

1.2 DATOS DE HIDROLOGÍA BÁSICA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 al 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 SEDE SARAPIQUÍ, 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:	4
1.2.6. TRABAJO REALIZADO.....	6
1.2.6.1 Zona de vida.....	6
1.2.6.2 Metodología de cálculo hidrológico.....	6
1.2.6.3 Memoria de cálculo hidrológica.....	7
1.2.7. RESULTADOS HIDROLÓGICOS OBTENIDOS	12
1.2.7.1 Caudal neto aportado.....	12
1.2.8. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES HIDROLÓGICAS:.....	13
1.2.8.1 Evaluación de resultados	13
1.2.8.2 Recomendaciones	14
1.2.8.3 Conclusiones	14
1.2.9. GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO:.....	15
1.2.9.1 Grados de incertidumbre:.....	15
1.2.9.2 Alcance del estudio:	15
1.2.10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.11. ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.2.4. Resumen de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Sarapiquí, UNA sobre el cauce donde desfogará sus aguas pluviales es regular y ronda el 0.43% del caudal que actualmente aporta a la quebrada, y representa aproximadamente un 0.064% del caudal total que viajaría por la quebrada en un evento hidrológico extremo. Es importante mencionar que ese 0.43% de aumento en la escorrentía corresponde apenas al 0.45% del área total de la finca, poco más de 20 Has. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado y la topografía del cauce tiene pendientes alrededor del 2%, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos que se construyen cerca del cauce, no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la escorrentía del proyecto. Si se observa los datos de las Tablas 6 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la escorrentía del área de proyecto de menos del 0.063% sobre el caudal transitado actual, para un evento extremo.

De acuerdo al Protocolo de Ingeniería Básica del Terreno, Anexo N°5, Sección III, punto 2: “El estudio hidrológico, referente al Segmento A) deberá presentarse en todos aquellos casos en que se plantee el desarrollo de obras de infraestructura que produzcan una impermeabilización del suelo, o bien la introducción y manejo de nuevos caudales de agua (por riego o extracción de aguas subterráneas), dentro del AP y consecuentemente producen un aumento de más de un 10% de la escorrentía superficial actual que discurre de forma directa hacia el cauce de agua natural y receptor más cercano dentro de la microcuenca hidrológica en que se localiza el AP”, lo anterior implicaría que se deberá presentar el segmento A) del estudio hidrológico ante la SETENA, debido a que el aumento en la escorrentía es 0.43%, lo que es un muchísimo inferior al 10% planteado por SETENA. Por lo anterior, no resulta útil el análisis del impacto hidrológico que el proyecto de la Sede Sarapiquí, UNA podría presentar en la zona del proyecto. Por este motivo, para este informe se obvió la presentación del apartado del segmento A, donde se refiere a las consecuencias que el caudal aportado por el proyecto produciría sobre el cauce receptor de las aguas pluviales.

Las condiciones del proyecto a desarrollar hace presumir 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 de la Sede Sarapiquí, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar toda la descarga sobre el cauce receptor que actualmente se utiliza como desfogue pluvial.

Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía de la propiedad de 0.43%.
- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en la propiedad de 0.021 m³/s.

- El proyecto **NO** se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

1.2.5. Introducción:

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencia Estudiantil, Sede Sarapiquí, UNA, se ubica en la provincia de Heredia, en el Cantón de Sarapiquí. La entrada a la propiedad se ubica a 4 kilómetros en dirección hacia Río Frio, cerca de Colonia Victoria.

El cuerpo de agua que sería afectado por el proyecto de manera inmediata sería una cuenca sin nombre afluente de la Quebrada Catorce, cerca de la comunidad de Puerto Viejo. Dicha cuenca La extensión de esta cuenca es de 138.9877 Ha y presenta elevaciones que van desde los 180 m.s.n.m. hasta los 91 m.s.n.m.; con una topografía que se puede considerar plana.

Dadas las dimensiones de la cuenta 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 esta cuenca es afluente de la Quebrada Catorce; esta, a su vez, es afluente del Río Puerto Viejo.

Por último, el área de la cuenca que se utilizará como desfogue de las aguas pluviales es muy pequeña. El AP del proyecto representa solo un 0.065% del área de la cuenca directamente afectada y 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 de la Quebrada Catorce, pues esta cuenca tiene un área superior y, por ende, la influencia del proyecto dentro de su comportamiento general es despreciable.

En el mapa 7.4.1 se incluye la definición de la cuenca directamente afectada por el AP, la ubicación de la quebrada que desfogará la escorrentía pluvial y la composición topográfica de la zona según la hoja cartográfica 1:50 000 Guápiles del Instituto Geográfica Nacional. Además se incluye la definición de una microcuenca compuesta principalmente por escurrideros superficiales que, si bien es cierto el proyecto no afecta directamente, debe ser tomada en cuenta en los análisis de diseño pluvial del futuro proyecto.

El tamaño de las obras a realizar es de 0.09 Has. Estas corresponden a la construcción de un edificio con un área de 0.09 Has.

En la actualidad la zona donde se desarrollará corresponde a la sede Sarapiquí. Corresponde a una serie de edificaciones institucionales de uso educativo y administrativo. El terreno tiene una topografía que se puede considerar como plana. La extensión del lote es un poco superior a las 20.0 Has; sin embargo, se estima que el área de impacto directo será de 0.090 Has.

Por último, en la actualidad el AP presenta una cobertura vegetal regular, en su mayoría se puede observar repastos. En la visita al sitio se observó zonas de suelo con características cohesivas.

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 Sarapiquí, UNA, con un área total de 0.090 Has.

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 calculó el porcentaje de aumento de escorrentía que el proyecto de la Sede Sarapiquí, 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 AP se clasifica como Bosque muy Húmedo Tropical (bmh-T). Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Tropical presente en la zona de Sarapiquí presenta algunas limitaciones debido al exceso de precipitación que ocurre durante la mayor parte del año; por ende, los terrenos bajo esta condición ecológica son muy susceptibles a la erosión.

El bmh-T tiene un rango de precipitación entre 4000 y 6000 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 3.5 meses

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 m³/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 la ecuación de la estación Canta Gallo 71-15, presentada en el estudio “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”, elaborada por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicada 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:

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

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), esta se definió a partir de la topografía de curvas de nivel cada 20 metros presente en la hoja cartográfica 1:50 000 Guápiles.

Cuadro 1.1.
Parámetros de la microcuenca receptora.

Parámetro	Dimensión
Longitud del cauce	2 860.78 m ó 9 384.78 ft
Altura máxima (m.s.n.m.)	180
Altura mínima (m.s.n.m.)	91
Pendiente promedio (cauce)	3.11%
Área	138.9877 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 la microcuenca receptora

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

$$t_c = 0.0078(9384.78)^{0.77} (0.0311)^{-0.385}$$

$$t_c = 33.97 \text{ min}$$

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.

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 Canta Gallo 71-15).

Ecuación IDF para la estación Canta Gallo 71-15:

$$I = 239.88 * \frac{T^{0.192}}{D^{0.248}}$$

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 1.2.6.3.1 se pudo calcular las intensidades de lluvia utilizadas en los modelos hidráulicos.

Cuadro 1.2.
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno sobre el cauce receptor

Periodos de retorno (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr)
2	114.31
5	136.30
10	155.70
25	185.65
50	212.08

1.2.6.3.3 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 las siguientes tablas se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro 1.3.
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 1.4.
Coefficientes 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

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

Cuadro 1.5.
Coefficientes 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

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

Con base en los cuadros 1.3, 1.4 y 1.5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la cuenca estaría basado en dos tipos de cobertura:

Techos a prueba de agua: compuestas en su mayoría por aceras, techos, edificios y pequeñas zonas verdes (debido a que la densidad de construcción es baja solo se consideró utilizar un $C=0.80$, Tabla 5).

Pastos y vegetación ligera: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 1% y 5%, además se consideró un suelo con características semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según Tabla 3 de $C = 0.40$.

Cuadro 1.6.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía para el cauce receptor

Cuenca	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua	0.8844	0.8	0.71
Pastos y vegetación ligera	138.9877	0.4	55.60
Total ponderado	139.8721	0.4025	

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

El coeficiente de escorrentía C en la propiedad para condiciones actuales y futuras se definió a partir del cuadro 1.5 como: "Techos a prueba de agua" (Techos) y "Pastos y vegetación ligera" (área de la propiedad sin modificar). De acuerdo a lo planteado en la introducción y considerando el efecto del proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA en la cuenca donde descargará, se obtiene los siguientes datos:

Cuadro 1.7.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones actuales.

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua actual	0.8844	0.80	0.7075
Pastos y vegetación ligera actual	19.1337	0.40	7.6535
Total ponderado	20.0181	0.4177	

Cuadro 1.7.1.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones a futuro.

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua a futuro	0.9744	0.8	0.7795
Pastos y vegetación ligera	19.0437	0.4	7.6175
Total ponderado	20.0181	0.4195	

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

1.2.6.3.4 Caudales analizados:

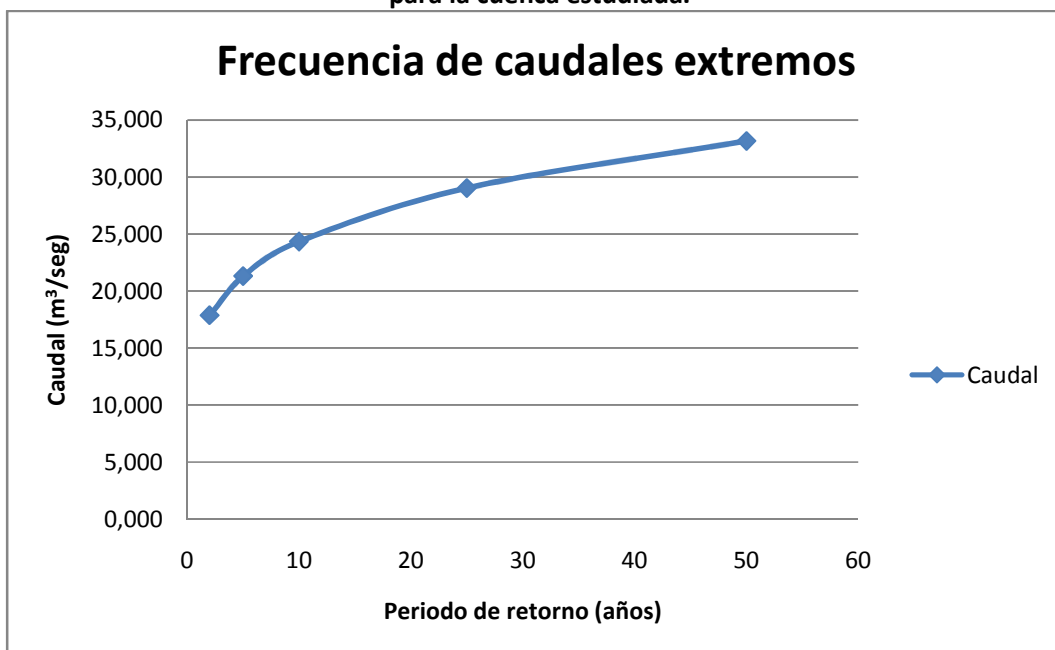
Utilizando los datos presentados anteriormente y utilizando la fórmula del método racional, se obtienen los siguientes datos.

Cuadro 1.8.
**Caudales estimados en la cuenca receptora 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	0.4025	114.31	139.8721	17.878
5	0.4025	136.30	139.8721	21.316
10	0.4025	155.70	139.8721	24.351
25	0.4025	185.65	139.8721	29.035
50	0.4025	212.08	139.8721	33.168

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

Gráfico 1.1.
**Curva de frecuencia de caudales extremos antes de proyecto obtenida
para la cuenca estudiada.**



1.2.7. Resultados hidrológicos obtenidos

1.2.7.1 Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto SEDE SARAPIQUÍ, 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 de 0.45% del área total de la propiedad. 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 y vegetación ligera con pendiente del entre 1% y 5% y suelo 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 (0.090 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la propiedad microcuenca donde se ubica el lote se calculará los caudales producidos actualmente por la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Sarapiquí, 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 las siguientes tablas:

Cuadro 1.9.

**Caudales estimados en la propiedad a intervenir antes de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C tabla 7 Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.4177	114.31	20.0181	2.655
5	0.4177	136.30	20.0181	3.166
10	0.4177	155.70	20.0181	3.616
25	0.4177	185.65	20.0181	4.312
50	0.4177	212.08	20.0181	4.925

Cuadro 1.10.

**Caudales estimados en la propiedad por intervenir después de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.4195	114.31	20.0181	2.666
5	0.4195	136.30	20.0181	3.179
10	0.4195	155.70	20.0181	3.632
25	0.4195	185.65	20.0181	4.330
50	0.4195	212.08	20.0181	4.947

Cuadro 1.11.
Caudales extra generados por el proyecto SUB SEDE COTO, UNA, en la propiedad.

Tipo de desarrollo	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	25	50
Sin desarrollar (C=0.4293)[m ³ /s]	2.655	3.166	3.616	4.312	4.925
Desarrollado (C=0.4311) [m ³ /s]	2.666	3.179	3.632	4.330	4.947
Diferencia de caudal [m³/s]	0.011	0.014	0.016	0.019	0.021
Diferencia porcentual %	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%

La diferencia de caudal mostrada en la tabla 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 la propiedad es de 0.43%.

Sin embargo el desarrollo del proyecto solo representa un aumento sobre las condiciones de la microcuenca analizada de 0.064%. 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:

$$\% \text{ aumento cuenca} = \frac{0.021}{33.441} * 100 = 0.064\%$$

1.2.8. Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas:

1.2.8.1 Evaluación de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Sarapiquí, UNA sobre el cauce donde desfoga sus aguas pluviales es regular y ronda el 0.43% del caudal que actualmente aporta a la quebrada, y representa aproximadamente un 0.064% del caudal total que viajaría por la quebrada en un evento hidrológico extremo. Es importante mencionar que ese 0.43% de aumento en la escorrentía corresponde apenas al 0.45% del área total de la finca, poco más de 20 Ha. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado y la topografía del cauce tiene pendientes alrededor del 2%, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos que se construyen cerca del cauce, no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la escorrentía del proyecto. Si se observa los datos de las Tablas 6 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la escorrentía del área de proyecto de menos del 0.063% sobre el caudal transitado actual, para un evento extremo.

De acuerdo al Protocolo de Ingeniería Básica del Terreno, Anexo N°5, Sección III, punto 2: “El estudio hidrológico, referente al Segmento A) deberá presentarse en todos aquellos casos en que se plantee el desarrollo de obras de infraestructura que produzcan una impermeabilización del suelo, o bien la introducción y manejo de nuevos caudales de agua (por riego o extracción de aguas subterráneas), dentro del AP y consecuentemente producen un aumento de más de un 10% de la escorrentía superficial actual que discurre de forma directa hacia el cauce de agua natural y receptor más cercano dentro de la microcuenca hidrológica en que se localiza el AP”, lo anterior implicaría que se deberá presentar el segmento A) del estudio hidrológico ante la SETENA, debido a que el aumento en la escorrentía es 0.43%, lo que es un muchísimo inferior al 10% planteado por SETENA. Por lo anterior, no resulta útil el análisis del impacto hidrológico que el proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA podría presentar en la zona del proyecto. Por este motivo, para este informe se obvió la presentación del apartado del segmento A, donde se refiere a las consecuencias que el caudal aportado por el proyecto produciría sobre el cauce receptor de las aguas pluviales.

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. Como se observa en el mapa 7.4.2 en las áreas aledañas no se aprecia ningún riesgo potencial de inundación.

Las condiciones del proyecto a desarrollar hace presumir 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 de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

1.2.8.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar toda la descarga sobre el cauce receptor que actualmente se utiliza como desfogue pluvial.

1.2.8.3 Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía de la propiedad de 0.43%.
- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en la propiedad de 0.021 m³/s.
- 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 de 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 solo supero los 30 minutos por 4 minutos, por lo tanto no se estima que esto represente una desviación que afecte de manera considerable los cálculos hechos.

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 actual, de acuerdo a los resultados obtenidos en el punto 1.2.7.1 , no se estima que el cauce del río en la zona analizada no tenga 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 de la SEDE SARAPIQUÍ, 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 de la SEDE SARAPIQUÍ, 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 (CEPRENAC)
- Villón Bejar, Máximo. **“Hidrología”**. Editorial Instituto Tecnológico.

1.2.11 Anexos

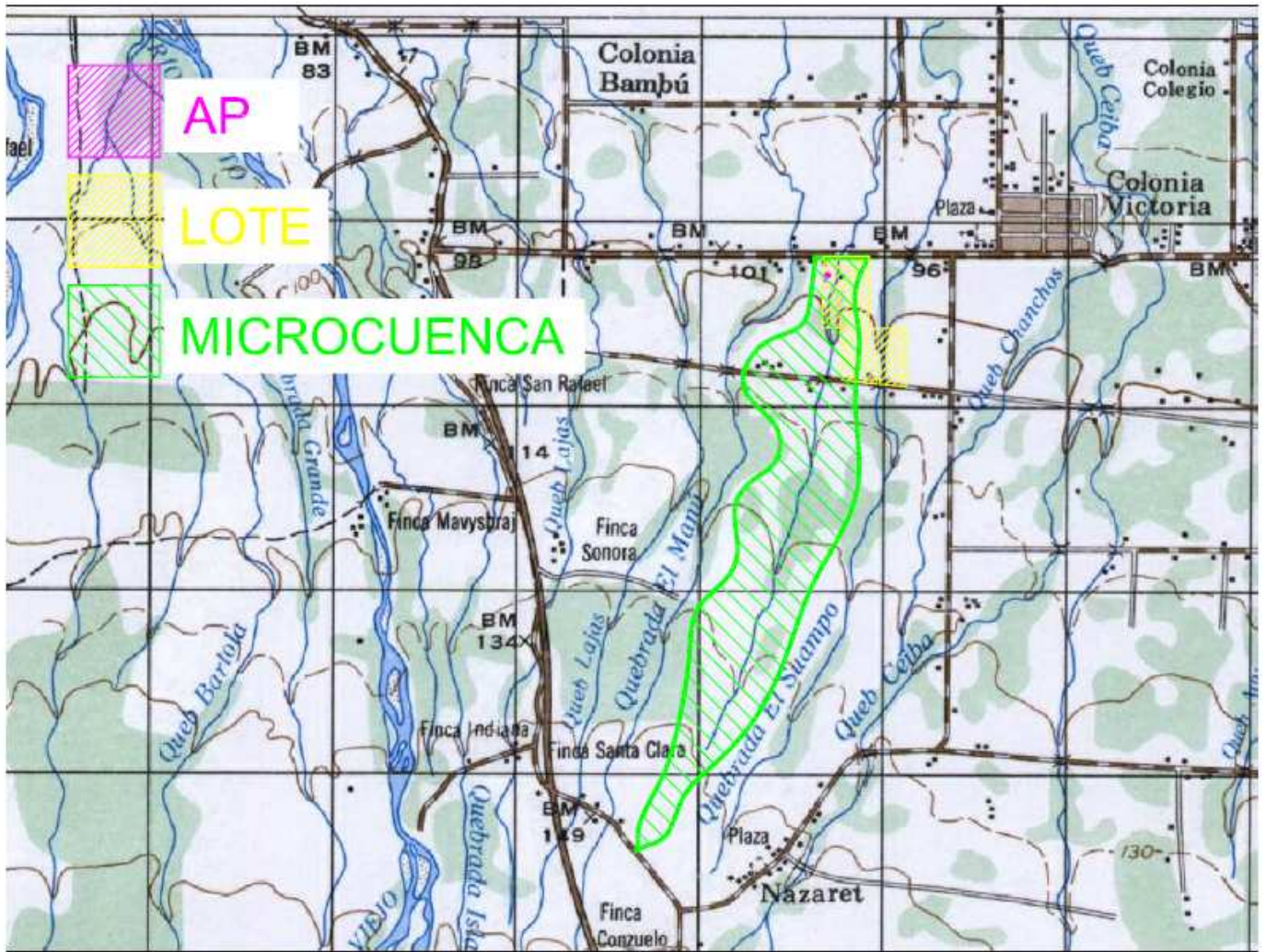
- 1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.

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.

