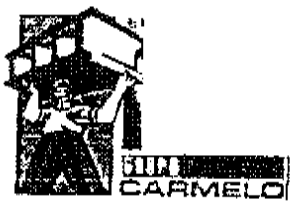


SEGURIDAD Y SALUD EN LAS MINAS

MANUAL PARA SUPERVISORES Y GERENTES

INTRODUCCION

La seguridad en las minas depende de tres cosas : 1) Eliminación de condiciones que puedan causar lesiones o enfermedades a los empleados, 2) Entrenamiento y exhortación a los empleados a que sean cuidadosos en el área de trabajo, y 3) Cumplir con los requerimientos de la ley concernientes a seguridad y salud en las minas. La Ley Federal de Salud y Seguridad en las Minas de 1977 es la ley que gobierna todos los aspectos de salud y seguridad en las minas. La MSHA (Mine Safey and Health Administration) se encarga de hacer cumplir esta ley a través de las reglas establecidas por esta agencia para fomentar la seguridad en las minas.

Debido al lenguaje legal encontrado en las regulaciones y las muchas interpretaciones de este por MSHA y las cortes, es complicado saber y mantenerse al día con todos los requisitos establecidos por la ley. Si le dedicamos la debida atención a los asuntos de seguridad y salud en nuestras minas las posibilidades de costosas multas de MSHA, quejas de compensación de empleados y la responsabilidad civil de los supervisores y gerentes, pueden ser todas minimizadas. Las acciones de MSHA pueden traer consigo una serie de repercusiones serias para la empresa. Las violaciones de la ley pueden atraer investigaciones detalladas de la agencia (MSHA) y esto a su vez puede resultar en penalidades tanto civiles como criminales en contra de quién sea responsable de estas.

En la "Tierra de MSHA" nosotros somos "operadores" y por lo tanto tenemos responsabilidad directa e inmediata de cumplir con esta ley. Inspecciones sorpresas pueden ocurrir en cualquier momento, los empleados pueden llevar casos en contra del operador, investigaciones especiales de violaciones a sabiendas (Knowing) o intencionales (Willful) son comunes y algunos gerentes y supervisores han ido a la cárcel por las mismas. Además hay operadores que han tenido que pagar cientos de miles de dolares por violaciones a la ley y luego de haber sido multados han sido victimas de demandas privadas. Para efectos de esta ley tanto nosotros como todos nuestros empleados somos "mineros", cuando vamos a las facilidades de mina y procesamiento de agregados a realizar cualquier tipo de trabajo.

A continuación presento varios tópicos de importancia relevantes a la Ley Federal de Seguridad y Salud en las Minas de 1977 y las reglas establecidas por MSHA para velar que se cumpla con dicha ley.

1) CONECCION CON MSHA

Todas las minas tienen que registrarse con MSHA y obtener un "Número de Identificación Legal". Los contratistas independientes que trabajan en nuestras minas no tienen que estar registrados, pero si el contratista es citado por un inspector de MSHA con alguna violación del reglamento, entonces en ese momento se le asignará un número de identificación legal al contratista independiente.

Muchos de los contratistas independientes se registran voluntariamente con MSHA tan pronto vayan a comenzar a trabajar en propiedad de las minas. En ocasiones estar registrado con MSHA es un requisito básico del operador de la mina para que contratistas independientes puedan trabajar en sus minas. En otras ocasiones los contratistas independientes se registran con MSHA de manera tal que puedan obtener un número de identificación para todas las minas en las cuales ellos vayan a trabajar.

Algunos de los pasos que los contratistas independientes deben de seguir para entrar en cumplimiento con MSHA son:

- ✓ Obtener las regulaciones de MSHA.
- ✓ Preguntarle al operador de la mina por el número telefónico de MSHA local.
- ✓ Obtener un número de identificación legal de MSHA.
- ✓ Preguntarle a MSHA que más debe de saber como contratista independiente que trabaja en propiedad de las minas.
- ✓ Averiguar que entrenamiento es necesario que los empleados reciban.
- ✓ Averiguar que records y reportes son necesarios tener.

2) ESTABLECER UN PROGRAMA DE SEGURIDAD

Las regulaciones de MSHA no requieren específicamente que se tenga un programa de seguridad, pero los programas de seguridad son una manera de obtener control de la seguridad en las facilidades y cumplir con los muchos requerimientos de MSHA, especialmente el recordkeeping.

Debemos de establecer un programa de seguridad que se acomode a nuestras operaciones y necesidades específicamente. Este es el primer paso para manejar la Seguridad y Salud en nuestras facilidades.

A continuación elementos básicos que debe contener nuestro programa de seguridad :

- ✓ Identificar los mayores riesgos o peligros en nuestras operaciones.
- ✓ Decidir como vamos a minimizar estos peligros.
- ✓ Identificar todas las regulaciones de MSHA que aplican a nuestras operaciones.
- ✓ Decidir como vamos a cumplir con estas regulaciones.
- ✓ Entrenar a los empleados en aspectos de seguridad de sus labores y requerimientos de ley a los cuales nosotros como operadores estamos sujetos.
- ✓ Recordarle a los empleados estos requisitos regularmente.
- ✓ Asegurarse que los supervisores conocen y están cumpliendo con estos requerimientos.
- ✓ Corregir a cualquier empleado que trabaje inseguramente.

3) ENTRENAMIENTOS A EMPLEADOS

En todas las investigaciones de accidentes fatales, MSHA verifica si los empleados fueron debidamente entrenados. Esto también aplica con los contratistas independientes. Desde Octubre 2, 2000 nuestra empresa está sujeta a la Parte 46 de las regulaciones de MSHA que requiere que se le ofrezca un entrenamiento a todos los empleados en aspectos de seguridad y los riesgos envueltos en nuestras operaciones. Depende del status de minero entonces varian los requerimientos de tiempo de entrenamiento requerido para cada empleados.

A mineros nuevos (no tienen experiencia en minas anteriormente) requiere que se le ofrezca un entrenamiento mínimo de cuatro horas en tópicos específicos sugeridos por la regulación antes de comenzar a trabajar en la mina y entonces completar un balance de 24 horas en otros tópicos de seguridad antes de 90 días desde que comenzó a trabajar con el mínimo de cuatro horas. Una vez concluyan estos entrenamientos entonces el minero ya se considera como experimentado y se le ofrecerá 8 horas anualmente de entrenamiento en diferentes tópicos de seguridad y salud.

A los empleados nuevos con nosotros pero con experiencia en minas se les dará el básico y no más tardar 60 días después se le ofrecerá otro seminario en el uso y cuidado de respiradores.

También requiere que se entrene a los mineros cuando son asignados a realizar otras tareas en las cuales estos no tienen experiencia previa, el entrenamiento incluirá supervisión directa del empleado mientras realiza la tarea nueva. El empleado será supervisado en esta nueva tarea en cuanto a eficiencia operacional y procedimientos de seguridad pertinentes a la tarea en particular.

Por último los mineros experimentados deberán de recibir un mínimo de 8 horas de entrenamiento anualmente en diferentes tópicos de seguridad a ser escogidos por el operador.

Es sumamente importante tener los certificados de entrenamiento en la mina accesibles al inspector de MSHA en todo momento, así como el Plan de Entrenamiento bajo Parte 46.

4) REALICE INSPECCIONES DE AREAS DE TRABAJO

A menudo, cuando los inspectores de MSHA encuentran violaciones a los reglamentos en las minas, concluyen que las inspecciones de seguridad requeridas por el reglamento no fueron realizadas por personal de la compañía. MSHA ha dado citaciones y ordenes a operadores por fallar en hacer estas inspecciones, fallar en corregir situaciones encontradas en las inspecciones y fallar en mantener records de estas inspecciones. Un problema más grave se presenta si algún record de estos es falsificado. La falsificación de estas inspecciones y cualquier otro documento requerido por la regulación puede llevar al procesamiento criminal de las personas envueltas.

Hay algunas inspecciones criticas que se tienen que hacer regularmente concernientes a las operaciones llevadas a cabo en las minas. Incluyen las siguientes :

- ✓ INSPECCIONES DE AREAS DE TRABAJO

  A. Cada área de trabajo tiene que ser inspeccionada por lo menos una vez antes de comenzar cada turno, estas deberán de realizarse por una persona competente (alguien que esté completamente cualificado para llevar a cabo esta tarea).

  B. Un record de que esta inspección se llevó a cabo deberá de ser mantenido por un año en la oficina de la mina.

- ✓ INSPECCIONES DE LAS CONDICIONES DEL TERRENO

  A. Las condiciones del terreno deben de ser inspeccionadas por una persona designada y experimentada, antes de comenzar los trabajos.

  B. Las condiciones del terreno deben de ser inspeccionadas después de los disparos (más a menudo, si fuera necesario).

  C. Las paredes altas y los bancos cerca de los caminos de acarreo tienen que ser inspeccionadas semanalmente (más a menudo si las condiciones del terreno cambian frecuentemente).

- ✓ INSPECCIONES DE EQUIPO MOVIL

  A. Todo equipo móvil tiene que ser inspeccionado cada turno antes de ponerse en operación.

  B. "Equipo peligroso" (expone una amenaza a la seguridad del empleado) tiene que ser puesto fuera deservicio inmediatamente, ponerle letrero que anuncie que el equipo está fuera de servicio y se deben de tomar acciones para que este equipo no se ponga en marcha antes de ser reparado.

C. Un record deberá de mantenerse de todos aquellos defectos en equipo que afecten la seguridad de los empleados, hasta tanto este sea corregido.

✓ OTRAS INSPECCIONES REQUERIDAS

MSHA también requiere inspecciones relacionadas a los siguientes aspectos de las operaciones :

- Sistemas de Ground.
- Equipo para extinguir incendios.
- Compresores de Aire.
- Soldadura.
- Areas donde se vaya a barrenar.
- Areas donde se vaya a disparar.
- Gruas.
- Conveyors.

5) CONTROLE LAS CONDICIONES DEL TERRENO

Las excavaciones en las minas afectan la estabilidad del terreno. Las paredes, pendientes, bancos y pilas de materiales resultantes de estas operaciones, pueden ser muy peligrosas a las personas que estén debajo o encima de estas.

Cuando trabaje cerca de excavaciones u otras áreas que puedan ser inestables en la mina, asegúrese de que su presencia es conocida por los empleados que puedan afectar su seguridad en el área de trabajo. Asegúrese de que el terreno es estable y no permita que ningún empleado ni nadie vaya cerca de algún terreno que sea cuestionable en su estabilidad. Ponga cadenas o barricadas en áreas peligrosas.

- ✓ Establezca un plan de control de terreno.
- ✓ Asegúrese de que las personas no está expuestas a terrenos inestables.
- ✓ Inspeccione el terreno antes de comenzar los trabajos en cada turno.
- ✓ Inspeccione los terrenos luego de los disparos.
- ✓ Coloque barricadas para prevenir la entrada a las áreas peligrosas.
- ✓ Remueva el terreno inestable.
- ✓ "Scale" desde una posición segura.
- ✓ Utilize equipo de "Scaling" adecuado.
- ✓ Haga el rompimiento secundario desde un lugar seguro.

6) PREVENCION DE FUEGOS

Los fuegos en las minas superficiales, aunque infrecuentes, pueden ocurrir tan rápido que el escape del equipo o un área de trabajo cerrada puede ser imposible. Nunca permita que sus empleados o alguna otra persona se exponga la peligros de fuego.

- ✓ Tenga cuidado con los materiales flamables.
- ✓ Coloque rótulos de advertencia.
- ✓ Apague los motores de gasolina cuando estén siendo abastecidos de combustible.
- ✓ No permita que los desperdicios o basura se acumulen.
- ✓ Mantenga materiales combustibles a 25 pies mínimo de las estaciones eléctricas.
- ✓ Tenga extintores de fuego ABC disponibles en lugares centricos en todas las áreas de trabajo.
- ✓ Tenga extintores de fuego en los equipos móviles.
- ✓ Establezca procedimientos de alarma de fuego y evacuación.
- ✓ Almacene líquidos combustibles en recipientes rotulados.
- ✓ Mantenga material combustible aparte de fuentes de calor.
- ✓ Tenga cuidado con medidores de presión y reguladores.
- ✓ Saque todo material combustible fuera del área de soldadura antes de comenzar a soldar.
- ✓ Mantenga ventiladas las áreas de carga de baterías.
- ✓ Monitorear los sistemas de conveyors, prevenir fricción de las correas.

7) MANTENGA LA CALIDAD DE AIRE

Ultimamente, MSHA se está enfocando en los riesgos causados por las particulas que contaminan el aire en las operaciones de las minas. A pesar de que en nuestras operaciones no está presente el silica, tenemos el polvo resultante de las operaciones y debemos de proveer protección eficiente a los empleados que estén expuestos a polvo excesivo.

La MSHA requiere la eliminación del riesgo creado por partículas aéreas por soluciones de ingeniería en primera instancia. Las máscaras respiradoras, si están bien ajustadas, reducen la exposición a estos contaminantes, pero a menudo no eliminan la violación.

8) LIMITE LOS NIVELES DE RUIDO

Los estudios demuestran que, en promedio, las personas que han estado expuestas a ruido excesivo a través del tiempo son más propensos a tener perdida auditiva que aquellas personas de su misma edad que no han estado expuestos al ruido excesivo. MSHA ha establecido limites de exposición de ruido para proteger a todas las personas que trabajan en las minas.

- ✓ No permita exposición a ruidos en exceso de 115 dBA.
- ✓ Utilize protección contra ruídos como una precaución.
- ✓ Limite la exposición al ruido como sugiere la siguiente tabla :

Nivel de Decibeles	*Tiempo de Exposición Máximo(horas)*
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1 ½
105	1
110	½
115	¼

La protección auditiva no evita la violación, pero si pueden ayudar a las personas y puede reducir la severidad de una violación. La política de MSHA es requerir la eliminación de ruído excesivo a través de controles de ingeniería. Si los controles de ingeniería (paredes, insulación, mufflers, compartimientos, etc.) no reducen adecuadamente el ruído, se deberá de tomar acción administrativa para limitar la exposición de cada persona a niveles legales.

9) SEA CUIDADOSO CON LOS EXPLOSIVOS

En el año 1996, MSHA desarrollo regulaciones nuevas pertinentes a material explosivo en las minas. Todo personal que utilize, cargue, transporte y almacene explosivos tiene que cumplir con estas reglas. Las siguientes prácticas cubren los requisitos básicos para cumplir con estas regulaciones :

ALMACENAMIENTO

- ✓ Almacene el material explosivo de una manera organizada.
- ✓ Proteja los explosivos del calor y la humedad.
- ✓ Almacene los detonadores y explosivos apropiadamente.
- ✓ Almacene de manera tal que utilice los explosivos más viejos primero.
- ✓ Mantenga los "blasting agents" separados.
- ✓ No almacene los detonadores con los explosivos.
- ✓ Mantenga todo material combustible (malesa, cartón, madera, diesel, gasolina, etc.) por lo menos a 50 pies en todas direcciones del lugar de almacenamiento de material explosivo.
- ✓ Instale los rótulos de avisos requeridos en las localizaciones de almancenamiento.

TRANSPORTACION

- ✓ Transporte los explosivos al sitio donde se utilizarán, sin demoras.
- ✓ Utilice divisiones apropiadas para transportar los explosivos.
- ✓ Transporte los detonadores separados del resto de material explosivo.
- ✓ Utilice los rótulos apropiados en los vehiculos que transporten explosivos.
- ✓ Solamente permita a las personas necesarias viajar en el mismo vehiculo que los explosivos.
- ✓ Asegure el vehiculo que transporte los explosivos para movimientos inesperados (ej. poner calzos en goma).

CARGADO DE BARRENOS

- ✓ Utilice solamente personas entrenadas y experimentadas para el cargado de barrenos.
- ✓ Asegúrese de que los barrenos no tienen ninguna obstrucción antes de cargarlos.
- ✓ Siga los debidos procedimientos para las operaciones de "priming" y cargado.
- ✓ No pase ningún vehículo ni equipo por encima de material explosivo o barrenos cargados.
- ✓ No pase ningún vehículo ni equipo por encima de sistemas iniciadores.
- ✓ No permita ninguna operación en el área a dispararse mientras se esté realizando el cargado de los barrenos.

DISPAROS

- ✓ Evacue el área a ser disparada antes de conectar el sistema iniciador.
- ✓ Realice el disparo una vez esté todo listo, sin demoras.
- ✓ De los avisos pertinentes antes de disparar.
- ✓ Permita tiempo amplio para evacuar a todo el personal en el área.
- ✓ Provea rutas de salidas seguras para las personas que realizan el disparo.
- ✓ Bloquee la entrada de acceso al área de disparo.

DESPUES DEL DISPARO

- ✓ Realice una inspección post-disparo antes de reanudar los trabajos en el área.
- ✓ Si se sospecha un disparo falso o "misfire" espere 30 minutos.
- ✓ No realice ningún tipo de trabajo hasta que el falso disparo o "misfire" sea remediado.
- ✓ Prohiba la entrada al área disparada hasta que se remueva el falso disparo o "misfire".
- ✓ Verifique las regulaciones pertinentes a los disparos electricos y no eléctricos.

PRECAUCIONES PARTICULARES

- ✓ Utilice solamente herramientas que no produzcan chispas para manejar explosivos.
- ✓ No suelde ni corte en los vehículos que trasporten explosivos hasta que estos sean lavados.
- ✓ No permita que se fume a menos de 50 pies en todas las direcciones de donde están los explosivos.
- ✓ Prohiba las llamas abiertas (soldadura y corte) a menos de 50 pies en todas las direcciones de donde están los explosivos.
- ✓ Suspenda las operaciones si se detecta una tormenta eléctrica.
- ✓ Remueva el personal del área del disparo si detecta una tormenta eléctrica.

10) SEA CUIDADOSO CON EL EQUIPO DE BARRENAR

Las operaciones de barrenar conllevan un sinnúmero de peligros. No solamente nos tenemos que asegurar de que el terreno arriba, debajo y al lado de la máquina barrenadora es seguro y estable, también es necesario evitar peligros relacionados al equipo móvil y maquinaria en movimiento en las áreas donde se esté barrenando.

- ✓ Corrija los defectos del equipo antes de operarlo.
- ✓ Inspeccione área a ser barrenada antes de comenzar operaciones de barrenar (estabilidad del terreno y otros posibles riesgos).
- ✓ Manténgase dentro de la cabina de la barrenadora siempre que esté operando la máquina.
- ✓ No permita a ningún empleado treparse en el mástil de la barrena cuando esté operando la máquina.
- ✓ Mantenga al personal relacionado con las operaciones barrenadoras a una distancia segura de las barrenas en movimiento.
- ✓ Mantenga las manos fuera del alcance de equipo de barrenar que esté en movimiento.
- ✓ Tape los barrenos para evitar posibles peligros.
- ✓ No deje objetos sueltos en el mástil o barrena.
- ✓ Almacene todos los componentes de la barrena en los compartimientos provistos para esto.

- ✓ Mantenga buen acceso a los controles.
- ✓ No se arriesgue a barrenar en posibles falsos disparos o "misfires".
- ✓ Si la fuente de energía de la máquina falla, ponga los controles en neutro.
- ✓ Cuando esté moviendo la máquina asegure todas las piezas, componentes, mástil, etc.

11) TOME LAS DEBIDAS PRECAUCIONES CON EL EQUIPO MOVIL

Los Camiones de acarreo Off-road, loaders, excavadoras, bulldozers y otro equipo móvil en la cantera representan diferentes riesgos en las operaciones mineras. Todo el equipo debe de ser inspeccionado antes de ser utilizado en cada turno de trabajo. Todo operador deberá de tomar las debidas precauciones y seguir los debidos procedimientos para asegurarse de que su equipo puede operar seguramente y no representa un peligro para el operador ni otros trabajadores en el área.

- ✓ Inspeccione el equipo antes de comenzar a operarlo. Llenar inspección provista para esto y mantenerla en records.
- ✓ Ponga fuera de servicio equipo que represente un peligro o riesgo de seguridad para el operador y demás empleados.
- ✓ Mantenga record de cualquier defecto del equipo. Apunte fecha en que se reportó el defecto y cuando se corrigió, esta información la pueden exigir los inspectores y la ley requiere que se mantenga en record para inspección.
- ✓ Asegúrese de que la mina y planta cumplen con los rótulos y avisos requeridos por el reglamento de MSHA.
- ✓ Mantenga el equipo bajo control todo el tiempo (asegurarse de que los operadores siguen las pautas y reglas establecidas). Asegúrese de que se establece una velocidad límite razonable para las condiciones del tiempo y que se siguen las reglas de velocidad.
- ✓ No transporte a nadie en ninguna parte de su equipo móvil.
- ✓ No permita material suelto en las cabinas.
- ✓ Asegúrese de que los operadores de equipo tienen buena visibilidad.
- ✓ Notifique al operador siempre que se vaya a montar o desmontar del equipo (ej. hacer inspecciones de seguridad).

- ✓ Nunca pase por debajo de cargas suspendidas (ej. buckets cargados, material siendo levantado con eslingas y grúa, etc.).

- ✓ Nunca se monte en equipo móvil que esté en movimiento.

- ✓ Asegúrese de que las bermas en puntos de descargas son adecuadas y mantenidas debidamente.

- ✓ Tome las debidas precauciones para evitar vuelcos de los camiones off-road mientras descargan. Asegúrese de que las áreas donde van a descargar los camiones off-road soportan el peso del camión cargado.

- ✓ Inspeccione las áreas de descarga de camiones off-road antes de comenzar las operaciones.

- ✓ Vuelva a inspeccionar las condiciones del terreno luego de que haya llovido.

- ✓ Si sospecha que el terreno en el área de descarga del camión off-road es inestable, descargue a una distancia segura del borde de la pared alta y entonces que el bulldozer empuje el material sobre el borde de la pared alta.

- ✓ Limpie los caminos de escombros, agua estancada, piedras, etc.

- ✓ Asegúrese de controlar el polvo o proveer protección respiratoria apropiada para las condiciones.

12) PROVEA ACCESO ADECUADO A TODAS AREAS DE TRABAJO

MSHA requiere que se provea acceso adecuado a todas las áreas de trabajo que requieran que un empleado llegue hasta ciertos componentes (ej. mantenimiento de motores de conveyors). Los standards de MSHA están diseñados particularmente para prevenir los resbalones y caídas.

- ✓ Provea acceso adecuado a todos los lugares de trabajo.

- ✓ Provea pasamanos y "toe boards" para eliminar posibles riesgos de seguridad.

- ✓ Utilice solamente escaleras que estén bien construidas. Asegúrese de que estas tengan una buena base.

- ✓ Bloquee las zonas abiertas que puedan causar un riesgo de caídas.

- ✓ Si no puede corregir un riesgo inmediatamente ponga las avisos pertinentes.

- ✓ Provea harnés de seguridad y linea a aquellos empleados que vayan a realizar trabajos en áreas donde existe el riesgo de que se caigan de alturas.

13) SEA CUIDADOSO CON LA ELECTRICIDAD

DISENO DE SISTEMAS

- ✓ Proteja los circuitos con los fusibles correctos o breakers.
- ✓ Provea interruptores para todos los circuitos.
- ✓ Rotule los interruptores (encendedores) para que muestren claramente el equipo que controlan.
- ✓ Utilice conductores eléctricos apropiados para la aplicación.
- ✓ Proteja los conductores eléctricos de cualquier posible daño.
- ✓ Proteja los cables eléctricos de cualquier posible daño.
- ✓ Mantenga el Alto Voltaje separado del Bajo Voltaje.

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRICOS

- ✓ Desenergize el equipo antes de realizar ajustes o mantenimiento en cualquier equipo.
- ✓ Realize el procedimiento de Lock Out antes de realizar cualquier reparación o mantenimiento en cualquier equipo.
- ✓ El empleado que esté realizando la reparación deberá de tener la llave del candado del Lock Out en todo momento hasta que termine la reparación y entonces abra el candado para energizar el equipo nuevamente.
- ✓ Restrinja las instalaciones eléctricas a personal cualificado para trabajar en estas.
- ✓ Rotule adecuadamente las áreas de peligros eléctricos.
- ✓ Inspeccione sistemas de ground en instalación y luego de reparaciones.
- ✓ Realice inspecciones de ground anualmente.
- ✓ Sea cuidadoso cuando está alrededor de líneas de transmisión eléctrica elevadas.

14) ASEGURESE DE QUE EL EQUIPO Y MAQUINARIA SON SEGUROS

Los accidentes que envuelven equipo móvil y maquinaria son una gran preocupación en la industria minera. En muchas ocasiones MSHA a sacado a relucir la importancia de mantener el equipo móvil y maquinaria en buenas condiciones incluyendo frenos, luces, alarmas de reversa y otros equipos de seguridad. En toda maquinaria el operador de la mina se tiene que asegurar de que todo empleado esté protegido de las partes de las maquinarias en movimiento. Anualmente las violaciones más frecuentes son por fallas en tener guardas adecuadas en las partes en movimiento de las maquinarias.

INSPECCIONES

- ✓ Inspeccione el equipo móvil antes de operarlo en cada turno.
- ✓ Corrija los defectos en un tiempo razonable para prevenir posibles riesgos.
- ✓ Si existe un peligro en el equipo que represente un riesgo de seguridad para el operador o para otros empleados en el área el equipo deberá de sacarse de servicio y repararse.
- ✓ Asegúrese de que el equipo que se saca de servicio no pueda ser utilizado por algún empleado (ponga rótulos de fuera de servicio, quitele la bateria, etc.).
- ✓ Lleve un record de cualquier defecto en un equipo que no haya sido corregido, mantenga el record hasta que se realice la reparación del defecto y ponga la fecha en la cual se corrigió. Los inspectores de MSHA piden este tipo de record en las inspecciones.
- ✓ Asegúrese de que los sistemas de frenos de todos los equipos están trabajando optimamente.
- ✓ Asegúrese de que las alarmas de reversa y las bocinas de los equipos están en buenas condiciones.
- ✓ Asegúrese de que los equipos tienen cinturón de seguridad y que los operadores lo utilizan en todo momento que operan el equipo.

