico para Escurridero superficial, Caudal transitado de **3.356 m^3/s y 4.751 m^3/s**,
Periodos de retorno = **2 años y 50 años**

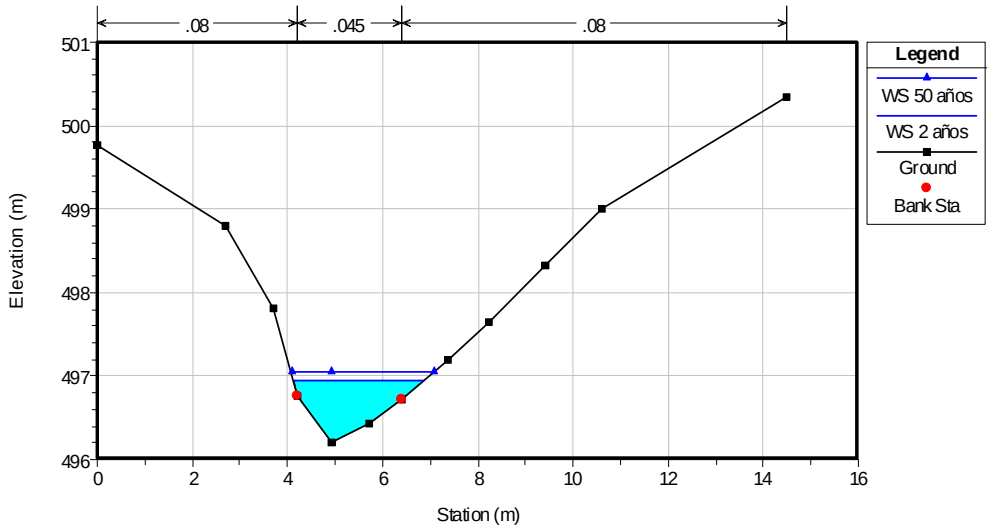
Sección 3



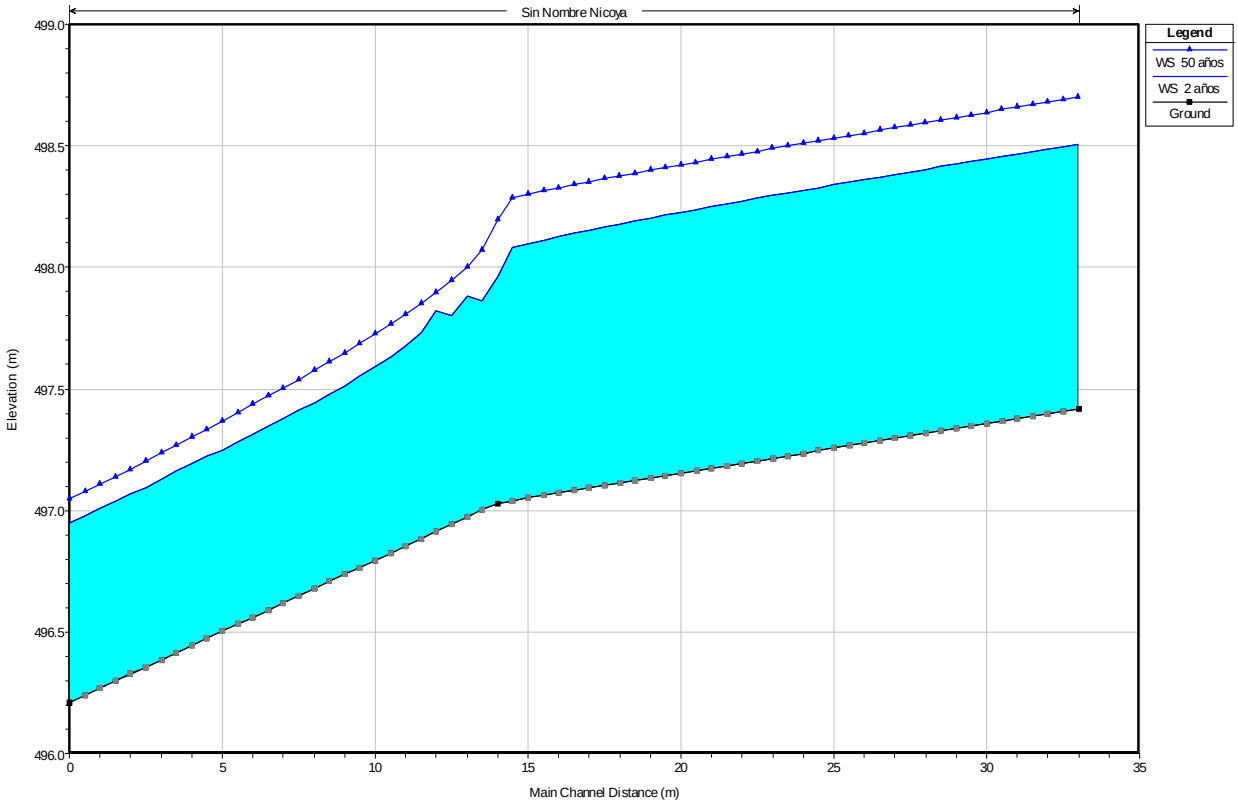
Sección 2



Sección 1



Perfil longitudinal del flujo del agua sobre el cauce analizado.



Cuadro Nº 7.12
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Cuadro de resultados de la modelación hidráulica elaborada en HEC-RAS.

Sección	Periodo retorno (años)	Elevación del agua (m)	Línea de Energía (m)	Velocidad (m/s)	Profundidad Máxima (m)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
1	2	498.51	498.71	2.00	1.09	2.52	0.68
1	50	498.70	498.95	2.27	1.28	3.07	0.70
2	2	497.96	498.32	2.66	0.93	2.23	0.95
2	50	498.19	498.58	2.80	1.16	3.10	0.88
3	2	496.95	497.43	3.09	0.74	2.73	1.40
3	50	497.05	497.70	3.61	0.84	2.98	1.50

Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas:

El análisis de la capacidad hidráulica del receptor de las aguas pluviales del proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA se mantuvo en tres secciones de análisis ubicadas sobre el cauce del escurridero superficial que atraviesa la propiedad.

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el aumento de caudal generado por el cambio en el uso de suelo en la porción de la finca donde se desarrollará el proyecto significa un porcentaje de aumento máximo de 102%, no obstante este aumento solo representa el 1.33% sobre el caudal total de la cuenca.

Analizando los resultados del apartado se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar el agua generada en la cuenca para un periodo de retorno de 50 años. Esto es coincidente con lo observado en el sitio. El único factor de riesgo es la alcantarilla existente en la ruta nacional que representa una obstrucción al flujo normal del agua en el cauce, no obstante es evidente que, aun bajo estas condiciones, la sección hidráulica del cauce es suficiente para manejar los caudales generados por la cuenca con su cobertura actual.

Debido a que el proyecto pertenece a una cuenca de mayor tamaño que presenta problemas de inundación en la parte baja, es recomendable que el proyecto considere la implementación de sistemas de retención de aguas pluviales para aminorar su impacto sobre el cauce, esto aun cuando resulta evidente que el proyecto tiene un impacto sumamente bajo sobre las condiciones actuales de la cuenca.

A partir de los gráficos del apartado se puede observar que la capacidad hidráulica del cauce es suficiente para transitar los caudales producidos por la cuenca en su situación actual más el caudal producido una vez construido el proyecto. El comportamiento hidráulico en este tramo de análisis es el siguiente, la velocidad del flujo en el cauce varía entre 2.00 m/s y 3.61 m/s, la profundidad del agua varía entre los 0.74 m y 1.28 m, el ancho superficial del agua estaría en el rango de entre los 2.23 m a los 3.10 m y el número de Froude en el tramo de análisis sería subcrítico, con excepción del sector cerca de la sección 1 donde se presenta un flujo supercrítico.