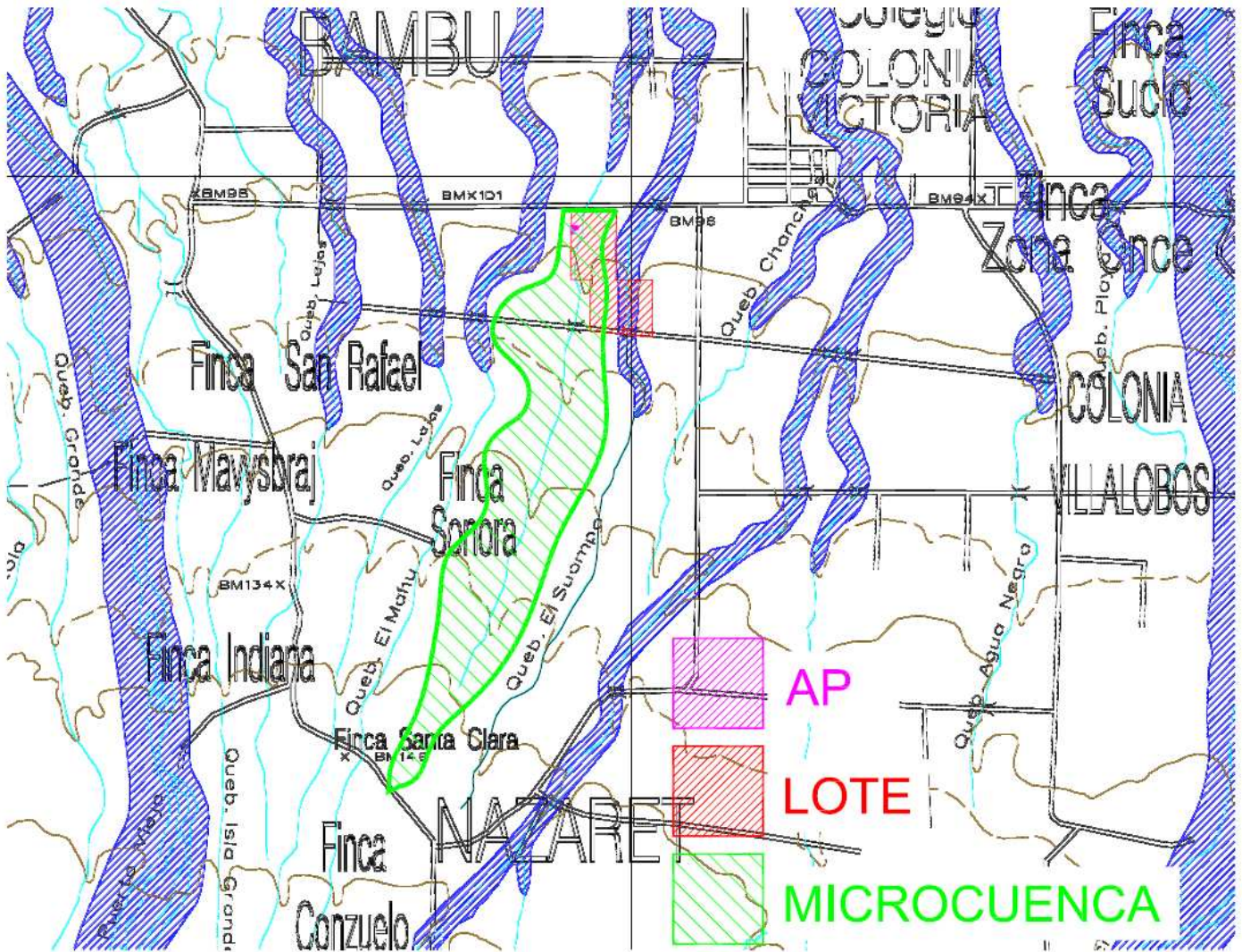
1.2.11.3 Mapa 7.4.3. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Google Earth.

1.2.11. Anexos

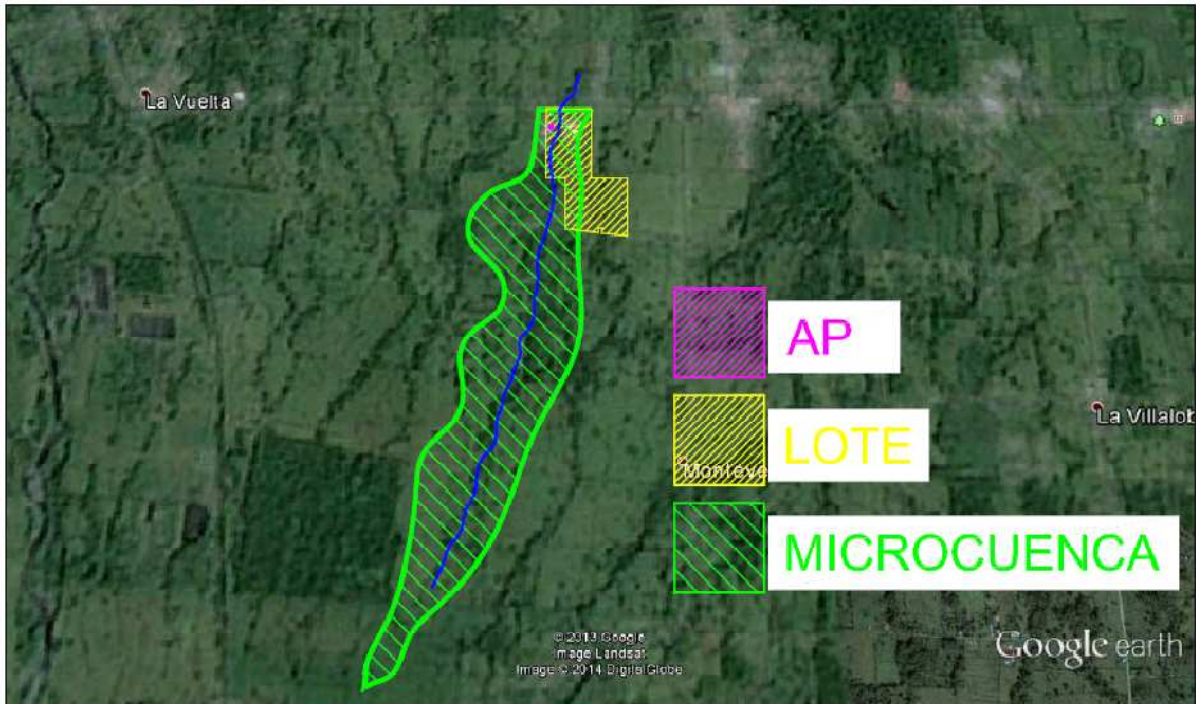
1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.



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.



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 fuentes 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 transmisión eléctrica, almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, poliductos, 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 certificación 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 Coto:

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 Sarapiquí** a ser desarrollado por la **Universidad Nacional** y que será desarrollado en la provincia de Heredia, cantón Sarapiquí, distrito Horquetas, he aplicado los criterios establecidos en la) sección IV, del anexo 5 del decreto ejecutivo N° 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, Geógrafa 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 Coto.

**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 SARAPIQUÍ**

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 al 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 el 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 SARAPIQUÍ**, sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí.

FIRMADO ORIGINAL

Mauricio Vásquez 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	8
2.1.7 GEOMORFOLOGÍA DEL AP Y ALREDEDORES	10
2.1.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOLÓGICAS	11
2.1.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO	11

2.1.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

De acuerdo con el mapa geotectónico de Costa Rica, el AP se ubica en la cuenca tras arco, la cual se caracteriza por presentar extensas llanuras aluviales conformadas por sedimentos provenientes de la erosión de la parte norte del arco volcánico. Las llanuras aluviales son grandes extensiones de terreno depositados por varios ríos; sin embargo en las zonas planas del sector al norte de San Gerardo de Colorado se han originado debido a la erosión y depositación de sedimentos provenientes de las rocas que han sido transportadas por los ríos Jiménez, Sierpe y sus afluentes. Los depósitos consisten en una secuencia de capas de sedimentos de todo tipo de rocas cuyas granulometrías son variadas desde gravas y cantos rodados, hasta arenas y arcillas. El AP presenta una topografía plana y por ende una ausencia de cortes en el subsuelo que permitan definir con certeza las litologías presentes. Se sabe que la capa superior del suelo consiste de limos y a unos 6,60 m de profundidad aparecen capas de arenas arcillosas. Los depósitos aluviales que conforman la geología local presentan este tipo de alternancias entre capas y es posible que aparezcan además capas de sedimentos más gruesos, tipo gravas y aluviones. La totalidad del AP y AID se conforman de unidades de sedimentos aluviales recientes, acareados por los ríos de la zona que cambian de patrones y de energía de arrastre. Los sedimentos finos son originados en periodos de inundación. Por debajo de los sedimentos aluviales se registran en las perforaciones más profundas, capas de depósitos volcánicos, sobre todo lavas fracturadas y tobas. La geopotitud del terreno es favorable para las obras que se proyectan. Se deben de seguir las recomendaciones de los estudios de suelos con respecto a los niveles de cimentación y las estructuras a construir según el código sísmico.

2.1.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Sarapiquí, se ubica en la provincia de Heredia, en el cantón de Sarapiquí en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí. La entrada a la propiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de 900 m² y el tamaño de la propiedad es de 20 ha 0181 m². En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

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.

Objetivo del estudio

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

El AP presenta una topografía plana y por ende una ausencia de cortes en el subsuelo que permitan definir con certeza las litologías presentes. Se sabe que la capa superior del suelo consiste de limos y a unos 6,60 m de profundidad aparecen capas de arenas arcillosas. Los depósitos aluviales que conforman la geología local presentan este tipo de alternancias entre capas y es posible que aparezcan además capas de sedimentos más gruesos, tipo gravas y aluviones. La totalidad del AP y AID se conforman de unidades de sedimentos aluviales recientes, acareados por los ríos de la zona que cambian de patrones y de energía de arrastre. Los sedimentos finos son originados en periodos de inundación. Por debajo de los sedimentos aluviales se registran en las perforaciones más profundas, capas de depósitos volcánicos, sobre todo lavas fracturadas y tobas. La figura 1 es un mapa geotectónico de Costa Rica donde se aprecia la ubicación del AP en el contexto geotectónico.

Aspectos Geológicos Locales

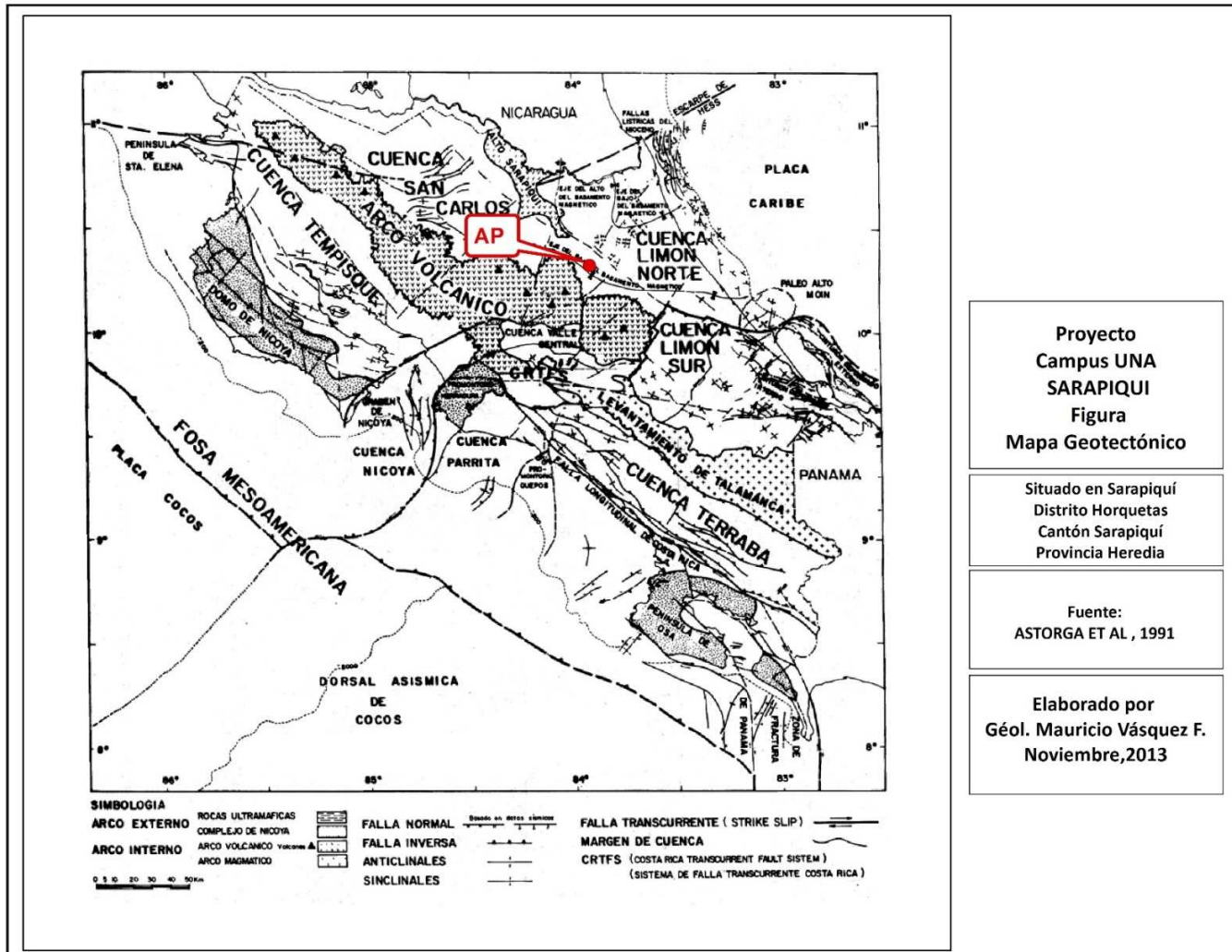
Localmente, se determina una capa superior de limos arcillosos de color naranja, corresponde a los sedimentos recientes, no hay evidencia de buzamiento o estructuras geológicas en el sitio. La figura 2 es un mapa geológico local.

Análisis estructural y evaluación

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, los depósitos recientes, no evidencian algún tipo de actividad o procesos tectónicos. Los depósitos aluviales recientes como los que conforman el AP y AID no presentan estructuras geológicas relevantes.

Mapa geológico del AP

La figura 2, 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.

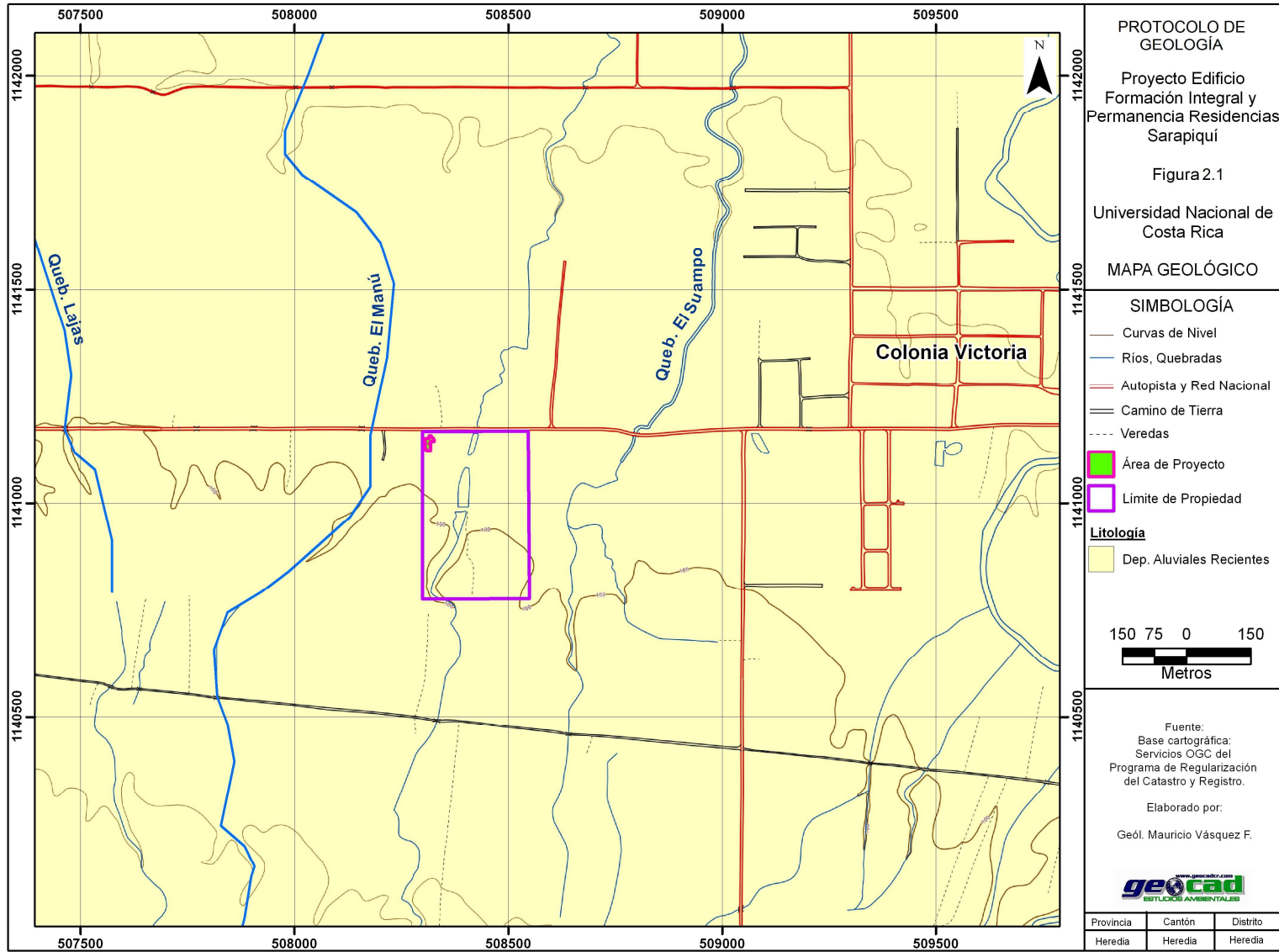


Proyecto
 Campus UNA
 SARAPIQUI
 Figura
 Mapa Geotectónico

Situado en Sarapiquí
 Distrito Horquetas
 Cantón Sarapiquí
 Provincia Heredia

Fuente:
 ASTORGA ET AL , 1991

Elaborado por
 Géol. Mauricio Vásquez F.
 Noviembre, 2013



2.1.6 Integración con los datos del estudio geotécnico

Edificio de Procesos Industriales

Se llevaron a cabo 3 perforaciones mediante el método SPT a cargo de la firma Vieto (octubre, 2013). Tuvieron profundidades hasta los 7,20 m. Se describe el siguiente perfil del suelo:

0 a 0.15 m: existe un limo con contenido vegetal de color café oscuro, muy blando.

0.15 a 1.20 m: limo inorgánico de alta compresibilidad de color café oscuro, la consistencia es muy blanda a medianamente rígida.

1.20 a 4.80 m: Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con presencia de arenas, la consistencia es variable desde muy blanda a muy rígida.

4.80 a 6.60 m: Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café, consistencia dura y resistencia seca media.

6.60 a 7.20 m: Arena arcillosa de color gris, de alta densidad y resistencia seca media.

Según se indica en el estudio realizado por la firma Vieto y Asociados, existen estratos de suelos limosos de alta compresibilidad que presentan algunas zonas con intercalaciones de capas arenosas a arcillosas, además indican que los materiales encontrados en el sitio, presentan condiciones mecánicas deficientes hasta profundidades que pueden alcanzar entre los 3.6 a 4.2 m.

Se determinó la presencia del nivel freático a partir de los 2.4 m de profundidad, el cual puede estar asociado a los acuíferos aluviales someros que comúnmente existen dentro de las llanuras aluviales Cuaternarias de la zona de Horquetas.

2.1.7 Geomorfología del AP y alrededores

Descripción Geomorfológica local

Regionalmente el AP y el AID se ubican en la forma de origen sedimentario Llanura aluvial de Tortuguero, la cual está constituida por bloques métricos hasta limos en una matriz limo-arenosa o limo-arcillosa; así como por depósitos de flujos de lodo y lahares, Salazar, (2000). A nivel local en el proyecto se ha identificado la unidad de Pendiente Plana, denominada Planicie Aluvial. La figura 3 es un Mapa Geomorfológico del AP.

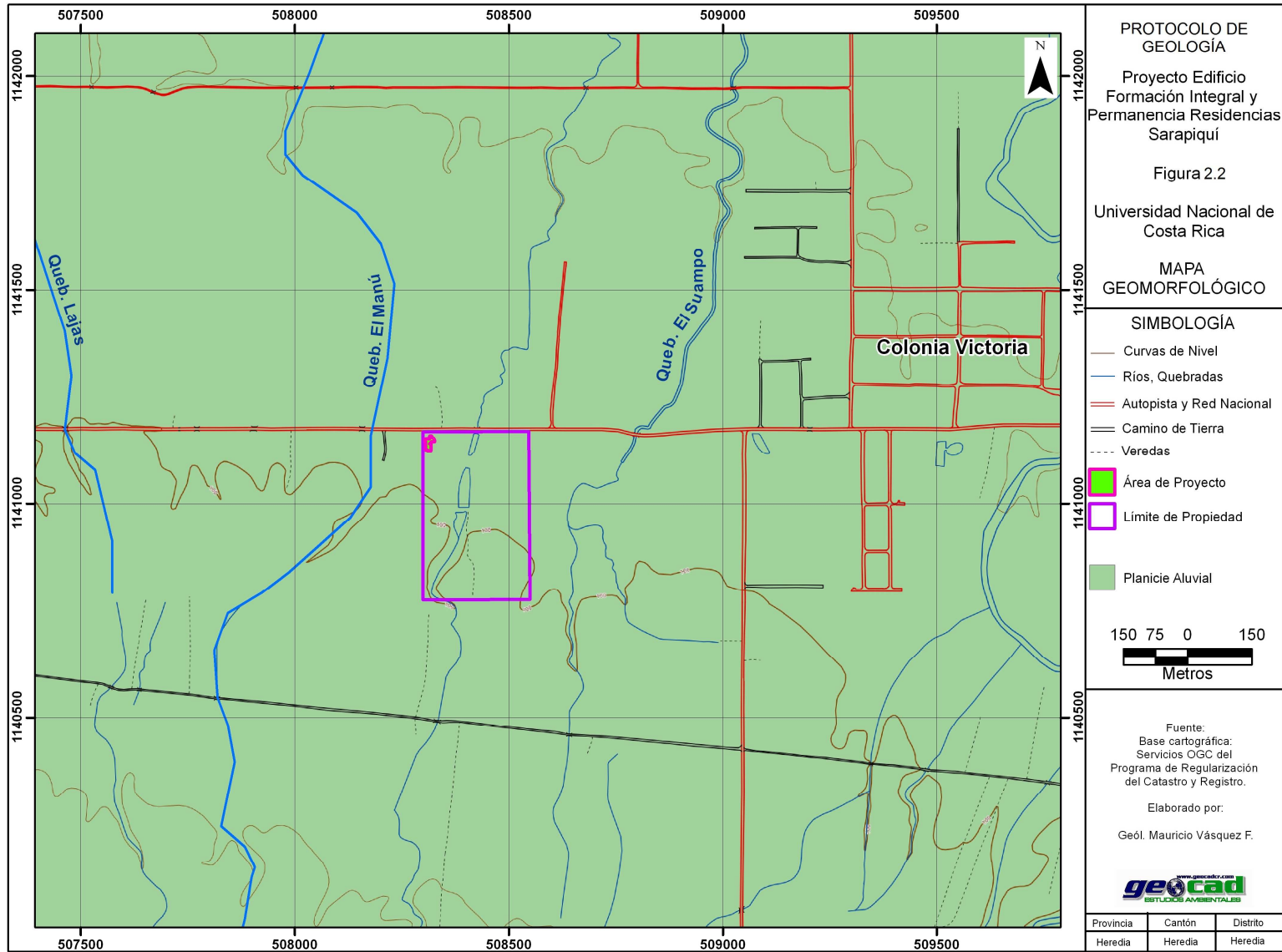
Unidades de pendiente en el AP

La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente plana. Las características del AP son favorables para la construcción de obras como las que se proyectan. En la foto 1 se aprecian vistas panorámicas de la unidad de pendiente en el sitio.



