Evaluación de hábitat

EVALUACIÓN DE HÁBITAT

PARQUE TECNOLÓGICO
CAYEY, PUERTO RICO

TerraMare

Estudios Flora & Fauna • Delimitación de Humedales • Inventario de Árboles • Plan de Reforestación

EVALUACIÓN DE HÁBITAT NATURAL

PARQUE TECNOLÓGICO
CAYEY, PUERTO RICO

INTRODUCCIÓN

Por solicitud de personal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA); y a petición de Servicios Técnicos y Científicos Inc. y Vaquerías Montellano S.E., se presenta una evaluación de hábitat natural. En este documento se evalúa el hábitat natural actual que se observa en el predio propuesto para el desarrollo de un Parque Tecnológico en el municipio de Cayey. El predio para el proyecto propuesto se localiza a la altura de la carretera PR#52 kilómetro 35.4 en el barrio Vegas del municipio de Cayey y abarca aproximadamente unas 152 cuerdas.

En los meses de diciembre del 2003, y enero, junio y julio del 2004 se realizó un estudio de Flora y Fauna para el Parque Tecnológico (al cual nos referiremos como **FFPT**). A partir de los elementos de vegetación y de los organismos de la fauna identificados durante el estudio de FFPT, se presenta el tipo de hábitat observado en el predio propuesto para desarrollo a la luz de la Ley #241, Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, del 15 de agosto de 1999 según enmendada. También, se presentan las disposiciones del Reglamento #6765, Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico según apliquen al caso en discusión.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTUDIO DE FLORA & FAUNA REALIZADO EN EL PREDIO DE REFERENCIA

Elementos de Flora y Fauna

Durante el estudio de FFPT se identificaron unas 80 especies de plantas y 34 de fauna vertebrada. La vegetación observada es característica de la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical. Esta zona de vida presenta suelos y climas apropiados para el desarrollo de actividades agrícolas y asentamiento humano. Como se mencionó en el estudio de FFPT: *"El impacto de la actividad agrícola en los terrenos bajo estudio, ha sido continuo e intenso hasta el presente. Los pastos mejorados constituyen la cobertura principal de los terrenos. Por lo cual, la familia Poaceae presenta el mayor número de especies identificadas."*

El interior del predio se encuentra cubierto en un 90% por plantas herbáceas principalmente de la familia Poaceae con 18 especies (ver Tabla 1 en estudio de FFPT: Flora observada en terrenos propuestos para el Parque Tecnológico, barrio Vegas, Cayey, PR.). Además de las gramíneas, a orillas y bordes de los accesos y caminos interiores se observan herbáceas y arbustos de especies colonizadoras de sucesión temprana. Los pocos árboles que se observan se encuentran esparcidos en guardarrayas y caminos interiores, proveyendo sombra para el ganado. Entre la vegetación se identificaron varios elementos catalogados como plantas de humedal (13 especies, obligadas y/o facultativas) a lo largo de los ríos La Plata y Guavate que forman parte de las colindancias del predio.

Con respecto a la flora, no se identificaron especies catalogadas como endémicas, críticas, ni en peligro de extinción debido al uso del predio para actividades de pastoreo vacuno, por lo que se dificulta el establecimiento de especies vegetativas consideradas críticas o en peligro. Debido a la cobertura dominante de pastos se observó una gran cantidad de mariposas entre los invertebrados identificados, las cuales se alimentan y utilizan las herbáceas presentes en el predio.

En la fauna vertebrada, solo se identificaron cuatro especies endémicas, dos coquíes, una tortuga, y un ave (ver Tabla 3 en estudio de FFPT: Fauna vertebrada observada en terrenos propuestos para el Parque Tecnológico, barrio Vegas, Cayey, PR.). Estas especies son comunes en la región, y se observaron principalmente alrededor de los márgenes de los ríos. Ninguna de las especies identificadas se cataloga como crítica o en peligro de extinción. Las aves son el grupo con mayor número de especies. Las golondrinas, pitirres, chamorros, veteranos y diablitos fueron las aves que más abundan y que se observaron continuamente sobrevolando los cuerpos de agua y pastizales abiertos. Se observaron grupos de garzas ganaderas utilizando las arboledas en las orillas de los ríos para pernoctar.

No se observaron especies de fauna críticas ni en peligro de extinción durante las búsquedas en las arboledas. Sin embargo, es posible que individuos de la paloma sabanera *Patagioenas inornata* se observen sobrevolando el predio en un futuro debido a observaciones recientes de la misma, en la carretera PR#1 y PR#738 del municipio de Cayey (comunicación personal técnicos División de Recursos Terrestres del DRNA).

Ecosistemas

A la luz de las asociaciones de flora existentes en el predio bajo estudio, tenemos dos ecosistemas: **un sistema ribereño**, el cual esta compuesto principalmente por una asociación de árboledas de bambú con arbustos y herbáceas características de lugares húmedos a lo largo de los márgenes del río La Plata y Guavate; y **un valle ribereño**, el cual presenta terrenos llanos cubiertos principalmente por pastos mejorados para la ganadería. Este tipo de ecosistema sirve de hábitat natural principalmente para las especies de fauna invertebrada como las mariposas, y vertebrados como los coquíes, pitirres, veteranos y diablitos.

EVALUACIÓN DE HÁBITAT

Luego de haber identificado los elementos de flora y fauna que componen los ecosistemas observados en el predio, revisamos la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 del 15 de agosto de 1999, según enmendada. Esta ley estable la política pública del gobierno con respecto a la protección de las áreas naturales y la vida silvestre. Esta ley protege las especies de vida silvestre, nativas y migratorias, y reglamenta el deporte de la cacería, la investigación científica y el control de especies exóticas. Bajo la Ley 241 se establecen tres categorías de hábitat (Artículo #2, Ley 241 de 1999) según la interacción de los organismos de flora y fauna en el mismo. Las categorías son: hábitat natural, hábitat natural crítico, y hábitat natural crítico esencial de especies vulnerables o en peligro de extinción. Luego de analizar los resultados del estudio de FFPT y los datos e información del DRNA, según las definiciones presentadas en la Ley #241 de 1999, consideramos que el área que permite la existencia y reproducción de poblaciones silvestres en el predio, se limita al interior y a los márgenes de los ríos cubiertos por vegetación de bambú; y a los pocos árboles dispersos en las guardarrayas del interior del predio que funcionan como lugar de descanso para aves comunes como los pitirres, mozambiques, zorzales y ruiseñores. La mayoría del terreno se encuentra cubierto de herbáceas de poca altura, utilizadas para pastoreo, por lo que se observan grupos de aves exóticas establecidas (“finches”) que se alimentan de la inflorescencia de las gramíneas.

El Reglamento #6765, Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, estipula otras definiciones de hábitat específicas adicionales a las que presenta la Ley #241 de 1999. Como no se identificaron especies de fauna identificadas como críticas o en peligro de extinción, examinando las categorías y recomendaciones del Reglamento #6765 con respecto al hábitat, se concluye que el área de los llanos cubiertos principalmente por herbáceas puede considerarse como **Hábitat natural**. Hemos llegado a esta conclusión debido a que la diversidad de especies de flora y fauna terrestre identificadas, es común de lugares con

actividades agrícolas. Según el Reglamento #6765 el **Hábitat natural** se define de la siguiente forma:

> "Terrenos cuyas condiciones ecológicas permiten la existencia y reproducción de poblaciones de vida silvestre. Excluye los terrenos urbanizados e incluye, pero no se limita, a los bosques, humedales y praderas herbáceas entre otros."

El área de los márgenes e interior de los ríos presenta vegetación de bambú, la cual ha sido catalogada de importancia para el descanso y reproducción de la paloma sabanera. Aunque no se observaron individuos de la paloma sabanera durante los meses de estudio, es posible que un futuro la especie pueda utilizar el área de los ríos como hábitat. De ser así, los márgenes e interior del río pudieran clasificarse como **Hábitat natural crítico**. Según el Reglamento #6765 el **Hábitat natural crítico** se define de la siguiente forma:

> "Terrenos específicos dentro del área geográfica, donde se encuentra o puede ser reintroducida una especie designada o como vulnerable o en peligro de extinción, con características físicas y biológicas esenciales para la conservación de la especie y que necesitan protección o manejo especial."

Para cumplir con las disposiciones de este reglamento y minimizar los impactos que el desarrollo propuesto del Parque Tecnológico pudiera tener sobre el terreno, y cumplir con la Ley #241 de 1999 y el Reglamento #6765 del DRNA, se presentan algunos puntos generales a considerar para minimizar los posibles impactos sobre el área natural de los ríos La Plata y Guavate:

- delinear y conservar la vegetación natural en los márgenes de los ríos, y reforestar aquellos espacios desprovistos de vegetación con bambú o especies propias de áreas húmedas;
- previo al desarrollo se presentará un plan de trabajo sobre las medidas de control para evitar la erosión de los márgenes de los ríos, y un plan de sedimentación para evitar las escorrentías con sedimentos del interior del predio hacia los ríos,
- reforestar el interior del predio con especies nativas propias de un Bosque Subtropical Húmedo a Muy Húmedo que provean hábitat y alimento para la paloma sabanera u otros organismos críticos o en peligro de extinción que pudieran utilizar el área en un futuro;
- continuar el monitoreo de las especies de vida silvestre que pudieran transitar por la región durante diferentes épocas del año (Ej. Paloma sabanera). De ser detectado algún organismo crítico, considerado como raro, amenazado o en peligro de extinción; se informe al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de PR, y al Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal para determinación del manejo de éstas.

CONCLUSIÓN

En general el predio presenta un panorama uniforme de suelos cubiertos por pastos para usos de actividad agrícola de pastoreo vacuno. La vegetación que bordea los terrenos propuestos para el desarrollo refleja una composición de árboles de bambú, y una variedad de plantas herbáceas, arbustivas común de lugares ribereños.

Debido a la actividad de ganadería que se realiza en el predio, no se identificaron elementos críticos o en peligro de extinción durante el estudio de FFPT, sin embargo, se sometieron recomendaciones sobre la conservación de las franjas de los ríos que colindan con el predio. También se recomendó la reforestación de aquellas áreas desprovistas de vegetación en los márgenes de los ríos La Plata y Guavate; y colindancia de la carretera PR#52 con especies arbóreas de importancia para la vida silvestre. Se recomendaron 32 especies de árboles y arbustos utilizados por la fauna silvestre del lugar y que pueden atraer otras especies no observadas durante el estudio de FFPT (ver Tabla 4 en estudio de FFPT: Algunas especies recomendadas para reforestación del predio propuesto para el Parque Tecnológico, barrio Vegas, Cayey, PR.).

Según la flora y fauna observada el predio presenta un tipo de **Hábitat natural**, siguiendo las definiciones presentadas en el Reglamento #6765, y a tenor con la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico.

REFERENCIAS

Acevedo-Rodríguez, P. 2003. Bejucos y Plantas Trepadoras de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Sheridan Perss Hanover, Pennsylvania, USA. 491 pp.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 1999. Lista de Elementos Críticos. Área Planificación de Recursos, División Patrimonio Natural. San Juan, PR.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 2004. Reglamento para regir la conservación y el manejo de la fauna silvestre de las especies exóticas y la caza en el E.L.A. PR. Reglamento #6765. 92pp

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 2004. Reglamento para regir el manejo de las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de PR. Reglamento #6766. 60pp.

Ewel, J. J., & J. L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper ITF-18. Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. 72 pp.

Lioger, H. A. & L. F. Martorell. 2000. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: A systematic synopsis. 2da Ed. Revisada. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 382 pp.

Más, E. G. & O. García Molinari. 1990. Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. Servicio de Extensión Agrícola, Mayagüez, PR. 103 pp.

Raffaele, H., J. Wiley, O. Garrido, A. Keith, & J. Raffaele. 1998. A guide to the birds of the West Indies. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA. 511 pp.

Vélez, I. 1950. Plantas indeseables en los cultivos tropicales. Editorial Universitaria, Río Piedras, PR. 497 pp.

CERTIFICACIÓN

Yo, María Luisa Rivera-Vázquez bióloga, certifico que he preparado este resumen y evaluación sobre el hábitat natural observado en el predio propuesto para el desarrollo de un Parque Tecnológico localizado en el barrio Vegas del municipio de Cayey, y que la información que el mismo contiene es cierta, correcta y completa, a mi mayor saber y entender. Afirmo y reconozco las consecuencias de incluir y someter información incompleta, inconclusa o falsa en dicho documento.

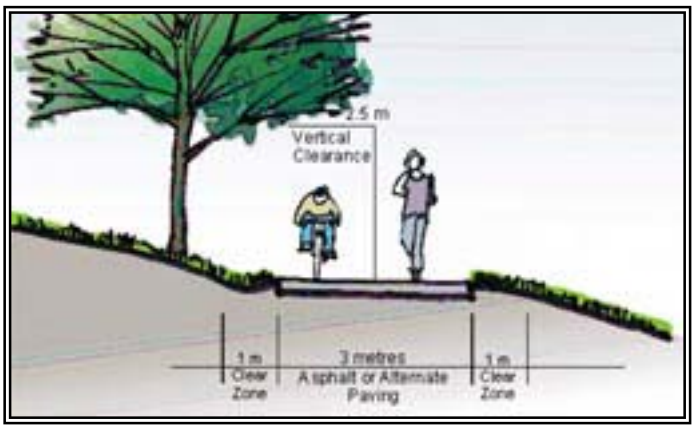
Y para que así conste, firmo la presente certificación en Corozal, Puerto Rico, hoy **lunes, 24 de octubre de 2005**.

María Luisa Rivera-Vázquez, MS

Plan de reforestación

PLAN DE REFORESTACION
REVISADO

TRAMO AUTOPISTA PR#52
CAYEY, PUERTO RICO



Preparado para: Sr. Luis E. Sotomayor
Bo. Las Vegas Box 26900
Cayey, PR 00736

Por: María L. Rivera, PSF-098
PMB-241 PO Box 1345
Toa Alta, PR 00954-1345

CONTENIDO

MEMORIAL EXPLICATIVO.....1

AREAS PARA REFORESTACION.....2

RECOMENDACIONES DE SIEMBRA.....3
Especies recomendadas.....4

PLAN DE MANEJO.....9
Manejo del árbol.....9
Método de siembra 9
Método de anclaje.....11

PLAN DE MANTENIMIENTO 12
Poda 12
Riego 14
Inspección de anclajes 14
Tratamiento y prevención de plagas y enfermedades 14
Itinerario de mantenimiento.....15

BIBLIOGRAFIA.....16

PLAN DE REFORESTACION REVISADO

TRAMO AUTOPISTA PR#52
Cayey, Puerto Rico

MEMORIAL EXPLICATIVO

A petición del Sr. Luis E. Sotomayor, administrador de Vaquerías Montellano S. E., se realizó una revisión de un plan de reforestación elaborado para un tramo de la autopista PR#52. En dicho tramo se había elaborado un plan de reforestación en agosto de 2003, el cual estamos presentando con nuevas recomendaciones sobre las especies a sembrarse y el tamaño de la franja a reforestar. El tramo a reforestar abarca aproximadamente un kilómetro, en ambas direcciones de la autopista PR#52 entre el puente sobre la carretera PR#738 y el puente que cruza sobre el Río Guavate (entre los kilómetros 35.3 y el 36.1).

Este informe presenta una descripción de las especies y condiciones de los árboles existentes en el tramo, y las especies recomendadas para la reforestación de los espacios vacíos a ambos lados de la autopista, y la ampliación de la franja de siembra de 20 metros de ancho en la parte norte de la vía colindante con el proyecto propuesto industrial liviano a conocerse como Parque Tecnológico de Cayey. Las especies arbóreas que se presentan en este plan, cumplen con las recomendaciones del Reglamento de Planificación #25, Reglamento de Siembra, Corte y Forestación para Puerto Rico. También se incluyen las recomendaciones expresadas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, en carta remitida al Sr. Alfredo Pérez de la Compañía de Fomento Industrial, el 13 de junio de 2007.

AREAS PARA REFORESTACION

El tramo de la autopista PR#52, propuesto para reforestar abarca aproximadamente un kilómetro (Figura 1). En el tramo se observan áreas con árboles grandes y otras con vegetación herbácea de baja altura. La mayor parte del tramo que corre desde el kilómetro 36.1 hasta el kilómetro 35.3, en dirección de sur a norte, se encuentra forestada a excepción del área cercana a la urbanización Estancias de Monte Río y pequeños espacios entre los árboles existentes. También se observan algunos espacios entre los árboles en línea en ambos lados del tramo que serán reforestados para completar el paisaje y crear una guardarraya natural.

Figura 1. Localización del tramo examinado de la autopista PR#52 a la altura de los kilómetros 36.1 y 35.3, Cayey, Puerto Rico.

En ambos lados del tramo de la autopista propuesto para la reforestación se observaron las especies arbóreas de tulipán africano (*Spathodea campanulata*), roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), péndula (*Citharexylum fruticosum*), árbol de maría (*Calophyllum inophyllum*), maga (*Thespesia grandiflora*), mahoe (*Hibiscus elatus*), albicia (*Albizia procera*), terocarpo (*Pterocarpus indicus*), y flamboyán (*Delonix regia*). La mayoría de estas especies han sido sembradas para reforestación de la autopista, y son comunes en la región. Las especies invasoras y de rápido crecimiento como las albicias y los tulipanes africanos se han establecido de forma silvestre entre las especies sembradas. Las especies invasoras son en su mayoría exóticas de rápida colonización y crecimiento en lugares abiertos por lo que cumplen con una función primaria de reforestación de lugares impactados.

Los árboles que han crecido de forma silvestre permanecerán en el tramo, y los nuevos árboles se sembrarán en los espacios libres de vegetación arbórea. No se eliminará ningún árbol existente a menos que se encuentre enfermo, en mal estado y/o que represente peligro para la vía. De ser necesaria alguna poda para mejorar la condición de árboles existentes, se realizará según lo pautado en la sección de poda de este informe.

RECOMENDACIONES DE SIEMBRA

Siguiendo las disposiciones establecidas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y la Junta de Planificación en el Reglamento de Siembra, Corte y Forestación para Puerto Rico, se presentan las especies recomendadas para la reforestación de las áreas verdes de la autopista, ampliando la franja de la vía norte de la autopista, a 20 metros hacia el interior de la propiedad propuesta para el desarrollo del Parque Tecnológico de Cayey (Figura 2).

Figura 2. Área a reforestar hacia el interior del predio propuesto para desarrollo del Parque Tecnológico de Cayey, Puerto Rico.

Para la siembra en la línea más cercana a los carriles de la autopista se recomiendan árboles grandes y de denso follaje. Estos árboles se sembrarán en los espacios entre los árboles existentes y en la áreas abiertas a una distancia de 30 pies (~10 metros). Detrás de los árboles grandes se recomienda la siembra de árboles medianos y pequeños intercalados entre sí (en forma de zigzag) para formar una especie de resguardo de vegetación. Los árboles medianos y pequeños se sembrarán a una distancia de 15 a 10 pies dependiendo del tamaño de cada especie y de los árboles existentes. De esta manera se aumentará el área forestada creando un corredor verde denso que cumpla con los propósitos de:

- Mejorar la calidad del aire y la temperatura,
- Aumentar la captación de agua de los terrenos,
- Proveer hábitat y alimento a la fauna de la región, y
- Mejorar el paisaje de los que transitan por el área.

Especies recomendadas

Las especies nuevas recomendadas cumplirán con funciones de mejoramiento del paisaje y hábitat para la vida silvestre. Las especies recomendadas son altamente utilizadas para reforestar zonas urbanas con alto tráfico vehicular, terrenos pobres y clima húmedo. Entre las especies recomendadas se incluyen algunas que ya se observan en el tramo de la autopista, así como especies propias de la región de Cayey. También se recomiendan dos arbustos de importancia para las aves e invertebrados comunes como las mariposas. En la Tabla 1, se presentan las especies recomendadas.

Tabla 1. Especies recomendadas para reforestación

Nombre científico	Nombre común	Tipo	Uso	Características
Andira inermes	Moca	Ag	C, O, A	Ornato, crecimiento rápido, flores rosas, aves consumen flor y fruto
Calophyllum inophyllum	Árbol de maría	Ag	C, O	Excelente para suelos pobres, copa ancha y densa, atrae murciélagos
Cestrum diurnum	Dama de día	Ar	A	Aves consumen fruto, flores blancas pequeñas fragantes
Citharexylum fruticosum	Péndula	Ap	C, A	Aves consumen fruto, bueno para lugares pequeños
Cordia borinquensis	Capá cimarrón	Ag	C, A	Endémico, árbol bosques húmedos de mediana elevación. Aves consumen fruto
Cordia colloccoca	Cerezo	Ag	C, A	Provee cobertura y frutos para aves
Cordia sebestena	Vomitel colorado	Ap	O	Para ornato en áreas pequeñas, flores anaranjadas brillantes
Cordia sulcata	Moral	Am	C, A	Aves consumen flor y fruto, hojas grandes
Ficus citrifolia	Jagüey blanco	Am	A	Produce abundantes frutos que son consumidos por las aves
Guapira fragrans	Corcho bobo	Ap	A	Crecimiento rápido, aves consumen fruto
Guarea guidonia	Guaraguao	Am	A	Aves consumen flor y fruto
Lantana camara	Cariaquillo	Ar	A	Aves consumen fruto, flores pequeñas vistosas
Petitia domingensis	Capá blanco	Ag	A	Aves consumen fruto, rápido crecimiento
Roystonea borinquena	Palma real	Ag	A	Aves consumen fruto, flores pequeñas pero abundantes, fuente de néctar
Schefflera morototoni	Yagrumo macho	Am	A	Se han reportado unas 16 especies de aves que consumen fruto
Swietenia macrophylla	Caoba hondureña	Ag	C, O	Tronco recto y copa densa, crecimiento rápido
Syzygium malaccense	Manzana malaya	Am	C, O, A	Aves y humanos consumen fruto, sirve de cobertura, flores vistosas, rosa fuerte
Tabebuia heterophylla	Roble nativo	Am	O	Nativo PR e Islas Vírgenes, flores blancas a violeta pálido
Tecoma stans	Saúco amarillo	Ap	C, O	Excelente para ornato y setos vivos en áreas pequeñas, flores amarillas brillantes
Thespesia grandiflora	Maga	Am	C, O	Endémico, árbol nacional, flores grandes
Zanthoxylum martinicense	Espino rubial	Am	A	De amplia distribución, crecimiento rápido, fuente de néctar para las abejas

Tipo: **Ag** – Árbol grande **Am** – Árbol mediano **Ap** – Árbol pequeño **Ar** – Arbusto

Uso: **C** – Cobertura, follaje denso **O** – Ornato, estructura o flores vistosas
A – Frutos o flores sirven de alimento a vida silvestre

Para la primera línea de árboles, que confronta con los carriles de la autopista, se recomiendan árboles grandes de follaje denso que se adapten a las condiciones existentes como los árboles de maría, caobas, cerezo, y moca. Para reforestar el interior (detrás de los árboles grandes) se propone una mezcla de árboles medianos y pequeños con arbustos intercalados (ver Tabla 1) para crear una especie de guardarraya natural (Figura 3).