Comparando las características del flujo con respecto a las características topográficas del cauce es evidente que el cauce tiene suficiente capacidad para transitar un caudal igual al producido por un evento extremo de 50 años periodo de retorno producido por el proyecto Residencias, SEDE NICOYA, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

7.5.2 Aguas Subterráneas

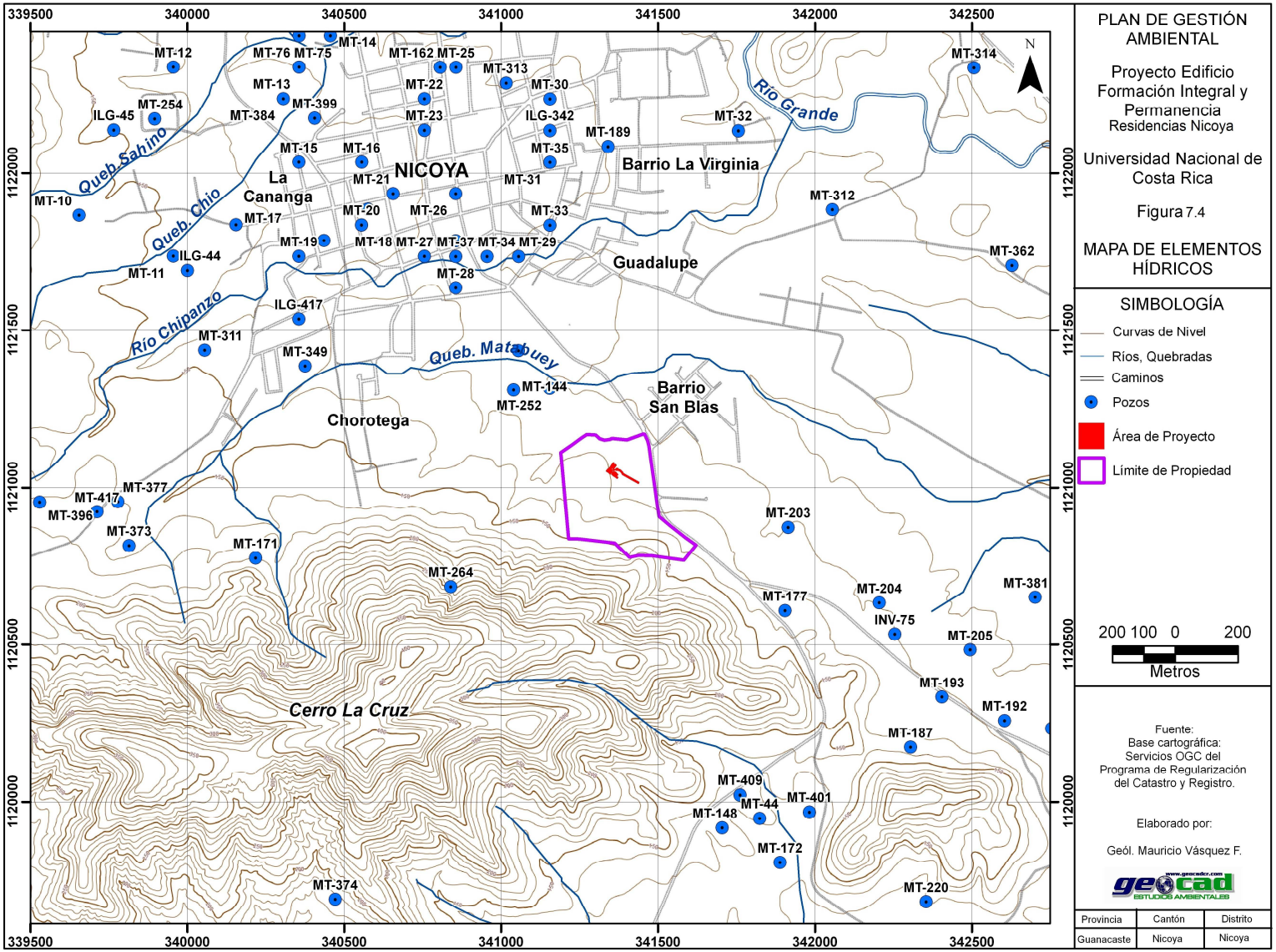
El AP se localiza sobre depósitos aluviales que conforman eventualmente acuíferos porosos de moderado potencial, subyacidos por rocas ígneas que conforman acuíferos de menor potencial en lavas basálticas fracturadas del Complejo de Nicoya. Los acuíferos aluviales se clasifican como rocas con un potencial acuífero medio a bajo; originando acuíferos libres a libres cubiertos, con niveles freáticos ubicados a más de 6m de profundidad.

Por la ubicación del AP con respecto al Cerro La Cruz, es muy probable que existan niveles confinados en el agua subterránea, debido a que la zona de recarga se ubica en el piemonte del cerro, donde ocurre el cambio de pendiente de la zona montañosa a la llanura aluvial. Si bien los pozos presentan todos niveles freáticos a menos de 5m de profundidad, se puedo corroborar en el estudio de suelos que la profundidad en el AP es de 6m aproximadamente.

Los pozos presentan profundidades máximas de 40m lo que hace suponer que es el espesor máximo de depósitos aluviales y que a esa profundidad se ubica el basamento de rocas basálticas del Complejo de Nicoya. La dirección de flujo de las aguas subterránea en general es hacia el SE, siguiendo el valle del río Morote.

Pozos perforados

El Área de Aguas Subterráneas del SENARA posee una base de datos de pozos perforados, en la cual se procedió a revisar la información disponible en un radio de 2000 metros con respecto al AP; la principal información se muestra en el siguiente cuadro.


339500
340000
340500
341000
341500
342000
342500
1122000
1121500
1121000
1120500
1120000
N
MT-12
MT-76
MT-75
MT-14
MT-162
MT-25
MT-313
MT-314
MT-13
MT-22
MT-30
MT-254
ILG-45
MT-384
MT-399
MT-23
ILG-342
MT-32
Río Grande
MT-189
MT-15
MT-16
MT-35
Barrio La Virginia
Queb. Sahino
La Cananga
NICOYA
MT-21
MT-31
MT-10
MT-312
Queb. Chio
MT-17
MT-20
MT-26
MT-33
MT-19
MT-18
MT-27
MT-37
MT-34
MT-29
MT-362
ILG-44
MT-11
MT-28
Guadalupe
ILG-417
Río Chipanzo
MT-311
MT-349
Queb. Matabuey
MT-144
MT-252
Barrio San Blas
Chorotega
MT-377
MT-417
MT-396
MT-373
MT-171
MT-203
MT-264
MT-177
MT-204
MT-381
INV-75
MT-205
MT-193
MT-192
Cerro La Cruz
MT-187
MT-409
MT-44
MT-401
MT-148
MT-172
MT-374
MT-220
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia
Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 7.4
MAPA DE ELEMENTOS HÍDRICOS
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Pozos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
200 100 0 200
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
geocad
ESTUDIOS AMBIENTALES
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

CUADRO Nº 7.13
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
pozos seleccionados con respecto al AP y el AID

No. pozo	X	Y	Propietario
MT-252	377500	235780	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-144	377385	235775	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-36	377400	235900	AyA
MT-264	377185	235150	JUNTA ADM.COLEGIO AGROP.NICOYA
MT-203	378260	235340	JOSE NAIN NEMA FLORES
MT-29	377400	236200	FELIPE HERNANDEZ
MT-28	377200	236100	MINISTERIO DE EDUCACION
MT-177	378250	235075	GERARDO PANIAGUA DIAZ
MT-34	377300	236200	CARMEN JUAREZ
MT-33	377500	236300	PORFIRIO DIAZ
MT-37	377200	236200	POLICARPO HERNANDEZ
ILG-42	377200	236250	INMOBILIARIA RODRIGO CHAN E HI
MT-27	377100	236200	JUAN HERNADEZ
MT-31	377500	236500	ANIANO ARRIETA
MT-35	377500	236500	SENARA
MT-26	377200	236400	JOSE MARIA NEMA
MT-204	378550	235100	JAIME ELIA PEREZ
MT-349	376720	235850	JORGE QUESADA ALPIZAR
MT-189	377685	236550	ABRHAM RODRIGUEZ FERNANDEZ
MT-389	378022	236492	M? FILIPINA OCONOR MATARRITA
ILG-417	376700	236000	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
ILG-342	377500	236600	ADAN YONG APUY
MT-18	376900	236300	MIGUEL LOPEZ
MT-20	376900	236300	BANCO DE COSTA RICA
INV-75	378600	235000	Namifar Limitada
MT-21	377000	236400	EDELMIRA DE BRICE?O
MT-312	378400	236350	JOSE FDO ARMIJO PLAJA
MT-120	376920	236350	BANCO NACIONAL DE C.R.
ILG-486	376780	236250	MARIO ROJAS HUERTAS
MT-171	376563	235241	ANTONIO Y PASQUALE 2006,S.A.
MT-32	378100	236600	AyA
MT-409	378107	234488	Carmen Eugenia González Rojas
MT-19	376700	236200	LUIS VARGAS
MT-30	377500	236700	JUSTO GUEVARA
MT-23	377100	236600	MUNIC. NICOYA
MT-148	378050	234385	INVERSIONES HUACAS S.A.
MT-16	376900	236500	BANCO DE COSTA RICA

