

**La Aplicación del Análisis de Fosfatos como Técnica
de Prospección Arqueológica para Diagnosticar Areas
de Actividad en el Sitio Arqueológico de
Ixtutz, Dolores, Petén**

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Alvaro Luis Jacobo González

Tesis para optar el grado de Licenciado en Arqueología

Area de Arqueología

Escuela de Historia

Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, 1993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Vocal Segundo

Lic. Olga Perez de Lara

Vocal Tercero

Br. Rafael Valladares

Vocal Cuarto

Br. Guillermo Mesa

Vocal Quinto

Br. Abdel Aucar

Secretario

Lic. Oscar Haeussler Paredes

Comité de Tesis

Presidente

Dr. Juan Pedro Laporte Molina

Lector

Lic. Héctor Leonel Escobedo Ayala

Lector

Lic. Oswaldo Chinchilla Mazariegos



ESCUELA DE HISTORIA

Ciudad Universitaria, Zona 13
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
26 de mayo de 1993

Señores
Consejo Directivo
Escuela de Historia
Universidad de San Carlos
Presente

Señoras:

Por este medio presento el trabajo de tesis profesional realizado por el estudiante Alvaro Luis Jacobo González, Carnet No. 22458, para obtener el grado de Licenciado en Arqueología. La tesis lleva por título "LA APLICACION DEL ANALISIS DE FOSFATOS COMO TECNICA DE PROSPECCION ARQUEOLOGICA PARA DIAGNOSTICAR AREAS DE ACTIVIDAD EN EL SITIO ARQUEOLOGICO DE IXTUTZ, DOLORES, PETEN".

El presente trabajo de investigación incluyó tanto actividades de campo como de gabinete en la región de Dolores, Petén.

En mi calidad de asesor de esta tesis, me es grato comunicarles que la presente investigación merece mi aprobación, por lo que ruego a ustedes se nombre el Comité de Tesis respectivo.

Sin otro particular quedo atentamente,

"EDUCAR Y ENSEÑAR A TODOS"

Juan Pedro Laporte
Dr. Juan Pedro Laporte
Asesor de Tesis



Guatemala,
1 de julio de 1993

ESCUELA DE HISTORIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

Señores
Consejo Directivo
Escuela de Historia
Presente

Señores:

Atentamente, nos dirigimos a ustedes, con el objeto de rendir informe sobre el trabajo de tesis del estudiante ALVARO LUIS JACOBO GONZALEZ, carnet No. 22458, que se titula "LA APLICACION DEL ANALISIS DE FOSFATO COMO TECNICA DE PROSPECCION ARQUEOLOGICA PARA DIAGNOSTICAR AREAS DE ACTIVIDAD EN EL SITIO ARQUEOLOGICO DE IXTUTZ, DOLORES, PETEN".

En cumplimiento con lo establecido en el reglamento de tesis vigente, hemos examinado y discutido el mencionado trabajo, así como se formuló al autor las observaciones que estimamos pertinentes, las que fueron atendidas en esta versión que ahora presentamos.

Habiéndose realizado tales cambios y cumpliéndose con las indicaciones señaladas, rendimos informe final al indicar que a nuestro criterio el trabajo de tesis del estudiante Jacobo merece nuestra aprobación para poder sustentar el examen previo a obtener el grado de Licenciado en Arqueología.

Respetuosamente nos suscribimos de ustedes,

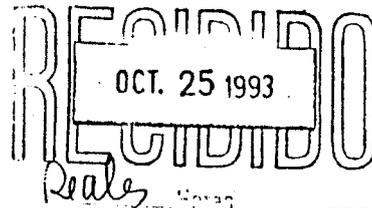
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Juan Pedro Laporte
Dr. Juan Pedro Laporte
Presidente Comité de Tesis

Oswaldo Chinchilla
Lic. Oswaldo Chinchilla
Miembro Comité de Tesis

L. Escobedo
Lic. Hector L. Escobedo
Miembro Comité de Tesis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE HISTORIA



A Dios

y

A Mi Familia Con Amor

Agradecimientos

Deseo expresar mi gratitud al Dr. Juan Pedro Laporte por su estímulo, apoyo y asesoría en la realización de este trabajo.

De manera especial debo expresar mis agradecimientos al Lic. Oswaldo Chinchilla y al Lic. Hector Escobedo por la revisión, consejos y opiniones vertidas.

Al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos por la colaboración prestada para la realización de la fase de análisis de suelos.

Agradezco a la Asociación Tikal por su contribución a sufragar los gastos de la investigación.

A Edgar Ortega por la elaboración de los dibujos que aquí se presentan.

A la población de Dolores e incansables trabajadores del Proyecto Atlas Arqueológico por el invaluable apoyo durante la fase de campo.

A mi familia por su comprensión durante el transcurso de mi carrera.

A todos mis amigos y compañeros que de una forma o de otra contribuyeron a la realización de este trabajo.

Contenido

Introducción	1
CAPÍTULO I	
Marco General	3
1.1 Descripción Geográfica del Area	3
1.2 Características Ecológicas	4
1.3 Aspectos Edáficos	5
1.4 Hidrología	6
1.5 Tenencia de la Tierra	6
1.6 Aspectos Socioeconómicos	7
1.7 Población	8
1.8 Antecedentes Arqueológicos	10
1.8.1 Ubicación y Características del Sitio Arqueológico de Ixtutz	10
1.8.2 Descripción del Sitio	11
1.8.2.1 Patrón de Asentamiento	14
1.8.2.2 Monumentos de Ixtutz	14
1.8.3 Investigaciones Arqueológicas Previas	17
1.9 Prospección Química	18
CAPÍTULO II	
Metodología y Técnicas de Investigación	25
2.1 Justificación de la Investigación	25
2.2 Objetivos	26
2.2.1 Objetivo General	26
2.2.2 Objetivos Específicos	26
2.3 Hipótesis	27
2.4 Metodología	27

CAPÍTULO III

Universo de Estudio	39
3.1 Recursos	41
3.1.1 Recursos Humanos	41
3.1.2 Recursos Físicos	41
3.2 Procedimiento	42
3.2.1 Fundamentos de Muestreo	42
3.2.2 Procedimiento	45
3.2.3 Procesamiento	48
3.2.4 Análisis	48
3.2.4.1 Análisis Físico Químico	48
3.2.4.2 Análisis de Fosfatos	49
3.2.4.2.1 Método Colorimétrico de Anillos	49
3.2.4.2.2 Método Carolina del Norte	51

CAPÍTULO IV

Resultados del Análisis Químico	55
--	----

CAPÍTULO V

Conclusiones	61
Referencias Bibliográficas	65
Anexo 1	
Listado de Especies Forestales	82
Anexo 2	
Lista de Materiales, Equipo y Reactivos de Laboratorio Portátil	91
Cuadro 1	
Resultado del Análisis Físico Químico	93
Cuadro 2	
Resultado del Análisis Químico	95

Listado de Figuras

Figura 1 - Cuenca del río La Pasión.

Figura 2 - Area protegida propuesta, INTA 1992.

- Distribución de grupos arqueológicos.

Figura 3 - Sector central Ixtutz, Petén.

Figura 4 - Puntos de muestreo para análisis químico y físico.

Figura 5 - Valores relativos del Análisis Colorimétrico de Anillos en perfiles estratigráficos.

Figura 6 - Perfiles estratigráficos de las operaciones 6-11, 6-12, 6-13 y 6-14.

Figura 7 - Planta de ubicación de pozos dirigidos, estructuras y calzadas.

Figura 8 - Perfiles estratigráficos de pozos dirigidos (suboperaciones 6-15, 6-16, 6-17 y 6-18).

Figura 9 - Planta y perfil de estructura 1.

Figura 10 - Líneas de contorno de densidad de fosfatos.

Figura 11 - Sombreado de densidad de fosfatos.

Figura 12 - Líneas de contorno de densidad de potasio.

Figura 13 - Sombreado de densidad de potasio.

ANEXOS

Anexo 1 - Listado de especies forestales de la región.

Anexo 2 - Materiales, equipo y reactivos de laboratorio portátil.

CUADRO

Cuadro 1 - Resultado del análisis físico químico de los perfiles estratigráficos de las operaciones 6-11, 6-12, 6-13 y 6-14.

Cuadro 2 - Resultado del análisis químico dentro de la retícula.

Introducción

El grado de evolución alcanzado por las técnicas de prospección arqueológica como herramienta de investigación, plantea nuevas alternativas que hacen de la arqueología una ciencia explicativa de los procesos culturales prehispánicos.

Si bien es cierto que la cultura material representa la estructura del sistema cultural total, su análisis debe de realizarse a través de una aproximación sistemática relativa a los procesos de cambio y su articulación con el ambiente físico y biológico. El desarrollo de técnicas para el análisis de datos en términos estructurales es muy importante ya que es la estructura de los restos arqueológicos lo que determina su relación con los sistemas culturales y el ambiente ecológico.

La aplicación de las técnicas de excavación para recopilar información de sitios arqueológicos significa la destrucción del contexto de interrelaciones entre los elementos del sitio, lo cual resulta a menudo en la pérdida total de información cultural potencial que podría ser recuperada. A fin de minimizar ésto, la aplicabilidad de las técnicas de prospección química se hace cada vez mas necesaria desde el punto de vista científico y económico. El enriquecimiento del suelo puede ser detectado en el campo y a nivel de laboratorio, dependiendo de el grado de retención o fijación de los elementos químicos involucrados y su acumulación a través del tiempo. A nivel de asentamiento, los suelos presentan anomalías en su pH e incrementos de concentración de diferentes compuestos de calcio, aluminio, nitrógeno, carbono, fósforo y ciertos metales traza. El análisis de fosfatos inorgánicos del suelo se fundamenta en las alteraciones del contenido químico del suelo producto de las actividades humanas. Estos cambios pueden ser medidos en términos cualitativos a nivel de campo y cuantitativos a nivel de laboratorio.

La presente investigación constituye un acercamiento a la aplicación de la técnica de prospección química de antrosoles para determinar áreas de actividad en el sitio de Ixtutz, municipio de Dolores, Petén.

Se ha planteado como objetivo principal de la investigación, desarrollar una metodología de análisis que aporte datos relevantes a través de la observación y el muestreo, basado en criterios ecofactuales, que conduzcan el trabajo de campo a un proceso de investigación confiable, explicativo y bien planificado, acorde con los recursos propios de la arqueología guatemalteca.

Marco General

1.1 Descripción Geográfica del Area

El sureste de El Petén está comprendido dentro del sistema de provincias fisiográficas conocido como Cinturón Plegado del Lacandón. Esta zona, también conocida como "Arco La Libertad", se caracteriza por estar formada por una serie de plegamientos geológicos que se presentan en intervalos cortos. Su geomorfología ha originado una serie de pequeños cerros redondeados de origen calcáreo. La estratigrafía de ésta región está conformada de material calizo y dolomitas; sobre ellos se desarrolla una topografía típica del Karst, en la cual se suelen encontrar sumideros. En general, la región está comprendida en la sección suroeste de las Montañas Mayas, por lo que la topografía incluye macizos montañosos, lagunas y llanuras aluviales (URL 1984:31).

El municipio de Dolores comprende la fracción noroeste de las Montañas Mayas, que también se extienden en un sector considerable de Belice. Cuenta con las siguientes elevaciones: Mopán, Poxté, San Clemente, San Juan, San Lorenzo, Xaan y Yaltutú.

Las Montañas Mayas están integradas por cadenas de cerros que aparecen delimitadas por grandes fallas geológicas hacia el norte y sur, con variaciones de alturas entre 300 y 1000 m SNM; estas disminuyen gradualmente al oeste siguiendo los bordes de las estructuras geológicas. El límite este se halla posiblemente formado por una falla mayor que corre norte-noroeste en forma paralela con la actual línea costera del Atlántico (Bateson y Hall 1977; Weyl 1980:86).

Esta cadena montañosa se encuentra conformada por rocas sedimentarias del Paleozóico Superior, con intrusiones de rocas volcánicas y plutónicas más jóvenes, que incluyen granitos, porfirita y cuarzitas circundadas por piedras calizas del Cretácico-Eoceno del grupo Santa Rosa y hacia el oeste por sedimentos costeros cuaternarios (Bateson y Hall 1977:20-25; Weyl 1980:86,90).

La meseta alta de dichas montañas está integrada por rocas calizas sedimentarias del cretáceo de las series Río Dulce. Se localizan rocas dolomíticas con incrustaciones de conchas fosilizadas. Asociado a éste estrato se encuentra pedernal, cuarzo y piritita (Hammond 1975:14-15).

El desarrollo geomorfológico de la región evidencia la existencia de diversidad de recursos naturales mineralógicos como el granito, pizarra, esquisto, ceniza volcánica, caolín, pómez, pedernal, cuarzo, pirita, alabastro, albita, cobre y oro. Estos productos pudieron ser utilizados en la elaboración de artefactos directamente en el área, lo que tiene implicaciones teóricas para replantear la esfera de integración socioeconómica en el área (Graham 1987).

1.2 Características Ecológicas

De acuerdo a la clasificación climática de Thorntwaite (URL 1984:33), el sistema está comprendido dentro de la clasificación A'b'Br, es decir, tiene las siguientes características

- A,- Clima cálido
- b'- invierno benigno y temperaturas que promedian arriba de los 25°C
- B - húmedo, con vegetación natural tipo bosque
- r - sin estación seca bien definida

Las zonas de vida están comprendidas dentro de la clasificación de Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido). Esta zona es la más extensa de Guatemala y ocupa un primer lugar en cuanto al uso de los recursos. En el norte del país, la zona incluye el departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché, parte del departamento de Huehuetenango y la parte sur del departamento de Petén, específicamente Sayaxché, San Luis, Poptún y Dolores (De La Cruz 1982:22-23). La superficie total de la zona es de 40700 km², lo que representa el 37.41 % de la superficie del país.

Las condiciones climáticas son muy variables debido a los vientos. El régimen de lluvias es de mayor duración, por lo que su influencia en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación natural es apreciable. La precipitación pluvial indica valores de 1587 a 2066 mm anuales relacionados con biotemperaturas que van de 25 a 35°C.

La estación meteorológica del INSIVUMEH (1992) ubicada en el aeropuerto de Poptún, Latitud 16°19'29" y Longitud 89°25'08", a una elevación de 500 m SNM, registró para los últimos seis años (1985-1990) los siguientes parámetros climáticos:

Precipitación - 1832.8 mm

Temperaturas medias - 22.9°C

Temperaturas medias máxima y mínima - 28.4° y 18.12°C

Humedad Relativa - 82%

La topografía varía desde plana hasta accidentada con elevaciones que fluctúan entre 80 y 1600 m SNM. En cuanto a la vegetación natural, su composición florística es muy variada, destacándose las siguientes especies indicadoras: Corozo (*Orbignya cohune*); Canxán, naranjo (*Terminalia amazonia*); Ramón Blanco (*Brosimum alicastrum*); Machiche, Palo Gusano (*Lonchocarpus spp.*); Palo Sangre (*Virola spp.*); Guarumo (*Cecropia spp.*); Ceiba (*Ceiba pentandra*); San Juan (*Vochysia hondurensis*) y Pino del Petén (*Pinus caribaea*).

En base a una entrevista con el Sr. Rufilo Guzmán, laborante del Proyecto Atlas Arqueológico, se identificaron una serie de especies forestales nativas de importancia económica y otras que sirven de alimento a especies faunísticas como aves y algunos mamíferos (cuadro 1).

Del total de especies registradas, el 38% son importantes en la alimentación de aves; 9% en la alimentación de mamíferos silvestres; 39.5% utilizadas en construcción y madera para leña; y el 13% son utilizadas con propósitos diversos. Dadas las características que presentan el Sactanté y el Malerio (forma recta), han sido objeto de una extracción no planificada, específicamente en la fabricación de vigas, por lo que actualmente están en proceso de extinción en la zona. Algunas especies de bejucos son importantes para la elaboración de antiofídicos de carácter biológico curativo como el Uaco; otros se utilizan como fuente de agua como el Pimienta y Dulce. Entre las especies antiofídicas se hacen algunas mezclas que incluyen el Guarumo, Martina y el Chuac. Dentro de la estratificación del bosque, existen algunas especies de palmáceas de importancia económica y comestibles ubicadas en el sotobosque como el Xate, Pata de Vaca, Pacaya, Chapay y Escoba.

1.3 Aspectos Edáficos

En cuanto a aspectos edáficos, el sureste de Petén presenta características correspondientes al Grupo de Suelos de las Sabanas, es decir, son suelos pobres en contenido de materia orgánica y nutrientes, de textura arcillosa, fuertemente lavados y con valores de pH ácido.

Respecto al valle de Dolores, los suelos son bastante productivos y adecuados para actividades agrícolas. Básicamente se dividen en dos grupos: a) suelos poco profundos y bien drenados de la serie Cuxú, Chacalté y Guapaca; y b) suelos profundos con drenaje malo o deficiente correspondientes a la serie Mopán. La fertilidad de los primeros va desde moderada a muy alta, con erosión de alta a muy alta, mientras que los segundos tienen fertilidad alta y erosión muy baja (Simmons *et al.* 1959:580-581).

1.4 Hidrología

Las características hidrológicas del área corresponden a la vertiente oeste de las Montañas Mayas. El drenaje natural se dirige a la cuenca del Río La Pasión a través de las subcuencas de los ríos Machaquilá, San Juan y Poxté (fig 1). Este último es el que recibe directamente el drenaje de la subcuenca correspondiente al sitio arqueológico de Ixtutz (Laporte 1987:30; INSIVUMEH 1981:171-173).