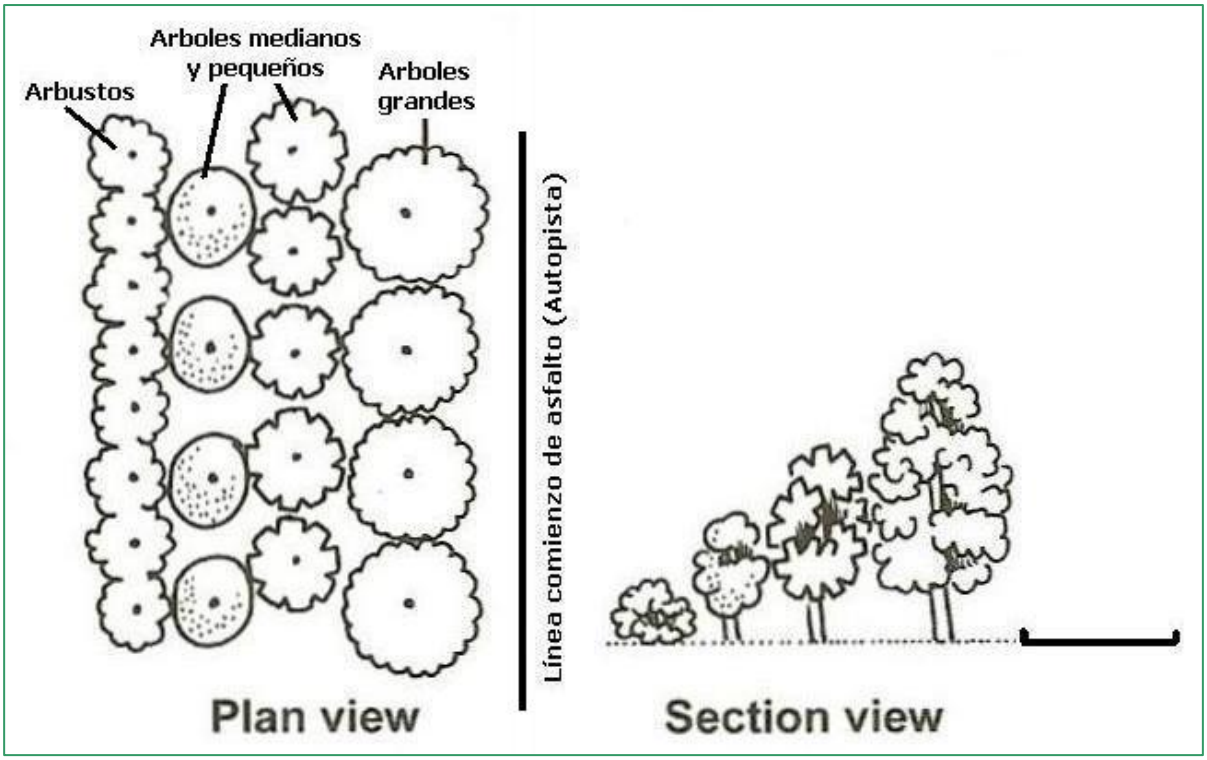


Figura 3. Diagrama propuesto para reforestar franja de la autopista identificada en Cayey, Puerto Rico.

Para la reforestación de la franja de la autopista, se recomienda sembrar los árboles de maga (*Thespesia grandiflora*) en la línea de árboles grandes a pesar que se considera un árbol mediano a grande. El suelo y las condiciones climáticas de la región son excelentes para la maga y el resto de las especies mencionadas. El saúco amarillo, el vomitel colorado y el roble blanco pueden sembrarse mezclados detrás de los árboles grandes para proveer variabilidad a la vista y variedad de flores. La

manzana malaya debe sembrase en lugares amplios donde se requiera cobertura adicional, ya que la misma tiene una copa columnar densa.

En cuanto a la reforestación de la franja de 20 metros en la propiedad propuesta para desarrollo del proyecto industrial liviano, se recomienda utilizar las especies de moral, guaraguao, péndula, jagüey blanco y capá blanco, entre otras, para atraer y proveer cobertura, alimento y lugar de reproducción a la vida silvestre de la región. En esta área, las especies de árboles y arbustos a sembrarse, se pueden acomodar de manera que se creen corredores internos en la franja de 20 metros que puedan ser utilizados también por las personas, para caminar a lo largo de la colindancia con la autopista y alrededor de la propiedad. La figura 4 muestra un ejemplo en que puede ser reforestada esta franja incorporando las actividades de caminar o trotar y uso de bicicletas. A lo largo del tramo pueden colocarse letreros interpretativos con el nombre de las especies arbóreas y arbustivas sembradas, así como también algunas fotos de la vida silvestre que puede ser observada en el lugar.

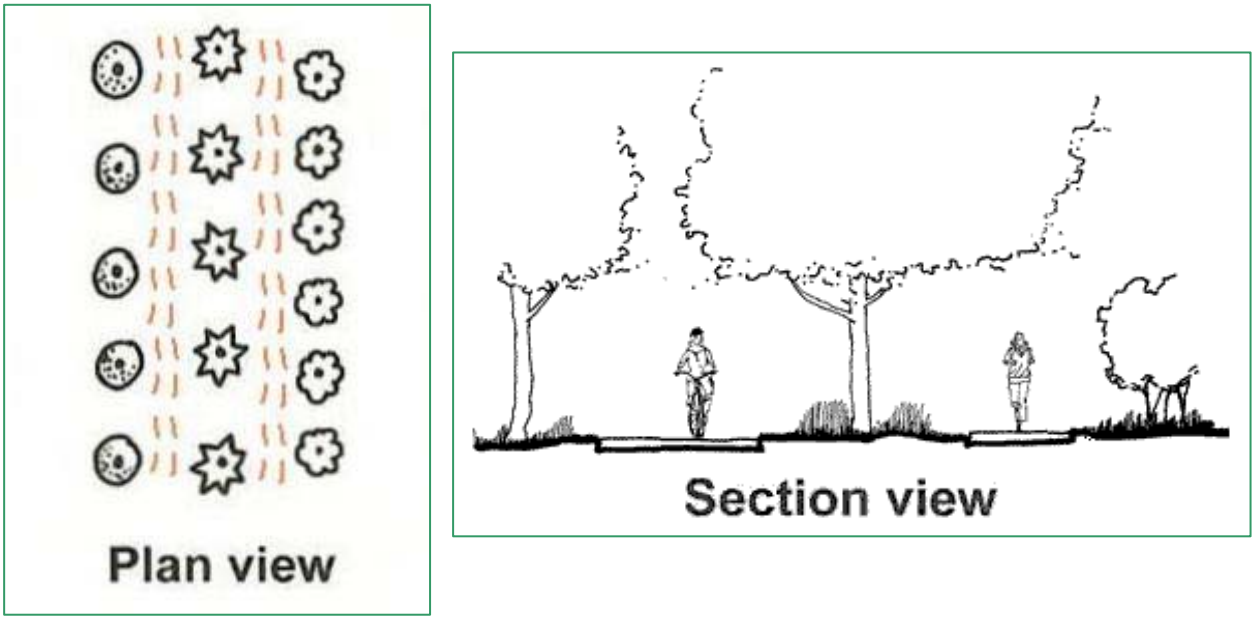


Figura 4. Diagramas para reforestar franja de 20 metros hacia el interior del predio propuesto para desarrollo del Parque Tecnológico de Cayey, Puerto Rico.

Las especies de árboles pequeños y arbustos recomendados deben ser intercaladas entre los espacios restantes para proveer cobertura entre los espacios visuales de los árboles grandes y medianos. Los arbustos recomendados son excelentes como alimento para muchas de las aves de Puerto Rico, y para algunas en peligro de extinción y/o amenazadas como las palomas sabaneras y cabeciblancas.

De no estar disponibles las especies recomendadas al momento de la siembra se pueden sembrar otras especies propias para el área y clima de Cayey como por ejemplo: capá prieto (*Cordia alliodora*), maricaos (*Byrsonimia lucida*, *B. spicata*), Guamá (*Inga laurina*), y algunas especies de la familia Lauracea (*Cinnamomum* sp., *Nectrandra* sp.), entre otros.

Como se mencionó anteriormente, las especies recomendadas cumplirán con funciones de ornato y sombra, así como también de cobertura y alimento para la vida silvestre que habita en la región. Las recomendaciones e instrucciones para el manejo y siembra de los árboles nuevos se presentan a continuación.

PLAN DE MANEJO

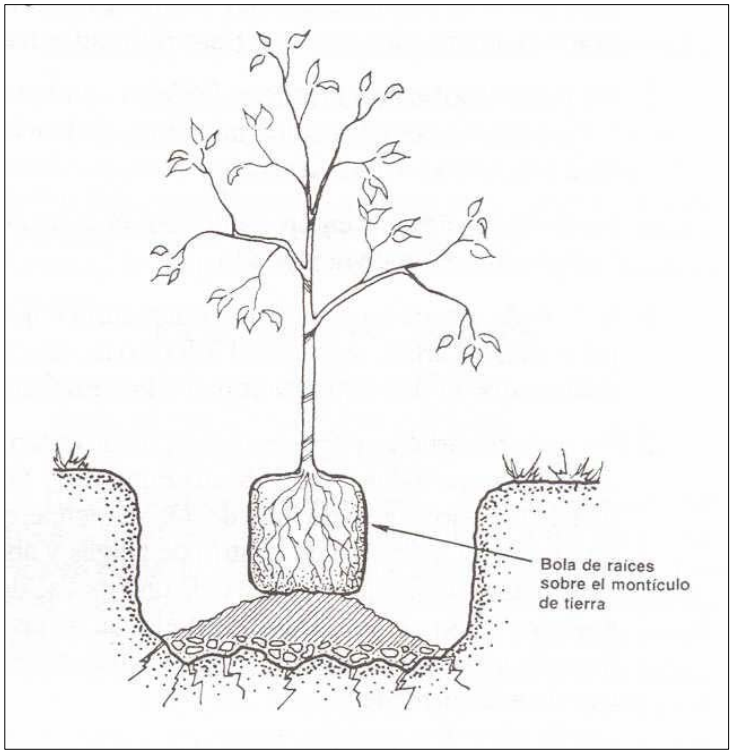
Manejo del árbol

Para el manejo de los árboles a sembrarse se recomienda que los mismos tengan una altura mínima de 6', estén bien formados y libres de plagas y enfermedades. Siempre sostenga el árbol con las manos por debajo o alrededor de la masa de raíces o del envase. Nunca agarre el árbol solamente por el tronco.

Método de siembra

Excave un hoyo de aproximadamente 2 pies más ancho en cada lado del diámetro de la bola de raíces (el agujero debe tener un diámetro de 2 a 3 veces mayor al diámetro de la bola de raíces). El hoyo debe tener la misma profundidad que la bola de raíces del árbol. Si el árbol tiene las raíces desnudas, mantenga las raíces humedecidas durante todo el tiempo, antes de sembrarlo.

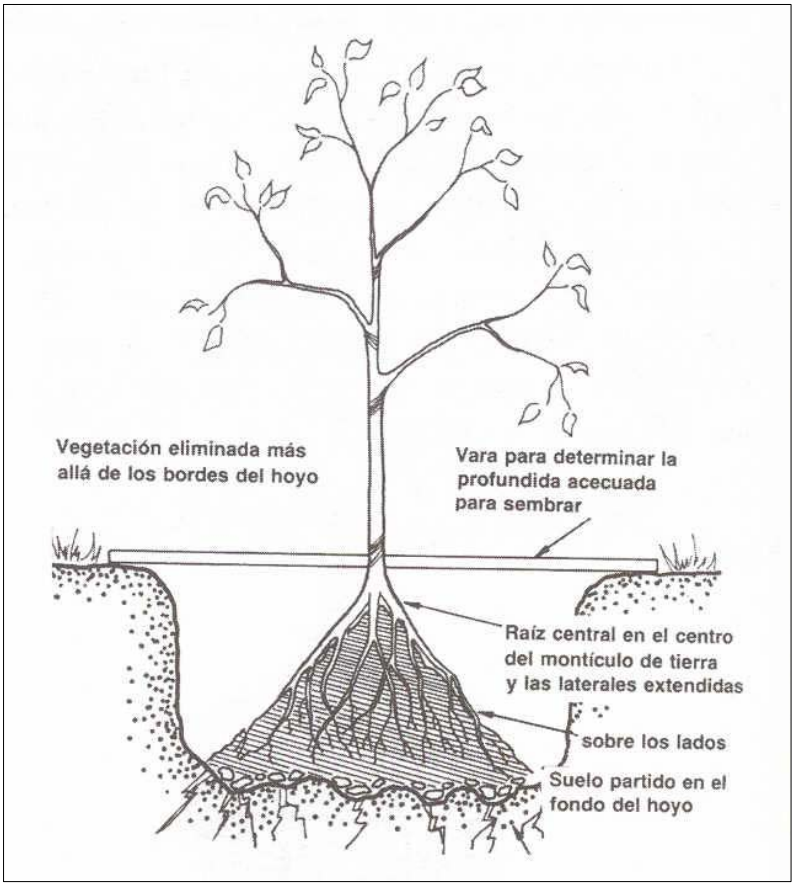
Si el árbol está en un envase, remueva con cuidado el envase sin perturbar la bola de tierra y raíces. Remueva cualquier cuerda de nilón, alambre, saco, o cualquier otro material que pudiera estrangular la planta. Al remover del envase, si observa que las raíces están en espiral o en el fondo de la bola de raíces, sepárelas cuidadosamente y extiéndalas en el hoyo de siembra.



Coloque el árbol en el centro del agujero con la parte

superior de la bola de raíces al mismo nivel que la superficie del hoyo. Si necesita enderezar o asegurar el árbol con una estaca, asegúrese de que la misma no interfiera con el crecimiento de las raíces.

No añada sustancias para mejorar el suelo. Rellene el agujero con la misma tierra que extrajo al hacerlo. Asiente la tierra regándola con agua según llena el agujero, para eliminar espacios de aire. No coloque tierra sobre la bola de raíces.



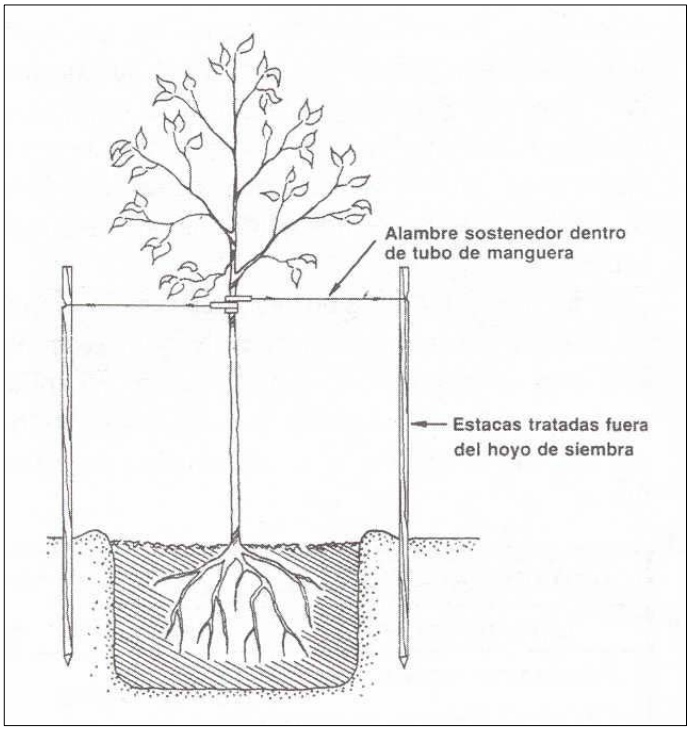
Amontone la tierra a una altura de 6 pulgadas y una distancia de 2 pies del tronco alrededor del platillo, hasta formar un cerco para contener el agua. Esto mantendrá el agua donde se necesita, evitando que escape por la superficie.

Se puede colocar una capa de viruta u otro material protector para evitar la pérdida de agua y el crecimiento de yerbajos. La capa de viruta no debe tocar el tronco del árbol ya que esto puede propiciar el desarrollo de hongos y plagas.

Método de anclaje

Utilice las estacas sólo si es necesario. Los árboles usualmente se establecen mejor sin estacas, pero en algunos casos necesitan las estacas: para proteger el tronco de maquinarias, para impedir el movimiento excesivo causado por el viento, y para sostener un tronco débil en una posición vertical.

Se colocarán dos estacas en lados opuesto para cada árbol que lo necesite. Las estacas utilizadas serán de 2" x 2", y de una altura adecuada para que el árbol se mantenga derecho. Los amarres deben estar al mismo nivel. Las estacas y los amarres no deben rozar la corteza de las ramas o troncos.



Utilice una manguera vieja con alambre en su interior, bandas de nilón o cualquier otro material no abrasivo, y amarre sin apretar mucho de manera que permita el crecimiento normal del árbol. Utilice las estacas durante el tiempo necesario para el árbol, usualmente no más de un año.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Poda

Alguna poda puede ser necesaria al momento de sembrar los árboles para remover ramas muertas o quebradas, ramas entrecruzadas, o múltiples retoños. Luego de un periodo de crecimiento los árboles pueden ser podados para controlar la altura y forma, cuando sea necesario.

Los cortes de la poda deben hacerse en el cuello de la rama, que es la zona gruesa donde la rama se adhiere al tronco del árbol y constituye una barrera natural de protección contra la propagación de la descomposición hacia el interior del tronco. Cada corte debe dejar una superficie suave sin bordes ásperos y evitando romper la corteza.

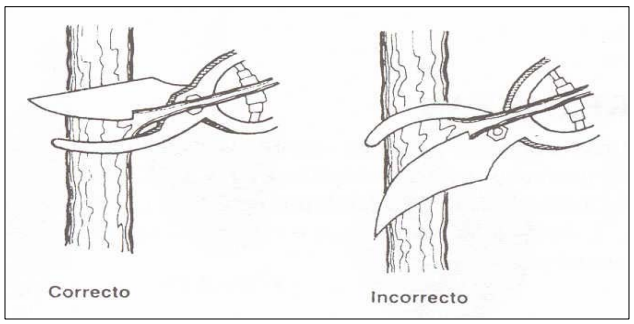
La poda periódica de árboles establecidos mejora la apariencia y forma del árbol, disminuye los daños y peligros durante las tormentas, ayuda a prevenir los problemas de plagas y enfermedades, disminuye el peligro a los transeúntes, y disminuye la posibilidad de daños a la propiedad.

Para los árboles establecidos en las áreas verdes de la autopista se deben seguir las siguientes técnicas al momento de la poda:

- Eliminar las ramas secas, muertas, o con enfermedades
- Eliminar la rama menos deseable, cuando dos de estas se entrecruzan o rozan (eliminar horquetas muy cerradas o en forma de V)
- Eliminar las ramas que crecen hacia el centro del árbol
- Eliminar los retoños y ramificaciones estériles cerca de la base del tronco. Dejar un solo tronco o rama principal (eliminar las ramas que puedan competir con la rama principal)
- Reducir la copa del árbol para permitir que llegue más luz solar al suelo

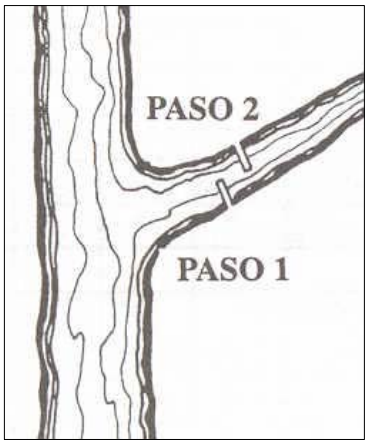
- Reducir la copa del árbol para que ofrezca menos resistencia al viento, previniendo daños causados por tormentas

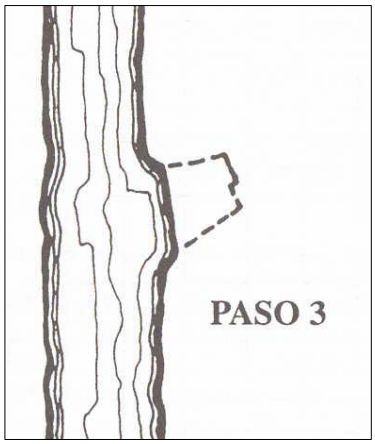
El siguiente diagrama ilustra la forma correcta para la poda periódica de árboles establecidos y sembrados.



Para la remoción de ramas grandes se requiere lo siguiente:

1. Hacer un corte por la parte inferior de la rama hasta el centro de esta, a una distancia aproximada de 12 pulgadas del tronco.
2. El siguiente corte debe hacerse a una distancia de 2 pulgadas del primero en la parte superior de la rama. Esto desprenderá la rama sin dañar el tronco.
3. El corte final se hace cortando el remanente de la rama cortada. Debe hacerse cerca pero fuera del collar de la rama. Nunca debe cortarse la zona gruesa donde la rama se adhiere al tronco.