MT-44	378170	234415	CRUMA S.A
MT-313	377360	236750	RAFAEL ANGEL RODRIGUEZ SEGURA
MT-22	377100	236700	LILIA MATARRITA
MT-401	378328	234435	Eva Patricia Camacho Arauz
MT-311	376400	235900	PILAR MARIA CARDENAS VASQUEZ
MT-193	378750	234800	CONST.SEQUEIRA Y MENA S.A.
MT-205	378840	234950	NAYIB NEME FLORES
MT-187	378650	234640	AYA
MT-25	377200	236800	J. GOLDEMBERG
MT-162	377150	236800	SERVICENTRO NICOYA
MT-15	376700	236500	ARNOLDO ROSALES
MT-17	376500	236300	SAUL CARDENAS
MT-172	378235	234275	FIGIPA S.A.
MT-350	377710	236950	ALCIDES G.FUENTES FAJARDO
MT-399	376750	236638	HEIDY RUIZ OROZCO
MT-381	379047	235118	ASESORIAS ESPECIALIZADAS NEPCAL LB S.A.
MT-362	378972	236173	MANUEL E.FAJARDO TORU?O
ILG-44	376345	236155	HACIENDA LA CANANGA S.A.
MT-24	378000	237000	ALFONSO SANCHUN
MT-11	376300	236200	SAUL CARDENAS
MT-192	378950	234725	JOAQUIN GUERRERO V.
MT-373	376160	235280	DAVID CHANLEY
MT-384	376650	236700	AYA
MT-377	376124	235420	DAVID CHANLEY
MT-13	376700	236800	MUNICIPALIDAD
MT-75	376700	236800	AyA
MT-14	376800	236900	MUNICIPALIDAD
MT-417	376058	235388	Nicolás Alvarado Mora
MT-374	376818	234156	CABERNAS BARRA HONDA S.A.
MT-9	377200	237100	AMARO ARGUEDAS
MT-76	376700	236900	AyA
MT-191	379100	234700	ASOC.B.Y F. CASITAS DE NICOYA
MT-314	378850	236800	ROSA MARIA LEON MARIN
MT-220	378700	234150	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA
MT-395	378211	237201	LUIS EDO GUTIERREZ ROSALES
MT-219	378480	233980	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA
MT-396	375875	235418	CARLOS MANUEL QUIROS VENEGAS
MT-254	376240	236635	MUNICIPALIDAD DE NICOYA
MT-284	377109	237271	LUIS A.DIJERES CASARES
MT-10	376000	236330	AyA
MT-43	379494	235767	MARIO MAFFI MIRANDA
MT-12	376300	236800	AyA

MT-73	377900	233700	SENARA
ILG-45	376110	236600	ANA ISABEL CARDENAS VASQUEZ
MT-83	377550	233650	FRANCISCO JIMENEZ
MT-283	376762	237232	CARMEN LIDIA JARA QUESADA
ILG-306	377400	237500	FLORIDA ICE & FARM CO S.A.
MT-379	379421	234619	DISTRIBUIDORA ELECTROLIDO DE NICOYA S.A.

Se recopila la información de los pozos cercanos al AP, estos se presentan en el cuadro 7.14.

CUADRO Nº 7.14
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Información de los pozos ubicados en los alrededores del AP y AID

Pozo	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Q	Uso
MT144	40.0	4.00		2.5	ABAST. PUBLICO
MT177	0.0	0.00		0.0	VARIOS
MT203	30.0	0.00		1.5	ABREVADERO
MT252	40.0	2.50		2.0	ABAST. PUBLICO
MT264	40.0	7.00		2.0	RIEGO
MT265	34.0	1.00	7	35.0	RIEGO
MT28	0.0	0.00		0.5	DOMESTICO
MT29	3.41	2.25		0.5	DOMESTICO
MT33	5.49	5.12		0.5	DOMESTICO
MT34	3.81	3.20		0.5	DOMESTICO
MT349	0.0	10.0		1.0	DOMEST-RIEGO

Condiciones hidrogeológicas del AP

Debido a la falta de información hidrogeológica en las inmediaciones del AP las características de los posibles acuíferos se infieren a partir de la información de pozos registrados. La profundidad del nivel freático para el acuífero principal en depósitos coluvio aluviales del Cuaternario es de 6m en el AP. Se infieren condiciones de acuífero libre cubierto en material aluvial de buena permeabilidad y porosidad.

7.5.2.1Vulnerabilidad a la contaminación

ANÁLISIS DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
Aplicación del método de vulnerabilidad G.O.D.

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero coluvio aluvial, conformado en los sedimentos Cuaternarios del subsuelo del AP y el AID, se usará el Método “G.O.D”. (Por sus iniciales en inglés), el cual considera dos factores básicos:

- El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
- La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. (Foster, et al, 2002).

El índice de vulnerabilidad G.O.D. caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los parámetros:

- Grado de confinamiento hidráulico
- Ocurrencia del sustrato suprayacente
- Distancia al nivel freático.

La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los mapas geológicos y los pozos perforados en el AID; para el proyecto los valores asignados los encontramos en el cuadro 7.15:

CUADRO Nº 7.15
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
APLICACIÓN DEL MÉTODO "G.O.D". EN EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD
A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Parámetro	Clasificación	Valor
Grado de confinamiento hidráulico	No confinado cubierto	0.6
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Arenas y gravas aluviales	0.70
Distancia al nivel del agua subterránea	< 5 m	0.90
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	**0.37**
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	**MEDIA**	

Según el análisis preliminar de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP se clasifica como Media, debido a la profundidad del nivel freático y a la cobertura de arcillas y limos.

En el sitio se llevó a cabo una prueba de infiltración en la cual no se registró descenso del nivel de agua. Lo anterior hace suponer que los suelos del sitio no son permeables y por ende ofrecen una buena protección a las aguas subterráneas.

No se consideran cambios relevantes en cuanto a la condición de vulnerabilidad de las aguas subterráneas con y sin proyecto y por ende para ambos casos se considera como vulnerabilidad moderada.

7.6 Calidad del Aire

Actualmente las condiciones de la calidad el aire del AP, se encuentran en una significancia importante de pureza. Esto dado que las condiciones del AP y AID se encuentran desarrolladas en una zona rural, en donde no se ha identificado, una afluencia importante de vehículos por las

principales vías de acceso, ni tampoco fueron identificadas industrias generadoras con un aporte importante de emisiones al aire en el AID.

Se ha indentificado en el AP una importante cantidad de árboles distribuidos a todo lo largo del campus universitario, de modo que en su momento dichas especies ayudan a mitigar el problema tanto de contaminación por emisiones como del ruido si es que se presenta dentro del campus, actuando como una pantalla de amortiguamiento.

La legislación ambiental costarricense determina por medio del Decreto Nº 10541-TSS Reglamento para el control de ruido y vibraciones del 14 de setiembre de 1979, las regulaciones en cuanto a ruido para lugares de trabajo, es por esta situación que la implementación del mismo será de carater obligatorio en el desarrollo tanto de la construcción como de implementarlo durante la operación de los edificios.

Es importante destacar algunos puntos que se consideran en dicho reglamento, en donde se ha indicado que “En los locales de trabajo cuya intensidad superior a 85 dB (A) no se permitirá una exposición mayor a los trabajadores de 8 horas en el día y de 6 horas en la noche”, siendo estos lineamineamientos así parte de la seguridad laboral de los trabajadores.

De la misma forma “No se permitirá dentro del lugar de trabajo intensidades superiores a 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de impacto, ni mayor de 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, si los trabajadores no están provistos del equipo de personal adecuado que atenúe su intensidad hasta los 85 db (A)”, por esta razón se deberá de proveer el equipo necesario a los trabajadores que se vean expuestos a situaciones de este tipo.

En relación a los niveles de polvo en el AP y AID, no se identificaron focos generadores del mismo, por lo que se deberán de mantener dichas condiciones una vez se inicien la construcción del edificio a desarrollar para que no se afecte ni el campus ni a los vecinos colindantes.

7.7. Amenazas naturales

Las unidades geológicas superficiales en el AP son básicamente suelos residuales y, presentan una topografía ondulada. No hay buzamientos ni tendencias estructurales en las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observaron fallas geológicas locales o discontinuidades que limiten las unidades, aunque se sabe por la génesis de los materiales, que los contactos son abruptos y a veces transicionales entre unidades volcánicas, cuando existen paleosuelos intercalados se asumen tiempos de relativa quietud en la actividad volcánica y por ende significan discontinuidades entre unidades.

7.7.1. Amenazas sísmica

Uno de los elementos básicos que involucra un estudio de amenaza sísmica es la zonificación sísmica, la cual debe incluir las diversas fuentes sísmicas que representan una amenaza para una determinada región (Climent et al, 2008).