1.5 Tenencia de la Tierra

El municipio de Dolores cuenta una extensión territorial de 3050 km². El ejido municipal de Dolores ubicado hacia el este de la carretera hacia Flores fue legalizado el 17 de febrero de 1978 en el Registro General de la Propiedad bajo la finca No.1127, folio 235, libro 8 de Petén. Abarca un área total de 250 caballerías, 2 manzanas, 9788.08 varas², lo cual representa aproximadamente menos del 1% del municipio. El sistema de uso de la tierra dentro del ejido se basa en un arrendamiento agrícola consistente en un pago de Q.2.00/manzana/año para uso agrícola, y para uso ganadero de Q.5.00/manzana/año. El tamaño de parcelas oscila entre 25-30 manzanas o menos, destinándose para la producción agropecuaria.

El resto del municipio está comprendido por fincas privadas de diversa extensión ubicadas hacia el oeste a lo largo de las planicies y áreas montañosas que se dirigen hacia la cuenca del río La Pasión. También hay fincas en el río Mopán medio, es decir al norte de la cabecera municipal.

La caracterización del Sistema de Areas Protegidas de Petén (SIAP), ha establecido para el municipio de Dolores un total de seis áreas protegidas propuestas que cubren 42650 hectáreas, equivalente a 426.5 km² (Godoy y Castro 1991:51-136).

Nombre y Categoría de Manejo	Municipio	Extensión
1. Monumento Arqueológico Ixcún	Dolores	400 Has.
2. Monumento Natural Yaltutú	Dolores	900 "
3. Monumento Natural Río Mopán	Dolores	3750 "
4. Monumento Arqueológico Ucanal	Dolores	600 "
5. Parque Nacional Machaquilá y Cueva de San Miguel	Poptún- Dolores	15000 "
6. Reserva Forestal Chiquibul	Poptún- Dolores, Melchor de Mencos, San Luis	22000 "

Otras reservas se encuentran en los municipios del Poptún, San Luis, Sayaxché, Santa Ana y San Francisco. Estas comprenden:

7. Reserva Forestal San Juan- San Martín	Poptún, Sayaxché, Santa Ana y Sn. Francisco	68000 "
8. Reserva Forestal Santa Amelia	Poptún San Luis	41000 "
9. Biotopo Protegido Pinos de Poptún	Poptún	11000 "

1.6 Aspectos Socioeconómicos

En cuanto a la actividad productiva, la economía del municipio de Dolores se basa en la producción agropecuaria localizada en las áreas planas o valles intermedios y colinas aledañas a las

cuencas de los rios principales. La producción se centraliza en el cultivo de maíz y frijol, con otros cultivos de segunda importancia como arroz, cacao, caña de azucar, piña y frutales cítricos.

La actividad ganadera se realiza en las áreas planas ubicadas al norte y noroeste de Dolores.

Los ciclos de cultivo se han adaptado de acuerdo a la época de lluvias en la zona. Entrevistas realizadas con agricultores de la región, permitieron definir las siguientes épocas de siembra:

1. Siembra de primera o de fuego, que corresponde a la siembra realizada al inicio de las lluvias durante el mes de mayo, para cosechar a partir de octubre.
2. Siembra de segunda o yaxkin, que se realiza a partir de noviembre, para cosechar en abril.
3. Siembra de humedad, chagüite o San José, efectuada durante el mes de marzo, para cosechar a partir de agosto.

Estos ciclos van precedidos de las actividades de selección del terreno y limpia, la cual consiste en tumbar y quemar bosque natural o regenerado (guamil) y sembrar.

1.7 Población

La distribución de la población por municipio en el departamento de Petén refleja una variabilidad y concentración localizada en cuatro municipios del sur del Petén, en los cuales se encuentra el 50% del total de habitantes, mientras que en los del norte solamente se tiene el 20.8%. Esta distribución desigual entre la parte norte y sur del departamento va en incremento debido a los movimientos migratorios procedentes de los departamentos orientales (Jutiapa, Jalapa, Santa Rosa, Chiquimula, Zacapa e Izabal); Costa Sur (Escuintla) y algunos sectores del Altiplano Central (Alta y Baja Verapaz). No existen datos fehacientes sobre las tasas migratorias hacia el departamento, pero se tienen estimaciones informales de 10000 habitantes/año, lo cual da una tasa aproximada de crecimiento global anual entre 8 y 10%.

Los datos aportados para la población existente definen para el municipio de Dolores un total de 41195 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 8.96% para 1991 (Encuesta Sociodemográfica y Agroforestal, Petén 1991).

Las imágenes de LANDSAT de 1976-78 y fotografías aéreas, muestran una colonización masiva del área comprendida entre Flores, Melchor de Mencos y Dolores como Centros y Subcentros Regionales. En 1988, estas mismas imágenes evidencian un crecimiento migratorio acelerado con una progresión global de colonización agrícola y ganadera estimada en 3000 km² anuales. Esto implica un ritmo de deforestación anual aproximado de 30000 ha (Convenio Gobiernos Alemania Guatemala 1991).

Actualmente, el patrón de colonización está influenciado por las políticas de parcelamientos e invasiones de tierras nacionales. La invasión es la forma de adquirir tierras de cultivo dentro de las áreas protegidas y localmente se les conoce como agarradas. Las áreas más antiguamente colonizadas se caracterizan por ser bloques compactos completamente deforestados. El municipio de Dolores cuenta con un área donde se practica agricultura tradicional al norte de las sabanas de Poptún. Dicha área ocupa todo el ejido y con amplias áreas invadidas hacia la frontera de Belice.

El valle del río Mopán sirve de vía de penetración para dos frentes de colonización agrícola, uno desplazándose hacia el sur a partir de Melchor de Mencos y el otro hacia el norte a partir de Sabaneta. El tipo de colonización es espontánea y se extiende rápidamente en dirección a la frontera con Belice, ya que al oeste está limitada por las sabanas y zonas ganaderas de Santo Toribio (Convenio Gobiernos Alemania Guatemala 1991).

Este fenómeno ha incidido en el deterioro ambiental de los recursos naturales, especialmente el recurso bosque y el patrimonio cultural. Esto último se evidencia en los niveles alarmantes de saqueo en la mayoría de sitios arqueológicos reconocidos por el Proyecto Atlas Arqueológico (Laporte 1992).

1.8 Antecedentes Arqueológicos

1.8.1 Ubicación y Características de Ixtutz

De acuerdo a Laporte y Escobedo (1992:90), durante el Clásico Tardío coexistieron cuatro centros rectores en el noroeste de las Montañas Mayas: Sacul al este, Ixtontón al centro, Ixkún al norte e Ixtutz al sur. Dichas entidades debieron constituir comunidades independientes ligadas a una red económica. Estos centros cuentan con monumentos tallados, plazas ceremoniales con diversos arreglos arquitectónicos, calzadas y juegos de pelota.

El sitio de Ixtutz está ubicado en la sección occidental del valle de Dolores 8 km al sureste de la cabecera municipal. La comunicación únicamente es posible por una vereda que parte desde la aldea de Boca del Monte en el paraje conocido como La Borrachera, atravesando un paso natural entre dos serranías bajas. El valle de Ixtutz se encuentra a 400 m SNM, y consiste de varias colinas y pequeñas planicies intermedias con cultivos de maíz, frijol y pastos (Graham 1980:171; Coe, Snow y Benson 1986:231; Laporte y Torres 1987:13).

Declarado como área protegida en 1987, el sitio está circunscrito dentro de los límites de un área propuesta de 1 km² (fig 2), delimitada por las siguientes coordenadas (INTA comunicación personal 1992):

Coordenadas del Parque Arqueológico de Ixtutz		
UTM	GEOGRAFICAS	
346245	89°29'80"	16°29'20"
358244	89°28'28"	16°29'17"
345233	89°29'10"	16°28'41"
357232	89°28'30"	16°28'39"

La vegetación existente es primaria, aunque mucha de ella es regeneración natural debido al derribamiento de una buena cantidad de árboles durante una tormenta en 1961. Por otra parte, ha sido poco investigado y no cuenta con una protección permanente por parte del IDAEH, por lo que el mantenimiento que recibe es poco. A pesar de esto, no muestra evidencia de saqueo (Escobedo 1991:37).

1.8.2 Descripción del Sitio

En los levantamientos originales del sector central de Ixtutz, la sección ceremonial consistió de cinco grupos, varias calzadas, dos aguadas y un área cuadrangular con poca evidencia ocupacional. Resaltando la ausencia de un terreno para el juego de pelota (Greene 1972; I. Graham 1980).

En el plano actualizado (fig 3) por el Atlas Arqueológico de Guatemala, el área central consiste de nueve grupos, tanto de función ceremonial como habitacional, además de los ya mencionados (Laporte 1992).

GRUPO A:

En el grupo A se localiza la Plaza Principal, que cubre un área de 2925 m². Es la mayor del sitio y representa la sección central del asentamiento. Contiene once estructuras de las cuales las principales forman un complejo de carácter astronómico (fig 3).

Existen cuatro pisos ocupacionales, localizándose el estrato de arcillas oxidadas que recubren a la roca natural a 1.60 m de profundidad. Los materiales de superficie y bajo los pisos superiores indican que la actividad en la plaza y la construcción de las estructuras sucedió durante la Fase Tepeu 2 del Clásico Tardío, mientras que los tiestos recuperados en los niveles inferiores señalan una posible ocupación Chicanel.

La estructura 1 al norte, fué construída junto con el piso superior de la plaza en un acción de cerrar el lado norte del patio mediante un grueso relleno de piedra caliza suelta. Es una plataforma rectangular con dos cuerpos que presenta una escalinata central y los paneles 1 y 2 en su fachada (Escobedo 1991:37). Estos paneles debieron estar empotrados en el segundo cuerpo y estan constituídos por bloques esculpidos en altorrelieve representando figuras y jeroglíficos (Laporte y Torres 1987:13).

La estructura 3 ocupa el extremo suroeste de la plaza. Fué construída con bloques de piedra de gran tamaño. Presenta escalones de huella ancha que se reduce a partir del sexto escalón, luego de un descanso. En la plataforma superior se encuentra una banqueta.

Las estructuras 4, 5 y 6 constituyen un largo basamento que cierra el lado sur de la plaza. Compuesto de tres sectores diferenciados, está construido con lajas y poco mortero. No es una estructura de planta simétrica y posee una escalinata ubicada en la sección central. La sección oeste es la parte más baja del basamento y sostiene una larga banqueta y la pequeña estructura 4. La sección este es similar, sosteniendo la estructura 6. La sección central corresponde a la estructura 5, un basamento con dos banquetas superiores. En la parte posterior, el montículo desciende en dos terrazas.

Otras estructuras al centro y sureste de la plaza no tuvieron cambios en la revisión del plano; son de baja altura y pueden representar anexos habilitados durante la etapa final de construcción.

El Complejo de Conmemoración Astronómica está integrado por las estructuras 2, 9, 10 y 11. La estructura 2 al oeste se encuentra en malas condiciones de conservación, con amplias zonas derrumbadas. Presenta al frente los restos fragmentados del monumento 5. No parece tener escalinatas laterales ni posterior. En la parte superior sostuvo una banqueta. Presenta un anexo en la esquina oeste.

La plataforma este es un basamento de 65 m de largo y 2 de altura que sostiene las estructuras 9, 10 y 11. La estructura 10 ocupa la posición central, es de 5 m de altura y no sostuvo una superestructura salvo una plataforma frente a la cual se ubicó la espiga de la estela 7. Las plataformas laterales, es decir, las estructuras 9 y 11, tienen escalinata central y dos banquetas en la parte superior.

La conformación del Complejo parece indicar que las tres estructuras fueron colocadas hacia el frente del basamento general, a manera de dejar un ancho pasillo en la parte posterior de ellas, evitando la proyección central posterior que caracteriza a los demás basamentos del valle de Dolores. Su dimensión general corresponde a un rango menor que los reportados en Ixtontón, Sacul 3, Ixkún y Mopan 3 (Laporte y Escobedo 1992:93).

GRUPO B:

Al noreste del grupo A, se extiende un área rectangular que forma un precinto cerrado de 650 m² conteniendo cinco estructuras alrededor de un patio. Es una plataforma amplia con escalinata frontal al lado este (estructura 15) y un basamento que sostiene dos plataformas (estructura 12) al oeste. El material de superficie señaló ocupación del Clásico Tardío. Por el tipo de estructuras y la dimensión del patio, este grupo representa la segunda unidad ceremonial de Ixtutz.

El grupo J, considerado originalmente como parte del grupo B, está compuesto por tres estructuras, con la mayor en el lado norte de un patio de 450 m² y el lado sur abierto. La ocupación corresponde al Clásico Tardío, aunque tiosos de niveles inferiores pertenecen al Preclásico (Laporte y Escobedo 1992:93).

GRUPO C:

La Calzada Acrópolis conduce hacia una elevación caliza de 45 m de altura en cuya cima se encuentra el grupo C, integrado por siete plataformas bajas dispuestas alrededor de una área de plaza de 670 m², a manera de dejar abierto el lado este del patio. El lado oeste lo ocupa una plataforma con extensión frontal, mientras que la estructura noroeste presenta un recinto funerario abovedado que fué saqueado. Al pie del cerro se localiza una especie de plataforma que sostiene la estela lisa 6.

Otros seis grupos de menor tamaño comparten el perímetro central, los cuales son de carácter habitacional. El principal es el Grupo D, situado al suroeste del Grupo A, consiste de una plataforma basal que sostiene cuatro basamentos de baja altura, dispuestos alrededor de un patio de 250 m², con la estructura principal al lado sur.

Dos conjuntos de estructuras se encuentran al noroeste del área de actividad no determinada (Grupos E y G), cada uno con cuatro montículos bajos, mientras que cercano al Grupo A existen otras tres agrupaciones reducidas e informales (Grupos F, H e I). Aunque de reducido tamaño y disposición informal, estos grupos implican una función residencial para grupos de poder (Laporte y Escobedo 1992:93).

1.8.2.1 Patrón de Asentamiento

En la periferia de Ixtutz fueron reconocidos 24 grupos de carácter habitacional, además de otros 7 conjuntos cercanos al área ceremonial (fig 2).

Los grupos habitacionales están ubicados en la cima de cerros de origen kárstico, como respuesta a las condiciones fisiográficas de esta sección del valle. Por lo general éstos grupos fueron construídos sobre superficies niveladas del terreno en vez de plataformas basales.

En dichos grupos se determinaron 105 estructuras dispuestas en conjuntos que promedian 4.4 montículos por grupo, resultado similar al obtenido para el valle, como también lo fué la dimensión del patio, que promedió 280 m². Patios que superan áreas de 600 m² se encuentran sólomente en el área ceremonial.

En el asentamiento de Ixtutz predominó el carácter cerrado de los patios que podría ser un reflejo de la permanencia habitacional de las unidades en el sitio. Con mayor frecuencia, la estructura principal ocupó el lado este del patio, aunque también es usual encontrarla en el lado sur y norte, a diferencia del patrón general del valle en donde se prefirió la disposición al lado norte, seguida por el lado este.

Dos recintos funerarios depredados fueron localizados en el montículo principal del Grupo Ixtutz 7A y 8. El primero está compuesto de tres cámaras excavadas en la roca caliza, mientras que el segundo es de planta ovoide, tallado en la roca natural y cubierto de seis lajas. Únicamente se recuperó material cerámico en el primer entierro correspondiendo al Preclásico Tardío.

1.8.2.2 Monumentos de Ixtutz

Ixtutz cuenta con 10 monumentos de piedra caliza: cuatro estelas talladas, dos paneles esculpidos, tres estelas lisas y un altar liso. A excepción de la Estela 6, el resto de monumentos se encuentran en la plaza principal. Frente a la plataforma este están alineadas las estelas 1, 2, 3 y 4; la estela 3 tiene un altar fragmentado y desplazado. Las tres primeras presentan las mismas características generales, es decir, personaje principal, cautivo y texto glífico sumamente erosionado. En el extremo sur, la estela 4 estaba caída con la cara tallada hacia abajo, motivo por

el cual Méndez no pudo observarla durante su visita de 1852. Actualmente se halla en exhibición en el Museo Nacional de Arqueología y Etnología; presenta texto glífico y su estado de conservación es muy bueno (Laporte y Escobedo 1992:95).

La estela 5, lisa, se localiza caída frente a la estructura 2 o Pirámide oeste. Por otra parte, al pie del cerro que conduce al Grupo C, se encuentra una plataforma con la estela 6, lisa y rústica.

En el lado norte de la plaza se encuentra la estructura 1, en cuya cercanía, en la superficie fueron localizados varios bloques esculpidos en altorrelieve que representan a los paneles 1 y 2, decorados con figuras y jeroglíficos. Excavaciones recientes sugieren que éstos se encontraban empotrados a ambos lados de la escalinata en el segundo cuerpo de la estructura.

Laporte y Escobedo (1992:95) hacen referencia a que de todos los monumentos, únicamente la estela 4 puede ser fechada, ya que presenta la Rueda Calendárica 12 Ahau 8 Pax que corresponde a la Cuenta Larga 9.17.0.0.0 (771 dC). Por medio del análisis estilístico, se considera que el resto data del Clásico Tardío entre 9.16.0.0.0 (761 dC) y 9.19.0.0.0 (810 dC). Este rasgo es similar a las fechas registradas en los monumentos de los sitios vecinos de Ixkún, Ixtontón, El Chal y Xutilhá, que presentan aproximadamente el mismo rango de variación cronológica, aspecto que tiene importantes implicaciones en la historia y evolución de la organización sociopolítica de los centros mayores de la región.