Foto 1. Vista panorámica del sitio del proyecto, el cual está cubierto por zacate y permite ver la topografía plana.

En el sitio predominan los procesos de depositación debido a la influencia de los ríos que acarrean los sedimentos que conforman la llanura aluvial. No hay procesos de erosión relevantes debido a lo plano de la topografía.



2.1.8 Síntesis de Resultados y conclusiones geológicas

El AP presenta una topografía plana y por ende una ausencia de cortes en el subsuelo que permitan definir con certeza las litologías presentes. Se sabe que la capa superior del suelo consiste de limos y a unos 6,60 m de profundidad aparecen capas de arenas arcillosas. Los depósitos aluviales que conforman la geología local presentan este tipo de alternancias entre capas y es posible que aparezcan además capas de sedimentos más gruesos, tipo gravas y aluviones. La totalidad del AP y AID se conforman de unidades de sedimentos aluviales recientes, acareados por los ríos de la zona que cambian de patrones y de energía de arrastre. Los sedimentos finos son originados en periodos de inundación. Por debajo de los sedimentos aluviales se registran en las perforaciones más profundas, capas de depósitos volcánicos, sobre todo lavas fracturadas y tobas.

Localmente, se determina una capa superior de limos arcillosos de color naranja, corresponde a los sedimentos recientes, no hay evidencia de buzamiento o estructuras geológicas en el sitio. 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, los depósitos recientes, no evidencian algún tipo de actividad o procesos tectónicos. Los depósitos aluviales recientes como los que conforman el AP y AID no presentan estructuras geológicas relevantes.

Se concluye que desde el punto de vista de la geología local el proyecto que se plantea es viable dadas las características de baja pendiente, estabilidad de las unidades geológicas y presencia de suelos con capacidad de soporte adecuadas para las obras que se proyectan. Además la zona no presenta amenaza a inundaciones o similares.

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 geopotencialidad 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

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

2.2 PROTOCOLO PARA LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL DE LA FINCA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

2014

2.2.2 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 al 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 el 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, hidrogeología ambiental y condiciones de amenazas/riesgos naturales geológicos elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS SARAPIQUÍ**, sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí.

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	4
2.2.6 DATOS HIDROGEOLÓGICOS DEL ENTORNO	5
2.2.7 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS LOCALES Y CARACTERIZACIÓN BÁSICA DEL ACUÍFERO SUBYACENTE	6
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

En el AP se encuentran acuíferos en aluviones, en una matriz limosa a arenosa, donde se permite el desarrollo de acuíferos libres porosos, el flujo de aguas es al norte, los niveles son someros, existe una conexión hidráulica entre las quebradas que cruzan el AP y las aguas subterráneas. Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP que sería el Barba Inferior, se clasifica como baja.

Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de la hidrogeología ambiental y que como principal recomendación esta contemplar una disposición adecuada de las aguas residuales ya sea mediante tanques mejorados o sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales. El proyecto se cataloga como de muy baja densidad. Además en la zona ya existen fuentes puntuales de contaminación provenientes de aguas residuales, sin que se hayan dado casos de contaminación comprobada de las aguas subterránea, lo cual implica que sería factible.

Como tareas pendientes se recomienda inspeccionar con más detalles a lo largo de los cauces de las quebradas cercanas a 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.

2.2.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Sarapiquí, se ubica en la provincia de Heredia, en el cantón de Sarapiquí en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí. La entrada a la propiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de 900 m² y el tamaño de la propiedad es de 20 ha 0181 m². En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

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.

Objetivo del estudio

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

2.2.6 Datos Hidrogeológicos del entorno

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.

**CUADRO 1
POZOS REGISTRADOS CON RESPECTO AL AP Y EL AID**

No. pozo	X	Y	Propietario
GU-29	544950	255940	AGROSER-HELICOPTEROS C.R.
GU-57	543700	255850	RAFAEL ALVARADO MORA
GU-59	543050	256000	TROPI FROST S.A.
GU-71	545180	255565	COMPANIA RUIZ S.A

En el cuadro 2 está la información de los pozos que cuentan con ella, que permite inferir el modelo hidrogeológico conceptual de la zona del AID.

**CUADRO 2
INFORMACIÓN DE LOS POZOS CERCANOS CON RESPECTO AL AP Y EL AID**

Pozo	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Q	Uso
GU29	25.50	2.00	19,47	2.40	DOMESTICO
GU57	0.00	0.00		0.00	URBANISTICO
GU59	71.00	3.85	8,6	6.00	RIEGO
GU71	50.00	0.00		3.00	DOMESTICO

Dentro de la finca del AP existen dos pozos perforados de los cuales no se cuenta con información en las bases de datos institucionales. De acuerdo con los administradores del Campus, uno de estos pozos no se utiliza y el otro solamente para extracción de agua para la piscina.

2.2.7 Condiciones Hidrogeológicas Locales y caracterización básica del acuífero subyacente

De acuerdo con la información de los pozos cercanos, es posible inferir que los niveles freáticos en la zona se ubican a profundidades someras desde los 2.0 y 3.85m de profundidad, lo cual concuerda con las perforaciones realizadas en el sitio del proyecto, en donde se registró un nivel saturado en los 2.4 m.

El acuífero que se desarrolla en el sitio y de forma regional, es dentro de paquetes de materiales aluviales, compuestos por gravas, arenas y con una matriz limosa a arenosa, permiten el desarrollo de acuíferos libres porosos. La cobertura de estos acuíferos es poca y está conformado por capas de limos principalmente, que son de moderada permeabilidad.

El gradiente hidráulico del movimiento de las aguas subterráneas es muy bajo debido a lo plano de la topografía en general y se puede definir en 10^{-3} . La dirección de flujo de las aguas subterráneas es siempre hacia el norte, siguiendo la misma dirección de escorrentía de las aguas superficiales. Además, debido a lo somero de los niveles, existe conexión hidráulica entre las quebradas que cruzan el AP y las aguas subterráneas.

Por debajo de las capas de sedimentos aluviales se desarrollan acuíferos volcánicos en lavas, brechas y tobas. Estos son captados por los pozos más profundos, usualmente de más de 40m.

El acuífero que se desarrolla en el sitio y de forma regional, es dentro de paquetes de materiales aluviales, compuestos por gravas, arenas y con una matriz limosa a arenosa, permiten el desarrollo de acuíferos libres porosos. La cobertura de estos acuíferos es poca y está conformado por capas de limos principalmente, que son de moderada permeabilidad.

En el sitio del AP se llevó a cabo una prueba de infiltración la cual define una permeabilidad del subsuelo de 0.033 m/día. El valor es bajo y característico para materiales limosos como los que se describen en el AP.

En el recorrido hecho por los alrededores del AP, no se observaron nacientes de agua subterránea. Es probable que en los alrededores de las quebradas que cruzan la zona 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 emitirá un pronunciamiento al respecto.

Vulnerabilidad a la contaminación

De acuerdo con la información de los pozos cercanos, es posible inferir que los niveles freáticos en la zona se ubican a profundidades someras desde los 2.0 y 3.85m de profundidad, lo cual concuerda con las perforaciones realizadas en el sitio del proyecto, en donde se registró un nivel saturado en los 2.4 m.

Aplicación del método de vulnerabilidad G.O.D.

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero aluvial, conformado en las rocas 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:

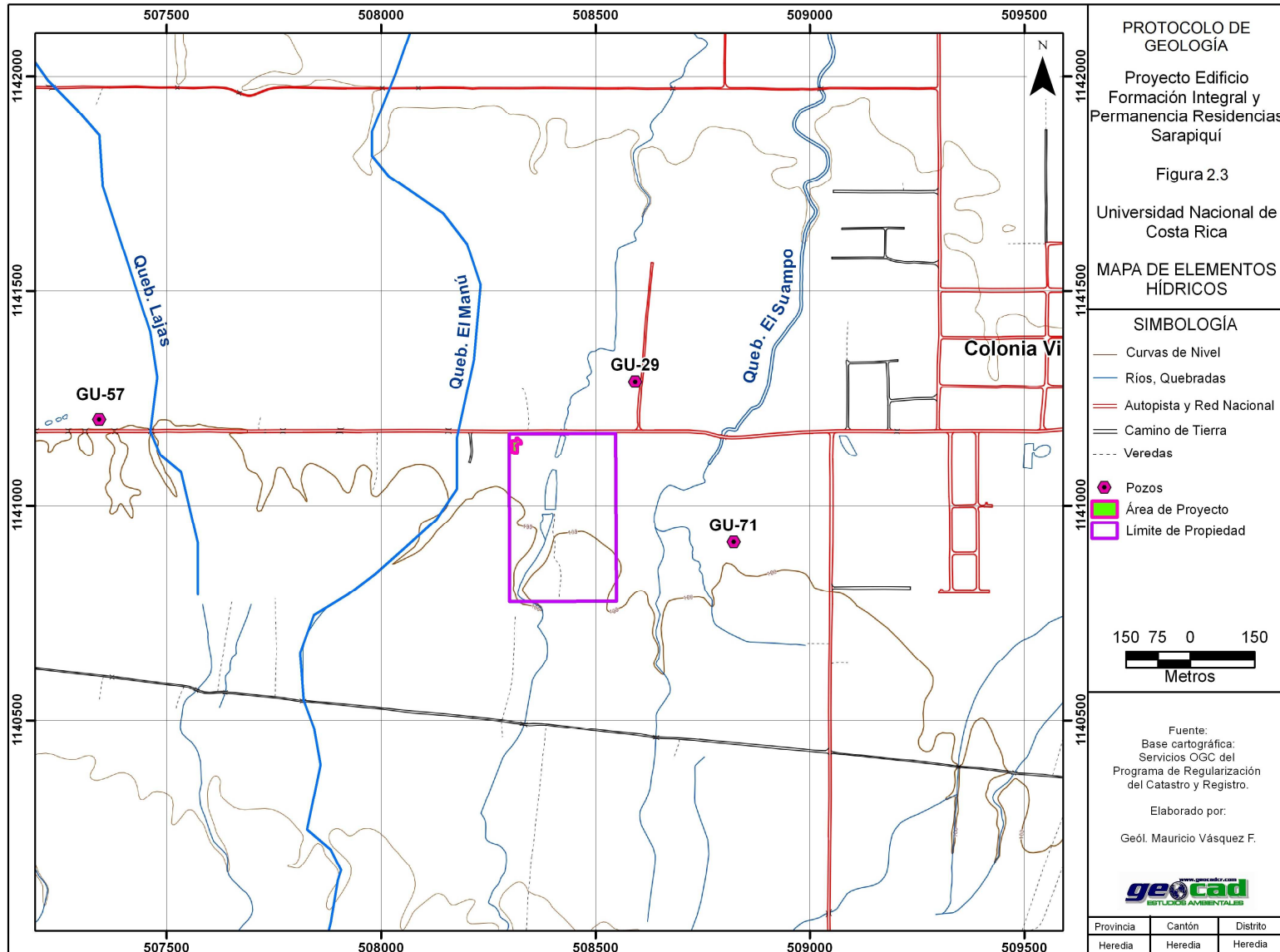
- Grado de confinamiento hidráulico
- Ocurrencia del sustrato suprayacente
- Distancia al nivel freático.

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 3 del G.O.D.

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 poco cubierto	0.80
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Arenas y gravas aluviales	0.70
Distancia al nivel del agua subterránea	< 5 metros	0.80
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	0.45
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	MEDIA	

La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los mapas geológicos y en las condiciones descritas del perfil del suelo, además de las observaciones de campo; la distancia al nivel del agua subterránea se determinó con la profundidad del nivel freático reportado por los pozos cercanos y las perforaciones locales realizadas en la finca. Por lo que el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en las gravas y arenas aluviales se clasifica como media.



2.2.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnica

En el AP se encuentran acuíferos en aluviones, en una matriz limosa a arenosa, donde se permite el desarrollo de acuíferos libres porosos, el flujo de aguas es al norte, los niveles son someros, existe una conexión hidráulica entre las quebradas que cruzan el AP y las aguas subterráneas. Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP que sería el Barba Inferior, se clasifica como baja.

Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de la hidrogeología ambiental y que como principal recomendación esta contemplar una disposición adecuada de las aguas residuales ya sea mediante tanques mejorados o sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales. El proyecto se cataloga como de muy baja densidad. Además en la zona ya existen fuentes puntuales de contaminación provenientes de aguas residuales, sin que se hayan dado casos de contaminación comprobada de las aguas subterránea, lo cual implica que sería factible.

Como tareas pendientes se recomienda inspeccionar con más detalles a lo largo de los cauces de las quebradas cercanas a 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.

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. La principal incertidumbre es la conceptualización del modelo hidrogeológico local ante la falta de información de perforaciones en el AP.

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 SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 al 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 el 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, hidrogeología ambiental y condiciones de amenazas/riesgos naturales geológicos elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS SARAPIQUÍ**, sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí.

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.....	6
2.3.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS.....	9
2.3.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DEL INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO	9
2.3.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

2.3.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

El AP y el AID se ubican sobre sedimentos cuaternarios aluviales los cuales por la génesis y el ambiente de depositación no tienen basculamiento; se encuentran conformados en paquetes métricos de gravas, arenas y arcillas; los cuales se distribuyen a nivel regional en la zona de la llanura aluvial de Tortuguero en la zona norte de Costa Rica. A nivel local no se observaron fallas geológicas o discontinuidades geológicas que limiten las unidades superficiales, se tiene la limitante de que por topografía plana no hay afloramientos representativos de las rocas del subsuelo. El proyecto se concluye que es viable en tanto se tomen en cuenta las recomendaciones del estudio de suelos con respecto a los niveles de desplante y además se cumpla con lo estipulado en el Código Sísmico vigente.

2.3.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Sarapiquí, se ubica en la provincia de Heredia, en el cantón de Sarapiquí en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Horquetas de Sarapiquí. La entrada a la propiedad se ubica sobre calle principal. El tamaño de las obras a realizar es de 900 m² y el tamaño de la propiedad es de 20 ha 0181 m². En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate y en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

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.

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

El AP y el AID se ubican sobre sedimentos cuaternarios aluviales los cuales por la génesis y el ambiente de depositación no tienen basculamiento; se encuentran conformados en paquetes métricos de gravas, arenas y arcillas; los cuales se distribuyen a nivel regional en la zona de la llanura aluvial de Tortuguero en la zona norte de Costa Rica. A nivel local no se observaron fallas geológicas o discontinuidades geológicas que limiten las unidades superficiales, se tiene la limitante de que por topografía plana no hay afloramientos representativos de las rocas del subsuelo.

Amenazas sísmica

El AP y el AID se ubican en la zona del Tras-arco de Costa Rica, específicamente en la cuenca Llanuras de Guatuso, San Carlos, Sarapiquí y Tortuguero y en la zona sísmica Zona Norte de Costa Rica.

Zona sísmica Zona Norte de Costa Rica

Según Fernández & Rojas (2000); la ocurrencia anual de sismos con magnitud M mayor a 4,5 es de 1,0839 y el valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica es de 6,5 para una profundidad entre 2 y 30 km.

Para esta zona sísmica las aceleraciones horizontales máximas esperadas son de 3 m2/s, para un periodo de recurrencia de 500 años y las intensidades esperadas son de VI en la escala de Mercalli. De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica II y el sitio de cimentación se clasifica como Tipo S3.

Fallas geológicas activas

La sismicidad originada por las fallas regionales en la zona norte de Costa Rica constituye una amenaza importante que podría afectar las infraestructuras a construir, de acuerdo con el mapa tectónico de la hoja Limón, elaborado por Denyer et al., (2003) se distinguen las siguientes estructuras: La falla cuaternaria San Carlos, es una falla transcurrente dextral, tiene un rumbo NW y una extensión regional de unos 36 kilómetros.

Licuefacción, subsidencia y hundimientos

Por las condiciones geotécnicas detectadas en los suelos del AP no existe potencial de licuefacción que constituya una amenaza al proyecto, los suelos tienen propiedades cohesivas y consistencias duras a rígidas, no existen capas de arenas sueltas saturadas por niveles freáticos someros para que se dé la condición de licuefacción.

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

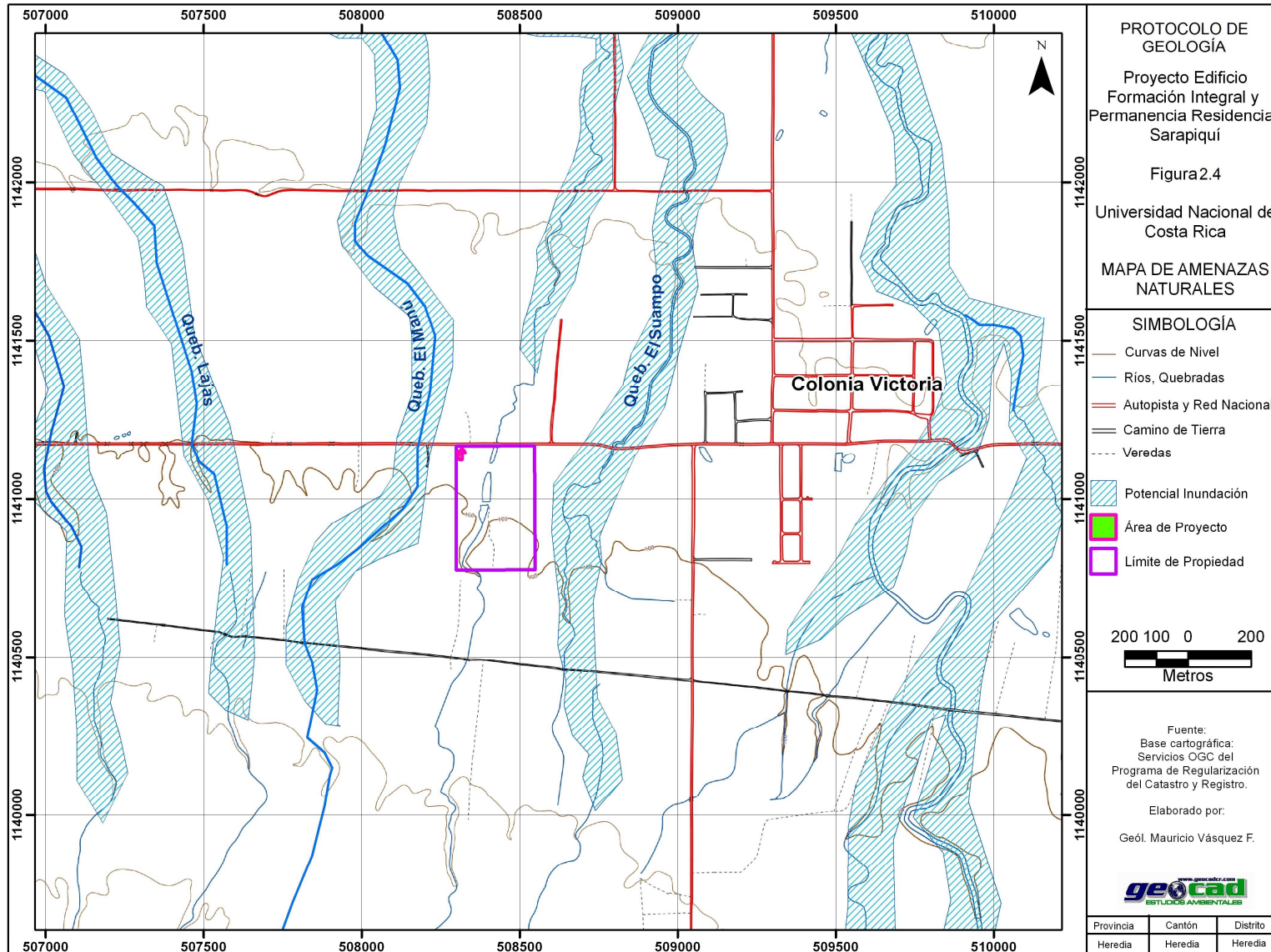
Los agentes erosivos, que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos, como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales cercanos al AP. La topografía del AP, es ondulada a plana, no se considera la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

Amenaza volcánica

De acuerdo al ambiente geotectónico en el que se sitúan el AP y el AID no se considera un riesgo para el proyecto la actividad volcánica y sus amenazas asociadas, ya que no existe un volcán activo en un radio de 75 kilómetros.

Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), los ríos cercanos al AP se han definido con un potencial a inundación, debido a los regímenes pluviales altos de la zona caribeña, lo plano del terreno y lo poco profundos que son los cauces. Por la posición con respecto al proyecto, los ríos parecen no presenta un riesgo a las obras, sin embargo no es una amenaza que deba descartarse a largo plazo.



2.3.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnicas

La sismicidad originada por las fallas regionales en la zona norte de Costa Rica constituye una amenaza importante que podría afectar las infraestructuras a construir, de acuerdo con el mapa tectónico de la hoja Limón, elaborado por Denyer et al., (2003) se distinguen las siguientes estructuras: La falla cuaternaria San Carlos, es una falla transcurrente dextral, tiene un rumbo NW y una extensión regional de unos 36 kilómetros.