Climent et al, desarrollaron en el 2008, el documento de Evaluación de la amenaza sísmica en Costa Rica, de donde se extrae la información que se presenta en este documento. Dada los parámetros de zonificación, el AP se presenta dentro de la zona determinada por los dichos autores como Zona sísmica del Antearco noroeste (Zona C2). En el sector noroeste de la península de Nicoya se han determinado levantamientos neotectónicos, siendo la falla Limones-Cañas una de las posibles fallas neotectónicas que se encuentran en esta zona. No se cuenta con terremotos históricos en esta fuente, pero de acuerdo a la extensión de las fallas, podría esperarse sismos máximos de alrededor a 7,2 Mw.

Además, estos autores determinar la zonas sísmicas relacionadas con la subducción, para la zona de AP, se determina por Zona sísmica interplaca de Nicoya. La mayor parte de la Península de Nicoya, se subduce hacia el NE a un ángulo de 35° hasta los 50 km de profundidad y está regida por un patrón de esfuerzos predominantemente compresivos que da como resultado el predominio de rupturas inversas. En esta fuente ocurrió el sismo de mayor tamaño del margen convergente de Costa Rica durante el siglo XX, el cual alcanzó una magnitud Ms 7,7 (temblor del 5 de octubre de 1950). El área de ruptura de este terremoto define el límite con los segmentos adyacentes. Asimismo, el límite con la zona sísmica de Quepos lo define la subducción del levantamiento de Fisher, que actúa como una barrera geométrica. Si consideramos los datos históricos (1800-1999), en la zona sísmica de Nicoya los grandes sismos presentan una recurrencia entre 20 y 40 años y pueden generarse sismos hasta de 7,9 Mw.

Existen registros históricos que indican, la presencia de sismos de importancia cerca de las costas de la Península de Nicoya causando daños de suma importancia en el cantón (1827, 1853, 1863, 1900, 1905, 1916, 1939, 1950, 1978, 1990).

Más recientemente en el año 2012 se dio un evento sísmico el 5 de setiembre que tuvo una magnitud de 7,6 grados. El mismo tuvo un epicentro a 8km de Samara frente a la costa de la Península de Nicoya. La profundidad del sismo fue de 18 km y fue considerado el segundo terremoto más fuerte de Costa Rica, solo superado por el terremoto de Limón de 1991. La fuente del sismo fue por subducción.

7.7.2 Fallas geológicas activas

Existen numerosas fallas neotectónicas en el sector norte del país que podrían afectar el proyecto por su relativa cercanía y están claramente identificadas en el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer, Montero & Alvarado, 2009). La falla Mansión se ubica al NE del AP, con una dirección NW-SE, además se observan otra falla con rumbo similar a la anterior, hacia el SE del proyecto se presenta otra falla (sin nombre y de tipo inferida) con un rumbo NE-SW. De acuerdo con el Mapa Geológico de la Hoja Matambú (Flores, et al., 2003), existen numerosas fallas paleotectónicas en los alrededores de Nicoya, las cuales no representan un peligro para la ciudad.

7.7.3 Amenaza volcánica

Según se observa en el Mapa de Amenazas Naturales Potenciales del Cantón de Nicoya, elaborado por la Comisión Nacional de Emergencias, no se indica que la actividad volcánica como una amenaza en los alrededores del AP.

7.7.3.2 Movimientos de masa

En el sitio del AP, no hay evidencias de movimientos de masa, en los alrededores del proyecto, no hay pendientes ni colinas que puedan generar movimientos de masa.

7.7.3.2 Erosión

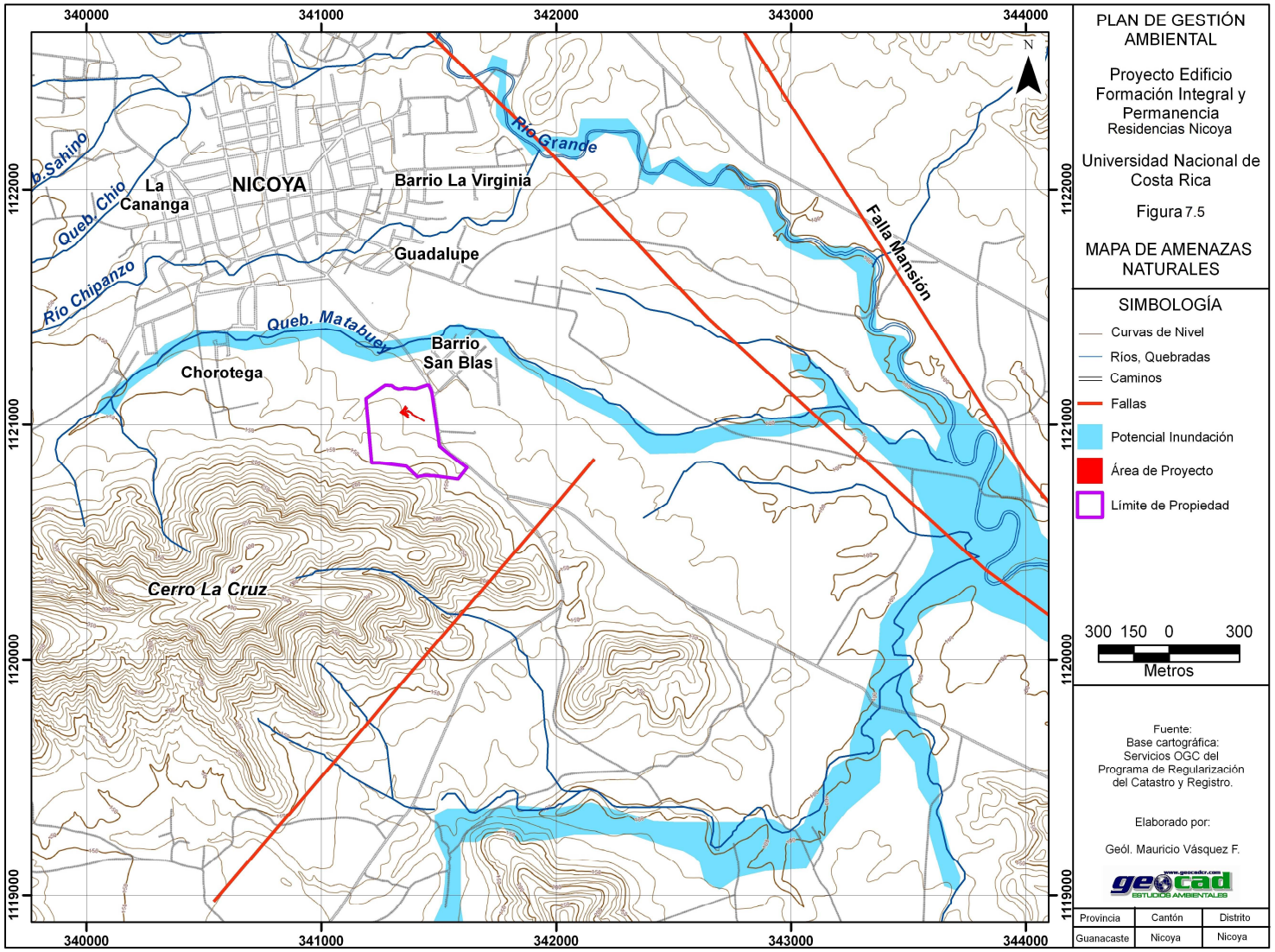
Los agentes erosivos que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales en los drenajes naturales del AP. La topografía del AP es irregular, ante esto se debe considera la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

7.7.3.4 Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), los ríos Matabuey y Morote, están delimitados por zonas de inundación, al zona del río Matabuey se ubica al N del proyecto, según las condiciones topográficas no representaría una amenaza de afectación al AP.

7.7.3.5 Licuefacción, subsidencia y hundimientos

De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de no saturación de los suelos, además de las texturas arcillosas que predominan, no se considera que exista riesgo de licuefacción siempre y cuando las obras se cimenten sobre la unidad consistente.


340000
341000
342000
343000
344000
1122000
1121000
1120000
1119000
N
NICOYA
La Cananga
Barrio La Virginia
Guadalupe
Chorotega
Barrio San Blas
Cerro La Cruz
Río Grande
Falla Mansión
Río Chipanzo
Queb. Matabuey
Queb. Chio
Q.Sahino
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 7.5
MAPA DE AMENAZAS NATURALES
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Fallas
Potencial Inundación
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
300 150 0 300
Metros
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Geól. Mauricio Vásquez F.
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

CAPITULO VIII DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

2014

8.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este proyecto consiste en la construcción de un edificio de residencias de dos plantas, el cual posee un área constructiva total de 1.200 m2, en donde se ubicarán 24 habitaciones. El edificio contará con una cocina y comedor, área de lavandería, sala de estar, sala de estudio y batería de baños diferenciado por sexo con accesibilidad para personas con capacidades especiales, además estará equipado con ascensor y escaleras de emergencia y casa de máquinas.