Se han reconocido dos glifos emblema para los sitios del noroeste de las Montañas Mayas, los de Ixtutz y Sacul que fueron identificados por Mathews (1976). Por otra parte A. Stone (1989) reportó en las inscripciones de la Cueva de Naj Tunich algunas inscripciones que podrían corresponder a glifos emblema de Ixtutz y Sacul (Escobedo 1991:65).

El glifo emblema de Ixtutz aparece en las inscripciones de la Estela 4 (B4), y en los paneles jeroglíficos de la Estructura 1 (panel 1: bloque II-3, y posiblemente en el bloque XI-3; panel 2: bloque VII-5). Tiene los prefijos del "grupo de agua" T32, T38 y T41, que se leen k'ul "divino", "sagrado". El signo principal es el T526 kab, y presenta generalmente como superfijo el número cinco ho. Como es usual en los glifos emblema, lleva como superfijo el T168 ahaw, y como sufijo el complemento fonético T130 wa. El glifo emblema de Ixtutz se lee k'ul ahaw ho kab, "el sagrado señor Cinco Tierra" (Escobedo 1991:41).

En cuanto a los gobernantes de Ixtutz, Escobedo (1991:67) hace ver que no existe expresión alguna de parentesco que permita esclarecer la presencia de alguna secuencia dinástica. Solamente ha sido posible identificar el nombre del gobernante sujeto del evento que conmemora la estela 4. Houston (1984:792) lo denominó como "Hueso Pax", debido a que su glifo nominal se compone básicamente de dos elementos, el T111, logograma para bak "hueso", y una cabeza antropomorfa que por presentar nariz aguileña, atributos de jaguar y carencia de mandíbula inferior, corresponde a la deidad patronal del mes pax. En el panel 1 aparece registrada la expresión "el guardian de Doble Hueso", título utilizado por Hueso Pax en la estela 4; siendo el mismo elemento escultórico del panel 2, se considera que ambos fueron dedicados por este gobernante. Por lo tanto, la expresión 3 katunes, registrada en el panel 2, haría referencia a la edad de Hueso Pax, quien al momento de erigirse el monumento se encontraba entre los 40 y 60 años de edad (Escobedo 1991:67).

Referente a las interacciones, el glifo emblema del sitio de Dos Pilas, localizado 87 km al suroeste de Ixtutz, forma parte de una cláusula de la estela 4 (A5), la cual registra una visita real. Esto indica la presencia en Ixtutz, de uno de los últimos gobernantes de Dos Pilas como testigo en la conmemoración de fin de período del gobernante Hueso Pax en 9.17.10.0.0 (771 dC). Este suceso involucró la colocación de la estela 4 en la plaza principal del sitio (Escobedo 1991:68).

De acuerdo a Laporte y Escobedo (1992:96) el limitado espacio temporal en que fueron dedicados los monumentos de Ixtutz pudiera reflejar su tardío surgimiento como centro rector en el espectro sociopolítico del sureste del Peten. Sin embargo, excavaciones de sondeo han revelado materiales cerámicos que corresponden a los períodos Preclásico Tardío y Clásico Temprano, lo cual indica que Ixtutz era ya un centro importante antes de la erección de sus monumentos. Las inscripciones no diagnostican una ocupación tardía, sino un cambio cualitativo en la complejidad de la organización sociopolítica y una unificación en el criterio de la erección de monumentos como rasgo diagnóstico de la hegemonía de un centro sobre otro.

Escobedo (1991:74) considera que en la parte final de el período Clásico Tardío, como resultado de un cambio cualitativo en la complejidad de la organización socio-política en la zona noroeste de las Montañas Mayas, coexistieron cuatro entidades políticas autónomas: Ixtutz al oeste, Ixkún al norte, Ixtontón al centro y Sacul al este. La dedicación de monumentos esculpidos con la utilización de glifos emblema propios expresan su autonomía política, la cual continúa con cierta trascendencia durante el Clásico Terminal hacia el 825 dC en que los centros de la zona cesan de

erigir monumentos pero no son abandonados. La población y la construcción parecen haber continuado con cierta trascendencia hacia finales del período en que los centros rectores de la zona, incluyendo Ixtutz, fueron finalmente despoblados.

1.8.3 Investigaciones Arqueológicas Previas

Laporte y Escobedo (1992:90) refiere que el primer reporte sobre el sitio se debe al coronel Modesto Méndez, Gobernador de Petén, quien informado por Juan de la Cruz Hoil, cura rector de Dolores, visitó Ixtutz e Ixkún en 1852.

En 1853, Ritter dió a conocer en Alemania los resultados de la expedición guatemalteca y Blom en 1940 reconoció a Méndez como el descubridor de Ixtutz e Ixkún. Sin embargo, el hallazgo pasó inadvertido durante mucho tiempo (Laporte y Escobedo 1992:91).

Méndez parece haber comisionado a Eusebio Lara el registro gráfico de las estelas; pero Hammond (1984a) se inclina a pensar que los de Ixkún e Ixtutz no fueron hechos por el mismo artista. Mayer (1984) hizo ver que Blom identificó de manera incorrecta un dibujo que representa la estela 1 de Ixtutz, como la estela 5 de Ixkún. Posteriormente, Graham (1980) identificó otro de los dibujos de Lara como la estela 3 de Ixtutz (Laporte y Escobedo 1992:91).

En 1949, geólogos norteamericanos que buscaban petróleo en la zona de Dolores y Poptún llegaron a Ixtutz. No obstante, haber llegado a conocimiento de la Institución Carnegie de Washington, ésta relocalización del centro también pasó inadvertida y no fué hasta 1970 y 1971, cuando Ixtutz volvió a ser visitado (Laporte y Escobedo 1992:91).

Merle Greene Robertson (1972) como parte de un programa de registro de monumentos Mayas, trazó el primer plano de las ruinas e hizo calcos de los monumentos. Descubrió además algunos de los fragmentos del Panel 1 y reportó la cara esculpida de la Estela 4 (J. Graham 1973). Durante ése mismo año, Ian Graham (1980), acompañado po Eric von Euw, realizó un nuevo plano del sitio, dibujos y fotografías de todos los monumentos. Transportó además, la estela 4 y algunos bloques del pánel 1 hacia el Museo Nacional de Arqueología y Etnología de Guatemala (Laporte y Escobedo 1992:91).

En 1977, Arlen y Diane Chase visitaron Ixtutz y reportaron la presencia de un terreno dedicado a la agricultura intensiva, refiriéndose al área de forma cuadrangular que se encuentra al lado norte de la zona ceremonial. En 1985, miembros el Proyecto Nacional Tikal llevaron a cabo algunos sondeos menores en Ixtutz y un reconcimiento de los grupos que componen el sector central del sitio (Laporte y Escobedo 1992:91).

A partir de 1987, el proyecto Atlas Arqueológico de Guatemala ha conducido excavaciones limitadas en el sitio, las que incluyeron la exploración de la estructura norte de la plaza principal. También se realizó un reconocimiento de los grupos periféricos que conformaron a éste centro rector y el registro, análisis y lectura de las inscripciones (Escobedo 1991).

1.9 Prospección Química

El fosfato en el sistema suelo/planta se encuentra en la forma de radical ortofosfato¹ en combinación inorgánica con cationes² de hidrógeno y elementos metálicos, así como en combinación orgánica con varias sustancias (Limbrey 1975:69).

El trifosfato de adenosina (ATP), un compuesto de la base nitrogenada adenina, el azúcar ribosa y tres radicales fosfato contienen dos enlaces "altamente energéticos" entre fosfatos. La formación y ruptura de estos enlaces es el medio por el cual la energía en todas las células vivientes es incorporada a los azúcares por la fotosíntesis y transferido de ellos a todas las reacciones energéticas involucradas en los procesos de la vida. Por otra parte, el fosfato es parte de la estructura de los ácidos nucleicos y también está presente en los fosfolípidos, sustancias grasas en materiales estructurales y reservas alimenticias, y es un componente de algunas proteínas (Limbrey 1975:69).

En los animales vertebrados el fósforo es utilizado en la mayor cantidad en la formación de huesos, cuyo mineral componente es el fosfato de calcio hidroxiapatita (Limbrey 1975:69).

¹ Ortofosfatos: sales derivadas del ácido ortofosfórico en el cual el fosfato tiene un número de oxidación mayor de cinco.

² Cation: es un átomo que ha perdido electrones y que por lo tanto tiene carga positiva.

En el componente suelo, el fósforo se origina de rocas meteorizadas, siendo los tipos ígneos los que aportan las mayores cantidades de fosfatos. Cantidades significativas están presentes en la familia de las apatitas ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH}, \text{F} \text{ ó } \text{Cl})_2$) (Eidt 1984:27).

El fósforo difiere del nitrógeno y azufre en que la forma en que puede ser absorbido³ de la solución del suelo es un ión de baja solubilidad en la mayoría de condiciones de suelos normales. El fosfato es liberado al suelo a partir de minerales primarios, hueso y combinaciones orgánicas en los siguientes estados de valencia⁴:

PO_4^{3-} (fosfato), HPO_4^{2-} (anhídrido fosfórico) y H_2PO_4 (ácido fosfórico). Estos forman sales con el calcio, hierro y aluminio, cuyas solubilidades varían en gran forma con las condiciones del pH.⁵

Bajo condiciones alcalinas se forman fosfatos de calcio insolubles y si el carbonato de calcio está presente se forma una combinación carbonato-fosfato, por sustitución de fosfato por carbonato en la red cristalina.

En condiciones ácidas, los fosfatos de calcio se tornan más solubles asociándose el fosfato con hidróxidos de hierro y aluminio y minerales arcillosos, desplazando iones hidroxilo. La reacción puede caracterizarse como una adsorción⁶ por medio de intercambio de aniones⁷ o como formación de fosfatos de hierro y aluminio bajo la forma de delgadas capas en la superficie hidroxilo. Cuando estas capas se están formando, son muy delgadas y el poder de adsorción es bajo; el fosfato puede ser fácilmente desplazado por iones hidroxilo y está en equilibrio con los

³ Absorción: función por la cual un órgano o cuerpo atrae y retiene en su interior materias líquidas o gaseosas. La textura del suelo permite absorber el agua y retenerla. Los suelos arenosos no retienen el agua, mientras que los arcillosos poseen gran poder de retención.

⁴ Valencia: electrones que serán utilizados en la formación de enlaces con otros átomos y los cuales están en los niveles de energía externa del átomo.

⁵ pH: es el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidroxilo en una solución. En términos generales, se dice que las sustancias se pueden clasificar de la siguiente manera:

pH 1-7 = ácida
pH 7 = neutra
pH 7-14 = básica o alcalina

⁶ Adsorción: en química coloidal se entiende como un fenómeno de retención en la superficie interior o exterior de un retículo cristalino, de iones movilizados de otra sustancia, que se llama cambio.

⁷ Anion: es un átomo que ha ganado electrones y que por lo tanto tiene carga negativa.

iones fosfato en la solución. Con la acumulación de mas fosfato, hierro cristalino fuertemente ligado y fosfatos de aluminio, muy asociado con los hidróxidos, se tornan inaccesibles al intercambio con los iones en la solución y son no asimilables a corto plazo por las plantas. El fosfato en equilibrio con los iones en solución y por lo tanto aprovechable para reponer lo tomado por las plantas, se conoce como "el fosfato disponible del suelo".

Debido a que los suelos neutros y alcalinos usualmente contienen suficiente calcio, y casi todos los suelos contienen suficientes hidróxidos de hierro y aluminio, para inmovilizar grandes cantidades de fosfato, la mayoría del fosfato inorgánico en los suelos está en una o la otra de las formas insolubles. En suelos cercanos a pH neutro, todas las formas están presentes.

Cuando el pH se eleva hay mas iones hidroxilo disponibles para desplazar fosfato del hierro y en menor amplitud de los fosfatos de aluminio, pero el fosfato desplazado inmediatamente se asocia con iones de calcio en el complejo de intercambio.

En forma similar, cuando el pH baja, algo del fosfato de calcio va a la solución pero los iones de fosfato son adsorbidos en los hidróxidos de hierro y aluminio. Frecuentes cambios ligeros de pH cercano al neutro mantienen una alta proporción del fosfato en la forma disponible. Sin embargo, previenen el envejecimiento de las formas insolubles. En suelos fuertemente ácidos o alcalinos, la movilización de fosfato en cantidades suficientes para mantener el abastecimiento a las plantas es probablemente en parte debido a la actividad de algunos de los ácidos orgánicos formados por microorganismos que quelatan⁸ los metales con los que el fosfato se asocia, liberándolo en la solución, así como por la liberación de fosfato en la forma inorgánica por microorganismos que degradan los residuos orgánicos.

La forma primaria del fosfato es el mineral de fosfato de calcio apatita, normalmente fluorapatita, que está ampliamente distribuída en rocas ígneas y metamórficas pero a menudo en muy pocas cantidades y en pequeños cristales agujiformes que pueden ser totalmente encubiertos en otros minerales y estar protegidos de disolución. Debido a su baja solubilidad, la apatita se encuentra en muchas rocas sedimentarias, junto con fosfatos de hierro y aluminio, pero en pequeñas cantidades también. El fosfato está de ésta manera presente en los materiales parentales de todos los suelos. Sin él, ningún suelo verdadero se formaría ya que el crecimiento de las

⁸ Quelatos: sales metálicas no ionizadas del ácido etilendiaminatetracético, conocido como EDTA.

plantas y la actividad de microorganismos sería imposible. A diferencia del azufre y del nitrógeno, el fósforo no es liberado de los suelos o rocas en ninguna forma gaseosa que pueda ser acarreada por la lluvia de manera que las pérdidas de los suelos pueden únicamente ser reemplazadas a partir del material parental.

El ciclo de crecimiento de las plantas y la descomposición concentra los fosfatos en los horizontes superiores de los suelos en mayor extensión que otros nutrientes, ya que los que son absorbidos por las raíces en los estratos inferiores, son retornados a la superficie de los suelos en residuos y probablemente inmovilizados cerca del punto de liberación de la combinación orgánica.

Muchos suelos fuertemente lixiviados⁹ son bajos en fosfato y sostienen vegetación limitada a una cobertura poco densa de un restringido número de especies no exigibles.

Se ha sugerido que muchos suelos sobre rocas pobres en fosfato están limitados en su desarrollo desde el principio, manteniéndose un estado permanentemente inmaduro, sostienen una vegetación limitada en abundancia y variedad, ya que el patrón de tipo de suelos en algunos relieves refleja el patrón del contenido de fosfato del material parental en vez de cualquier otra variable (Walker; citado por Limbrey 1975:72).

La redistribución de fosfato traída por movimientos de animales de áreas de pastoreo a corrales, por concentración por personas de sus residuos y excretas cerca de sus viviendas, y por deposición de cuerpos altamente fosfáticos en áreas de enterramiento, tienden a fosilizarse por la inmovilización del fosfato en el suelo (Limbrey 1975:72).

En cualquier suelo normal, el contenido de fosfatos varía considerablemente de un punto a otro por lo que antes de que una investigación de fosfatos sea interpretada arqueológicamente, el rango de variación lateral y la distribución del fosfato a través de los perfiles normales del suelo deben ser investigados. El éxito de una investigación de fosfatos depende del uso de un gran número de muestras, o el que se podría derivar de un estudio apropiado de suelos en relación a evidencia de campo sin necesidad de un trabajo analítico (Sieveking 1973, citado por Limbrey 1975:72).

⁹ Lixiviación: remoción de materiales solubles por lavado de los horizontes superficiales a los inferiores del suelo.

Históricamente el inicio de la metodología de análisis de fosfatos en su aplicación de campo se debe a Olof Arrhenius (1963), ingeniero agrónomo sueco que en 1926 realizó investigaciones dirigidas a determinar el contenido de algunos nutrientes en suelos antrópicos. Este autor descubrió la correlación entre fosfato disponible en suelos relacionados con áreas habitacionales. Hacia 1930, el sistema de Arrhenius demostró su eficacia en Europa y Asia.

Woods (1977:249) hace ver que autores como Lorch (1940), Lutz (1951), Solecki (1951:254-255), Dietz (1956), Eddy y Dregne (1964), y Abt (1968), utilizaron dichas técnicas agronómicas para definir concentraciones de fosfato disponible.

Las bases químicas para el desarrollo de un método rápido de campo para el análisis de fosfatos fué realizado en 1950 por F. Feigl, quien publicó un método de extracción que le permitió separar el fosfato histórico del reciente. El método se basaba en una solución de molibdato de amonio mezclada con ácido nítrico. El material de extracción es tratado con un compuesto reductor.

En 1961 J. Gundlach utilizó el reactivo de extracción, cambiando el reactivo reductor a ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) (vitamina C). Posteriormente en 1967, G.T. Scharz en Suiza, utilizó el método de Gundlach. P. Abt en 1968, reportó otro método en el que utilizó el lactato de calcio (Eidt 1973:207).