De acuerdo al ambiente geotectónico en el que se sitúan el AP y el AID no se considera un riesgo para el proyecto la actividad volcánica y sus amenazas asociadas, ya que no existe un volcán activo en un radio de 25 kilómetros. Eventualmente las plumas de cenizas del volcán Turrialba y del Irazú podrían alcanzar la zona norte de las llanuras de Sarapiquí y Guápiles, debido a las direcciones de los vientos, sin embargo es poco probable.

2.3.9 Discusión sobre limitantes de la incertidumbre y alcance del estudio

Los alcances de este apartado están dados por los estudios sísmológicos 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 la estación de servicio pesado 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

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

CAPITULO III ESTUDIO ARQUEOLÓGICO RÁPIDO DEL TERRENO DEL AP

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL INFORME DE INSPECCIÓN	
N° Expediente SETENA: _____ SETENA	Fecha de Inspección: 20 de noviembre de 2013
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 y Fax: 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: Edificio de Residencias estudiantiles	
B.1. Ubicación geográfica del área del proyecto	
6. (Provincia, Cantón, Distrito): Heredia, Sarapiquí, Horquetas	
7. Coordenadas Lambert: 544 640 E, 255 821 N.	
8. Hoja(s) cartográfica (s): 078 GUÁPILES	
B.2 Área del Proyecto (AP)	
9. Área total del proyecto: 20 ha 0181 m ² 	
10. Área de impacto directo: 900 m ²	

11. N° de plano(s) catastrado(s): H-833065-2002
12. Se han realizado movimientos de tierra: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No 100 % del AP
13. Magnitud de los movimientos de tierra: el terreno fue mecanizado cuando fue aeropuerto
14. Topografía: <input checked="" type="checkbox"/> Plana < 15% <input type="checkbox"/> Ondulada 15 - 30% <input type="checkbox"/> Quebrada 30 - 50% <input type="checkbox"/> Muy quebrada > 50%
15. Cobertura vegetal actual: <input type="checkbox"/> Limpio <input type="checkbox"/> Pasto <input checked="" type="checkbox"/> Bosque primario <input type="checkbox"/> Charral <input type="checkbox"/> Tacotal <input type="checkbox"/> Cultivo <input type="checkbox"/> Bosque secundario <input type="checkbox"/> Otra(s):
16. Fuentes fluviales más cercanas. (ríos, quebradas): <input checked="" type="checkbox"/> Si Río <input type="checkbox"/> No
17. Infraestructura actual existente en el AP: ninguna
18. Uso actual del AP: Jardín
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: Residencias
C. Información sobre la inspección
21. <input checked="" type="checkbox"/> Prim. Inspección <input type="checkbox"/> Revisita
22. Metodología: <input checked="" type="checkbox"/> Asistemática <input type="checkbox"/> Sistemática <input checked="" type="checkbox"/> Recorrido Total <input type="checkbox"/> Recorrido Parcial <input type="checkbox"/> Cateos <input type="checkbox"/> Limpieza selectiva de la capa vegetal <input type="checkbox"/> Observación de cortes y perfiles <input type="checkbox"/> Transeptos <input type="checkbox"/> Otro
23. Explique el patrón de recorrido del terreno: Recorrido total
24. Observación de la superficie por densidad de cobertura vegetal: <input checked="" type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Nula
C1. Recursos Arqueológicos
25. Existen materiales o rasgos culturales: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
26. Tipo de material: <input type="checkbox"/> Cerámica <input type="checkbox"/> Lítica <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
27. Tipo de rasgo: <input type="checkbox"/> Tumba <input type="checkbox"/> Calzada <input type="checkbox"/> Montículo <input type="checkbox"/> Basamento <input type="checkbox"/> Conchero <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
28. Se observa material cultural en terrenos colindantes: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
29. Explique el tipo de evidencia observada: ninguna
30. Densidad del material por m ² : <input type="checkbox"/> Baja < 5 fragmentos <input type="checkbox"/> Media de 5 a 20 fragmentos <input type="checkbox"/> Alta > 20 fragmentos <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
31. Se registró sitio arqueológico: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Adjuntar hoja de registro y plano de ubicación <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
32. Nombre del Sitio (s) y Clave (s): <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
33. Extensión aproximada del sitio arqueológico en m ² : No estimada
C2. Información Gráfica
34. Mapa o croquis: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Fotografías <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Color <input type="checkbox"/> Diapositiva <input type="checkbox"/> Blanco y Negro

35. Observaciones (de ser necesario aporte documentos adjuntos que amplíen la información brindada en este formulario):	
36. Nombre y cédula del inspector: Tatiana Hidalgo Orozco (Ced. 1-771-391)	37. No. Consultor ambiental de SETENA: 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 <u>25-33</u> se concluye que:	
<input checked="" type="checkbox"/> No requiere más estudios arqueológicos <input type="checkbox"/> Revisar el AP <input type="checkbox"/> Evaluación Arqueológica <input type="checkbox"/> Supervisión de Movimientos de Tierra <input type="checkbox"/> Otra	
40. Otras recomendaciones:	
<p>No se halló evidencia arqueológica en el AP, por lo que se les recuerda a los propietarios y desarrolladores la obligación que, de conformidad con la Ley 6703 se establece, en cuanto en caso de realizarse algún hallazgo de tipo arqueológico en la propiedad, deben detenerse inmediatamente los trabajos que se estén realizando y dar aviso expedito al personal del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica, a los teléfonos 2291-4473 o 2257-1433.</p>	

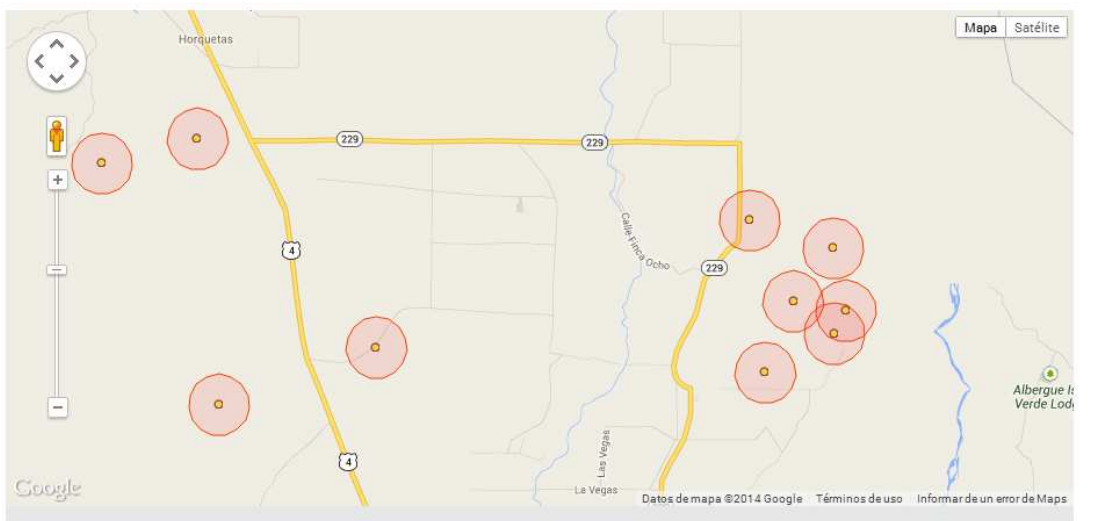


Figura 3.1: Sitios arqueológicos cercanos al AP según Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa Rica.

CAPITULO IV ESTUDIO BIOLÓGICO RÁPIDO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 900 m². El edificio contará con una cocina y comedor, área de lavandería y batería de baños.

El área del proyecto corresponde al campus universitario de la Universidad Nacional, sede Sarapiquí. Sin embargo, el sitio específico donde se pretende construir este edificio corresponde a un terreno localizado en el extremo sur del campus, el cual se encuentra totalmente alterado por la acción humana, dado que el mismo es parte de las áreas verdes del centro universitario.

La topografía del terreno es plana con ausencia de cobertura boscosa, así como la presencia de árboles dispersos. Para la construcción de este edificio no se requiere la corta de árboles, asimismo, la eliminación de ninguna cobertura vegetal en regeneración.

El terreno donde se llevará a cabo la obra colinda con el auditorio de la universidad y con un terreno ajeno a la universidad, el cual se considera como el área de influencia directa y que está constituido por un potrero con árboles dispersos dedicado al pastoreo de ganado.

La construcción de este edificio no va a requerir la afectación de un ecosistema frágil desde el punto de vista ecológico, así como no se va a afectar un área ambientalmente frágil.



Fotografías 4.1 y 4.2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional. Sarapiquí, Heredia. 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 llevar a cabo la construcción del edificio de residencias de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC), 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 Sarapiquí.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida, ni por ninguna área de protección, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

4.2.1. Zona de vida.

4.2.2. Describir el bioclima para cada zona de en el AP y el AID.

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 Muy Húmedo Tropical (bmh-T).

La zona de vida Bosque Tropical Muy Húmedo es la segunda zona de vida más extensa del país. Asimismo, al igual que el Bosque Tropical Húmedo, contiene una importante diversidad biológica, la cual se ha visto perjudicada por el crecimiento de la frontera agrícola, comanda en otrora por la ganadería extensiva y hoy en día por los cultivos de piña. Especialmente en el cantón de Sarapiquí.

Esta zona de vida se caracteriza por poseer un bosque siempreverde con una estratificación ecológica muy definida, compuesta por un primer estrato de sotobosque, el cual contiene la capa arbustiva y herbácea del bosque y donde se encuentran los árboles en crecimiento. Este estrato está dominado por palmas enanas, tabacones y platanillas, tales como bijaguas y heliconias.

Un segundo estrato se entremezcla con el sotobosque y se denomina subdosel. Este posee palmas y árboles de tamaño mediano y una abundancia de lianas y bejucos. En este piso dominan las palmas y a diferencia del sotobosque, existe una mayor luminosidad, sin embargo, aún limitada por el dosel del bosque, el cual se considera como el tercer estrato. Este, se denomina también la copa de los árboles y es el que recibe la radiación directa del sol. Abundan los árboles de hojas pequeñas y copas extendidas. La altura de este estrato es superior a los 45 metros, y que contiene a su vez, la presencia de árboles emergentes, que sobresalen la altura de este estrato, alcanzando hasta los 60 metros, tal es el caso de árboles como la ceiba (*Ceiba pentandra*), así como árboles un poco más bajos, como el panamá (*Sterculia apetala*), el espavel (*Anacardium excelsum*), entre otros.

Ni en el sitio donde se construirá el edificio de residencias, ni en el campus universitario, ni en los terrenos colindantes (área de influencia directa), se puede observar un parque boscoso donde se evidencien las características de esta zona de vida. Esto debido al grado de perturbación que posee la zona, en especial por la presencia de potreros dedicados a la ganadería extensiva.



Figura 4.1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. 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 extensión 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 Muy Húmedo (bmh-T), que es a su vez, la que define el ecosistema presente. En este caso, se describe el único mosaico ecológico presente en el área del proyecto:

Área verde para uso antrópico:

Este mosaico representa en sí al campus universitario, el cual está conformado por edificaciones dispersas contenidas en una matriz de áreas verdes ornamentales, donde se ubica la planta de tratamiento de la universidad. No se observan en el área parches boscosos ni áreas ambientalmente frágiles que se puedan ver afectadas por la construcción de esta edificación.

Específicamente en el área donde se desarrollará el proyecto, no se observan árboles ni parches de vegetación en regeneración.



Fotografías 4.3 y 4.4. Área de proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 4.5 y 4.6. Área de proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. 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.

Esta área de influencia está conformada solamente por un tipo mosaico ecológico, que en este caso corresponde a un potrero arbolado, donde la especie de árbol que más abunda es el madero negro (*Gliricidia sepium*), el cual es utilizado como cerca viva. Sin embargo, también se observan árboles de poró extranjero (*Erythrina poeppigiana*) y chilamate (*Ficus sp.*).

El potrero actualmente se encuentra utilizado para el pastoreo de ganado, por lo que no se observan repastos abandonados, ni cobertura vegetal en regeneración.



Fotografías 4.7 y 4.8. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

4.2.7. Cobertura vegetal actual por asociación natural.

Como se mencionó anteriormente, se presentan un mosaicos ecológicos para el AP, el cuál es área verde para uso antrópico, y un mosaico ecológico para el AID, el cual es potrero arbolado.

4.2.8. Describir la cobertura actual en el AP y AID, asociar la información obtenida con respecto a la fauna presente.

Área verde para uso antrópico: Este mosaico representa en sí al campus universitario, el cual está conformado por edificaciones dispersas contenidas en una matriz de áreas verdes ornamentales, donde se ubica la planta de tratamiento de la universidad. No se observan en el área parches boscosos ni áreas ambientalmente frágiles que se puedan ver afectadas por la construcción de esta edificación.

Específicamente en el área donde se desarrollará el proyecto, no se observan árboles ni parches de vegetación en regeneración.

Potrero arbolado: Representada por árboles de madero negro (*Gliricidia sepium*), el cual es utilizado como cerca viva. Sin embargo, también se observan árboles de poró extranjero (*Erythrina poeppigiana*) y chilamate (*Ficus sp.*).

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.

Por las condiciones, tanto del área del proyecto, como del área de influencia directa, muchas de las especies citadas en las listas no se encuentran en el campo, sin embargo, se toman como referencias para la zona.

Cuadro 4.1.
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional.
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Calathea spp.</i>	Bijagua	Marantaceae
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Ficus spp.</i>	Chilamate	Moraceae
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Papilionaceae
<i>Heliconia spp.</i>	Heliconia	Heliconiaceae
<i>Hyeronima alchornoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae
<i>Inga spp.</i>	Guabo	Mimosaceae
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae
<i>Musa acuminata</i>	Banano	Musaceae
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae
<i>Pentaclethra maculosa</i>	Gavilán	Mimosaceae
<i>Senna reticulata</i>	Saragundí	Caesalpiniaceae
<i>Simaruba amara</i>	Aceituno	Simarubaceae
<i>Spondias monbin</i>	Jobo	Anacardiaceae
<i>Virola koschnyi</i>	Fruta dorada	Myristicaceae
<i>Vochysia ferruginea</i>	Mayo colorado	Vochysiaceae
<i>Vochysia spp.</i>	Botarrama	Vochysiaceae
<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Caesalpiniaceae

Cuadro 4.2.
Listado de la fauna observada en el AP y AID. Universidad Nacional.
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
AVIFAUNA		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	Ardeidae
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán capulinero	Accipitridae
<i>Coragyps atratus</i>	Zoncho	Cathartidae
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo	Cuculidae
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pechoamarillo	Tyrannidae
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola	Icteridae
<i>Ramphocelus passerinii</i>	Sargento	Thraupidae
HERPETOFAUNA		
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	Chorytophanidae
<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	Iguanidae
MASTOFAUNA		

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	Procyonidae
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Procyonidae
<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla	Sciuridae

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.

Por las condiciones, tanto del área del proyecto, como del área de influencia directa, muchas de las especies citadas en las listas no se encuentran en el campo, sin embargo, se toman como referencias para la zona.

Cuadro 4.3.

Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional. Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
<i>Calathea spp.</i>	Bijagua	Marantaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró	Papilionaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ficus spp.</i>	Chilamate	Moraceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Papilionaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Heliconia spp.</i>	Heliconia	Heliconiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Hyeronima alchornoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Inga spp.</i>	Guabo	Mimosaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Musa acuminata</i>	Banano	Musaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Pentaclethra</i>	Gavilán	Mimosaceae	No está en los apéndices	No aparece

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
<i>maculoba</i>			apéndices	
<i>Senna reticulata</i>	Saragundí	Caesalpinaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Simaruba amara</i>	Aceituno	Simarubaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Spondias monbin</i>	Jobo	Anacardiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Virola koschnyi</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Vochysia ferruginea</i>	Mayo colorado	Vochysiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Vochysia spp.</i>	Botarrama	Vochysiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Caesalpinaceae	No está en los apéndices	No aparece

Cuadro 4.4.

**Listado de la fauna observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional.
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
AVIFAUNA				
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	Ardeidae	No está en los apéndices	LC
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán capulinero	Accipitridae	Apéndice III	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Zoncho	Cathartidae	No está en los apéndices	LC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo	Cuculidae	No está en los apéndices	LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pechoamarillo	Tyrannidae	No está en los apéndices	LC
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola	Icteridae	No está en los apéndices	LC
<i>Ramphocelus passerinii</i>	Sargento	Thraupidae	No está en los apéndices	LC
HERPETOFAUNA				
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	Chorytophanidae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	Iguanidae	No está en los apéndices	No aparece
MASTOFAUNA				

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	Procyonidae	Apéndice III	LC (población reduciéndose)
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Procyonidae	No está en los apéndices	LC (población aumentando)
<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla	Sciuridae	No está en los apéndices	LC

4.2.12. Fragilidad de ecosistemas

Tal y como se puede observar en la descripción del área del proyecto, así como en las fotografías que lo ilustran, la calidad ambiental del área del proyecto es baja, debido a que se encuentra aprovechado por el ser humano, y porque no se observan parches de vegetación que puedan servir de refugio para la fauna nativa.

Las especies que tienden a habitar este tipo de parajes poseen características fisiológicas que les permite adaptarse y hacerle frente a las significativas variaciones de temperatura y radiación solar. Así como, a la limitada oferta de atributos ecológicos, en este caso, refugio y alimento. Para hacerle frente a esta presión ambiental, las especies que frecuentan estos sitios poseen un comportamiento y hábitos alimenticios generalistas, como parte de una gran plasticidad ecológica que les permite sobrevivir.

La fragilidad ambiental del área del proyecto se considera baja, al considerar la capacidad de recuperación ecológica que posee el terreno en donde se ubicará el edificio de residencias, hasta alcanzar las condiciones actuales (previas al inicio de la fase constructiva). Asimismo, tal y como se indicó anteriormente, para la construcción de este edificio no se verá afectado ningún ecosistema en riesgo, ni ninguna área ambientalmente frágil.

4.3. Ambiente marítimo o estatus de protección del AP

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

4.4. Ambiente acuático (aguas continentales)

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

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

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ***

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

2014

5.2 Contenido

5.3 AUTORES.....	2
5.4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	2
5.5 USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	2
5.6 Tenencia de la tierra en sitios aledaños	3
5.7. Características de la población	5
5.7.1 Demográficas	5
4.7.2 Características culturales y sociales de la población.....	5
5.7.3 Económicas	8
5.7.4. Servicios de Emergencia disponibles.....	9
5.7.5. Servicios básicos disponibles	10
5.7.6. Infraestructura comunal.....	11
5.8 Organización del Proyecto y Ejecutor de Medidas	13
5.9 Cuadro pronóstico – Plan de Gestión Ambiental.....	13
5.10. Monitoreo - Regencia.....	18
5.8. Cronograma de ejecución.....	18
5.12. Costos de la Gestión Ambiental	19
5.13. Plan de contingencia	19
5.14. Síntesis de los compromisos ambientales del proyecto.....	20
5.15. Referencias Bibliograficas.....	24

5.3 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 Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) el cual ofrece las carreras de “Licenciatura en Administración”, “Licenciatura en Administración de Oficinas”, “Diplomado en Gestión Integra de Fincas”, “Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información” y “Diplomado en Recreación Turística”
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de urbanizaciones, siendo la denominada “Barrio San Marcos” la más próxima al “Recinto Sarapiquí”.
- Agropecuario. En los alrededores del “Recinto Sarapiquí” se observaron varios terrenos dedicados a la tenencia de ganado, así como al cultivo de productos agrícolas.
- Comercial. Dado por la existencia de algunos establecimientos tales como abastecedores, sodas, bazares.

Con las siguientes fotografías se evidencia algunos de los usos de la tierra presente en los sitios aledaños al AP:



Fotografía 5.1. Ejemplo del uso agropecuario de la tierra en los sitios aledaños a la sede del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.2. Establecimiento comercial ubicado 300 mts al Este de las afueras del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)

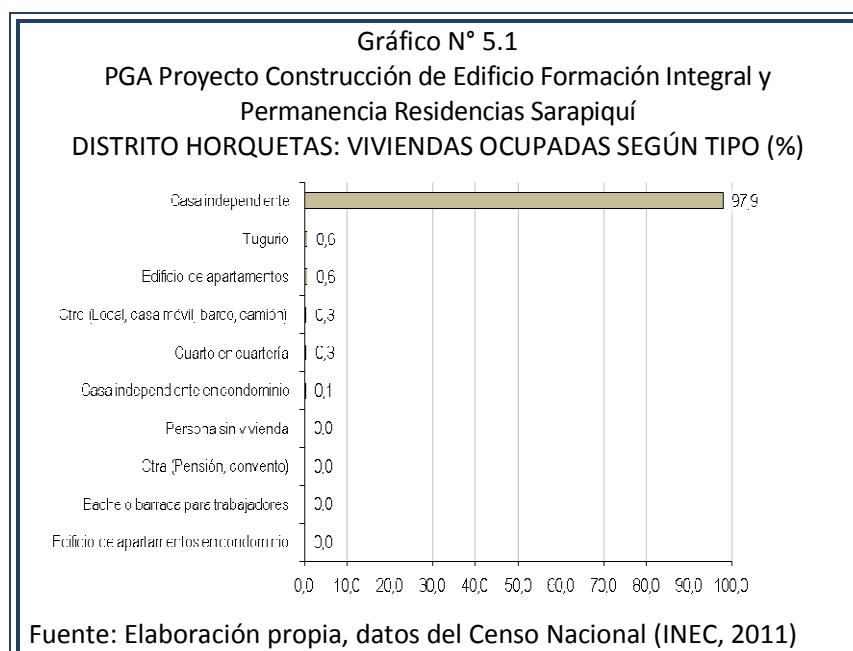


Fotografías 5.3 y 5.4. Ejemplo del uso habitacional de la tierra en el sector cercano al AP: viviendas en del “Barrio San Marcos” (MAPG-Noviembre, 2013)

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), lo que sería congruente con la actividad principal que se da en los sitios aledaños al AP, dada por las instalaciones del “Recinto de la Sede Región Huetar Norte y Caribe”.