Los árboles establecidos y grandes deben ser podados solo por arbolistas entrenados y/o profesionales de siembra certificados. **No debe ser tocada ninguna rama en contacto con cables eléctricos, o que represente peligro para la vida humana**. Para estas situaciones contacte a personal de la **Autoridad de Energía Eléctrica o a la Compañía Telefónica**.

Riego

Durante los primeros años el riego garantiza la supervivencia del árbol. Es importante mantener el área del círculo de siembra libre de hierbajos para evitar la competencia por agua y nutrientes. El agua debe regarse donde están las raíces activas, nunca cerca del tronco. Para que sea eficaz el agua debe penetrar profundamente el suelo, hasta y más allá de las raíces.

Inspección de anclajes

Los anclajes deben inspeccionarse para asegurarse que no se hayan movido durante el crecimiento del tronco y que puedan causar raspaduras o estrangulamiento al árbol.

Tratamiento y prevención de plagas y enfermedades

Para disminuir el riesgo de infecciones se recomienda eliminar las ramas muertas, suelo encharcado, desperdicios, el roce entre las ramas de los árboles, y poda con herramientas infectadas. Para evitar podredumbre en las raíces hay que tener buen drenaje, no herir las raíces, ni permitir que la viruta toque el tronco del árbol.

Itinerario de mantenimiento

A continuación, en la tabla 2 se presenta un itinerario para el cuido de los árboles sembrados durante los primeros seis meses a partir de la siembra.

Tabla 2. Itinerario de mantenimiento de árboles a sembrarse

Tarea a realizar	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Riego	2 vez/ sem.	2 vez/ sem.	2 vez/ sem.	2 vez/ sem.	2 vez/ sem.	2 vez/ sem.
Fertilización	Solo de ser necesario					
Inspección de anclaje	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poda	Solo de ser necesario (se recomienda se realicen antes o después de cada florecida)					
Remoción de yerbajos	✓	✓	✓	✓	✓	✓

BIBLIOGRAFIA

Consejo Reverdece. 1998. Manual de Reforestación Urbana para Puerto Rico. Santurce, PR. Estudio Gráfico Universal. 114 pp.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 1998. Ley para Fomentar la Siembra de Árboles cuyas Frutas o Semillas Provean Alimento a Especies de Aves Silvestres de Puerto Rico. Ley #97 del 24 de junio de 1998. 7 pp.

Elevitch, C. R. & K. M. Wilkinson, Eds. 2000. Agroforestry Guides for Pacific Islands. Permanent Agriculture Resources, Holualoa, Hawaii, USA. 239 pp.

Francis, J. K. 1999. Especies Forestales para Plantar en Áreas Forestales, Rurales y Urbanas de Puerto Rico. General Technical Report IITF-13.USDA, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. 88 pp.

Francis, J. K., & C. A. Lowe. 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Gen. Tech. Rep. IITF-15. USDA, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR. 582 pp.

Junta de Planificación. 1998. Reglamento de Siembra, Corte y Forestación para Puerto Rico. Reglamento Núm. 25. Oficina del Gobernador, JP y DRNA.

Lioger, H. A. & L. F. Martorell. 2000. Flora de Puerto Rico & Adjacent Islands: A Sinopsis. Second Edition. Editorial de la UPR. Río Piedras, PR. 342 pp.

Little, E. L. Jr. & F. H. Wadsworth. 1989. Common Trees of Puerto Rico and the Virgins Islands. Second printing with supplement and added names. USDA Forest Service Agriculture Handbook No. 249. Dogwood Printing, Ozark, Missouri, USA. 556 pp.

Little, E. L. Jr., R. O, Woodbury, & F. H. Wadsworth. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgins Islands. Second Volume. USDA Forest Service Agriculture Handbook No. 449. US Government Printing Office, Washington DC, USA. 556 pp.

Schubert, T. H. 1985. Árboles para Uso Urbano en Puerto Rico e Islas Vírgenes. General Technical Report SO-57. USDA, Forest Service, Southern Forest Experimental Station, New Orleans, Louisiana. 88 pp.

USDA Forest Service & DRNA. 1995. Guía de Siembra de Árboles para Puerto Rico y otros países del Caribe. Informe R-8FR-19.

Estudio geotécnico

REPORT ON
GEOLOGIC RECONNAISSANCE
OF THE PROPOSED
MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PUERTO RICO.

MARCH 30, 2004

GEO CIM, INC. JOB NO. 3069-04

GeoCim LUIS O. GARCIA & ASSOCIATES
GEOTECHNICAL ENGINEERING CONSULTANTS

Luis Oscar García, MSCE, CE
Carlos García Echevarría, MSCE

REPORT ON GEOLOGIC RECONNAISSANCE OF THE PROPOSED MONTELLANO INDUSTRIAL PARK CAYEY, PUERTO RICO.

MARCH 30, 2004
GEO CIM, INC. JOB NO. 3069-04

1.0 Introduction

This report presents the findings of a preliminary assessment of geologic and geotechnical conditions at the site of the proposed Montellano Industrial Park in Vegas Ward of the Municipality of Cayey in east-central Puerto Rico. The purpose of the investigation was to obtain general information on the geology and geotechnical features of the site for use in conceptual project design and the preparation of an environmental document for the project. The study was conducted in accordance with our proposal of February 3, 2004 approved by Mr. Luis Sotomayor, Administrator of Vaquerías Montellano, S.E., the property owner.

2.0 Project Setting

The project site is an irregular-shaped parcel of approximately 148 acres located on the flood plain of the Río Grande de la Plata and the Río Guavate just south of the confluence between these two streams (Figure 1). The property is bordered by the Río La Plata on the south and west, by the Río Guavate on the north, and by Route PR-52 on the east. A Puerto Rico Electrical Power Authority (PREPA) right of way traverses the central part of the site from south to north. There is very little topographic relief within the property, except for several shallow swales that mark the position of abandoned, now partly-filled stream channels, and what appears to be the deeply eroded remains of an old alluvial terrace that is 2 to 3 meters higher than the present-day floodplain; the latter occurs in the southern part of the PREPA right-of-way. The land is presently used for cattle grazing and will be developed into an industrial park. The park facilities will be set

AMELIA DISTRIBUTION CENTER, EMMA STREET NO. 26A, GUAYNABO, PR 00968-8007
TEL (787) 792-2626 • FAX (787) 782-5990

back from the 100-year flood belt along the two streams, which will be left as undeveloped open space.

The geologic maps of the Caguas and Comerío 7½-minute topographic quadrangles published by the U.S. Geological Survey (USGS)[1] show the entire site is underlain by Quaternary (last 2 million years) terrace and fanglomerate deposits (*Qt* on Figure 2), which are described as consisting of "clay- to boulder-sized material". The hills that rise above the Río Guavate along the northeast property boundary are assigned to an unnamed formation (*Kj* on Figure 2) that consists of volcanic and volcaniclastic rocks of Cretaceous age (over 65 million years old); these same rocks are mapped throughout the hills that surround the valley of Cayey and most likely underlie the floodplain alluvium throughout the site; the depth to bedrock, however, is unknown. Finally, the USGS did not identify any geologic faults in the vicinity of the project site.

3.0 Scope of Work

The scope of work for this project included the following activities:

1. Review of existing geologic and geotechnical information for the general site area, including aerial photographs obtained from the Puerto Rico Highway and Transportation Authority.
2. Site reconnaissance of the property to observe the composition, distribution, and structure of the earth materials that underlie the site and any other pertinent geologic features that may influence the proposed activity.
3. Drilling 4 exploratory borings within the property to average depths of about 25 feet to obtain information about subsurface materials. Boring logs with detailed descriptions of the subsoil conditions encountered at each boring location are presented in Appendix A. The borings were drilled with a CME-

[1] Pease, M.H. and Briggs, R.P., 1960, *Geology of the Comerío Quadrangle, Puerto* Rico; USGS Misc. Investigation Map I-320; 1:20,000.
-Rogers, CL, 1979; *Geologic Map of the Caguas Quadrangle, Puerto Rico*; USGS Misc. Investigation Series Map I-1152; 1:20,000.

55 auger drill rig using the "Hollow Stem Auger-Dry Sample" method of drilling. Soil sampling was accomplished with a split-spoon sampler during the performance of the Standard Penetration Test (SPT). Samples were collected 2.5-foot depth intervals beginning at the ground surface to a depth of 10 feet and at 5-foot depth intervals thereafter to the bottom of the borings. The number of blows required to drive the final 12 inches of the sampler into the soil (N-value) was recorded in the field. The approximate boring locations are shown on Figure 3; each location was identified with flagging for subsequent surveying by the Project Surveyor, who provided the coordinates and elevation indicated on Figure 3 and on the boring logs in Appendix A.

4. The collected soil samples were placed in tightly closed plastic bottles and transported to the Geo Cim, Inc. laboratory in Guaynabo, Puerto Rico for unconfined compression testing (using a spring tester and/or pocket penetrometer), natural moisture content determinations, and visual/manual soil descriptions following standard laboratory procedures. In addition, four samples (one from each boring) were selected for classification testing. The classification tests included grain size distribution analysis (ASTM D-422) and determination of plasticity characteristics in accordance with the Atterberg Limits testing procedure (ASTM D-4318; 3-Point Method). The laboratory test results are included in Appendix B and are summarized on the boring logs in Appendix A.
5. Analysis of the data and preparation of this report.

4.0 Findings and Conclusions

Observations made during the site reconnaissance and the subsurface samples collected at the exploratory borings confirm that the project area is underlain by alluvial soils deposited by the Río Grande de La Plata and Río Guavate. Two distinct soil zones are evident in the borings: an upper clayey horizon and a lower granular soil horizon. The

upper clay soil is medium stiff to very stiff and about 5 to 18 feet thick. The underlying granular horizon is dominated by sand and gravel, the latter consisting of subrounded to well rounded volcanic and volcaniclastic rock fragments. Similar materials were observed in the riverbanks that border much of the property, most noticeably along the Río La Plata, where the channel walls are less vegetated. The USGS geologic quadrangle map indicates that the alluvial-fanglomerate soils are up to more than 15 meters (49.2 feet) thick. Borings B-1 to B-3 encountered alluvial sediment to the 25-foot depth penetrated. It is possible, however, that the silty soil observed beginning at a depth of about 22 feet in Boring B-4 is a residual soil that developed in-situ, in which case weathered bedrock may occur 5 to 10 feet deeper. Additional borings would be required to confirm this.

All 4 borings encountered groundwater during drilling. Table 1 lists the depth and elevation at which groundwater was observed in each boring. Groundwater observations made during drilling are not reliable indications of the characteristics of the water table, which requires monitoring at observation wells over a period of time that encompasses seasonal changes. Nevertheless, it is likely that the water table occurs near the observed depth range, which roughly coincides with the elevations of the adjacent Río Guavate and Río Grande de La Plata, two perennial streams fed by groundwater.

Boring	Elevation (feet)	Depth of Groundwater Observation (feet)	Elevation of Observed Groundwater (feet)
B-1	1228.1	20.5	1207.6
B-2	1226.7	20.5	1206.2
B-3	1236.6	19	1217.6
B-4	1219.2	15.5	1203.7

Table 1: Groundwater observations in borings.

We did not encounter any geologic- or geotechnical-related limitations to the proposed development during this preliminary evaluation. The alluvial soils that underlie

the site will generally provide adequate foundation support for 1- to 3-story structures, with localized exceptions such as the loose sand encountered at a depth of about 5 feet in Boring B-1. In general terms, these structures can be founded on shallow foundations consisting of independent or continuous spread footings bearing on the in-situ alluvial soils at a minimum depth of 3 feet below final grade or on mat foundations. Allowable bearing pressures of 3000 to 4000 pounds per square foot (psf) can be used for preliminary footing design, but these pressures should be confirmed by detailed geotechnical study at each specific building site to be planned and executed once a tentative project layout is known. Similarly, a modulus of subgrade reaction Ks of 150 kips per cubic foot (kcf) for the alluvial soil may be used for preliminary design of mat foundations, again subject to confirmation by a project-specific study. A potential limitation that must be addressed by the site-specific studies is the presence of pockets of high-plasticity clay that form when abandoned river channel sections slowly fill with clay brought in during floods and organic debris that accumulates in the resulting ponds. Therefore, the identification of such clay-rich zones should be one of the goals of the project-specific geotechnical study required to finalize project design.

The alluvial soils will also generally be suitable for use in engineered fills, should it be necessary to raise project grades. Clay-rich soils, however, should be tested for expansive behavior before use, and the high-plasticity, abandoned channel clays are usually not adequate for this purpose.

Finally, because of the level flood plain terrain, it is unlikely that any permanent cuts will be excavated within the site; hence, cut slope stability is of no concern.

Before concluding, we wish to stress the preliminary nature of this study, whose purpose was to assess the gross geologic-geotechnical character of the site and identify any related limitations as regards the proposed development. Additional studies are required and intended at different stages of the project development process.

We request to be informed of any changes or further development of the project and are available to discuss our observations and conclusions. Please contact the undersigned if you should have any questions or comments concerning this evaluation.

Respectfully Submitted,

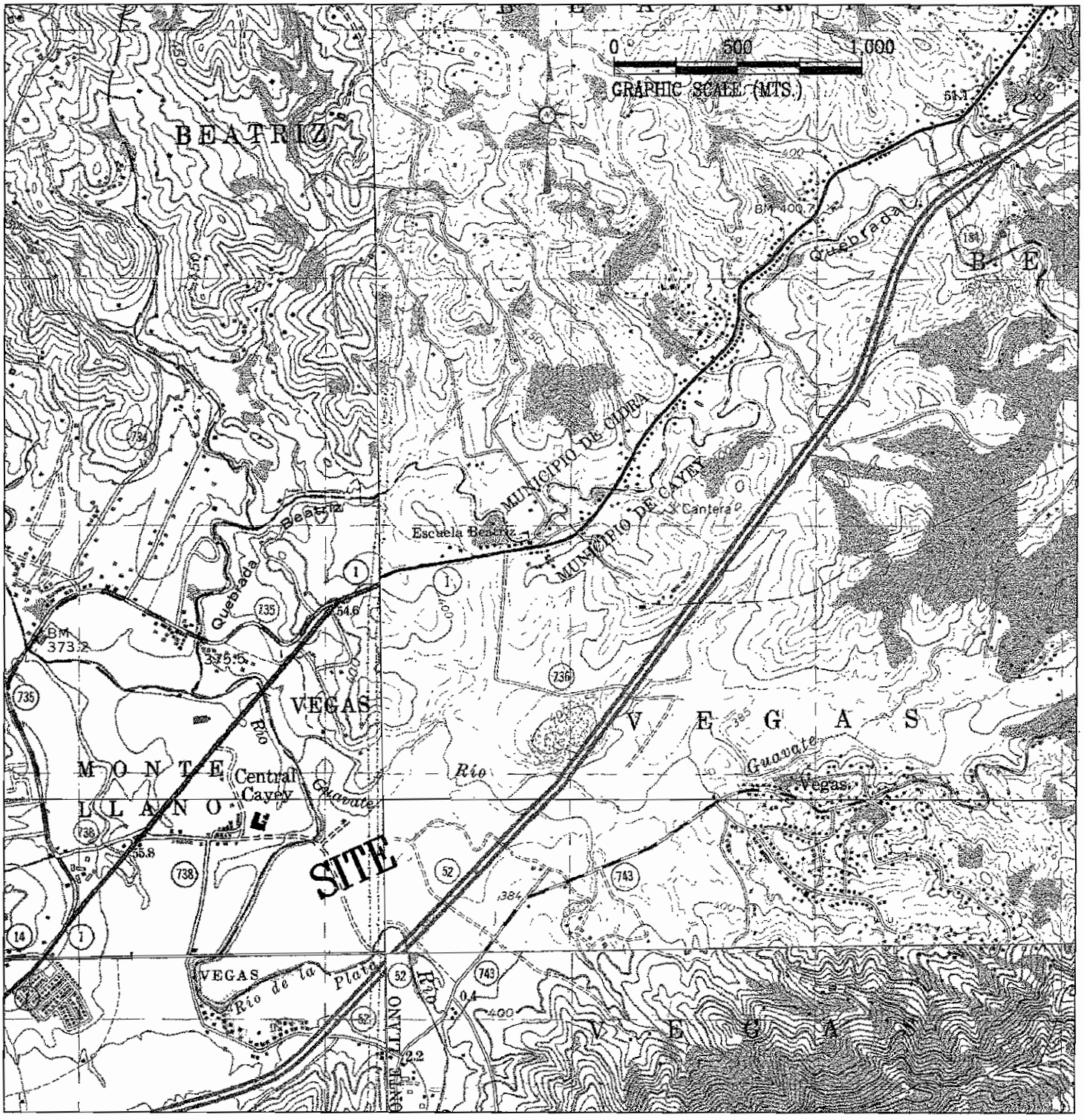
GEO CIM, INC. - LUIS O. GARCIA & ASSOCIATES

Alejandro E. Soto. PG
Associate

Luis O. García, PE
Principal

Job No. 3069-04
March 30, 2004

3069-04-03-22R-MontellanosIndustrialParkGeol



Site location map showing general topography of the area

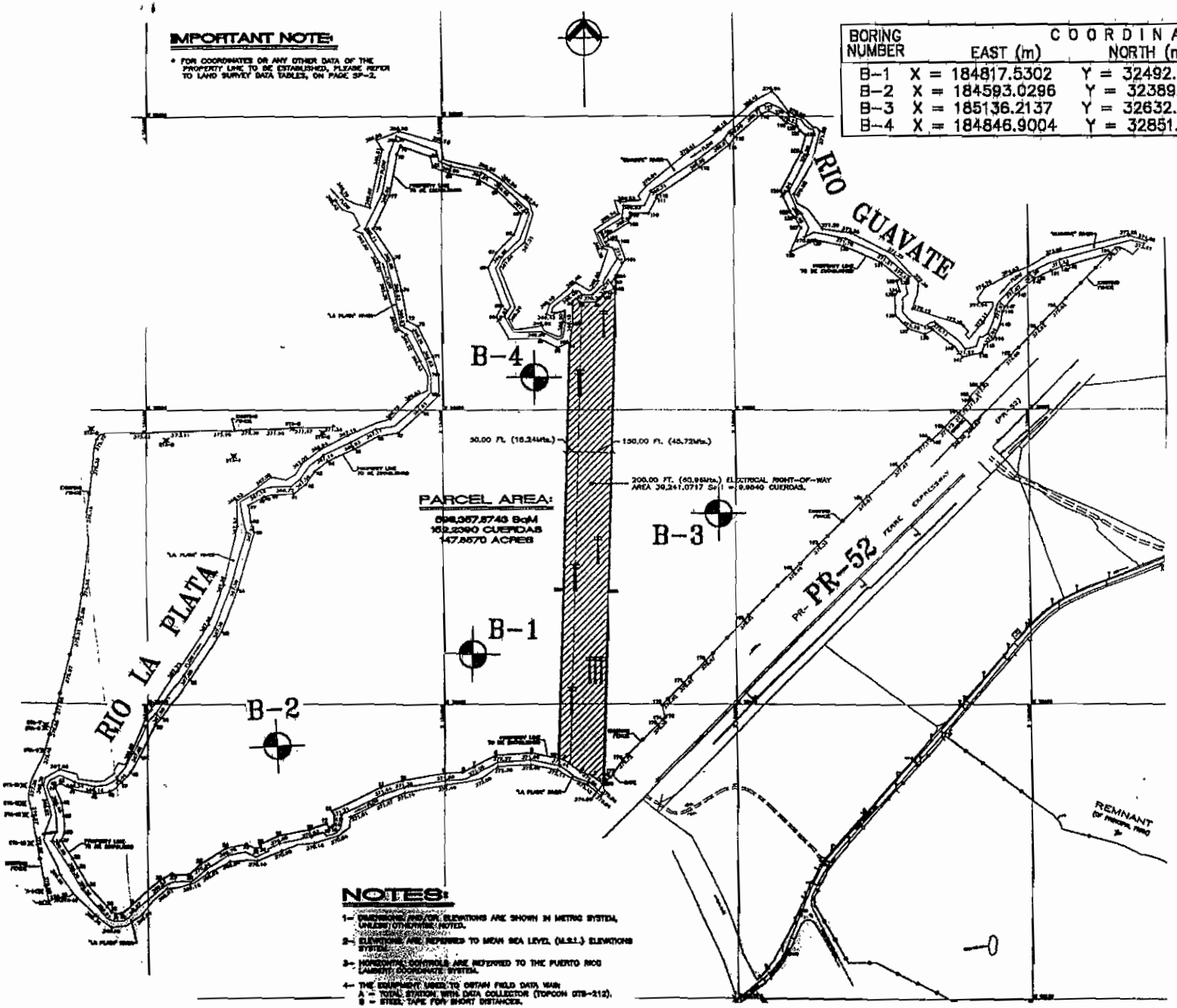
GeoCim
LUIS O. GARCIA & ASSOCIATES

MONTELLANO INDUSTRIAL PARK

CAYEY, P.R.

DRW. BY:	CKD. BY:	SCALE:	DATE:	JOB. NO:	FIGURE NO:
G.O.G.	A.S.	N.T.S.	03/23/04	3069-04	1

Giovanni: f:\Autocad\drawings\3069-04\SITE



BORING NUMBER	COORDINATES EAST (m)	NORTH (m)	ELEVATION
B-1	X = 184817.5302	Y = 32492.7094	Z = 374.31
B-2	X = 184593.0296	Y = 32389.3717	Z = 373.89
B-3	X = 185136.2137	Y = 32632.2943	Z = 376.90
B-4	X = 184846.9004	Y = 32851.0904	Z = 371.62

GeoCim
LUIS O. GARCIA & ASSOCIATES

BORING LOCATION PLAN

MONTELLANO INDUSTRIAL PARK, CAYEY, P.R.