Eidt (1973:207; 1984:36) introdujo algunas modificaciones a manera de poder utilizar el método en suelos de todo el mundo. Uno de los cambios incluye el uso de ácido clorhídrico (HCl) en vez de ácido nítrico (HNO_3) debido a que produce mejores reacciones de color y correlaciones con químicos utilizados en procedimientos de laboratorio para el fraccionamiento secuencial de fosfatos en suelos. Desarrolló un sistema rápido de campo para describir el tiempo, extensión e intensidad de un anillo de color azul, de manera que los resultados fuesen exactamente comparados. Finalmente, diseñó un nuevo método a base de una solución de citrato de sodio para detener la reacción instantáneamente en el papel filtro, permitiendo almacenar los resultados en una base permanente.

En cuanto a las aplicaciones del método, Barba (1980:269) refiere que las primeras experiencias realizadas en México fueron efectuadas por Joaquín García Bárcenas y Kenneth

Hirth, quienes aplicaron el análisis de fosfatos como herramienta para la delimitación de áreas de actividad humana y como medio de prospección antes de realizar programas de excavación.

Investigaciones efectuadas por Eidt (1984) en los valles de El Dorado y San Jorge, en Colombia, indican que los niveles totales de fosfato en antrosoles¹⁰ de campos elevados fueron mayores cerca de las áreas residenciales probablemente debido a deposiciones de basura orgánica.

Barba (1986:23-24) alude a la localización de concentraciones de carbonatos y fosfatos en pisos de unidades habitacionales en estudios etnoarqueológicos en casas recientemente abandonadas en Tlaxcala, comprobando categóricamente que las actividades humanas dejan una alteración química en el piso.

Por otra parte, investigaciones realizadas en Cobá por éste mismo autor (1987:69-70;107), determinaron áreas de alta concentración de fosfatos y carbonatos en unidades habitacionales. Este es un ejemplo claro de la utilidad del análisis químico en prospecciones de superficie de antrosoles en un área bajo condiciones tropicales y en un suelo rico en materia orgánica.

Investigaciones realizadas por Lippi (1988:96) en el sitio de Nambillo, en la provincia norteña de Pichincha, Ecuador, mencionan la utilización sistemática de técnicas de muestreo para análisis de fosfatos bajo condiciones de Bosque Lluvioso Subtropical y Tropical. Esta metodología permitió definir mapas paleotopográficos, tipos de actividad humana e interpretar la naturaleza del patrón de asentamiento como una guía inferencial para la formulación de una estrategia racional para subsecuentes investigaciones.

Por su parte, Dunning (1990:842) se refiere a que la deposición intensional de basura orgánica en áreas de jardines puede producir suelos agrícolas con altos niveles de fosfatos. Estos son los mejores y más estables indicadores químicos de actividades humanas en contextos arqueológicos. Este autor ha documentado áreas de jardinería en sitios investigados en la Zona Agrícola Superior de la zona de Petexbatun, específicamente en el asentamiento de Quim Chi Hilam, que presenta un enriquecimiento de fosfatos en un área intensiva de jardinería interior.

¹⁰ Antrosol: término propuesto por Eidt (1984) que indica la diferencia entre suelos nativos y los tipos afectados por el ser humano. Divide los antrosoles en dos grupos a saber: antropogénicos o intencionalmente alterados y antrópicos o no intencionalmente alterados.

Investigaciones etnoarqueológicas realizadas por Barba y Ortíz (1992:63-64) en el poblado de San Vicente Xiloxochitla, Tlaxcala, hacen referencia a la necesidad de manejar niveles de análisis como la microarqueología, la recuperación botánica, así como el estudio de fitolitos y polen. En este caso, el análisis químico de pisos representa la escala más pequeña de estudio para entender patrones de contaminación. Las pruebas químicas aplicadas identificaron concentraciones de carbonatos, fosfatos, pH, hierro, calcio, albúmina, ácidos grasos y carbohidratos. Las mayores alteraciones producidas por la ocupación están relacionadas principalmente con las actividades alimenticias y desechos humanos y animales.

Los resultados de dichas investigaciones permitieron obtener modelos comparativos para obtener patrones de contaminación y poder extrapolar la información a asentamientos prehispánicos.

Metodología y Técnicas de Investigación

2.1 Justificación de la Investigación

Se ha considerado que la investigación arqueológica, al ejecutar métodos de excavación no experimentales, destruye su objeto de estudio. La unidad espermental no solamente debe de interesarse en objetos y artefactos, sino también en el estudio del contexto arqueológico. Las técnicas antiguas de excavación inevitablemente destruían el contexto bajo estudio (Thomas 1979, citado por Barba 1990:9).

La prospección es una de las nuevas opciones para minimizar la destrucción planteada. Una prospección preliminar permite recuperar valiosa y única información contenida en el contexto (Barba 1990:10). Las técnicas arqueológicas actuales permitirán obtener información preliminar sobre los lineamientos a seguir antes de iniciar cualquier programa de excavación.

El origen de los métodos de prospección se debe a las siguientes circunstancias:

1. La alarmante velocidad a la que se destruye la evidencia arqueológica a consecuencia del desarrollo urbano y la agricultura mecanizada.
2. El incremento de los costos del trabajo arqueológico y la restricción de recursos para este tipo de investigación.
3. El papel importante jugado de los buscadores de tesoros y saqueadores en la completa destrucción del contexto arqueológico (Barba 1990:10).

El desarrollo alcanzado por la ciencia del suelo y su correlación con contextos antrópicos ha proporcionado datos confiables para definir el contexto arqueológico, su excavación e interpretación.

El sondeo edafológico permite obtener muestras de suelo del perfil estratigráfico para ser analizadas y detectar variaciones físicas y químicas (Barba 1990:29).

El análisis químico permite la interpretación de datos previos para la localización de áreas en donde este análisis proporcione información detallada sobre la concentración de los elementos químicos que pueden ser asociados con actividades humanas (Barba 1990:129-130). Mediante el uso de la información obtenida, el arqueólogo podrá seleccionar áreas de excavación de interés específico.

Esta nueva alternativa permitirá diseñar un programa de excavación más puntual y dirigido, a manera de lograr con esto una mayor predicción del estado de conservación del contexto arqueológico y una economía en recursos y mano de obra.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

La presente investigación pretende definir una metodología de campo y laboratorio para el análisis cualitativo y cuantitativo de antrosoles en áreas de actividad bajo las condiciones bioclimáticas, botánicas y edáficas del ecosistema donde se localiza el sitio arqueológico de Ixtutz.

2.2.2 Objetivos Específicos

1. Demostrar la aplicabilidad de la técnica de prospección química basada en el Método Colorimétrico de Anillos para el análisis cualitativo de fosfatos y como prueba rápida de campo.
2. Definir una metodología semianalítica de análisis rápido a nivel de campo y laboratorio, utilizando el método de extracción Carolina del Norte.
3. Realizar el levantamiento topográfico del polígono para diseñar la retícula del universo de muestreo.

4. Hacer un análisis comparativo entre los datos dentro del área boscosa sujeta a investigación y fuera de ella en áreas de cultivo actuales.
5. Efectuar el análisis interpretativo de los datos para diseñar el plan de excavación en base a las líneas de contorno que definen áreas con mayor concentración de fósforo y potasio.

2.3 Hipótesis

La prospección química permite obtener información preliminar sobre las relaciones entre los componentes bióticos, edáficos y las alteraciones químicas producidas por actividades antropogénicas.

2.4 Metodología

En términos metodológicos el enfoque teórico de la presente investigación es ecléctico ya que los autores citados pertenecen a diferentes escuelas teóricas como estructural funcionalista, positivista y procesual. Esta postura se ha tomado en vista del carácter netamente explicativo del planteamiento de la hipótesis, basada en un método de comprobación que permitió modificarla en función del área investigada y su aporte a la estructura social y el cambio.

Palerm (1966) se refiere a que la interpretación en arqueología busca la formulación de procesos que eviten el particularismo de algunas escuelas de interpretación histórica. Existe poco acuerdo sobre lo que constituye una explicación válida para comprobar una interpretación propuesta. En la década de 1960 cuando en el campo de la filosofía de la ciencia se dieron serios cuestionamientos a las disciplinas históricas, con el fin de desarrollar procedimientos explícitos y objetivos, intentando la formulación de leyes generales, las cuales no han sido profundamente aplicadas.

El hecho de realizar investigación social de una manera metódica implica aplicar el objeto de la ciencia, es decir, es una forma de aplicar el método científico a los hechos sociales.

Tratar los hechos sociales bajo cierto orden, no implica clasificarlos en tal o cual categoría de lo real, significa adoptar frente a ellos cierta actitud mental. Implica abordar el estudio de los mismos de acuerdo al principio de que se ignora absolutamente lo que son, y de que sus propiedades características, como las causas desconocidas de las cuales dependen, no pueden develarse apelando a la introspección, por minuciosa que sea.

Este es el aspecto más esencial de la imposición social pues en definitiva ella implica que las formas colectivas de actuar o de pensar tienen una realidad que está fuera de los individuos, quienes en cada momento dado se adaptan a ella. Son cosas que tienen existencia propia. El individuo las encuentra completamente formadas y no puede conseguir que no sean distintas de lo que son, por consiguiente está obligado a considerarlas, y le es tanto más difícil modificarlas cuanto que, en diferentes grados, participan de la supremacía material y moral que la sociedad tiene sobre sus miembros (Durkheim 1972:25-26).

En cuanto a la explicación de los fenómenos sociales, cuando se intenta explicar un fenómeno social, es necesario analizar separadamente la causa eficiente que lo produce y la función que cumple. En realidad, debemos determinar si hay correspondencia entre el hecho considerado; las necesidades generales del organismo social y en qué consiste dicha correspondencia (Durkheim 1972:131).

Hacia mediados del siglo XIX, Comte contribuye con la sociología convirtiéndola en una ciencia positiva. Este autor, conceptualiza que la sociedad es un organismo colectivo cuyo progreso (o evolución) se caracteriza por la creciente especialización de funciones y por la creciente adaptación de los órganos (instituciones) al ejercicio de las funciones.

Corresponde a Durkheim (1972) el extraordinario mérito de haber desarrollado y perfeccionado estos conceptos en la sociología. La teoría etnológica consigue completar realmente su enfoque histórico evolucionista con el enfoque estructural-funcionalista.

La palabra clave, por supuesto, es función. Entendiéndose esta no solo como la actividad normal de un órgano o de una parte del organismo; es también una actividad que tiene el sentido de satisfacer una necesidad. El organismo social y las instituciones que lo forman tienen una cualidad específica que le permite adaptarse continuamente para satisfacer las necesidades existentes y las que se van creando o apareciendo.

Independientemente de la cuestión de la originalidad teórica de la escuela funcionalista, es indudable que los antropólogos sociales realizaron una contribución a la etnología de alto valor. La aplicación al trabajo de campo de las teorías y métodos de Durkheim (1972) contribuyó a producir nuevas corrientes de pensamiento y de elaboración teóricas.

El más importante de los funcionalistas es sin duda Malinowski (1944:19), quien concibió la cultura en relación a las necesidades humanas y a la manera de satisfacerlas. Es necesario entender no solamente las que son estrictamente de orden elemental biológico sino también aquellas que crea la propia cultura.

Cada cultura, según este autor, es un organismo individual distinto a los demás y diferente de lo que era en su propio pasado. Hay que estudiarlo en su funcionamiento real y tomando cada cultura como una unidad integrada de partes inseparables. Esto requiere de métodos especiales aplicables al estudio de la historia y la arqueología. En todo caso, los procesos de cambio sociocultural se entienden no por su historia sino por la manera en que unas partes de la estructura total son incluidas y modificadas por el resto, y a su vez influyen y modifican lo demás.

Este aparato teórico supone una serie de principios metodológicos muy rigurosos para la investigación de campo. Malinowski exige estudiar cada fenómeno en todas las variaciones existentes por medio de una revisión exhaustiva de ejemplos detallados. Pide, por otra parte, describir cuidadosamente lo que denomina los imponderables de la vida diaria (las rutinas tanto como las desviaciones de ellas), incluyendo un cuerpo de dichos típicos, fórmulas mágicas, folklore, etc., en la lengua nativa.

El mismo Malinowski se encargó de poner en práctica esta exigente metodología en sus trabajos de campo. El resultado fue la aparición de los estudios más detallados, complejos y fascinantes que existen todavía en la literatura antropológica (Palerm 1966:93-103).

Malinowski (1944:4-5), se refiere a que el verdadero campo de encuentro de todas las ramas de la antropología es el estudio científico de la cultura. Ninguna medida, clasificación o descripción de tipo físico tiene relevancia a no ser y hasta que pueda correlacionarse el tipo físico con la creatividad cultural de una raza. La misión del prehistoriador y arqueólogo es reconstruir la realidad vivencial de una cultura pasada a partir de evidencia parcial confinada a remanentes materiales.

Sin embargo, la verdadera tendencia ambiental de todo el problema ha hecho que la influencia de la arqueología sea estimulada crecientemente, convergiendo en el verdadero problema científico. Esto indudablemente se centra alrededor de los principios bajo los cuales el arqueólogo puede reconstruir totalidades culturales a partir de residuos parciales o trazas. Verdaderamente, el método completo de construir paralelos entre objetos etnográficos y hallazgos prehistóricos era inspirador y fructificante, especialmente en la medida que los arqueólogos y los etnógrafos estaban ambos interesados en dichas leyes del proceso cultural y su producto, lo que nos permite relacionar un artefacto a una técnica, una técnica a una actividad económica y ésta última a alguna necesidad vital del hombre o un grupo humano.

El análisis científico de la cultura, según el autor, puede apuntar hacia otro sistema de realidades que conforman leyes generales, y pueden de esta manera ser usados como una guía en el trabajo de campo, a manera de identificación de realidades culturales y como la base de la ingeniería social. El análisis expuesto, en el cual se pretende definir la relación entre una función cultural y una necesidad humana, básica o derivada, puede ser relacionado funcionalmente. Pudiéndose definir función como la satisfacción de una necesidad por una actividad en que el ser humano coopera, usa artefactos y consume bienes.

Asimismo, Malinowski (1944:39) sugiere que ésta definición implica el principio de "organización", que encierra un esquema muy definido o estructura, cuyos factores más importantes son universales y aplicables a todos los grupos humanos. Dicha unidad de organización humana puede ser definida por el término "institución", que implica un acuerdo entre un grupo de valores tradicionales por medio de los cuales los seres humanos se agrupan. También implica que éstos están en relación entre sí y a una parte física de su ambiente, natural y artificial. Bajo el privilegio de su propósito o mandato tradicional, obedeciendo las normas específicas de su asociación, trabajando a través del aparato material que manipulan, los seres humanos actúan juntos y de ésta manera satisfacen sus deseos, mientras que también producen una impresión en su medio ambiente.

En términos del análisis funcional, Malinowski (1944:41-42) se refiere a que puede demostrarse que ninguna invención, revolución o cambio social e intelectual, ocurre excepto cuando nuevas necesidades son creadas; y así, nuevos inventos en técnicas, en conocimiento o en creencias son adaptadas al proceso cultural o una institución. Como una teoría de necesidades básicas, y una derivación de imperativos instrumentales e integrativos, la antropología científica permite un análisis funcional, que permite definir la forma, así como el significado o concepto. Este

acercamiento de ninguna manera sobrepasa o niega el valor de estudios evolucionistas o históricos, simplemente los provee de una base científica.

En cuanto al análisis funcional, cada teoría científica debe de empezar desde y llegar a la observación. Debe de ser inductiva y verificable por la experiencia. En otras palabras, debe de referirse a experiencias humanas que pueden ser definidas, accesibles al observador y recurrentes, por lo tanto cargada de generalizaciones inductivas, es decir, predictiva. Esto significa que en el análisis final, cualquier proposición de antropología científica debe de referirse a un fenómeno que puede ser definido por la forma, en el sentido más objetivo del término.

El hombre cambia el ambiente físico en el que vive. Ningún sistema organizado de actividades es posible sin una base física y sin el equipamiento de artefactos. Sería posible demostrar que ninguna fase diferencial en cualquier actividad humana ocurre sin el uso de objetos materiales, artefactos, bienes de consumo, es decir, sin la incidencia de la cultura. Existe una constante interacción entre el organismo y el medio secundario en el que existe, es decir, la cultura (ibid:67-68).

Por último, Malinowski (1944:175-176), propone que la teoría de necesidades y su derivación, nos proporciona un análisis funcional más definitivo de la relación entre el determinismo biológico, fisiológico y cultural. La teoría funcionalista reclama ser el prerequisite para el trabajo de campo y para el análisis comparativo de fenómenos en varias culturas. Es capaz de producir un análisis concreto de la cultura en instituciones y sus aspectos como un análisis preliminar de la cultura, tiene su validéz fundamental en que aporta al antropólogo con el único criterio válido de identificación cultural.

El estudio de los procesos metodológicos para definir la participación de la investigación arqueológica dentro de un nivel explicativo en un sistema cultural, es un arreglo de articulaciones constantes o cíclicas repetitivas entre los medios extrasomáticos adaptativos sociales, tecnológicos e ideológicos. La articulación sistémica íntima de localidades, facilidades y herramientas con tareas específicas ejecutadas por segmentos sociales, resultan en un arreglo estructurado de relaciones espaciales formales en el registro arqueológico. La pérdida, ruptura y abandono de implementos y facilidades en diferentes localidades, donde grupos de estructura variable ejecutaron diferentes tareas, dejan un registro "fósil" de las actuales operaciones de una sociedad extinta. Este

registro fósil puede interpretarse en un agrupamiento cuantitativo, variable y espacial de clases formales de artefactos (ibid:176)

Por su parte, Binford (1964:425-426) propone que no es posible determinar qué actividades específicas resultaron en distribuciones diferenciales observadas, pero podemos reconocer que las actividades eran diferenciadas y determinaban la naturaleza formal de la variabilidad observada. Pudiéndose recuperar, ya sea de la naturaleza de las poblaciones de artefactos y de sus asociaciones espaciales, la estructura fosilizada del sistema cultural total.

