La expansividad en algunos suelos, no es por sí sola, una limitación para los desarrollos urbanos. En áreas geográficas, donde no ocurren cambios drásticos en el contenido de humedad en los suelos arcillosos expansibles, por la alta y constante precipitación, no se debe esperar daños en las estructuras debido a la expansividad (F.H. Chen, 1985). Tales suelos se dicen que están en equilibrio con el ambiente. Esta situación suele darse en áreas montañosas donde normalmente son húmedas o tienen una precipitación constante mayor de 50" al año. No se debe perder de perspectiva, que existen métodos aceptados en la práctica de la ingeniería para construir fundaciones sobre suelos expansibles y que hacen posible la construcción de todo tipo de estructuras en las arcillas Perchas (PhC2 y PhD2) y Colinas (CIF2.

La afirmación infundada, de que las pendientes de los taludes en los suelos presentes son limitaciones para el desarrollo del área, es imprecisa pues los taludes pueden ser diseñados de forma segura. Debemos enfatizar, que existen diferentes posibilidades para los diseños de los taludes cuando se construye sobre rocas calizas y sobre suelos residuales. El mejor ejemplo, lo constituyen los taludes estables a lo largo de la PR-129 desde Arecibo a Lares y, la existencia de estructuras livianas y pesadas en los suelos cercanos al proyecto propuesto. Todas estas estructuras, incluyendo iglesias, estructuras mayores de una planta, almacenes comerciales, etc., están sobre los mismos suelos que sin evidencia se refutan con limitaciones. Las soluciones a tales limitaciones son posibles debido a que la ingeniería de suelos puede dar recomendaciones seguras para las fundaciones y cortes del material en diferentes suelos.

Por tal razón, cada desarrollo debe estar basado en un estudio geotécnico específico para poder definir las propiedades de ingeniería de los suelos.

En cuanto a cavidades en la roca caliza, éstas son de esperarse en este tipo de formación geológica. No obstante, existen más de veinte (20) soluciones en la ingeniería para poder construir cimientos para poder levantar edificaciones de todo tipo (puentes, fábricas, almacenes, iglesias, casas, etc.) de forma segura. Tales soluciones, no se discuten en este documento, por ser materia de diseño y estar fuera del alcance de este informe.

Los desarrolladores llevaron a cabo un estudio preliminar del subsuelo para el proyecto propuesto, consistente en ocho (8) exploraciones geotécnicas y seis (6) clasificaciones de suelos para determinar las propiedades de ingeniería de los suelos para el diseño de las fundaciones, excavaciones y estabilidad. Esta exploración, considera la topografía de área, para establecer que el estudio sea representativo en cuanto al número de barrenos y los cambios litológicos de los materiales geológicos. De igual forma, la exploración se llevó a cabo teniendo en cuenta la Ley 111 para la protección de sumideros y cuevas.

Basado en las exploraciones y observaciones de campo, esta exploración preliminar concluye lo siguiente:

- Los suelos aluviales superficiales son unas arcillas de consistencia que varían entre mediana a rígidos (stiff) con alta plasticidad, con un grosor típico de 2 pies (0.7 metros) en la mayor parte de la finca excepto, en un área donde el grosor llega hasta 12 pies. Se estima que gran parte de este material se puede remover y sustituirse con material selecto granular no expansivo para cimentar las fundaciones.

- Basado en las exploraciones y en las observaciones de campo, el área está mayormente sobre caliza tisosa y lodolita calcárea. No debe esperarse que en este tipo de material se formen cavidades ni tampoco el asentamiento del terreno en la mayor parte de la finca.
- El material se puede excavar con equipo motorizado convencional incluyendo palas mecánicas "Bulldozer" D-8 y D-9.
- La escorrentía natural del área del proyecto está controlada por sectores de alta porosidad en la roca caliza que drenan el flujo pluvial en las partes bajas más al Norte de la finca.
- No se observaron indicaciones que fomenten la inestabilidad en gran escala en el área del proyecto.
- Preliminarmente se recomiendan taludes de 1.5: 1.0 (H:V) con terrazas de 2 metros en la parte Sur hasta taludes que pueden ser mayores de 1(H):1(V) en los sectores rocosos al Norte. Taludes empinados (i.e. 1 H : 4 V) no serán necesarios en el nuevo concepto presentado pues las colinas de caliza en la parte Norte del proyecto no serán alteradas.

El informe geotécnico concluye que no existen rasgos morfológicos de índole geológica ni características geotécnicas que impidan la construcción del proyecto propuesto. Ver Informe de Suelos en Apéndice 3.

2.4 Formaciones Geológicas

De acuerdo a los Mapas Geológicos de los Cuadrángulos de Bayaney (USGS Map-I-525) y Camuy (USGS Map-GQ-197), el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Formación Cibao y Suelos Aluviales. Estas formaciones se describen como sigue:

- Formación Cibao, Marga (Tc) – Esta formación consiste mayormente de limo y arena pobremente consolidados que contienen capas de piedrecillas y finas capas de densa caliza. El color de la marga varía de rojo a amarillo, amarillo a marrón, marrón a gris oscuro.
- Suelos Aluviales (Qa)-Estos suelos están representados mayormente por arcillas limosas de alta plasticidad y de un grosor variable. Usualmente se circunscriben a zonas de relieve o topografía baja. Ver el Mapa Geológico en la Figura 8.

2.4.1 Estructuras Geológicas, Estabilidad y Drenajes

De acuerdo a los Cuadrángulos Geológicos de Bayaney y Camuy, no existen fallas geológicas que atraviesen el área del proyecto propuesto y que puedan promover áreas inestables por su presencia.

En cuanto a sumideros se refiere, es importante aclarar algunos conceptos geomorfológicos usados. En primer lugar, es necesario indicar que en nuestra Isla existen en general, diferentes tipos que de depresiones topográficas (Monroe, 1976) tales como: depresiones de solución, depresiones por deslizamientos, y depresiones por el viento en la arena y aquellas hechas por el hombre. De igual forma, no se debe confundir cambios en elevaciones cuando se muestran contornos cerrados, con depresiones de solución o sumideros.

Existen en el Norte de Puerto Rico miles de depresiones con una profundidad promedio de cinco (5) metros y, muy pocas que exceden los 30 metros. Estas depresiones se encuentran mayormente en las Formaciones Aguada y Aymamón. Existen excepciones, como lo es el sumidero Tres Pueblos a cuatro (4) kilómetros al Suroeste del proyecto el cual tiene una profundidad de 120 metros en la Formación Lares.