DRW. BY:	CKD. BY:	SCALE:	DATE:	JOB. NO:	FIGURE NO:
G.O.G.	C.P.	N.T.S.	02/17/04	3023-03	3

APPENDIX A

EXPLORATORY BORING LOGS

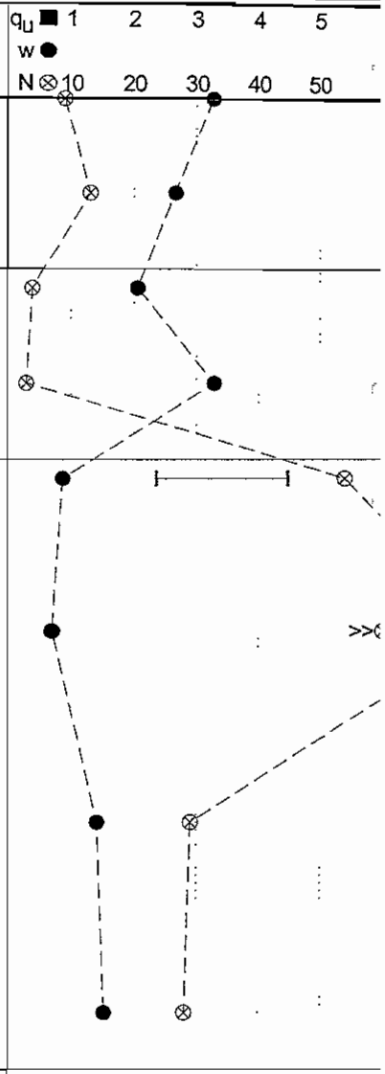
BORING LOG No: **B-1**

DEPTH M	DEPTH FT	BLOWS ON SAMPLER	N	q_u	w_n	LL	PI	Symbol	DESCRIPTION
		2-3-6	9		32.6				Clay, little silt, trace sand and roots, stiff, brown.
		4-6-7	13	(4.5)	26.5				
	5	3-2-2	4		20.5				Sand, little silt, very loose, brown.
		2-1-2	3		32.7				
	10	8-36-18	54	(2.5)	8.6	44.7	21.2		Subrounded to rounded alluvial gravel, some sand, trace clay and silt, very dense to medium dense, brown, gray, olive. (SC)
	15	14-36-41	77		7.0				-no clay.
	20	6-12-17	29		14.1				-trace clay.
	25	10-11-17	28		15.2				

END OF BORING NO. B-1 AT 25.5 FEET DEPTH.

Notes:

1. Groundwater observed at a depth of 20.5 ft. during drilling.



DATE HOLE	STARTED 2-24-04	COMPLETED 2-24-04	
ELEVATION TOP OF HOLE	(374.31 mts)		
ELEVATION GROUND WATER			
LOCATION (Coordinates or Station)	N 32,492.7 E 184,817.5		
NAME OF DRILLER	Carlos Calderón	DRILLING EQUIPMENT	CME-55
/METHOD	SPT		

w_n	WATER CONTENT IN %	q_u	( ) PENETROMETER, TSF
N	BLOWS FROM S. P. T. (ASTM D-1586)	LL	LIQUID LIMIT IN %
q_u	UNCONFIED COMPRESSIVE STRENGTH, TSF	PL	PLASTIC LIMIT IN %
▼	WATER TABLE OR PHREATIC LEVEL	PI	PLASTICITY INDEX IN %

GeoCim

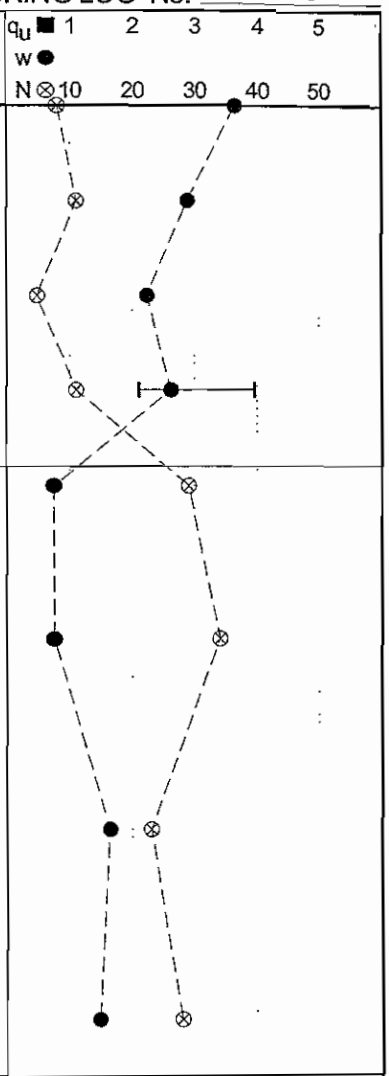
GEOTECNIA Y CIMIENTOS
GEOTECHNICAL TESTING SERVICES
P.O. BOX 10872, SAN JUAN, P.R. 00922-0872

MONTELLANO INDUSTRIAL PARK, CAYEY, PR

APPROVED	JOB No. 3069-04	BORING No.
	1 OF 1 SHEETS	B-1

BORING LOG No: **B-2**

DEPTH M	DEPTH FT	BLOWS ON SAMPLER	N	q_u	w_n	LL	PI	Symbol	DESCRIPTION
		1-3-5	8		36.3				Clay, little silt, trace sand and roots, stiff, brown.
		4-5-6	11		28.8				-no roots.
	5	3-2-3	5	3.59	22.3				
		2-4-7	11		26.2	39.5	18.5		-little sand. (CL)
	10	8-14-15	29		7.5				Subrounded to rounded alluvial gravel, some sand, trace silt, medium dense, brown, gray.
	15	6-13-21	34		7.6				-trace clay.
	20	11-11-12	23		16.4				-no clay.
	25	10-13-15	28		14.8				



END OF BORING NO. B-2 AT 25.5 FEET DEPTH.

NOTES:

1. Groundwater observed at a depth of 20.5 ft. during drilling.

DATE HOLE	STARTED 2-24-04 COMPLETED 2-24-04
ELEVATION TOP OF HOLE	(373.89 mts)
ELEVATION GROUND WATER	
LOCATION (Coordinates or Station)	N 32,389.4 E 184,593.0
NAME OF DRILLER	Carlos Calderón
DRILLING EQUIPMENT /METHOD	CME-55 SPT

w_n	WATER CONTENT IN %	q_u	( ) PENETROMETER, TSF
N	BLOWS FROM S. P. T. (ASTM D-1586)	LL	LIQUID LIMIT IN %
q_u	UNCONFIED COMPRESSIVE STRENGTH, TSF	PL	PLASTIC LIMIT IN %
▽	WATER TABLE OR PHREATIC LEVEL	PI	PLASTICITY INDEX IN %

GeoCim

GEOTECNIA Y CIMIENTOS
GEOTECHNICAL TESTING SERVICES
P.O. BOX 10872, SAN JUAN, P.R. 00922-0872

MONTELLANO INDUSTRIAL PARK, CAYEY, PR

APPROVED	JOB No. 3069-04	BORING No.
	1 OF 1 SHEETS	B-2

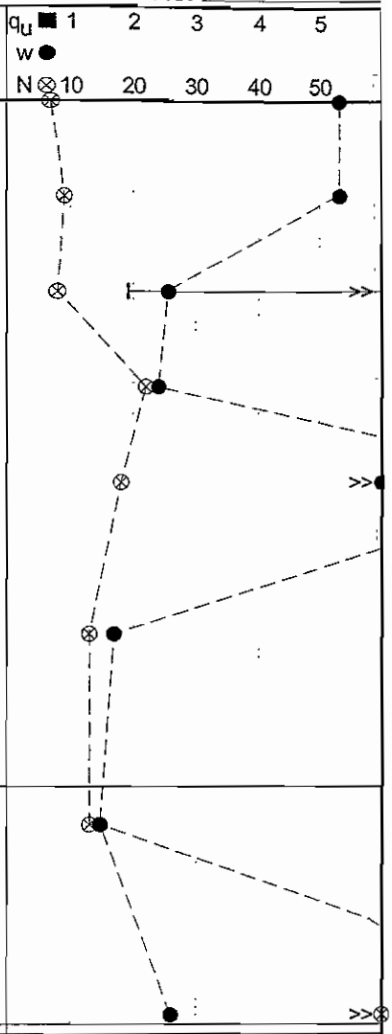
BORING LOG No: **B-3**

DEPTH M	DEPTH FT	BLOWS ON SAMPLER	N	q_u	w_n	LL	PI	Symbol	DESCRIPTION
		2-2-5	7		53.1				Clay, little silt, trace roots, medium stiff to stiff, brown.
		4-4-5	9	1.62	53.2				
5		3-3-5	8	(3.0)	25.6	65.0	45.9		-brown, light gray. (CH)
		7-10-12	22	3.95	24.0				
10		6-7-11	18	5.77	93.2				-little sand, brown.
15		6-7-6	13		16.9				-little gravel.
20		10-10-3	13		14.7				Subrounded to rounded alluvial gravel, some sand, trace silt, medium dense, brown.
		50/3"	100		25.9				-trace clay, very dense, brown.

END OF BORING NO. B-3 AT 24.25 FEET DEPTH.

NOTES:

1. Groundwater observed at a depth of 19 ft. during drilling.



DATE HOLE	STARTED 2-25-04	COMPLETED 2-25-04	
ELEVATION TOP OF HOLE	(376.90 mts)		
ELEVATION GROUND WATER			
LOCATION (Coordinates or Station)	N 32,632.3 E 185,136.2		
NAME OF DRILLER	Carlos Calderón	DRILLING EQUIPMENT	CME-55
/METHOD	SPT		

w_n	WATER CONTENT IN %	q_u	( ) PENETROMETER, TSF
N	BLOWS FROM S. P. T. (ASTM D-1586)	LL	LIQUID LIMIT IN %
q_u	UNCONFIED COMPRESSIVE STRENGTH, TSF	PL	PLASTIC LIMIT IN %
▽	WATER TABLE OR PHREATIC LEVEL	PI	PLASTICITY INDEX IN %

GeoCim

GEOTECNIA Y CIMIENTOS
GEOTECHNICAL TESTING SERVICES
P.O. BOX 10872, SAN JUAN, P.R. 00922-0872

MONTELLANO INDUSTRIAL PARK, CAYEY, PR

APPROVED	JOB No. 3069-04	BORING No.
	1 OF 1 SHEETS	B-3

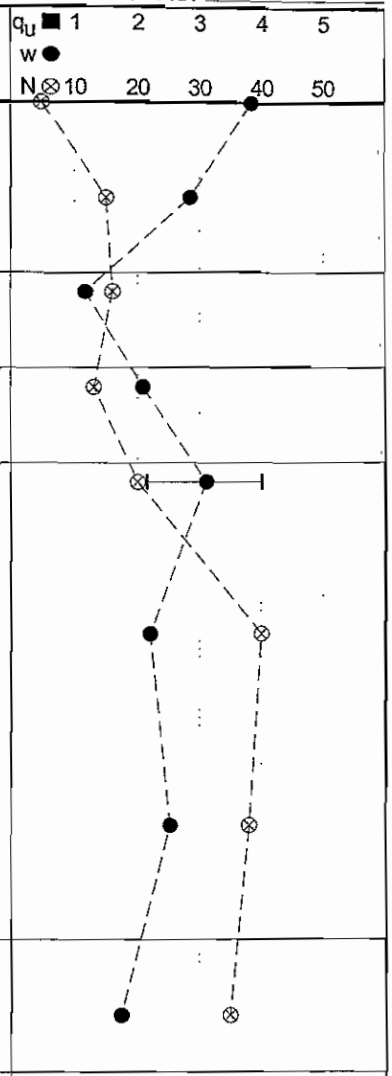
BORING LOG No: **B-4**

DEPTH M	DEPTH FT	BLOWS ON SAMPLER	N	q_u	w_n	LL	PI	Symbol	DESCRIPTION
		2-2-3	5		38.3				Clay, little silt, trace sand and roots, medium stiff to very stiff, brown.
		2-4-11	15		28.4				
5		13-9-7	16		11.6				Subrounded to rounded alluvial gravel, some sand, trace silt, medium dense, brown, gray.
		3-5-8	13		20.8				Sand, little silt, trace subrounded weathered gravel, medium dense, brown.
10		2-7-13	20		31.1	40.0	18.6		Subrounded to rounded gravel, some sand, trace silt and clay, medium dense to dense, brown, gray. (GC)
15		15-20-20	40		22.0				-no clay.
20		14-18-20	38		25.2				-little sand and silt.
25		12-16-19	35		17.4				Silt, little sand, trace rounded gravel, dense, brownish yellow, brown, light gray; weathered bedrock?

END OF BORING NO. B-4 AT 25.5 FEET DEPTH.

NOTES:

1. Groundwater observed at a depth of 15.5 ft. during drilling.



DATE HOLE	STARTED 2-25-04	COMPLETED 2-25-04	
ELEVATION TOP OF HOLE	(371.62 mts)		
ELEVATION GROUND WATER			
LOCATION (Coordinates or Station)	N 32,851.1 E 184,846.9		
NAME OF DRILLER Carlos Calderón	DRILLING EQUIPMENT CME-55	/METHOD SPT	

w_n	WATER CONTENT IN %	q_u	( ) PENETROMETER, TSF
N	BLOWS FROM S. P. T. (ASTM D-1586)	LL	LIQUID LIMIT IN %
q_u	UNCONFIED COMPRESSIVE STRENGTH, TSF	PL	PLASTIC LIMIT IN %
▼	WATER TABLE OR PHREATIC LEVEL	PI	PLASTICITY INDEX IN %

GeoCim

GEOTECNIA Y CIMIENTOS
GEOTECHNICAL TESTING SERVICES
P.O. BOX 10872, SAN JUAN, P.R. 00922-0872

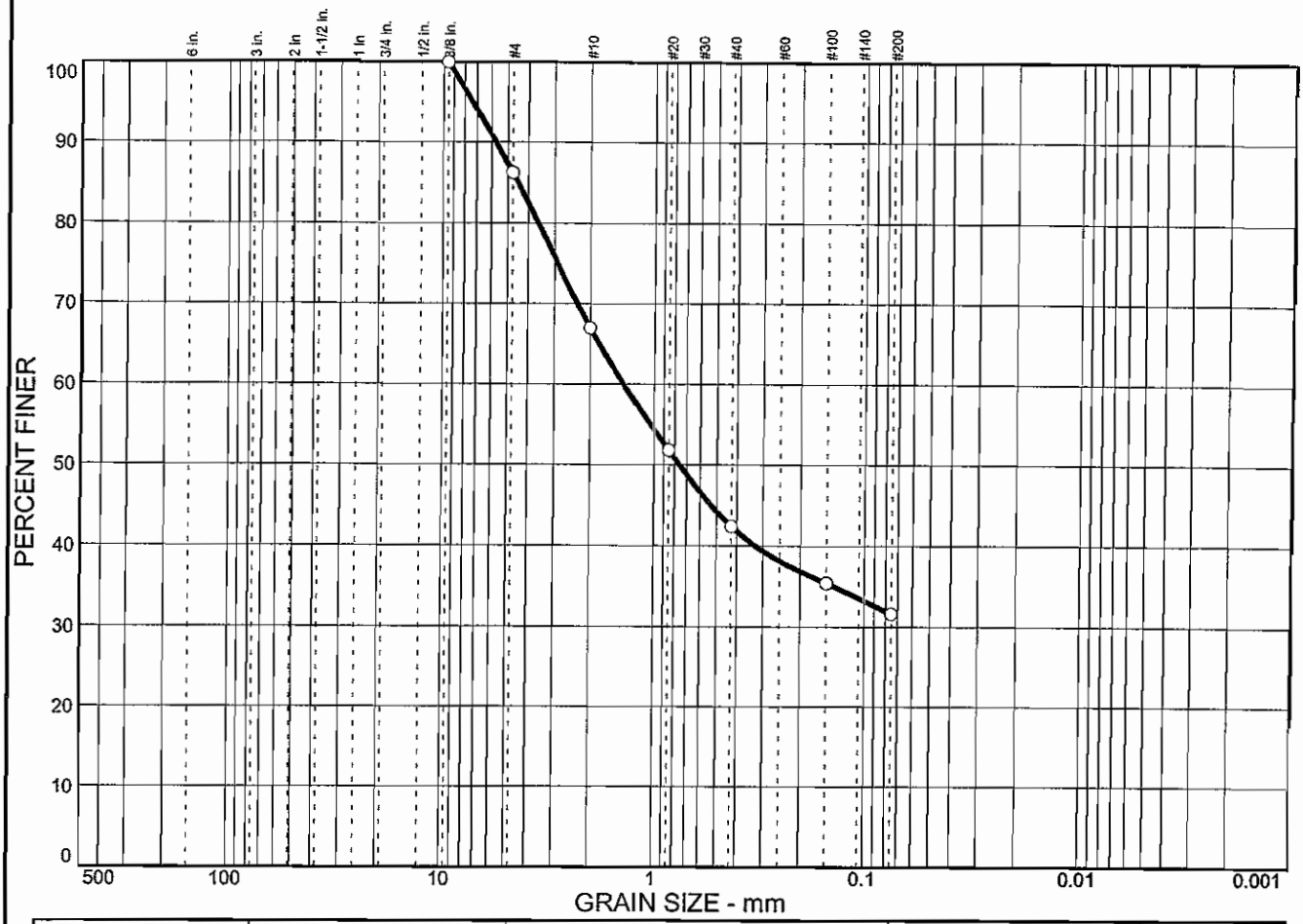
MONTELLANO INDUSTRIAL PARK, CAYEY, PR

APPROVED	JOB No. 3069-04	BORING No.
	1 OF 1 SHEETS	B-4

APPENDIX B

CLASSIFICATION TEST RESULTS

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION TEST REPORT



% + 3"	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	13.8	54.6	31.6	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
.375 in.	100.0		
#4	86.2		
#10	67.0		
#20	51.8		
#40	42.4		
#100	35.4		
#200	31.6		

* (no specification provided)

Soil Description

Sand, some clay, little gravel, brown, gray, olive.

Atterberg Limits

PL= 23.5 LL= 44.7 PI= 21.2

Coefficients

D_{85}= 4.49 D_{60}= 1.39 D_{50}= 0.756
D_{30}= D_{15}= D_{10}=
C_u= C_c=

Classification

USCS= SC AASHTO= A-2-7(2)

Remarks

Sample No.: 5 **Source of Sample:** Boring No. 1 **Date:** 3/30/04
Location: **Elev./Depth:** 10.0'- 11.5'

GEO CIM, INC.

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project No: 3069-04 **R. Davila-GCI**

GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST DATA

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project Number: 3069-04

Sample Data

Source: Boring No. 1
Sample No.: 5
Elev. or Depth: 10.0'- 11.5' **Sample Length (in./cm.):**
Location:
Description: Sand, some clay, little gravel, brown, gray, olive.
Date: 3/30/04 **PL:** 23.5 **LL:** 44.7 **PI:** 21.2
USCS Classification: SC **AASHTO Classification:** A-2-7(2)
Testing Remarks:

Mechanical Analysis Data

	Initial	After wash
Dry sample and tare=	192.58	143.98
Tare =	37.85	37.85
Dry sample weight =	154.73	106.13

Minus #200 from wash= 31.4 %
Sieve tare method

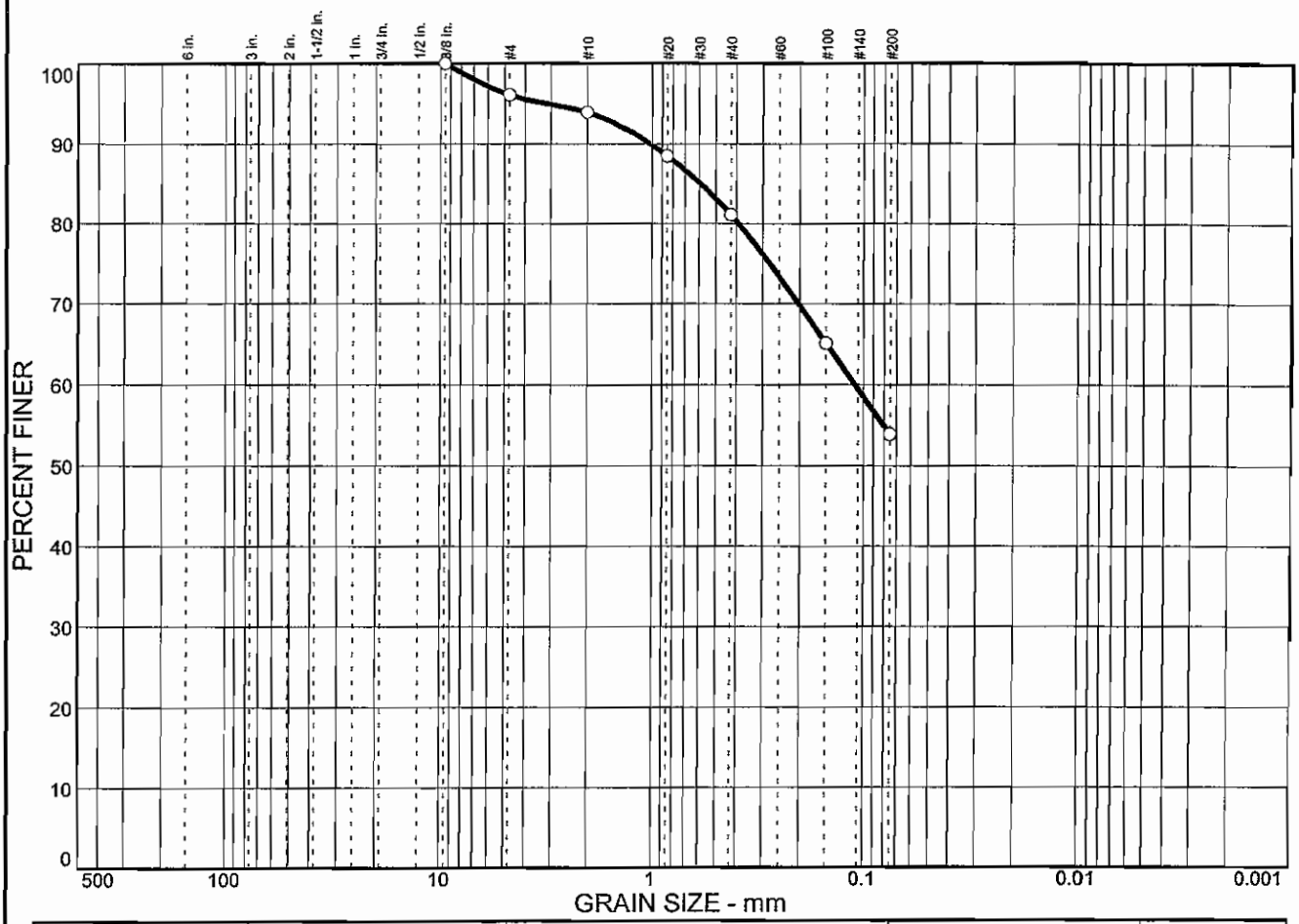
Sieve	Weight retained	Sieve tare	Percent finer
.375 inch	0.00	0.00	100.0
# 4	21.41	0.00	86.2
# 10	29.60	0.00	67.0
# 20	23.51	0.00	51.8
# 40	14.62	0.00	42.4
# 100	10.79	0.00	35.4
# 200	5.86	0.00	31.6

Fractional Components

Gravel/Sand based on #4
Sand/Fines based on #200
% + 3" = **% GRAVEL** = 13.8 **% SAND** = 54.6
% FINES = 31.6

D_{85}= 4.49 D_{60}= 1.39 D_{50}= 0.76

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION TEST REPORT



% + 3"	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	3.9	42.2	53.9	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
.375 in.	100.0		
#4	96.1		
#10	93.9		
#20	88.5		
#40	81.1		
#100	65.1		
#200	53.9		

* (no specification provided)

Soil Description

Sandy clay, trace gravel, brown.