El área del proyecto donde se pretende llevar a cabo estas edificaciones y la obra gris son parte del campus universitario, sin embargo, el sitio en específico posee una cobertura vegetal enmarañada producto de una antigua plantación de árboles de melina (*Gmelina arborea*), de la cual, aún quedan algunos individuos de alto porte y altura. Estos árboles de melina se entremezclan con especies autóctonas, tales como árboles de genízaro (*Samanea saman*), árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de carao (*Cassia grandis*), el cual es muy común en esta zona, árboles de guácimo colorado (*Luehea seemannii*), entre otras especies.

La topografía es plano ondulada, sobre la cual se asienta una vegetación densa y leñosa, que si bien, ha sido alterada por la siembra de melina y los raleos respectivos, es parte de un parche boscoso secundario que se localiza en el entorno inmediato al campus universitario. Dicho parche se vuelve más denso e importante hacia el cerro que se localiza hacia el extremo sur de la Universidad. En dicho parche se escuchan especies como el mono congo (*Alouatta palliata*).

El sitio donde se encontrará el acceso a las residencias está cruzado por una quebrada sin nombre, sobre la cual se ubicará un pasillo liviano y entechado. Dicho cuerpo de agua establece una zona de protección de acuerdo al artículo 33 de la Ley Forestal y que debe de ser contemplado por la Universidad Nacional, como entidad desarrolladora, así como por los constructores.

Alrededor de la quebrada se observa una vegetación enmarañada y leñosa, parte del parche boscoso secundario. Los árboles, con excepción de algunos caraos y algunos Guanacaste, son diámetro y poca altura, lo que muestra una intervención en la zona, de forma previa al desarrollo de este centro universitario.

Dentro de la vegetación que acompaña a la quebrada, se observan especies como el cornizuelo (*Acacia collinsii*), el amapolillo (*Malvaviscus sp.*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), así como bejucos leñosos del género *Bahuinia*.

El sitio donde se llevará a cabo la construcción de la obra gris hoy en día cuenta con un claro, raleado, para impedir la regeneración natural, lo cual se considera positivo, dado que así se limita la oferta de atributos ecológicos a la fauna y con ello, se evita un eventual asentamiento de una especie de la zona, que podría utilizar este espacio como refugio.

Fotografías 1 y 2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.1.1 AMBIENTE TERRESTRE O ESTATUS DE PROTECCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área del proyecto donde se pretende la ampliación de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Tempisque (ACT), que es la entidad, por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, encargada de la regulación y protección de los recursos naturales y bienestar socio-ambiental de la zona. Por tal motivo, cualquier comunicación, o bien, gestión relacionada a la corta de árboles, entre otros, debe de ser realizada, ya sea ante esta instancia o bien, ante la Municipalidad de Nicoya.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida, sin embargo, sí se encuentra afecta por la zona de protección de la quebrada que cruza sobre el terreno que da acceso al área del proyecto, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

8.1.2 ZONA DE VIDA

Se describe a continuación la zona de vida y grupo climático dentro de la cual se incluyen el área del proyecto y área de influencia directa. Estas descripciones se estiman de acuerdo a los patrones de lluvia, altitud y posición geográfica que posea el área de estudio.

Clasificación por zona de vida

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen y de acuerdo al Mapa Ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida) (Bolaños *et al.* 2005), el área del proyecto se encuentra influenciado por la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (bh-T).

La zona de vida Bosque Tropical Húmedo c a la zona de vida más extensa que posee el país. Está conformada por una vegetación enmarañada y densa, en donde se observan tres estratos ecológicos: 1) Sotobosque y capa herbácea, constituido por palmas enanas, hierbas leñosas y arbustivas y árboles en crecimiento; 2) Subdosel: conformado por arbustos altos y árboles de bajo

porte (hasta 15 metros), palmas, así como árboles en crecimiento y 3) Dosel: constituido por árboles de copas extensas y de gran altura. Este estrato captura el mayor porcentaje de luz solar, por cuanto los árboles de este estrato tienden a poseer hojas con láminas foliares más pequeñas, con el fin de evitar la desecación.

En el caso del área del proyecto, tal y como se mencionó anteriormente, la misma se encuentra perturbada por el ser humano, lográndose evidenciar una antigua plantación forestal de melina, la cual se entremezcla con áreas de tacotales y pequeños rodales de árboles con especies características de la zona, tales como indio desnudo (*Bursera simaruba*), carao (*Cassia grandis*), entre otros. Debido a esta perturbación no es posible evidenciar la estructura del bosque, tal y como se describe para la zona de vida.

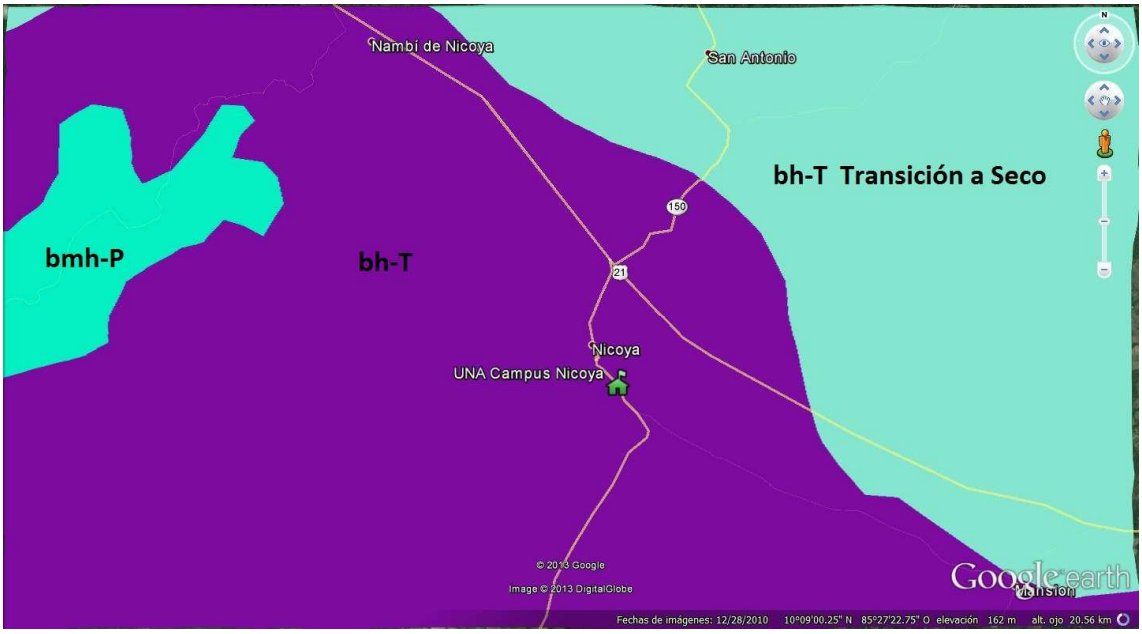


Figura 1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

8.1.3 ASOCIACIONES NATURALES PRESENTES

La descripción detallada de los ecosistemas existentes dentro del área de influencia directa, así como del área del proyecto se realiza de acuerdo a valoraciones generadas durante la inspección de campo realiza al área de estudio.

- **Ecosistema existente dentro del área del proyecto**

Tal y como se mencionó anteriormente, la zona de vida que domina en este sitio corresponde al Bosque Tropical Húmedo (bh-T), que es a su vez, la que define el ecosistema presente. Se

describen a continuación las unidades paisajísticas presentes en este ecosistema y específicamente en el área del proyecto y entorno inmediato:

- **Plantación de melina (*Gmelina arborea*):**

Esta unidad corresponde a la antigua plantación forestal de melina, que en otrora existió donde actualmente se va a desarrollar la construcción de las residencias. Se observan árboles vestigios de la plantación, los cuales se rodean de una vegetación herbácea y arbustiva enmarañada. El sitio donde se llevará a cabo la construcción del edificio se encuentra actualmente raleado y limpio de plantas en regeneración.

Fotografías 4 y 5. Área de proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Fotografías 6 y 7. Área de proyecto. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Vegetación en regeneración:**

Esta unidad se localiza alrededor de lo que fue la plantación de melina y al mismo tiempo se entremezcla con los árboles que quedaron como vestigios. Dentro de esta vegetación se logra observar árboles como el carao y el balsa (*Ochroma pyramidale*), así como especies de rápido

crecimiento y adaptada a ambientes perturbados y abiertos, tales como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Fotografías 8 y 9. Vegetación en regeneración. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Bosque secundario temprano**

Esta cobertura vegetal se localiza alrededor de la quebrada sin nombre que se localiza entre las actuales edificaciones y el área donde se pretende construir el edificio de residencias. Esta vegetación es parte a su vez del área de protección de dicho cuerpo de agua.