Algunas estructuras como el parentesco, economía y política son abstraídas de eventos que ocurren como parte del normal funcionamiento de un sistema cultural. La estructura arqueológica es una resultante de éstos mismos eventos. La definición de ésta estructura y el aislamiento de los restos arqueológicos de un sistema cultural son visualizados como objetivos de investigación.

Igualmente, el autor (1964:426) se refiere a que el aislamiento y definición de sistemas culturales extintos puede ser realizado en base a una estructura arqueológica, la cual está sujeta a análisis en términos de forma y complejidad. Pudiéndose desarrollar métodos para correlacionar tipos culturales arqueológicamente definidos con formas estructurales definidas en términos de atributos de comportamiento. A fin de estudiar procesos, tendremos que ser capaces de aislar sistemas culturales estudiándolos en su adaptabilidad concebida en términos de su dimensión física, biológica y social.

Mientras los sistemas culturales se tornan más complejos, generalmente ocupan rangos ecológicos mayores, introduciéndose en interacciones extrasociales más complejas y dispersas. El aislamiento y definición del contenido, estructura y el rango de un sistema cultural, junto a sus relaciones ecológicas también puede visualizarse como un objetivo de investigación.

Debido a la ausencia de una afirmación sistemática, frecuentemente se menciona que los sitios son representativos o que son grandes y proporcionan gran cantidad de materiales. Menos frecuentemente el factor económico es citado como una razón para seleccionar un sitio en particular. Puede generalizarse que los arqueólogos requieren datos reales y representativos dentro de los límites del tiempo y recursos monetarios. Esta es prácticamente la definición de los objetivos de los procedimientos modernos de muestreo. Definiendo el muestreo como la ciencia de controlar y medir la confiabilidad de información a través de la teoría de probabilidades. Esta

situación permite que los resultados sean evaluados confiablemente en representación de la población investigada, a través de la aplicación de la teoría de muestreo en el desarrollo y ejecución de programas de recolección de datos (ibid:427).

La aplicación del método de muestreo probabilístico presupone la accesibilidad a una lista de todas las unidades de muestreo potenciales en el universo. Esta lista es denominada marco¹¹ y provee la base para la selección de las unidades de muestreo a ser investigadas. El marco varía con la naturaleza de la población arqueológica bajo investigación. Cuando una cobertura parcial de una población de un universo dado es tratada, las unidades de muestreo son seleccionadas del marco de manera que todas las unidades tengan una igual oportunidad de ser escogidas para la investigación; la selección es gobernada por las "leyes de probabilidad", maximizando la confiabilidad de la muestra (Binford 1964:425-428).

De acuerdo a Chenhall (1979:12-13), cualquier diseño de investigación puede ser visualizado como una serie de pasos a seguir a través de el establecimiento de una serie de hipótesis. Para probar la validéz del diseño, es necesario delinear tan claro como sea posible la hipótesis en que se basa y después buscar la evidencia que llevara a aceptarla o rechazarla

Binford (1964:434) sugiere que el universo regional debe de ser estratificado en base a criterios ecofactuales considerados deseables para control. Sin embargo éste tipo de muestreo produce afirmaciones culturales confiables únicamente si la distribución de fenómenos culturales estan significativamente correlacionados con la distribución de algunos fenómenos naturales no humanos.

El problema inicial, según éste autor, es la ubicación de los diversos loci de actividad cultural pasada en una región dada. Esta fase del trabajo debiera ser dirigido hacia la determinación de la densidad y distribución de loci de actividad con respecto a clases de fenómenos ecofactuales como comunidades de plantas, razgos fisiográficos y tipos de suelos.

En orden de realizar éstas tareas, Chenhall (1979:12-13) indica que sólo hay un procedimiento apropiado de completa cobertura, un procedimiento basado en una forma de

¹¹ Marco de Muestreo: es una lista de unidades de muestreo distintas, claramente definidas y mutuamente exclusivas que contienen todos los elementos de un universo especificado. Es una manera de lograr acceso al universo que queremos muestrear en busca de información acerca de una o más características de la población.

muestreo probabilístico. Una aproximación sugerida es estratificar el universo regional en bases ecofactuales¹² bajo control, como el tipo de suelos. En éste caso se impone un sistema de retícula sobre las áreas de diversos tipos de suelos, relacionando las unidades de muestreo a ser investigadas mediante el uso de una tabla de números aleatorios. Las unidades de muestreo en cada marco serán completamente muestreadas con el propósito de localizar sitios.

Este mismo autor (1964) clasifica los artefactos en términos de tres categorías principales: tecnómicos, sociotécnicos e ideotécnicos.¹³ Por ésta clasificación éste autor pretende dar a entender que cualquier clase de artefactos es predominantemente una respuesta o adaptación a uno u otro de los factores de hábitat, sociedad o ideología, en vez de una combinación no definida de todos.

Albert Spaulding (citado por Binford 1964: 429-430), se refiere a una definición operacional del campo de la arqueología, la tipología, en la cual existen una clase de objetos, artefactos, como su centro de atención. Referido a las dimensiones de los artefactos, básicamente existen dos en el sentido estricto de dimensión: tiempo y espacio. Existe otra clase de dimensión referida a las propiedades fisico-químicas de los artefactos, agrupándose por conveniencia bajo el nombre de dimensión formal.

¹² Ecofactos: término aplicado a todos los datos no artefactuales culturalmente relevantes, es decir, todos aquellos elementos que representan o informan acerca de los puntos de articulación entre sistemas culturales y que deben ser muestreados. La clase general de ecofactos puede ser disgregada en muchas subclases representando diferentes poblaciones, como polen, suelos, huesos de animales, etc.

¹³ a) Artefactos tecnómicos: aquellos artefactos que tienen su contexto funcional primario en copiar directamente del ambiente físico. La variabilidad en los componentes tecnómicos de los componentes arqueológicos se ven explicados principalmente en el marco ecológico de referencia. Pueden correlacionarse directamente artículos tecnómicos con variables ambientales ya que podemos conocer la distribución de flora y fauna fósil de datos independientes, dándonos la naturaleza de ambientes extintos.

b) Artefactos sociotécnicos: son los elementos materiales que tienen su contexto funcional principal en los subsistemas sociales del sistema cultural total. Estos subsistemas funcionan como los medios extrasomáticos de articulación de individuos entre sí en grupos capaces de mantenerse así mismos eficientemente y manipulando la tecnología. Diferencias observables y cambios en los componentes sociotécnicos de grupos arqueológicos deben de ser explicados con referencia a cambios estructurales en el sistema social y en términos de procesos de cambio social y evolución.

c) Artefactos ideotécnicos: elementos de ésta clase tienen su contexto funcional principalmente en el componente ideológico del contexto social. Estos significan y simbolizan las racionalizaciones ideológicas para el sistema social. La diversidad formal en la complejidad estructural y de clases funcionales de ésta categoría de artículos debe ser generalmente relacionado a cambios en la estructura social. Es necesario establecer correlaciones entre clases genéricas entre el sistema ideológico y la estructura del simbolismo material, ya que de esta manera podrán los arqueólogos estudiar de una manera sistemática éste componente del subsistema social.

Los atributos formal y espacial pueden ser observados directamente, pero los atributos temporales siempre son inferidos de los anteriores. Los artefactos son atemporales, pero implican eventos y éstos tienen la propiedad de ocurrir en un tiempo dado. De manera que al hablar de un atributo temporal, realmente nos referimos a una inferencia a cerca de algún evento o proceso implicado por los atributos formal y espacial del artefacto. Estos son los datos empíricos de la arqueología, y ésta descripción y ordenamiento son prerequisites de inferencias cronológicas.

Las diferentes clases de poblaciones artefactuales se conocen por tipos de poblaciones observacionales. Para lograr una investigación acertada, se requiere de diferentes técnicas de muestreo y por consiguiente diferentes estrategias de investigación.

En cuanto al diseño y ejecución de programas de investigación, Binford (1964:434) sugiere que ésto implica aislar los artículos culturales variables, rasgos culturales y sitios de actividad para los sistemas culturales representados. Además debemos recopilar datos ecofactuales como una base para entender la forma en que el sistema cultural extinto participó en los sistemas regionales del pasado. Se pretende saber la estructura interna de los sistemas, el grado de diferenciación estructural y especialización funcional de los segmentos sociales, y cómo esos elementos estaban articulados en un sistema cultural funcional. En resumen, se quiere conocer todo sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas culturales extintos y cómo se relacionaban entre sí respecto al proceso de cambio y evolución.

Se ha sugerido que como arqueólogos nos encontramos con el objeto metodológico de aislar sistemas socioculturales distintos como la unidad más apropiada para el estudio del proceso evolucionario que resulta en similitudes y diferencias culturales. Si visualizamos la cultura como el medio de adaptación extrasomático del hombre, debemos aislar y definir el asentamiento ecológico de cualquier sistema cultural, no sólo con respecto a los puntos de articulación del ambiente físico y biológico pero también con los puntos de articulación con el ambiente sociocultural. Cambios en el asentamiento ecológico de cualquier sistema son las principales situaciones que activan el proceso de cambio cultural.

La metodología más apropiada para estudiar el proceso cultural es una aproximación regional en la cual intentaremos lograr información confiable y representativa concerniente a la estructura interna y el establecimiento ecológico de sistemas culturales sucesivos. El desarrollo de técnicas para la recuperación de datos en términos estructurales es crucial, ya que es la estructura

de restos arqueológicos lo que informa acerca del sistema cultural, siendo éste el asiento del proceso.

El muestreo probabilístico es sugerido por Binford (1964:440-441) como un mayor perfeccionamiento que, ejecutado en todos los niveles de recolección de datos y en un total reconocimiento de las diferencias inherentes en la naturaleza de la población observables, puede resultar en la producción de datos adecuados y representativos que los arqueólogos investigan en el estudio del proceso cultural.

Si se es exitoso en la recolección de datos relevantes, para estudios del proceso cultural, el trabajo de campo debe de ser conducido en el marco de un diseño de investigación bien planeado que provea la aplicación de técnicas de muestreo probabilístico a todos los niveles de la investigación. La modificación de las prácticas corrientes a lo largo de éstas líneas, es un prerequisite necesario para mover la arqueología al nivel de desarrollo que Willey y Phillips han denominado el "nivel explicativo".

Navarro (1981:26) ha considerado que todos los pueblos viven en un medio físico o entorno concreto determinado por unas características que influyen en su comportamiento, en sus costumbres y, en definitiva, en su cultura. El entorno plantea, en primer lugar, el problema de la subsistencia, pero a la vez proporciona los medios o recursos para resolverlos. De ésta forma, entorno y recursos forman el medio ambiente,¹⁴ que no es el simple telón de fondo sobre el que se desarrollan las relaciones sociales o los distintos procesos de comunicación, sino que condiciona y limita a toda la vida colectiva. En cualquier caso, es la adaptación al medio lo que hace posible la vida del hombre, y constituye, por tanto, una parte fundamental de su actividad.

De igual manera, según éste autor, la adaptación es un proceso que implica la obtención de recursos, ésta no es posible sino mediante el esfuerzo y el uso de técnicas específicas. El esfuerzo viene determinado por el trabajo humano empleado, de allí que sea importante saber cómo se realiza y distribuye en una sociedad concreta: qué tipo de tarea desempeña cada uno de sus miembros y en función de qué categoría (sexo, edad, pertenencia a un grupo o clase, méritos o condiciones personales, etc.) le es asignada. Las diversas técnicas empleadas para la obtención

¹⁴ Medio Ambiente: serie de interacciones entre los organismos bióticos y abióticos existentes en la biósfera, ocupando un área o ambiente determinado.

de los recursos son respuestas culturales de una colectividad que viven en un medio concreto con las dificultades y ventajas que éste les plantea.

CAPITULO III

Universo de Estudio

El área de estudio en el sitio de Ixtutz estuvo sujeta a investigaciones preliminares en 1977 por A. Chase y D. Chase, quienes realizaron algunos sondeos en la zona, a manera de establecer sus dimensiones aproximadas (80 x 75 m) y definir una serie de alineamientos de roca cortada que forman estructuras geométricas y líneas paralelas. Estos autores fueron los primeros en proponer que se trata de un área dedicada al cultivo de productos seleccionados para la jerarquía Maya, debido a sus características físicas, el alto nivel freático y la ausencia de materiales arqueológicos diagnósticos (Laporte 1987:30).

Chase y Chase (1983:2) sugieren la existencia de sistemas agrícolas extensivos como terrazas y campos elevados por un lado y los sistemas internos o huertos familiares por el otro. Estos últimos estaban integrados básicamente de cultivos especiales plantados en áreas planas cercanas a lugares de habitación.

Los sistemas extensivos se caracterizan por dejar como evidencia arqueológica una serie de rasgos distintivos bajo la forma de proyectos de movimiento de tierra y rocas en gran escala. Por el contrario, los sistemas internos tienen que ser directamente identificados arqueológicamente ya que involucran técnicas en vez de ingeniería y como consecuencia dejan poca evidencia a nivel de campo. Se ha introducido el término "jardín" como la forma de uso funcional para estos rasgos.

Estos autores sugieren que la información existente unida a analogías con sistemas productivos mesoamericanos, apoyan la hipótesis que los rasgos existentes en Ixtutz podrían representar un sistema intensivo de jardinería o arboricultura del Clásico Tardío de importancia ceremonial. Las investigaciones preliminares no evidenciaron rasgos cerámicos en la superficie ni en el perfil estratigráfico (1983:9-11).

En el caso de que se tratase de un área de cultivo intensivo como lo sugiere la analogía, esto implicaría que los productos cultivados serían de especial importancia como ofrendas alimenticias o bebidas, para incensarios o tintes, o bien alimentos para personas de alto estatus residentes en las plazas vecinas.

A la vez, éstos autores indican que el uso de huertos ceremoniales por algunos pueblos mesoamericanos, sugiere la importancia de la producción de plantas con propósitos rituales. Es probable que semillas especiales fuesen cultivadas para ceremonias de primera cosecha o para uso divinadorio de los sacerdotes mayas. Además del maíz, otras plantas y árboles de importancia ceremonial o mágica pudieron haber sido cultivados en huertos rituales específicos.

Pohl (1985:15-17) cita la utilización de especies de árboles frutales plantados cerca de las residencias para sombra u obtención de alimentos. Entre dichos cultivos se incluye especialmente el cacao (*Theobroma cacao*) para uso de personas de la élite; nance (*Byrsonima crassifolia*); aguacate (*Persea americana*); guayaba (*Psidium guajava*); ramón (*Brosimum alicastrum*); siricote (*Cordia dodecandra*); zapote mamey (*Colocarpum mammosum*); mango (*Mangifera indica*); árbol de calabaza (*Crescentia spp*); zapote (*Manilkara zapota*); papaya silvestre (*Carica papaya*); pimienta (*Pimenta dioica*); jocote (*Spondias sp*); coyol (*Acrocomia spp*) y copal (*Protium copal*) entre otros.

Por otra parte esta autora señala la importancia de algunos cultivos de raíz o tubérculos como las especies de malanga (*Xanthosoma spp*) y ñame (*Dioscorea mexicana*); que generalmente se preparan por ebullición, por lo que su preservación es difícil. Otros cultivos de importancia reportados en contextos arqueológicos incluyen el frijol (*Phaseolus spp*) especies de chile (*Capsicum annum*) algunas cucurbitáceas (*Cucurbita moshata*) y algodón (*Gossypium hirsutum*).

Ericastilla (1991: 9-11) hace ver que una forma de cultivo o Pet Kot que se practicaba en unidades habitacionales en sectores de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, consistían de muros de piedra caliza, redondos y rectangulares en los cuales se solían cultivar bosques artificiales con árboles frutales, enredaderas, arbustos silvestres, hierbas, etc. El suelo se regeneraba a través de lo que se ha dado en llamar Agricultura Mixta, es decir, la descomposición de ramas y hojas, combinadas con materia orgánica de origen animal.

La temporada de campo de 1990 a 1993 se realizó bajo los auspicios del Proyecto Atlas Arqueológico y comprendió la realización de reconocimientos preliminares en un área de aproximadamente 6,000 m², localizada al oeste de la Plaza Principal. El área investigada se caracteriza por estar circunscrita por una sección de la plataforma nivelada que sostiene al Grupo A, la calzada Acrópolis que se dirige hacia la elevación donde se ubica el Grupo C hacia el oeste y una serie de alineamientos de rocas que probablemente son calzadas menores hacia el oeste y norte (fig 3).

La inclinación del terreno está orientada hacia el norte; considerando la distancia del área experimental de 80 m, se obtiene una pendiente de 3%.

Los lineamientos de roca se conforman en su mayoría de bloques tallados de roca caliza con promedios de 30 cm de largo, colocados sin cementante a lo largo de secciones que oscilan entre 20 y 50 mt. Las líneas paralelas suelen tener entre 2 a 4 m entre si.

3.1 Recursos

3.1.1 Recursos Humanos

La presente investigación, en sus fases de campo y laboratorio, fue llevada a cabo por el autor, asesorado por el Dr. Juan Pedro Laporte. A nivel de campo se recibió apoyo del personal del Proyecto Atlas Arqueológico residente en Dolores.