OPERACION Y MANTENIMIENTO

- ✓ Mantenga los sistemas de frenos en buenas condiciones en todo momento.
- ✓ Mantenga los cristales y espejos en buenas condiciones.
- ✓ Mantenga las cabinas de los equipos libre de materiales sueltos.

- ✓ Bloquee la maquinaria contra movimientos inesperados.
- ✓ Bloquee el equipo móvil cuando no lo esté utilizando (baje el bucket del loader al piso, bucket de excavadoras, etc.).
- ✓ Cuando el equipo esté estacionado en una pendiente, bloquee las gomas o vire las gomas hacia el lado opuesto del borde del camino.
- ✓ Nunca pase buckets, booms o cargas por arriba de la cabina de los choferese de camión off-road.

GUARDAS O COVERS DE SEGURIDAD

- ✓ Ponga guardas en todas las partes en movimiento de las maquinarias y equipos, para evitar que cualquier persona entre en contacto con estas.
- ✓ Proteja las personas de material que pueda caer.
- ✓ Mantenga las guardas o covers de seguridad debidamente instaladas en todo momento que la maquinaria esté operando.
- ✓ Suene la alarma o bocina antes de comenzar a operar maquinaria o equipo.

15) MANTENGA UN AMBIENTE DE TRABAJO SEGURO

Las inspecciones de las áreas de trabajo son una parte vital de cualquier programa de seguridad y para estar en cumplimiento con las leyes de MSHA. La comunicación del operador de la mina con sus empleados con respecto a la seguridad también es sumamente importante.

INSPECCIONES

- ✓ Asigne un empleado cualificado para realizar las inspecciones de áreas de trabajo. Estas inspecciones deberán de incluir los aspectos de seguridad en cada área de trabajo y se deberán de realizar antes de comenzar cada turno.
- ✓ Corrija cualquier defecto de seguridad que encuentre en la inspección.
- ✓ Mantenga records de cada inspección que realice, los inspectores de MSHA piden estas inspecciones. Estas se deberán de mantener por un año.

COMUNICACIONES ENTRE EMPLEADOS Y ASPECTOS DE SEGURIDAD

- ✓ Realice entrenamientos para los empleados nuevos en los aspectos de seguridad.
- ✓ Provea sistemas de comunicación efectiva para emergencias (radios, sirenas, etc.).
- ✓ Mantenga los pasillos, plataformas de trabajo, etc. limpias en todo momento.
- ✓ Mantenga las áreas lo más secas posibles.
- ✓ Bloquee el acceso a áreas peligrosas, hasta que se corrija la condición insegura.

16) UTILICE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

El no proveer equipo de protección personal adecuado (gafas de seguridad, máscaras de respiración, harnés de seguridad, etc.) en muchas ocasiones representa una violación de la Ley Federal de Seguridad y Salud en las Minas de 1977. En ocasiones la utilización del equipo de protección personal no evita una violación si el peligro sigue en el ambiente de trabajo (ej. empleado utilizando orejeras donde el ruído excede los límites permitidos).

- ✓ Mantenga equipo de primeros auxilios accesible a todas las áreas de trabajo.
- ✓ Tenga una persona entrenada en primeros auxilios en cada área de trabajo en cada turno.
- ✓ Utilice capacete de seguridad.
- ✓ Utilice gafas de seguridad.
- ✓ Utilice harnés de seguridad con línea de seguridad cuando exista la posibilidad de caerse de alturas.
- ✓ Utilice botas con protección de acero.
- ✓ Utilice equipo de protección personal adecuado cuando vaya a realizar trabajos de soldadura (chaleco, careta de soldar, etc.).

17) MANTENGA LAS CONDICIONES SANITARIAS

MSHA requiere que los operadores de las minas tomen medidas básicas de salud para todas las personas que trabajen en la mina. Estas medidas incluyen entre otras proveer agua potable, facilidades de baños y minimizar los contaminantes en el área de trabajo.

- ✓ Provea agua potable y conos accesible a todas las áreas de trabajo.

- ✓ Provea baños adecuados para los empleados.
- ✓ Tenga disponibles zafacones adecuados para disponer de alimentos.
- ✓ Vacie los zafacones con frecuencia adecuada para mantener las condiciones sanitarias en el área.

18) LEY Y ADMINISTRACION

La ley requiere que cada violación encontrada por un inspector tiene que ser citada. Además requiere que cada citación tiene que resultar en una penalidad civil. Consecuencias más serias podrían resultar de otras violaciones más serias. Además de cumplir con los standards de seguridad establecidos por MSHA los operadores de minas tienen que estar concientes de los requisitos administrativos que requiere la ley, así como los procedimientos de cumplimiento de MSHA (citaciones, multas, etc.). Los próximos tópicos discutirán en más detalle lo arriba mencionado.

19) REPORTE LOS ACCIDENTES

MSHA investiga todos los accidentes fatales, asi como los otros accidentes. MSHA requiere que se le notifique inmediatamente de cualquier accidente que haya ocurrido en la mina. Cuando los operadores fallan en notificar a MSHA de cualquier accidente usualmente hay serias consecuencias. El operador deberá de entender la definición de "accidente" bajo la ley de MSHA. Todos los eventos mencionados a continuación representan un "accidente" para MSHA y deberán de ser reportados inmediatamente que ocurran.

- ✓ Cualquier muerte en propiedad de la mina.
- ✓ Cualquier lesión con un potencial razonable de causar muerte .
- ✓ Cualquier persona que quede atrapada por más de 30 minutos.
- ✓ Cualquier inundación no planificada de líquido o gases.
- ✓ Cualquier ignición de gas o polvo.
- ✓ Cualquier fuego no planificado que no se haya extinguido en los primeros 30 minutos desde que comenzó.
- ✓ Cualquier ignición no planificada de material explosivo.
- ✓ Cualquier movimiento de roca que cause la evacuación de los mineros o interrumpa las operaciones por más de una hora.
- ✓ Cualquier evento en una mina que cause muerte o lesión corporal a personas fuera la propiedad de la mina.

Los reportes de accidentes a MSHA se deberán de hacer por teléfono como la manera más segura y rápida de comunicación. Si la oficina de MSHA local no se puede contactar en el momento, se deberá de llamar a las oficinas centrales de MSHA al 1-800-746-1553. El sitio del accidente no podrá ser alterado excepto para rescatar personas o prevenir la destrucción del equipo de mineria o si MSHA diera el permiso para hacerlo.

20) REPORTE DE LESIONES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES

Además de reportar el accidente inmediatamente, todos los accidentes, lesiones y enfermedades ocupacionales tienen que ser reportados a MSHA por escrito no más tardar de 10 días de que ocurrió el accidente o el diagnóstico de la enfermedad.

- ✓ Mantenga las formas oficiales para reportar accidentes, estas pueden ser obtenidas de la oficina local de MSHA.
- ✓ Envie los reportes no más tardar de 10 días de la ocurrencia de la lesión o el diagnóstico de la enfermedad.
- ✓ Reporte
    - o Cualquier accidente.
    - o Cualquier lesión en una mina que requiera tratamiento médico o que resulte en perdida de conciencia, incapacidad de realizar algunos trabajos, etc.
    - o Cualquier lesión que haya resultado de trabajo realizado en una mina.

21) MANTENGA LOS RECORDS

MSHA multará en cualquier momento que sus inspectores soliciten los records requeridos por la ley y el operador de la mina no los tenga disponibles. Serios cargos contra el operador podrían resultar si los records son inadecuados o incorrectos. Cargos criminales podrían resultar si se encuentra algún record que sea falso. Todos los records mandatorios por ley tienen que ser mantenidos para ser inspeccionados por MSHA. Estos incluyen entre otros :

- ✓ Designación del representante de seguridad de los mineros.
- ✓ Información del Legal Identity de la Mina.
- ✓ Records de los entrenamientos de seguridad a los empleados .
- ✓ Records de accidentes, lesiones y enfermedades.
- ✓ Records de investigaciones de accidentes y lesiones.

- ✓ Records de las inspecciones de ground de los equipos y sistemas en la mina.
- ✓ Records de defectos en equipo móvil sin corregir.
- ✓ Records de las inspecciones de las áreas de trabajo.
- ✓ Records de las inspecciones de las grúas.

22) PROTEJA LOS DERECHOS DE LOS MINEROS

Un minero es cualquier persona que trabaje en una mina. Los empleados de los contratistas tienen los mismos derechos que cualquier otro empleado en la propiedad de la mina. Estos derechos deben de ser respetados. Todo empleado que trabaje en una mina tiene los siguientes derechos :

- ✓ Derecho a ser protegido de condiciones inseguras.
- ✓ Derecho a realizar querellas de seguridad.
- ✓ Derecho a negarse a realizar trabajos que se sospeche que puedan ser peligrosos.
- ✓ Derecho a solicitar una inspección de MSHA cuando entienda que existen condiciones inseguras.
- ✓ Derecho a tener un representante que participe en las inspecciones de MSHA.
- ✓ Derecho a entrenamientos apropiados de seguridad y a recibir paga mientras participe de estos.
- ✓ Derecho a paga si un inspector de MSHA ordena a parar la producción en el área donde este trabaja, porque existe un peligro inminente.
- ✓ Derecho a dar testimonio como un testigo en una investigación de MSHA.
- ✓ Derecho a participar en litigaciones relacionadas con MSHA.
- ✓ Derecho a estar libre de discriminación por ejercer los derechos que se le dan bajo esta ley.

NOTA: Cuando los derechos de los mineros son violados, el minero podrá ser representado en los procedimientos legales en contra de la empresa por abogados del Secretario del Trabajo.

23) ENTIENDA EL SISTEMA DE CUMPLIMIENTO DE LEY DE MSHA

Los inspectores de MSHA tienen el derecho de entrar a cualquier parte de cualquier mina. Las citaciones resultan en penalidades civiles, pero a menudo hay consecuencias más serias. En ocasiones, los oficiales, gerentes y supervisores de las empresas mineras han sido acusados y multados personalmente. Para hacer cumplir la ley, MSHA realiza inspecciones e investigaciones. Hay que saber distinguir las diferencias entre las inspecciones e investigaciones.

INSPECCIONES DE MSHA

- ✓ MSHA inspecciona las minas superficiales dos veces al año.
- ✓ MSHA inspecciona las minas bajo tierra cuatro veces al año.
- ✓ Muchas de las minas son inspeccionadas con más frecuencia.
- ✓ Las inspecciones se llevan a cabo sin notificación previa al operador de la mina.
- ✓ Los inspectores tienen el derecho absoluto de entrar a cualquier área de cualquier mina.
- ✓ Las inspecciones pueden tomar días, semanas o meses.
- ✓ El trabajo realizado por contratistas es inspeccionado como parte de la mina.
- ✓ Los inspectores dan citaciones por cada violación encontrada en la inspección.
- ✓ Cada citación establece una fecha límite para corregir la deficiencia encontrada por el inspector.
- ✓ Si no se ha corregido la deficiencia para la fecha límite entonces MSHA generará una orden de cierre.
- ✓ También hay ordenes de cierre para peligros inminentes.
- ✓ Hay otros tipos de ordenes de cierre.
- ✓ Todas las citaciones y ordenes resultan en penalidades civiles.
- ✓ Las penalidades civiles pueden ser de hasta $55,000 por violación.
- ✓ Las ordenes son tipicamente las que están sujetas a penalidades altas.

INVESTIGACIONES DE MSHA

- ✓ Los investigadores de MSHA realizan investigaciones de asuntos serios que puedan haber sucedido en un mina, incluyendo los siguientes :
    - Accidentes.
    - Peligros inminentes con alta negligencia por parte del operador.
    - Falla en cumplir con standards de seguridad.
    - Posibles "knowing" o "willfull" violations.
    - Negación o falla en la correción de las deficiencias citadas por el inspector de MSHA.
    - Querellas de seguridad de empleados en la mina.
    - Querellas del empleado relacionadas a la discriminarión por ejercer los derechos que le otorga la ley.

- ✓ Las investigaciones típicamente envuelven entrevistas, declaraciones escritas y recolección de documentos.

- ✓ Contrario a una inspección, una entrevista de una investigación puede ser pospuesta a solicitud del testigo hasta que este tenga representación legal.

- ✓ Ninguna persona podrá interferir con un testigo que desee participar en una investigación de MSHA.

- ✓ Las investigaciones podrán resultar en referidos para procesar civil y criminalmente en contra de un contratista, operadore de mina, o ambos.

- ✓ Cualquier oficial, director o agente de la corporación minera podrá ser responsable personalmente y procesado.

- ✓ Otro tipo de responsabilidad puede surgir si el operador interfiere con los derechos otorgados al minero por la Ley de Seguridad y Salud en las Minas de 1977. Por ejemplo, puede ser que un operador tenga que volver a coger un empleado que MSHA encuentre que fue suspendido de empleo y sueldo permanentemente inapropiadamente bajo la ley. También es posible que un operador tenga que pagar beneficios retroactivos, costos de abogados y penalidades civiles.

NOTA : Los supervisores y otros empleados responsables de asignar tareas a los mineros (lideres de grupo) son agentes de la empresa sujetos a responsabilidad personal. A través de los años, muchos supervisores han sido procesados personalmente.

23) QUE ES CONDUCTA CRIMINAL?

Los casos criminales representan las peores repercusiones que pueden resultar del sistema cumplimiento de MSHA. Estos casos pueden ser en contra de los gerentes y supervisores como individuos así como en contra de la compañía. Los procedimientos criminales son típicamente creados por situaciones en las cuales un gerente, supervisor u otro agente de la compañía toma una decisión a sabiendas que hace caso omiso o viola la ley. La Ley Federal de Seguridad y Salud en las Minas de 1977 aplicada bajo las Guías de Sentencias Federales, se asegura de que algunas acciones sean catalogadas como criminales y son sujetas a encarcelamiento y multas de hasta $500,000 por ofensa. Estas incluyen entre otras :

- ✓ Violaciones deliberadamente de cualquier standard de seguridad y salud.
- ✓ Negación a sabiendas para cumplir con una orden de MSHA.
- ✓ Dar aviso previo de una inspección de MSHA.
- ✓ Hacer una declaración o certificación falsa.
- ✓ Deliberadamente violar las prohibiciones de fumar.

Además existen otras leyes bajo las cuales está considerado un acto criminal el atacar violentamente a un inspector o mentirle a un representante del gobierno actuando en una capacidad oficial.

24) CONOZCA SUS DERECHOS

Por cada acción de cumplimiento de MSHA hay derechos correspondientes al operador/contratista que está siendo inspeccionado. Algunos de estos derechos son el derecho de acompañar al inspector durante la inspección, el derecho de discutir las citaciones y ordenes con el inspector y el derecho de que se verifiquen las acciones tomadas a otros niveles en MSHA. Además el operador/contratista tiene el derecho de llevar acciones de cumplimiento que crea injustas ante la "Federal Mine Safety and Health Review Commision".

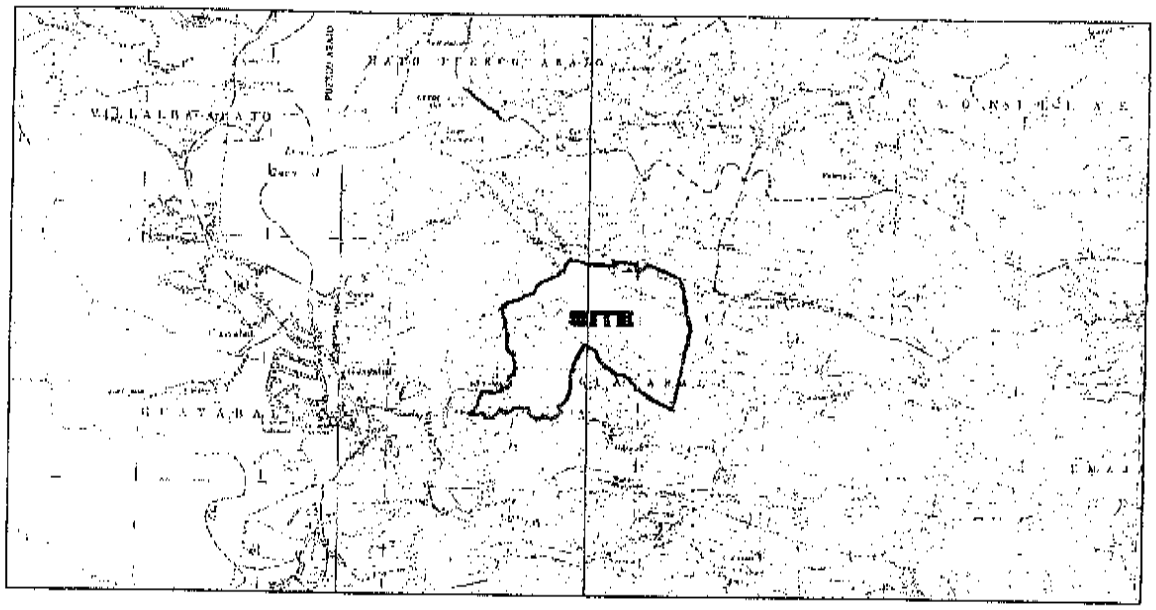
- ✓ Todo operador/contratista tiene el derecho de tener un representante administrativo que acompañe al inspector de MSHA durante la inspección del lugar de trabajo.
- ✓ Todo operador/contratista tiene el derecho de recibir las citaciones y ordenes por escrito.
- ✓ Todo operador/contratista tiene el derecho de hablar con el inspector sobre las citaciones y ordenes.
- ✓ Todo operador/contratista tiene el derecho a pedir una verificación de cualquier citación u orden a ser realizada por la oficina regional de MSHA, siempre y cuando se

haya solicitado una conferencia con MSHA dentro de diez días después de la citación u orden.

APÉNDICE 7 Estudio de la Hidrología de los Predios de Canarico Quarries

CANARICO QUARRY
SAN JUAN, PUERTO RICO

CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY
JUANA DIAZ, PUERTO RICO



SEPTEMBER 2003

CA Engineering

PO BOX 190332, San Juan, PR 00919-0332
Phone: (787) 748-6106 Fax: (787) 780-0409

Website: netdial.caribe.net/~ancaliec/
E-mail: ancaliec@caribe.net

TABLE OF CONTENTS

TABLE OF CONTENTS i

LIST OF FIGURES iii

LIST OF APPENDIXES iii

LIST OF TABLES iv

I. INTRODUCTION 1

Authorization 1

II. TOA VACA RESERVOIR 2

Reservoir Watershed 2

Characteristics of the Reservoir 2

Rainfall 4

Runoff 4

Evaporation 5

Safe Yield 5

Hydrologic Characteristic of Reservoir 5

Reservoir Simulation 7

Monthly Evaporation-Precipitation 7

Results 8

The Canarico Quarry 8

Possibilities of Impact to the Toa Vaca Reservoir from the Operations of the Quarry 8

a. Surface Runoff 9

b. Ground Water 9

c. Solids 10

III. STORM WATER MANAGEMENT 11

Drainage Area 11

Annual Runoff 11

Storm Water Collection 12

Water System 13

Water Use 13

Losses 14

Water Quality 14

Erosion 16

IV. CONCLUSIONS 18

LIST OF FIGURES

Figure 1	Location
Figure 2	Toa Vaca Reservoir Watershed Limits
Figure 3	Rain Gage Stations
Figure 4	Rainfall Records at Villalba Station
Figure 5	Rainfall Records at Guayabal Station
Figure 6	Average Annual Rainfall
Figure 7	Canarico Storm Runoff Drainage Area
Figure 8	Storm Water System Schematic Layout

LIST OF APPENDIXES

APPENDIX A	Computations: Runoff, Storage, Pumping Systems, Water Used, Water Losses
APPENDIX B	Physical-Chemical Water Analysis
APPENDIX C	Field Work

LIST OF TABLES

Table 1	Toa Vaca Dam Characteristics	3
Table 2	Toa Vaca Reservoir Storage Capacity	4
Table 3	Hydrologic Chararcyteristics of Toa Vaca Reservoir	6
Table 4	Mean Monthly Evaporation-Precipitation	7

CANARICO QUARRIES, INC.
CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

Casiano Ancalle, P.E.

I. INTRODUCTION

Canarico Quarry is located on the southwest slope of Cerro Las Cuevas, to the northeast of Guayabal, in the Municipality of Juana Diaz. Figure 1 shows the general location of the site.

Canarico Quarries, Inc. has submitted a Material Extraction Permit Renewal Application to the Department of Environment and Natural Resources (DENR) in compliance with Article 4 of the Sand, Gravel and Stone Law, and Sections 3.2 and 3.3 of the DENR's Earth Crust Material Extraction Regulations. During the processing of the permit, some concerns brought by individuals who felt affected by the quarry operation arise. Taking into consideration these concerns, Canarico Quarries, Inc. developed the pertinent studies. This study is part of them, and addresses the hydrologic aspects of the operation of the quarry.

Two issues related to the hydrology of the Canarico quarry are of focus of this study: The impact to the Toa Vaca Reservoir and thus the Guayabal Reservoir from the operation of the quarry, and the impact to the storm water quantity and quality from the storm water system implemented at the plant.

Authorization

This report has been authorized by Eng. Efrain Carreras on behalf of the owner under a contract with CA Engineering.

II. TOA VACA RESERVOIR

Toa Vaca reservoir is located on the Toa Vaca River, immediately upstream from the Guayabal reservoir, approximately 3 kilometers south of Villalba and 16 kilometers northeast of Ponce. Figure 2 shows the location of this reservoir.

The US Bureau of Reclamation designed the reservoir for the Puerto Rico Water Resources Authority. Construction was completed in 1972. This reservoir provides water supply for municipal and industrial water supply and irrigation. The Puerto Rico Aqueduct and Sewer Authority is in charge of the reservoir operation.

In 1998, The Puerto Rico Aqueduct and Sewer Authority (PRASA) reevaluated the reservoir safe yield for improving and extending water supply to Villalba and other communities as part of the government effort for solving water scarcity shown in the preceding decade islandwide. Documentation from sources that has not been confirmed indicated that the Toa Vaca reservoir firm yield was 25 cfs. The PRASA study found that the safe yield is 20.90 cfs (13.5 MGD).

Reservoir Watershed

A map of the Toa Vaca watershed is shown in Figure 2. The topography of this watershed is mountainous and includes areas of the municipalities of Coamo and Villalba. Topographic elevations range from 1050 meters at the far north of the watershed to about 100 meters at the site of the dam. Río Toa Vaca is the main watercourse. Several creeks convey into this river and the Toa Vaca Lake itself.

Characteristics of the Reservoir

The reservoir was originally constructed for storing water from the Toa Vaca River watershed and two additional watersheds that should have been conveyed for a huge

water use project. Diversion from those other watersheds to Toa Vaca River has been abandoned.

The Toa Vaca reservoir includes an earth gravity dam with the original characteristics shown in the following Table 1.

Table 1: Toa Vaca Dam Characteristics

Drainage area (sq mi)	21.50
Year Built	1972
Intended Use	Water supply
Elevations	
River Bed (feet)	340
Top of dead Capacity (feet)	397
Top of Inactive Capacity (feet)	403
Top of Active Conservation Capacity (feet)	450
Top of maximum Water Surface (feet)	546.2
Top of Dike (feet)	555

Storage capacity of the reservoir has suffered reduction due to sediments carried out from the watershed mainly during heavy rainfall events. Sediments have reduced the original capacity of the reservoir. A bathimetric survey performed in July 1985 by the USGS indicates the reservoir looses storage capacity at a rate of 730 acre-feet per year. This means that the rate of loss is 1.2 percent of its original capacity per year. Table 2 shows the original storage capacity and the measured capacity after 13 years of operation.

Table 2: Toa Vaca Reservoir Storage Capacity

	1972	1985
Total Capacity (AF)	60,146	50,620
Dead capacity (AF)	1888	
Inactive Capacity (AF)	500	
Active Conservation Capacity (AF)	53,503	
Surcharge Capacity (AF)	4,255	

Table 2 shows that active conservation capacity has been reduced from 53,503 to 43,377 acre-feet.

Rainfall.

There is no a single rain gages at the reservoir watershed. Two NOAA gages are located in the vicinity of the watershed. Raingage station locations are shown in Figure 3 and plots of mean monthly rainfall records are shown in figures 4 and 5. The first gage is located at the town of Villalba (Gage 9774) and the second at Guayabal reservoir (Gage 4126).

The Toa Vaca watershed is essentially dry. The portion of the isoheytal map for Puerto Rico covering this watershed is presented in Figure 6 (Black & Veatch, 1970). Based on the isoheytal map the mean annual rainfall in the Toa Vaca basin is about 65 inches/year.

Runoff

The USGS has a streamflow gage in the Toa Vaca watershed right upstream of Toa Vaca Lake (gage 50110900). Location is indicated in Figures 1 and 2. Mean annual runoff at

this gage averages18.714 Acre-ft/year, equivalent to an average of 46 inches of annual rainfall.

According to the USGS Water Resources Data Puerto Rico and the Virgin Islands annual reports, the drainage area of this gage is 7.64 square miles. Drainage area measurements made for the gage at the specified location yielded a much larger area. In fact, drainage area doubles the value indicated in the USGS report (14.42 square miles). The PRASA study used the reviewed data.

Evaporation

Evaporation data for various years were obtained from Experimental Agricultural Station of the University of Puerto Rico based in Juana Díaz. Records obtained were monthly mean. Although, this station location is far downstream of the watershed, this was the nearest station for evaporation. Fifteen years records were obtained.