Atterberg Limits

PL= 21.0 LL= 39.5 PI= 18.5

Coefficients

D_{85}= 0.592 D_{60}= 0.110 D_{50}=
D_{30}= D_{15}= D_{10}=
C_u= C_c=

Classification

USCS= CL AASHTO= A-6(7)

Remarks

Sample No.: 4 **Source of Sample:** Boring No. 2 **Date:** 3/30/04
Location: **Elev./Depth:** 7.5'- 9.0'

GEO CIM, INC.

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project No: 3069-04 **R. Davila-GCI**

GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST DATA

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project Number: 3069-04

Sample Data

Source: Boring No. 2
Sample No.: 4
Elev. or Depth: 7.5'- 9.0' **Sample Length (in./cm.):**
Location:
Description: Sandy clay, trace gravel, brown.
Date: 3/30/04 **PL:** 21.0 **LL:** 39.5 **PI:** 18.5
USCS Classification: CL **AASHTO Classification:** A-6(7)
Testing Remarks:

Mechanical Analysis Data

	Initial	After wash
Dry sample and tare=	131.43	82.96
Tare =	41.28	41.28
Dry sample weight =	90.15	41.68
Minus #200 from wash=	53.8 %	

Sieve tare method

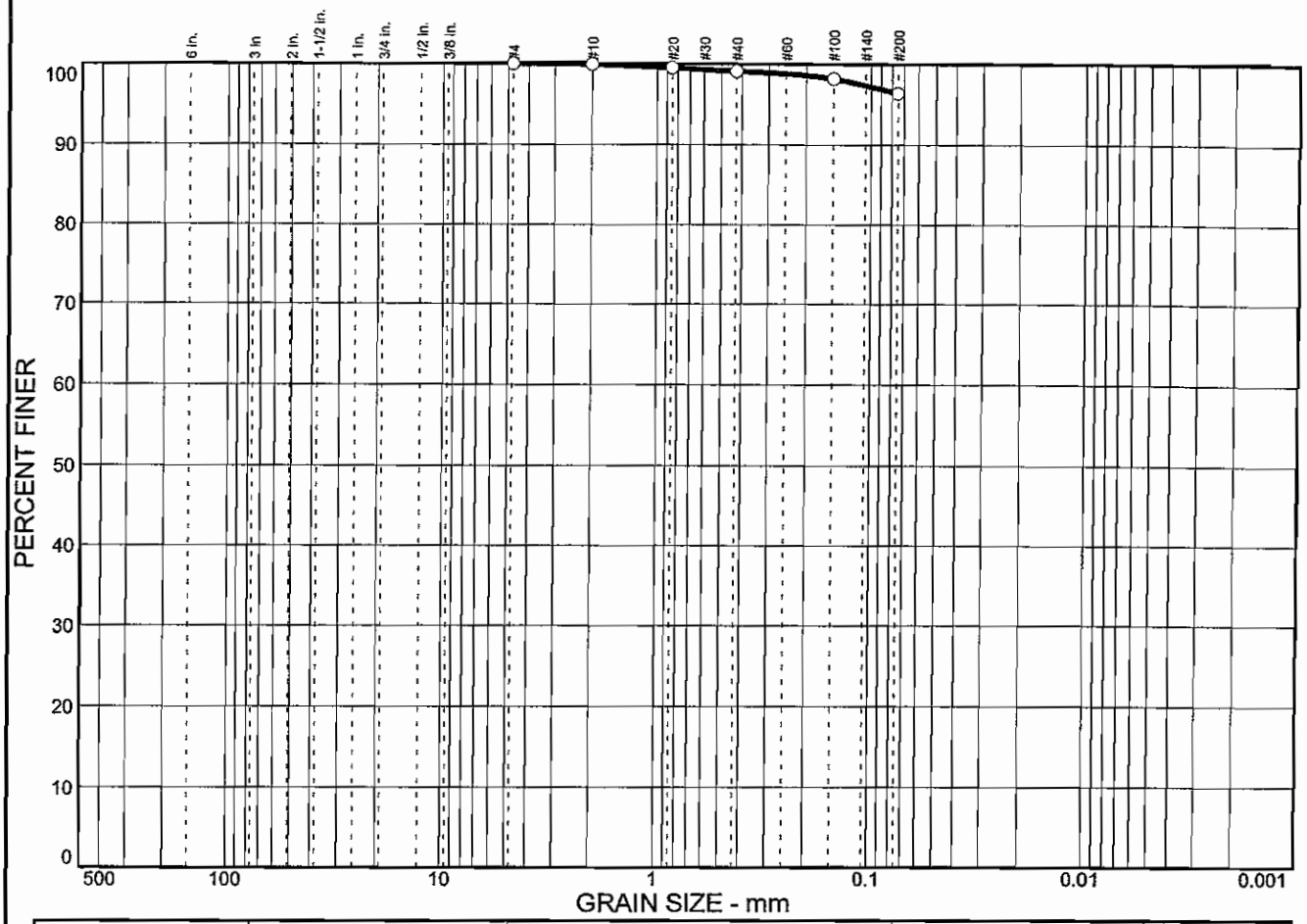
Sieve	Weight retained	Sieve tare	Percent finer
.375 inch	0.00	0.00	100.0
# 4	3.54	0.00	96.1
# 10	1.99	0.00	93.9
# 20	4.87	0.00	88.5
# 40	6.68	0.00	81.1
# 100	14.36	0.00	65.1
# 200	10.08	0.00	53.9

Fractional Components

Gravel/Sand based on #4
Sand/Fines based on #200
% + 3" = % GRAVEL = 3.9 % SAND = 42.2
% FINES = 53.9

D_{85}= 0.59 D_{60}= 0.11

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION TEST REPORT



% + 3"	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	0.0	3.6	96.4	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
#4	100.0		
#10	99.9		
#20	99.5		
#40	99.1		
#100	98.2		
#200	96.4		

* (no specification provided)

Soil Description

Clay, trace sand, brown, light gray.

Atterberg Limits

PL= 19.1 LL= 65.0 PI= 45.9

Coefficients

D_{85}= D_{60}= D_{50}=
D_{30}= D_{15}= D_{10}=
C_u= C_c=

Classification

USCS= CH AASHTO= A-7-6(49)

Remarks

Sample No.: 3 **Source of Sample:** Boring No. 3 **Date:** 3/30/04
Location: **Elev./Depth:** 5.0'- 6.5'

GEO CIM, INC.

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project No: 3069-04 **R. Davila-GCI**

GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST DATA

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project Number: 3069-04

Sample Data

Source: Boring No. 3
Sample No.: 3
Elev. or Depth: 5.0'- 6.5' **Sample Length (in./cm.):**
Location:
Description: Clay, trace sand, brown, light gray.
Date: 3/30/04 **PL:** 19.1 **LL:** 65.0 **PI:** 45.9
USCS Classification: CH **AASHTO Classification:** A-7-6(49)
Testing Remarks:

Mechanical Analysis Data

	Initial	After wash
Dry sample and tare=	94.73	43.22
Tare =	41.28	41.28
Dry sample weight =	53.45	1.94
Minus #200 from wash=	96.4 %	

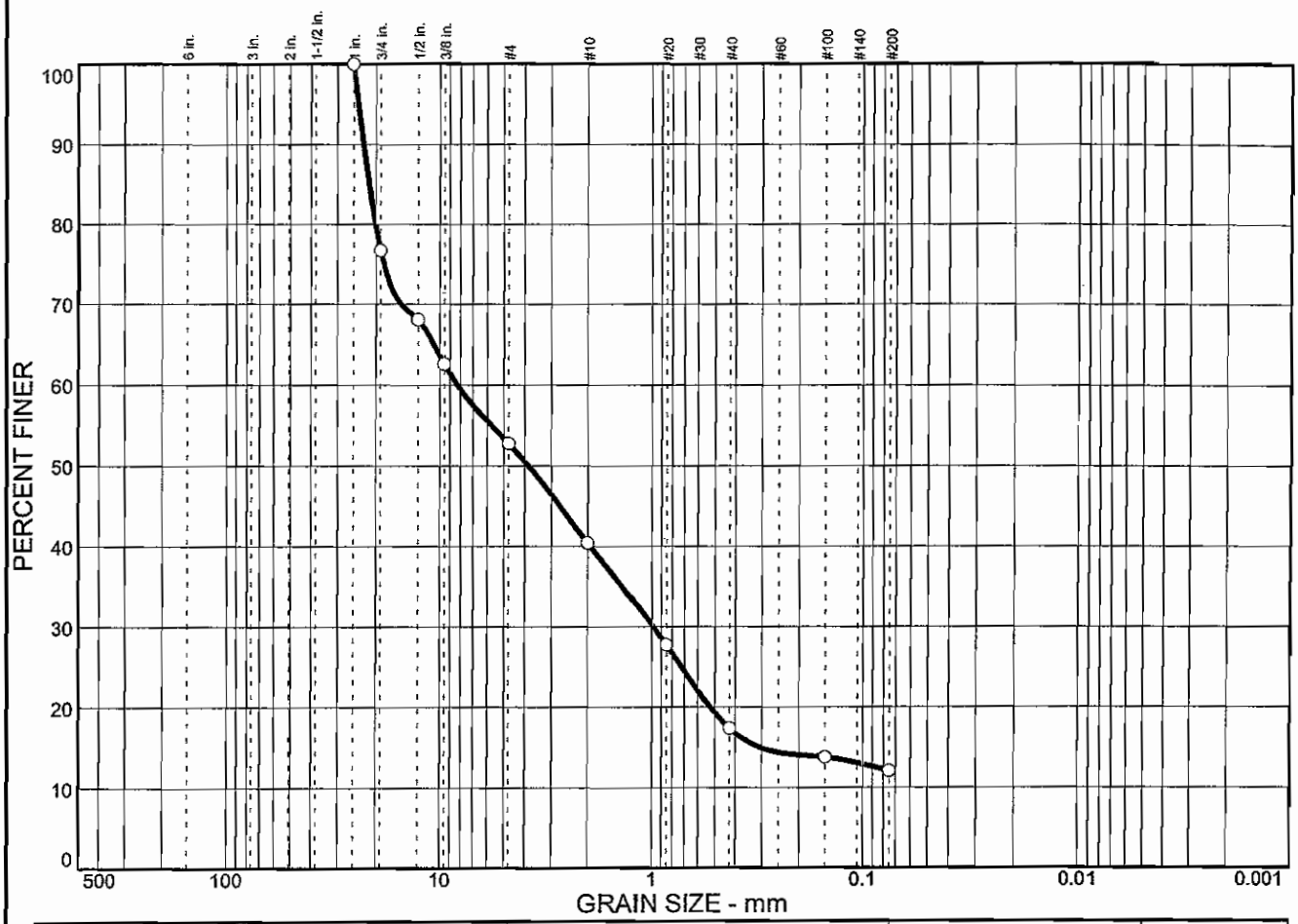
Sieve tare method

Sieve	Weight retained	Sieve tare	Percent finer
# 4	0.00	0.00	100.0
# 10	0.08	0.00	99.9
# 20	0.17	0.00	99.5
# 40	0.25	0.00	99.1
# 100	0.46	0.00	98.2
# 200	0.98	0.00	96.4

Fractional Components

Gravel/Sand based on #4
Sand/Fines based on #200
% + 3" = % GRAVEL = % SAND = 3.6
% FINES = 96.4

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION TEST REPORT



% + 3"	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	47.2	40.7	12.1	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
1 in.	100.0		
.75 in.	76.7		
.5 in.	68.1		
.375 in.	62.6		
#4	52.8		
#10	40.4		
#20	27.7		
#40	17.4		
#100	13.8		
#200	12.1		

* (no specification provided)

Soil Description

Sandy gravel, little clay, brown, gray.

Atterberg Limits

PL= 21.4 LL= 40.0 PI= 18.6

Coefficients

D_{85}= 21.5 D_{60}= 8.25 D_{50}= 3.84
D_{30}= 0.984 D_{15}= 0.303 D_{10}=
C_u= C_c=

Classification

USCS= GC AASHTO= A-2-6(0)

Remarks

Sample No.: 5 **Source of Sample:** Boring No. 4 **Date:** 3/30/04
Location: **Elev./Depth:** 10.0'- 11.5'

GEO CIM, INC.

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project No: 3069-04 **R. Davila-GCI**

GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST DATA

Client: VAQUERIAS MONTELLANO
Project: MONTELLANO INDUSTRIAL PARK
CAYEY, PR
Project Number: 3069-04

Sample Data

Source: Boring No. 4
Sample No.: 5
Elev. or Depth: 10.0'- 11.5' **Sample Length (in./cm.):**
Location:
Description: Sandy gravel, little clay, brown, gray.
Date: 3/30/04 **PL:** 21.4 **LL:** 40.0 **PI:** 18.6
USCS Classification: GC **AASHTO Classification:** A-2-6(0)
Testing Remarks:

Mechanical Analysis Data

	Initial	After wash
Dry sample and tare=	212.70	191.86
Tare =	39.34	39.34
Dry sample weight =	173.36	152.52

Minus #200 from wash= 12.0 %
Sieve tare method

Sieve	Weight retained	Sieve tare	Percent finer
1 inch	0.00	0.00	100.0
.75 inch	40.46	0.00	76.7
.5 inch	14.92	0.00	68.1
.375 inch	9.52	0.00	62.6
# 4	16.89	0.00	52.8
# 10	21.55	0.00	40.4
# 20	22.01	0.00	27.7
# 40	17.80	0.00	17.4
# 100	6.27	0.00	13.8
# 200	2.97	0.00	12.1

Fractional Components

Gravel/Sand based on #4
Sand/Fines based on #200
% + 3" = **% GRAVEL** = 47.2 **% SAND** = 40.7
% FINES = 12.1

D_{85}= 21.50 D_{60}= 8.25 D_{50}= 3.84
D_{30}= 0.98 D_{15}= 0.30

Prospección arqueológica

PROYECTO

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO DE CAYEY

Barrio Vega
Cayey, Puerto Rico

PROSPECCIONES ARQUEOLOGICAS
FASES 1-A Y 1-B

PARA : Sr. Luis Sotomayor
Vaquería Montellano
Barrio Las Vegas
Box 26900
Cayey, Puerto Rico 00736

DE : Carlos M. Ayes Suárez
Calle 6A Número 11
Pueblo Nuevo
Vega Baja, P.R. 00693

FECHA : 27 de octubre de 2004.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

RESUMEN FASE 1-A

A pesar de que el conocimiento que hay sobre la arqueología de la región que comprende el término municipal de Cayey es amplio, ya que los descubrimientos arqueológicos descritos por los diletantes de la época se encuentran entre las primeras incursiones arqueológicas del país, no se ha reportado el descubrimiento de ningún yacimiento arqueológico cerca del área bajo estudio. Tampoco existe información específica de descubrimiento alguno. Durante la prospección superficial se descubrió las ruinas de una estructura inmueble en la servidumbre de paso de unas líneas de alto voltaje de la A.E.E. y una atarjea hacia el Este de las mismas. Por tal razón se recomendó ampliar el estudio a una Fase 1-B.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

INDICE DE MATERIAS

MATERIA	PAGINA
1. INDICE DE ILUSTRACIONES	5
2. INTRODUCCION	6
3. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO	8
4. METODO FASE 1-A.	11
5. GEOGRAFIA	12
Geomorfología	12
Geografía Humana	14
Geografía Política	16
Hidrología	18
Geología	20
6. ANTECEDENTES ARQUEOLOGICOS	22
7. TRABAJO DE CAMPO	26
8. RESULTADOS	27
9. RECOMENDACIONES	28
10. BIBLIOGRAFIA	29
11. RESUMEN FASE 1-B	31
12. METODOLOGIA FASE 1-B	32
13. TRABAJO DE CAMPO	33
14. RESULTADOS	34
15. RECOMENDACIONES	35
16. FOTOGRAFIAS	36
17. DOCUMENTOS	46

INDICE DE ILUSTRACIONES

TEMA	PAGINA
1. MAPA DE LOCALIZACION	9
2. PLANO DEL PROYECTO	10
3. MAPA GEOMORFOLOGICO	13
4. MAPA DE DENSIDAD POBLACIONAL	15
5. MAPA POLITICO	17
6. MAPA HIDROLOGICO	19
7. CATASTRO DE SUELOS	21

INTRODUCCION

El presente informe corresponde a las prospección arqueológica fase 1-A del **Proyecto Parque Industrial Tecnológico de Cayey**, localizado en el barrio Vega del término municipal de Cayey. Tiene una cabida total de 162 cuerdas y en la actualidad se dedica a la crianza de ganado vacuno. De hecho presenta una superficie llana que conforma parte de un valle aluvial por el cual discurren los ríos de La Plata y Guavate.

A través de la consulta de las fuentes documentales y bibliográficas arqueológicas disponibles sobre el término municipal de Cayey, pudimos establecer que nunca se ha reportado el descubrimiento de ningún yacimiento arqueológico en el predio de terreno motivo del presente estudio. Si bien esto es cierto, también hay que destacar que las exploraciones arqueológicas llevadas a cabo en este municipio por diletantes figuran entre las primeras llevadas a cabo en el país, siendo motivo de importantes publicaciones durante el Siglo XIX.

La actividad agrícola llevada a cabo en la finca bajo estudio fue tomada en consideración al delinear el plan de trabajo para el proyecto. Se le prestó atención a las modificaciones de corteza terrestre que había sufrido el lugar para tener más elementos de juicio para la evaluación. Los surcos excavados para condicionar el terreno se conservan aún. Sin embargo, la densidad de la vegetación, la cual consiste de forrage, dificultó la prospección superficial del predio de terreno.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

La excavación de pozos de sondeo tuvo como propósito subsanar la dificultad que representó la vegetación de forrage. Las recientes lluvias ablandaron el terreno, facilitando la excavación de los mismos. Aunque se tomó nota de las características generales del suelo excavado, la información provista sobre los mismos corresponde a la provista por el catastro de suelos de la región. Se observó una gran concentración de rocas ígneas hacia el Norte de la finca, correspondientes a antiguas flotas de los ríos.

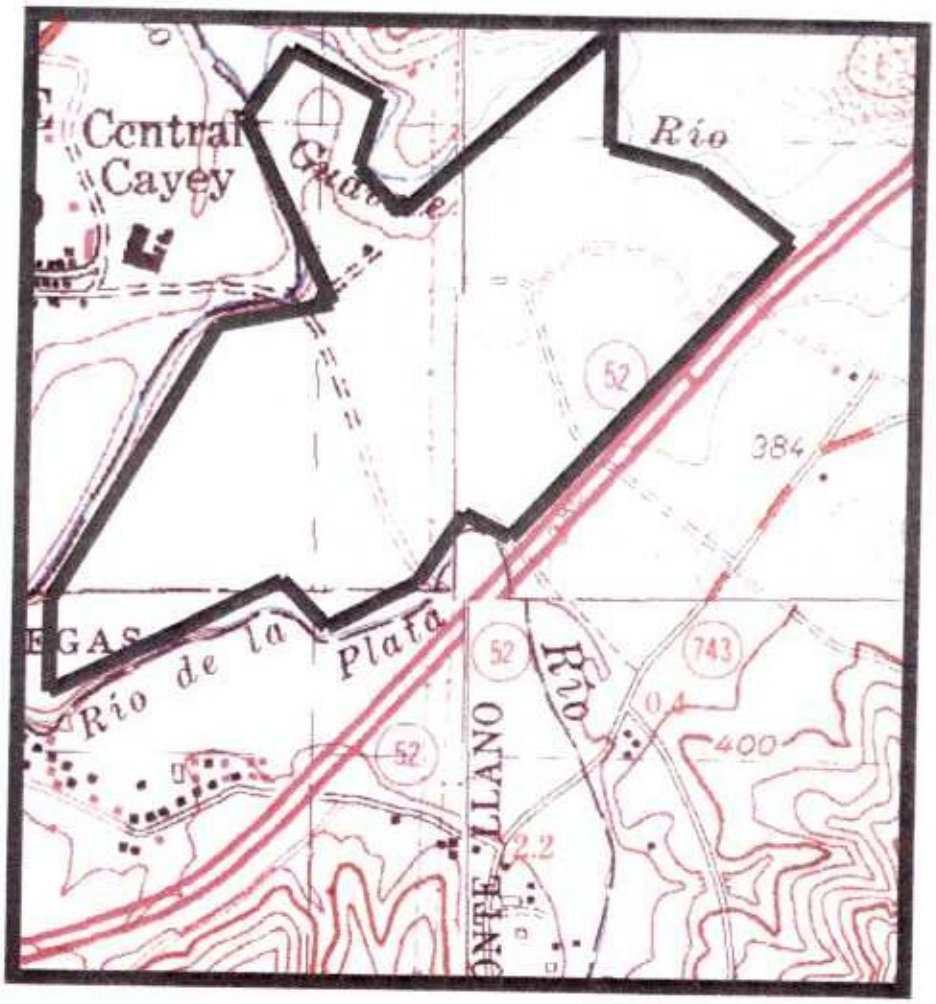
En el aspecto del trabajo de campo contamos con la invaluable ayuda de César Figueroa Reyes, Juan Casaña Reyes, Germán Pagán Maldonado y Miguel A. López Santos, sin cuya ayuda no hubiera sido posible el llevar a cabo el mismo. A todos ellos vaya nuestro agradecimiento.