La fase de análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, coordinada por los Ingenieros Agrónomos José Chonay y Anibal Sacbajá.

3.1.2 Recursos Físicos

Dentro de las actividades de campo, el muestreo fue una de las fases más importantes, ya que de el dependió la precisión y el grado de sesgo de los análisis.

Los recursos utilizados para el muestreo incluyeron: bolsas plásticas (1 y 3 lb), herramientas, etiquetas, pita, crayón de cera, brújula tipo Brunton, estadia de 3 m, cinta métrica de 30 m, nivel de pita y pintura fosforescente.

El análisis de las muestras tanto a nivel de campo como de laboratorio, incluyó la utilización del siguiente equipo y reactivos:

1. Equipo de laboratorio:

Balanza analítica Sauter, balanza monoplato, potenciómetro Beckman Seromatic, colorímetro Expectronic 20, espectrofotómetro de absorción atómica Perking-Elmer 2380 y cristalería diversa.

2. Reactivos:

Molibdato de amonio, tartrato doble de antimonio y potasio, ácido clorhídrico (HCl), ácido ascórbico, agua destilada, citrato de sodio, calgón, dicromato de potasio, ácido sulfúrico (H₂SO₄), ácido fosfórico, orthofenantrolina y sulfato ferroso.

3.2 Procedimiento

3.2.1 Fundamentos de Muestreo

Probablemente la premisa más significativa que fundamenta esta investigación es que datos no artefactuales culturalmente relevantes pueden ser determinados por observación y muestreo, por lo que pueden ser clasificados para estratificar una región geográfica dada. Es importante reconocer esto, ya que se supone que fenómenos naturales no humanos se correlacionan de alguna manera dependiente con restos artefactuales humanos, es decir, se concibe la cultura principalmente como un sistema adaptativo que permite al hombre existir en su medio ambiente (Chenhall 1979:13-14).

Los datos ambientales culturalmente relevantes en una localidad considerada: a) han permanecido sustancialmente sin cambio desde el tiempo horizonte de la investigación referida, o b) han cambiado durante el período en cuestión.

Los sistemas naturales no humanos tienen diferentes rangos de cambio a través del tiempo. Tal es el caso de las caracterizaciones geológicas superficiales que cambian relativamente despacio; sucede lo contrario con caracterizaciones florísticas que suelen presentar cambios en períodos más cortos. Se han hecho para determinar la extensión de cambio ambiental a través del tiempo por medio de técnicas como la palinología, dendroclimatología, prospección química y la reconstrucción

etnohistórica. Estas técnicas deberían considerarse como parte de cualquier diseño de investigación donde la relevancia cultural de los datos ambientales sea importante (Chenhall 1979:13-14).

Al considerar a los suelos como ecofactos, existe un criterio bastante aceptable para someterlos a un control sistemático (Binford 1964:434, citado por Chenhall 1979).

En el diseño de investigación para el muestreo de un universo¹⁵ geográficamente definido, el número de poblaciones a muestrear es igual al número de microambientes reconocidos en ese universo. Si un único criterio ambiental, como el tipo de suelos, es utilizado, una cuadrícula puede diseñarse sobre el área para ser muestreada intensivamente, numerando cada cuadrante y seleccionando las áreas a muestrear a partir de una lista de números al azar. Sin embargo, si existe más de un criterio ambiental para estratificar el universo, el número de estratos es igual al producto de microambientes para cada criterio (Chenhall 1979:16).

Existen dos niveles básicos de decisión que deben hacerse para construir el diseño de una unidad de muestreo.¹⁶

1. El primero es el tipo y tamaño de la unidad a utilizar. Para una investigación regional, esto impide utilizar el sitio en sí como una unidad ya que el propósito de la investigación es clasificar sitios. Existen tres tipos básicos de unidades de muestreo: puntual, lineal y cuadrado. Los dos primeros no necesitan definirse, el tercero será utilizado en casos donde la unidad de muestreo es un área de espacio, refiriéndose a transectos, cuadrados, círculos, etc.
2. El segundo nivel de decisión es el procedimiento del tipo de muestreo y fraccionamiento de la población a ser muestreada. Generalmente se utiliza el muestreo simple al azar, muestreo al azar estratificado, muestreo sistemático, muestreo por grupos, muestreo sistemático no alineado y estratificado en grupos para mencionar algunos. La técnica de muestreo de fases múltiples es la que en efecto, involucra la mayoría de muestreos arqueológicos (Read 1979:51).

¹⁵ Universo: es el campo aislado de estudio.

¹⁶ Unidad de Muestreo: deriva de la aplicación del método de muestreo probabilístico; presuponiendo que el universo puede ser subdividido en unidades de muestreo. Estas pueden ser naturales (sitios, puntas de proyectil, etc.) o arbitrarias (niveles de excavación o áreas superficiales definidas por un sistema de retícula).

El concepto básico estadístico es la población,¹⁷ y es a ésta que se hacen las inferencias. Para la arqueología, existen dos conceptos de población, uno es la población en sentido estadístico, es decir, la población objetivo (población de materiales culturales al momento de la ocupación) y población muestra (población de materiales culturales al momento de la investigación). El propósito del muestreo es obtener información exacta de la población muestra que provea una base para hacer inferencias valederas del universo.

Para el investigador del área de estadística, el propósito de escoger un procedimiento particular de muestreo es incrementar la precisión y el grado de sesgo involucrado en el uso de una muestra para estimar un parámetro de población. Para el arqueólogo hay dos intereses: uno es dividir la población en subpoblaciones y la segunda es estimar parámetros para cada una de éstas subpoblaciones (Read 1979:52).

Generalmente, mientras más homogénea sea la población y mayor la frecuencia de cualquier tipo de sitio, más pequeño es el tamaño de la muestra necesaria para un grado dado de precisión. La estratificación es una forma de incrementar la homogeneidad.

No existe un procedimiento único de muestreo, lo importante es tomar en cuenta al menos los siguientes parámetros: la información deseada, la distribución de esa información en el espacio, el costo de obtener las muestras y el grado de precisión deseado.

Para diseñar un procedimiento de muestreo, es un reto poner en juego todo el conocimiento disponible de una región e integrarlo de tal manera que el muestreo provea eficiente y exactamente las respuestas requeridas en el muestreo arqueológico, proveyendo una base firme para la reconstrucción histórica, permitiendo el desarrollo y comprobación de la teoría. La teoría no puede ser desarrollada o probada a no ser que existan datos exactos accesibles. Únicamente con el muestreo probabilístico pueden hacerse estimaciones de la precisión de los datos muestreados (Read 1974:59-60).

Mueller (1974) sugiere que para seleccionar el criterio para un tipo de análisis arqueostatístico, es necesario hacer una combinación que permitirá modificar métodos de muestreo estadísticamente válidos debido a la información arqueológica relacionada. En éste caso,

¹⁷ Población: es un agregado de unidades analíticas en el universo de manera que, al menos en principio, a cada unidad se le asigna una localidad definitiva por una unidad de tiempo dada.

el grado de aplicabilidad de las técnicas de muestreo varía de acuerdo al tipo de investigación y al tamaño del área investigada.

3.2.2 Procedimiento

Las actividades realizadas comprendieron investigación de gabinete, trabajo de campo y laboratorio.

Las fase de gabinete incluyó la revisión de hojas cartográficas (Santo Toribio 2265-I; Concomá 2265-II; Machaquilá 2365-III y Dolores 2365-IV), escala 1:50,000, y recopilación de la información edafológica, rasgos bioclimáticos, componentes biológicos (flora y fauna) y características socioeconómicas.

La fase de campo se inició con un reconocimiento preliminar que constituyó en realizar el levantamiento topográfico, el trazo del polígono del área bajo estudio y el diseño de la retícula de análisis.

La unidad de análisis para el muestreo edafológico horizontal consistió de una retícula con cuadrantes de 10 x 10 m, tomándose las muestras de pequeños pozos de 40 x 40 cm en caminamientos dentro del área boscosa (fig 4), con el objeto de contar con una muestra representativa del perfil horizontal. El procedimiento utilizado consistió en hacer un muestreo aleatorio simple para obtener un total de 56 muestras dentro de la retícula.

Como dato comparativo se tomaron 4 muestras de sectores no perturbados dentro del área boscosa y en áreas actuales de cultivo de maíz (*Zea mays*) y chile serrano (*Capsicum sp*) en parcelas fuera del área protegida a 500 m de distancia.

El método para definir el sondeo edafológico vertical fue por medio de excavación de 4 pozos de 1 x 1 mt para exponer un corte del suelo o perfil, considerando la estratigrafía natural. La cantidad de muestra fué aproximadamente de 2.5 lb (1 kg) por estrato, dividiéndose en dos partes para el análisis físico y químico repectivamente. La selección de los pozos fué en base a

un muestreo aleatorio simple, considerando un 10% del área total. Se recuperaron un total de 18 muestras de suelo¹⁸ representativas de cuatro estratos.

Muestras Recuperadas

1. Muestras tomadas en la Retícula

No.	Prof.	No.	Prof.	No.	Prof.	No.	Prof.
1-A	0-20	2-A	0-30	3-A	0-30	4-A	0-30
1-B	0-20	2-B	0-30	3-B	0-30	4-B	0-30
1-C	0-25	2-C	0-30	3-C	0-25	4-C	0-30
1-D	0-25	2-D	0-25	3-D	0-30	4-D	0-30
1-E	0-25	2-E	0-30	3-E	0-25	4-E	0-30
1-F	0-45	2-F	0-30	3-F	0-30	4-F	0-25
1-G	0-30	2-G	0-25	3-G	0-30	4-G	0-25
1-H	0-30	2-H	0-30	3-H	0-30	4-H	0-30

No.	Prof.	No.	Prof.	No.	Prof.
5-A	0-25	6-A	0-25	7-A	0-25
5-B	0-20	6-B	0-25	7-B	0-25
5-C	0-35	6-C	0-30	7-C	0-25
5-D	0-25	6-D	0-25	7-D	0-30
5-E	0-25	6-E	0-20	7-E	0-25
5-F	0-30	6-F	0-20	7-F	0-30
5-G	0-25	6-G	0-20	7-G	0-30
5-H	0-25	6-H	0-30	7-H	0-30

¹⁸ Suelo: término propuesto por Dokuchaev (1886). Se refiere a "aquellos horizontes de rocas que han cambiado sus relaciones bajo la influencia conjunta del aire, agua y varios organismos vivos y muertos".

2. Pozos Excavados

Suboperación	Profundidad
6-11	0-15 cm
	15-55 "
	55-75 "
	75-95 "
6-12	0-16 cm
	16-80 "
	80-113 "
6-13	0-21 cm
	21-29 "
	29-69 "
	69-74 "
	74-86 "
	86-100 "
6-14	0-15 cm
	15-60 "
	60-90 "
	90-112 "

3. Muestras Comparativas

Parcela	Profundidad	Cultivo
1	0-25 cm	Chile Serrano
	25-45 "	
2	0-30 cm	Bosque no perturbado
3	0-30 cm	Maíz

Numero Total de Muestras = 77

3.2.3 Procesamiento

El procesamiento de las muestras consistió en un secado a la sombra durante un período de 8-10 días. Luego se pulverizaron con un molino eléctrico hasta tener un tamaño de partículas que se tamizaron en una malla de 2 mm siendo homogeneizadas para obtener una muestra representativa.

3.2.4 Análisis

Esta fase comprende el análisis de las muestras a nivel de laboratorio. El análisis físico se realizó en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Dirección de Riego y Avenamiento (DIRYA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, mientras que el análisis químico se efectuó en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

3.2.4.1 Análisis Físico Químico

El análisis físico químico permitió determinar los siguientes parámetros: (cuadro 1)

1. Análisis Granulométrico: determinado en base al Método del Hidrómetro o de Boyoucos para calcular los porcentajes de las fracciones de arena, limo y arcillas.
2. Porcentaje de Materia Orgánica: basada en el Método Modificado de Walkley Black para calcular el porcentaje de materia orgánica presente en la muestra.
3. Potencial de Hidrógeno (pH): determinado en una relación agua suelo 2.5:1. Se midió con un potenciómetro digital.
4. Color: determinado en húmedo con agua destilada y en seco, utilizando la tabla Munsell de colores.

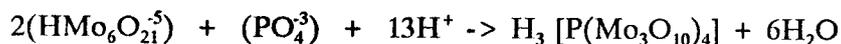
5. Fósforo: a nivel de campo se utilizó el Método Colorimétrico de Anillos y a nivel de laboratorio se utilizó la solución extractante Carolina del Norte. Se determinó en base al colorímetro.
6. Potasio: se determinó por medio de espectrofotometría de absorción atómica.

3.2.4.2 Análisis de Fosfatos

3.2.4.2.1 Método Colorimétrico de Anillos

El análisis de fosfatos se basa en el Método Colorimétrico de Anillos desarrollado por F. Feigl alrededor de 1958, que consiste en un método de extracción¹⁹ basado en una solución mezclada con ácido nítrico. El material de extracción es tratado con un compuesto reductor²⁰, y si el fosfato está presente, resulta una coloración azul. Dicha coloración se debe a que el molibdeno pierde un electrón, emitiendo energía en una longitud de onda que se ubica en el rango azul del espectro. La aplicación de una solución ácida de molibdato a un ortofosfato para formar ácido molibdofosfórico, puede ser selectivamente reducida para crear un complejo heteropoli molibdeno azul, de acuerdo a la siguiente reacción (Eidt 1984:35):

Proceso de Extracción: Solución A



Proceso de reducción: Solución B



La aparición en el papel filtro primero de una coloración amarillenta ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), indica cantidades relativamente grandes de fosfato. En dichos compuestos, conocidos como polietero

¹⁹ Solución Extractora: Dícese de una combinación de solventes que pueden extraer un tipo especial de compuestos que forman parte de una mezcla.

²⁰ Solución Reductora: Dícese de una solución de solventes que sirve para reducir cierto tipo de compuestos que forman parte de una mezcla y al mismo tiempo ésta se oxida.

ácidos, el complejo molibdato puede ser reducido agregando reactivos como benzidina, utilizada por Feigl (Eidt, 1984: 35-36). Dicho método fué modificado por R.C. Eidt (1973), consistiendo en la utilización de un reactivo extractor A basado en una solución de molibdato de amonio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y ácido clorhídrico, y un reactivo B reductor en una solución de ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).

La mejor extracción de fosfatos de suelos de cualquier pH se obtiene mediante una solución extractora de 5.0 gr de molibdato de amonio (grado reactivo) disuelta completamente en 100 ml de agua destilada fría. A esta solución se le agregan 35 ml de ácido clorhídrico 6 normal (HCl 6N), denominándosele "reactivo A". La solución reductora se preparó disolviendo 0.5 gr de ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) en 100 ml de agua destilada, denominándosele "reactivo B".

Utilizando una muestra de 50 mg de suelo, se aplicaron 2 gotas del reactivo A y 30 segundos después 2 gotas del reactivo B. Las lecturas se hicieron a los 2 minutos de tiempo. Se recomienda utilizar el mismo tipo de recipiente plástico para que las gotas sean de igual tamaño. Este procedimiento puede efectuarse en el campo con temperaturas entre 5-27° C o bien a temperatura ambiente en el laboratorio.

La utilización de éstos reactivos produce un anillo de coloración azul en papel filtro libre de cenizas cuyos rasgos y proporciones indican diferentes cantidades de fosfato. Estos rasgos incluyen longitud de estrías, formación completa del anillo y saturación cromática con respecto al tiempo (2 minutos), tabulándose los datos de acuerdo al siguiente cuadro:

Valor de Fosfato	Radio del Anillo	Tiempo de Aparición	% de Anillo Alrededor
1. Nada	0 mm	0 min	0
2. Débil	1	2	Variable
3. Regular	2	1-2	50
4. Bueno	3-5	½-1	75
5. Fuerte	8	½	100

Debido a que la prueba produce una reacción continua, al cabo de 2 minutos la coloración azul puede dispersarse en todo el papel, obliterando cualquier patrón interpretativo. La reacción puede ser detenida instantáneamente, lavando completamente el papel filtro en una solución de citrato de sodio (2:1). El papel fresco puede ser almacenado como parte de un record permanente.

A los datos se les dan valores relativos y se grafican según la intensidad obtenida, representándose por medio de curvas que definen la variabilidad del contenido de fosfatos comparada con los valores de carbonatos, pH y % de materia orgánica (fig 5).

3.2.4.2.2 Método Carolina del Norte

La aplicación del método colorimétrico²¹ puede optimizarse a partir de una determinación analítica basada en el procedimiento de extracción denominado Carolina del Norte. Este método es utilizado para la cuantificación de fósforo (P) asimilable comparado con los límites o niveles críticos establecidos para los suelos de la región, previamente calibrados y correlacionados con una solución extractora. La determinación del fósforo se basa en el desarrollo de color de las muestras, el cual es cuantificado en lecturas de porcentaje de transmitancia o absorbancia en un espectrofotómetro previamente calibrado, utilizando una curva de trabajo en diluciones de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 partes por millón (ppm).²²

Usualmente un mecanismo de absorción dado favorece la absorción de luz en bandas específicas de longitud de onda corta; la variación resultante en la intensidad de luz como una función del largo de onda es un espectro de absorción. La medición cuantitativa de color se realiza haciendo lecturas comparativas de soluciones estándar y soluciones de prueba con un colorímetro.

