

Para determinar con más detalle las características en las depresiones dentro y en la periferia del proyecto propuesto, se llevó a cabo un análisis morfométrico preliminar de las depresiones existentes. En este análisis, se dividió un sector del cuadrángulo en 16 bloques de un (1) kilómetro cuadrado donde, se incluye el área del proyecto (Ver en el Apéndice 4). En dicho sector o área global, el proyecto se localiza dentro de los bloques Núm. 6, 7, 10 y 11. Demás está decir, que el área global de 16 kilómetros cuadrados, incluye también la Formación Aguada la cual no está presente en el proyecto.

Entre las características más importantes se encuentra que la densidad de sumideros en el área de estudio (área global) es:

$D_{ST} = \sum S_i/A_T = 4.0 \text{ sum./km.}^2$  Por el contrario, la densidad de sumideros para el proyecto (bloques 6, 7, 10, 11) es:  $D_{SP} = 3.75 \text{ sum./km.}^2$

Si consideramos otros estudios llevados a cabo para 6,876 sumideros en Puerto Rico, se ha estimado que la densidad de sumideros para la Zona Cársica de Puerto Rico (ZCPR) es de 5.39 sum./km<sup>2</sup> (White, Troester, 1982). Es evidente, que si nos alejamos de la Formación Aguada y nos dirigimos hacia el Sur entrando al área del proyecto, la probabilidad de encontrar sumideros se reduce con relación a lo esperado para la ZCPR.

El estudio morfométrico realizado, también nos reseña: la cantidad de sumideros por bloque (km<sup>2</sup>) y su porcentaje; la morfología (redondeados e irregulares) y; se incluye una tabla donde se informa la posición (latitud y longitud), diámetro o dimensiones y, la elevación de cada sumidero catalogado.

En síntesis, podemos decir que la presencia de tres (3) sumideros en el área del proyecto representa el 4.6% del total de 64 sumideros encontrados en un área de 16 kilómetros cuadrados.

Es importante indicar, que de los tres (3) sumideros localizados en el sector inmediato a las colinas de caliza a ser preservadas, solamente uno (1) es el que evidentemente recibe aproximadamente un 85% de la descarga pluvial que proviene de la Carretera Estatal 129. Lógicamente, opinamos también que parte de la precipitación pluvial penetra por los otros dos (2) sumideros. No obstante, la descarga (Q), en pies cúbicos por segundo (cfs), que penetra por el sumidero principal durante eventos de lluvia normales y extraordinarios no la conocemos. Imaginamos, que la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT), hizo sus cálculos para poder diseñar los cinco (5) tubos que descargan hacia el predio del proyecto propuesto sin considerar los daños a esta finca. Sí estamos seguros de que, cuando se construyó la carretera aludida para mediados de los años sesenta, la ACT consideró la utilidad que tenía el sumidero para disponer del agua pluvial sin considerarse el daño a la finca y la posibilidad de que al sumidero entrara agua contaminada con residuos de gasolina, asfalto, aceites, etc. En ese momento, la ACT pudo haber considerado el desarrollo del sumidero, aumentando su conductividad, y revistiendo las paredes del mismo con gaviones como se ha hecho con los sumideros a lo largo de la Carreteras Estatales PR-22 y PR-2. Desafortunadamente, para los años sesenta y principios de los setenta, los sumideros no se desarrollaban como Facilidades de Inyección Subterránea (FIS) planificadas. Hoy día, estos FIS son permitidos de acuerdo al Reglamento por la Junta de Calidad Ambiental.

Para comprender cómo se puede impactar el acuífero, es necesario saber dónde se encuentra éste. En general, la Formación Cibao, por ser la formación más variable en término de su granulometría, actúa como una capa confinante por su alto contenido arcilloso o, como un acuífero. En el área cercana a San Juan, se comporta como un acuífero, al igual que en el área de Corozal en el miembro Montebello (Guisti, 1978). Es importante

saber, que la parte acuífera de la Formación Cibao, tiene una permeabilidad de 0.005 cm/seg., siendo mucho menor que las formaciones más cercanas a la costa como la Aguada y la Aymamón. Esta situación, hace poco probable que dichas áreas que son consideradas acuíferas, sean afectadas por la precipitación o escorrentía del proyecto dada la distancia. Si por el contrario, consideramos parte de la Formación Cibao como un área de recarga, debemos tener en cuenta lo siguiente: Primero, aproximadamente 95% del proyecto propuesto está sobre la Formación Cibao, Margas (Tc). Segundo, las margas poseen suelos arcillosos plásticos e impermeables. Por tal razón, el Servicio de Conservación de Suelos define seis (6) tipos de arcillas para dicha área, siendo la única excepción la Roca Soller (SrF). El resultado de la combinación de tantas arcillas impermeables, es que la permeabilidad a través de estos suelos es muy baja y por ende, la recarga al acuífero es extremadamente pobre en el área del proyecto. Por tal razón, el impacto por recarga al acuífero en el área del proyecto es mínima. Ver Mapa Geológico y la descripción de los suelos.