VEGA BAJA, PUERTO RICO

LOCALIZACION Y DESCRIPCION

El **Proyecto Parque Industrial Tecnológico de Cayey**, está localizado en el Kilómetro 35.4 de la carretera estatal PR – 52, en una finca del barrio Vega del término municipal de Cayey. La finca bajo estudio está localizada en el Valle de Cayey, entre los ríos de la Plata y Guavate. La misma colinda por el Norte con los rios de la Plata y Guavate; por el Sur, con la carretera estatal PR – 52; por el este, con el Río Guavate; y por el Oeste, con el Río de la Plata.

En el predio en cuestión la parte proponente va a construir un proyecto industrial con el fin de promover la instalación de industrias livianas. No empece al hecho de que la cabida total de la finca es de 162 cuerdas, se proponen lotificar 96.35 cuerdas y dejarán 65.65 cuerdas para áreas verdes y zona de amortiguamiento a lo largo de los rios. En la actualidad se encuentra sembarada de pasto para el ganado. De hecho, todavia se observan los surcos del arado usado por la parte proponente para condicionar el terreno. El hecho de que otrora fuera sembrada de caña podria explicar que prácticamente no hay rocas afloradas en el terreno, con la excepción de aquellas producto de la construcción del Expreso Luis A. Ferré, el cual sirve de colindancia a la finca por el Este.



ILUSTRACION I – MAPA DE LOCALIZACION DEL PROYECTO

NOTES:

1- DIMENSIONS AND/OR ELEVATIONS ARE SHOWN IN METRIC SYSTEM, UNLESS OTHERWISE NOTED.

2- ELEVATIONS ARE REFERRED TO MEAN SEA LEVEL (M.S.L.) ELEVATIONS SYSTEM.

3- HORIZONTAL CONTROLS ARE REFERRED TO THE PUERTO RICO LAMBERT COORDINATE SYSTEM.

4- THE EQUIPMENT USED TO OBTAIN FIELD DATA WAS:
A - TOTAL STATION WITH DATA COLLECTOR (TOPCON GTS-211).
B - STEEL TAPE FOR SHORT DISTANCES.

5- FIELD JOB DONE AT NOVEMBER 2005.

LEGEND:

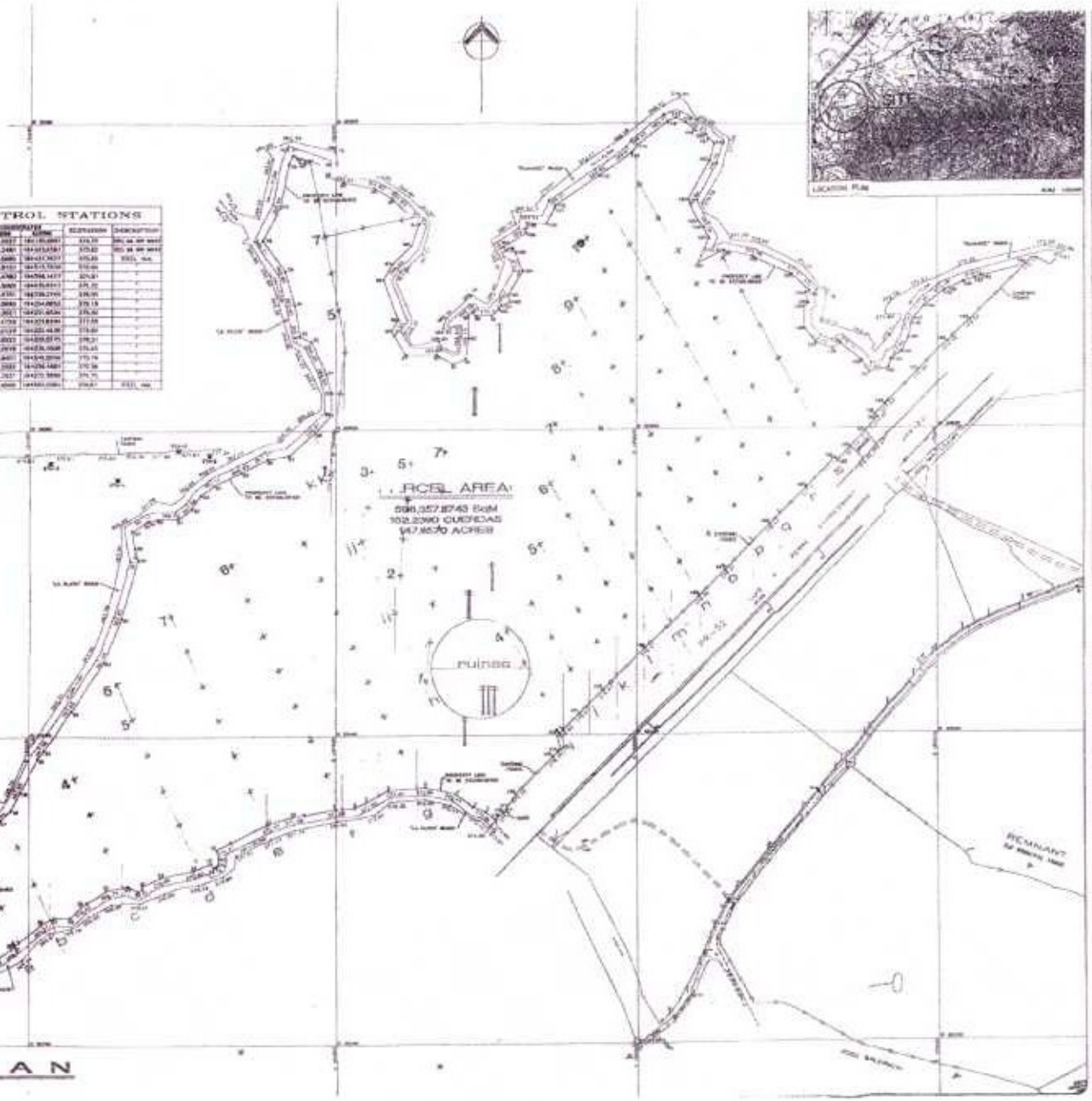
- EXISTING ELEVATIONS
- CONTROL STATIONS
- EXISTING FENCE
- PROPERTY LINE WITH POINT NUMBERS
- ELECTRIC POWER POLES

CONTROL STATIONS

STATION	COORDINATES NORTHING	COORDINATES EASTING	ELEVATION	DESCRIPTION
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

IMPORTANT NOTE:

* FOR COORDINATES OR ANY OTHER DATA OF THE PROPERTY LINE TO BE ESTABLISHED, PLEASE REFER TO LAND SURVEY DATA TABLES, ON PAGE SP-2.



I, ENRIQUE BLANES PALMER, HEREBY CERTIFY THAT THIS SURVEY PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE EXISTING CONDITIONS.

CERTIFY CORRECT

ENRIQUE BLANES PALMER

SURVEY PLAN

SCALE 1:2000

PROPOSED DRIVEWAY PLAN FOR THE PARCEL OF LAND LOCATED AT BARRIO PEÑUELAS, PEÑUELAS, PUERTO RICO

ebp design group

SURVEY PLAN

SP-1

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

METODO FASE 1-A

A través del estudio tecnológico y cuantitativo de los restos materiales de una sociedad humana, la arqueología lleva a cabo la reconstrucción del modo de vida de la misma y de los patrones culturales que la conforman. Las prospecciones arqueológicas fases 1-A y 1-B tienen como propósito identificar la posible existencia de los mismos y su distribución diacrónica y sincrónica.

La prospección arqueológica fase 1-A consiste del estudio de las fuentes de consulta primarias o documentales y secundarias o bibliográficas existentes sobre la historia antigua de la región o sobre otros aspectos científicos que pudieran servir de auxilio en la cumplimentación de la investigación. Se ha reglamentado de igual modo que el consultor arqueológico tiene que llevar a cabo una primera visita al campo con el propósito de familiarizarse con el proyecto.

A tales propósitos visitamos el archivo del Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico, donde consultamos los informes de consultoría arqueológica correspondientes al término municipal de Cayey y el inventario de yacimientos arqueológicos disponible. Las fuentes secundarias o bibliográficas citadas o consultadas figuran enlistadas al final del informe y proceden del archivo y biblioteca del investigador.

GEOGRAFIA DEL TERMINO MUNICIPAL DE CAYEY

GEOMORFOLOGIA

El propuesto **Proyecto Parque Industrial Tecnológico de Cayey** está localizado en la Provincia del Interior Montañoso Central. El Dr. Watson Monroe, en su ensayo **Las Divisiones Geomórficas de Puerto Rico**, nos informa que la misma

> **"comprende las areas montañosas de Puerto Rico, así como las Colinas o ceros al pie de dichas montañas y algunas areas bajas rodeadas de montañas. Las Alturas de esta provincia fluctúan desde el nivel del mar en los extremos oriental y occidental de la isla –donde la provincia aparece sumergida, en forma arqueada, bajo el nivel del mar- hasta unos 1.338 metros (4.390 pies) sobre el nivel del mar en su punto más alto, que lo define el Cerro Punta, al norte de Ponce." (Monroe, 1977: 3)**

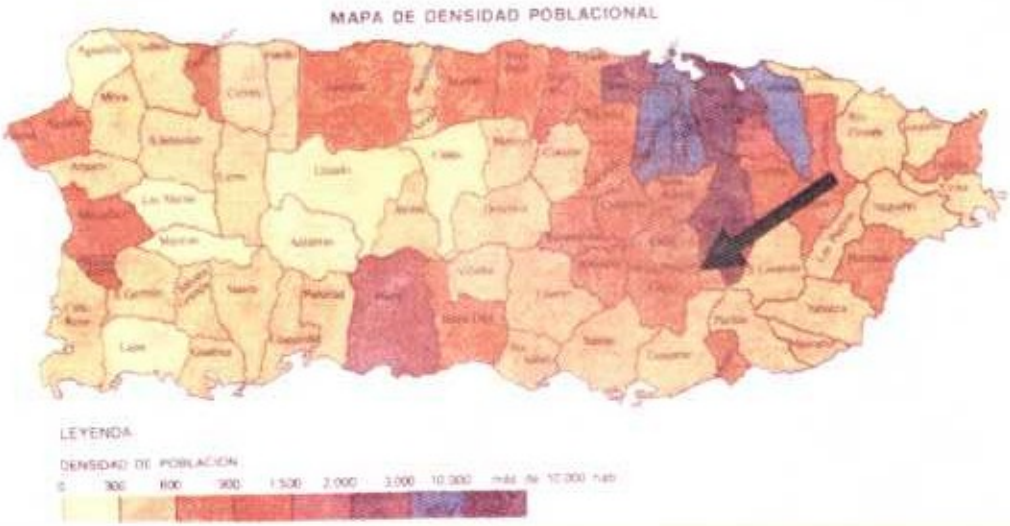
Dicha Provincia Geomorfológica se extiende a lo largo de la parte central de la Isla de este a oeste. En la parte norte está separada del Océano Atlántico por las Provincias del Carso Norteño y del Llano Costanero del Norte. Mientras que por el sur está separada del Mar Caribe por la Provincia del Llano Costanero del Sur.

ILUSTRACION III - MAPA GEOMORFOLOGICO DE PUERTO RICO.

GEOGRAFIA HUMANA

El término municipal de Cayey es uno de mediana densidad poblacional por milla cuadrada. Para el 1985, la misma se había estimado en 774 personas por milla cuadrada, lo que compara en términos demográficos con municipios tales como Bayamón, Cataño y Carolina. Para el 1985, dicho municipio contaba con una población de 40,002 habitantes. Dicha densidad poblacional plantea una urgente necesidad de viviendas que amenaza la conservación de los suelos aptos para la agricultura. De hecho, el propuesto **Proyecto Parque Industrial Tecnológico de Cayey** surge ante la necesidad de establecimientos industriales cercanos a la Zona Urbana.

Al igual que el resto del país, el término municipal de Cayey ha experimentado una transición de una economía agraria a una industrial y de servicios. Los llanos que fueron sembrados de caña como monocultivo de las centrales azucareras, ahora están yermos o dedicados a la crianza de ganado. En la parcela donde se propone el desarrollo del proyecto, existieron varias estructuras inmuebles domésticas. Al igual que las plantaciones de caña fueron sustituídas por la antigua práctica de la ganadería, esta a su vez sufre el desplazamiento por parte de sendos proyectos de urbanismo. Toda vez que los valles aluviales son inundables, las tierras más altas comienzan a sufrir dicha presión de desarrollo urbanístico.



ILUSTRACION IV - MAPA DE DENSIDAD POBLACIONAL DE PUERTO RICO.

GEOGRAFIA POLITICA

El término municipal de Cayey colinda por el Norte con Cidra; por el Sur, con los términos municipales de Salinas y Guayama; por el Este, con el municipio de Caguas; y por el Oeste, con el término municipal de Aibonito. El mismo está integrado por los barrios Vega, Guavate, Beatriz, Rincón, Toíta, Matón Abajo, Matón Arriba, Piedras, Pasto Viejo, Pedro Avila, Cercadillo, Sumido, Jájome Alto, Jájome Bajo, Montellano, Pueblo, Quebrada Arriba, Culebra Abajo.

Resulta interesante el hecho de que entre los topónimos del municipio no encontramos muchos vocablos taínos, con la excepción del barrio Guavate. Lo mismo llama la atención ante el hecho de que el mismo municipio fue designado con una voz taína, aunque en sus inicios el nombre completo del pueblo era Cayey de Muesas.

Pertenece al Distrito Senatorial de Guayama (VI) y al Distrito Representativo 29. Además de Cayey encontramos que el Distrito Senatorial está integrado por los municipios de (26) Villalba, Juana Díaz, parte de Santa Isabel; (27) Coamo, parte de Santa Isabel, Salinas y parte de Aibonito; (28) Barranquitas, Comerío, Aguas Buenas y parte de Cidra; (29) Parte de Cidra, parte de Aibonito, Cayey y parte de Guayama; (30) Parte de Guayama, Arroyo, Patillas y Maunabo.

ILUSTRACION V - MAPA POLITICO DE PUERTO RICO

HIDROLOGIA

Los cuerpos fluviales de la región donde está localizado el proyecto se encuentran entre los más importantes del país. De hecho, los ríos de la vertiente norte de Puerto Rico se encuentran entre los de mayor caudal y extensión. Entre estos, y localizado hacia el Oeste del proyecto, encontramos el Río de la Plata. De hecho, el mismo desemboca en el Océano Atlántico al Norte de la isla y tiene como afluente al Río Guavate hacia el norte de la parcela. Aparte de los ríos mencionados, pero de menor importancia, encontramos los ríos Matón, Lapa, Majada y Jájome.

En el término municipal de Cayey encontramos una gran cantidad de quebradas con hidrónimos de gran interés etnográfico. Entre estas encontramos las quebradas Beatriz, La Zanja, Morrillo, Santo Domingo, Pasto, El Cedro, Pedro Avila y La Mina. En efecto, las quebradas Beatriz, Pasto y Pedro Avila identifican de igual modo los barrios por donde discurren sus cauces. Este patrón es muy común en nuestro país en el proceso de adjudicación de topónimos o nombres de lugar.

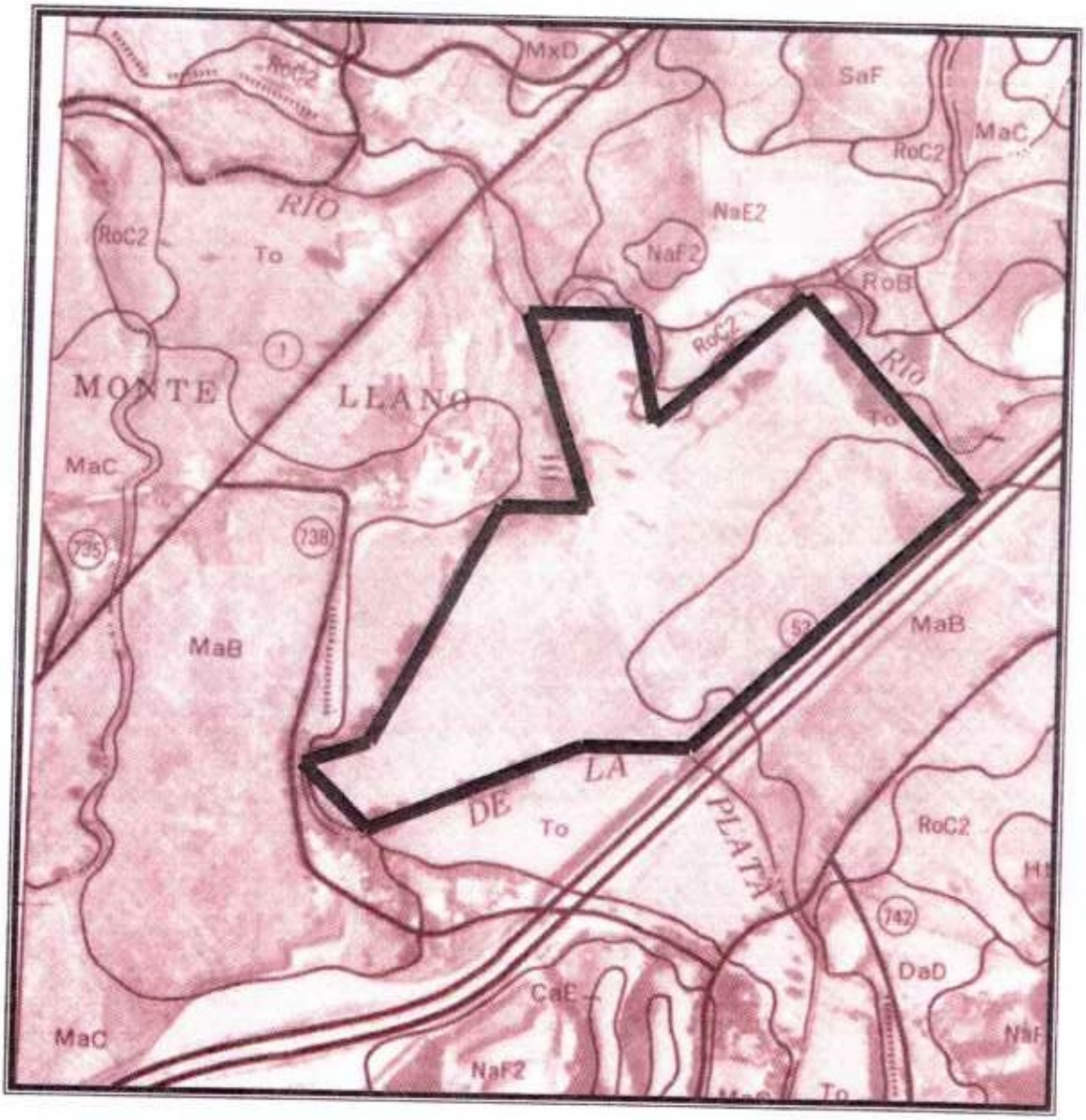
ILUSTRACION VI - MAPA HIDROLOGICO DE PUERTO RICO

GEOLOGIA

La origen de la Provincia del Interior Montañoso Central lo encontramos hace 90 millones de años en el Periodo Cretáceo de la Era Cenozoica. Las Formaciones Robles y los Batolitos de San Lorenzo – Humacao y del Complejo de Utuado corresponden a dicho periodo. El Dr. Watson Monroe nos informa que en dicho periodo

> **"Surgen volcanes sobre el nivel del mar, con una eventual deposición de los fragmentos denudados. Se forman gruesas camadas de lava (algunas submarinas). Para fines de la época se desarrolla un plegamiento intenso, algún fallamiento, y la intrusion de grandes cuerpos graníticos."** (Monroe, 1977: 42)

Los suelos del área están clasificados como correspondientes a los tipos "Toa silty clay loam" (**To**) y "Mabi clay, 5 to 20 percent slopes" (**MaB**). Estos suelos están localizados en las llanuras aluviales y en los bancos de los ríos. Aunque son suelos sumamente fértiles tiene como limitación inherente su susceptibilidad a las inundaciones. Resulta necesario destacar que si algo caracteriza las inundaciones en nuestros país son las escorrentías, lo que resulta sumamente peligroso.



ILUSTRACION VII - CATASTRO DE SUELOS DE LA REGION.

ANTECEDENTES ARQUEOLOGICOS DEL TERMINO MUNICIPAL DE CAYEY

El inicio de las investigaciones arqueológicas en el término municipal de Cayey lo encontramos en el trabajo exploratorio del francés Alphonse L. Pinart de finales del Siglo XIX. Durante la novena década del dicho siglo, el afamado explorador francés, quien sería más reconocido por sus exploraciones en Alaska, visita la Isla de Puerto Rico con el propósito de obtener información sobre los "petroglifos y antigüedades" de la colonia española. Se ha sugerido que el este llevó a cabo trabajo de espionaje para el gobierno de su país y que las exploraciones en la isla estaban realmente orientadas a esos propósitos. Sin embargo, en 1890 este publica el resultado de sus exploraciones arqueológicas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Dicho trabajo fue publicado originalmente en su lengua vernácula y no fue sino hasta años recientes que fue traducido al español por coordinación del Dr. Ricardo E. Alegría.