Safe Yield

The yield analysis, ordered by PRASA, took into consideration a limited period of time of streamflow records which does not exceed 8 years, and the location of the gage upstream of the lake inside the watershed.

Hydrologic Characteristic of Reservoir

Reservoir size may be expressed in absolute terms, such as acre-feet (AF), or in relative hydrologic terms with respect to the mean inflow. For the purpose of comparing the storage vs. yield characteristic of flow series at different locations having different inflows and watershed areas. the hydrologic size is used since this allows the storage-yield characteristic to be represented in a dimensionless format. Both storage and yield are expressed as a fraction of the long-term mean runoff. In this report we use both the

Mean Annual Flow (MAF) and the Mean Monthly Flow (MMF) to represent both reservoir volume and flow rates.

Toa Vaca reservoir is hydrologically small. The original storage capacity 60,140 acre-feet decreased to 50,620 in 13 years of operation (1972-1985) Active storage capacity decreased from 53,503 to 43,983 acre-feet.

Present reservoir volume is found subtracting the volume lost to sedimentation from the original reservoir volume. From the USGS data, sediment build up annual rate is 730 acre-feet per year. Assuming arithmetic proportion, for 1998 (26 years of sedimentation), the reservoir will loss18,980 acre-feet to sedimentation. Thus, the active conservation capacity will become 34,523 acre-feet. Under this new storage geometry, storage capacity is equal to 27 months of mean monthly flow (or 2.28 MAF).

Resulting Hydrologic storage characteristic is summarized in Table 3.

Table 3: Hydrologic Chararcyteristics of Toa Vaca Reservoir

Approx.1998 Usable Capacity (AF)	Mean Flow (AF/y)	Storage Capacity	
		MAF*	MMF**
34.523	15,138	2.28	27.36

* MMF Mean Monthly Flow

**MAF = Mean Annual Flow

Average depth lost in 13 years can be obtained from USGS report. This is about 35 feet (11.00 m). Depth lost in 26 years will be then 70 feet (21.5.00 m.).

Reservoir Simulation

Simulation of Toa Vaca reservoir was conducted using the HEC-5 software package, Simulation of Flood control and Conservation Systems, developed by the US Corps of Engineers through his Hydrologic Engineering Center.

Monthly Evaporation-Precipitation

Evaporation records cover from January 1990 to September 1996. Evaporation records were matched in time with the rainfall recorded at Villalba station. Evaporation minus rainfall were gotten for the over all period of the records. Then monthly averages were obtained and resulted as follows:

Table 4: Mean Monthly Evaporation-Precipitation (Inches/day)
(April 1989-October 1996)

January	0.58
February	3.99
March	6.17
April	3.53
May	1.72
June	4.97
July	5.06
August	2.90
September	-1.98
October	-3.42
November	1.40
December	3.78

This resultant values will act on the reservoir water mirror.

Results

A firm yield of 20.90 cfs is unquestionable during the time series data studied. The simulations also indicate that appropriate reservoir operation will optimize watershed production. Toa Vaca reservoir capacity, as per 1998, is such that water can be stored for years during wet periods to be withdrawn during dry periods.

The Canarico Quarry

The northeastern limit of Canarico quarry is just the ridge that divides the Municipality of Villalba and Juana Díaz. The quarry is located in the flank that is in the Municipality of Juana Díaz. The other flank, which is in the municipality of Villalba is part of the Toa Vaca reservoir drainage basin.

Material extraction activities at Canarico quarry are located outside of the Toa Vaca reservoir drainage basin.

Possibilities of Impact to the Toa Vaca Reservoir from the Operations of the Quarry

The impact to the yield of the reservoir from the extraction activities in Canarico is virtually none. However, three extraordinary possibilities have been evaluated: a) when a portion of the surface runoff of the reservoir drainage basin is diverted, b) when the underground course of the precipitation abstractions are modified due to the extraction activities. and c) when additional solids are delivered into the reservoir jeopardizing its holding capacity.

a. Surface Runoff

Surface runoff towards the Toa Vaca reservoir as well as towards Guayabal reservoir will not be affected by the proposed extraction activity. All extraction activity will be

developed outside of the reservoir basin except a tip of about ¾ of acre, which is negligible in a 14.42 square mile (9,229 acres) basin. The site topography resulting from the extraction activities will be shaped in a manner that the ridge horizontal projection will remain unchanged. So that, no runoff will be diverted from the reservoir drainage area to other basins.

Runoff from the ridge to the Toa Vaca reservoir will remain undisturbed. The runoff course has approximately an average slope of 40 percent. The ridge at which the extraction activities will be done is at 550 meters of elevation. The overflow level of the reservoir is at 165 meters. The horizontal distance from the ridge to the reservoir is about 750 meters. Guayabal reservoir is yet farther than Toa Vaca.

Consequently, by no means the amount of runoff converging into the reservoir will be affected by the operations of the Canarico quarry.

b. Ground Water

Ground water is a significant abstraction to precipitation. The amount of ground water depends on the permeability of the soil. The water that permeates the subsoil usually accumulates and forms a water table, which is the ground water piezometric line. The slope of the water table indicates the direction of the groundwater movement. Ground water surfaces the ground when the ground elevation intersects the water table.

There are no records of water table at the flank that is part of the drainage basin of Toa Vaca Reservoir. The geological formation of this part is limestone, and limestone is permeable only where cracks are present. Since the groundwater hydraulic slope resembles the slope of the ground, it can be said that the water table slope, if any, is about 40 percent. This slope is sufficient for groundwater to move towards the Toa Vaca Reservoir.

Extraction activities by no means will affect the patterns of ground water movement. The water table hydraulic slope will remain unchanged after the quarry ceases operations of extraction. The same amount of water will keep on moving towards Toa Vaca Reservoir.

c. Solids

Solids into the reservoir are not expected to increase by the activities of extraction. During a rainfall event, the reservoir gets settleable and suspended solids. Settleable solids are deposited on the reservoir bed while most of the suspended solids find their way out of the reservoir. Suspended solids are removed in the filtration plants by physical-chemical process.

The extraction activity that may be pointed out as generating solids that can reach the reservoir is that ¾ acre limestone tip. But the method of extraction at this tip will not involve explosives. It will be done by saw cut. Solids then will not be dispersed. And fines will be recovered for classification.

In summary, the Canarico quarry material extraction activities are not likely to affect the performance of the Toa Vaca reservoir or Guayabal reservoir.

III. STORM WATER MANAGEMENT

The Canarico quarry plant uses water collected from storm water runoff. The water is collected in tanks and is exclusively used for controlling dust from the earthy roadways. No water is used as process water. Dust control in the operation of the quarry depends on the amount of water available to stabilize fine material on the road ways.

Drainage Area

The drainage area from where the storm water runoff is collected is about 155 acres. Its topography is steep in the upper part and mild in the lower. Slopes range from 35 to 10 percent. Sheet flow from the upper parts is collected by several incipient water courses. All of them merge into one main water course to discharge into the downstream. Figure 7 shows the drainage area.

The US Soil Conservation service classifies the soils at the drainage area as AhF (Aguilita Stony clay loam, 20 to 60 per cent slopes), a well drained calcareous, moderately steep to very steep soil. The Hydrologic Soils Group is B and the curve number is in the neighborhood of 70.

Annual Runoff

Mean annual precipitation is about 50 inches/year as gotten from Figure 6. The relation runoff to precipitation at this area was set at 0.65 as corresponding to the area's curve number of 70. Then, the amount of surface runoff produced by the drainage area in annual basis will be 370,000 gallons a day.

Mean discharge was estimated for the purpose of showing the performance of the sedimentation pond under average conditions. The relationship used was developed by U.S. Army Corps of Engineers and is expressed by the following formula:

$$Q_a = 0.73 * A^{0.760} * S^{-0.250} * (\text{Index}-60)^{1.07}$$

where:
- A = Watershed area, mi^2
- S = Main channel slope, m/m
- Index = Climatic index
- Q_a = Mean annual discharge, cfs.

Climate index taken from the climate index map for PR is 100. Therefore, mean discharge using this formula yields 4.64 cfs.

Computations are included in Appendix A

Storm Water Collection

There are two places where storm water is captured for use in the operation of the plant. Both of them are located inside the property of the plant; one is located beneath a storm water course bed and the other in the Cuesta a Corafil tank (Tank 3).

The first place has been located at the lowest place of the property; so that, most of the drainage area runoff can be captured. Runoff from the upstream is conveyed to a main water course through several natural watercourses. The main watercourse is intercepted by an underground gravel deposit (*French drain*) located below the water course bed. The gravel deposit is designed to provide holding capacity within the voids of the gravel by means of an overflow outlet located at the top of the gravel deposit. As the water goes through the gravel bed, it fills the voids, water is stored, and the excess water is released to the downstream. Figure 8 shows the location of the *French drain*.

The second place is at Tank 3. This tank, which is a 48,000 gallon tank, captures runoff from the upstream including roof drains that are piped to this tank. It is also shown in Figure 8.

Water System

Seven (7) above ground storage tanks serve the system. The total storage capacity is 116,500 gallons. The exact volume of water hold in the French drain is unknown. The best estimate gives about 285,000 gallons. Then, the total estimated storage capacity at Canarico Quarries is about 400,000 gallons.

The water system is served by three pump stations: The first pumping unit (Pump 1), which has been provided a 20-HP motor, takes water from the *French drain* and pumps into the most elevated tank (vertical Tank 7). The second is a pumping unit (Pump 2) for filling the cistern trucks only. And the third (Pump 3), also provided with a 20-HP motor, takes water from the 48,000 tank (Tank 3) and pumps it to Tank 7. Pumping system Pump1 delivers water to the vertical tank (Tank 7) through a 2 ½ -inch diameter discharge pipe. Once this tank is filled, it overflows to fill Tank 8, which in same way fills Tank 9, and successively Tank 6, Tank 5, and Tank 4. Pumping system Pump 2 is used to load truck cisterns. The 2 ½-inch diameter pump discharge line has a quick coupling to which the cistern hose is plugged. Pumping system Pump 3 is provided by a 1 ½-inch diameter discharge pipe that gets the vertical Tank 7. Figure 8 shows the location of the pump stations and the storage tanks.

Water Use

The amount of water utilized on watering the earth roadways about 28,000 GPD. Watering of the roadways takes 21,000 gallons (Three 4,000-gallon and three 3,000-gallon cistern trucks that are filled three times a day). Water utilized for capturing dust from the process of the crushing the limestone to make sand and gravel is about 6,000

gallons a day (5 - 2.5 GPM nozzles showering 8 hours a day). And washing of the truck tires and chassis before leaving the plant premises takes about 1,000 gallons a day (96 trucks at 10 gpd).

Losses

The storm water collected at the plant is used in a closed circuit. It is captured at the French drain or in Tank 3, and used in the activities explained above. But the excess returns to the system via ground water or surface runoff. Only a small portion is lost.

The estimated water losses at this system is about 6,800 gallons a day and correspond to evaporation due to the road watering, moisture captured by the limestone at the crushing process, and moisture at the trucks tires and chassis. About 1.5-acre affective roadway area is watered in a day of operation. The rate of evaporation is estimated to be 45 inches per year. Consequently, 5,000 gallons a day will be the loss due to evaporation. Twenty five per cent of the total water used in controlling dust at the limestone crushing process is assumed to be captured by the limestone. This loss amounts to 1,500 gallons a day. And the moisture attached to the tires and chassis of the trucks is about 300 gallons a day and corresponds to ninety six trucks at 3 gallons a day. So, the overall water lost due tom the operation of the plant is less than 2 per cent of the total runoff produced by the drainage area. This percentage is similar to the losses expected by evapo-transpiration in natural systems.

Water Quality

In any natural system, the rainfall runoff migrating to the ocean picks up dissolved solids (DS), suspended solids (SS). Since rainfall is the product of condensation of evaporated water, when it reaches the earth crush, it is essentially distilled water, with no solids. Distilled water is chemically active. This property plus the erosive forces generated by the water movement ere responsible for solids capture.

Water for human consumption must contain dissolved solids in a concentration enough to stabilize the chemically active distilled water.

The operation of the plant may be seen as contributing the runoff water with suspended solids and total dissolved solids. Suspended solids are microscopic particles, normally of colloidal nature. The process of extraction and crushing of the limestone can release very fine dust. But this dust temporarily suspended in water is still a precipitate, and as such is not likely to become suspended as colloidal particles. Suspended solids are generally associated to clays. Therefore, the extraction activity is not likely to increase suspended solids into the runoff water.

On the other hand and being the quarry material basically calcium carbonate (main component of limestone), the exposure of the limestone to the rainfall water can hydrolyze the calcium carbonate, and consequently incorporate this compound into the water as dissolved solids: cationic calcium and anionic bicarbonates. Calcium associated to other metals such as magnesium produce hardness. Bicarbonates provide alkalinity which is beneficial for water stabilization.

Hardness in water is a parameter that needs to be controlled for they can produce damaging precipitates of calcium carbonate in the interior of water pipes, kitchenware, etc. The US Public Heath Standards limits hardness in drinking water to 250 mg/l of concentration.

Canarico as well as the neighboring areas are prone to pick up hardness due to the fact that the material exposed to runoff is limestone. And this proneness is without considering extraction activities. But the over exposure of limestone due to the extraction activity may increase hardness contribution into the water. A grab water sample taken at the very downstream of the drainage area on October the 2, 2003 indicates that the hardness of the water is 233 mg/l, which is bellow the concentration allowed for drinking water. A check parameter in this sample is TDS which is reported to be 423 mg/l which

is also below the allowed concentration (500 mg/l). Appendix B includes the water analysis report.

Erosion

The topography of Canarico storm drainage area is steep. The average slope of the area is 18 per cent. This makes runoff velocities high with potential to erode not just loose or material but also cohesive material. Vegetation is the main stabilizing agent.

It is evident that extraction activities affect the stability of the terrestrial crust. Two stages of erosion has been evaluated: Erosion during operation of the quarry, and erosion after closure. During operation a great amount of material is loosened. This material is mainly composed of suspended and settleable solids. Any rainfall event has the potential to transport material to the downstream.

The quarry is provided with a sedimentation pond for solids capture. The sedimentation pond has 900-square meter water mirror, and about 9 meters maximum depth. The hydraulic analysis made to this sedimentation pond indicates that it can retain virtually the totality of the solids during an average rainfall. At mean annual discharge, solids capture potential of the pond remains. Sedimentation parameters are as follows: Detention time is about 11 hours and surface overflow rate is 310 GPD/ft2. Both parameters fall within the range of good precipitation for solids. The detention time of the pond surpasses abundantly the minimum time (4 hours) needed for good sedimentation, and the surface overflow rate shows to be bellow the maximum rate required (400 GPD/sqft) for good solids capture is expected. Therefore, solids retention at mean annual discharge can be as high as 95 per cent. In conclusion, the quarry's sedimentation pond shows to have form, dimensions and hydraulic characteristics to guarantee a good solids removal.

After closure of the quarry, the topographic contexture of the site will be in such a way that the whole area will be formed by horizontal terraces and inclined stable limestone rock slopes. The potential of erosion will be diminished: The horizontal terraces will produce low runoff velocities. Runoff will be concentrated at the terrace, run along and slide down through the limestone rock slope to the next downstream terrace, and son on. Limestone rock is resistant to erosion. However, as release of calcium carbonate to the water will occur due to chemical action, loose material (prone to erosion) will be formed. But at the same time vegetative colonies are expected to move forward stabilizing these materials.

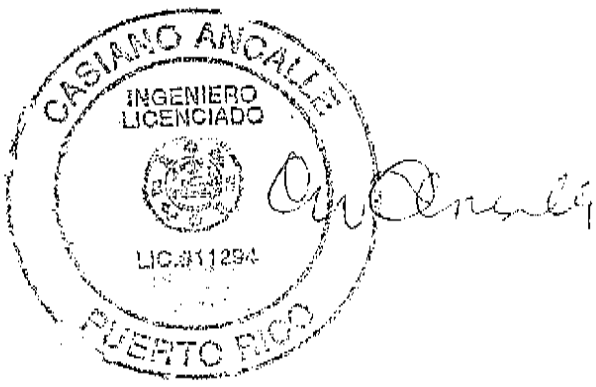
CONCLUSIONS

A. The Canarico Quarry operation does not affect the performance of the Toa Vaca reservoir. The firm yield of 20.90 cfs determined by PRASA will remain unchanged.

B. The quarry water system uses storm water is in a closed circuit. The water collected from storm runoff is almost exclusively used for dust control. No water is used in the manufacturing process. Water lost is due to evaporation and moisture attached to the trucks and granular material and amounts only to 2 percent of the average annual runoff.

C. The water quality is not likely to be affected. Limestone can release calcium and bicarbonates into the water increasing the amount of hardness. Lab analysis show that hardness measured at the downstream is within the limits accepted for drinking water.

D. Erosion is properly controlled during the operation of the quarry by a well sized sedimentation pond. And after closure, erosion is expected to be minimum due to the horizontal terraces and inclined limestone rock slopes, enhanced by vegetative colonies.



BIBLIOGRAPHY

Roberto E. Gierbolini. 1979, *Soil Survey of Ponce Area Southern Puerto Rico,* United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service.

U.S Department of Interior, Bureau of reclamation, *Toa Vaca Dam*, Designers Operating Criteria, Denver, Colorado, 1972.

U.S Geological Survey, *Water Resources Data Puerto Rico and the Virgin Islands*, 1989-1996.

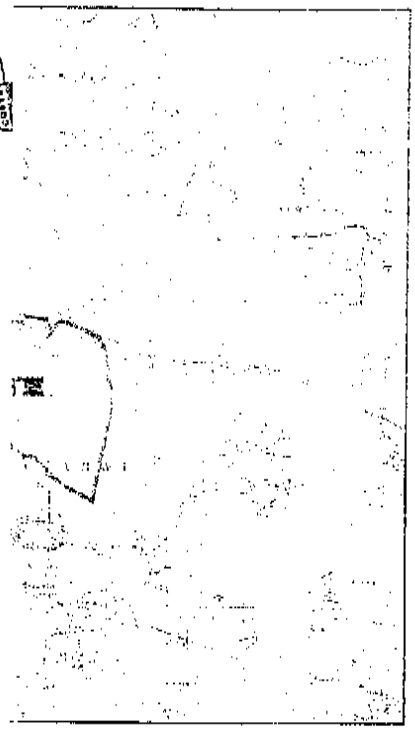
U.S Geological Survey in cooperation with U.S. Department of Agriculture and Soil Conservation Service, *Sedimentation of Lago Toa Vaca*, July 1985, San Juan, PR.

Programa Estatal del Inspección y Reglamentación de Presas y Embalses- AEE, Informe de Inspección.

Chow, Ven TE. *Open Channel Hydraulics*, McGraw Hill Comp., New York, 1959.

U.S. Army Corps of Engineers., *Computation of Mean Annual Discharge,* Jacksonville District. San Juan Area Office, P.R.

FIGURES

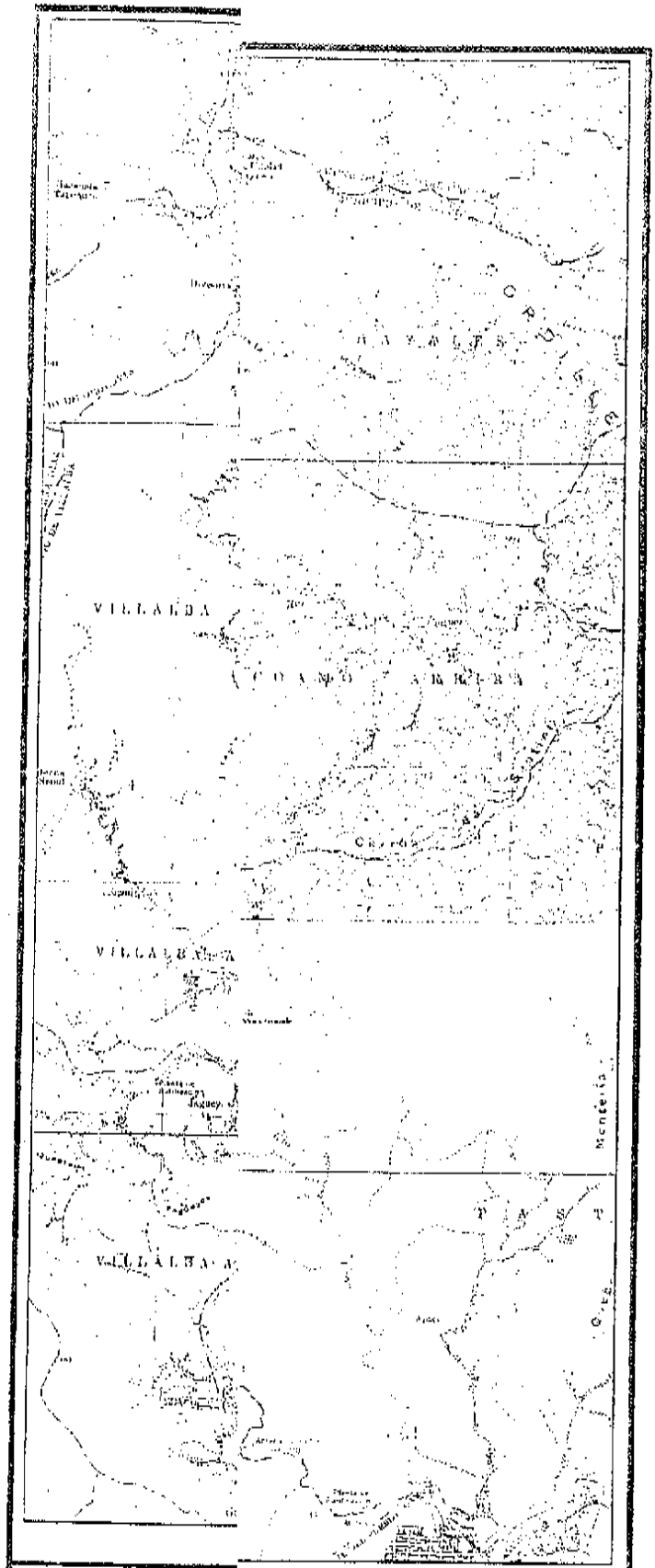


TION MAP

E 1:50,000

CA Engine

FIG. 1



CA Enginee

FIG.2

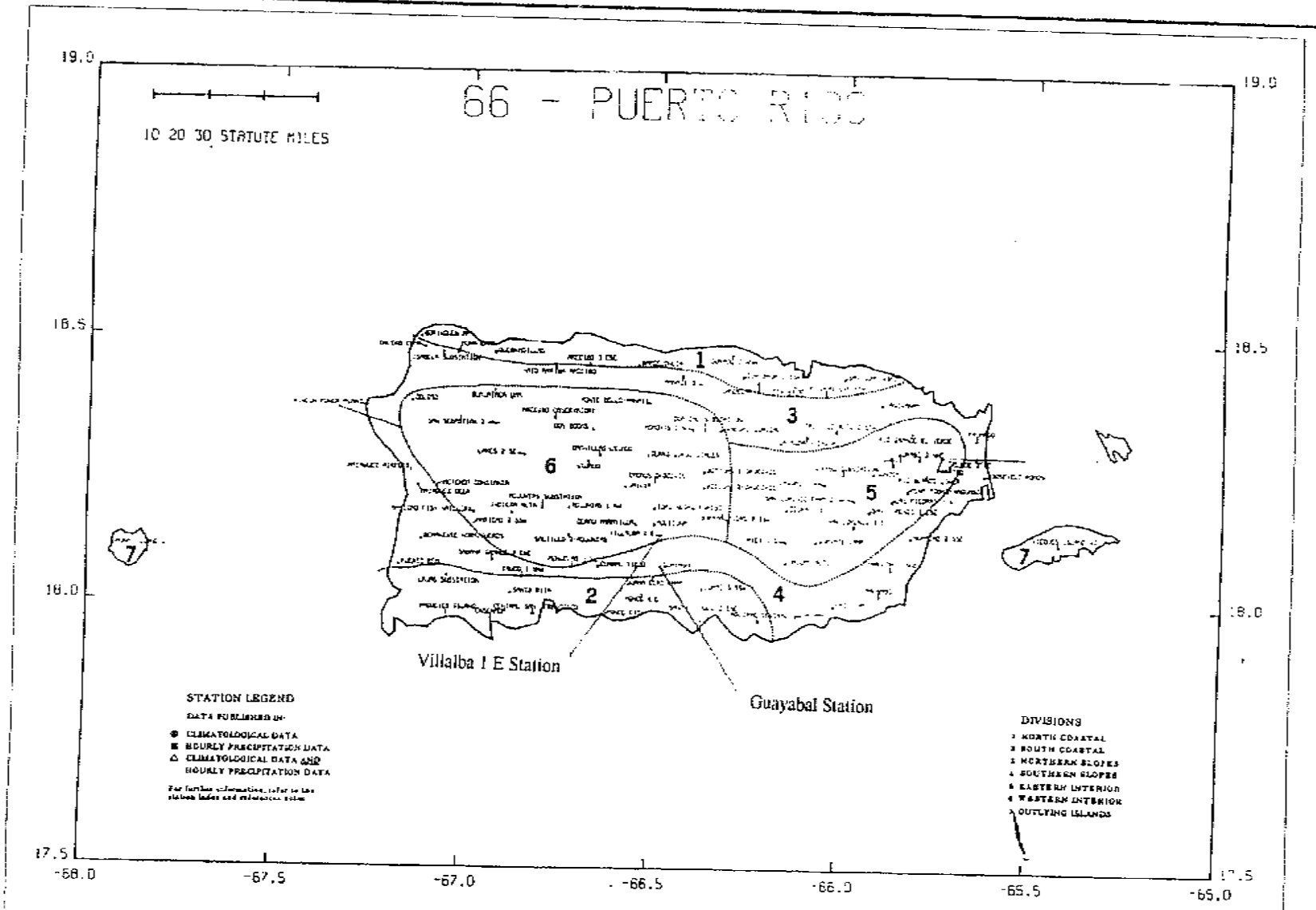


FIGURE 3: Rainfall Gages Location Map.