La estratificación es difusa y enmarañada, asimismo, los diámetros de los troncos son pequeños, por cuanto se supone que dicho parche boscoso recibió perturbación no hace muchos años. Dentro de este parche se observan especies características de la zona de vida como la liana del género *Bahuinia*, así como es especies arbustivas del género *Malvabiscus*. Se observan árboles emergente de carao y guácimo colorado (*Luehea seemannii*).

Sobre esta quebrada se debe de construir un paso de agua para dar acceso a las residencias, por lo que se recomienda que la obra a realizar sea de bajo impacto, considerando el rescate de este parche boscoso, el cual, puede actuar como elemento natural amortiguador, tanto de la construcción del edificio como de su operación a futuro.

Fotografías 10 y 11. Bosque secundario temprano. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Fotografías 12 y 13. Bosque secundario temprano. Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

- **Ecosistema existente dentro del AID**

El área de influencia directa de este proyecto, debido a su magnitud y naturaleza posee un área de influencia directa de 200 metros lineales de radio, en donde se incluyen las actuales edificaciones del campus universitario, así como el parche boscoso que rodea la quebrada sin nombre. También se incluye la falda del cerro, el cual posee un parche boscoso importante que no se verá afectado por la construcción de este proyecto.

Fotografías 14 y 15. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Nicoya, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.1.4 COBERTURA VEGETAL ACTUAL POR ASOCIACIÓN NATURAL

Como se mencionó anteriormente, se presentan tres mosaicos ecológicos para el AP, los cuales son plantación de melina, vegetación en regeneración, y bosque secundario temprano, y un mosaico ecológico para el AID, el cual es edificaciones universitarias.

- Plantación de melina: Representada por una antigua plantación forestal de melina, que en otrora existió donde actualmente se va a desarrollar la construcción de las residencias. Se observan árboles vestigios de la plantación, los cuales se rodean de una vegetación herbácea y arbustiva enmarañada.

- Vegetación en regeneración: Localizada alrededor de lo que fue la plantación de melina y al mismo tiempo se entremezcla con los árboles que quedaron como vestigios. Dentro de esta vegetación se logra observar árboles como el carao y el balsa (*Ochroma pyramidale*), así como especies de rápido crecimiento y adaptada a ambientes perturbados y abiertos, tales como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

- Bosque secundario temprano: Representada por el área de protección de la quebrada sin nombre que se localiza entre las actuales edificaciones y el área donde se pretende construir el edificio de residencias. Dentro de este parche se observan especies características de la zona de vida como la liana del género *Bahuinia*, así como es especies arbustivas del género *Malvabiscus*. Se observan árboles emergente de carao y guácimo colorado (*Luehea seemannii*).

- Edificaciones universitarias (obra gris): Representada por las actuales edificaciones existentes dentro del campus universitario.

8.1.5 ESPECIES INDICADORAS POR ECOSISTEMA NATURAL

Se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 1.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
Acacia collinsii	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X
Bursera simarouba	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X
Byrsonima crassifolia	Malpighiaceae	Nance	X	X
Cassia grandis	Carao	Caesalpiniaceae	X	X
Enterolobium cyclocarpum	Mimosaceae	Guanacaste	X	X
Gliricidia sepium	Papilionaeceae	Madero negro	X	X
Gmelina arborea	Lamiaceae	Melina	X	X
Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guácimo	X	X
Luehea seemmannii	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X
Malvaviscus arboreus	Malvaceae	Amapolillo	X	X
Muntingia calabura	Muntingiaceae	Capulín	X	X
Randia aculeata	Rubiaceae	Horquetilla	X	X

Cuadro 2.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional – Campus Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
AVIFAUNA				
Calocitta formosa	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X
Cathartes aura	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X
Columbina inca	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X
Leptotila verreauxi	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X
Nyctidromus albicollis	Caprimulgidae	Cuyeo; Pucuyo	X	X
Quiscalus mexicanus	Icteridae	Zanate	X	X
Thraupis episcopus	Thraupidae	Viudita	X	X
Turdus grayi	Turdidae	Yigüirro	X	X

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
Melanerpes hoffmannii	Picidae	Carpintero	X	X
MASTOFAUNA				
Alouatta palliata	Atelidae	Mono aullador (congo)	X	X
Sciurus variegatoides	Sciuridae	Ardilla común	X	X
HERPETOFAUNA				
Ctenosaura similis	Iguanidae	Garrobo	X	X

8.1.6 ESPECIES ENDÉMICAS, CON POBLACIONES REDUCIDAS O EN VÍAS DE EXTINCIÓN

Se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa, que cuentan con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 3.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional – Campus Nicoya. Nicoya, Guanacaste.
Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
Acacia collinsii	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X	No está en los apéndices	LC
Bursera simarouba	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X	No está en los apéndices	LC
Byrsonima crassifolia	Malpighiaceae	Nance	X	X	No está en los apéndices	LC
Cassia grandis	Carao	Caesalpiniaceae	X	X	No está en los apéndices	LC
Enterolobium cyclocarpum	Mimosaceae	Guanacaste	X	X	No está en los apéndices	LC
Gliricidia sepium	Papilionaeceae	Madero negro	X	X	No está en los apéndices	LC
Gmelina arborea	Lamiaceae	Melina	X	X	No está en los apéndices	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guácimo	X	X	No está en los apéndices	LC
Luehea seemmannii	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X	No está en los apéndices	LC
Malvaviscus arboreus	Malvaceae	Amapolillo	X	X	No está en los apéndices	LC
Muntingia calabura	Muntingiaceae	Capulín	X	X	No está en los apéndices	LC
Randia aculeata	Rubiaceae	Horquetilla	X	X	No está en los apéndices	LC

Cuadro 4.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional – Campus Nicoya, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
AVIFAUNA						
Calocitta formosa	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X	No está en los apéndices	LC
Cathartes aura	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X	No está en los apéndices	LC
Columbina inca	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X	No está en los apéndices	LC
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X	No está en los apéndices	LC
Leptotila verreauxi	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X	No está en los apéndices	LC
Nyctidromus albicollis	Caprimulgidae	Cuyeo; Pucuyo	X	X	No está en los apéndices	LC
Quiscalus	Icteridae	Zanate	X	X	No está en	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
mexicanus					los apéndices	
Thraupis episcopus	Thraupidae	Viudita	X	X	No está en los apéndices	LC
Turdus grayi	Turdidae	Yigüirro	X	X	No está en los apéndices	LC
Melanerpes hoffmannii	Picidae	Carpintero	X	X	No está en los apéndices	LC
MASTOFAUNA						
Alouatta palliata	Atelidae	Mono aullador (congo)	X	X	II	LC
Sciurus variegatoides	Sciuridae	Ardilla común	X	X	No está en los apéndices	LC
HERPETOFAUNA						
Ctenosaura similis	Iguanidae	Garrobo	X	X	No está en los apéndices	LC

8.1.7 FRAGILIDAD DE ECOSISTEMAS

El área del proyecto donde se pretende llevar a cabo la construcción tal y como se ha podido observar, ha recibido una perturbación significativa, lo que ha permitido la presencia de especies de animales adaptadas a dicha condición ecológica, en donde la presión ambiental es significativa. Esto último se refiere a variaciones de temperatura abruptas así como una intensa radiación solar.

Las especies que logran adaptarse a este tipo de ambientes poseen una gran plasticidad ecológica, así como hábitos alimenticios generalistas, lo que les permite aprovechar una amplia gama de alimentos y hacerle frente a condiciones de crisis, en relación con la oferta de alimentos del ecosistema presente.

Tomando en cuenta las condiciones actuales del área del proyecto y de su entorno inmediato, se puede considerar que la restauración del ambiente a su entorno originar, previo al inicio del desarrollo, es rápida, por lo que se señala que la fragilidad ambiental del sitio ante el desarrollo de este proyecto es baja.

Aún así, se recomienda que durante la fase constructiva, se proteja en la medida de lo posible los parches de regeneración, así como el parche de bosque secundario temprano, con el fin de generar un elemento amortiguador natural alrededor de la edificación, y a su vez, alrededor de la quebrada y los mismos parches de vegetación.