Aunque este aparenta haber confundido la ubicación de un conjunto de petroglifos que documenta en el barrio Pasto Viejo, la misma representa en la actualidad la mención más antigua sobre un conjunto de petroglifos en el término municipal de Cayey. No empece al hecho de que sus descubrimiento ponían de manifiesto la existencia de importantes yacimientos arqueológicos en el área, transcurrirían más de cuatro décadas antes de que se reanudaran las exploraciones propiamente arqueológicas en dicho municipio.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

En la cuarta década del Siglo XX, el arqueólogo norteamericano Irving Rouse conduce exploraciones arqueológicas en el Municipio de Cayey como parte de un estudio dirigido a establecer una secuencia cultural para la Isla de Puerto Rico y las vecinas Islas Vírgenes. Dicho estudio representaba una continuación de los trabajos que con iguales propósitos había comenzado unos años antes su profesor el Dr. Froelich Reiney. Sus exploraciones arqueológicas fueron auspiciadas por un Programa Antropológico Caribeño del Museo Peabody de la Universidad de Yale, donde estudiaba, y por la Universidad de Puerto Rico.

Antes de comenzar las exploraciones en el municipio, obtiene información de yacimientos arqueológicos en el mismo de parte de aficionados y coleccionistas de "reliquias" indígenas. Entre estos se encontraba el Sr. Benigno Fernández García, quien le brinda información sobre la existencia de una cueva localizada entre los barrios Pedro Avila y Sumidero; y de una posible plaza ceremonial entre Cayey y Salinas.

En sus notas de campo, el señor Rouse da cuenta de que visitó la cueva el 22 de septiembre de 1937 y que no había encontrado nada. Pero no nos informa si pudo relocalizar el posible batey, descrito como "Stones walls (with steps)". Muchas décadas después, cuando se reanuda el interés por la arqueología de dicha región, han sido precisamente los barrios localizados entre Cayey y Salinas los más explorados tanto por aficionados a la arqueología como por la nueva cepa de arqueólogos puertorriqueños que comienzan a formarse bajo la tutela del Dr. Ricardo E. Alegría en el Instituto de Cultura Puertorriqueña.

ILUSTRACION VIII – ROBERT L. JUNGHANNS HARI, entomólogo. (Cortesía del Dr. Ovidio Dávila Dávila)

En el Cerro Planadas el arqueólogo Juan José Ortiz Aguilú informa haber descubierto terrazas de cultivo indígenas y conduce excavaciones arqueológicas en el lugar. El resultado de las mismas lo presenta en uno de los congresos internacionales de arqueología del Caribe. Resulta interesante el hecho de que durante la cuarta década del Siglo XX, la P.R.R.A patrocinó la construcción de terrazas de cultivo en dicha región con el propósito de ayudar al desarrollo de la agricultura en los años inmediatos a la Gran Depresión. Sin embargo, nos asegura el arqueólogo que las terrazas que estudia en el Cerro de Las Planadas son de construcción indígena.

Posterior a los trabajos del arqueólogo Juan José Ortiz Aguilú en el Cerro de Las Planadas, el arqueólogo José Rivera Meléndez da a conocer la existencia de La Cueva de Bina, donde descubrió un conjunto de petroglifos. La espelunca estaba siendo amenazada por la existencia de una cantera y este se encontraba empeñado en la defensa de dicho yacimiento arqueológico. De hecho, este hace una ponencia sobre el tema en un encuentro de investigadores auspiciado por la Sociedad de Investigaciones Arqueológicas e Históricas Sebuco, Inc en el Municipio de Vega Baja.

No cabe la menor duda de que el cúmulo mayor de información existente sobre la arqueología del Municipio de Cayey corresponde a los hallazgos reportados por los arqueólogos consultores a partir del surgimiento y desarrollo de la arqueología de contrato en la novena década del Siglo XX.

TRABAJO DE CAMPO FASE 1-A

La prospección superficial del proyecto se llevó entre los días 1 al 22 de octubre de 2004. La misma tuvo como propósito, según establece el "Reglamento para la Radicación y Evaluación Arqueológica de Proyectos de Construcción y Desarrollo" (No. 4643), establecer si existía material arqueológico superficial que nos permitiera identificar la existencia de algún yacimiento arqueológico y estructuras inmuebles de importancia arquitectónica o histórica, al igual que las modificaciones que pudiera haber sufrido la corteza terrestre.

No empece al hecho de que existen caminos en la finca, los cuales son transitables durante el periodo de sequía, el largo periodo de lluvias que confrontamos imposibilitó el uso de vehículos y tuvimos que hacer el recorrido a pie en su totalidad. En algunas ocasiones, aprovechamos los trillos del ganado para hacer el recorrido. Pero, con la lluvia los mismos resultaron de igual modo intransitables, ya que al pasar el ganado formaban hoyos de gran profundidad haciendo de los mismos senderos accidentados.

En las áreas más bajas de la finca, tuvimos que abrirnos paso haciendo uso de machetes ya que en algunos casos la altura de la vegetación sobrepasaba la altura de los trabajadores. No empece a esto y en términos generales, ni la lluvia ni la vegetación resultaron óbices para completar la prospección superficial de la finca.

RESULTADOS

No empece al hecho de que la exploración arqueológica del término municipal de Cayey comenzó a finales del Siglo XIX, por los más notorios diletantes de la época, durante dicho periodo y como producto de sus exploraciones no se da cuenta de la existencia específica de ningún yacimiento arqueológico en la parcela motivo de la presente prospección arqueológica o en sus alrededores inmediatos.

Si tomamos en consideración de que aparentemente esta finca fue tradicionalmente cultivada de caña de azúcar, sobre todo en años más recientes por la Central Cayey, es de esperarse que la actividad agrícola mecanizada asociada a la plantación cañera haya impactado adversamente cualquier yacimiento arqueológico que pudiera existir en la finca. De hecho, durante la prospección superficial de la servidumbre del tendido eléctrico de la A.E.E., descubrimos las ruinas de una o varias estructuras inmuebles de mamposteria severamente impactadas. Las mismas aparentan estar asociadas a un puente corto o atarjea existente inmediatamente hacia el este de las mismas, pero fuera de los terrenos de la A.E.E. No empece al hecho de que en efecto durante la prospección superficial de la finca se condujo el descubrimiento de las ruinas y atarjea a las que hemos hecho referencia, la densidad de la vegetación de forrage dificultó el trabajo, no permitiéndonos a simple vista el establecer si en efecto existen o no algún otro yacimiento arqueológico en la finca que pudiera ser identificado a base de material arqueológico superficial.

RECOMENDACIONES

Ciertamente que el descubrimiento de las ruinas y de la atarjea que hemos descrito parcialmente evidencian no solo la existencia de unos recursos arqueológicos en el área sino la posible existencia de otros yacimientos arqueológicos asociados a las actividades agrícolas que tradicionalmente se han desarrollado en este valle. El uso actual de la finca para la crianza de ganado representa una dificultad para la prospección superficial de la finca, ya que la misma está sembrada de distintas variedades de hierba para el ganado que dificultan la inspección visual durante el recorrido a pie de la misma.

Aunque se inspeccionó minuciosamente las áreas donde no había crecido vegetación, como es el caso de las lomas donde fueron descubiertas las ruinas y la atarjea, los caminos y el cauce de los ríos; la mayor parte de la finca está sembrada de pasto para ganado. Lo que dificulta si no imposibilita la inspección superficial minuciosa del lugar. Por tal razón, entendemos que resulta necesario implementar como táctica de investigación la excavación de pozos de sondeo o catas de prueba en dicha área de manera que si existe algún yacimiento arqueológico se pueda detectar su presencia a base de la exposición de materiales del mismo. Dicha táctica corresponde a lo que se ha descrito como una Fase 1-B, según definido por el Reglamento Número 4643 del Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico.

BIBLIOGRAFIA

Fewkes, Jesse Walter

1970 The Aborigines of Porto Rico and Neighboring Islands. Johnson Reprint Corporation, 111 Fifth Anenue, New York, N.Y. 10003

González Colón, Juan.

1979 Inventario de Yacimientos Arqueológicos. Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Hernández Aquino, Dr. Luis

1977 Diccionario de Voces Indígenas de Puerto Rico. Second edition.

Junghanns, Robert L.

M.S. Reliquias Indígenas.

Krüg, Leopoldo

1990 Antigüedades Indígenas de Puerto Rico. M.S.

Monroe, Dr. Watson

1977 Geomorfología de Puerto Rico. In **Geovisión de Puerto Rico**. Editorial Universitaria. Universidad de Puerto Rico. Rio Piedras, Puerto Rico.

Rouse, Dr. Irving

1952 Porto Rican Prehistory: Introduction; Excavations in the West and North. Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands. Volume XV-Part 3. New York Academy of Sciences.

M.S. Field notes 1936-1938.

United States Department of Agriculture: Soil Conservation Service; University of Puerto Rico: Agricultural Experiment Station.

1978 Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico.

RESUMEN FASE 1-B

El dia 1 al 22 de octubre de 2004, llevamos a cabo la excavación de 135 pozos de sondeo, como parte de la prospección arqueológica fase 1-B, según lo habíamos recomendado, permitiéndonos lo mismo confirmar los hallazgos conducidos durante la prospección arqueológica fase 1-A. Hacia el Este de la finca y asociado a las ruinas descubiertas en la servidumbre del tendido eléctrico de la A.E.E. descubrimos una atarjea de mampostería en el camino que lleva a dichas ruinas. Recomendamos ampliar el presente estudio a una fase 2 de la atarjea o puente corto al que hemos hecho referencia.

METODO FASE 1-B

La prospección arqueológica fase 1-B resulta en un complemento o ampliación del estudio previo. Los procesos tafonómicos, la formación de suelos y la vegetación contribuyen a ocultar los restos de actividad humana que conforman los yacimientos y resulta, la mayor parte de las veces, imposible el identificar durante un recorrido superficial los mismos. La excavación de pozos de sondeo o catas de prueba ha resultado favorable en subsanar dicho escollo.

Una vez hemos llevado a cabo la documentación de los tipos de suelos del área, la identificación de capas de tierra producto de actividad humana resulta mucho más fácil de identificar. A tales propósitos se lleva a cabo una descripción pormenorizada de las características del suelo, incluyendo el grosor y la ubicación relativa entre ellas. Toda la tierra excavada como parte de las catas o pozos de sondeo es cernida y de descubrirse material arqueológico el mismo es empacado con información detallada de su procedencia.

Con el propósito de llevar a cabo un muestreo sistemático del proyecto, los pozos de sondeo son excavados a base de un sistema de cuadrículas y son ilustrados en el plano topográfico o de segregación del proyecto.

TRABAJO DE CAMPO

La excavación de los pozos de sondeo se llevó a cabo el dia 1 al 22 de octubre de 2004. Con el propósito de facilitar el trabajo de excavación de pozos de sondeo o catas de prueba y su eventual ilustración en el plano de segregación de la finca, decidimos implementar el mismo a base de los cercados. Comenzamos el trabajo en el cercado que colinda con el Río Guavate y el Expreso Luis A. Ferré o carretera estatal P.R.-52. Con la excepción de un zanjón que hubo que pasar, el resto del cercado era llano y la vegetación baja. Debido a las fuertes lluvias que confrontó el valle durante dicho periodo, se imposibilitó trabajar en las partes más bajas durante varias semanas. Por eso continuamos con el cercado de la parte sur colindante con el Río de la Plata, localizado al sur del camino principal de la finca. Finalmente, y cuando amainaron las lluvias, cubrimos el resto de la finca, la cual correspondía al área más baja donde se anegaba y donde mayor vegetación encontramos.

Se excavó un total de 135 pozos de sondeo de 6 pulgadas de diámetro y de 1.00 metro de profundidad, los cuales cubrieron la totalidad de la porción de la finca en cuestión. Llevamos a cabo un registro escrito y fotográfico de cada pozo de sondeo excavado y de su entorno natural. En efecto, una selección de varias fotografías que ilustran el trabajo de campo llevado a cabo y del entorno natural se anejan a este informe al final del mismo.

RESULTADOS

Ninguno de los pozos de sondeo excavados resultó positivo. Lo mismo reforzó los hallazgos conducidos durante la prospección superficial llevada a cabo. Aunque obtuvimos un resultado positivo durante la prospección superficial de la finca, cuando se descubrió las ruinas y la atarjea a las que hemos hecho referencia, los resultados fueron muy distintos en el resto de la finca. Ciertamente que existen en la misma vestigios de actividades agrícolas contemporáneas, como es el caso de las piletas para darle agua al ganado. Pero más allá de esto no existe ningún recurso de interés cultural.

Nos parece que se aprecia en el lugar una intención clara de parte de los antiguos habitantes del valle, de aprovechar el área de mayor elevación para la construcción de las estructuras inmuebles cuyas ruinas hemos descubierto. Ciertamente que la atarjea o puente corto descubierto está asociado a los caminos de acceso a las mismas. La ausencia de recursos culturales en el resto de la finca parece responder al hecho de que esta finca conforma un llano aluvial localizado entre dos ríos, el cual es susceptible a inundaciones de escorrentías sobre todo por el hecho de encontrarse en un recodo del Río de la Plata, el más caudaloso de los ríos en cuestión.

RECOMENDACIONES

1. En vista de que las ruinas de los inmuebles de mampostería están localizadas en la servidumbre del tendido eléctrico de la Autoridad de Energía Eléctrica (A.E.E.), se deben establecer controles permanentes tales como una verja de alambres de púas con postes de cemento, para vedar el movimiento de maquinaria sobre el área en su tránsito entre las parcelas de la finca localizadas a cada lado de dicha servidumbre. Durante la construcción de la verja se debe monitorear el trabajo de manera que se garantize el que no se impacten las ruinas.
2. El proponente debe contratar a un consultor para llevar a cabo la evaluación o estudio del puente corto o atarjea descubierto hacia el este de la finca, cercano a las ruinas descubiertas. Una vez concluida dicha fase de investigación, si el proyecto no puede ser rediseñado para conservar "in situ" la estructura, se podría solicitar autorización para relocalizar este puente en la misma finca o para demolerlo. Obviamente, los resultados de la evaluación que se lleve a cabo de la estructura es la que determinará, en gran medida, la recomendación que siga el Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico, ya que dicha fase de investigación sólo es manejada a dicho nivel.
3. Toda vez que el resto de la finca no evidencia restos arqueológicos, no se requiere de estudios adicionales para la misma.

FOTOGRAFIAS

Fotografia Numero 1 – Vista general hacia el norte de la finca. Obsérvese en segundo plano la colindancia de la finca delimitada por el Río Guavate.

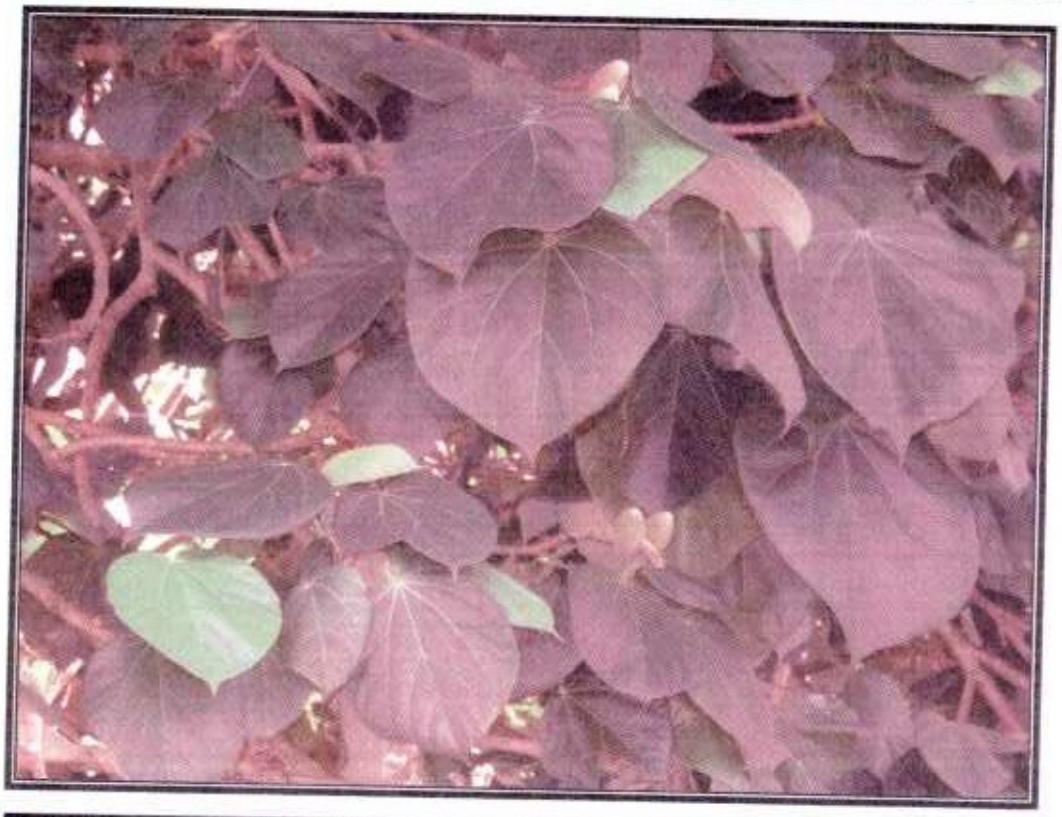
Fotografia Numero 2 – Lugar donde se descubrió el puente corto o atarjea. La misma está cubierta por tierra y vegetación.

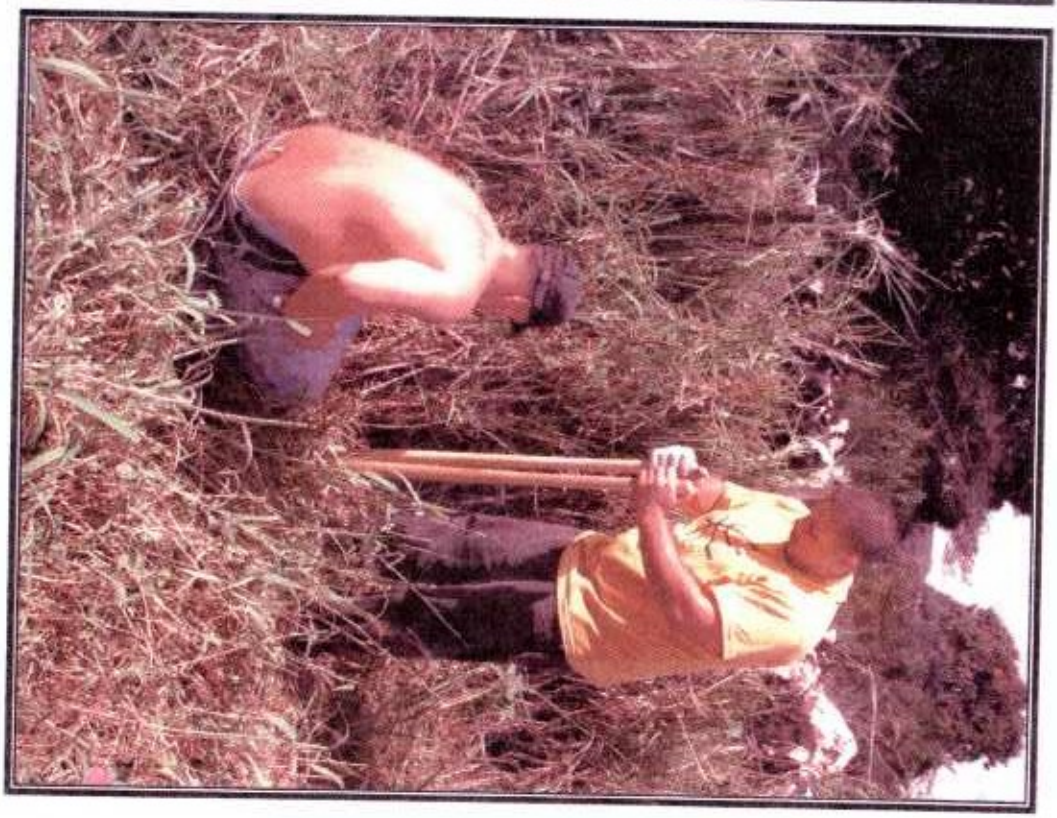
PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

Fotografia Numero 3 – Para construir las guardarrayas de la finca hicieron uso de espeques vivos. En la fotografía se puede apreciar un árbol de maga usado como espeque.

Fotografia Numero 4 – Arqueo-técnicos excavando pozos de sondeo haciendo uso de palas dobles deun diámetro de 6".

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

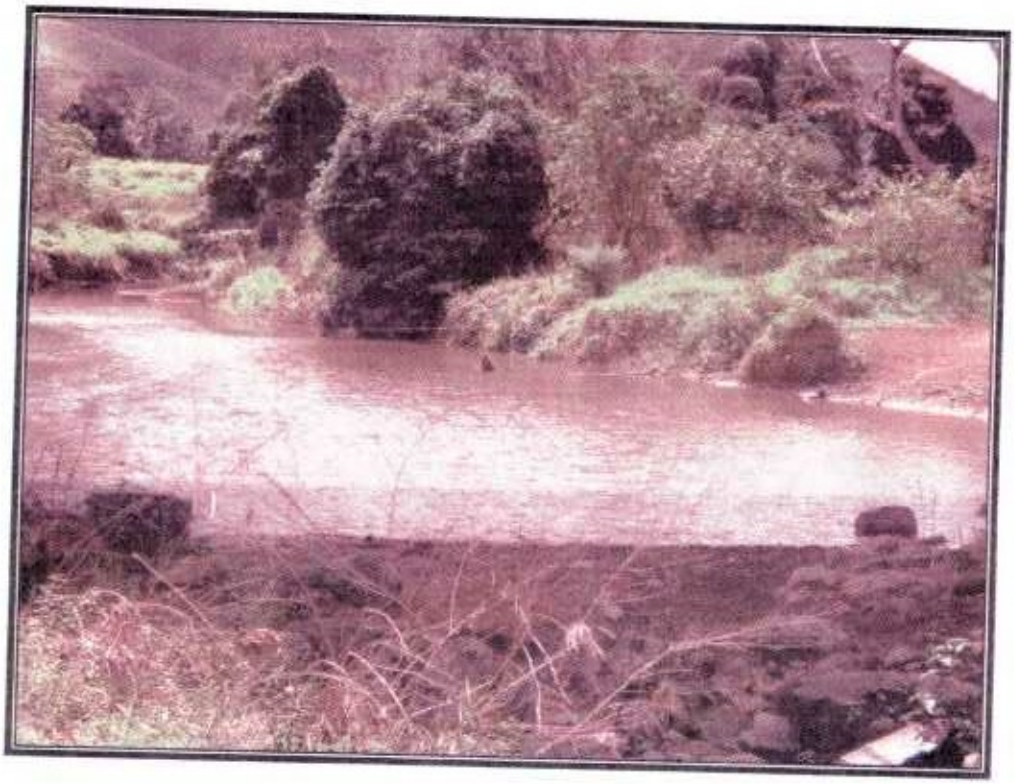




Fotografia Numero 5 – Las colindancias del oeste y del sur de la finca están definidas por el cauce del Rio de la Plata.