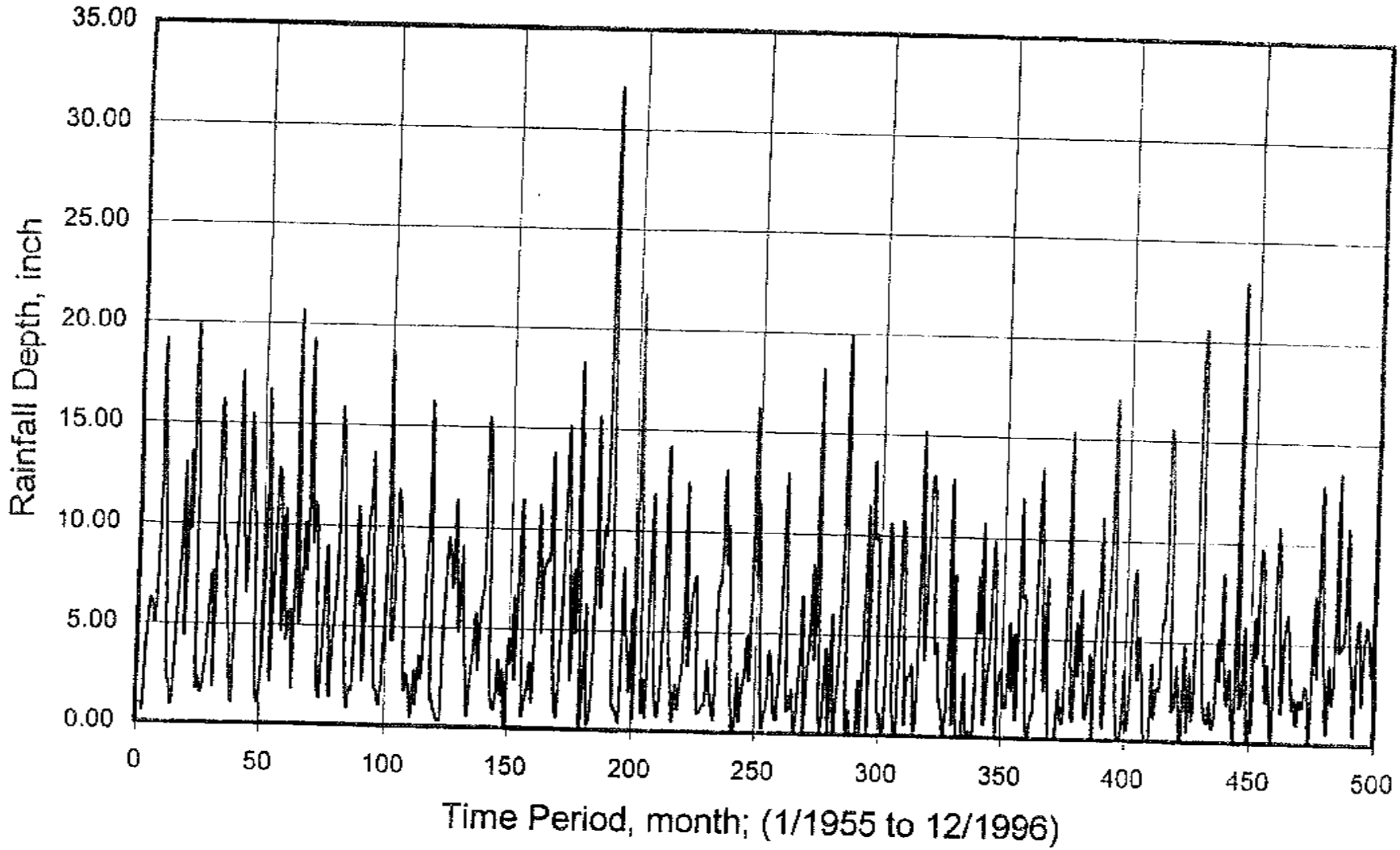
CA Engineering

CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

Scale: NTS

Figure 3

Rain Gage Station

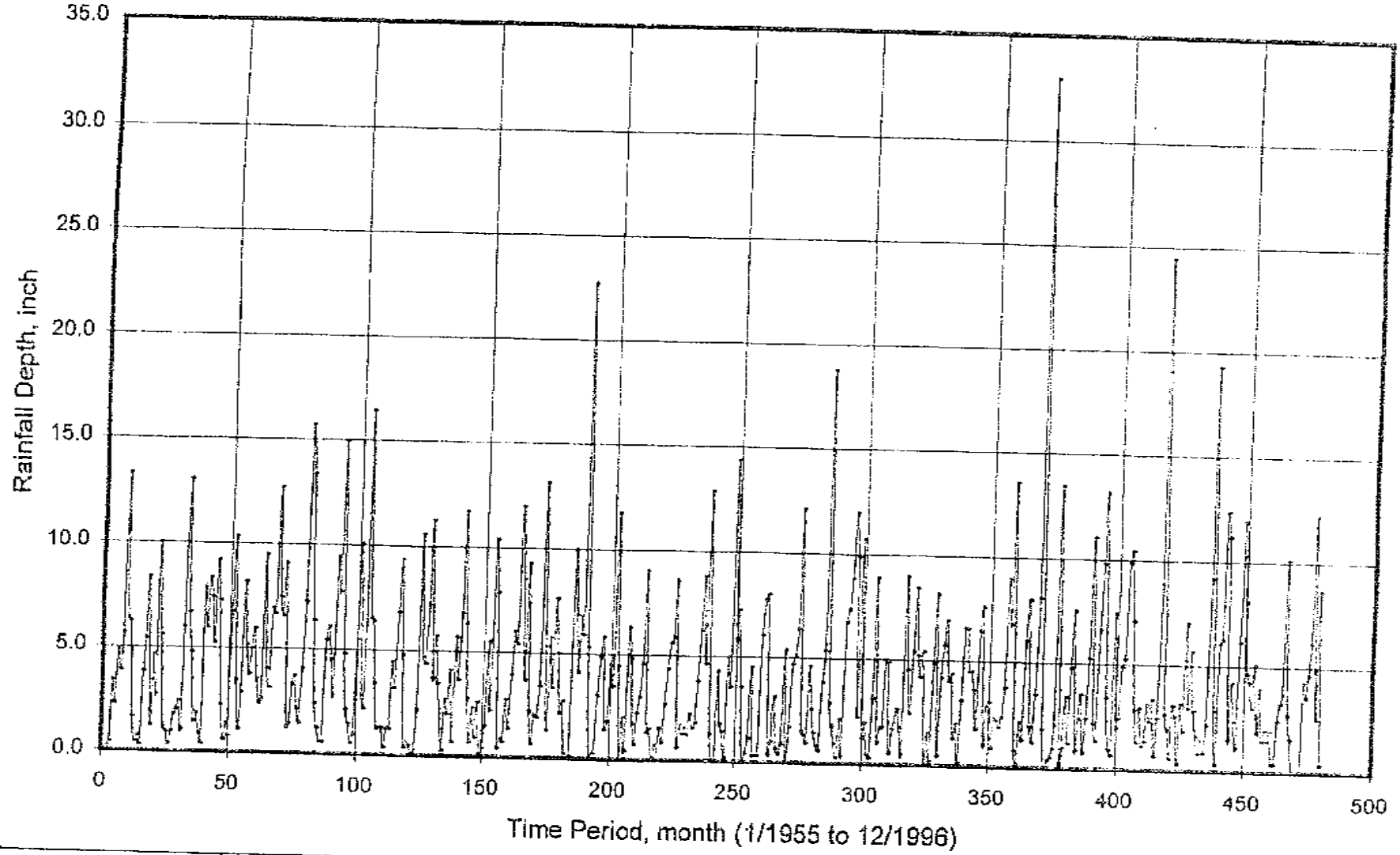


CA Engineering

CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

Figure 4

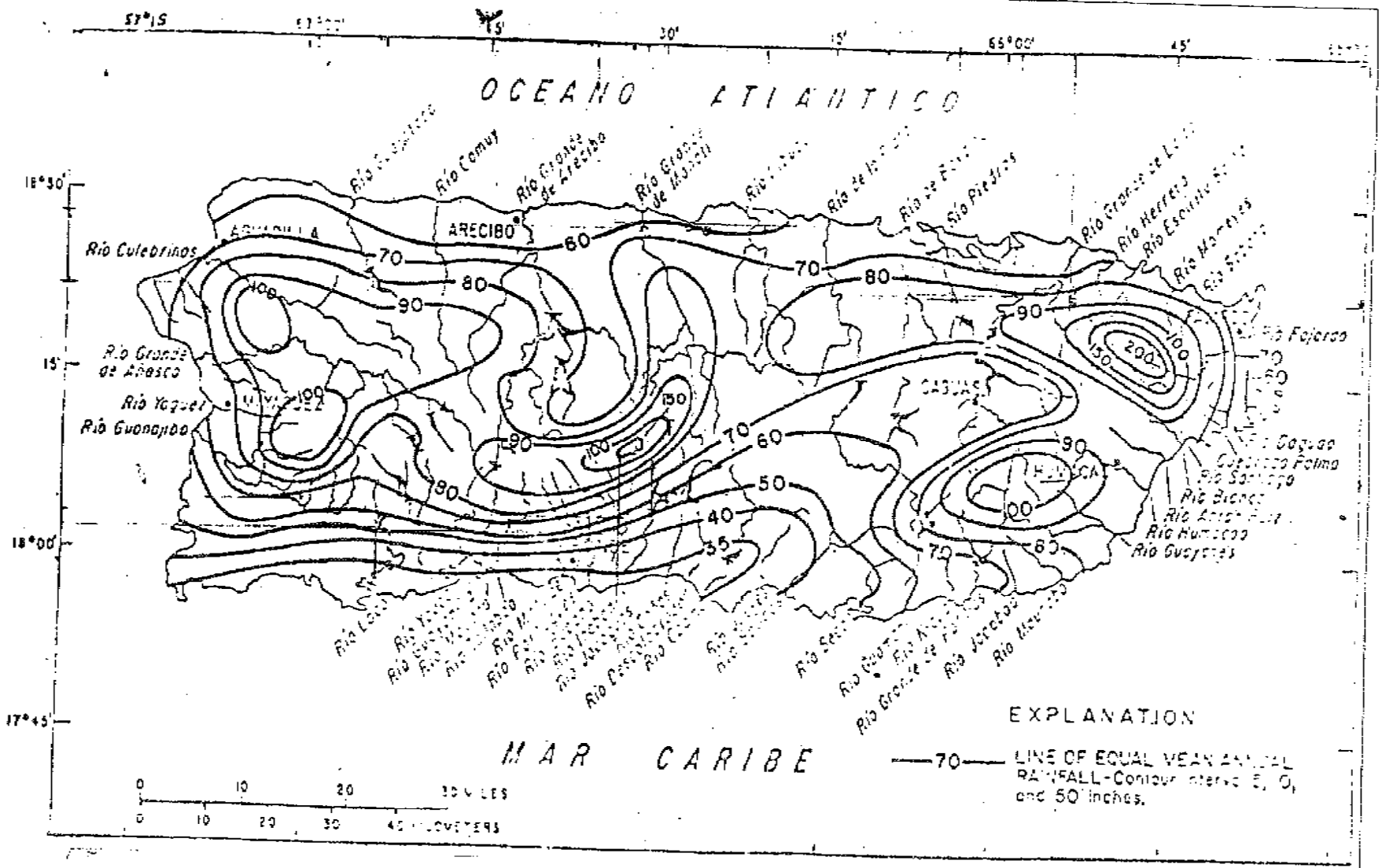
Rainfall Re ds at Villalba Sta.



CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

Figure 5

Rainfall Records at Guayabal Sta.

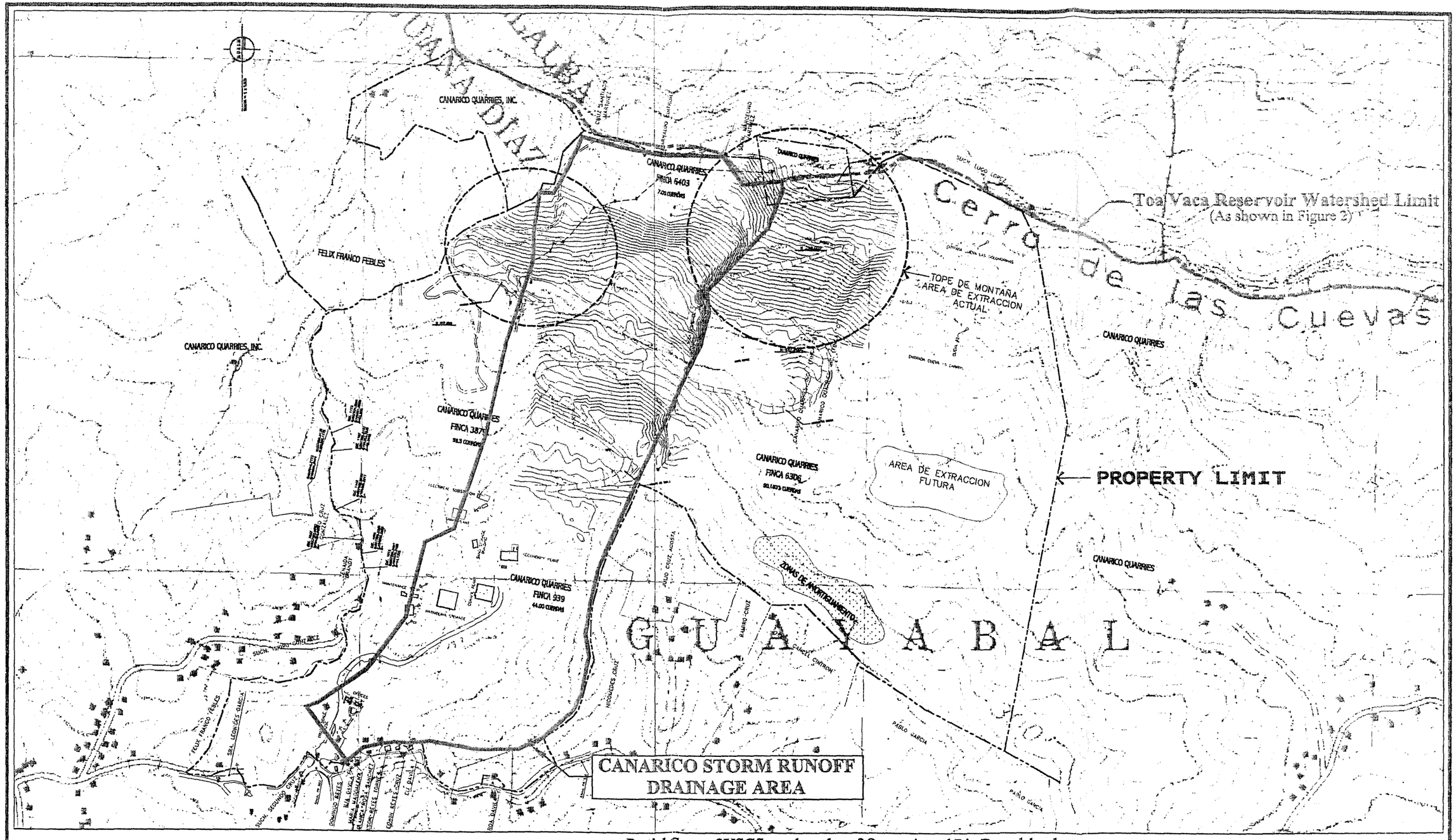


CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

CA Engineering

Figure 6

Average Annual Rainfall



Partial Copy of USGS quadrangles of Orocovis and Rio Descalabrado

CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

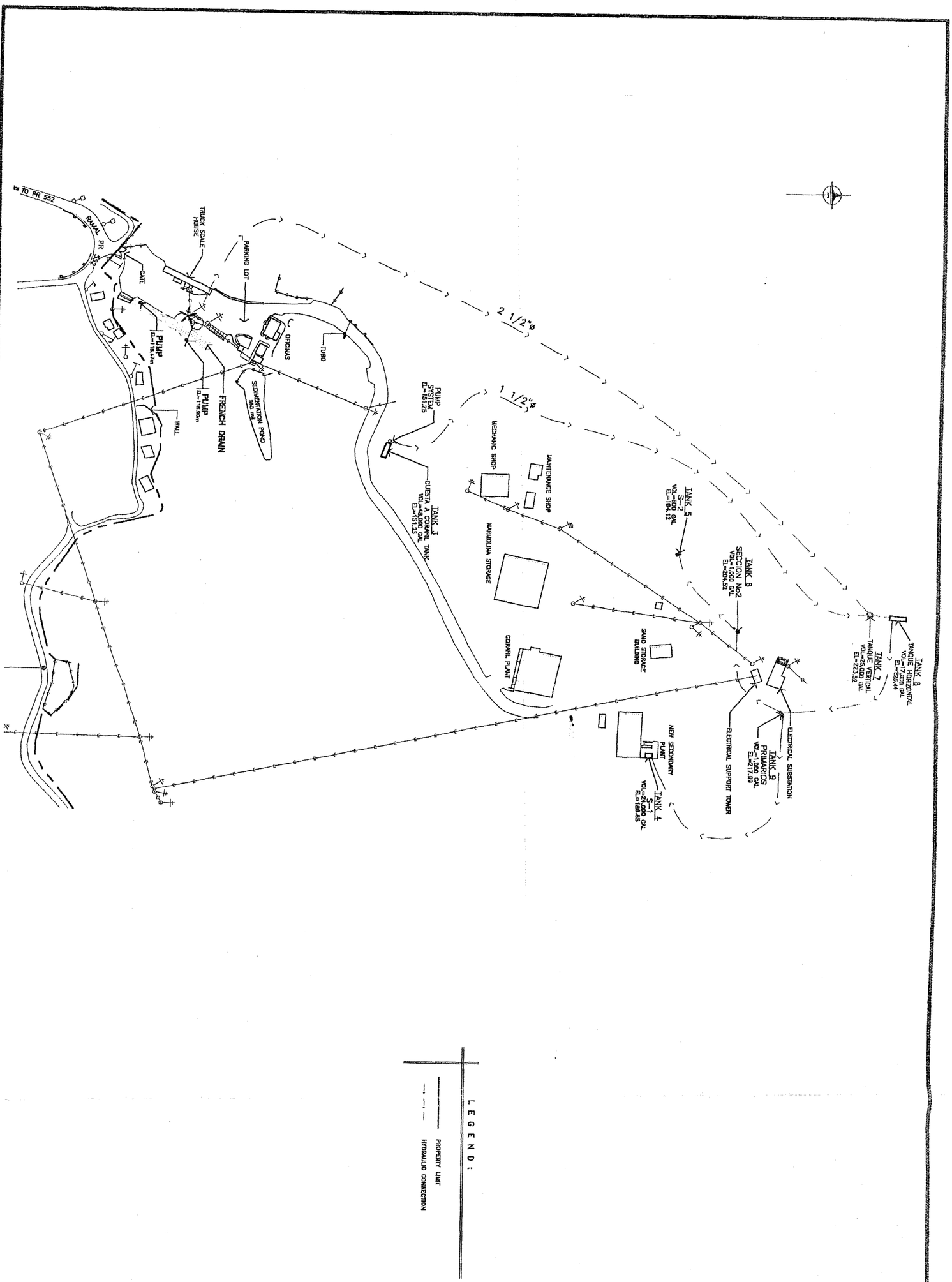
CA Engineering

Scale: 1:7,500

Figure 7

Canarico Storm Runoff Drainage Area

FIG.7



CA Engineering

Scale: 1:3,000

CANARICO QUARRY SITE HYDROLOGY

Figure 8

Storm Water System Schematic Layout

APPENDIXES

APPENDIX A

COMPUTATIONS: RUNOFF, STORAGE, PUMPING SYSTEMS, WATER USED, WATER LOSSES

AVERAGE RUNOFF VOLUME	
Area, Acres	**155**
m2	620000
Mean Precipitation, inch/year	**50**
m/year	1.27
Volume, m3/year	787400
cu ft /year	27785418
cuft/day	76124
gall/day	569411
Loss Coeficient	0.65
Estimated Runoff Volume, GPD	**370117**

MEAN ANNUAL DISCHARGE	
Area, sq mi	0.242188
S	0.2
Index	100
Q, cfs	4.533467
gpd	2929853

STORAGE TANKS

NAME	VOLUME, Gallons
Cuesta a Corafil	48000
Seccion No. 2	24000
Area S-2	1000
Area S-1	500
Tanque Vertical	25000
Tanque Horizontal	17000
Primarias	1000
Summation	116500

WATER USE

Road Watering

CISTERN TRUCK		CAPACITY, Gal	Fill/day	VOLUME, Gal/day
Camion Kodiac GMC		4000	3	12000
Camion International		3000	3	9000
		Summation		**21000**

Dust Spray

	# of Nozzles	GPM	Hours	Volume,Gall
Aspertion	5	2.5	8	**6000**

Truck Wash

Volume/truck	10
No. of Trucks	96
Volume, GPD	**960**
Total Volume	**27960**

WATER LOSSES

Evaporation	
Area wettedof Roadway, Acres	**1.5**
m2	6000
Mean Evaporation, inch/year	**45**
m/year	1.143
Volume, m3/year	6858
Volume, cu ft /year	242002.032
Volume, cuft/day	663.019265
gall/day	**4959.3841**
Dust control	
25%	**1500**
Humedad en Gomas y Chasis	
Volume/truck	3
No. of Trucks	96
Volume, GPD	**288**
Total Losses	
Total Losses, GPD	**6747.3841**

Percentage of Loss

To de whole Drainage area 1.82304086

PUMPING SYSTEMS

PUMP1 @ FRENCH DRAIN		PUMP3 @ 48K TANK	
C	**110**	C	**110**
Flow (GPM)	**78**	Flow (GPM)	**30**
Diameter (inches)	**2.5**	Diameter (inches)	**1.5**
Length (feet)	**1804**	Length (feet)	**750**
Head Loss (feet)	116.1009	Head Loss (feet)	99.1661
V (fps)	5.098393	V (fps)	5.447001
VH (feet)	0.403628	VH (feet)	0.460712
Upper Elev, m	**233**	Upper Elev, m	**233**
Lower Elev, m	**116.47**	Lower Elev, m	**151.25**
Estatic Head (m)	116.53	Estatic Head (m)	81.75
Pump Efficiency	**0.55**	Pump Efficiency	**0.55**
TDH (m)	151.93	TDH (m)	111.98
HP	17.85	HP	5.06

Hydraulic Parameters for the Sedimentation Pond	
Volume Gall	1425334.8
Volume, CF	190552.7808
Q, cfs	4.642008318
gpd	3000000
DT, Hours	11.40
Surface Area, m2	900
OR, GPD/ft2	309.8354154

APPENDIX B

PHYSICAL-CHEMICAL WATER ANALYSIS

Sanco
Laboratories

October 2 , 2003

Eng. Moisés Rivera
Canarico Quaries
P.O. Box 1052
Sabana Seca, Puerto Rico 00952

LABORATORY REPORT

Sample Submitted by : Eng. Meléndez 09/25/03
Sample Description : RECIRCULATION WATER
CANARICO QUARIES
Sampled by : Sanco Laboratories
Log Number : 03-3073

PARAMETERS	METHOD NUMBER	UNITS	RESULTS	DATE ANALYZED	ANALYST
pH	150.1	Std. Units	6.58	09/25/03	CG
Conductivity	120.1	µmhos/cm	662.00	10/01/03	JI
T.D.S.	160.1	mg/L	423.00	09/30/03	JI
Chloride	325.3	mg/L	9.99	10/01/03	JI
Hardness	2340-B	mg/L	233.00	10/01/03	RVC
Sulfate	8051	mg/L	19.00	09/30/03	JI
Alkalinity	310.1	mg/L	247.00	10/01/03	JI
Bicarbonate	310.1	mg/L	247.00	10/01/03	JI
Carbonate	310.1	mg/L	<1.00	10/01/03	JI
Silica	370.1	mg/L	5.10	10/02/03	JI
Nitrate + Nitrite	353.3	mg/L	16.10	10/01/03	JI
Calcium	215.1	mg/L	85.00	10/01/03	RVC
Maganesium	242.1	mg/L	5.10	10/01/03	RVC
Sodium	273.1	mg/L	13.00	10/01/03	RVC
Potassium	258.1	mg/L	0.90	10/01/03	RVC
Manganese	243.1	mg/L	0.11	10/02/03	RVC
Iron	236.1	mg/L	0.52	10/02/03	RVC
Color	110.1	ADMI	Orig <25.00 Adj <25.00	09/26/03	JI
Turbidity	180.1	mg/L	26.30	09/26/03	JI
Sulfide	376.2	mg/L	<0.002	09/30/03	JI
Asenic	206.2	mg/L	<0.001	10/02/03	RVC

P.O. Box 10359, San Juan, Puerto Rico 00922-0359 • Tels. (787) 781-2094 / 782-2053

03-3073

PARAMETERS	METHOD NUMBER	UNITS	RESULTS	DATE ANALYZED	ANALYST
rium	208.1	mg/L	<0.10	10/02/03	RVC
Cadmium	213.1	mg/L	<0.01	10/02/03	RVC
Chromium	218.1	mg/L	<0.01	10/02/03	RVC
Chromium Hexavalent	218.4	mg/L	<0.01	10/02/03	RVC
Lead	239.1	mg/L	<0.10	10/02/03	RVC
Mercury	245.1	mg/L	<0.0001	10/02/03	RVC
Selenium	270.2	mg/L	<0.002	10/02/03	RVC
Silver	272.1	mg/L	<0.01	10/02/03	RVC

Released by:

Victor J. Pagán
Q.A. Manager

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
Lic. Heriberto Batiz Hernández
Lic.# 568
QUÍMICO LICENCIADO

SANCO LABORATORIES

Heriberto Batiz,Ph.D.
Technical Director

P.O. Box 10359, San Juan, Puerto Rico 00922-0359 • Tels. (787) 781-2094 / 782-2053

APPENDIX C

FIELD WORK

APÉNDICE 8 Estudios de Flora y Fauna

ESTUDIO FLORA & FAUNA
CANARICO QUARRIES INC.