Si fuésemos a considerar la potencial contaminación hacia el llamado acuífero, que proviene de los pozos sépticos de cientos de residencias en las comunidades aledañas por la ausencia de sistemas sanitarios, tendríamos que especular que dicho acuífero está siendo contaminado al presente. Para reducir tales riesgos, entonces es imprescindible que se construya un proyecto que cuente con un sistema sanitario, y un sistema de bombeo como el propuesto.

En síntesis podemos concluir, que la contribución del agua pluvial del área del proyecto, por percolación e infiltración, no será más contaminante que la que actualmente proviene de la Carretera Estatal PR-129 directo al sumidero. Por el contrario, la velocidad y el exceso en volumen puede ser controlado a través de una charca de retención usando disipadores de energía

y filtros antes de que el agua entre en la charca y luego al sumidero. Información final, relacionada al volumen de agua pluvial; pendientes ( $S_i$ ); profundidad de la charca; dimensiones finales; diámetros de tuberías ( $\emptyset$ ); descarga de entrada y salida ( $Q$ ) serán informadas a la JCA cuando se realice un balance de cómo contribuye el proyecto a la descarga pluvial actual.

#### 2.4.2 Colinas de Caliza y Mogotes

Los términos colinas de caliza y mogotes, han sido utilizados por mucho tiempo de forma incorrecta. Tanto las agencias, como los ambientalistas y, algunos geólogos intercambian ambos términos geomorfológicos con mucha frecuencia. Para comprender mejor, cuáles de estos relieves topográficos deben llamarse mogotes, es necesario referirnos a las publicaciones del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). El geólogo Watson H. Monroe del USGS, reconocido como una autoridad en formaciones caliza y, autor de muchos de los cuadrángulos geológicos de la Zona Cársica de Puerto Rico (ZCPR) nos ilustra sobre cuáles relieves deben considerarse como mogotes.

De acuerdo al USGS, los mogotes se definen como:

“Colinas que se levantan sobre los depósitos de mantos de arena en la parte Norte de Puerto Rico.” Sus características en Puerto Rico son las siguientes:

1. Colinas con paredes o lados muy empinados, que se levantan sobre las planicies cubiertas de mantos de arena.
2. La mayoría tienen cerca de 30 metros de altura y, otros pueden alcanzar 50 metros.
3. Comúnmente, el tope es redondeado pero algunos pueden tener un tope nivelado (flat) o puntiagudos (pointed). Algunos son asimétricos, tiene un lado de hasta  $45^\circ$  y un lado empinado.

4. Casi todos los mogotes en Puerto Rico se componen de material de la Caliza de la Formación Aymamón o, son de material de la Caliza Aymamón descansando sobre la Caliza Aguada.
5. Los mogotes son remanentes de un cuerpo continuo de caliza que existen solos (isolated) o sea, son colinas residuales sobre los mantos de arenas.

Todas estas características, según describen Monroe (1979), Thorp (1934) y Miotke (1971), son las que aplican para definir los mogotes en Puerto Rico de acuerdo al Servicio Geológico Federal (USGS).

Dadas tales características, las cadenas de calizas dentro y al Norte del proyecto propuesto, no se pueden considerar como mogotes por las siguientes razones:

- a.) No son colinas residuales sobre los mantos de arena.
- b.) No están en la caliza Formación Aymamón.
- c.) No son material de Caliza Aymamón sobre la Caliza Aguada.

En síntesis, podemos decir que toda la topografía alta dentro y al Norte del proyecto, debe considerarse como colinas de roca caliza. Es por esta razón, que en este documento nos referimos al material geológico rocoso que aflora en el proyecto, se le llama de la forma oficialmente reconocida.

Volviendo a los sumideros, éstos no están necesariamente asociados con los mogotes. Los mogotes pueden subsistir por sí solos sin los sumideros. Podemos añadir, que todas las calizas pueden tener cavidades y cuevas aunque estos términos no deben intercambiarse.