8.1.2. AMBIENTE MARÍTIMO O ESTATUS DE PROTECCIÓN DEL AP

ESTE SUBCAPÍTULO NO APLICA PARA ESTE PROYECTO

8.1.3. AMBIENTE ACUÁTICO (AGUAS CONTINENTALES)

ESTE SUBCAPÍTULO NO APLICA PARA ESTE PROYECTO

CAPITULO IX DESCIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS NICOYA

Universidad Nacional

Guanacaste, Nicoya, Nicoya

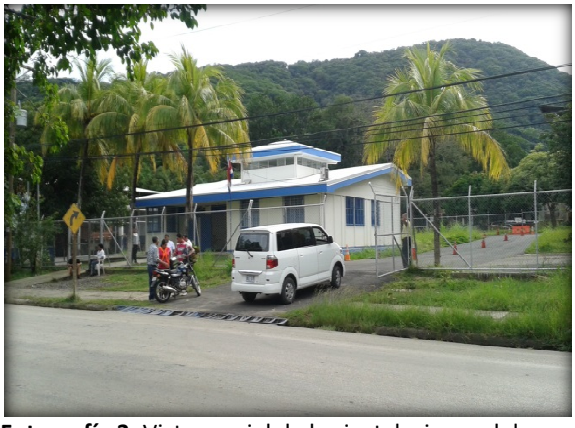
2014

9.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

El recorrido por el Área del Proyecto (AP), así como por sus sitios aledaños, permitió identificar como usos predominantes de la tierra los siguientes:

- Académico. El AP se localiza dentro de la "Sede Regional Chorotega" ("Campus Nicoya") en el cual se ofrecen las carreras de "Licenciatura en Administración", "Bachillerato en Comercio y Negocios Internacionales", "Bachillerato en la Enseñanza del Inglés", "Bachillerato en la Gestión del Turismo Sostenible", "Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información", "Bachillerato en Inglés", "Arte y Comunicación Visual con énfasis en Diseño Gráfico" y "Licenciatura en Pedagogía para Primer y Segundo Ciclo".
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de viviendas, algunas de las cuales se concentran en los barrios "Casitas" y "La Granja".
- Comercial. En los alrededores del "Campus Nicoya" se ubican varios establecimientos comerciales que ofrecen distintos bienes y servicios, prevaleciendo los abastecedores.
- Institucional. En las inmediaciones del "Campus Nicoya" se localiza la oficina regional del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI).

Fotografías 1 y 2. Vista general del uso habitacional de la tierra en sitios aledaños al "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 3. Vista parcial de las instalaciones del COSEVI en las cercanías del "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

En la figura 9.1 se representa la ubicación de los principales usos de la tierra existente en los sitios aledaños al AP.

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de usos de la tierra, el principal cambio se daría en el mismo AP, ya que éste dejaría de ser un espacio sin uso específico para dar lugar a una edificación y/o infraestructura en la que se llevarían a cabo actividades humanas (residencias estudiantiles y práctica deportiva), lo que sería congruente con la actividad principal que se da en los sitios aledaños al AP, dada por las instalaciones del "Campus Nicoya" de la UNA.

9.2. Características culturales y sociales de la población

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito "Nicoya", mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 53.2, lo que ubicó a ese distrito en la posición 253 entre los 469 distritos con que contaba el país en ese año (MIDEPLAN, 2007).

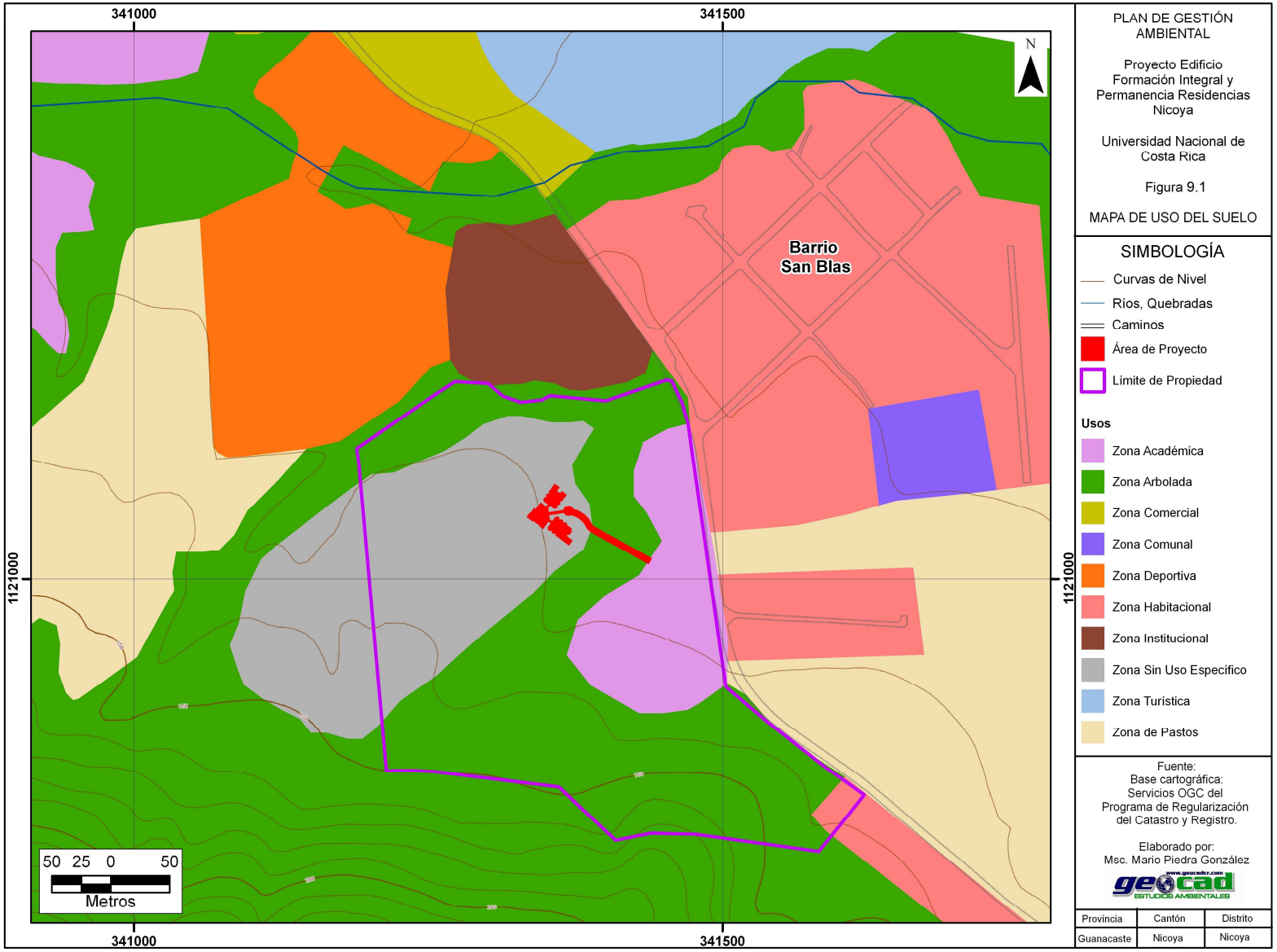
El IDS es "un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos como mejor situación y 0 puntos como peor situación" (MIDEPLAN, 2007).

En lo que se refiere a características culturales y sociales de los sitios aledaños al AP, se debe comentar que el distrito "Nicoya" posee un 63.1% de su territorio en zona urbana y un 36.9% corresponde a zona rural. En la totalidad del distrito habitan 24833 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 80 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).

La población del distrito representa el 48.9% de toda la población del cantón de Nicoya y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 94 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 32.8% de la población es menor de 20 años; un 58.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 9.2% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 79.3% de las personas nacieron en el cantón de Nicoya, un 18.2% de las personas nació en otro cantón y un 2.5% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito "Nicoya" se resumen en el siguiente cuadro estadístico:


341000
341500
1121000
N
Barrio
San Blas
50 25 0 50
Metros
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Proyecto Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
Universidad Nacional de Costa Rica
Figura 9.1
MAPA DE USO DEL SUELO
SIMBOLOGÍA
Curvas de Nivel
Ríos, Quebradas
Caminos
Área de Proyecto
Límite de Propiedad
Usos
Zona Académica
Zona Arbolada
Zona Comercial
Zona Comunal
Zona Deportiva
Zona Habitacional
Zona Institucional
Zona Sin Uso Específico
Zona Turística
Zona de Pastos
Fuente:
Base cartográfica:
Servicios OGC del
Programa de Regularización
del Catastro y Registro.
Elaborado por:
Msc. Mario Piedra González
Provincia
Cantón
Distrito
Guanacaste
Nicoya
Nicoya

Cuadro Nº 9.1
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
DISTRITO NICOYA: INDICADORES CULTURALES Y SOCIALES (%)

Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	12.5
✓ Población con algún tipo de discapacidad	14.0
✓ Población que no sabe leer o escribir	5.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	16.3
✓ Población con estudios superiores	19.7
✓ Población con título de educación formal	81.7
✓ Viviendas ocupadas independientes	96.6
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	19.4
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	0.9

Fuente: datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles y área deportiva) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio ("Campus Nicoya"), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores. Igualmente, podría de motivar una mayor actividad física en la población que hace uso de las instalaciones del "Campus" o habita en la zona cercana al AP.