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 Horquetas, se tiene que las “casas independientes” son las que predominan (97.9%). Más detalles sobre el tipo de viviendas presentes en la totalidad del distrito se aprecian en el siguiente gráfico:



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 Horquetas el 68.8% 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 Sarapiquí
DISTRITO HORQUETAS: RÉGIMEN DE TENENCIA DE LAS VIVIENDAS
OCUPADAS (absolutos y porcentajes)

Propia totalmente pagada	4.427	63,6
Propia pagando a plazos	361	5,2
Alquilada	960	13,8
Prestada por motivo de trabajo	532	7,6
Prestada por otro motivo (no paga)	600	8,6
Está en precario	33	0,5
Otro	47	0,7
TOTAL	6.960	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 y/o terrenos de vocación agrícola, los regímenes de tenencia son variados, prevaleciendo los inmuebles que están bajo el formato de “arrendamiento” o “alquiler”.

5.7. Características de la población

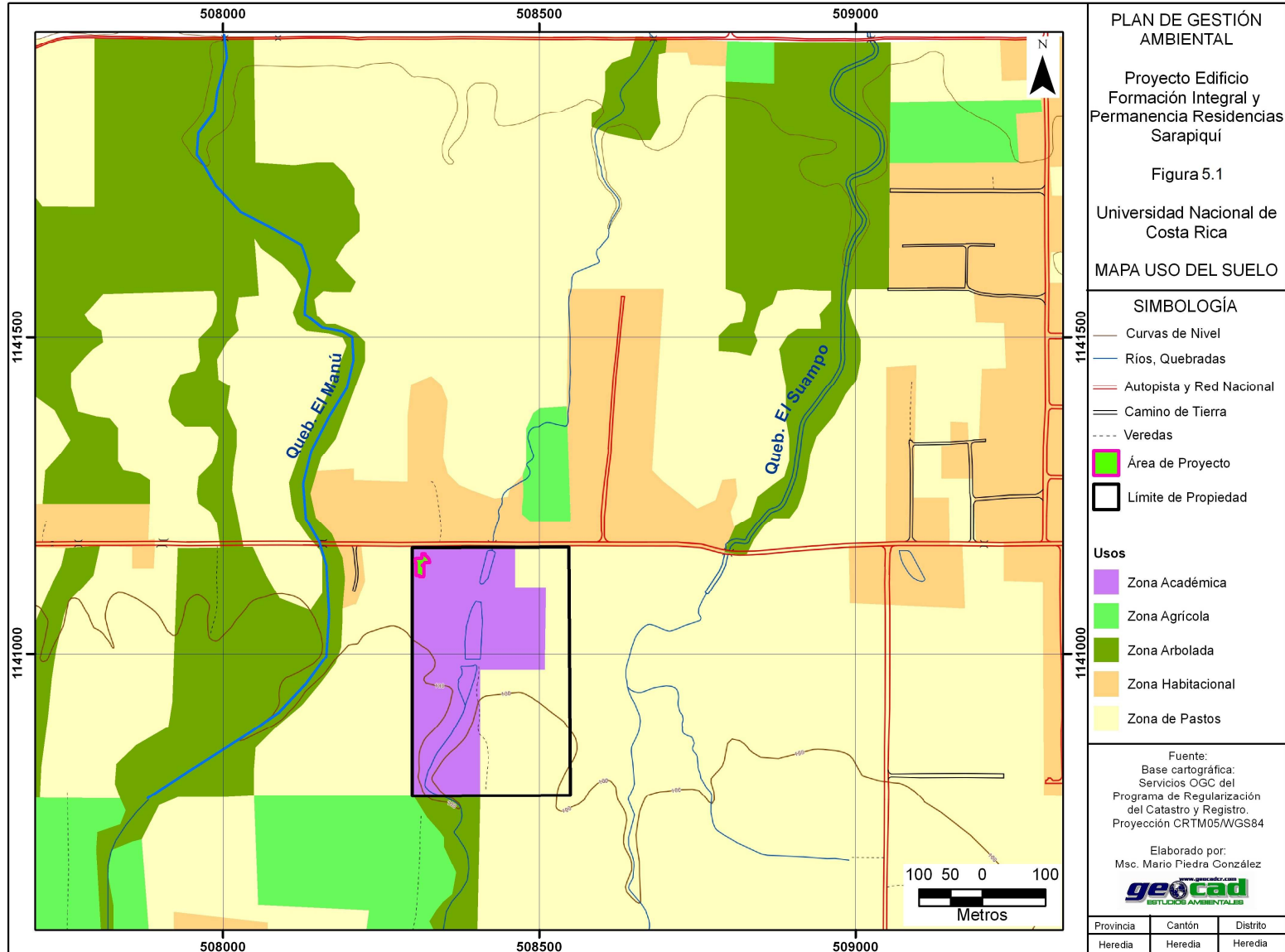
5.7.1 Demográficas

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito “Horquetas”, mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 45.4, lo que ubicó a ese distrito en la posición 350 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).

5.7.2 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 “Horquetas” posee un 3.7% de su territorio en zona urbana y un 96.3% corresponde a zona rural. En la totalidad del distrito habitan 24331 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 43 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).



La población del distrito representa el 42.6% de toda la población del cantón de Sarapiquí y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 102 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 40.3% de la población es menor de 20 años; un 54.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.7% 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 43.0% de las personas nacieron en el cantón de Sarapiquí, un 48.3% de las personas nació en otro cantón y un 8.7% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

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

Cuadro N° 5.2	
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia	
Residencias Sarapiquí	
Distrito Horquetas: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	17.2
✓ Población con algún tipo de discapacidad	10.6
✓ Población que no sabe leer o escribir	8.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	24.6
✓ Población con estudios superiores	6.7
✓ Población con título de educación formal	73.3
✓ Viviendas ocupadas independientes	97.9
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	20.1
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	1.3
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) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio (“Recinto Sarapiquí”), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores.

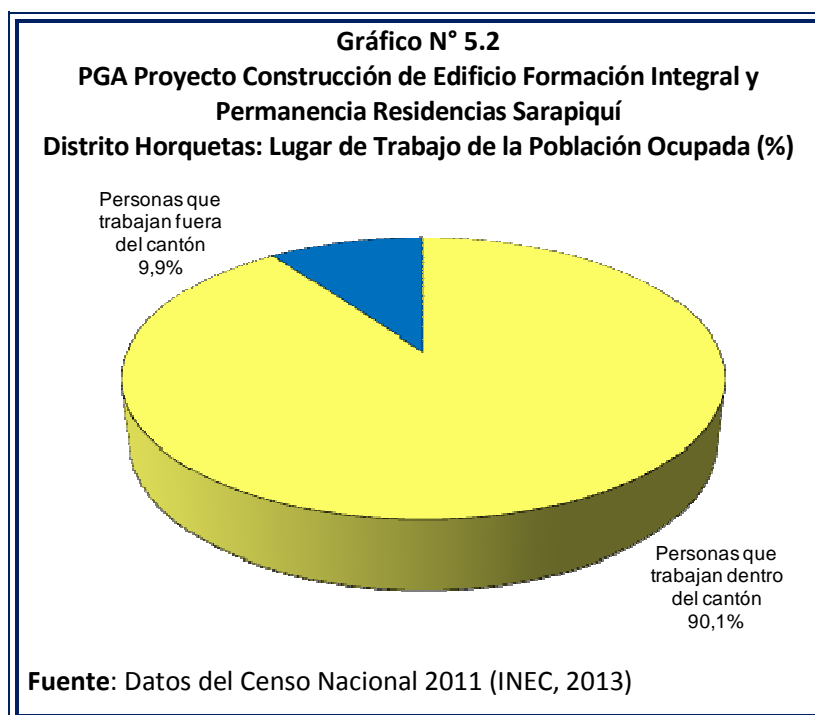
5.7.3 Económicas

En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 44.7% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito “Horquetas” forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 55.3% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito “Horquetas” registró en el año 2011 un 2.9% de población desocupada, al tiempo que un 22.4% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 70.5% 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 42.5% lo hace en el sector primario, un 14.6% en el sector secundario y un 42.8% 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 “Horquetas” así como de la totalidad del cantón de Sarapiquí, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes, quienes encuentran en dicho territorio las opciones necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:



La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito “Horquetas” 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 la infraestructura 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, más orientadas a la prestación de bienes y servicios, 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 de emergencias, particularmente sistemas contra incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del “Recinto Sarapiquí” como en las afueras de éste.



Fotografías 5.5, 5.6, 5.7, 5.8. Dispositivos para la atención de incendios existentes en distintos puntos del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del cantón Sarapiquí, 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 en la edificación que se construya una vez que la misma se encuentre en operación.

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 Sarapiquí		
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)		

Con las siguientes fotografías se evidencian algunos de los servicios básicos identificados en los sitios aledaños al AP:



Fotografías 5.9 y 5.10. Teléfono público ubicado en las afueras del “Recinto Sarapiquí” y tanque de almacenamiento de agua (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 podría 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 la edificación a construir se fundamenta 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 la prestación de esos servicios sin que ello signifique una merma en la calidad de los servicios que recibe actualmente la población que reside y/o trabaja en los sitios aledaños al AP.

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, tanto en las instalaciones de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) como en las afueras de éste, las infraestructuras comunales identificadas fueron las siguientes:

- Espacios deportivos y/o recreativos. Dentro de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) y en los sitios aledaños al AP existen varios espacios que son utilizados por estudiantes y trabajadores de la UNA para practicar deporte o recrearse.

- Obras comunales. En las afueras de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) se identificaron como infraestructuras de uso comunal el espacio utilizado como acera y ciclovía, así como varias paradas de autobús.

Con las siguientes fotografías se evidencia algunas de las infraestructuras comunales existentes en el sector de análisis:



Fotografía 5.11. Cancha multiuso existente dentro del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.12. Tramo de la acera y ciclovía en las afueras del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografías 5.13 y 5.14. Paradas de autobús existentes en las cercanías del “Recinto Sarapiquí” (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 afectará 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 implementar 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 N° 5.4
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral
y Permanencia Residencias Sarapiquí
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 eliminan 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 fence) 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 maquinaria 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 C 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 mantenimiento.	- 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	Habrà una planta de tratamiento la misma se inspeccionarà cada dos meses para valorar 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, XXVIII, 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 cordón 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 discurrimento 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 inspeccionará cada dos meses para valorar su funcionamiento. Se revisara la calidad del efluente por medio de pruebas químicas	- 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, XXVIII, 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 correspondientes a su recolección 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 N° 5.5.

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

Actividad	Meses					
	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 conllevará 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.

$\$700,00 \times 6 = \$4\ 200,00$ 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 tomarán 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 informar 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 efectuó 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 efectuó será de tipo directo, puntual, y rápido, el material excavado se dispondrá y se maneja 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 provisionales durante 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, plicen 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.

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.

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 deberán 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 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 buscare 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 Sarapiquí, 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 efectuarán 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 Bibliográficas.

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. & Sigarón 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. Cuarón. 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 SARAPIQUÍ***

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 N° 56, Alcance N° 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	N° 5060	Publicada en la Gaceta N° 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 los 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 N° 26042-S-MINAE del 14 de abril de 1997	Publicado en la Gaceta N° 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 N° 26435-MINAE del 01 de octubre de 1997	Publicado en la Gaceta N° 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	N° 7575 del 13 de febrero de 1996	Publicada en Alcance a la Gaceta N° 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 N° 25721-MINAE del 17 de octubre de 1996	Publicado en la gaceta N° 16 del 23 de enero de 1997	C	Ninguno en específico	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	N° 7788 del 30 de abril de 1998	Publicado en la Gaceta N° 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 tramitación 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 SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

2014

7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

7.1. Geología o aspectos geológicos regionales

De acuerdo con el mapa geotectónico de Costa Rica (ver figura 1.1) se ubica en la cuenca tras arco, la cual se caracteriza por presentar extensas llanuras aluviales conformadas por sedimentos provenientes de la erosión de la parte norte del arco volcánico. Esta cuenca es drenada por ríos de importantes dimensiones, tales como el Toro Amarillo, Parismina, Chirripó, Sarapiquí y San Carlos.

Las llanuras aluviales son grandes extensiones de terreno depositados por varios ríos; sin embargo en las zonas planas del sector al norte de San Gerardo de Colorado se han originado debido a la erosión y depositación de sedimentos provenientes de las rocas que han sido transportadas por los ríos Jiménez, Sierpe y sus afluentes. Consiste en una secuencia de capas de sedimentos de todo tipo de rocas cuyas granulometrías son variadas desde gravas y cantos rodados, hasta arenas y arcillas.

La selección de estos materiales sedimentarios es mala, son comunes los lentes de arcillas o arenas, inclusive de gravas; tienen un espesor promedio de entre 10 y 20 metros. La meteorización del material varía, presentando zonas muy alteradas especialmente en las arenas finas y arcillas, y roca sana. La edad de esta formación geológica es de Pleistoceno al Reciente (Salazar, 2000).

7.1.1 Aspectos Geológicos Locales

El AP presenta una topografía plana y por ende una ausencia de cortes en el subsuelo que permitan definir con certeza las litologías presentes. Se sabe que la capa superior del suelo consiste de limos y a unos 6,60 m de profundidad aparecen capas de arenas arcillosas. Los depósitos aluviales que conforman la geología local presentan este tipo de alternancias entre capas y es posible que aparezcan además capas de sedimentos más gruesos, tipo gravas y aluviones. La totalidad del AP y AID se conforman de unidades de sedimentos aluviales recientes, acareados por los ríos de la zona que cambian de patrones y de energía de arrastre. Los sedimentos finos son originados en periodos de inundación. Por debajo de los sedimentos aluviales se registran en las perforaciones más profundas, capas de depósitos volcánicos, sobre todo lavas fracturadas y tobas.

7.1.2 Análisis estructural y evaluación

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, los depósitos recientes, no evidencian algún tipo de actividad o procesos tectónicos. Los depósitos aluviales recientes como los que conforman el AP y AID no presentan estructuras geológicas relevantes.

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

Se realizaron tres perforaciones en el sitio, se determinó el siguiente perfil del suelo:

0 a 0.15 m: existe un limo con contenido vegetal de color café oscuro, muy blando.

0.15 a 1.20 m: limo inorgánico de alta compresibilidad de color café oscuro, la consistencia es muy blanda a medianamente rígida.

1.20 a 4.80 m: Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con presencia de arenas, la consistencia es variable desde muy blanda a muy rígida.

4.80 a 6.60 m: Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café, consistencia dura y resistencia seca media.

6.60 a 7.20 m: Arena arcillosa de color gris, de alta densidad y resistencia seca media.

Según se indica en el estudio realizado por la firma Vieto y Asociados, existen estratos de suelos limosos de alta compresibilidad que presentan algunas zonas con intercalaciones de capas arenosas a arcillosas, además indican que los materiales encontrados en el sitio, presentan condiciones mecánicas deficientes hasta profundidades que pueden alcanzar entre los 3.6 a 4. 2 m.

Se determinó la presencia del nivel freático a partir de los 2.4 m de profundidad, el cual puede estar asociado a los acuíferos aluviales someros que comúnmente existen dentro de las llanuras aluviales Cuaternarias.

7.2. Descripción Geomorfológica

7.2.1 Descripción Geomorfológica Local

Regionalmente el AP y el AID se ubican en la forma de origen sedimentario Llanura aluvial de Tortuguero, la cual está constituida por bloques métricos hasta limos en una matriz limo-arenosa o limo-arcillosa; así como por depósitos de flujos de lodo y lahares, Salazar, (2000). A nivel local en el proyecto se ha identificado la unidad de Pendiente Plana, denominada Planicie Aluvial.

Unidades de pendiente en el AP

La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente plana. Las características del AP son favorables para la construcción de obras como las que se proyectan. En la foto 1 se aprecian vistas panorámicas de la unidad de pendiente en el sitio.

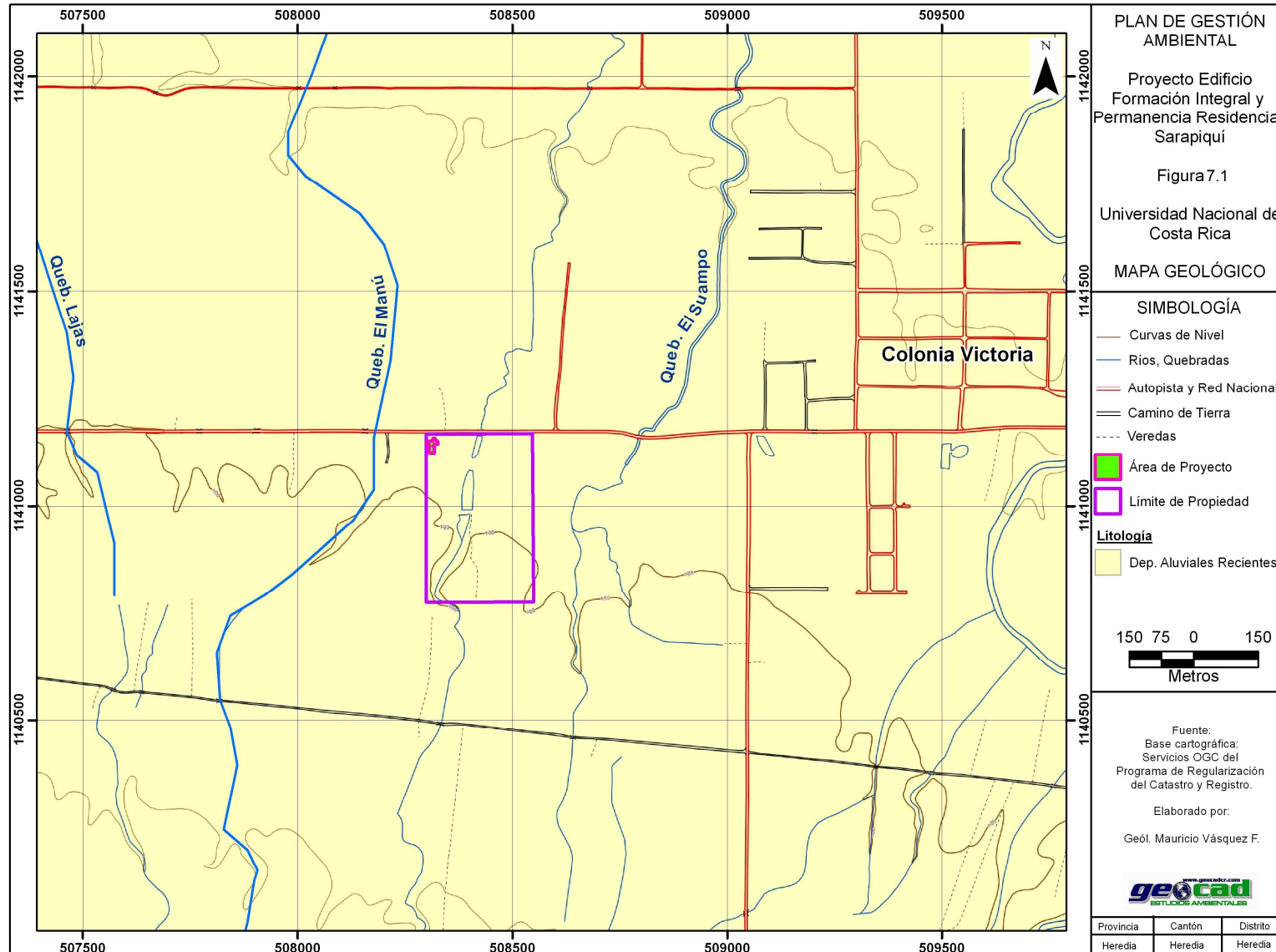


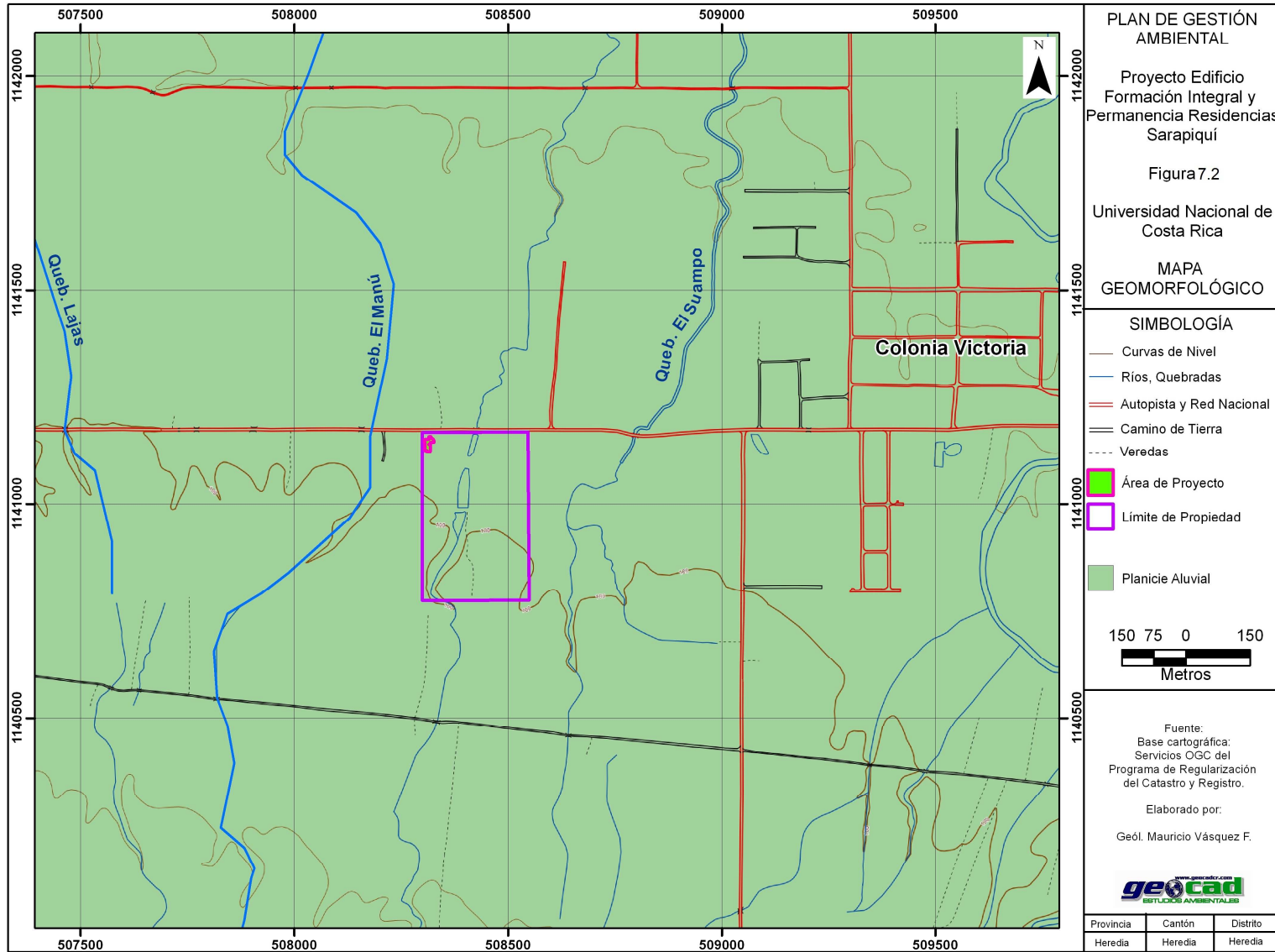
Fotografía 7.1. Vista panorámica del sitio del proyecto, el cual está cubierto por zacate y permite ver la topografía plana.