RENOVACIÓN PERMISO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE LA CORTEZA TERRESTRE

CANTERA CANARICO
Bo. Guayabal
Carr. PR-5552, Km. 0.4
Juana Díaz, Puerto Rico

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **1**
Memorial explicativo *1*
Localización del área *2*
MARCO ECOLÓGICO AMBIENTAL **3**
Descripción regional *3*
Descripción general del área de estudio *4*
METODOLOGÍA **6**
RESULTADOS **9**
Lista de la flora *9*
Lista de la fauna *18*
Elementos críticos *21*
Especies endémicas *22*
DISCUSIÓN **23**
Composición de flora por área *25*
ZONA NORTE-FARALLÓN (N-F) 26
ZONA ESTE-COLINDANCIA (E-C) 28
ZONA OESTE-COLINDANCIA (O-C) 33
ZONA SUR-OFICINAS (S-O) 34
Composición de fauna *35*
CONCLUSIÓN **40**
REFERENCIAS **41**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Flora observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 10

Tabla 2. Fauna vertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 18

Tabla 3. Fauna invertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 19

ESTUDIO FLORA & FAUNA
CANARICO QUARRIES INC.

RENOVACIÓN PERMISO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE LA CORTEZA TERRESTRE

CANTERA CANARICO
Bo. Guayabal
Carr. PR-5552, Km. 0.4
Juana Díaz, Puerto Rico

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
Memorial explicativo 1
Localización del área 2
MARCO ECOLÓGICO AMBIENTAL 3
Descripción regional 3
Descripción general del área de estudio 4
METODOLOGÍA 6
RESULTADOS 9
Lista de la flora 9
Lista de la fauna 18
Elementos críticos 21
Especies endémicas 22
DISCUSIÓN 23
Composición de flora por área 25
ZONA NORTE-FARALLÓN (N-F) 26
ZONA ESTE-COLINDANCIA (E-C) 28
ZONA OESTE-COLINDANCIA (O-C) 33
ZONA SUR-OFICINAS (S-O) 34
Composición de fauna 35
CONCLUSIÓN 40
REFERENCIAS 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Flora observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 10

Tabla 2. Fauna vertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 18

Tabla 3. Fauna invertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR 19

Localización del área

La renovación del permiso de extracción es para la cantera Canarico que se encuentra en el Sector Cuevitas del barrio Guayabal del municipio de Juana Díaz. El municipio de Juana Díaz se encuentra en la región sur-central de Puerto Rico. Juana Díaz colinda al este con los municipios de Santa Isabel y Coamo, al norte con Villalba, al noroeste con Jayuya y Orocovis, al oeste con Ponce, y al sur con el Mar Caribe. A la cantera se logra acceso por la carretera PR-5552 kilómetro 0.4, entrando por el sur de la propiedad donde se encuentran las oficinas administrativas.

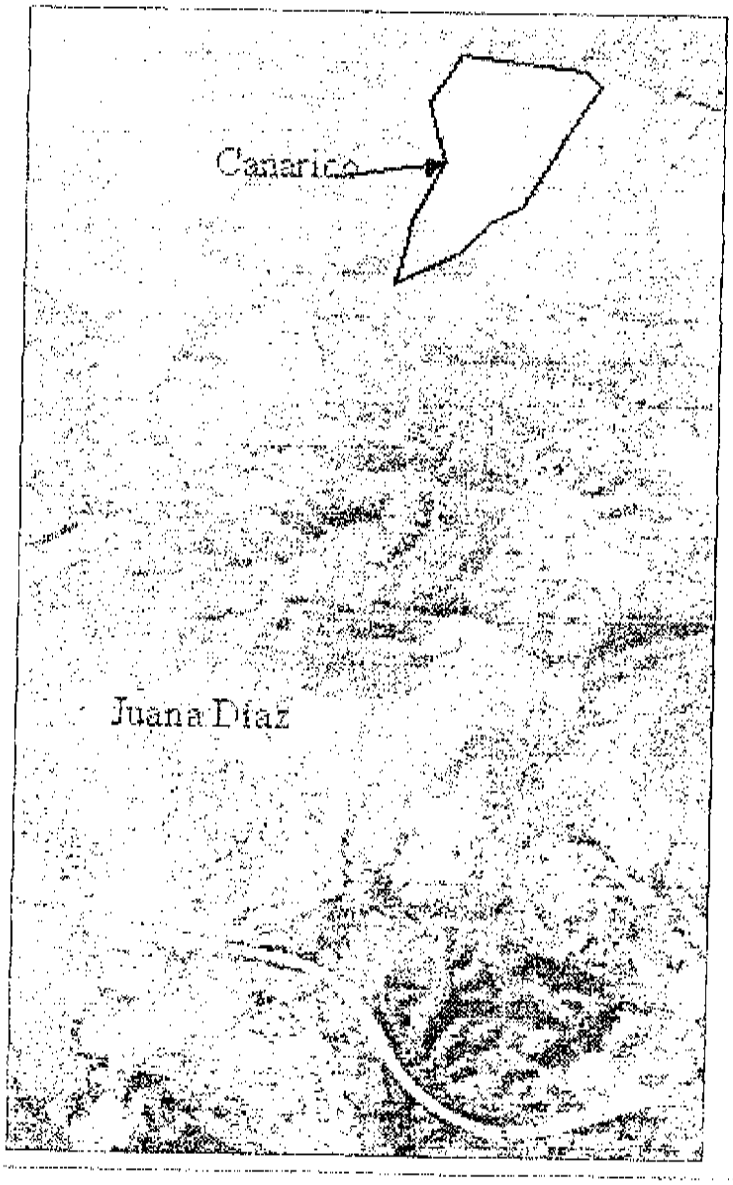


Figura 1. Localización de la cantera Canarico, Sector Cuevitas del barrio Guayabal, Juana Díaz.

MARCO ECOLÓGICO AMBIENTAL

Descripción regional

Según el modelo de Holdridge (Ewel & Whitmore, 1973), la finca bajo estudio se encuentra localizada en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical. Esta zona de vida es la mayor de las seis zonas de vida para Puerto Rico, cubriendo un 58% de la isla. Cuando el modelo de Holdridge delimitó las zonas de vida, definió la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical con una precipitación promedio anual de 1000-1100mm a 2000-2200mm, y una biotemperatura promedio anual de 18° a 24°C. Este patrón de lluvia es similar en regiones con diferentes elevaciones, pero lo que diferencia las zonas de vida en la isla es la capacidad de retención de los suelos y el uso de los mismos. La mayoría de los terrenos de esta zona de vida se encuentran deforestados para propósitos de agricultura, desarrollo urbano e industrialización.

La región alta de Coamo y Juana Díaz presenta una asociación de suelos Caguabo-Mucara-Quebrada con pendientes moderadas a fuertes y buen drenaje, en un clima húmedo. Esta asociación presenta suelos lómicos y arcillosos sobre roca dura o meteorizada. Los suelos de las laderas son de la serie Quebrada, los cuales se han formado de material residual meteorizado de rocas volcánicas. Los suelos, en las partes altas, se consideran de poca utilidad para la agricultura. Estos suelos son usados principalmente por la industria de la construcción para la extracción de materia prima.

Helmer et. al. (2002) y Areces-Mallea et. al. (1999) coinciden en que a causa de los suelos y la precipitación, la zona exhibe una vegetación característica de bosque húmedo de origen volcánico sedimentario. Ambos catalogan la formación de vegetación leñosa observada en la región como Bosque Húmedo Estacional de Tierras Bajas Siempreverde (Lowland moist seasonal evergreen forest). Esta clasificación se ajusta a la vegetación descrita por Ewel & Whitmore (1973) para la

zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical. Por lo que, es de esperarse una vegetación arbórea común de lugares húmedos, adaptada a las condiciones y características del suelo presente en las laderas que conforman la montaña de la cantera.

Descripción general del área de estudio

La cantera Canarico ha estado bajo operación desde la década de los 70's. Esta cantera se encuentra en la cara sur de una de las montañas que forman parte de la cadena montañosa que corre de este a oeste, desde Coamo a Juana Díaz, al sur de la represa Toa Vaca.

Figura 2. Vista parcial de la cantera (desde el tope al norte, hacia el sur).

Los terrenos de la cantera presentan una topografía alterada de terrazas, con caminos que serpentean por la montaña hasta llegar a la cima. Hacia el este, pueden observarse varios picos o promontorios que sobresalen a lo largo de las laderas de la montaña principal.

Actualmente, las actividades de extracción se concentran en la parte alta de la montaña, en los terrenos que colindan con la parte este de la propiedad. Para la extracción, en la parte alta de la montaña los cortes se realizan con hilo de diamante. Luego, los bloques son removidos para cortes más pequeños hasta las áreas de procesamiento.

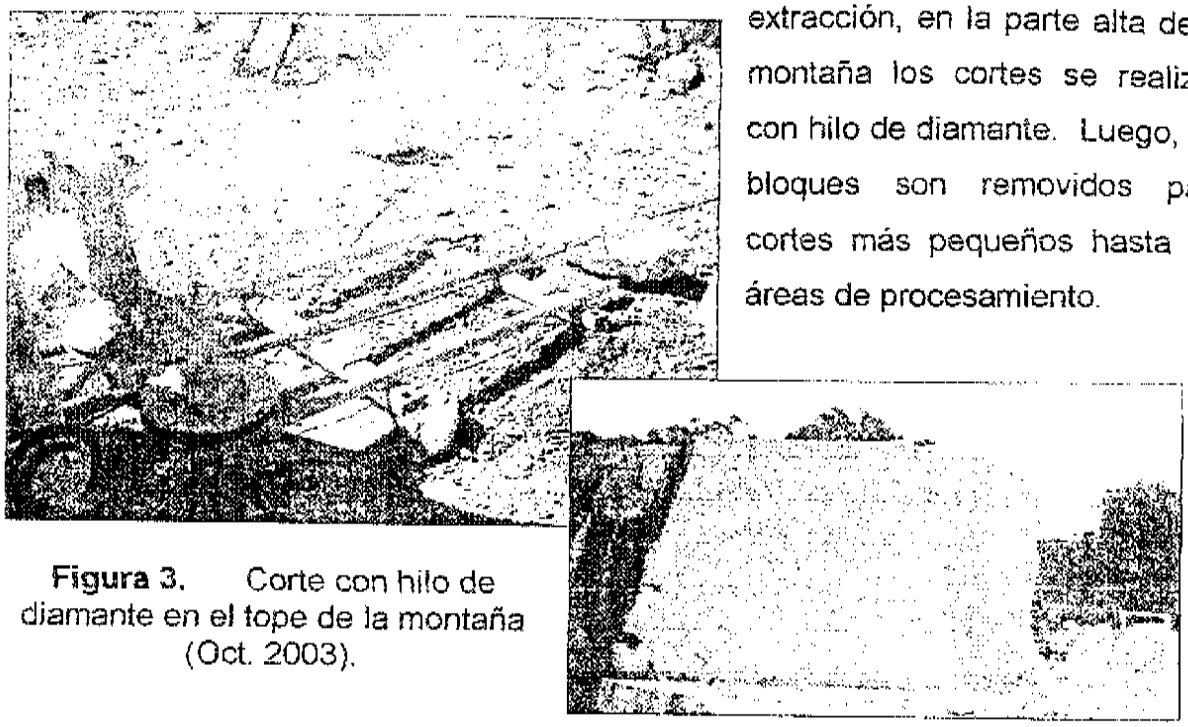


Figura 3. Corte con hilo de diamante en el tope de la montaña (Oct. 2003).

El área se encuentra mayormente desprovista de vegetación (ver Figura 1), quedando forestadas las áreas circundantes a las colindancias de la propiedad. El área este, presenta la mayor cobertura de vegetación seguida por el área norte y oeste. En la colindancia oeste y área central, las labores de extracción han terminado por lo que se observa una reforestación natural de especies colonizadoras comunes de lugares impactados y especies originales del lugar.

METODOLOGÍA

El estudio de flora y fauna se realizó por zonas según los usos actuales y futuros dentro de la propiedad de la cantera Canarico. Se dividió el área de estudio en zonas principales donde se propone la continuación de la actividad de extracción: la zona norte del farallón y la zona este que colindan con el área actual de extracción. También se presentan en este estudio la zona oeste, que incluye áreas de antiguos caminos y donde la extracción ha culminado; y el área sur-central, que incluye los caminos interiores de la cantera, así como también el área de las oficinas, almacenes y lugares de procesamiento del material extraído.

Previo a los viajes de campo, se visitó la División de Patrimonio Natural y la División de Recursos Terrestres del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), para cotejar los elementos críticos identificados en o cerca del predio bajo estudio. En la División de Patrimonio Natural se cotejó el mapa de elementos críticos para verificar las especies clasificadas como críticas, raras, o en peligro de extinción. En el cuadrángulo topográfico de Guayabal solo se identificó la palma de lluvia *Gaussia attenuata* como elemento crítico en la región de Cerro Las Cuevas.

Para propósitos de este estudio se utilizan las siguientes abreviaturas para identificar las zonas mencionadas, a las cuales nos referiremos en la discusión:

- **N-F (Norte-Farallón)** Zona del farallón y norte de la cantera. Esta zona fue recorrida en dirección de este a oeste, por detrás del área actual de corte en lo alto de la montaña

- **E-C (Este-Colindancia)** Zona este, desde la Cueva Las Cabras bajando en dirección sur hacia las áreas de procesamiento. Esta zona se recorrió en forma de zigzag de manera que se cubriera la mayor cantidad de área a medida que se descendía por las laderas de la montaña

- **O-C (Oeste-Colindancia)** Zona oeste, incluyendo caminos y parchos de vegetación en la colindancia. Esta zona también se recorrió bajando por la colindancia y caminos desde el norte de la cantera hacia el sur

- **S-O (Sur-Oficinas)** Zona sur-central que incluye los caminos interiores de la cantera, oficinas y áreas de procesamiento del material extraído

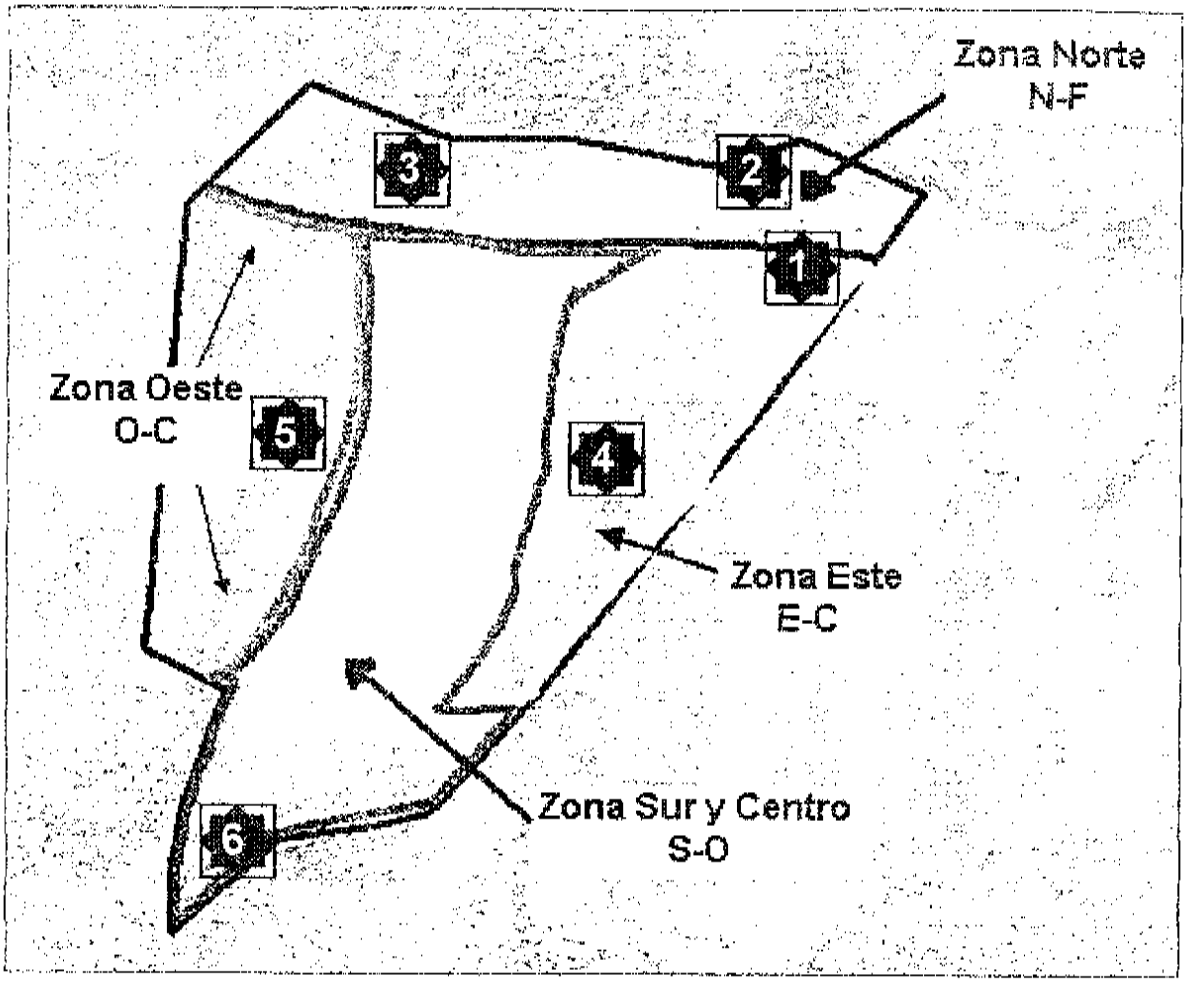


Figura 4. Áreas recorridas dentro de la propiedad de la cantera Canarico para la identificación de la flora, y estaciones de censo para aves y anfibios.

La identificación directa de la flora del lugar se realizó durante el mes de octubre de 2003. Se tomó una muestra de la flora que no pudo ser identificada en el campo, para posterior identificación. Para esto se visitó el herbario George R. Proctor del DRNA. Para la nomenclatura y determinación de la forma de crecimiento (Tipo) de la flora se utilizó a Lioger (1985-1997) y Lioger & Martorell, (1982, 2000).

La fauna fue identificada mediante observaciones directas durante los recorridos diurnos para la identificación de la vegetación, y durante horas de la mañana y noche en cuatro estaciones de censo (1-4). Estas estaciones de censo se escogieron durante la identificación de la vegetación para la identificación de aves siguiendo el método de Recuentos en punto sin estimación de distancia (Wunderle, 1994). Este método es útil para medir la riqueza de especies y el hábitat usado durante un evento de observación con un tiempo establecido. En cada estación se permaneció un tiempo de diez a quince minutos, y se anotaron las especies de aves identificadas por su canto (Ver Figura 4). Otros dos puntos (5-6) se añaden en la figura para referencia de la fauna observada mientras se realizaron los recorridos de flora. En estos dos puntos no se permaneció un tiempo establecido, sino que se anotaron todas las especies observadas durante el recorrido diurno.

Los anfibios se identificaron por medio del canto en horas al amanecer y atardecer en las cuatro estaciones utilizadas para la identificación de aves. También se confirmaron algunas especies más comunes durante horas diurnas en algunos días en se registraron varios aguaceros mientras se recorría el predio para la identificación de la vegetación. Los reptiles fueron identificados por observación directa durante los recorridos para la identificación de la flora. Se realizaron búsquedas minuciosas en aquellas cavidades que potencialmente podrían albergar culebras al igual que se inspeccionó visualmente la vegetación arbórea, troncos caídos, y lugares de gran acumulación de hojarasca.

Se prepararon las listas de flora y fauna identificadas, y se revisó nuevamente la lista de Elementos Críticos de la División de Patrimonio Natural del DRNA para verificar la presencia o ausencia de especies críticas, raras, o en peligro de extinción, observadas e identificadas para el predio bajo estudio.

RESULTADOS

Lista de la flora

La tabla 1 detalla las especies de la flora observada en terrenos de la cantera Canarico. En la tabla se clasifican las especies por familia, se menciona el tipo o forma de crecimiento habitual, el estado de la misma, y el área donde fueron observadas.

La columna referente al estado de la vegetación identifica las especies de importancia pára la División de Patrimonio Natural del DRNA (endémica, elemento crítico). También en esta columna se menciona la abundancia de la especie con respecto a la distribución en Puerto Rico según Lioger y Martorell (1982, 2000).

Definiciones de las abreviaturas utilizadas en la tabla de flora:

- **Tipo:** **A**-Árbol, **Ar**-Arbusto, **B**-Bejuco, **Br**-Bromelia, **H**-Herbácea, **He**-Helecho, **O**-Orquídea
- **Estado:** **C**-Común, **CU**-Cultivada creciendo silvestre (escapada), **CM**-Característico de zona cárstica, **U**-Poco común, **R**-Raro, **E**-Endémico, **EC**-Elemento crítico
- **Área:** **N-F**-Farallón, área norte detrás del corte de material actual **E-C**-Colindancias y áreas al este de la extracción **O-C**-Colindancia y parchos de vegetación al oeste de la cantera **S-O**-Oficinas al sur, zonas de procesamiento, y áreas donde la extracción ha concluido