Fotografia Numero 6 – La finca está dividada por una servidumbre de uso de líneas de alto voltaje.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY



Fotografia Numero 7 – En una de las áreas de mayor elevación del llano encontramos un bebedero del ganado.

Fotografia Numero 8 – Hacia el oeste de la finca existen las ruinas de la Central Cayey, de la cual formaba parte esta finca.

PARQUE INDUSTRIAL TECNOLOGICO CAYEY

Fotografía número 9 – En la loma existente que forma parte de la servidumbre de las líneas de alto voltage, existen las ruinas de una estructura inmueble de mampostería.

Fotografía número 10 - Los ladrillos de las demolidas estructuras fueron usados para apisonar los caminos.

DOCUMENTOS

POZOS DE SONDEO

TRANSECTO	NUMERO	PROFUNDIDAD	RESULTADO	TIPO SUELO
A	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
B	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
C	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
D	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
E	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To

	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	
F	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	
	8		NEGATIVO	
G	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	
	8		NEGATIVO	
H	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To

	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	
I	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
J	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
K	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
L	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	

	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
M	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
N	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
	8		NEGATIVO	
O	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	

	7		NEGATIVO	To
	8		NEGATIVO	
	9		NEGATIVO	
P	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
	8		NEGATIVO	
	9		NEGATIVO	
	10		NEGATIVO	
Q	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
	8		NEGATIVO	
	9		NEGATIVO	
	10		NEGATIVO	

R	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
	8		NEGATIVO	
	9		NEGATIVO	
	10		NEGATIVO	
S	1	1.00 MT.	NEGATIVO	MaB
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	To
II	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
JJ	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To

	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
KK	1	1.00 MT.	NEGATIVO	To
	2		NEGATIVO	
	3		NEGATIVO	
	4		NEGATIVO	
	5		NEGATIVO	
	6		NEGATIVO	
	7		NEGATIVO	
	8		NEGATIVO	
	9		NEGATIVO	
	10 (7)		NEGATIVO	
	11 (7)		NEGATIVO	

Estudio de calidad de agua para los ríos Guavate y De La Plata

Estudio de Calidad de Agua para los ríos Guavate y La Plata

Preparado por:
Servicios Científicos y Técnicos
Puerto Rico Test and Service

Septiembre 2004

Estudio de calidad de agua para los ríos Guavate y La Plata

Introducción

La pobre calidad de agua pudiera afectar la salud, el bienestar público, la vida silvestre, acuática y el ambiente general. Pudiera impedir ciertos usos domésticos, agrícolas, industriales, recreativos y otros usos beneficiosos. El propósito de este estudio es conocer la calidad de las aguas superficiales en cinco puntos cercanos a los terrenos de la Vaquería Montellano, ubicada en el municipio de Cayey. Con este análisis podemos establecer los efectos que puede tener el uso agrícola, en específico la actividad lechera, sobre las aguas superficiales que los circundan. Incluimos un aspecto adicional del estudio ambiental con el cual se pueden tomar decisiones sobre los usos apropiados de los terrenos, establecer estrategias para mejorar la calidad de las aguas superficiales y proteger el ambiente.

La Junta de Calidad Ambiental (JCA) utiliza el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua con el propósito de "designar los usos para los cuales la calidad de los cuerpos de agua de Puerto Rico deberá ser mantenida y protegida, y prescribir los estándares de calidad de agua a fin de conservar los usos designados". Este reglamento clasifica todas las aguas superficiales como clase SD. Bajo esta clasificación se incluyen todas las aguas superficiales destinadas a utilizarse como "fuente de abasto para el suministro de agua potable, la propagación y preservación de especies deseables, y la recreación de contacto primario y secundario". Los ríos Guavate y La Plata, cuerpos de agua superficiales cercanos a los terrenos de la Vaquería Montellano, están bajo esta clasificación, por su uso actual como fuente de agua cruda para la producción de agua potable.

Método

En el estudio se establecieron cinco puntos para tomar las muestras. Participamos en el proceso de muestreo que fue realizado por Rosa M. Ramos de la compañía *Puerto Rico Test and Service*. Las muestras se identificaron con los nombres Río La Plata (ID-1), Río Guavate (ID-2), La Plata entre Farallón y Montellano (ID-3), Unión La Plata y Guavate (ID-4) y La Plata Toma de Agua (ID-5). Los puntos ID-1 y ID-2 se ubicaron aguas arriba de la Vaquería y el punto ID-3 se ubicó en el puente de la carretera PR-743, antes de la intersección con la carretera PR-742 hacia el barrio Farallón. El punto ID-4 se estableció en el puente ubicado en la carretera PR-1 y el punto ID-5 cerca a la toma de agua del Puente de Hierro, ubicado en la carretera PR-735, ambos aguas abajo de la Vaquería. (Figura 1) Se tomaron muestras los días 20 de julio de 2004, durante un periodo en que los ríos se encontraban en condiciones normales de flujo, y el 22 de septiembre de 2004, luego del evento de lluvia de la tormenta Jeanne, la cual pasó sobre Puerto Rico el 15 de septiembre de 2004.

A las muestras se rehicieron análisis físicos y químicos para medir parámetros como: pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad especifica, dureza total, aceites y grasas, coliformes totales, coliformes fecales, nitrato, nitrito, amoniaco, fósforo, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, arsénico, boro, agentes tensoactivos, cadmio, cromo, cobre, plomo, níquel y mercurio. Los análisis químicos y físicos estuvieron a cargo del laboratorio *Severn Trent*. El laboratorio *Clendo Industrial* hizo los cultivos y análisis de bacteriología.

Tabla 1: Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico a muestras de agua de los ríos Guavate y La Plata durante flujo normal

Parámetro	Método	Fecha de Análisis	Unidades	Limite de detección	Normas JCA	Muestras colectadas				
						ID-1	ID-2	ID-3	ID-4	ID-5
Aceites y grasas	EPA 1664	07-29-04	mg/L	2.0	♠	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.3	< 2.0
Agentes tensoactivos	SM5540C (425.1)	07-22-04	mg/L	0.10	≤ 0.1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Amoniaco	350.1	07-25-04	mg/L	0.10	≤ 1	< 0.10	< 0.10	0.189	0.224	< 0.10
Arsénico	200.7	07-24-04	mg/L	0.008	≤ 0.00018	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Boro	200.7	07-24-04	mg/L	1.00	N/A	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Coliformes fecales	SM9223	07-22-04	MPN/100mL	2419.2	≤ 200	1553.07	272.3	> 2419.2	1553.07	> 2419.2
Coliformes totales	SM9223	07-22-04	MPN/100mL	2419.2	≤ 10,000	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2
Conductividad especifica	120.1	07-24-04	umhos	1.0	N/A	193	218	227	250	300
DBO	405.1	07-27-04	mg/L	2.0	N/A	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
DQO	410.4	07-24-04	mg/L	5.0	N/A	9.74	9.74	9.74	9.74	17.4
Dureza total	130.2	07-26-04	mg/L	5.0	N/A	72	72	74	82	96
Fósforo	365.4	07-23-04	mg/L	0.10	≤ 1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Mercurio	SM3112B (245.1)	07-22-04	mg/L	0.001	≤ 0.00005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrato	300.0	07-22-04	mg/L	0.50	♪	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Nitrito	300.0	07-22-04	mg/L	0.50	♪	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Oxigeno disuelto	360.1	07-20-04	mg/L	1	≥ 5	6.45	5.49	5.87	6.36	5.34
pH	150.1	07-20-04	Units	1.0	6.0 - 9.0	7.40	6.74	7.42	7.18	7.03
Temperatura	170.1	07-20-04	Grados C	3.0	≤ 32	25.0	24.8	25.6	26.1	26.5

♠ Las aguas de Puerto Rico deberán estar substancialmente libres de aceites y grasas flotantes no derivadas del petróleo, así como de aceites y grasas derivadas del petróleo.
♪ La concentración nitrato + nitrito (como N) debe ser ≤ 10 mg/L.
mg = miligramos; L = litros; mL = mililitros; MPN = número más probable; C = Celsius

Tabla 2: Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico a muestras de agua de los ríos Guavate y La Plata luego de un evento de lluvia

Parámetro	Método	Fecha de Análisis	Unidades	Limite de detección	Normas JCA	Muestras colectadas				
						ID-1	ID-2	ID-3	ID-4	ID-5
Aceites y grasas	EPA 1664	09-29-04	mg/L	2.0	♠	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Agentes tensoactivos	SM5540C (425.1)	09-24-04	mg/L	0.10	≤ 0.1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Amoniaco	350.1	10-11-04	mg/L	0.10	≤ 1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	0.026
Arsénico	200.7	09-25-04	mg/L	0.008	≤ 0.00018	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Boro	200.7	10-03-04	mg/L	1.00	N/A	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Coliformes fecales	SM9223	09-22-04	MPN/100mL	2419.2	≤ 200	275.5	172.6	196.8	152.9	217.8
Coliformes totales	SM9223	09-22-04	MPN/100mL	2419.2	≤ 10,000	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2	> 2419.2
Conductividad especifica	120.1	09-24-04	umhos	1.0	N/A	143	181	165	191	219
DBO	405.1	09-28-04	mg/L	2.0	N/A	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
DQO	410.4	09-25-04	mg/L	5.0	N/A	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Dureza total	130.2	09-24-04	mg/L	5.0	N/A	160	70	76	64	90
Fósforo	365.4	09-30-04	mg/L	0.10	≤ 1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Mercurio	SM3112B (245.1)	09-28-04	mg/L	0.001	≤ 0.00005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrato	300.0	09-23-04	mg/L	0.50	♪	< 0.50	0.51	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Nitrito	300.0	09-23-04	mg/L	0.50	♪	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Oxigeno disuelto	360.1	09-22-04	mg/L	1	≥ 5	7.07	6.68	7.01	6.05	6.29
pH	150.1	09-22-04	Units	1.0	6.0 - 9.0	6.60	6.28	6.61	6.35	6.35
Temperatura	170.1	09-22-04	Grados C	3.0	≤ 32	23.3	23.4	24.4	24.7	24.7

♠ Las aguas de Puerto Rico deberán estar substancialmente libres de aceites y grasas flotantes no derivadas del petróleo, así como de aceites y grasas derivadas del petróleo.
♪ La concentración nitrato + nitrito (como N) debe ser ≤ 10 mg/L.
mg = miligramos; L = litros; mL = mililitros; MPN = número más probable; C = Celsius

Tabla 3: Resultados del análisis químico a muestras de agua de los ríos Guavate y La Plata durante flujo normal

Parámetro	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel
Método	200.7	200.7	200.7	200.7	200.7
Fecha Análisis	07-24-04	07-24-04	07-24-04	07-24-04	07-24-04
Unidades	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de detección	0.005	0.005	0.100	0.005	0.005
Norma JCA†	0.43	18.86	2.58	13.80	13.64
ID-1	< 0.005	< 0.005	< 0.100	0.015	< 0.005
Norma JCA†	0.43	18.86	2.58	13.80	13.64
ID-2	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.44	19.29	2.64	14.29	13.96
ID-3	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.48	20.98	2.88	16.29	15.22
ID-4	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.54	23.87	3.30	19.91	17.39
ID-5	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005

† La concentración en mg/L no excederá el valor numérico dado por:
Cromo: $e^{(0.8190\ [\text{Ln dureza}] + 0.6848)} \times 0.001$;
Níquel: $e^{(0.8460\ [\text{Ln dureza}] + 0.0584)} \times 0.001$;
Cadmio: $e^{(0.7852\ [\text{Ln dureza}] - 2.715)} \times 0.001$;
Cobre: $e^{(0.8545\ [\text{Ln dureza}] - 1.702)} \times 0.001$;
Plomo: $e^{(1.273\ [\text{Ln dureza}] - 4.705)} \times 0.001$.
mg = miligramos; L = litros

Tabla 4: Resultados del análisis químico a muestras de agua de los ríos Guavate y La Plata luego de un evento de lluvia

Parámetro	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel
Método	200.7	200.7	200.7	200.7	200.7
Fecha Análisis	09-25-04	09-25-04	09-25-04	09-25-04	09-25-04
Unidades	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de detección	0.005	0.005	0.100	0.005	0.005
Norma JCA†	0.81	36.27	5.10	38.15	26.79
ID-1	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.42	18.43	2.52	13.32	13.31
ID-2	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.45	19.71	2.70	14.79	14.27
ID-3	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.39	17.13	2.33	11.88	12.34
ID-4	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005
Norma JCA†	0.51	22.64	3.12	18.34	16.47
ID-5	< 0.005	< 0.005	< 0.100	< 0.005	< 0.005

† La concentración en mg/L no excederá el valor numérico dado por:
Cromo: $e^{(0.8190\ [\text{Ln dureza}] + 0.6848)} \times 0.001$;
Níquel: $e^{(0.8460\ [\text{Ln dureza}] + 0.0584)} \times 0.001$;
Cadmio: $e^{(0.7852\ [\text{Ln dureza}] - 2.715)} \times 0.001$;
Cobre: $e^{(0.8545\ [\text{Ln dureza}] - 1.702)} \times 0.001$;
Plomo: $e^{(1.273\ [\text{Ln dureza}] - 4.705)} \times 0.001$.
mg = miligramos; L = litros

Discusión

El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la Junta de Calidad Ambiental establece los límites permitidos para varios parámetros de forma que se proteja el uso designado del cuerpo de agua. Los análisis realizados a las muestras de agua de los ríos Guavate y La Plata demuestran que varios parámetros se mantienen dentro de los límites establecidos por la Junta de Calidad Ambiental (Tabla 1, 2, 3 y 4). Entre estos, la temperatura, el pH, las concentraciones de oxígeno disuelto, fósforo, agentes tensoactivos, cadmio, cromo, cobre, plomo, níquel y nitrato. La concentración de nitrito no sobrepasó la norma de la JCA cuando los ríos tienen su flujo normal.

En el caso de parámetros como arsénico y mercurio, la JCA estableció normas que están por debajo de los límites de detección de los instrumentos. Sin embargo, para parámetros como la conductividad específica y dureza total no estableció una norma y los niveles analizados están sobre los límites de detección de los instrumentos. Otro parámetro para el cual no existe una norma es la demanda química de oxigeno. Durante flujo normal de los ríos, los resultados están sobre los límites de detección de los instrumentos, con un valor constante en cuatro de las cinco muestras. La muestra ID-5, fue la que tuvo una concentración distinta a las demás, con un resultado mucho mayor. Luego del evento de lluvia las concentraciones fueron menor al límite de detección.

Para el parámetro de boro y demanda bioquímica de oxígeno, la JCA tampoco estableció una norma y las concentraciones obtenidas del análisis están por debajo del límite de detección del instrumento. En varias muestras las concentraciones estuvieron sobre los límites de

detección de los instrumentos, pero no excedieron la norma establecida por la JCA. Esto ocurrió para los parámetros de plomo, aceites y grasas cuando los ríos estaban en flujo normal, con el parámetro de nitrato luego del evento de lluvia y el parámetro de amoniaco en ambas condiciones ambientales.

El parámetro de plomo, aunque no excedió la norma establecida, esta identificado en el Reglamento como un contaminante de prioridad. Es uno de los más peligrosos debido a que puede contribuir a problemas en el desarrollo físico y mental, puede causar deficiencia de atención y de aprendizaje, y afectar el sistema reproductor. La concentración en los cuerpos de agua puede deberse a la pintura de algunas residencias circundantes al río, a baterías depositadas sobre el terreno o a productos metálicos confeccionados con plomo.

En cuanto a aceites y grasas, la JCA establece que "las aguas de Puerto Rico deberán estar substancialmente libres de aceites y grasas flotantes no derivadas del petróleo, así como de aceites y grasas derivadas del petróleo" (JCA, 2003). "El aceite derramado en el agua interfiere con la fotosíntesis y el intercambio de gases en la superficie, reduciendo así los niveles de oxígeno en el agua. Plantas, microbios e invertebrados se ven afectados porque el aceite obstruye sus mecanismos de respiración, la regulación de la temperatura y se acumula en los tejidos" (Autoridad de Desperdicios Sólidos). El aceite es probable que provenga de los vehículos que derraman aceite de motor sobre las carreteras, el cual es arrastrado por las escorrentías superficiales hasta las quebradas y los ríos. Además, algunas personas derraman aceites sobre el suelo o de forma directa en los cuerpos de agua. Muchas de las residencias cercanas al área de estudio no poseen sistema de alcantarillado sanitario, por lo cual las aguas

grises generadas podrían tener acceso directo o indirecto a través del suelo, a los cuerpos de agua.

Por otro lado, bajo el parámetro de coliformes totales, en todas las muestras se observan concentraciones que sobrepasan el límite de detección del instrumento, pero no está claro si pudieron sobrepasar la norma establecida por la JCA. El parámetro de coliformes fecales sobrepasó de forma significativa la norma establecida por la Junta en todas las muestras tomadas cuando los ríos estaban en condiciones normales de flujo. Sin embargo, luego del evento de lluvia, las concentraciones son menores a la norma, en tres de las cinco muestras.

Los coliformes totales, según la JCA, son todos los organismos aerobios y anaerobios facultativos gram-negativo, bacilo-bacterias que no sean esporíferas. Los coliformes fecales son "la porción del grupo coliformes encontrada en la flora intestinal de los animales homeotérmicos y usada como indicador de la presencia potencial de organismos patógenos" (JCA, 2003). Su presencia es determinada a través de la bacteria *Escherichia coli*. Esta bacteria puede provenir de los terrenos aledaños que contienen heces fecales de ganado vacuno, de animales que ganan acceso a los cuerpos de agua y depositan allí sus heces fecales, o de pozos sépticos o sistemas de alcantarillado sanitario que estén operando de forma deficiente. La presencia de esta bacteria en los abastos de agua puede causar problemas gastrointestinales a la población que suple, si el tratamiento de ésta no es apropiado.

El efecto del amoniaco en el agua es que éste sirve de fuente nutritiva para plantas y bacterias. El amoniaco se produce de fermentación microbiana de productos nitrogenados, por ejemplo en la descomposición de proteínas o urea. Por nitrificación, oxidación metabólica del amoniaco, se forman nitrito y nitrato. Las concentraciones de nitratos en el agua, nutrientes para plantas, son los responsables de la eutrofización de lagos y ríos. Uno de los efectos de la eutrofización es la desoxigenación del agua, lo que da lugar a la mortandad de peces y otros organismos aerobios. Estos compuestos de nitrógeno provienen del estiércol vacuno utilizado como fertilizante, excremento humano descargado de los pozos sépticos, terrenos utilizados para el confinamiento de animales y productos de limpieza con amoniaco.

Conclusión

El río La Plata es utilizado como abasto de agua para la población del municipio de Cayey, con dos tomas de agua cercanas al área de estudio. El río Guavate es un afluyente importante del río La Plata antes de la segunda toma de agua, por lo que la calidad del agua de éste puede afectar de forma significativa la calidad de agua del río La Plata. Con la evaluación de los resultados de los análisis de las cinco muestras tomadas a lo largo del río La Plata y el río Guavate en periodos en que los ríos están en condiciones normales de flujo y luego de un evento de lluvia, se puede establecer la calidad de sus aguas.

De los parámetros medidos, los de coliformes fecales y totales son los resultados más significativos. Estos parámetros se pueden relacionar a los usos de terrenos, para el pastoreo de ganado y la actividad lechera, la utilización de pozos sépticos deficientes o por fallas en el sistema de alcantarillado sanitario. Ciertas concentraciones de coliformes fecales y totales

pueden afectar la calidad de las aguas y a su vez, bajo ciertas circunstancias, pudieran afectar la población del municipio de Cayey. Como se observa en los resultados del análisis, cuando los ríos están en condiciones normales de flujo, las concentraciones de coliformes fecales son mucho más altas que luego de un evento de lluvia. Además, en condiciones normales, la concentración de coliformes es más alta en las dos muestras del río La Plata, luego de la unión del río Guavate con éste y en el área del Puente de Hierro, aguas debajo de las quebradas Beatriz y Montellano, además del área de mayor densidad poblacional. La muestra con el resultado menor fue la tomada en el río Guavate.

Luego del evento de lluvia las concentraciones de coliformes fecales son menores a las medidas cuando estaban los ríos en flujo normal. En cuanto a otros parámetros, el nitrato se detecto en el río Guavate. Cuando los ríos estaban en flujo normal se detectó amoniaco en la muestra del río La Plata en el puente de la carretera PR-743 y en la unión de los dos ríos. Los aceites y grasas se detectaron para esta condición de flujo más bajo en la unión de los dos ríos y el plomo en la muestra del río La Plata, ID-1.

Es importante establecer estrategias para mejorar la calidad de las aguas que sirven como abasto al municipio de Cayey. Para lograrlo se tendría que mejorar o establecer sistemas de tratamiento y disposición de aguas usadas o cambiar el uso de los terrenos circundantes al área de estudio. De esta forma minimizamos el riesgo que puede representar la disposición inapropiada de aguas usadas y excrementos de otros animales a la población y al ambiente general. De esta forma podríamos evitar potenciales problemas de calidad en el sistema de abasto de agua potable del municipio de Cayey.