En el sitio predominan los procesos de depositación debido a la influencia de los ríos que acarrear los sedimentos que conforman la llanura aluvial. No hay procesos de erosión relevantes debido a lo plano de la topografía.

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.





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 alta 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 Costa Rica, así los vientos ecuatoriales del suroeste que se originan en el 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.

Descripción Local

Basados en las condiciones orográficas presentes en el área, podemos citar que en la misma se origina una zona climatológica bien definida, la cual presenta las características que se describen a continuación.

Clima: Muy Húmedo, muy caliente, sin déficit de agua (G2 a).

No presenta estación seca como tal, si no que lo que se presenta es menos de 10 días en el mes de marzo. Prácticamente el suelo permanece mojado todo el año, y tal como se señalo únicamente en el mes de marzo es que la precipitación desciende y pueden presentarse pocos días sin déficit de agua.

La precipitación media anual oscila entre los 3420 y 6840 mm distribuida esencialmente en el período comprendido entre mayo y noviembre. La temperatura promedio anual varía entre 25 y 27 °C y la evapotranspiración potencial anual es superior a 1710 mm.

Análisis de principales variables climáticas

A continuación se hará un análisis de las principales variables climáticas y de las cuales se dispone de información, estas corresponden a las Estaciones Puerto Viejo (69503), La Selva (69537) y La Tirimbina (69586), situadas en las cercanías de la zona en donde se desarrolla la concesión, sin embargo para efectos de análisis se utilizara únicamente la estación de La Selva, dado que es la que se encuentra más cerca de la zona del proyecto, la información de las otras estaciones servirá para efectos comparativos.

Precipitación

La distribución de la lluvia sigue el comportamiento típico que se manifiesta en la zona del Caribe, 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 tomando como base registros de más de 20 años, según la estación La Selva, y mediante los cuales se puede caracterizar el comportamiento de la precipitación, se puede observar que la primera máxima ocurre en el mes de julio con un promedio histórico de 546.3 mm y la segunda en los meses de octubre y noviembre con un promedio de 390.8 y 387.4 mm respectivamente.

Estación Meteorológica La Selva Sarapiquí
Latitud:10° 25 N, Longitud: 83° 59 W, Elevación 40 msnm
Registro Pluviométrico en mm.
Promedios Mensuales y Anual. Período: 1971-2005

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
233,6	199,3	130,1	158,6	343,4	422,3	546,3	420,9	318,3	390,8	387,4	392,8	3943,8

La primera máxima o sea la del mes de julio, es producto de una incursión de un frente frío del alisio y de un desplazamiento de la zona de convergencia intertropical hacia el sur. La segunda máxima, que se da en los meses de octubre y noviembre, es consecuencia de la incursión de alisios fríos provenientes del anticiclón subtropical del Noreste, que controla toda la circulación del Caribe. A partir del momento en que soplan los alisios del noreste y a medida que se incrementan, dan origen a los llamados temporales del Caribe, es decir períodos de tres o cuatro días continuos de lluvia.

Las lluvias durante las dos máximas se caracterizan por no ser muy fuertes, pero si muy constantes, o sea distribuidas en el tiempo. Lo anterior debido esencialmente a que las masas de aire cargadas de humedad provenientes del Caribe conforme ascienden sobre la vertiente a barlovento de la cordillera, comienzan a descargar por efecto de condensación parte de su humedad, convertida en lluvia.

Por su parte las mínimas mensuales históricas se presentan en los meses de marzo y setiembre con valores la primera de 130.1 mm y la segunda de 318.3 mm. El primer descenso de lluvias comienza en realidad en el mes de diciembre, pero tiene su punto más bajo en marzo. La segunda mínima se considera en realidad como un receso dentro del periodo de lluvias, que tiene una duración aproximada de 15 días.

Estas mínimas de precipitación son provocadas por el debilitamiento del alisio del noreste, no obstante no se origina una estación seca, ya que como se indico la precipitación de ambos períodos es superior a los 100 mm, y se considera como un mes seco cuando la cantidad de lluvia precipitada es menor a 50 mm.

El periodo de déficit hídrico en la zona es históricamente bastante reducido, o inexistente, dado la elevada cantidad de precipitación que se presenta durante el año, lo anterior garantiza que los cursos fluviales presentes en la zona se mantengan siempre con agua. En lo que respecta a las otras dos estaciones, Puerto Viejo y La Tirimbina, el comportamiento de las mismas es similar

Temperatura.

Como es conocido 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 La Selva Sarapiquí
Latitud:10º 25 N, Longitud: 83º 59 W, Elevación 40 msnm
Registro Temperaturas Máximas, Medias y Mínimas en ºC
Promedios Mensuales y Anual. Periodo: 1971-2005

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
MAXIMA	29,3	29,5	30,3	31,2	30,9	30,7	29,7	30,5	30,3	30,9	29,8	28,7	30,2

MINIMA	20,1	20,3	21,5	22,4	22,5	22,5	22,3	21,4	20,2	21,9	21,1	21,1	21,4
MEDIA	24,7	24,9	25,9	26,8	26,7	26,6	26,0	26,0	25,3	26,4	25,5	24,9	25,8

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 abril y octubre, son los que presentan mayores valores (31.2 y 30.9 °C respectivamente), temperatura que ocurre por lo general hacia el medio día; y que coinciden con la disminución de la precipitación en esos meses. La disminución se presenta en diciembre y enero (28.7 y 29.3°C), la cual coincide con períodos de alta nubosidad típicos de estos meses.

La temperatura mínima por su parte presenta los menores registros durante el periodo comprendido entre diciembre y marzo, presentando valores entre 21.5 y 20.1 °C, lo anterior como producto de la entrada de los alisios fríos del norte. En el mes de setiembre se presenta un valor de 20.2 °C coincidiendo con una disminución de la precipitación. La temperatura mínima es casi constante, no presentándose variaciones mayores a 2.4 °C, entre los meses de mayor y menor valor.

En cuanto a la temperatura promedio, el mayor valor se da en el mes de abril (26.8 °C), coincidiendo con el mes de mayor temperatura máxima, por su parte el mes con menor temperatura promedio es enero (24.7 °C) coincidiendo con el mes de menor temperatura mínima. Las otras variables de carácter climático no se proceden a analizar, dado que no se tiene información para ninguna de las tres estaciones que disponen datos en la zona de estudio.

7.5 Hidrología

7.5.1 Aguas Superficiales

Debido a la localización del proyecto no se puede ubicar el AP dentro de una de las cuencas principales del país.

El cuerpo de agua que sería afectado por el proyecto de manera inmediata sería una cuenca sin nombre afluente de la Quebrada Catorce, cerca de la comunidad de Puerto Viejo. Dicha cuenca La extensión de esta cuenca es de 138.9877 Ha y presenta elevaciones que van desde los 180 m.s.n.m hasta los 91 m.s.n.m; con una topografía que se puede considerar plana.

Dadas las dimensiones de la cuenta 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 esta cuenca es afluente de la Quebrada Catorce; esta, a su vez, es afluente del Río Puerto Viejo.

Por último, el área de la cuenca que se utilizará como desfogue de las aguas pluviales es muy pequeña. El AP del proyecto representa solo un 0.065% del área de la cuenca directamente afectada y 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 de la Quebrada Catorce,

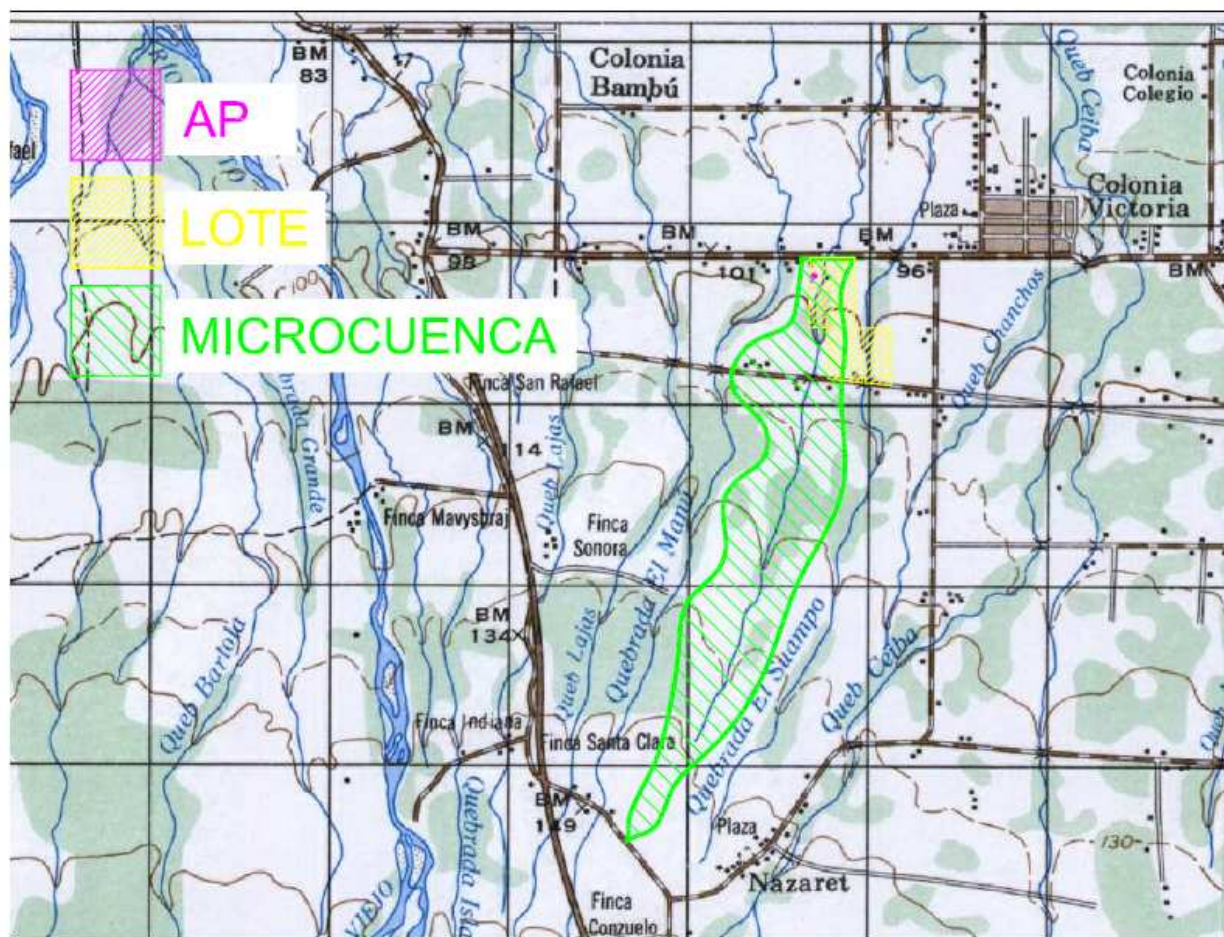
pues esta cuenca tiene un área superior y, por ende, la influencia del proyecto dentro de su comportamiento general es despreciable.

En la Figura 7.1 se incluye la definición de la cuenca directamente afectada por el AP, la ubicación de la quebrada que desfoga la escorrentía pluvial y la composición topográfica de la zona según la hoja cartográfica 1:50 000 Guápiles del Instituto Geográfico Nacional. Además se incluye la definición de una microcuenca compuesta principalmente por escurrideros superficiales que, si bien es cierto el proyecto no afecta directamente, debe ser tomada en cuenta en los análisis de diseño pluvial del futuro proyecto.

7.5.1.1 Cotas 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.

FIGURA 7.1: Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.



Aspectos hidrológicos básicos

Zona de vida

Dada la ubicación del proyecto, la zona de vida en la que se encuentra el AP se clasifica como Bosque muy Húmedo Tropical (bmh-T). Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Tropical presente en la zona de Sarapiquí presenta algunas limitaciones debido al exceso de precipitación que ocurre durante la mayor parte del año; por ende, los terrenos bajo esta condición ecológica son muy susceptibles a la erosión.

El bmh-T tiene un rango de precipitación entre 4000 y 6000 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24° y 25° C, mientras que la temperatura varía entre 24° y 27° C como promedio anual. El periodo efectivamente seco es muy variable, entando en el rango de 0 a 3.5 meses

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 m³/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 la ecuación de la estación Canta Gallo 71-15, presentada en el estudio “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”, elaborada por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicada 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:

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

Donde:

tc= 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 la Figura 8, esta se definió a partir de la topografía de curvas de nivel cada 20 metros presente en la hoja cartográfica 1:50 000 Guápiles.

Cuadro N° 7. 2
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Parámetros de la microcuenca receptora.

Parámetro	Dimensión
Longitud del cauce	2 860.78 m ó 9 384.78 ft
Altura máxima (m.s.n.m.)	180
Altura mínima (m.s.n.m.)	91
Pendiente promedio (cauce)	3.11%
Área	138.9877 ha

Memoria de cálculo hidrológica

Tiempo de concentración

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

Tiempo de concentración para la microcuenca receptora

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

$$t_c = 0.0078(9384.78)^{0.77} (0.0311)^{-0.385}$$

$$t_c = 33.97 \text{ min}$$

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 Canta Gallo 71-15).

Ecuación IDF para la estación Canta Gallo 71-15:

$$I = 239.88 * \frac{T^{0.192}}{D^{0.248}}$$

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 Sarapiquí
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno sobre el cauce receptor

Periodos de retorno (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr)
2	114.31
5	136.30
10	155.70
25	185.65
50	212.08

Coefficiente 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 el siguiente cuadro es se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro N° 7.3

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Coeficientes de escorrentía para diferentes coberturas y tipos de suelo.**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA > 50%	ALTA > 20%	MEDIA > 5%	SUAVE > 1%	DESPRECIABLE < 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 N° 7.4

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
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 N° 7.5

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
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 7.3, 7.4 y 7.5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la cuenca estaría basado en dos tipos de cobertura:

Techos a prueba de agua: compuestas en su mayoría por aceras, techos, edificios y pequeñas zonas verdes (debido a que la densidad de construcción es baja solo se consideró utilizar un C=0.80, Cuadro 7.5).

Pastos y vegetación ligera: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 1% y 5%, además se consideró un suelo con características semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según Cuadro 7.3 de C = 0.40.

Cuadro N° 7.6

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía para el cauce receptor

Cuenca	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua	0.8844	0.8	0.71
Pastos y vegetación ligera	138.9877	0.4	55.60
Total ponderado	139.8721	0.4025	

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 la propiedad para condiciones actuales y futuras se definió a partir de cuadro 5 como: “Techos a prueba de agua” (Techos) y “Pastos y vegetación ligera” (área de la propiedad sin modificar). De acuerdo a lo planteado en la introducción y considerando el efecto del proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA en la cuenca donde descargará, se obtiene los siguientes datos:

Cuadro N° 7.7

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones actuales.

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua actual	0.8844	0.80	0.7075
Pastos y vegetación ligera actual	19.1337	0.40	7.6535
Total ponderado	20.0181	0.4177	

Cuadro N° 7.7.1

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones a futuro.

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua a futuro	0.9744	0.8	0.7795
Pastos y vegetación ligera	19.0437	0.4	7.6175
Total ponderado	20.0181	0.4195	

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

Caudales analizados:

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

Cuadro N° 7.8

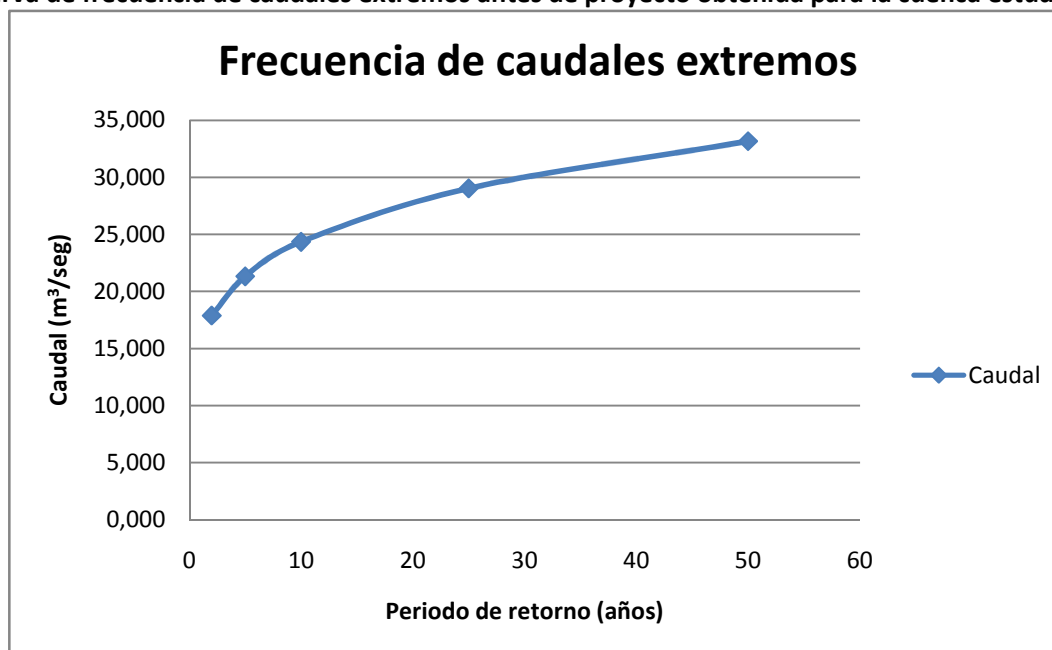
**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Caudales estimados en la cuenca receptora antes de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m3/s)
2	0.4025	114.31	139.8721	17.878
5	0.4025	136.30	139.8721	21.316
10	0.4025	155.70	139.8721	24.351
25	0.4025	185.65	139.8721	29.035
50	0.4025	212.08	139.8721	33.168

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

Gráfico N° 7.2

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Curva de frecuencia de caudales extremos antes de proyecto obtenida para la cuenca estudiada.**



Resultados hidrológicos obtenidos

Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto SEDE SARAPIQUÍ, 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 de 0.45% del área total de la propiedad. 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 y vegetación ligera con pendiente del entre 1% y 5% y suelo 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 (0.090 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la propiedad microcuenca donde se ubica el lote se calculará los caudales producidos actualmente por la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE SARAPIQUÍ, 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 N° 7.9

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Caudales estimados en la propiedad a intervenir antes de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C tabla 7 Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m3/s)
2	0.4177	114.31	20.0181	2.655
5	0.4177	136.30	20.0181	3.166
10	0.4177	155.70	20.0181	3.616
25	0.4177	185.65	20.0181	4.312
50	0.4177	212.08	20.0181	4.925

Cuadro N° 7.10

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Caudales estimados en la propiedad por intervenir después
de proyecto y para diferentes periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m3/s)
2	0.4195	114.31	20.0181	2.666
5	0.4195	136.30	20.0181	3.179
10	0.4195	155.70	20.0181	3.632
25	0.4195	185.65	20.0181	4.330
50	0.4195	212.08	20.0181	4.947

Cuadro Nº 7.11

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Caudales extra generados por el proyecto SUB SEDE COTO, UNA, en la propiedad.**

Tipo de desarrollo	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	25	50
Sin desarrollar (C=0.4293)[m3/s]	2.655	3.166	3.616	4.312	4.925
Desarrollado (C=0.4311) [m3/s]	2.666	3.179	3.632	4.330	4.947
Diferencia de caudal [m3/s]	0.011	0.014	0.016	0.019	0.021
Diferencia porcentual %	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%

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 la propiedad es de 0.43%.

Sin embargo el desarrollo del proyecto solo representa un aumento sobre las condiciones de la microcuenca analizada de 0.064%. 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:

$$\% \text{ aumento cuenca} = \frac{0.021}{33.441} * 100 = 0.064\%$$

Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas:

Evaluación de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Sarapiquí, UNA sobre el cauce donde desfogará sus aguas pluviales es regular y ronda el 0.43% del caudal que actualmente aporta a la quebrada, y representa aproximadamente un 0.064% del caudal total que viajaría por la quebrada en un evento hidrológico extremo. Es importante mencionar que ese 0.43% de aumento en la escorrentía corresponde apenas al 0.45% del área total de la finca, poco más de 20 Has. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado y la topografía del cauce tiene pendientes alrededor del 2%, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos que se construyen cerca del cauce, no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la escorrentía del proyecto. Si se observa los datos de los Cuadros 6 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la escorrentía del área de proyecto de menos del 0.063% sobre el caudal transitado actual, para un evento extremo.