9.2.1 Económicas

En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 43.7% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito "Nicoya" forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 56.3% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

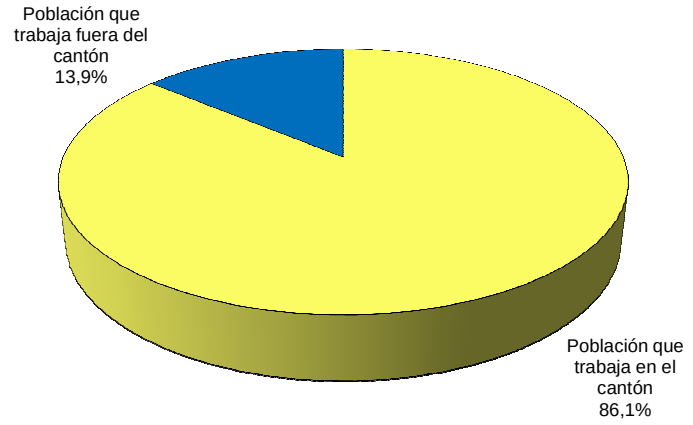
En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito "Nicoya" registró en el año 2011 un 4.2% de población desocupada, al tiempo que un 23.8% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 68.0% son asalariados (INEC, 2013).

Al analizar los sectores de la economía en los que están ocupadas las personas del distrito que trabajan, se tiene que un 9.4% lo hace en el sector primario, un 16.4% en el sector secundario y un 74.2% de las personas se ocupa en actividades del sector terciario, referido a la prestación de bienes y servicios (INEC, 2013).

Por otra parte, una de las principales características económicas del distrito "Nicoya" así como de la totalidad del cantón, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes,

quienes encuentran en dicho territorio las oportunidades necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:

Gráfico N°9.1
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
DISTRITO NICOYA: LUGAR DE TRABAJO DE LA POBLACIÓN OCUPADA (%)



Fuente: datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)

La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito "Nicoya" sería muy limitada y se concentrarían eventualmente durante la etapa de construcción del edificio de residencias estudiantiles, ya que en esa etapa se requerirá mano de obra para los distintos componentes de las infraestructuras a desarrollar.

Sin embargo, considerando que la edificación del Proyecto posiblemente se le asigne a un contratista y que la población de la zona se dedica a otro tipo de actividades económicas, no se prevé que la construcción y operación de la actividad propuesta para el AP sea un factor que modifique las características económicas del sector de análisis.

9.3. Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

Dentro del AP no se da la circulación de vehículos ya que se trata de un terreno sin acceso para automotores. En los sitios aledaños al terreno donde se construiría el edificio de residencias estudiantiles y espacios deportivos, se identificaron las siguientes características:

- Existe una calle principal que da acceso al "Campus Nicoya" (Ruta N° 150), aunque no existe una vía que permita el acceso vehicular hasta el AP,
- El tránsito de vehículos por la vía que pasa frente al "Campus Nicoya" (Ruta N° 150) es constante y se trata de todo tipo de automotores,
- En un tramo de dicha vía, específicamente al frente del "Campus Nicoya", se identificó una acera para las personas que llegan al centro de enseñanza,

Con las siguientes fotografías se evidencian las características de seguridad vial y de circulación de vehículos en el sector de análisis:

Fotografía 5. Vista parcial de la Ruta N° 150 que pasa frente al "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Fotografía 6. Tramo de acera existente en las afueras del "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema seguridad vial y conflictos de circulación vehicular, se puede comentar que el principal impacto se dará durante las labores de construcción del edificio de residencias estudiantiles, ya que dicha actividad implicará un incremento en el tránsito de vehículos pesados (vagonetas, camiones de carga, etc.) los cuales serán los encargados de transportar los materiales necesarios para construir la obra. Ante ello, se deberán tomar las medidas preventivas que adviertan la presencia en la zona de ese tipo de vehículos, particularmente en la intersección que se da entre la calle que da acceso al "Campus Nicoya" con la Ruta N° 150.

9.4. Servicios de Emergencia disponibles

Dentro del AP, por tratarse de un terreno sin edificaciones, no existen servicios de emergencia. En lo que se refiere a los sitios aledaños, el recorrido permitió identificar varios dispositivos para la atención incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del "Campus Nicoya" como en las afueras de éste.

Fotografías 7 y 8. Dispositivos para la atención de incendios existentes en las afueras del "Campus Nicoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del distrito "Nicoya", como es el caso del Cuerpo de Bomberos, Comité de la Cruz Roja Costarricense y Fuerza Pública.

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios de emergencia, se debe comentar que la construcción y operación de la infraestructura habitacional (residencias estudiantiles) vendría a reforzar la cobertura de la zona por dispositivos para la atención de incendios, así como la necesidad de establecer protocolos de coordinación con los entes locales encargados de atender emergencias para dar respuesta a cualquier eventualidad que se presente el sector de análisis.

9.5. Servicios básicos disponibles

Dentro del AP no existen servicios básicos ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada y sin infraestructuras o edificaciones que requieran de dichos servicios. Por su parte, en los sitios aledaños al AP la situación referente a servicios básicos se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 9.2
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Nicoya
SERVICIOS BÁSICOS IDENTIFICADOS EN SITIOS ALEDAÑOS AL AP

Servicios básicos	Sí	No
✓ Abastecimiento de agua por acueducto	X	
✓ Educación primaria		X
✓ Educación secundaria		X
✓ Energía eléctrica	X	
✓ Establecimientos comerciales (abastecedores, pulperías, etc.)	X	
✓ Recolección de desechos sólidos	X	
✓ Salud-EBAIS (CCSS)		X
✓ Salud-Cínica (CCSS)		X
✓ Salud-Hospital (CCSS)		X
✓ Salud-Consultorios privados		X
✓ Seguridad pública		X
✓ Sistema de alcantarillado pluvial	X	
✓ Sistema de alcantarillado sanitario		X
✓ Sistema de tanque séptico	X	

✓ Telefonía fija (residencial)	X	
✓ Telefonía móvil (celular)	X	
✓ Telefonía pública	X	
✓ Transporte público (autobús)	X	
✓ Transporte público (taxis)	X	
Fuente: elaboración propia recorrido por sitios aledaños al AP (MAPG-Noviembre, 2013)		

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios básicos, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles, podrían representar una mayor demanda en algunos servicios básicos, particularmente los referidos al abastecimiento de agua, recolección de desechos sólidos y disposición de aguas negras, ya que las obras a construir se fundamentan en distintas actividades humanas por lo que se deberá coordinar con las instituciones proveedoras de esos servicios para que éstas incluyan dentro de sus planes operativos.

9.6. Infraestructura comunal

Dentro del AP no existen infraestructuras comunales ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada. Por su parte, en los sitios aledaños al AP, particularmente en las afueras del "Campus Nicoya", las infraestructuras comunales identificadas fueron: i) parada de autobús, ii) puente peatonal sobre río, iii) polideportivo.

Fotografía 8. Parada de autobús en las afueras del "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

Fotografía 9. Puente peatonal sorbre río cercano al "Campus Ncoya" (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de infraestructuras comunales, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles no afectarán las obras comunales en la zona, ya que la infraestructura a desarrollar no implica el cambio de uso de ninguno de esos espacios.

9.7. Sitios históricos, culturales

Según la revisión efectuada en la base de datos del Departamento de Patrimonio del Ministerio de Cultura y Juventud (MCJ), en los sitios aledaños al AP no existen sitios de carácter histórico o cultural que se puedan ver afectados por el Proyecto.

9.8. Paisaje

Considerando que el AP se ubica en un terreno cuyos elementos son visibles desde varios puntos, se prevé que la instalación del Proyecto en la zona será un elemento que generé un impacto visual, particularmente por el cambio de uso de la tierra (de zona verde a obra gris), por lo que se dará una alteración del paisaje al que están acostumbradas las personas que se movilizan por el sector.

Fotografía 10. Condiciones del AP al momento de realizar la visita de campo. Se observa la presencia de un área verde con árboles, así como la no existencia de infraestructuras o edificaciones, aspecto que con el Proyecto implicará un cambio en el paisaje del lugar ya que se construirá un edificio de 2 niveles (MAPG-Noviembre, 2013)