Tabla 1. Flora observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-C
Acanthaceae	*Thunbergia alata* Bojer	Ojo de poeta	B	C			•	•
Amaranthaceae	*Achyranthes aspera* L.	Rabo de gato	H	C		•		•
	Amaranthus dubius Mart.	Blero	H	C	•			•
	Iresine diffusa H. & B. ex Willd.	Velo de novia del monte	H	C	•			
Anacardiaceae	*Comocladia dodonaea* (L.) Urban	Carrasco	Ar-A	CM	•	•	•	
	Comocladia glabra (Schultes) Spreng.	Carrasco	Ar-A	C	•	•		
	Mangifera indica L.	Mangó	A	C	•	•	•	•
	Spondias mombin L.	Jobo	A	C		•	•	•
Annonaceae	*Annona muricata* L.	Guanábana	A	C, CU			•	
	Annona reticulata L.	Corazón	A	C		•	•	
Apocynaceae	*Plumeria alba* L.	Alelaila, alhelí	A	C		•		
Araceae	*Anthurium crenatum* (L.) Kunth	Flor de culebra	H	C	•	•	•	
	Philodendron angustatum Schott	Rascagarganta	B	CM	•	•		
Araliaceae	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planchon	Muñeca, palo de cachimba	A	C	•			
Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica* L.	Algodoncillo	H	C	•	•		
	Calotropis procera (Aiton) W. T. Aiton	Algodón de seda	Ar	C				•
Bignoniaceae	*Crescentia cujete* L.	Higüera	A	C			•	
	Distictis lactiflora (Vahl) DC.	Pegapalo	B	C				
	Macfadyena unguis-cati (L.) A. Gentry	Uña de gato	B	C		•		
	Spathodea campanulata Beauv.	Tulipán africano	A	C			•	•
	Tabebuia haemantha (Bert.) DC.	Roble bobo	A	C, E		•		
	Tabebuia heterophylla (DC.) Britt.	Roble blanco	A	C			•	•
	Tecoma stans (L.) Juss. ex HBK.	Saúco amarillo	A	C			•	•
Bombacaceae	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertner	Ceiba	A	C	•	•		
	Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam) Urban	Balsa, guano	A	C	•		•	
Boraginaceae	*Bourreria succulenta* Jacq.	Palo de vaca	Ar-A	C		•		
	Cordia alliodora (R. & P.) Oken	Capá prieto	A	CM		•	•	
Boraginaceae	*Cordia polycephala* (Lam.) I.M. Johnst.	Basora prieta, perico	Ar-B	C		•	•	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
	Tournefortia laurifolia Vent.	Bejuco nasa	B	C	•			
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin* L.	Maya	Br	C		•	•	
	Pitcairnia angustifolia Aiton	Erizo, piña cortadora	Br	C	•	•	•	
	Tillandsia fasciculata Sw.	* * *	Br	C	•	•		
	Tillandsia recurvata (L.) L.	Nidos de gungulén	Br	C		•		
	Tillandsia variabilis Schltr.	* * *	Br	C	•	•		
Burseraceae	*Bursera simaruba* (L.) Sarg.	Almácigo	A	C	•	•	•	
	Tetragastris balsamifera (Sw.) Kuntze	Masa, palo de aceite	A	C	•			
Cactaceae	*Hylocereus trigonus* (Haw.) Safford	Pitahaya	B	C	•	•	•	
	Opuntia rubescens Salm-Dick ex DC.	Tuna de petate	Ar-A	C		•		
	Rhipsalis baccifera (J. S. Miller) Stearn	Barbas de palo	B	C	•	•		
Caesalpinioideae	*Chamaecrista portoricensis* (Urban) Cook & Collins	* * *	Ar	CM		•		
	Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán	A	C			•	•
	Senna obtusifolia (L.) Irwin & Barneby	Dormidera	H	C		•		•
	Senna siamea (Lam.) Irwin & Barneby	Casia siamea	A	C		•		
Capparaceae	*Capparis amplissima* Lam.	Burro blanco	A	C	•	•		
	Capparis baducca L.	Sapo	Ar-A	C	•	•		
	Capparis cynophallophora L.	Bejuco inglés	Ar-A	C		•		
	Capparis flexuosa (L.) L.	Paliguán	Ar-A	C	•	•	•	
	Capparis indica (L.) Fawc. & Rendle	Linguam, sapo prieto	Ar-A	C		•		
	Cleome spinosa Jacq.	Aromo, volantines	H	C			•	
Celastraceae	*Schaefferia frutescens* Jacq.	Cafeílo, jibá	A-Ar	CM		•		
Combretaceae	*Bucida buceras* L.	Ucar	A	C		•		
Commelinaceae	*Commelina diffusa* Burm. f.	Cohítre	H	C	•	•	•	•
	Tradescantia zebrina Hort. ex Bosse	Cohítre morado	H	C	•			
Compositae	*Bidens alba* (L.) DC.	Margarita	H	C	•			•
	Emilia fosbergii Nicolson	Clavelillo	H	C	•	•		
	Launaea intybacea (Jacq.) Beauverd	Achicoria azul	H	C		•		
	Melanthera aspera (Jacq.) Small	Salaíllo	H	C	•	•	•	•
Compositae	*Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don	Salvia	Ar	C	•	•		
	Proustia vanillosa C. Wr.	* * *	Ar	C		•		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
	Vernonia cinerea (L.) Lessing	Rabo de buey	H	C	•			•
Convolvulaceae	*Convolvulus nodiflorus* Desr.	Aguinaldo blanco	B	C		•	•	
	Ipomea indica (Burm.f.) Merr.	Bejuco de gloria	B	C		•		•
	Ipomea steudelii Millsp.	* * *	B	C		•		
	Ipomea tiliacea (Willd.) Choisy ex DC.	Bejuco de puerco	B	C		•	•	
	Ipomea triloba L.	Bejuco de puerco	B	C			•	
	Merremia quinquefolia (L.) Hall. f.	Batatilla blanca	B	C	•	•	•	•
Crassulaceae	*Bryophyllum pinnatum* (Lam,) Oken	Bruja	H	C			•	
Cucurbitaceae	*Cayaponia racemosa* (Mill.) Cogn.	Coloquintilla	B	C	•	•		
	Feuillea cordifolia L.	Calabaza de Castilla	B	C		•		
	Momordica charantia L.	Cundeamor	B	C	•	•		•
Cycadaceae	*Zamia amblyphyllidia* D. W. Stev.	Marunguey	Ar	CM		•	•	
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius* (Rottb.) Endl. & Hassk.	* * *	H	C				•
	Cyperus imbricatus Retz.	* * *	H	C				•
	Cyperus rotundus L.	Coquí	H	C				•
	Rhynchospora holochoenoides (L.C. Rich) Herter	* * *	H	C	•	•		
Dioscoreaceae	*Dioscorea alata* L.	Ñame	B	C, CU	•		•	
	Rajania cordata L.	Bejuco de guaraguao	B	C		•		
Elaeocarpaceae	*Muntingia calabura* L.	Capulín	A	C			•	•
Erythroxylaceae	*Erythroxylum brevipes* DC.	* * *	Ar-A	C	•	•		
Euphorbiaceae	*Chamaesyce hirta* (L.) Millspaugh	Lechecillo	H	C	•			
	Drypetes alba Poit.	Cafeíllo, hueso	A	C		•		
	Euphorbia heterophylla L.	Acerca amor	H	C	•	•	•	•
	Flueggea acidoton (L.) G. L. Webster	* * *	Ar-A	C		•		
	Jatropha gossypiifolia L.	Tuatúa	H	C		•	•	•
	Jatropha hernandiifolia Vent.	Tabaiba	Ar	C	•	•		
	Margaritaria nobilis L. f.	Amortiguado	Ar-A	C		•		
	Tragia volubilis L.	Pringamoza	B	C	•	•	•	•
Flacourtiaceae	*Casearia decandra* Jacq.	Caracolillo	A	C		•	•	
	Casearia guianensis (Aublet) Urban	Cafeíllo	A	C	•		•	
	Casearia sylvestris Swartz	Cafeíllo	Ar-A	C	•		•	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
	Samyda dodecandra Jacq.	Guayabilla	Ar-A	CM		•	•	
Gesneriaceae	*Gesneria pedunculosa* (A.P. DC.) Fritsch	Árbol de navidad	Ar	C, E			•	
Guttiferae	*Clusia minor* L.	Cupeillo	Ar-A	C	•	•		
	Clusia rosea Jacq.	Cupey	A	C	•	•		
Hippocrateaceae	*Hippocratea volubilis* L.	Bejuco prieto	B	C		•		
Labiatae	*Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br.	Botón de cadete	H	C		•		•
Lauraceae	*Cinnamomum elongatum* (Nees) Kostermans	Avispillo	A	C	•			
	Nectandra coriacea (Sw.) Griseb.	Avispillo	A	C	•			
	Nectandra patens (Sw.) Griseb.	Laurel geo colorado	A	C		•		
	Persea americana Miller	Aguacate	A	C, CU	•		•	
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa* (Cav.) L.C. Rich.	Café forastero	Ar-A	C		•		
	Byrsonima lucida (Mill.) L. C. Rich.	Aceituna, maricao	Ar-A	C		•		
	Heteropteris purpurea (L.) Kunth	Bejuco de paralelo	B	C		•		
	Stigmaphyllon emarginatum (Cav.) A. Juss.	Bejuco de San Pedro	B	C	•	•	•	
Malvaceae	*Hibiscus tiliaceus* L.	Emajagua, majagua	A	C			•	
	Pavonia spinifex (L.) Cav.	Abutilón espinoso	H	C	•	•	•	•
	Sida glomerata Cav.	Escoba de palma	H	C		•	•	•
	Sidastrum multiflorum (Jacquin) Fryxell	* * *	H	C				•
	Thespesia grandiflora DC.	Maga	A	C, E, EC			•	
	Urena lobata L.	Bur, cadillo	H	C	•	•		•
Melastomataceae	*Miconia laevigata* (L.) DC.	Camasey	Ar-A	CM		•		
	Tetrazygia elaeagnoides (Swartz) DC.	Camasey cenizo	Ar-A	CM		•		
Meliaceae	*Guarea guidonia* (L.) Sleumer	Guaraguao	A	C			•	
	Trichilia hirta L.	Cabo de hacha	A	C		•	•	
	Trichilia pallida Sw.	Caracolillo	A-Ar	C	•			
Menispermaceae	*Cissampelos pareira* L.	Bejuco de mona	B	C	•			
Mimosoideae	*Acacia westiana* DC.	Acacia zarza	B	C	•	•	•	•
Mimosoideae	*Calliandra portoricensis* (Jacq.) Benth.	Cojobillo	Ar	C		•		
	Desmanthus virgatus (L.) Willd.	Desmanto	Ar	C		•		
	Leucaena leucocephala (Lam.) DeWit	Acacia pálida	Ar-A	C	•	•	•	•
	Mimosa pudica L.	Moriviví	H	C		•		•

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
Moraceae	*Artocarpus altilis* (S. Park.) Fosb.	Panapén, pana	A	C, CU	*	*		
	Cecropia schreberiana Miq.	Yagrumo hembra	A	C	*	*	*	
	Ficus citrifolia P. Mill.	Jagüeillo	A	C	*	*		
	Trophis racemosa (L.) Urban	Ramón, ramoncillo	A	CM		*		
Myrsinaceae	*Ardisia obovata* Desv. ex Hamilton	Bádula, mameyuelo	A	C		*	*	
Myrtaceae	*Calyptranthes sintenisii* Kiaersk	Limoncillo de monte	A	CM		*		
	Eugenia biflora (L.) DC.	Hoja menuda	A	CM	*	*	*	*
	Eugenia foetida Pers.	Anguila, birijí	Ar-A	CM		*		
	Eugenia ligustrina (Sw.) Willd.	Hoja menuda	Ar-A	U		*		
	Eugenia monticola (Sw.) DC.	Hoja menuda	Ar-A	CM	*	*	*	
	Eugenia pseudopsidium Jacq.	Guayaba silvestre	Ar-A	C	*	*		
	Eugenia sessiliflora Cahl.	* * *	Ar-A	U, EC		*		
	Psidium guajava L.	Guayaba	Ar-A	C		*	*	*
	Syzygium jambos (L.) Alst.	Pomarrosa	A	C			*	
Nyctaginaceae	*Guapira fragrans* (Dum.-Cours.) Little	Corcho	A-Ar	C	*	*		
Olacaceae	*Jasminum fluminense* Velloso	Jazmín oloroso	B	C, CU		*		
Orchidaceae	*Encyclia cochleata* (L.) Dressler	Cañuela	O	C		*		
	Oeceoclades maculata (Lindley) Lindley	Orquídea africana	O	C	*	*	*	
	Oncidium altissimum (Jacquin) Swartz	* * *	O	C		*		
	Vanilla poitaei Reichenbach f.	* * *	O	C	*	*		
Palmae	*Gaussia attenuata* (O.F. Cook) Becc.	Palma de lluvia	A	CM, E, EC		*		
	Roystonea borinquena O. F. Cook	Palma real	A	C, E			*	
Papaveraceae	*Argemone mexicana* L.	Cardo santo	H	C	*	*		
Papilionoideae	*Abrus precatorius* L.	Peronías	B	C		*		*
	Andira inermis (W. Wr.) DC.	Moca	A	C	*	*		
	Centrosema pubescens Benth.	Flor de Conchitas	B	C		*		*
Papilionoideae	*Crotolaria incana* L.	Cascabelillo vacío	H	C		*		
	Dalbergia monetaria L. f.	Membrillo	B	C		*		
	Desmodium spp.	Zarzabacoas, cadillos	H	C	*	*	*	*
	Galactia dubia DC.	* * *	B	C	*	*		
	Indigofera suffruticosa Miller	Añil	H	C		*		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
	Macroptilium lathyroides (L.) Urb.	Habichuela parada	H	C				•
	Pictetia aculeata (Vahl)) Urban	Tachuelo	A	C		•		
	Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.	Kudzú tropical	B	C	•			
	Rhynchosia minima (L.) DC.	Frijolillo	B	C		•		•
Passifloraceae	*Passiflora foetida* L.	Flor de pasión silvestre	B	C		•	•	
	Passiflora sexflora Juss.	* * *	B	C			•	
	Passiflora suberosa L.	Flor de pasión	B	C		•		
Piperaceae	*Lepianthes peltata* (L.) Raf.	Baquiña	Ar	C	•			
	Peperomia magnoliifolia (Jacq.) A. Dietr.	Yerba de medio real	H	C	•	•		
	Piper aduncum L.	Higuillo	Ar-A	C	•			•
	Piper amalago L.	Higuillo de limón	Ar-A	C	•	•		
	Piper blattarum Spreng.	Higuillo	Ar-A	C, E	•			
Poaceae	*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus	Yerba huracán	H	C		•		•
	Digitaria sanguinalis (L.) Scop.	Pata gallina fina	H	C	•	•	•	•
	Echinocloa colonum (L.) Link	Arrocillo	H	C	•	•		•
	Eleusine indica (L.) Gaertn.	Pata de gallina	H	C	•	•	•	•
	Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.	Pito	H	C	•	•	•	•
	Melinis repens (Willd.) Zizka	Arrocillo colorado	H	C	•	•	•	•
	Paspalum conjugatum Berg.	Horquetilla	H	C	•	•	•	•
	Paspalum fasciculatum Willd.	* * *	H	C				•
	Paspalum fimbriatum HBK.	Pata de conejo	H	C	•	•	•	•
	Pharus lappulaceus Aublet	Pegadora	H	C		•		
	Setaria geniculata (Lam.) Beauv.	Cepillo de dientes	H	C		•	•	
	Sporobolus indicus (L.) R. Br.	Cerrillo	H	C	•	•	•	•
	Urochloa maxima (Jacq.) R. D. Webster	Yerba guinea	H	C	•	•	•	•
Polygalaceae	*Securidaca virgata* Sw.	Bejuco de sopla	B	C		•		
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Cucubano, uvilla	A-Ar	CM	•	•		
	Coccoloba venosa L.	Calambreña	A	CM		•		
Polypodiaceae	*Adiantum fragile* Sw.	* * *	He	C	•	•		
	Adiantum pyramidale (L.) Willd.	Helecho de pozo	He	C	•		•	
	Cheilanthes microphylla (Sw.) Sw.	* * *	He	C	•			

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
	Nephrolepis spp.	* * *	He	C	•			
	Pityrogramma calomelanos (L.) Link	Helechito blanco	He	C	•			
	Polypodium dispersum Evans	* * *	He	C	•	•		
	Polypodium phyllitidis L.	* * *	He	C	•	•	•	
	Polypodium plumula Humb. & Bonpl.	* * *	He	C	•			
	Polypodium polypodioides (L.) Watt	Doradilla	He	C	•	•		
	Pteris longifolia L.	* * *	He	C	•	•		
	Pteris plumula Desv.	* * *	He	C	•			
	Pteris vittata L.	* * *	He	C	•	•		
	Thelypteris pennata (Poir.) Morton	* * *	He	C		•		
	Thelypteris spp.	* * *	He	C		•		
	Thelypteris tetragona (Sw.) Small	Gina	He	C	•	•		
Rhamnaceae	*Gouania lupuloides* (L.) Urban	Bejuco indio	B	C		•		
	Krugiodendron ferreum (Vahl) Urban	Palo de hierro	A	C	•	•		
Rubiaceae	*Chiococca alba* (L.) Hitchc.	Bejuco de berac	Ar-B	C	•	•	•	
	Coffea arabica L.	Café	Ar-A	C, CU		•		
	Gonzalagunia hirsuta (Jacq.) K. Schum.	Mata de mariposa	Ar	C		•		
	Guettarda krugii Urb.	Cucubano	Ar-A	C, E		•		
	Guettarda scabra (L.) Vent.	Cucubano	Ar-A	CM	•	•		
	Palicourea croceoides W. Hamilton	Cachimbo	Ar-A	C	•			
	Psychotria nervosa Sw.	Bálsamo	Ar	C	•	•		
	Randia aculeata L.	Tintillo	Ar-A	C		•		
	Rondeletia inermis (Spreng.) Krug & Urb.	Cordobancillo	Ar-A	C, E		•		
Rutaceae	*Amyris elemifera* L.	Cuabilla	A	CM		•		
Rutaceae	*Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC.	Ayua, cenizo	A	C	•	•	•	
	Zanthoxylum monophyllum (Lam.) P. Wilson	Carubio	A	C		•		
Sapindaceae	*Cupania americana* L.	Guara	A	C	•		•	
	Exothea paniculata (Juss.) Radlk.	Gaita, guacarán	Ar-A	RM		•		
	Melicoccus bijugatus Jacq.	Quenepa	A	C			•	
	Serjania polyphylla (L.) Radlkofer	Bejuco de canastas	B	C	•	•	•	•
	Thouinia striata Radlkofer	Ceboruquillo	A	C, E	•	•		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estado	N-F	E-C	O-C	S-O
Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Tortugo amarillo	A	C	•			
Simaroubaceae	*Picramnia pentandra* Sw.	Guarema, hueso	Ar-A	C		•		
Smilacaceae	*Smilax coriacea* Spreng.	Dunguey blanco	B	C	•	•		
Solanaceae	*Cestrum diurnum* L.	Dama de día	Ar	C		•		•
	Cestrum macrophyllum Vent.	Galán de noche	Ar-A	C			•	
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia* Lamarck	Guácima	A	C	•	•		
Ulmaceae	*Celtis trinervia* Lam.	Almez, guacimilla	Ar	C		•		
Urticaceae	*Pilea margarettae* Britton	* * *	H	CM	•	•		
	Pilea parietaria (L.) Blume	Verdolagulla	H	C		•		
	Urera baccifera (L.) Wedd.	Ortiga brava	Ar-A	C		•		
Verbenaceae	*Citharexylum fruticosum* L.	Bálsamo, péndula	A	C		•		
	Lantana camara L.	Cariaquillo	Ar	C		•	•	
	Vitex divaricata Sw.	Higüerillo	A	C			•	
Vitaceae	*Cissus obovata* Vahl	Bejuco de gongolí	B	C, EC		•		
	Cissus verticillata (L.) Nicolson & Jarvis	Bejuco de caro	B	C	•	•	•	•
	Vitis tiliifolia H. & B. ex Roem.	Parra cimarrona	B	C	•			
Zingiberaceae	*Zingiber zerumbet* (L.) J. E. Smith	Jengibre amargo	H	C			•	

Lista de la fauna

Durante la operación continua de la cantera, en las áreas forestadas se observó una gran cantidad de aves y de *Anolis* spp. (lagartijos). También se observaron muchos invertebrados (especialmente del grupo de las arañas y de las mariposas) durante los recorridos diurnos y nocturnos. En esta sección se presenta la fauna clasificada en: vertebrados e invertebrados. La tabla 2 presenta las especies de aves, reptiles y anfibios. En la tabla 3 se presentan los ordenes principales del grupo de los moluscos y de los artrópodos.

Tabla 2. Fauna vertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado
AVES			
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Guaraguao cola roja	C
	Falco sparverius	Falconcito	C
Caprimulgidae	*Chordeiles gundlachii*	Querequequé	C
Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura tiñosa	C
Columbidae	*Columba squamosa*	Paloma turca	C
	Columbina passerina	Rolita	C
	Zenaida asiática	Tórtola aliblanca	C
	Zenaida aurita	Tórtola cardosantera	C
Cuculidae	*Coccyzus minor*	Pájaro bobo menor	C
	Crotophaga ani	Judío	C
Emberizidae	*Coereba flaveola*	Reinita común	C
	Dendroica adelaide	Reinita mariposera	C
	Dendroica trigina	Reinita tigre	M
	Icterus dominicensis	Calandria	C
	Loxigilla portoricensis	Comeñame	C, E
	Quiscalus niger	Mozambique, chango	C
	Setophaga ruticilla	Candelita	M
	Spindalis portoricensis	Reina mora	C, E
	Tiaris olivacea	Barba amarilla	C
	Tiaris bicolor	Chamorro prieto	C
Estrildidae	*Estrida melpoda*	Veterano	EX
	Lonchura cucullata	Diablito	EX
Hirundinidae	*Pterochelidon fulva*	Golondrina de cuevas	C
Mimidae	*Margarops fuscatus*	Zorzal pardo	C
	Mimus polyglottos	Ruiseñor	C
Muscicapidae	*Turdus plumbeus*	Zorzal patas coloradas	C

Picidae	*Melanerpes portoricensis*	Carpintero de PR	C, E
Strigidae	*Otus nudipes*	Múcaro de PR	C, E
Todidae	*Todus mexicanus*	San Pedrito	C, E
Trochilidae	*Chlorostilbon maugaeus*	Zumbadorcito de PR	C, E
Tyrannidae	*Elaenia martinica*	Juí blanco	C
	Myiarchus antillarum	Juí	C, E
	Tyrannus caudifasciatus	Clérigo	C
	Tyrannus dominicensis	Pitirre	C
Vireonidae	*Vireo latimeri*	Bien-te-veo	C, E
REPTILES			
Gekkonidae	*Sphaerodactylus macrolepsis*	Gecko	C
Teiidae	*Ameiva exsul*	Siguana común	C
Polychridae	*Anolis cristatellus*	Lagartijo común	C
	Anolis krugi	Lagartijo jardinero	C
	Anolis stratulus	Lagartijo manchado	C
ANFIBIOS			
Bufonidae	*Bufo marinus*	Sapo común	EX
Leptodactylidae	*Leptodactylus albilabris*	Ranita de labio blanco	C
	Eleuterodactylus antillensis	Coquí churí	C, E
	Eleuterodactylus brittoni	Coquí de las yerbas	C, E
	Eleuterodactylus coqui	Coquí común	C, E
	Eleuterodactylus hedricki	Coquí pitito	C, E

C-Común **EX**-Exótico establecido **M**-Migratorio **E**-Endémico

Tabla 3. Fauna invertebrada observada en terrenos de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.

FILO MOLLUSCA, Clase Gastropoda			
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común (español)**
Stylommatophora	Camaenidae	*Caracolus caracolla*	Caracol
	Camaenidae	*Caracolus marginella*	Caracol
	Camaenidae	*Polydontes lima*	Caracol
FILO ARTROPODA, Clase Arachnida			
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común (español)
Araneae	Araneidae	*Argiope argentata*	Araña
	Araneidae	*Araneus* spp.	Araña
	Araneidae	*Gasteracantha tetracantha*	Araña
	Araneidae	*Nephila clavipes*	Araña
	Tetragnathidae	*Leucauge* spp.	Araña
	Theraphosidae	*Cyrtopholis portoricae*	Tarántula, araña pelúa
Opiliones	Phalangiidae	*Opilionid* spp.	Araña

FILO ARTROPODA, Clase Diplopoda			
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común (español)
Spirobolida	Rhinocricidae	*Rhinocricus parcus*	Gongolón

FILO ARTROPODA, Clase Insecta				
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común (español)	Nombre común (inglés)
Orthoptera	Acrididae	*Rhammatocereus gregarius*	Saltamonte	Grasshoppers
	Blattidae	***	Cucaracha	Cockroaches
	Gryllidae	*Orochalis vaginalis*	Grillo	Crickets
Phasmida	Phasmidae	***	Insecto palo	Walkingsticks
Isoptera	Termitidae	*Nasutitermes costalis*	Comején	Termites
Hemiptera	Pentatomidae	***	***	Bugs nymphs
Coleoptera	***	***	Escarabajo	Beetles
	***	***	Cucubano	Firefly
Lepidoptera	Arctiidae	***	Alevilla	Rattlebox moths
	Satyridae	*Calisto nubila*	Mariposa	Satyrs
	Danaidae	*Danaus plexippus*	Mariposa	Milkweed butterflies
	Hesperiidae	*Pyrgus oileus*	Mariposa	Skippers
	Sphingidae	*Pseudosphinx tetrio*	Gusano aleli	Plumeria moth
	Papilionidae	*Heraclides pelaus*	Mariposa	Swallowtails
	Licaenidae	***	Mariposa	Gossamer-winged butterflies
	Nymphalidae	*Precis* spp.	Mariposa	Brushfooted butterflies
	Pieridae	*Ascia monuste*	Mariposa	Great southern white
	Pieridae	*Phoebes* spp.	Mariposa	Cloudless sulphurs
Diptera	Culicidae	*Culex* spp.	Mosquito	Mosquitoes
	Muscidae	***	Mosca	Flies
Hymenoptera	Apidae	*Apis mellifera*	Abeja	Honey bee
	Vespidae	*Polistes* spp.	Avispas	Paper wasps
	Formicidae	*Solenopsis invicta*	Hormiga roja	Ants

Elementos críticos

Entre la flora y fauna identificada NO se encontraron especies en peligro de extinción. En las zonas estudiadas de la cantera Canarico, solo se identificaron cuatro elementos críticos según la lista de la División de Patrimonio Natural del DRNA. Los elementos críticos identificados corresponden a las plantas: *Cissus obovata*, *Eugenia sessiliflora*, *Gaussia attenuata*, y *Thespesia grandiflora*. No se observaron especies de fauna consideradas elementos críticos.

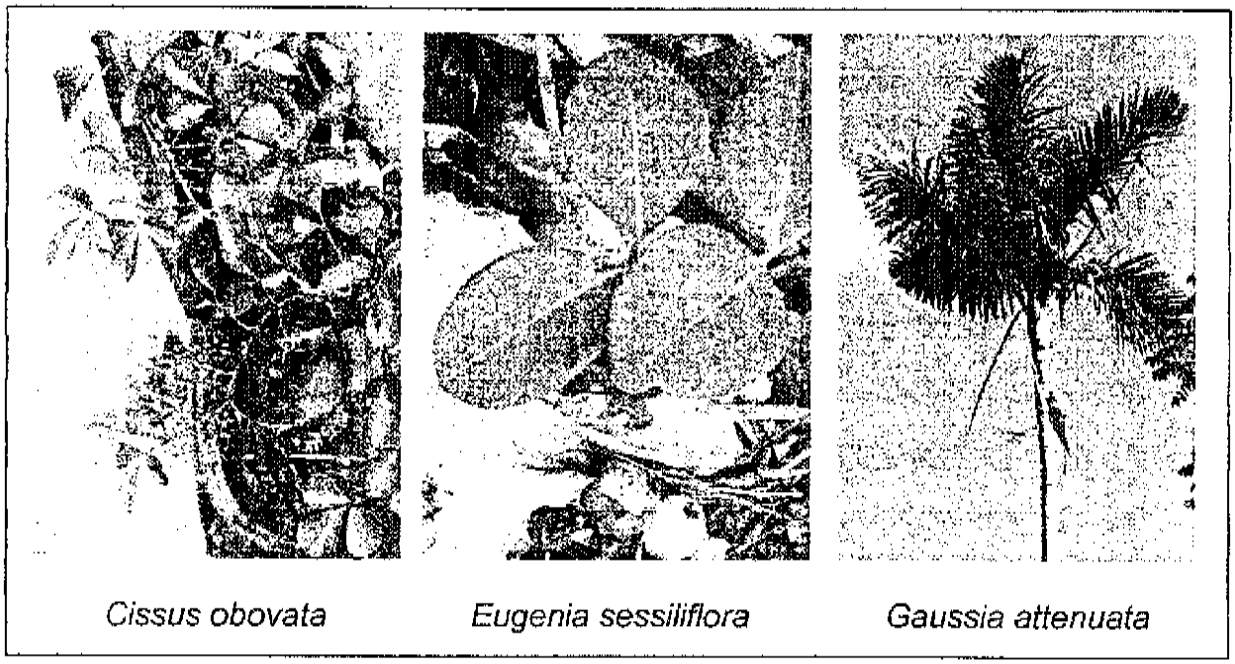


Figura 5. Composición de tres de las cuatro especies de plantas consideradas elementos críticos.