De acuerdo al Protocolo de Ingeniería Básica del Terreno, Anexo N°5, Sección III, punto 2: “El estudio hidrológico, referente al Segmento A) deberá presentarse en todos aquellos casos en que se plantee el desarrollo de obras de infraestructura que produzcan una impermeabilización del suelo, o bien la introducción y manejo de nuevos caudales de agua (por riego o extracción de aguas subterráneas), dentro del AP y consecuentemente producen un aumento de más de un 10% de la escorrentía superficial actual que discurre de forma directa hacia el cauce de agua natural y receptor más cercano dentro de la microcuenca hidrológica en que se localiza el AP”, lo anterior implicaría que se deberá presentar el segmento A) del estudio hidrológico ante la SETENA, debido a que el aumento en la escorrentía es 0.43%, lo que es un muchísimo inferior al 10% planteado por SETENA. Por lo anterior, no resulta útil el análisis del impacto hidrológico que el proyecto de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA podría presentar en la zona del proyecto. Por este motivo, para este informe se obvió la presentación del apartado del segmento A, donde se refiere a las consecuencias que el caudal aportado por el proyecto produciría sobre el cauce receptor de las aguas pluviales.

Las condiciones del proyecto a desarrollar hace presumir 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 de la SEDE SARAPIQUÍ, UNA y la cuenca asociada a este proyecto.

Recomendaciones

Se recomienda realizar toda la descarga sobre el cauce receptor que actualmente se utiliza como desfogue pluvial.

Conclusiones

Las obras a realizar en el proyecto de la Sede Sarapiquí, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía de la propiedad de 0.43%.

- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en la propiedad de 0.021 m³/s.
- El proyecto **NO** se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

7.5.2 Aguas Subterráneas

No existen estudios hidrogeológicos a detalle de los acuíferos de la zona. El AP se localiza sobre depósitos sedimentarios aluviales cuaternarios (arenas y gravas); que se clasifican como rocas con un potencial acuífero medio a alto; originando acuíferos porosos libres y poco cubiertos, los cuales se desarrollan en rellenos aluviales compuestos por paquetes de gravas y arenas, generalmente en matriz limosa a arenosa. Los suelos desarrollados en el AP tienen texturas de arenas finas y por lo tanto la porosidad se asume en un 45% (Driscoll, 1986).

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.

CUADRO N° 7.12

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Pozos seleccionados con respecto al AP y AID**

No. pozo	X	Y	Propietario
GU-29	544950	255940	AGROSER-HELICOPTEROS C.R.
GU-57	543700	255850	RAFAEL ALVARADO MORA
GU-59	543050	256000	TROPI FROST S.A.
GU-71	545180	255565	COMPANIA RUIZ S.A

CUADRO N° 7.13

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
Información de los pozos cercanos con respecto al AP y el AID**

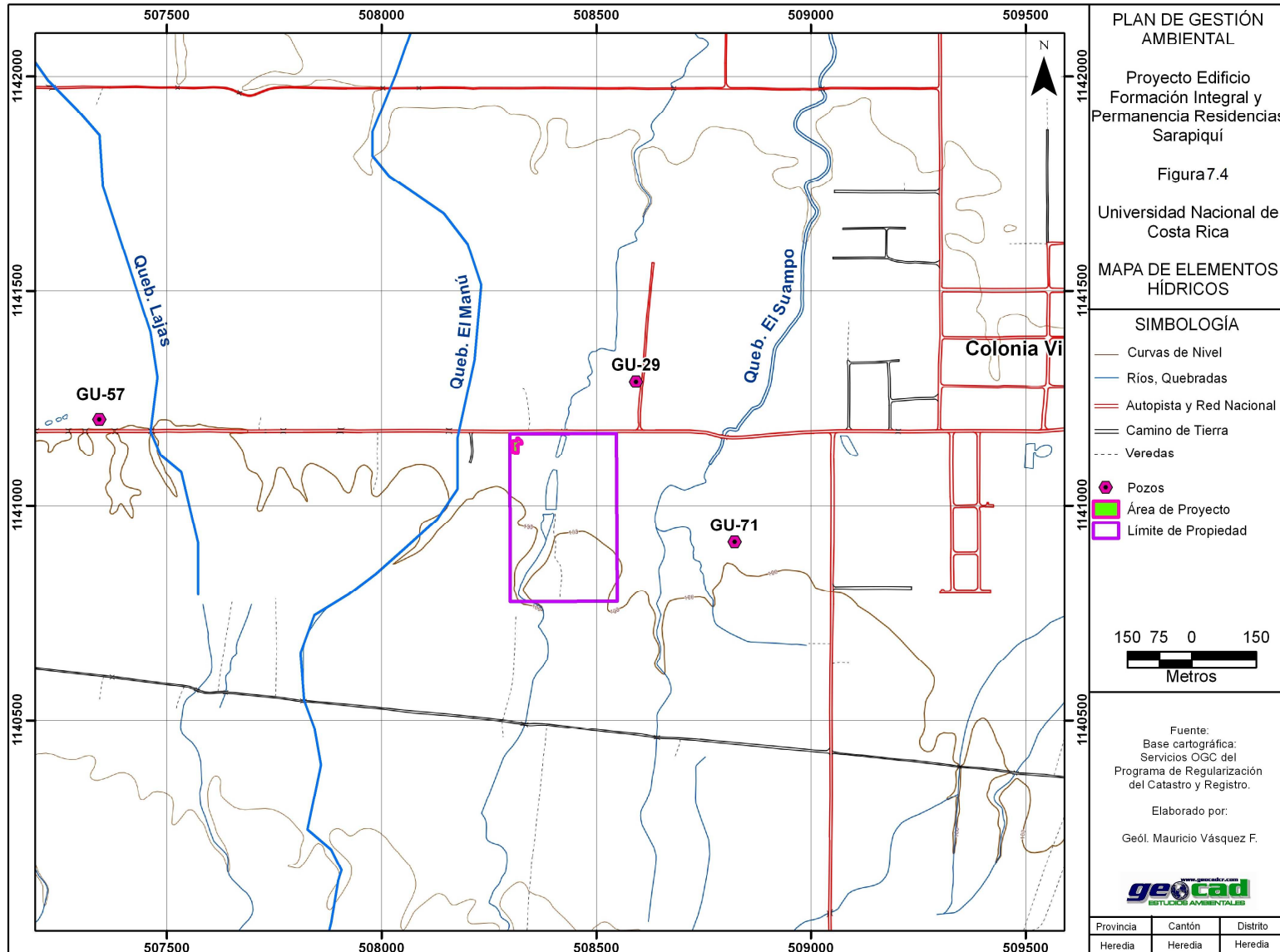
Pozo	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Q	Uso
GU29	25.50	2.00	19,47	2.40	DOMESTICO
GU57	0.00	0.00		0.00	URBANISTICO
GU59	71.00	3.85	8,6	6.00	RIEGO
GU71	50.00	0.00		3.00	DOMESTICO

Dentro de la finca del AP existen dos pozos perforados de los cuales no se cuenta con información en las bases de datos institucionales. De acuerdo con los administradores del Campus, uno de estos pozos no se utiliza y el otro solamente para extracción de agua para la piscina.

Condiciones hidrogeológicas del AP

De acuerdo con la información de los pozos cercanos, es posible inferir que los niveles freáticos en la zona se ubican a profundidades someras desde los 2.0 y 3.85m de profundidad, lo cual concuerda con las perforaciones realizadas en el sitio del proyecto, en donde se registró un nivel saturado en los 2.4 m.

El acuífero que se desarrolla en el sitio y de forma regional, es dentro de paquetes de materiales aluviales, compuestos por gravas, arenas y con una matriz limosa a arenosa, permiten el desarrollo de acuíferos libres porosos. La cobertura de estos acuíferos es poca y está conformado por capas de limos principalmente, que son de moderada permeabilidad.



El gradiente hidráulico del movimiento de las aguas subterráneas es muy bajo debido a lo plano de la topografía en general y se puede definir en 10^{-3} . La dirección de flujo de las aguas subterráneas es siempre hacia el norte, siguiendo la misma dirección de escorrentía de las aguas superficiales. Además, debido a lo somero de los niveles, existe conexión hidráulica entre las quebradas que cruzan el AP y las aguas subterráneas.

Por debajo de las capas de sedimentos aluviales se desarrollan acuíferos volcánicos en lavas, brechas y tobas. Estos son captados por los pozos más profundos, usualmente de más de 40m.

En el sitio del AP se llevó a cabo una prueba de infiltración la cual define una permeabilidad del subsuelo de 0.033 m/día. El valor es bajo y característico para materiales limosos como los que se describen en el AP.

7.5.2.1 Vulnerabilidad 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 aluvial conformado en los sedimentos 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 7.14.

Cuadro Nº 7.14

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Sarapiquí
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 poco cubierto	0.80
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Arenas y gravas aluviales	0.70
Distancia al nivel del agua subterránea	< 5 metros	0.80
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	0.45
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	MEDIA	

La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los mapas geológicos y en las condiciones descritas del perfil del suelo, además de las observaciones de campo; la distancia al nivel del agua subterránea se determinó con la profundidad del nivel freático reportado por los pozos cercanos y las perforaciones locales realizadas en la finca. Por lo que el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en las gravas y arenas aluviales se clasifica como media.

Determinación del tiempo de tránsito en la zona no saturada

Para analizar el posible efecto contaminante que producirían en el agua subterránea los infiltrados de los drenajes de los potenciales efluentes del proyecto se utilizará la metodología propuesta por Rodríguez (1994), la cual se basa en el cálculo del tiempo de tránsito de las aguas residuales de los potenciales drenajes de los tanques sépticos a través de las rocas de la zona no saturada hasta alcanzar el nivel freático o el techo del acuífero para el caso de los acuíferos confinados; este método utiliza varios supuestos, pero en este caso el que nos interesa es que el tiempo de residencia máxima de las bacterias en el subsuelo es de 70 días en medios porosos.

Zona no saturada

Para el cálculo del tiempo de tránsito en la zona no saturada, se usará la siguiente fórmula:

$$t = b * n / k * i(1)$$

Donde:

- **t**: Tiempo de infiltración natural del agua en días hasta alcanzar el nivel del agua subterránea
- **b**: Espesor de la zona no saturada (m)
- **n**: Porosidad del material no saturado (%)
- **k**: Permeabilidad del material no saturado (m/d).
- **i**: 1; se asume un gradiente vertical unitario en la zona no saturada.

Los parámetros a utilizar, los cuales se obtuvieron en los estudios de suelos y el perfil hidrogeológico, son los siguientes:

- **t**: parámetro a calcular.
- **b**: 2.4 metros, zona no saturada según las perforaciones locales.
- **n**: 45%, valor promedio estimado para suelos limo-arcillosos, (Driscoll, 1986).
- **k**: 0,033 m/d; valor promedio de la prueba de infiltración realizada in situ.
- **i**: 1.

Aplicando los valores en la ecuación 1 para la secuencia de los limos-arcillosos superiores tenemos que:

$$t = 2,4 * 0,45 / 0,033(1)$$

$$t = 33 \text{ días}$$

Analizando los cálculos anteriores se concluye que los potenciales infiltrados de las aguas residuales que se generen en el proyecto alcanzarán el nivel del agua subterránea en un tiempo de 33 días. Se calcula el tiempo tránsito en la zona saturada del acuífero subyacente hasta alcanzar los 70 días.

Zona saturada

Para el cálculo del tiempo de tránsito en la zona no saturada, se usará la siguiente fórmula:

$$T = d * n / k * i(2)$$

- T: Tiempo de tránsito hasta completar la degradación de las bacterias el agua subterránea con la norma establecida.
- d: distancia en metros recorrida por las bacterias en la zona saturada para completar la degradación.
- n: porosidad del acuífero (%).
- k: permeabilidad del material saturado (m/d).
- i: gradiente hidráulico del acuífero.

Dado que existen pozos cercanos se procederá a calcular la distancia (d) que le tomaría a un potencial contaminante completar el tiempo de degradación de los 70 días en la zona saturada. Como medida conservadora se tomará un valor de permeabilidad horizontal del acuífero de 1 m/día, varias veces mayor que la permeabilidad vertical. Lo anterior debido a que no se cuentan con datos de pruebas de bombeo de los pozos cercanos. Reformulando la ecuación 2 tenemos que:

$$T * k * i / n = d(2)$$

Los parámetros a utilizar en el cálculo son los siguientes:

- T: 37 días.
- d: distancia a calcular.
- n: 45%.
- k: 1 m/d.
- i: 0,001.

Por lo tanto aplicando los valores en la ecuación tenemos que:

$$37 * 1,0 * 0,001 / 0,45 = d(2)$$

$$0,08\text{metros} = d(2)$$

La distancia para completar la degradación de un potencial contaminante es menor a 1m, por lo que se considera que la amenaza es baja hacia los pozos cercanos. Se estima que además el proyecto es de muy baja densidad por lo que las fuentes potenciales de contaminación (tanques

sépticos) serán muy pocas. Ya en el sitio existen tanques sépticos funcionando sin que se hayan dado problemas de contaminación de aguas subterráneas.

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 identificado 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 carácter 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 lineamientos 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

El AP y el AID se ubican sobre sedimentos cuaternarios aluviales los cuales por la génesis y el ambiente de depositación no tienen basculamiento; se encuentran conformados en paquetes métricos de gravas, arenas y arcillas; los cuales se distribuyen a nivel regional en la zona de la llanura aluvial de Tortuguero en la zona norte de Costa Rica. A nivel local no se observaron fallas geológicas o discontinuidades geológicas que limiten las unidades superficiales, se tiene la limitante de que por topografía plana no hay afloramientos representativos de las rocas del subsuelo.

7.7.1. Amenazas sísmica

El AP y el AID se ubican en la zona del Tras-arco de Costa Rica, específicamente en la cuenca Llanuras de Guatuso, San Carlos, Sarapiquí y Tortuguero y en la zona sísmica Zona Norte de Costa Rica.

Zona sísmica Zona Norte de Costa Rica

Según Fernández & Rojas (2000); la ocurrencia anual de sismos con magnitud M mayor a 4,5 es de 1,0839 y el valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica es de 6,5 para una profundidad entre 2 y 30 km.

Para esta zona sísmica las aceleraciones horizontales máximas esperadas son de 3 m2/s, para un periodo de recurrencia de 500 años y las intensidades esperadas son de VI en la escala de Mercalli. De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica II y el sitio de cimentación se clasifica como Tipo S3.

7.7.2 Fallas geológicas activas

La sismicidad originada por las fallas regionales en la zona norte de Costa Rica constituye una amenaza importante que podría afectar las infraestructuras a construir, de acuerdo con el mapa tectónico de la hoja Limón, elaborado por Denyer et al., (2003) se distinguen las siguientes estructuras: La falla cuaternaria San Carlos, es una falla transcurrente dextral, tiene un rumbo NW y una extensión regional de unos 36 kilómetros.

7.7.3 Amenaza volcánica

De acuerdo al ambiente geotectónico en el que se sitúan el AP y el AID no se considera un riesgo para el proyecto la actividad volcánica y sus amenazas asociadas, ya que no existe un volcán activo en un radio de 75 kilómetros.

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 cercanos al AP. La topografía del AP, es ondulada a plana, no se considera la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

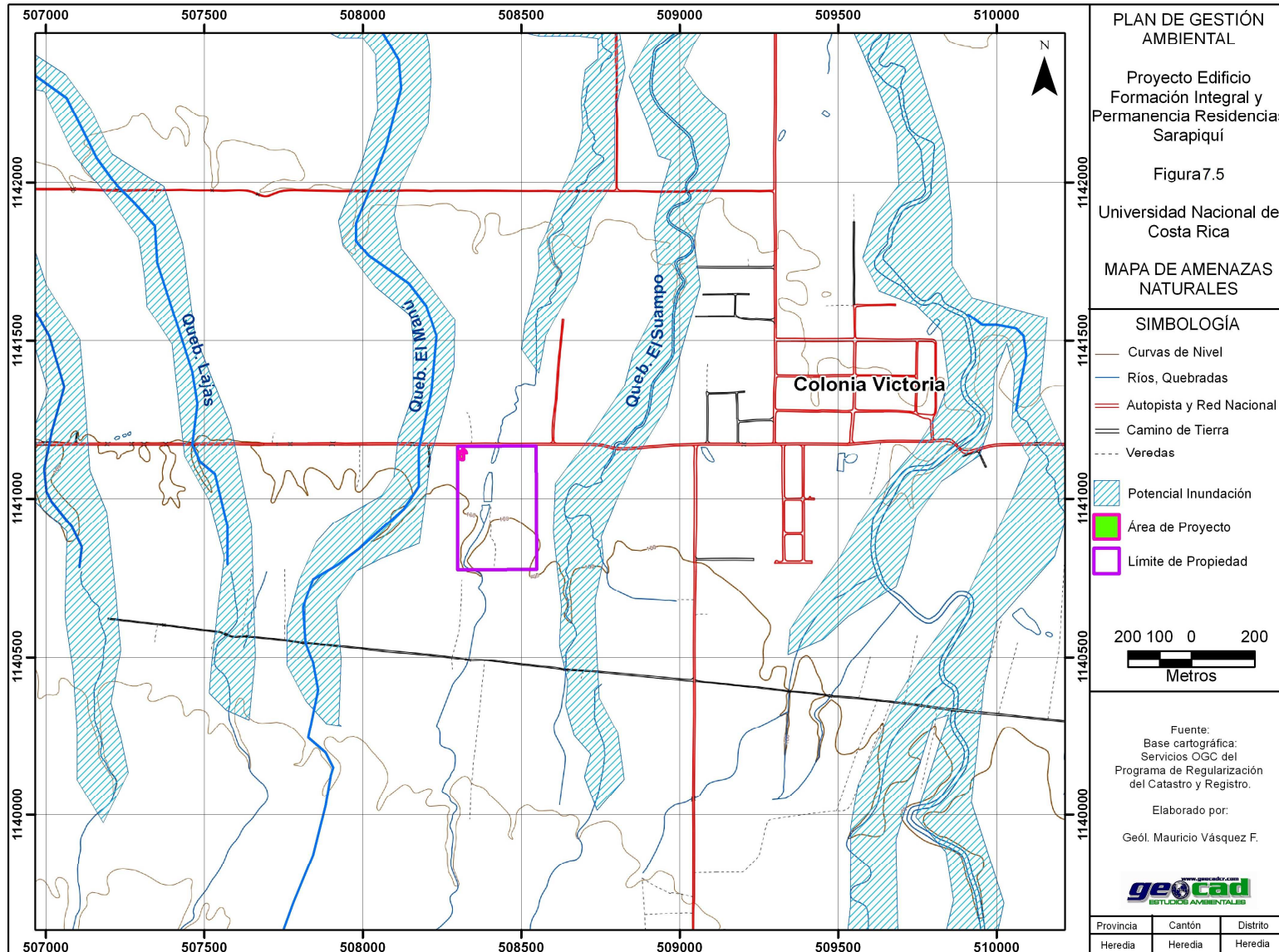
7.7.3.4 Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), los ríos cercanos al AP se han definido con un potencial a inundación, debido a los regímenes pluviales altos de la zona caribeña, lo plano del terreno y lo poco profundos que son los cauces. Por la posición con respecto al proyecto, los ríos parecen no presenta un riesgo a las obras, sin embargo no es una amenaza que deba descartarse a largo plazo.

7.7.3.5 Licuefacción, subsidencia y hundimientos

Por las condiciones geotécnicas detectadas en los suelos del AP no existe potencial de licuefacción que constituya una amenaza al proyecto, los suelos tiene propiedades cohesivas y consistencias

duras a rígidas, no existen capas de arenas sueltas saturadas por niveles freáticos someros para que se dé la condición de licuefacción.



CAPITULO VIII DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 900 m². El edificio contará con una cocina y comedor, área de lavandería y batería de baños.

El área del proyecto corresponde al campus universitario de la Universidad Nacional, sede Sarapiquí. Sin embargo, el sitio específico donde se pretende construir este edificio corresponde a un terreno localizado en el extremo sur del campus, el cual se encuentra totalmente alterado por la acción humana, dado que el mismo es parte de las áreas verdes del centro universitario.

La topografía del terreno es plana con ausencia de cobertura boscosa, así como la presencia de árboles dispersos. Para la construcción de este edificio no se requiere la corta de árboles, asimismo, la eliminación de ninguna cobertura vegetal en regeneración.

El terreno donde se llevará a cabo la obra colinda con el auditorio de la universidad y con un terreno ajeno a la universidad, el cual se considera como el área de influencia directa y que está constituido por un potrero con árboles dispersos dedicado al pastoreo de ganado.

La construcción de este edificio no va a requerir la afectación de un ecosistema frágil desde el punto de vista ecológico, así como no se va a afectar un área ambientalmente frágil.



Fotografías 8.1 y 8.2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional. Sarapiquí, Heredia. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.8.1. Ambiente terrestre o estatus de protección del área del proyecto

El área del proyecto donde se pretende llevar a cabo la construcción del edificio de residencias de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC), 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 Sarapiquí.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida, ni por ninguna área de protección, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

8.1.1.2. 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 posee 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 Muy Húmedo Tropical (bmh-T).