Los análisis de laboratorio se basaron en el siguiente procedimiento:

²¹ Colorimetría: Concierno a la absorción de la luz visible por una solución. Sus principios básicos se basan en la energía de átomos y ligamientos interatómicos en cristales, en iones en solución, en radicales o en moléculas que están sujetas a cambios en su nivel por medio de la absorción de energía lumínica. La absorción de luz de un carácter general solamente calienta el material absorbente sin colorearlo.

²² Partes por millón: es la expresión volumétrica de microgramos/mililitro o g/gm.

Preparación de Reactivos

1. Solución Extractora Carolina del Norte

A una solución extractora de H_2SO_4 0.025N y HCl 0.050N agregar 40.5 ml de HCl grado reactivo y 7 ml de H_2SO_4 grado reactivo a 5 lt de agua destilada.

2. Preparación para la determinación de Fósforo.

Reactivos de la curva patrón de fósforo

Para la preparación de un patrón concentrado de 100 microgramos de fósforo/mililitro (ug P/ml), pesar 0.4393 de fosfato monopotásico (KH_2PO_4) secado a 65°C por espacio de 24 horas. Disolverla en 400 ml de agua destilada en un matraz aforado de 100 ml, agitar hasta que se disuelva. Llevar a un volumen de 1 litro previo a la adición de 25 ml de ácido sulfúrico 7N. De la solución de la curva patrón de 100 ug/ml, se elabora la curva de trabajo del espectrofotómetro que va de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 ug P/ml.

Preparación para la determinación de fósforo

Solución A

- a. Colocar 1 g de tartrato de potasio y antimonio en un matraz volumétrico de un litro y agregar alrededor de 400 ml de agua destilada. Añadir despacio 165 ml de H_2SO_4 concentrado, agitando cuidadosamente conforme se agrega el ácido sulfúrico.
- b. Disolver 7.5 gr de molibdato de amonio en 300 ml de agua destilada.
- c. Cuando la solución (a) se ha enfriado, añadir la solución (b) y llevar a un volumen de 1 litro con agua destilada para formar la solución A.

Solución B

Solución de molibdato de amonio y tartrato doble de potasio y antimonio.

En el día que se va a utilizar la solución, tomar 150 ml de la solución A y agregarlos a una solución de 0.1 gm de ácido ascórbico. Completar a un litro.

Procedimiento de extracción

La preparación de las muestras de suelo se hace en base a la siguiente secuencia:

1. En un Erlenmeyer de 50 ml se agregan 5 ml de suelo, agregándole 25 ml de la solución extractora Carolina del Norte.
2. Agitar las muestras durante 5 minutos a 400 rpm.
3. Filtrar.

Determinación analítica e Fósforo (P)

1. Tomar una alícuota de 2 ml del filtrado.
2. Agregar 10 ml de agua destilada.
3. Agregar 8 ml de la solución B reductora.
4. Dejar estabilizar las muestras durante 30 minutos antes de realizar la lectura del porcentaje de transmitancia o absorbancia en el colorímetro a 660 nm (nanómetros).
5. Preparar la soluciones para la curva patrón utilizando 2 ml de las diluciones a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 ppm en 10 ml de agua destilada y 8 ml de solución extractora.

Determinación analítica de potasio (K)

En el estudio de las áreas de actividad, se ha incluido el análisis de potasio (K) ya que puede ser un indicador de actividades domésticas asociadas a la utilización de materiales orgánicos como combustibles. Los residuos (cenizas) presentan altas concentraciones de éste elemento. El procedimiento utilizado consiste en la preparación de muestras de suelo para análisis de espectrofotometría de absorción.²³

El procedimiento consiste de:

1. En un Erlenmeyer de 50 ml se agregan 5 ml de suelo, agregándole 25 ml de la solución Carolina del Norte.
2. Agitar las muestras durante 5 minutos a 400 rpm.
3. Filtrar.
4. Tomar una alícuota de 2 ml del filtrado.
5. Agregar 8 ml de agua destilada.
6. Hacer las lecturas en el espectrofotómetro de absorción atómica.

²³

Espectrofotometría de absorción: concierne a la absorción de radiación por un sólido o una solución en los rangos de largo de onda de la luz visible, ultravioleta e infrarroja de la radiación electromagnética. Este análisis se refiere a la medida de calidad del espectro y cantidad de radiación emitida por los constituyentes de la muestra. La espectrofotometría de absorción ejecuta dos distintas funciones: a) la radiación de absorción es medida como una función de concentración en una banda de longitud de onda corta y b) la radiación de absorción es medida en función de la longitud de onda para una cantidad constante de muestra, para obtener el espectro de absorción.

CAPITULO IV

Resultados

Los trabajos de campo efectuados permitieron hacer el levantamiento y el trazo de la retícula de análisis para la toma de 77 muestras de suelo y la excavación de cuatro pozos de sondeo.

Los resultados del sondeo edafológico realizado, comprendieron las suboperaciones 6-11, 6-12, 6-13 y 6-14 realizadas de 1990 a 1992. Estas permitieron hacer una caracterización estratigráfica (fig 6) que define en general una capa de humus y gravas entre 0 y 20 cm con un contenido muy alto de materia orgánica (14%) y pH neutro. El siguiente estrato se caracteriza por ser un relleno artificial de rocas calizas de diferentes diámetros colocadas sin cementante entre 20 y 80 cm. Debajo de éste, se localizan estratos de material franco arcilloso originado por procesos de meteorización y lixiviación del relleno artificial con un bajo contenido de materia orgánica (1%) y un pH ligeramente alcalino (7.5-8).

El último estrato se caracteriza por su alto contenido de arcillas (80%) con bajo contenido de materia orgánica (entre 0 y 1%) y un pH ligeramente alcalino (8), conformando una unidad impermeable. La suboperación 6-13 presenta un rasgo importante que se define como un piso entre los 69 y 74 cm de material franco muy compactado debajo del relleno artificial. Este piso presenta características físicas diferentes de los materiales edáficos locales como un 44% de arenas, 0% de materia orgánica, pH alcalino (8.0) y un contenido alto de carbonatos. Se considera que se utilizaron rocas calizas pulverizadas provenientes del cerro adyacente.

La aplicación del Método Colorimétrico de Anillos (fig 5) indican que en los estratos superiores de las suboperaciones 6-11 y 6-13, hay una reacción bastante fuerte de coloración azul entre 10 y 20 cm; luego tiende a decrecer y en los estratos entre 80 y 100 cm vuelve a incrementarse. Esto podría correlacionarse con el contenido alto de materia orgánica presente y el pH ligeramente alcalino a alcalino. La suboperación 6-11 no presentó reacción alguna en las muestras recuperadas directamente del relleno. En las suboperaciones 6-12 y 6-14, los valores de concentración se incrementan pero en menor proporción, ocurriendo lo mismo con el pH alcalino

y alto porcentaje de arcillas (75 a 80%). La suboperación 6-13 presenta altas concentraciones asociadas a el piso localizado entre 69 y 74 cm (fig 6) debajo del relleno de rocas.

En el análisis de Carolina del Norte, se obtuvieron los rangos de mayor densidad de fosfatos y potasio en partes por millón (cuadro 2). Los valores máximos se pueden correlacionar con los cuadrantes siguientes:

Fósforo		Potasio	
No	ppm	No	ppm
2-F	31.98	1-A	175
2-G	16.89	1-C	185
3-B	16.75	1-F	170
3-D	17.08	2-B	180
4-F	26.64	3-A	205
4-G	18.80	3-B	200
5-E	28.17	3-C	190
5-G	46.88	3-E	170
6-E	16.56	3-G	275
7-G	17.85	3-H	175
7-H	23.01	6-E	250
		7-H	175

Los análisis de las muestras recuperadas en los perfiles verticales de las suboperaciones 6-11, 6-12, 6-13 y 6-14 (Cuadro 1) indican altas concentraciones de fósforo en el primer estrato. El estrato 0 a 21 de la suboperación 6-13 presenta el valor mas alto con 43.66 ppm; siguiendo en su orden los valores de 23.39, 18.11 y 14.81 ppm para las suboperaciones 6-12, 6-14 y 6-11 respectivamente.

En los estratos inferiores, las densidades de ambos compuestos tienden decrecer en las cuatro suboperaciones hasta valores de cero como lo muestra el estrato de 15 a 55 cm de la suboperación 6-11. En el caso de la suboperación 6-13, el estrato de 69 a 74 cm definido por el piso indica un comportamiento diferente ya que es el unico que registra una densidad alta de 8.2 ppm, comparada con la estratigrafía de las demás suboperaciones.

En cuanto al potasio su comportamiento es similar ya que se evidenciaron altas densidades en el primer estrato; las suboperaciones 6-12 y 6-13 presentan valores de 230 y 255 ppm respectivamente. La suboperación 6-11 presenta concentraciones de 140 ppm en el estrato 55 a 75 cm y la suboperación 6-14 concentraciones de 245 ppm en el estrato 15 a 60 cm. Pero la tendencia general es a decrecer hasta valores mínimos como lo muestra el piso de la suboperación 6-13 con 65 ppm (cuadro 2).

A nivel de parcela (cuadro 2), los resultados de la parcela 1 con cultivo de chile serrano muestra niveles de fósforo de 3.25 de 0 a 25 cm y 4.90 ppm en el estrato 25 a 45 cm. Se considera que están bajos probablemente debido al uso intensivo en cultivos limpios, típico de la zona. Los valores de potasio son aceptables comparados con las muestras de la retícula y tienden a incrementar de 105 a 165 ppm. Las aplicaciones de fertilizantes podría ser la causa de este comportamiento.

La parcela 2 correspondiente a muestras de 0 a 30 cm tomadas dentro del área de bosque no perturbado presentan 12.69 ppm de fósforo y 120 ppm de potasio. Estos valores presentan un comportamiento típico de suelos arcillosos con alto contenido de materia orgánica.

La parcela 3 con cultivo de maíz presenta concentraciones de 0 ppm de fósforo y 100 ppm de potasio de 0 a 30 cm de profundidad. Los niveles de ambos son indicativos de un uso intensivo del suelo sin o con aplicaciones mínimas de fertilizantes.

Los valores de las lecturas obtenidas del colorímetro fueron transformadas a partes por millón (ppm) de fósforo y potasio respectivamente. En base a esta información se elaboró una tabla con tres variables correspondientes a las distancias en el eje de las ordenadas (x) y abcisas (y) del punto de muestreo, así como la densidad de fósforo y potasio (ppm) (cuadro 2).

Para interpretar los resultados, se utilizó un paquete estadístico basado en el Programa SYSTAT para WINDOWS, versión 5 (Wilkinson 1992). Este programa permite obtener contornos en dos dimensiones (x y y) y una tercer variable (z) que define una tercera dimension. Los datos fueron graficados en isólineas cada cinco ppm (fig 10) y sombreados cada diez ppm (fig 11) para el caso del fósforo. Mientras que para el potasio se utilizaron isólineas (fig 12) y sombreados (fig 13) cada 30 ppm.

Las gráficas de contorno de fósforo (fig 10) y potasio (fig 12) así como de sombreado (fig 11 y 13), definen cuatro áreas con valores altos de ambos componentes. Durante la temporada de campo de 1993 se verificaron tales puntos con la excavación de cuatro pozos dirigidos, es decir, las suboperaciones 6-15, 6-16, 6-17 y 6-18. Los resultados de las excavaciones así como el dibujo del levantamiento de los lineamientos de roca localizados a nivel superficial confirmaron la existencia de diez estructuras de forma rectangular (fig 7) con largos mínimos de 11 m y máximos de 83 m. Hacia el sur en los cuadrantes 4, 5, 6 y 7 y literales B, C, D y E se localizó un grupo de cuatro estructuras (1, 2, 3 y 4) alargadas formando una plaza cerrada de 20 x 30 m; hacia el norte se localizó una segunda plaza formada por secciones de las calzadas al oeste y norte y tres estructuras (1, 4 y 8) en los cuadrantes 4, 5, 6 y 7 y literales E, F, G y H de 25 x 30 m. Estas estructuras consisten de lineamientos de roca caliza tallada de forma rectangular, elevadas de 20 a 30 cm del suelo y con rumbo norte sur o este oeste. Colocadas sin cementante, generalmente forman líneas paralelas con anchos promedio de 3.50 m y vértices en ángulos menores y mayores de noventa grados. La mayor densidad de lineamientos se localizó en los siguientes cuadrantes: 2-B, 2-C, 3-B, 3-C, 3-D, 3-E, 3-F, 3-G, 3-H, 4-B, 4-C, 4-D, 4-E, 4-F, 4-G, 4-H, 5-B, 5-H, 6-B, 6-E, 6-H, 7-B, 7-C, 7-D, 7-G y 7-H (fig 7).

Las suboperaciones 15 y 16 se realizaron en los puntos de mayor concentración de fósforo (46.88 ppm) y potasio (275 ppm) respectivamente (fig 10 y 12). Ambas coinciden con el área cerrada por las calzadas y las tres estructuras rectangulares en la plaza norte. La estratigrafía de estas suboperaciones mantiene el patrón de las suboperaciones de sondeo (fig 8), es decir, una capa de humus entre 5 y 10 cm; un relleno de roca caliza con diámetros promedio entre 5 y 80 cm mezclado con arcilla oscura en el estrato de 10 a 50 cm; arcillas oscuras mezcladas con roca caliza con diámetros menores de 10 cm en el estrato de 50 a 110 cm; arcillas oscuras mezcladas con gravas finas de roca caliza y arena entre 110 y 120 cm y finalmente el estrato de arcillas puras de 120 cm en adelante.

En la suboperación 15 se recuperaron materiales cerámicos en dos lotes. El primero corresponde a materiales dentro de los grupos Tinaja Rojo, Cambio Sin engobe, Máquina Café y Pantano Impreso del Clásico Tardío y Clásico Terminal. El segundo lote se localizó debajo del relleno de rocas asociado a pisos de arenas. Los materiales cerámicos son una mezcla de grupos pertenecientes al Preclásico Terminal como Sierra Rojo, Boxcay Café, Boo Inciso Acanalado, Ahchab Ante Rojo y Matamoro Bícromo. Los grupos del Clásico Tardío incluyen Cambio Sin Engobe, Yuhactal Negro/Rojo y Tinaja Rojo.

La suboperación 16 presenta en el lote superior materiales del Clásico Tardío de los grupos Miseria Aplicado y Cambio Sin Engobe; en los dos lotes inferiores se recuperaron materiales de los grupos Sierra Rojo y Flor Crema pertenecientes al Preclásico Tardío.

Las suboperaciones 17 y 18 se realizaron sobre el eje de dos estructuras alargadas localizadas en la plaza sur. La suboperación 17 en la estructura 1 (figs 7 y 9) presenta un perfil estratigráfico consistente de una capa de humus entre 0 y 10 cm; un relleno de roca caliza con diámetros promedio entre 10 y 80 cm en el estrato de 10 a 150 cm; una mezcla de arcillas oscuras y rocas calizas con diámetros menores de 10 cm en el estrato de 150 a 175 y finalmente el estrato de arcillas puras de 175 cm en adelante. La suboperación 18 presenta el estrato de humus de 0 a 10 cm; el relleno de roca caliza de 10 a 40 cm y el estrato de arcillas puras de 40 a 113 cm en adelante.

Los materiales cerámicos recuperados de la suboperación 17 corresponden a los grupos Palmar Danta Naranja Polícromo y Zacatel Joyac Crema Polícromo del Clásico Tardío. La suboperación 18 no presentó materiales cerámicos.

CAPITULO V

Conclusiones

Se considera que el área bajo estudio cumplía una función de gran importancia en el sitio, debido al hecho de estar circunscrita por grupos arquitectónicos como el Grupo A, las calzadas y la serie de monumentos conmemorativos.

La información arqueológica existente sobre las distintas alternativas de uso intensivo como área de mercado, apiarios, corrales, cementerio o área de cultivos especializados, indican que asociado a ellas deberían existir rasgos específicos, bien definidos. Los datos arqueológicos y analogías etnográficas propuestas por Chase y Chase (1983) sobre un sistema intensivo de jardines y arboricultura son sujetos a reconsideración en base a los resultados obtenidos.

En general puede afirmarse que los datos obtenidos evidencian la utilidad del método de prospección química para definir áreas de actividad. Al comparar el método Colorimétrico de Anillos con el método Carolina del Norte, se considera que el primero es efectivo y práctico para tener una idea relativa de la presencia de áreas con mayor o menor concentración en áreas de actividad.

Debido a que los valores de fosfato dados por el Método Colorimétrico de Anillos no son a una escala lineal, los resultados no pueden recibir un tratamiento estadístico. Sin embargo, su significancia se encuentra en la rapidéz y lo práctico para definir suelos con características antropogénicas directamente en el campo. Con esta técnica se logró determinar la existencia de fosfatos en los estratos superiores de las suboperaciones de sondeo.

Mediante el método de extracción Carolina del Norte y la interpretación de los resultados se logró cuantificar las cantidades de fósforo y potasio, basado en las curvas de contorno y sombreados que indican las mayores concentraciones de fósforo y potasio, así como su correlación con los cuadrantes 2-B, 2-C, 3-B, 3-C, 3-D, 3-E, 3-F, 3-G, 3-H, 4-B, 4-C, 4-D, 4-E, 4-F, 4-G, 4-H, 5-B, 5-H, 6-B, 6-E, 6-H, 7-B, 7-C, 7-D, 7-G y 7-H. Estos cuadrantes presentan la mayor cantidad de rasgos antropogénicos definidos, como son los lineamientos de roca a nivel de superficie.