Especies endémicas

Nueve (9) especies de plantas y doce (12) de animales forman parte de las especies de flora y fauna endémica identificadas en la cantera Canarico. De las nueves especies de plantas endémicas dos son elementos críticos: la palma de lluvia *Gaussia attenuata*, y la maga *Thespesia grandiflora*. Las restantes siete especies de plantas endémicas son: árbol de navidad *Gesneria pedunculosa*, cucubano *Guettarda krugii*, higuillo *Piper blattarum*, cordobancillo *Rondeletia inermis*, palma real *Roystonea borinquena*, roble bobo *Tabebuia haemantha*, y ceboruquillo *Thouinia striata*.

Figura 6. Detalle del roble bobo *Tabebuia haemantha*, especie endémica identificada en el predio.

En la fauna, la mayoría de las especies endémicas corresponden al grupo de las aves. Ocho de las dieciséis especies de aves endémicas de Puerto Rico se observan principalmente en el área este de la cantera. Las aves reina mora, carpintero, San Pedrito, zumbadorcito, y juí fueron identificadas visualmente, mientras que el comeñame, bienteveo, y el mucarito de Puerto Rico se identificaron por su canto. De igual manera ocurre con las especies de coquíes escuchados (ver Tabla 2). Al igual que muchas aves, los coquíes identificados son especies endémicas comunes y de amplia distribución en la isla.

DISCUSIÓN

Los suelos de la asociación Caguabo-Mucara, junto al factor de humedad observado en la región, sostienen una vegetación típica de áreas rocosas de montaña baja húmeda. La montaña principal, donde se ha realizado extracción de material de la corteza terrestre, presenta bastante humedad en las laderas orientadas hacia el norte y en las partes bajas de la cantera (donde ubican las oficinas administrativas). En los topes de las laderas y picos, donde el suelo es principalmente roca, se observan condiciones xerofíticas.

Aunque el área principal de estudio es la zona este, para propósitos de conocer y tener una visión general sobre la vegetación existente en la cantera Canarico, se realizaron recorridos en las zonas norte y oeste. También se anotaron las especies de flora observada en los caminos interiores, zonas de procesamiento y alrededores de las oficinas administrativas. Por esta razón se presentan los datos en cuatro zonas, siendo el área este de la cantera (área propuesta para la continuación del permiso de extracción) la zona de mayor estudio.

En la mayoría de las colindancias y parchos interiores de la cantera la vegetación que se observa es una secundaria producto de las actividades de desmonte por los antiguos dueños de las fincas que actualmente componen la cantera. En los picos, en la cueva Las Cabras, y laderas al norte y este, se observa una vegetación mixta de plantas secundarias y exóticas, junto a plantas consideradas características de lugares cársticos (9% de especies características del carso-CM según tabla de flora).

La vegetación identificada incluye un alto número de árboles que sumado a los arbustos que crecen como árboles pequeños (Ar-A) en el predio, totaliza un 43% de especies arbóreas[1]. Esto no significa que el predio estudiado se encuentre cubierto

[1] Para propósitos de este estudio se consideran las especies con tipo de crecimiento Ar-A como árboles pequeños, por observarse en el predio con un tronco principal bien formado y un tamaño mayor a lo habitual para la especie.

por árboles, sino que el 43% de las especies identificadas corresponde a plantas que llegan a reunir los parámetros morfológicos[2] para considerarlas un árbol en un hábitat dado. En la figura 7 se presentan los porcentajes para cada tipo de crecimiento atribuido a las especies identificadas, según observadas en el campo y siguiendo las utilizadas por Liogier (1985-97).

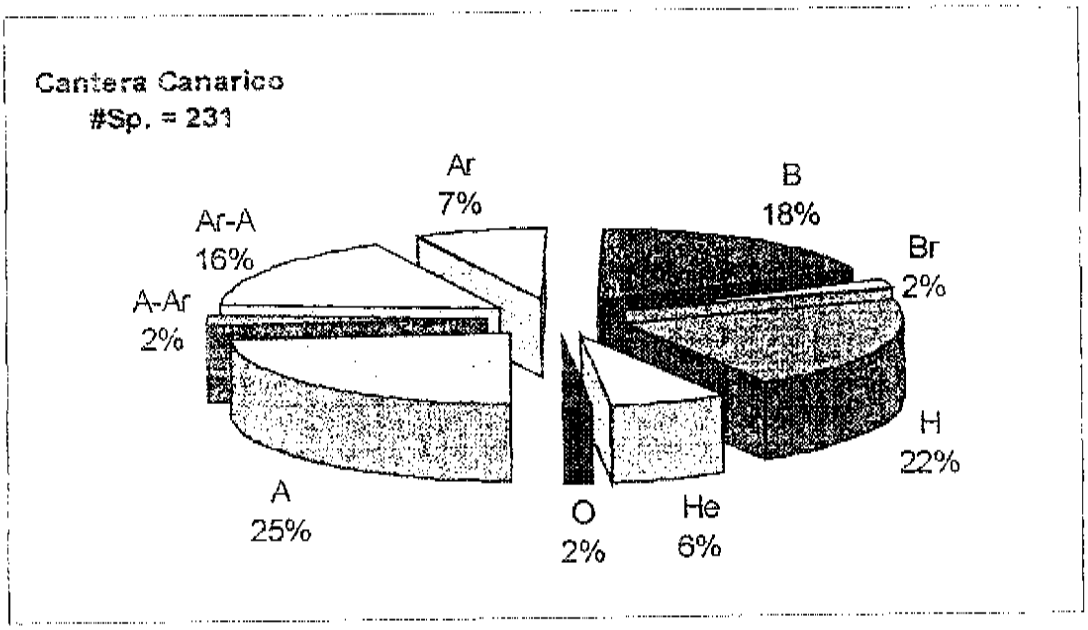


Figura 7. Porcentaje de especies identificadas por tipo de crecimiento en las zonas estudiadas de la cantera Canarico.

La figura 7 separa las formas de crecimiento de helechos, orquídeas y bromelias del grupo de las herbáceas. Esta separación se hace con el propósito de documentar las diferencias de estas tres familias (Polypodiaceae, Orchidaceae, y Bromeliaceae; respectivamente), grupos muy importantes en trabajos de jardinería. Estas familias de crecimiento principalmente herbáceo incluyen especies que pueden crecer sobre terreno firme, piedras y otras plantas (arbustos, árboles).

La familia Polypodiaceae incluye quince especies de helechos, siendo la familia que domina en número de especies identificadas. En segundo lugar en número de

[2] Entre los parámetros utilizados para determinar que una planta es un árbol se incluye: si la planta es leñosa, la altura, y la forma del tronco principal.

especies, tenemos la familia de las gramíneas Poaceae con 13 especies, y en tercer lugar la familia Papilionoideae (#Sp.=12). Las familias Euphorbiaceae y Poaceae dominan el paisaje en los caminos y parte de la montaña al norte y este donde las especies más comunes de estas familias son la yerba de guinea *Urochloa maxima* y el arbusto tabaiba *Jatropha hernandiifolia*. También, a medida que se transita por los caminos interiores de la cantera, sobresalen de las yerbas, individuos de *Calotropis procera* y árboles de balsa *Ochroma pyramidale*.

En cuanto a cobertura vegetal sobre el terreno, la zona sur y central de la cantera son las áreas más deforestadas a causa de la actividad de extracción. Las zonas norte y oeste también han sido impactadas por actividades antes del establecimiento de la cantera y luego por las extracciones realizadas. Estas zonas presentan vegetación secundaria de montaña húmeda, de gran tamaño y buena condición, especialmente en los parchos (zanjones y terrazas) que se han reforestado naturalmente. La zona este, presenta una mezcla de paisajes que incluye laderas cubiertas por pastos, herbáceas y enredaderas (bejucos), así como también árboles que crecen entre el suelo rocoso.

A continuación se presentan los datos más relevantes sobre la flora identificada por zona, según la designación presentada en la sección de métodos.

Composición de flora por área

Las zonas norte y este se consideran como las de mayor interés florístico de la propiedad. En estas zonas se observó el mayor número de elementos arbóreos[3] (41 y 69, respectivamente). Aunque se observe un alto número de árboles, las especies de crecimiento tipo herbáceo[4] sobrepasan las especies arbóreas en todas las zonas de estudio. A pesar de esto, el paisaje observado en las zonas norte, este y oeste, está dominado por parchos de árboles rodeados por áreas de

[3] Incluye las especies con tipo de crecimiento de árbol (A), árbol pequeño (A-Ar), y arbustos con crecimiento de árbol (Ar-A).
[4] Incluyendo las familias de los helechos (He), bromelias (Br), y orquídeas (O).

herbáceas debido a las actividades de extracción realizadas en el centro de la propiedad.

Zona Norte-Farallón (N-F)

La zona N-F (norte-farallón) se encuentra a una altura aproximada de 550 metros sobre el nivel del mar. Actualmente el suelo se encuentra descubierto de vegetación leñosa y se realiza la actividad de extracción por medio del procedimiento de corte con hilo de diamante. En esta zona, se recorrió la cara norte de la parte más alta de la montaña donde existe vegetación en dirección de este a oeste. Esta sección presenta un farallón de piedra marmolizada con vegetación común de bosque húmedo subtropical de montaña baja (ver Figura 8).

Figura 8. Vista parcial del farallón (pared a la izquierda) y vegetación asociada.

En la zona N-F, dominan los árboles de almácigo *Bursera simaruba*, burro blanco *Capparis amplissima*, cupey *Clusia rosea*, y yagrumo *Cecropia schreberiana*. También se observan algunos árboles de hoja menuda, guara, cafeillo y cucubano en el centro del farallón. Hacia la esquina oeste, se observan árboles cultivables de aguacate, panapén y mangó, junto a árboles de moca, cenizo, y corcho en los lugares impactados.

Entre los árboles y recodos del farallón se observa un gran número de helechos, evidenciando la alta humedad a la que está expuesta esta zona. Se identificaron 13 especies de helechos en la zona N-F, del total de 15 identificadas durante el estudio (Ver Figura 9). También se identificaron varios bejucos entre los que sobresalen el cactus barbas de palo *Rhipsalis baccifera*, y la parra cimarrona *Vitis tiliifolia*. La figura 9 muestra el porcentaje de especies identificadas por tipo de crecimiento para la zona norte-farallón (#Especies = 110). En la misma se puede observar que las especies herbáceas[5] dominan en número, sobre las arbóreas[6].

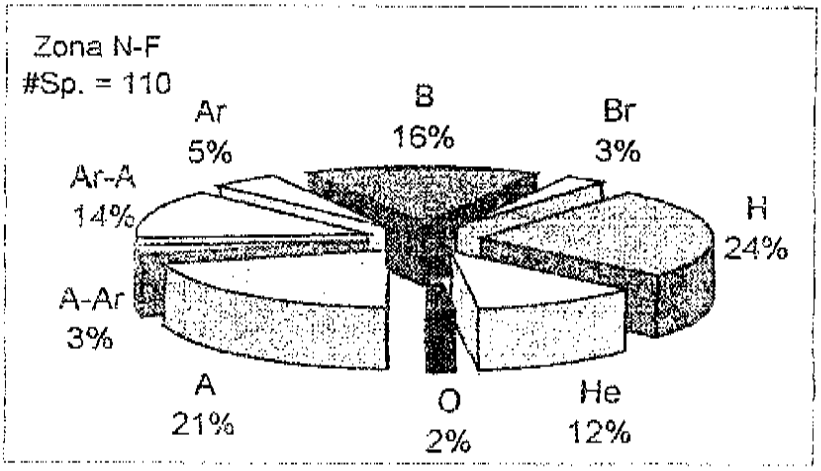


Figura 9. Porcentaje de especies identificadas por tipo de crecimiento para la zona norte-farallón.

En esta zona, se identificaron siete especies consideradas comunes en áreas cársticas. Estas son: *Coccoloba diversifolia*, *Comocladia dodonea*, *Eugenia biflora* y *E. monticola*, *Guettarda scabra*, *Philodendron angustatum*, y *Pilea margarettae*. Ninguna de éstas se encuentra catalogada como elemento crítico. Dos especies endémicas fueron observadas: el higuillo *Piper blatterum*, y el ceboruquillo *Thouinia striata*; ambas comunes en lugares húmedos de mediana elevación.

[5] Incluyendo los grupos de las bromelia (Br), los helechos (He), y las orquídeas (O).
[6] En referencia a los grupos de árboles grandes (A), árboles pequeños (A-Ar), y arbustos grandes con crecimiento de arbol (Ar-A).

Zona Este-Colindancia (E-C)

La zona E-C, es la zona de interés principal de este estudio, dado que la renovación del permiso para extracción de material es hacia el este de la propiedad. Como se mencionó en la descripción general del área de estudio, en la colindancia este de la propiedad de la cantera existen tres formaciones importantes. Estas formaciones (dos cuevas y un sumidero) serán protegidas de la actividad de extracción.

El recorrido por la zona E-C comenzó desde la cima de la montaña (la parte más alta) al norte de la cueva Las Cabras, a una altura aproximada de 575 metros, bajando por la ladera de la montaña. Para cubrir la mayor cantidad de área en el trayecto, se recorrió el área en forma de zigzag a medida que se descendía, hasta llegar a una altura aproximada de 300 metros en la colindancia este. Este recorrido fue de gran dificultad debido a la gran cantidad de rocas sueltas, promontorios y suelos rocosos afilados. Debido a las diferencias en altitud y mayor cantidad de área recorida, esta zona presenta el mayor número de especies identificadas para la cantera Canarico. En la figura 10 se observa un porcentaje menor de especies arbóreas[7] en comparación con las herbáceas[8]. Sin embargo, si tomamos en consideración las especies arbustivas con crecimiento de árbol (Ar-A), tenemos que, el número de especies observadas como árboles, en los recorridos de vegetación, es mayor al de las herbáceas.

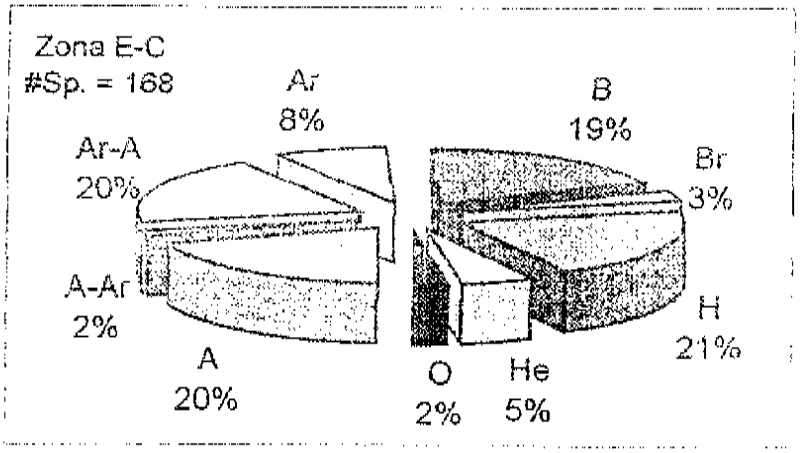


Figura 10. Porcentaje de especies identificadas por tipo de crecimiento para la zona este-colindancia.

[7] En referencia a los grupos de árboles grandes (A) y árboles pequeños (A-Ar).
[8] Incluyendo los grupos de las bromelia (Br), los helechos (He), y las orquídeas (O).

Como consecuencia del impacto causado por la extracción a lo largo de la colindancia este, se observa una gran cantidad de herbáceas y bejucos. La yerba de guinea y el cerrillo dominan las partes más altas de la colindancia este, entre la cueva Las Cabras y el sumidero Quince Cabras. Tres áreas, donde domina la cobertura de vegetación arbórea, se observan en esta zona. La primera, el tope de la montaña (esquina noreste de la propiedad), que incluye la cueva Las Cabras y alrededores; la segunda, un promontorio o pared que se encuentra bajando desde Las Cabras, hacia el suroeste a mediados de la montaña; y tercera, una franja de bosque continuo a lo largo de la ladera que se encuentra entre el camino principal de la cantera y los límites de la propiedad.

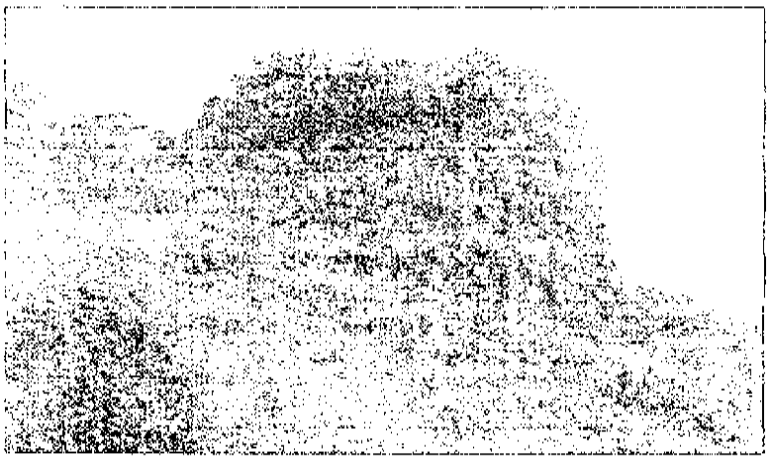


Figura 11. Vista de la cima donde ubica la cueva Las Cabras.

Entre la cueva Las Cabras y la esquina nordeste de la colindancia este, existe un camino que presenta vegetación secundaria. El suelo se encuentra cubierto principalmente por herbáceas comunes como la yerba de guinea y el cerrillo, y arbustos como la tabaiba *Jatropha hernandiifolia*. Al norte de este camino (la esquina nordeste que colinda con la zona norte), se observa una cima rocosa muy accidentada y de difícil recorrido a través de la misma. Esta área es la de mayor elevación (aprox. 575 metros), y se observó una gran cantidad de especies de arbustos con crecimiento arbóreo, junto a especies de árboles grandes.

En el tope de la montaña, predominan las especies de *Eugenia monticola*, *Comocladia dodonea*, *Coccoloba diversifolia*, *Samyda dodecandra*, *Randia aculeata*, *Capparis flexuosa*, *Capparis indica* y *Capparis baducca*. También se observan árboles de *Clusia rosea*, *Bursera simaruba*, *Eugenia biflora*, *Nectandra*

patens, *Plumeria alba*, y *Tabebuia haemantha*. Entre estos, en el sotobosque se observan algunos individuos del marunguey *Zamia amblyphyllidia* y la flor de culebra *Anthurium crenatum*. Pero, abundan entre las rocas del sotobosque las verdolaguillas *Pilea margarettae* y *P. parietaria*, junto a los bejucos de *Cayaponia racemosa*, *Hylocareus trigonus*, *Jasminum fulminense*, *Philodendron angustatum*, *Smilax coriacea*, y *Cissus oboveta*. Sólo en esta área, y haciendo honor a su nombre, se observó la orquídea *Oncidium altissimum*, sobre algunos árboles y rocas en el suelo.

En el promontorio donde ubica la cueva Las Cabras se observa, básicamente, la misma vegetación que en la esquina noreste, solo que con menor número de individuos. De la cueva hacia el suroeste, las yerbas son la cubierta principal hasta llegar a la segunda área de la colindancia este, que sostiene gran cantidad de elementos arbóreos.

En la segunda área de la zona este, sobresale en la ladera un promontorio con vegetación similar al tope de la montaña. Este gran promontorio presenta una pared hacia el sur donde predominan los bejucos de pitahaya *Hylocereus trigonus* y la bromelia *Vaniila poitaei*.

Figura 12. Vista parcial de la pared del promontorio que ubica entre la cueva Las Cabras y la tercera área de la zona este.

Algunos de los árboles identificados en esta área son: el limoncillo de monte *Calyptranthes sintenisii*, burro blanco *Capparis amplissima*, los carrascos *Comocladia* sp., péndula *Citharexylum fruticosum*, capá prieto *Cordia alliodora*, jagüeillo *Ficus citrifolia*, palo de hierro *Krugiodendron ferreum*, tachuelo *Pictetia*

aculeata, ceboruquillo *Thouinia striata*, y ramoncillo *Trophis racemosa*. En la cima de este promontorio abunda el cupeíllo *Cluisa minor*, junto a los arbustos o árboles pequeños de *Erythroxylum brevipes*, entre las verdolaguillas y bromelias del género *Tillandsia*.

A medida que se desciende de este promontorio, en dirección suroeste de la colindancia este, los suelos son similares a los ya observados. Luego de un llano donde se observa un árbol de mangó y un antiguo camino que se dirige hacia el sureste cruzando fincas privadas colindantes con la cantera, comienza la tercera área de la zona este. Esta área se encuentra cubierta por rocas sueltas y peñones filosos con gran cantidad de bejucos entre las especies arbóreas y arbustivas. Las laderas y taludes tienen declives de moderado a fuerte, con pequeñas terrazas que asemejan escalones en la ladera de la montaña escarpada. A pesar de la variación en elevación, a medida que se recorría esta área de la zona E-C, se observa una vegetación similar a la descrita en la parte alta (esquina noreste y cueva Las Cabras) y media (promontorio).

En el área más al sur de la colindancia este, la vegetación identificada incluye especies características del carso, así como también de las montañas húmedas de mediana elevación. En esta área abundan las especies de *Capparis cynophallophora*, *Erythroxylum brevipes*, *Flueggea acidoton*, *Guapira fragrans*, *Picramnia pentandra*, *Eugenia biflora*, *Coccoloba diversifolia*, *Trichilia hirta*, *Schaefferia frutescens*, *Calliandra portoricensis*, *Zanthoxylum martinicense*, *Bursera simaruba*, y las palmas de lluvia *Gaussia attenuata*. Entre los bejucos comunes se observan el bejuco de San Pedro *Stigmaphyllon emarginatum*, bejuco de sopla *Securidaca virgata*, la flor de pasión *Passiflora foetida*, y la acacia zarza *Acacia westiana*.

En la zona E-C se identificaron tres de los cuatro elementos críticos mencionados en la sección de resultados; estos son el bejuco de gongolí *Cissus obovata*, muy abundante entre las rocas de la parte alta; *Eugenia sessiliflora*, catalogada como poco común; y la palma de lluvia *Gaussia attenuata*, la cual crece

entre las rocas en las laderas de mediana elevación. De estos elementos críticos sólo la palma de lluvia es endémica. Otras especies endémicas observadas en la colindancia este fueron: cucubano *Guettarda krugii*, cordobancillo *Rondeletia inermis*, roble bobo *Tabebuia haemantha*, y el ceboruquillo *Thouinia striata*. De estas las más abundantes fueron el ceboruquillo y el roble bobo. También se observó un elemento catalogado como poco común, la hoja menuda *Eugenia ligustrina*. Esta especie se observó a lo largo del recorrido desde la parte más alta hasta la más baja. Una muestra, de un arbusto grande que no pudo ser identificado en el campo, resultó ser la gaita o guacarán *Exothea paniculata*, esta especie se considera rara de zonas cársticas. La misma se colectó en la parte alta, cerca de la cueva Las Cabras, por lo que pudieran encontrarse más elementos de esta especie en áreas de menor elevación.

En general, en la zona este, sobresalen y dominan el paisaje los árboles de almácigo *Bursera simaruba* y cupey *Clusia rosea*, entre otros. Sobre los árboles de la zona este dominan las bromelias *Tillandsia*. Entre el suelo y promontorios rocosos prevalecen las verdolaguillas, y los helechos. Los bejucos más comunes fueron la pitahaya, la *Vainilla poitaei*, y la *Ipomea steudelii*. Uno de los helechos más abundantes sobre las rocas y hendiduras de algunos árboles es la doradilla *Polypodium polypodioides*.

Figura 13. Vista de un tronco de almácigo (derecha) y otro de palma de lluvia (izquierda), junto a las orquídeas cañuelas *Encyclia cochleata*.

Zona Oeste-Colindancia (O-C)

La zona oeste de la cantera presenta un número alto de elementos arbóreos debido a la presencia de especies exóticas y cultivables, que crecen de forma silvestre luego del abandono de las actividades realizadas en la zona. En esta zona, las especies arbóreas y arbustivas observadas son características de bosques secundarios producto de actividades agrícolas. En esta área se observan especies exóticas naturalizadas, sembradas para consumo humano y como guardarraya naturales cuando las fincas se utilizaban para ganado, entre especies originales de la región. Esto evidencia la alteración de la vegetación natural por parte de los pobladores originales de las fincas que hoy en día conforman la propiedad de la cantera.

Aunque las palmas reales *Roystonea borinquena* sobresalen en el dosel, dominan en esta zona los árboles de mangó *Mangifera indica*, corazón *Annona reticulata*, capulín *Muntingia calabura*, y la bádula *Ardisia obovata*. El sotobosque es abierto observándose individuos de jengibre amargo *Zingiber zerumbet*, en las partes más húmedas y un suelo cubierto por una densa capa de hojarasca de los árboles mencionados, especialmente de árboles de mangó (ver Figura 14). En las orillas de los caminos y algunos espacios con árboles caídos se identificaron los bejucos de caro *Cissus verticillata*, de berac *Chiococca alba*, de San Pedro *Stigmaphyllon emarginatum*; entre otros.

Figura 14. Árbol de mangó en zona oeste. Note el grosor del tronco y las huellas de los cortes y partidura de ramas.

Dentro de las áreas y parchos de árboles grandes, se observaron tres especies endémicas: el árbol de navidad *Gesneria pedunculosa*, la palma real *Roystonea*

borinquena, y la maga *Thespesia grandiflora*. De estos tres, la maga es la única que se considera elemento crítico a pesar de la gran proliferación y distribución de la especie que se ha observado en todo Puerto Rico.