La zona de vida Bosque Tropical Muy Húmedo es la segunda zona de vida más extensa del país. Asimismo, al igual que el Bosque Tropical Húmedo, contiene una importante diversidad biológica, la cual se ha visto perjudicada por el crecimiento de la frontera agrícola, comanda en otrora por la ganadería extensiva y hoy en día por los cultivos de piña. Especialmente en el cantón de Sarapiquí. Esta zona de vida se caracteriza por poseer un bosque siempreverde con una estratificación ecológica muy definida, compuesta por un primer estrato de sotobosque, el cual contiene la capa arbustiva y herbácea del bosque y donde se encuentran los árboles en crecimiento. Este estrato está dominado por palmas enanas, tabacones y platanillas, tales como bijaguas y heliconias.

Un segundo estrato se entremezcla con el sotobosque y se denomina subdosel. Este posee palmas y árboles de tamaño mediano y una abundancia de lianas y bejucos. En este piso dominan las palmas y a diferencia del sotobosque, existe una mayor luminosidad, sin embargo, aún limitada por el dosel del bosque, el cual se considera como el tercer estrato. Este, se denomina también la copa de los árboles y es el que recibe la radiación directa del sol. Abundan los árboles de hojas pequeñas y copas extendidas. La altura de este estrato es superior a los 45 metros, y que contiene a su vez, la presencia de árboles emergentes, que sobresalen la altura de este estrato, alcanzando hasta los 60 metros, tal es el caso de árboles como la ceiba (*Ceiba pentandra*), así como árboles un poco más bajos, como el panamá (*Sterculia apetala*), el espavel (*Anacardium excelsum*), entre otros.

Ni en el sitio donde se construirá el edificio de residencias, ni en el campus universitario, ni en los terrenos colindantes (área de influencia directa), se puede observar un parque boscoso donde se evidencien las características de esta zona de vida. Esto debido al grado de perturbación que posee la zona, en especial por la presencia de potreros dedicados a la ganadería extensiva.



Figura 8.1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

8.1.1.3. 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 Muy Húmedo (bmh-T), que es a su vez, la que define el ecosistema presente. En este caso, se describe el único mosaico ecológico presente en el área del proyecto:

Área verde para uso antrópico:

Este mosaico representa en sí al campus universitario, el cual está conformado por edificaciones dispersas contenidas en una matriz de áreas verdes ornamentales, donde se ubica la planta de tratamiento de la universidad. No se observan en el área parches boscosos ni áreas ambientalmente frágiles que se puedan ver afectadas por la construcción de esta edificación.

Específicamente en el área donde se desarrollará el proyecto, no se observan árboles ni parches de vegetación en regeneración.



Fotografías 8.3 y 8.4. Área de proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 8.5 y 8.6. Área de proyecto. Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. 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.

Esta área de influencia está conformada solamente por un tipo mosaico ecológico, que en este caso corresponde a un potrero arbolado, donde la especie de árbol que más abunda es el madero negro (*Gliricidia sepium*), el cual es utilizado como cerca viva. Sin embargo, también se observan árboles de poró extranjero (*Erythrina poeppigiana*) y chilamate (*Ficus sp.*).

El potrero actualmente se encuentra utilizado para el pastoreo de ganado, por lo que no se observan repastos abandonados, ni cobertura vegetal en regeneración.



Fotografías 8.7 y 8.8. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Campus de la Universidad Nacional – Sede Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.1.1.4. Cobertura vegetal actual por asociación natural

Como se mencionó anteriormente, se presentan un mosaico ecológico para el AP, el cuál es área verde para uso antrópico, y un mosaico ecológico para el AID, el cual es potrero arbolado.

- Área verde para uso antrópico: Este mosaico representa en sí al campus universitario, el cual está conformado por edificaciones dispersas contenidas en una matriz de áreas verdes ornamentales, donde se ubica la planta de tratamiento de la universidad. No se observan en el área parches boscosos ni áreas ambientalmente frágiles que se puedan ver afectadas por la construcción de esta edificación.

Específicamente en el área donde se desarrollará el proyecto, no se observan árboles ni parches de vegetación en regeneración.

- Potrero arbolado: Representada por árboles de madero negro (*Gliricidia sepium*), el cual es utilizado como cerca viva. Sin embargo, también se observan árboles de poró extranjero (*Erythrina poeppigiana*) y chilamate (*Ficus sp.*).

8.1.1.5. 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.

Por las condiciones, tanto del área del proyecto, como del área de influencia directa, muchas de las especies citadas en las listas no se encuentran en el campo, sin embargo, se toman como referencias para la zona.

Cuadro 8.1.
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional,
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Calathea spp.</i>	Bijagua	Marantaceae
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Ficus spp.</i>	Chilamate	Moraceae
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Papilionaceae
<i>Heliconia spp.</i>	Heliconia	Heliconiaceae
<i>Hyeronima alchornoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae
<i>Inga spp.</i>	Guabo	Mimosaceae
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae
<i>Musa acuminata</i>	Banano	Musaceae
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Mimosaceae
<i>Senna reticulata</i>	Saragundí	Caesalpiniaceae
<i>Simaruba amara</i>	Aceituno	Simarubaceae
<i>Spondias monbin</i>	Jobo	Anacardiaceae
<i>Virola koschnyi</i>	Fruta dorada	Myristicaceae
<i>Vochysia ferruginea</i>	Mayo colorado	Vochysiaceae
<i>Vochysia spp.</i>	Botarrama	Vochysiaceae
<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Caesalpiniaceae

Cuadro 8.2.
Listado de la fauna observada en el AP y AID. Universidad Nacional.
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
AVIFAUNA		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	Ardeidae
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán capulinero	Accipitridae
<i>Coragyps atratus</i>	Zoncho	Cathartidae
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo	Cuculidae
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pechoamarillo	Tyrannidae
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola	Icteridae
<i>Ramphocelus passerinii</i>	Sargento	Thraupidae
HERPETOFAUNA		
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	Chorytophanidae
<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	Iguanidae
MASTOFAUNA		
<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	Procyonidae
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Procyonidae
<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla	Sciuridae

8.1.1.6. 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.

Por las condiciones, tanto del área del proyecto, como del área de influencia directa, muchas de las especies citadas en las listas no se encuentran en el campo, sin embargo, se toman como referencias para la zona.

Cuadro 8.3.

Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional. Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
<i>Calathea spp.</i>	Bijagua	Marantaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró	Papilionaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ficus spp.</i>	Chilamate	Moraceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Papilionaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Heliconia spp.</i>	Heliconia	Heliconiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Hyeronima alchornooides</i>	Pilón	Euphorbiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Inga spp.</i>	Guabo	Mimosaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Musa acuminata</i>	Banano	Musaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Mimosaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Senna reticulata</i>	Saragundí	Caesalpiniaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Simaruba amara</i>	Aceituno	Simarubaceae	No está en los apéndices	No aparece

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
<i>Spondias monbin</i>	Jobo	Anacardiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Virola koschnyi</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Vochysia ferruginea</i>	Mayo colorado	Vochysiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Vochysia spp.</i>	Botarrama	Vochysiaceae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Caesalpiniaceae	No está en los apéndices	No aparece

Cuadro 8.4.

**Listado de la fauna observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional.
Campus Sarapiquí. Sarapiquí, Heredia. Noviembre de 2013.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO CITES	ESTADO UICN
AVIFAUNA				
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	Ardeidae	No está en los apéndices	LC
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán capulnero	Accipitridae	Apéndice III	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Zoncho	Cathartidae	No está en los apéndices	LC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo	Cuculidae	No está en los apéndices	LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pechoamarillo	Tyrannidae	No está en los apéndices	LC
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola	Icteridae	No está en los apéndices	LC
<i>Ramphocelus passerinii</i>	Sargento	Thraupidae	No está en los apéndices	LC
HERPETOFAUNA				
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	Chorytophanidae	No está en los apéndices	No aparece
<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	Iguanidae	No está en los apéndices	No aparece
MASTOFAUNA				
<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	Procyonidae	Apéndice III	LC (población reduciéndose)
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Procyonidae	No está en los apéndices	LC (población aumentando)
<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla	Sciuridae	No está en los apéndices	LC

8.1.1.7. Fragilidad de ecosistemas

Tal y como se puede observar en la descripción del área del proyecto, así como en las fotografías que lo ilustran, la calidad ambiental del área del proyecto es baja, debido a que se encuentra aprovechado por el ser humano, y porque no se observan parches de vegetación que puedan servir de refugio para la fauna nativa.

Las especies que tienden a habitar este tipo de parajes poseen características fisiológicas que les permite adaptarse y hacerle frente a las significativas variaciones de temperatura y radiación solar. Así como, a la limitada oferta de atributos ecológicos, en este caso, refugio y alimento. Para hacerle frente a esta presión ambiental, las especies que frecuentan estos sitios poseen un comportamiento y hábitos alimenticios generalistas, como parte de una gran plasticidad ecológica que les permite sobrevivir.

La fragilidad ambiental del área del proyecto se considera baja, al considerar la capacidad de recuperación ecológica que posee el terreno en donde se ubicará el edificio de residencias, hasta alcanzar las condiciones actuales (previas al inicio de la fase constructiva). Asimismo, tal y como se indicó anteriormente, para la construcción de este edificio no se verá afectado ningún ecosistema en riesgo, ni ninguna área ambientalmente frágil.

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 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS SARAPIQUÍ

Universidad Nacional



Heredia, Sarapiquí, Horquetas

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 Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) el cual ofrece las carreras de “Licenciatura en Administración”, “Licenciatura en Administración de Oficinas”, “Diplomado en Gestión Integra de Fincas”, “Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información” y “Diplomado en Recreación Turística”
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de urbanizaciones, siendo la denominada “Barrio San Marcos” la más próxima al “Recinto Sarapiquí”.
- Agropecuario. En los alrededores del “Recinto Sarapiquí” se observaron varios terrenos dedicados a la tenencia de ganado, así como al cultivo de productos agrícolas.
- Comercial. Dado por la existencia de algunos establecimientos tales como abastecedores, sodas, bazares.

Con las siguientes fotografías se evidencia algunos de los usos de la tierra presente en los sitios aledaños al AP:



Fotografía 9.1. Ejemplo del uso agropecuario de la tierra en los sitios aledaños a la sede del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.2. Establecimiento comercial ubicado 300 mts al Este de las afueras del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografías 9.3 y 9.4. Ejemplo del uso habitacional de la tierra en el sector cercano al AP: viviendas en del “Barrio San Marcos” (MAPG-Noviembre, 2013)

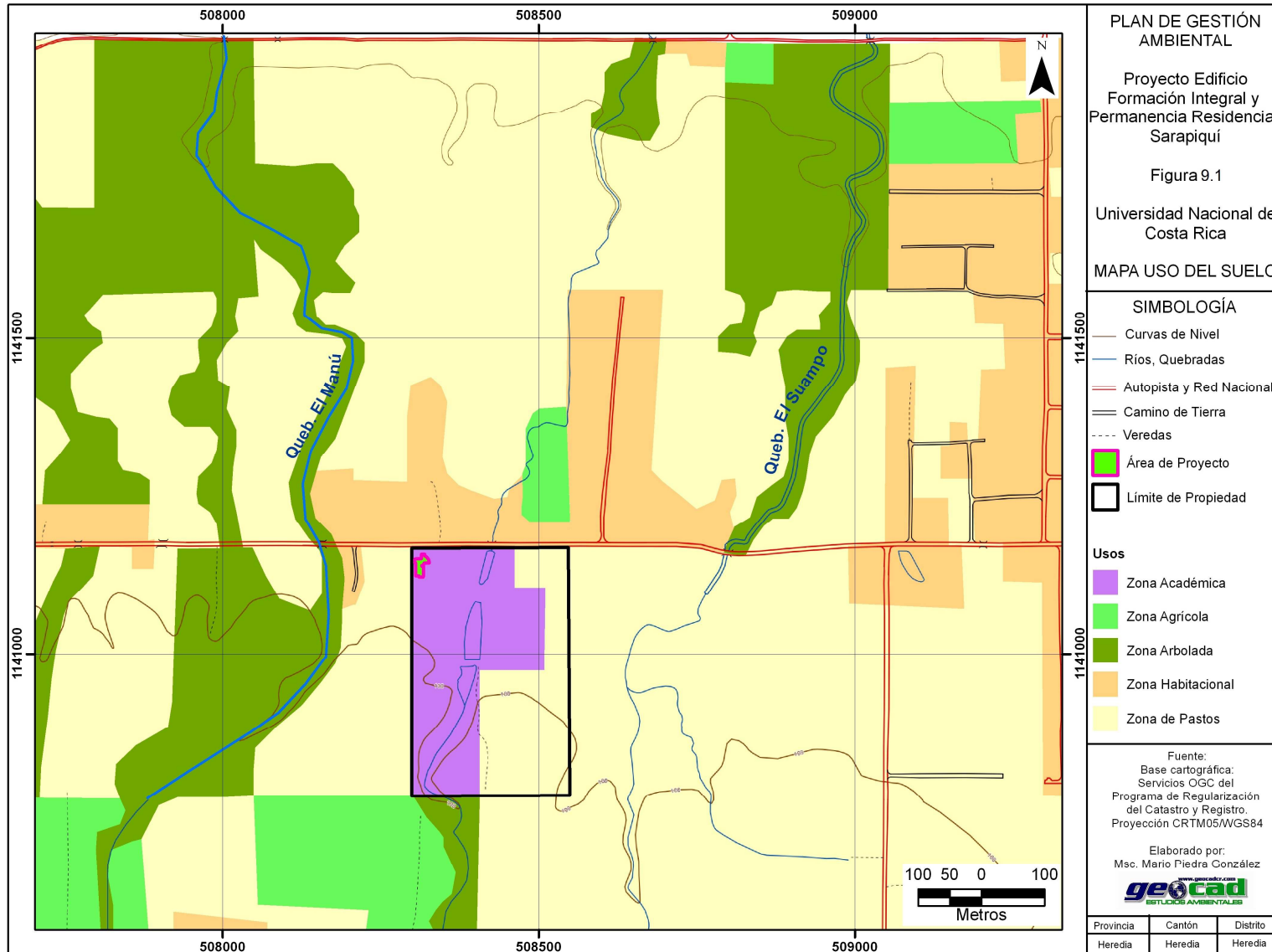
En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de usos de la tierra, el principal cambio se daría en el mismo AP, ya que éste dejaría de ser un espacio sin uso específico para dar lugar a una edificación y/o infraestructura en la que se llevarían a cabo actividades humanas (residencias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

9.2. Características culturales y sociales de la población

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito “Horquetas”, mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 45.4, lo que ubicó a ese distrito en la posición 350 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 “Horquetas” posee un 3.7% de su territorio en zona urbana y un 96.3% corresponde a zona rural. En la totalidad del distrito habitan 24331 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 43 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).



La población del distrito representa el 42.6% de toda la población del cantón de Sarapiquí y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 102 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 40.3% de la población es menor de 20 años; un 54.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.7% 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 43.0% de las personas nacieron en el cantón de Sarapiquí, un 48.3% de las personas nació en otro cantón y un 8.7% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

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

Cuadro N° 9.1	
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia	
Residencias Sarapiquí	
Distrito horquetas: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	17.2
✓ Población con algún tipo de discapacidad	10.6
✓ Población que no sabe leer o escribir	8.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	24.6
✓ Población con estudios superiores	6.7
✓ Población con título de educación formal	73.3
✓ Viviendas ocupadas independientes	97.9
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	20.1
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	1.3
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) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio (“Recinto Sarapiquí”), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores.

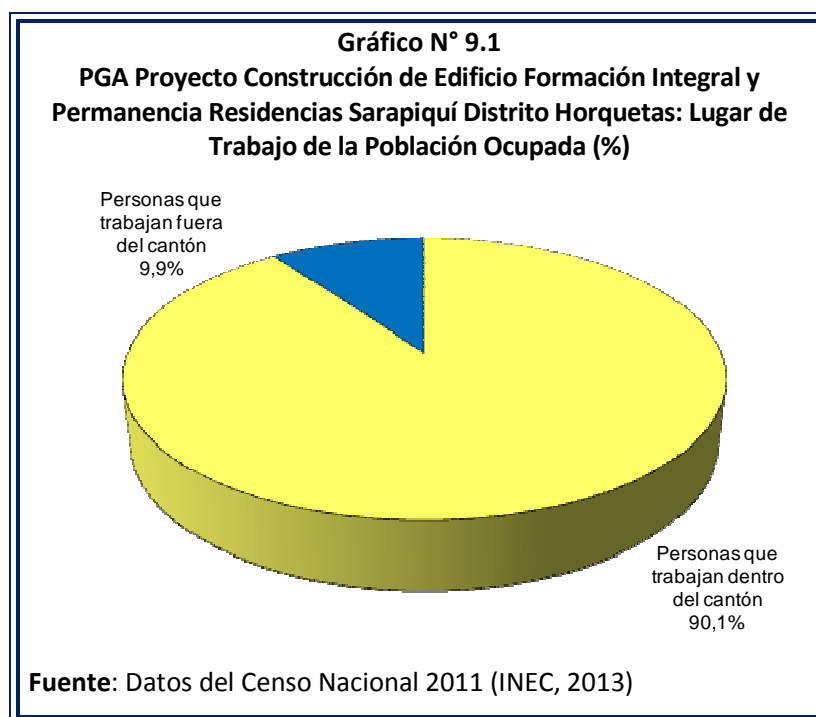
9.2.1 Económicas

En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 44.7% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito “Horquetas” forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 55.3% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito “Horquetas” registró en el año 2011 un 2.9% de población desocupada, al tiempo que un 22.4% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 70.5% 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 42.5% lo hace en el sector primario, un 14.6% en el sector secundario y un 42.8% 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 “Horquetas” así como de la totalidad del cantón de Sarapiquí, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes, quienes encuentran en dicho territorio las opciones necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:



La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito “Horquetas” 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 la infraestructura 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, más orientadas a la prestación de bienes y servicios, 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, se identificaron las siguientes características:

- Existe una calle de acceso que permite llegar hasta el AP así como a otras instalaciones de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”),
- Dicha calle, que se deriva de la carretera que pasa frente al “Recinto Sarapiquí” (Ruta N° 229), está asfaltada, consta de dos carriles, se encuentra en buen estado y no dispone de sistemas para el manejo adecuado de las aguas pluviales (cunetas, alcantarillas, etc.),
- A lo largo de esa vía, de aproximadamente 500 metros no existen aceras para la seguridad de los peatones que caminan por el sitio (estudiantes, trabajadores y/o visitantes del “Recinto”),
- El tránsito de vehículos por la vía que da acceso al AP es intermitente y consiste en los automotores de las personas que llegan a las instalaciones del “Recinto Sarapiquí”,
- En las afueras del “Recinto” se ubica la Ruta N° 229, en la cual el tránsito vehicular es constante y de todo tipo, particularmente de vehículos pesados por el tipo de actividad que se da en la zona (ganadería y producción de banano),
- En un tramo de dicha ruta se identificó un espacio utilizado como acera y zona de seguridad para las personas que se movilizan en bicicleta (ciclovía). Se identificaron igualmente señales y demarcación vial,

Con las siguientes fotografías se evidencian las características de seguridad vial y de circulación de vehículos en el sector de análisis:



Fotografías 9.5 y 9.6. Vista general del tramo de la Ruta N° 229 que pasa frente al “Recinto Sarapiquí” (MAPG-
Noviembre, 2013)



Fotografías 9.7 y 9.8. Ejemplo de los dispositivos de seguridad vial existentes en las cercanías del “Recinto Sarapiquí”: a la izquierda se aprecia una señal de tránsito advirtiendo la presencia de estudiantes. A la derecha se observa un espacio utilizado como acera y ciclovía (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 por la zona (vagonetas, camiones de carga, etc.) los cuales serán los encargados de transportar hasta el AP 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 “Recinto Sarapiquí” con la Ruta N° 229.

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 de emergencias, particularmente sistemas contra incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del “Recinto Sarapiquí” como en las afueras de éste.



Fotografías 9.9, 9.10, 9.11, 9. 12. Dispositivos para la atención de incendios existentes en distintos puntos del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del cantón Sarapiquí, 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 en la edificación que se construya una vez que la misma se encuentre en operación.

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 Sarapiquí		
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)		

Con las siguientes fotografías se evidencian algunos de los servicios básicos identificados en los sitios aledaños al AP:



Fotografías 9.13 y 9.14. Teléfono público ubicado en las afueras del “Recinto Sarapiquí” y tanque de almacenamiento de agua (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 podría 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 la edificación a construir se fundamenta 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 la prestación de esos servicios sin que ello signifique una merma en la calidad de los servicios que recibe actualmente la población que reside y/o trabaja en los sitios aledaños al AP.

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, tanto en las instalaciones de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) como en las afueras de éste, las infraestructuras comunales identificadas fueron las siguientes:

- Espacios deportivos y/o recreativos. Dentro de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) y en los sitios aledaños al AP existen varios espacios que son utilizados por estudiantes y trabajadores de la UNA para practicar deporte o recrearse.
- Obras comunales. En las afueras de la “Sede Región Huetar Norte y Caribe” (“Recinto Sarapiquí”) se identificaron como infraestructuras de uso comunal el espacio utilizado como acera y ciclovía, así como varias paradas de autobús.

Con las siguientes fotografías se evidencia algunas de las infraestructuras comunales existentes en el sector de análisis:



Fotografía 9.15. Cancha multiuso existente dentro del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.16. Tramo de la acera y ciclovía en las afueras del “Recinto Sarapiquí” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografías 9.17 y 9.18. Paradas de autobús existentes en las cercanías del “Recinto Sarapiquí” (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 afectará 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 generará 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 arriban al sector.



Fotografía 9.19. Condiciones del AP al momento de realizar la visita de campo. Se observa la presencia de un área verde con algunos árboles dispersos, así como la existencia de infraestructuras o edificaciones de un nivel y de poca cobertura en metros cuadrados (mts^2), aspecto que con el Proyecto implicará un cambio en el paisaje del lugar ya que se construirá un edificio de 2 niveles y una superficie aproximada de 900 mts^2 (MAPG- Noviembre, 2013)