Zona Sur-Oficinas (S-O)

La composición florística de esta zona se basa principalmente de especies exóticas y colonizadoras de rápido crecimiento. En los taludes de los caminos a través de la cantera domina el arbusto de *Leucaena leucocephala*, junto a la yerba huracán *Bothriochloa pertusa*, el arrocillo colorado *Melinis repens*, y los salaíllos *Melanthera aspera*. También se observa el algodón de seda *Calotropis procera*, arbusto común en las colinas áridas del área sur de Puerto Rico.

A elevaciones medias, en los taludes de los caminos principales se observan algunos elementos arbóreos como la guayaba y el higuillo. A medida que se desciende hacia las áreas de procesamiento y oficinas administrativas, aumenta la cantidad de especies arbóreas. Se observan árboles pequeños de saúco amarillo *Tecoma stans*, capulín *Muntingia calabura*, y jobos *Spondias mombin*; entre mangós, tulipanes africanos y flamboyanes.

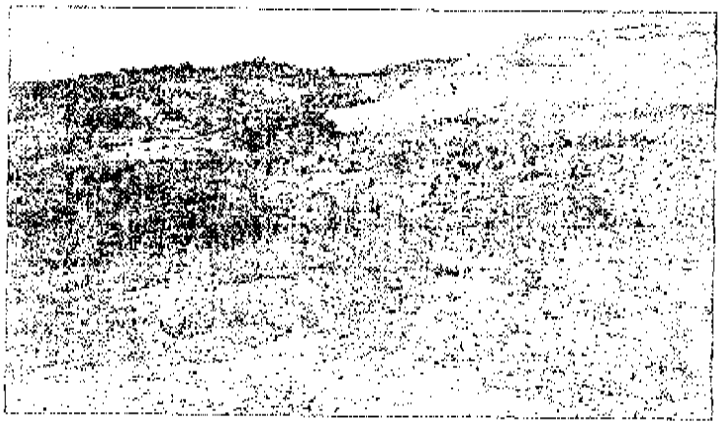


Figura 15. Vista parcial de la cantera, donde se observa un panorama de vegetación común en los taludes y caminos interiores.

El resto de las especies identificadas en la zona sur y centro de la cantera corresponde principalmente a herbáceas comunes en lugares de montaña baja húmeda impactados por actividades antropogénicas. Abundan las herbáceas de la familia de las gramíneas y de las compuestas (Poaceae y Compositae, respectivamente).

Composición de fauna

Durante las visitas realizadas a la cantera, prevaleció una temperatura fresca a causa de los aguaceros cortos ocurridos durante el mes de octubre. Estas condiciones climatológicas, facilitaron la identificación de los anfibios presentes en el predio por medio del canto en horas de la mañana y al anochecer. En la estación número 1, se escucharon individuos de coquí común *Eleuterodactylus coqui*, y churí *E. antillensis*. En la segunda estación (#2) se escucharon los coquíes mencionados junto al coquí pitito *Eleuterodactylus hedricki*. En estas estaciones domina en canto el coquí común, seguido del coquí chuirí. Sin embargo, en la estación #3, el coquí churí domina en canto (mayor número de individuos cantando) en referencia al coquí común.

En la cuarta estación ambos coquíes (común y churí) se escucharon en igual proporción. En esta estación también se escuchó al coquí de las yerbas *Eleuterodactylus brittoni*, donde se observa una topografía más llana cubierta principalmente por herbáceas pequeñas. El coquí de las yerbas, también fue escuchado en los caminos interiores en la zona sur-central de la cantera. De igual modo se observaron individuos de sapo común *Bufo marinus* en los caminos de las partes bajas de la cantera. La ranita de labio blanco *Lectodactylus albilabris*, se escucha mayormente en la zona sur, alrededor de las oficinas y áreas de procesamiento, donde se observaban pequeños charcos originados por las lluvias acontecidas durante el periodo de estudio.

A pesar de la gran cantidad de lagartijos *Anolis cristatellus* y *A. stratulus*, que se observaron durante los recorridos para la identificación de la vegetación, la diversidad de reptiles es baja. Solo se observaron tres especies de Anolis comunes en la isla, junto a la siguana y gecko común, *Ameiva exul* y *Sphaerodactylus macrolepsis*, respectivamente. Aunque se realizaron búsquedas minuciosas en recodos, hendiduras, troncos y lugares donde potencialmente se podrían encontrar culebras, la exploración resultó negativa para las áreas recorridas. No se

encontraron individuos ni rastros de la presencia de las culebras más comunes en Puerto Rico durante el estudio.

Las aves representan el grupo de mayor número de especies identificadas para las zonas de estudio. La familia Emberizidae esta representada por diez especies, de las cuales dos son migratorias: la reinita tigre *Dendroica trigina*[9], y la candelita *Setophaga ruticilla*[10]. Ambas especies fueron observadas en la estación #1 forrajeando entre los árboles de hoja menuda, robles y almácigos. También en la estación #1, se observaron varios gorriones barba amarilla *Tiaris olivacea*, particularmente machos, cantando en perchas a menos de dos metros de elevación. Por otro lado, la reinita común *Coereba flaveola*, y la mariposera *Dendroica adelaide*, fueron observadas y escuchadas en todas las estaciones durante todo el estudio.

Además de las especies mencionadas, en la estación #1 se escucharon individuos de pájaro carpintero, múcaro, y bienteveo. El carpintero y bienteveo fueron escuchados durante los recorridos diurnos, mientras que el múcarito de Puerto Rico sólo se escuchó una noche. Su canto provenía del sureste, de una elevación mucho menor a la cual nos encontrábamos en la estación #1.

La estación #2 se encuentra al noroeste de la estación #1, a una elevación similar, pero separadas por el promontorio que marca la cima o tope de la montaña. En la estación #2, las aves recorren los árboles y arbustos que se encuentran a lo largo del farallón, siendo las reinitas el grupo principal observado. Desde esta estación, al igual que en la estación #3 se observó un guaraguao en diferentes ocasiones durante la identificación de la vegetación. En la zona del farallón se observaron la reina mora y comeñame alimentándose de los árboles de yagrumo hembra creciendo en los taludes. Desde la estación #3, se observaron varios individuos de aura tiñosa *Catharthes aura*. Esta especie es común y característica

[9] El individuo observado era un macho.
[10] El individuo observado era una hembra.

de la región sur y oeste de Puerto Rico donde se observa sobrevolando en busca de animales muertos para alimentarse.

En la estación #4 se observaron las especies endémicas de San Pedrito, zumbadorcito de Puerto Rico y juí. También se observó un clérigo, ave común de montaña baja húmeda. En la estación #5 en la zona oeste, se observan básicamente las mismas especies que en la estación #4. En la zona oeste, las especies de fauna se identificaron durante recorridos diurnos. En esta zona se observó una pareja de pájaro bobo menor *Coccyzus minor*, cargando material para la construcción del nido. Este evento muestra el uso del área como hábitat de reproducción para esta especie. Otra especie común, para la cual se confirma el uso del área para reproducción, es el zorzal pardo. Del zorzal pardo se encontraron restos de cascarón en la cueva de Las Cabras, y en la zona oeste. El zorzal pardo, al igual que los pitirres y mozambiques, es un ave común, agresiva y oportunista que se encuentra distribuida en todo Puerto Rico.

El chamorro prieto, veterano y diablito, fueron observados en las áreas bajas de la cantera (Estación #6-zona sur), alimentándose de las gramíneas que abundan en los caminos y lugares abiertos. Los "finches" de veterano y diablito son especies exóticas que se han establecido en Puerto Rico y que son muy exitosas y comunes a través de toda la isla. Alrededor de las oficinas y áreas de procesamiento del material extraído, las palomas y tórtolas, son las aves más abundantes. Entre las áreas de procesamiento y la zona norte, en las áreas cubiertas por vegetación herbácea predominan las rolitas junto a los "finches" y gorriones mencionados.

La fauna vertebrada identificada tiene a su disposición una variedad de fuentes de alimento en cuanto a vegetación y organismos invertebrados. Durante el estudio, se observó en todo momento una gran representación de organismos invertebrados. Aunque no se realizó una colección e identificación minuciosa de los invertebrados del predio, se identificaron los organismos más conspicuos y abundantes encontrados en la propiedad.

La tabla #3 presenta dos filos, Mollusca y Artropoda. Del filo Mollusca, la especie *Polydontes lima*, fue el caracol más abundante. En el filo Artropoda, se identificaron 12 ordenes, distribuidos en tres clases principales: arácnida, diplopoda, e insecta. De la clase insecta (con ocho ordenes), los organismos más comunes y abundantes fueron: los insectos palo en los árboles; los saltamontes y grillos en las gramíneas; y los escarabajos y mariposas en las herbáceas florecidas. En la clase diplopoda solo se observó una especie, el gongolón *Rhinocricus parcus*, el cual es uno de los invertebrados comunes de amplia distribución en la isla.

Finalmente, en la clase arácnida se identificaron siete géneros, donde cuatro especies fueron las más abundantes. Las especies mostradas en la figura 16, fueron las que más se observaron durante los recorridos del predio, en todas las zonas estudiadas.

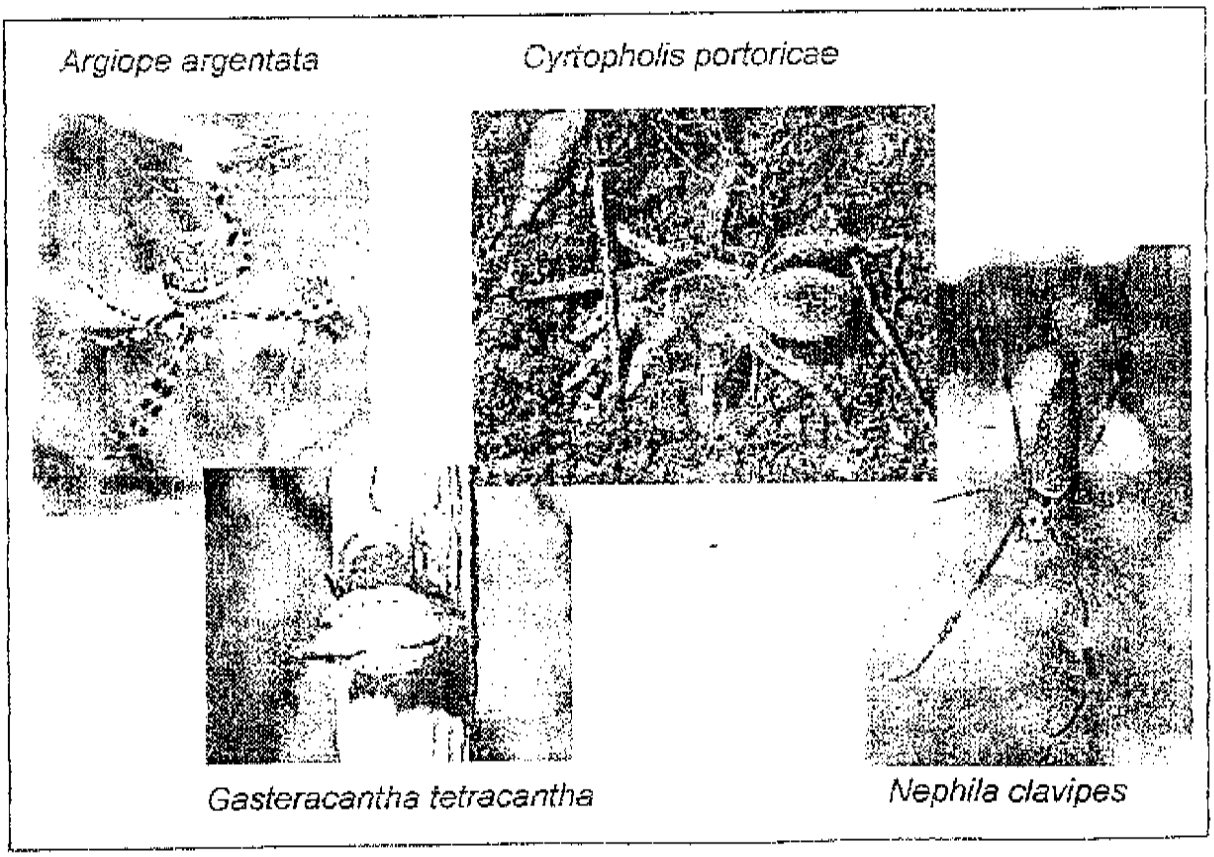


Figura 16. Arácnidos más abundantes en la cantera Canarico.

De la figura 16, *Gasteracantha tetracantha* y *Nephila clavipes* abundan entre los árboles y arbustos, mientras que *Argiope argentata* se observa entre herbáceas y gramíneas altas. La araña peluda o tarántula de Puerto Rico *Cyrtopholis portoricae*, se observa en el suelo, mayormente en las zonas este y oeste, a elevaciones medias y bajas.

La fauna invertebrada observada, juega un papel muy importante en el mantenimiento de la fauna vertebrada; al igual, para muchas plantas que necesitan de agentes polinizadores del grupo de los insectos para su reproducción. De igual manera, la vegetación presente en el área de estudio es necesaria para proveer hábitat y alimento para la fauna observada.

CONCLUSIÓN

En las zonas recorridas de la propiedad de la cantera Canarico se identificaron un total de 231 especies de plantas agrupadas en 70 familias. De éstas, 168 especies se identificaron en la zona este, donde se observaron tres de las cuatro especies consideradas elementos críticos por la División de Patrimonio Natural (DRNA). Nueve especies endémicas, incluyendo la maga *Thespesia grandiflora* y la palma de lluvia *Gaussia attenuata* (ambos elementos críticos), se fueron identificadas en la propiedad.

De la fauna se observó una gran cantidad de arañas y mariposas, junto a escarabajos, saltamontes y grillos, que evidencian la diversidad de invertebrados que sirven de alimento para especies mayores de aves, reptiles, y anfibios. De los vertebrados, las aves representan el grupo más conspicuo con 35 especies identificadas. Entre estas, se identificaron ocho especies endémicas. Aunque solo se observaron dos especies migratorias, es de esperarse la visita de otras especies a lo largo de esta temporada, principalmente para los meses entre diciembre a febrero, en los cuales se observan la mayoría de las reinitas migratorias.

Aunque no se observaron elementos críticos de fauna dentro del área de la cantera, se recomienda que de encontrarse alguno en el futuro, se notifique de inmediato a las autoridades correspondientes. Si en futuras visitas se identifican elementos críticos de flora y fauna que no hayan sido observados durante el presente estudio, deben ser informados al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y al Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal para determinación del manejo de los mismos.

REFERENCIAS

Acevedo-Rodríguez, P. & R.O. Woodbury. 1985. Los Bejucos de Puerto Rico, Vol. I. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. SO-58. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA, USA. 331 pp.

Areces-Mallea, A., A. S. Weakley, X. Li, R. G. Sayre, J. D. Parrish, C. V. Tipton, & T. Boucher. 1999. A guide to Caribbean vegetation types: classification systems and descriptions. Ed.: N. Panagopoulos. The Nature Conservancy International Headquarters. Washington, D.C., 166 pp.

Bland, R. G. 1978. How to know the insects. 3ra Ed. Pictured Key Nature Series. Wn. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, USA. 409 pp.

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

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.

Helmer, E. H., O. Ramos, T. del M. López, M. Quiñones, & W. Díaz. 2002. Mapping the Forest Type and Land Cover of Puerto Rico, a Component of the Caribbean Biodiversity Hotspot. Caribbean Journal of Science, Vol. 38, No. 3-4, 165-183.

Liogier, H. A. 1985. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands, Vol. I, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 352 pp.

_____1988. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Vol. II, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 481 pp.

_____1994. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Vol. III, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 461 pp.

_____1995. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Vol. IV, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 617 pp.

_____1997. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Vol. V, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 436 pp.

Liogier, H. A. & L. F. Martorell. 1982. Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: A systematic synopsis. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR. 342 pp.

_____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.

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.

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

Proctor, G. R. 1989. Ferns of Puerto Rico and the Virgin Islands. Memoirs of the New York Botanical Garden Vol. 53. The New York Botanical Garden, Bronx, NY, USA. 389 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.

Rivero, J. A. 1998. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. 2da Ed. Revisada. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan, PR. 510 pp.

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

Wunderle, J. M. Jr. 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. USDA, Forest Service Gen Tech. Report SO-100, November 1994. 28 pp

CERTIFICACIÓN

Yo, María Luisa Rivera-Vázquez bióloga, certifico que he preparado el Estudio de Flora y Fauna para la renovación de permiso de extracción de material de la corteza terrestre para unas 179 cuerdas de la cantera CANARICO localizada en el barrio Guayabal del municipio de Juana Díaz, 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.

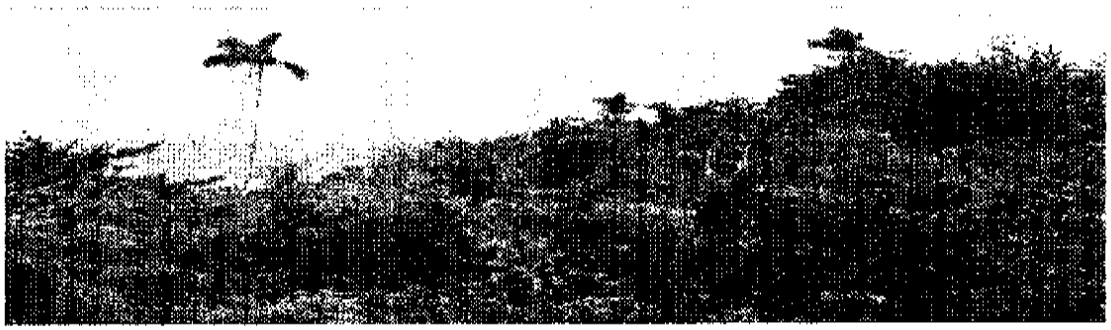
Y para que así conste, firmo la presente certificación en Bayamón, Puerto Rico, hoy **viernes, 14 de noviembre de 2003.**

María Luisa Rivera-Vázquez, MS

ESTUDIO DE FLORA Y FAUNA

RENOVACIÓN PERMISO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE LA CORTEZA TERESTRE

PREPARADO PARA:
CANARICO QUARRIES INC.
BO. GUAYABAL
CARR. PR-5552, KM. 0.4
JUANA DIAZ, PR



PREPARADO POR:
KAREN M. DIAZ ORTIZ
PO BOX 2915
GUAYAMA PR. 00785

FEBRERO 2008

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....**4**
Memorial explicativo.....4
Localización del área.....5
MARCO ECOLÓGICO AMBIENTAL.....**7**
Descripción regional.....7
Descripción general del área de estudio.....8
METODOLOGÍA.....**10**
RESULTADOS.....**12**
Lista de la flora.....12
Lista de la fauna.....20
Elementos críticos.....22
Especies endémicas.....23
EVALUACIÓN DEL HÁBITAT.....**24**
DISCUSIÓN.....**27**
Composición de flora.....29
Composición de fauna.....30
CONCLUSIÓN.....**32**
REFERENCIAS.....**34**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Flora observada en área Este de la propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.....12

Tabla 2. Fauna vertebrada observada en área Este de la Propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.....20

Tabla 3. Fauna invertebrada observada en área Este de la Propiedad de la Cantera Canarico, barrio Guayabal, municipio de Juana Díaz, PR.....21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización cantera Canarico, Sector Cuevitas del barrio Guayabal, Juana Díaz.....6

Figura 2. Foto aérea del área bajo estudio.....9

Figura 3. Composición de una de las dos especies de plantas consideradas como elementos críticos (*Gaussia attenuata*).....22

Figura 4. Composición de dos de las cinco especies de plantas consideradas como especies endémicas (*Roystonea borinquena y Guettarda krugii*).....23

Figura 5. *Melanerpes portoricensis observado en el área de estudio* 24

Figura 6. Vista general del área de estudio al Este de la cantera Canarico.....25

Figura 7. Yagrumo observado en la zona bajo estudio.....28

Figura 8. *Leucaena leucocephala* observada en el área.....29

Figura 9. Porcentaje de especies identificadas por tipo de crecimiento para la zona Este.....30

Figura 10. Fauna general observada en el área de estudio 31

INFORME DE FLORA Y FAUNA

RENOVACIÓN DE PERMISO DE EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE LA CORTEZA TERRESTRE, JUANA DIAZ PUERTO RICO.

INTRODUCCIÓN

MEMORIAL EXPLICATIVO

A petición de la empresa Canarico Quarries, Inc., se procedió a realizar un estudio de flora y fauna en un predio localizado en el barrio Guayabal del municipio de Juana Díaz, Puerto Rico. El predio abarca unas 200 cuerdas de lomas y mogotes, ubicado al Este de la propiedad y adyacente al área de extracciòn actual.

El estudio solicitado se realizó durante los meses de enero y febrero de 2008. El mismo recoge las observaciones más relevantes de la flora y la fauna, identificando los elementos críticos presentes en un área donde no se está llevando a cabo extracciòn de material de la corteza terrestre.

Este informe ha sido preparado con el propòsito de cumplir con las condiciones y requerimientos pautados por las agencies que regulan la actividad de extracciòn en nuestro país. El presente documento describe la metodología y resultados sobre la flora y la fauna observada en un área no impactada por la extracciòn en la cantera Canarico.

A continuación se presentará informe con los hallazgos y conclusiones sobre las especies bajo el estudio en los terrenos propiedad de Canarico Quarries, Inc. Además, se presentará el/los tipo(s) de hábitat en el predio propuesto para la creación del camino a la luz de la Ley #241, Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, del 15 de agosto de 1999 según enmendada, junto a 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.

Localización del área

La renovación del permiso de extracción es para la cantera Canarico que se encuentra en el Sector Cuevitas del barrio Guayabal del municipio de Juana Díaz. El municipio de Juana Díaz se encuentra en la region sur-central de Puerto Rico. Juana Díaz colinda al Este con los municipios de Santa Isabel y Coamo, al norte con Villalba, al noroeste con Jayuya y Orocovis, al Oeste con Ponce, y al Sur con el Mar Caribe. A la cantera se logra acceso por la carretera PR-5552 kilómetro 0.4, entrando por el sur de la propiedad donde se encuentran las oficinas administrativas. El área de estudio comprende parte de los terrenos de la Cantera Canarico, específicamente al lado Este de la propiedad.

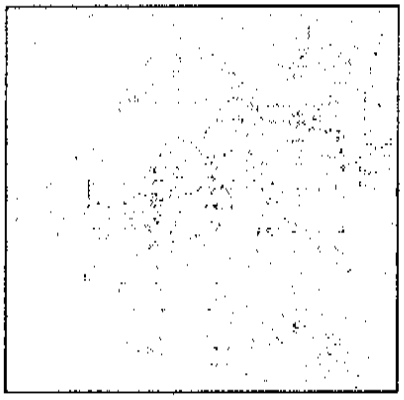


Figura 1. Localización cantera Canarico, Sector Cuevitas del barrio Guayabal, Juana Diaz

MARCO ECOLÓGICO AMBIENTAL

Descripción regional

Según el modelo de Holdridge (Ewel & Whitmore, 1973), la finca bajo estudio se encuentra localizada en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical. Esta zona de vida es la mayor de las seis zonas de vida para Puerto Rico, cubriendo un 58% de la isla. Cuando el modelo de Holdridge delimitó las zonas de vida, definió la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical con una precipitación promedio anual de 1000-1100mm a 2000-2200mm, y una biotemperatura promedio anual de 18° a 24°C. Este patrón de lluvia es similar en regiones con diferentes elevaciones, pero lo que diferencia las zonas de vida en la isla es la capacidad de retención de los suelos y el uso de los mismos. La mayoría de los terrenos de esta zona de vida se encuentran deforestados para propósitos de agricultura, desarrollo urbano e industrialización.

La region alta de Coamo y Juana Díaz presenta una asociaciòn de suelos Caguabo-Mucara-Quebrada con pendientes moderadas a fuertes y buen drenaje, en un clima hùmedo. Esta asociaciòn presenta suelos lòmicos y arcillosos sobre roca dura o meteorizada. Los suelos de las laderas son de la serie Quebrada, los cuales se han formado de material residual meteorizado de rocas volcánicas. Los suelos, en las partes altas, se consideran de poca utilidad para la agricultura. Estos suelos son usados principalmente por la industria de la construcciòn para la extarcciòn de material prima.

"Helmer et. Al. (2002) y Areces-Mallea et. Al. (1999) coinciden en que a causa de los suelos y la precipitación, la zona exhibe una vegetación característica de bosque húmedo de origen volcánico leñosa observada en la región como Bosque Húmedo Estacional de Tierras Bajas Siempre verde (Lowland moist seasonal evergreen forest). Esta vegetación se ajusta a la vegetación descrita por Ewel & Whitmore (1973) para la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical.

A causa de los suelos y la precipitaciòn, la zona exhibe una vegetaciòn caracterìsticas de bosque hùmedo de origen volcánico sedimentario. Por lo que, es de esperarse una vegetaciòn arbòrea comùn de lugares hùmedos, adaptada a las condiciones y caracterìsticas del suelo presente en las laderas que conforman la montaña de la cantera.

Descripción general del área de estudio

La cantera Canarico ha estado bajo operación desde la década de los 70's. Esta cantera se encuentra en la cara sur de una de las montañas que forman parte de la cadena montañosa que corre de Este a Oeste, desde Coamo a Juana Díaz, al sur de la represa Toa Vaca.

Los terrenos de la cantera presentan una topografía alterada de terrazas, con caminos que serpentean por la montaña hasta llegar a la cima. Hacia el Este, pueden observarse varios picos o promontorios que sobresalen a lo largo de las laderas de la montaña principal.

Actualmente, las actividades de extracciòn se concentran en la parte alta e intermedia de la montaña, en los terrenos que colindan con la parte del área de estudio.

Figura 2. Foto aérea del área bajo estudio.