Las suboperaciones 6-15, 6-16, 6-17 y 6-18 realizadas con excavación dirigida y un levantamiento en las áreas de mas intensidad de fosfatos y potasio, permitieron localizar diez estructuras largas rectangulares (fig 7) orientadas de norte a sur y de este a oeste. Los resultados de las excavaciones permitieron definir que una probable función de las estructuras es de areas habitacionales asociadas con pasillos, tal y como lo demostraron las estructuras 1 (fig 9), 2 y 3; dos plazas cerradas al norte y sur y espacios libres al este, sur y norte.

Considerando el área ocupada por las diez estructuras largas, las dos plazas cerradas y pasillos; el área libre no permitiría lograr cosechas aceptables para cualquier cultivo limpio, sin embargo no se descarta la posibilidad de el desarrollo de especies arbóreas de porte medio en los espacios libres.

El espesor de la capa cultivable, localizada encima del relleno de piedra a una profundidad entre 0 y 20 cm, hace suponer que dicho sistema podría sustentar plantas con sistema radicular de igual o mayor longitud. Se consideran longitudes mayores debido a que, apoyando lo propuesto por Pohl (1985:11), los rellenos de piedra funcionan como un sistema fragmentado con espacios intermedios que permiten el desarrollo de micro y macroorganismos, transporte de partículas de suelo por acción de la precipitación y acumulación de materia orgánica y productos lixiviados (orgánicos e inorgánicos) que aportan nutrientes y conservan la humedad del suelo, distribuyéndola en todo el perfil. Esto plantea la posibilidad del desarrollo de sistemas radiculares mayores, es decir, de plantas semiarbóreas de porte mediano. Entre estas se incluyen la mayoría de cultivos importantes como el cacao y una gran gama de frutales.

Los conteos realizados de plantas de pacaya (*Chamaedorea sp*) establecieron densidades de entre 15 a 20 plantas por cuadrícula de 10 m, con alturas de 2 a 3 m y desarrollo bastante saludable. Esto corrobora la posibilidad de un probable uso de especies de porte medio para areas de jardines. Comparativamente se estableció que las areas de bajos localizadas hacia el este y norte del grupo A por su condición de alta humedad, unicamente soportan algunas especies arbóreas resistentes y no presentan plantas de porte medio ni vegetación típica de sotobosque.

Las altas precipitaciones que caracterizan a la zona, y el relleno de roca definido en las ocho operaciones excavadas así como el sentido de la pendiente hacia el norte, sugieren que el área en cuestión estaba artificialmente acondicionada para lograr un manejo hidráulico de los excesos de precipitación para dirigirlos hacia un zanjón natural ubicado al norte del área. Esto se comprobó

durante la temporada 1993 en condiciones de alta precipitación en los pozos realizados ya que todos tienden a filtrar los excesos de agua hacia los estratos inferiores siguiendo la pendiente del terreno.

El análisis tipológico de la cerámica de las suboperaciones 6-15, 6-17 y 6-18 realizadas en la plaza norte y las estructuras 1 y 2 respectivamente, podría indicar que la nivelación original debajo del relleno podría ser una ocupación temprana correspondiente a la época Preclásica con los grupos Sierra Rojo, Boxcay Café, Boo Inciso Acanalado, Ahchab Ante y Rojo, Matamoro Bícromo y Flor Crema. La cerámica Clásica Tardía de los estratos superiores como los tipos Palmar Naranja Polícromo, Zacatal Crema Polícromo, Tinaja Rojo, Cambio Sin Engobe, Pantano Impreso, Máquina Café y Miseria Aplicado podría correlacionarse con la etapa constructiva del Clásico Tardío que actualmente define al sitio.

Los resultados anteriormente expuestos indican que la metodología utilizada puede ser un auxiliar para la localización de rasgos antropogénicos siempre y cuando se realicen un mayor número de ensayos de éste tipo que tomen en consideración la diversidad de suelos y condiciones ecológicas de los sitios arqueológicos del país. Queda la opción para estudios palinológicos y de flotación para recuperación de restos orgánicos mas específicos que demuestren la existencia en el contexto arqueológico de fragmentos de semillas y polen, para identificar sucesiones de especies vegetales utilizadas en el área.

Se considera que este método podría adaptarse para realizar los análisis a nivel de campo, con la salvedad que requiere de equipo y soluciones específicas. Los resultados obtenidos son consistentes y brindan un cuerpo de datos útiles en la realización de análisis cuantitativos a nivel de laboratorio. Las anteriores ventajas contrastan con la facilidad de obtener en el mercado local tanto el equipo como los reactivos.

Dado que existen diferentes formas de fosfato en los suelos, y por consiguiente diferentes formas de extracción, el método de campo debe de apoyarse en un número de muestras representativas que permitan definir exactamente las características edáficas de los perfiles horizontal y vertical, comparándolo con muestras comparativas fuera del sitio.

La tecnología existente en nuestro país permite con pocos recursos obtener información valiosa que defina con mayor objetividad las áreas de actividad antropogénica. La implementación

de un laboratorio portátil puede hacerse a un bajo costo, utilizando el equipo y reactivos propuestos en el anexo 2. El bajo costo compensa con la información a obtener y la aplicabilidad del método científico en la arqueología guatemalteca.

Referencias Bibliográficas

APESA

1990 *Encuesta Sociodemográfica y Agroforestal*. Petén, Guatemala.

ARRHENIUS, O.

1963 Investigation of Soil from Old Indian Sites.

Ethnos, Nos. 2-4:122-128.

BARBA, Luis

1980 EL Análisis de Fosfatos como Herramienta de Prospección y Delimitación.

Sociedad Mexicana de Antropología. XVI Mesa Redonda. Tomo II:267-274. México.

1986 La aplicación de Métodos Geofísicos, Químicos y Sedimentológicos al estudio de Sitios Arqueológicos.

Revista Mexicana de Estudios Antropológicos, No.32, México.

1990 *Radiografía de un Sitio Arqueológico*.

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

BARBA, Luis y Pierre DENIS

1981 Actividades Humanas y Análisis Químicos de los Suelos: el caso de Osumacinta Viejo, Chiapas.

Investigaciones Recientes en el Area Maya, Tomo 2: 263-265. XVII Mesa Redonda, Sociedad Mexicana de Antropología, San Cristóbal de Las Casas.

BARBA, Luis y Agustín ORTIZ

1992 Análisis químico de Pisos de Ocupación: Un Caso Etnográfico en Tlaxcala, México.

Latin American Antiquity, 3(1), pp 63-82. The Society for American Archaeology.

BAKKEVIG, S.

1980 Phosphate Analysis in Archaeological Problems and Recent Progress.

Norwegian Archaeological Review, Vol.13, No.2:74-77, Oslo.

BATE, L.F.

- 1977 *Arqueología y Materialismo Histórico*.
Ediciones de Cultura Popular. México.

BATESON, J.H. e I.H.S. HALL

- 1977 *The Geology of the Maya Mountains, Belize*.
Overseas Memoirs 3:1-43, Institute of Geological Sciences, Londres.

BINFORD, Lewis R.

- 1962 Archaeology as Anthropology.
American Antiquity, Vol.28, No.2:217-225.
- 1964 A Consideration of Archaeological Research Design.
American Antiquity, Vol.29, No.4:425-441.
- 1965 Archaeological Systematics and the Study of Culture Process.
American Antiquity, Vol.31, No.2:203-209.

CHASE, Arlen F. y Diane Z. CHASE

- 1983 Intensive Gardening among the Late Classic Maya: a possible example at Ixtutz, Guatemala.
Expedition, Vol.25 No 3:7-10, University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia.

CHENHALL, R.G.

- 1979 A Rationale for Archaeological Sampling.
Sampling in Archaeology, ed. James W. Mueller: 3-27. The University of Arizona Press,
Tucson.

COE, Michael, Dean SNOW y Elizabeth BENSON

- 1986 *Atlas of Ancient America*.
Equinox Book, Nueva York-Oxford.

CONVENIO GOBIERNOS ALEMANIA-GUATEMALA

- 1991 Plan de Desarrollo Integrado de Petén. Plan de Ordenamiento Territorial.
Agrar-Und Hydrotechnick GMBH; Asesoría y Promoción Económica S.A., Guatemala.

DE LA CRUZ, J.R.

- 1982 *Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento*.
Ministerio de Ganadería y Alimentación, Guatemala.

DUNNING, Nicholas P. *et al.*

- 1991 *Ecología y Patrón de Asentamiento Prehispánico en la Región de Petexbatun: Resultados Preliminares de la Temporada 1991*.
Proyecto Arqueológico Regional Petexbatun. Guatemala.

DURKHEIM, E.

- 1972 *Las Reglas del Método Sociológico*.
Editorial La Pléyade, Buenos Aires, Argentina.

EIDT, R.C.

- 1973 A Rapid Chemical Field Test for Archaeological Site Surveying.
American Antiquity, Vol.38, No.2:206-210.

- 1977 Detection and Examination of Anthrosols by Phosphate Analysis.
Science, Vol.197, No.4311:1327-1332. Nueva York.

- 1984 *Advances in Settlement Analysis: Application to Prehistoric Anthrosols in Colombia, South America*.
The Center for Latin America, University of Wisconsin, Milwaukee.

- 1985 Theoretical and Practical Considerations in the Analysis of Anthrosols.
Archaeological Geology, ed. G. Rapp y J. Gifford:155-190, Yale University Press, New Haven.

ERICASTILLA CHACON, Erich Rolando

- 1991 *El Modo de Producción Aldeano Comunitario Base de la Dinámica de las Comunidades Mayas de las Tierras Bajas en el Período Preclásico Tardío: Una Aproximación Teórica*.
Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia.

ESCOBEDO AYALA, Héctor Leonel

1991 *Epigrafía e Historia Política de los Sitios del Noroeste de las Montañas Mayas durante el Clásico Tardío.*

Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia.

FERNANDEZ MARQUINEZ, Yolanda

s.f. Determinación de las Areas de Actividad en el Grupo Maya Oxkintok, Yucatán.
Antropológicas, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

FRIEDMAN, Jonathan

1974 *Marxism, Structuralism and Vulgar Materialism*,
Man, Vol.9, No.3:444-469, University College, Londres.

GALL, Francis

1981 *Diccionario Geográfico de Guatemala.*
Instituto Geográfico Nacional, Guatemala.

GODOY J.C. y F. CASTRO

1991 *Plan del Sistema de Areas Protegidas de El Petén, Guatemala.*
SIAP. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, Turrialba, Costa Rica.

GRAHAM, Elizabeth

1987 *Diversity in Belize and its Implications for Models of Lowland Maya Trade.*
American Antiquity, Vol.54, No.4:753-767.

GRAHAM, Ian

1980 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions. Vol.2, Part 3: IXKUN, UCANAL, IXTUTZ, NARANJO.*
Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.

GRAHAM, John

1973 *The Dating of Stela 4 at Ixtutz.*
Contributions of the University of California Archaeological Research Facility,
No.18:195-198. Berkeley.

GREENE ROBERTSON, Merle

1972 Notes on the Ruins of Ixtutz, Southeastern Peten.

Contributions of the University of California Archaeological Research Facility,
No.16:95-96. Berkeley.

GREENE ROBERTSON, Merle, Robert L. RANDS y John GRAHAM

1972 *Maya Sculpture from the Southern Lowlands, Highlands and Pacific Piedmont.*

Lederer, Street and Zeus, Berkeley.

HAMMOND, Norman

1975 Lubaantun a Classic Maya Realm.

Peabody Museum of Archaeology and Ethnology.

Harvard University Cambridge, Massachusetts. pp 10-14.

1984 Nineteenth-Century Drawings of Maya Monuments in the Society's Library.

The Antiquaries Journal, Vol.64, No.1, Londres.

HOUSTON, Stephen D.

1984 An Example of Homophony in Maya Script.

American Antiquity, 49:790-805.

HENDERSON, John (ed)

1989 *Scientific Analysis in Archaeology and its Interpretation.*

Oxford University Committee for Archaeology, Monograph No. 19, UCLA Institute of
Archaeology, Archaeological Research Tools No.5, Los Angeles.

HODDER, Ian

1982 Theoretical Archaeology: a Reactionary View.

Symbolic and Structural Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge. pp 1-16.

HUDDLESTON, H.F.

1977 *Cursillo de Capacitacion sobre Conceptos de Muestreo para Encuestas Agropecuarias.*

Statistical Reporting Service. USDA.

INSIVUMEH

1981 *Boletín Hidrológico No 11. Año Hidrológico 1979-1980.* Guatemala.

JACKSON, M.L.

1958 *Soil chemical analysis.*

Prentice Hall Inc. Englewoods Cliffs, New Jersey.

LAPORTE, Juan Pedro y Rolando TORRES

1987 *Los Señoríos del Sureste de Petén.*

Mayab, No.3:7-23, Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.

LAPORTE, Juan Pedro

1989 *Alternativas del Clásico Temprano en la Relación Tikal-Teotihuacana, Grupo 6C-XVI, Tikal, Petén, Guatemala.*

Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

LAPORTE, Juan Pedro, Rolando TORRES y Bernard HERMES

1989 *Ixtontón: Evolución de un Asentamiento en el Alto Río Mopán, Petén.*

Mayab, No.5:19-29. Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.

LAPORTE, Juan Pedro *et al.*

1989 *Proyecto Sureste de Petén, Guatemala: Segunda Temporada.*

Mexicon, Vol.11, No.3:49-56. Berlín.

LAPORTE, Juan Pedro y Héctor L. ESCOBEDO

1992 *Ixtutz, Centro Rector al Oeste del Valle de Dolores, Petén.*

Mexicon, Vol.14, No.5:90-98, Berlín.

LAPORTE, Juan Pedro *et al.*

1992 *Reconocimiento y Excavación en Ixtutz, Dolores, Peten.*

Reporte Nº 6 Atlas Arqueológico de Guatemala: 2-21. Instituto de Antropología e Historia.

LIMBREY, S.

1975 *Soil Science and Archaeology.*

Academic Press. University of Birmingham.

LIPPI, R.D.

- 1988 Paleotopography and Phosphate Analysis of a Buried Jungle Site in Ecuador.
Journal of Field Archaeology, Vol.15, No.1:85-97, Boston University, Boston.

MALINOWSKI, Bronislaw

- 1944 *Scientific Theory of Culture and Other Essays*.
The University of North Carolina Press, Chapel Hill.

MANZANILLA, Linda (ed)

- 1986 *Unidades Habitacionales Mesoamericanas y sus Areas de Actividad*.
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México.
- 1987 *Coba, Quintana Roo. Análisis de Dos Unidades Habitacionales Mayas del Horizonte Clásico*.
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México.

MATHEWS, Peter

- 1976 *The Emblem Glyphs of Ucanal, Sacul and Ixtutz*.
Maya Glyph Notes 2. Manuscrito Yale University, New Haven.

MAYER, Karl Herbert

- 1984 Reporte Sobre Ixtutz.
Antropología e Historia, No.6:3-5. Guatemala.

MUELLER, J.W.

- 1974 The Use of Sampling in Archaeological Survey.
American Antiquity, Vol.39, No.2, Part II.

NAVARRO, P.J.

- 1981 *Sociedades, Pueblos y Culturas*.
Nº 11:26-27. Salvat Editores S.A. España.

OLSON, G.W.

- 1979 Effects of Activities of the Ancient Maya Upon Some of the Soils in Central America.
Mexicon, Vol.1, No.2:20-22. Berlín.

ORTIZ, Agustín y Luis BARBA

1992 Estudio Químico de los Pisos del Satunsat, Oxkintok, Yucatán.

Oxkintok, Nº 4:119-126, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.

ORTIZ, R.E.

1979 *Técnicas de Investigación Científica*.

Editorial Universitaria. USAC. Guatemala.

PALERM, Angel

1966 *Reconstrucción de los Procesos de Evolución*.

Mecanoscrito. ENAH. México.

POHL, M.

1985 *Prehistoric Lowland Maya Environment and Subsistence Economy*.

Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Harvard University. Cambridge, Massachusetts.

PROVAN, D.M.J.

1971 Soil Phosphate Analysis as a Tool in Archaeology.

Norwegian Archaeological Review, Vol.4:37-50. Stavanger Museum, Stavanger, Norway.

RADCLIFFE BROWN, A.R.

1965 *Structure and Function in Primitive Society*.

The Free Press, New York.

READ, D.W.

1979 Regional Sampling. In: *Sampling in Archaeology*. James M. Mueller Editor: 45-60. The University of Arizona Press, Tucson.

SCHAEFFER, Ernesto

1951 El Corregidor del Petén, Coronel Modesto Méndez y el Encargado de Negocios de Prusia, Von Hesse.

Antropología e Historia de Guatemala, Vol.3, Nº 1:55-60. Guatemala.

SIMMONS, C.S., J.M. TARANO y J.H. PINTO

1959 *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de Guatemala.*

Instituto Agropecuario Nacional. Editorial "José de Pineda Ibarra". Guatemala.

SJOBERG, A.

1976 Phosphate Analysis of Anthropic Soils.

Journal of Field Archaeology, Vol.3, No.4:447-454, Boston University.

SOLECKI, R.S.

1951 Notes on Soil Analysis and Archaeology.

American Antiquity, Vol.16, No.3:254-256.

SPIEGLER, J.E.

1984 *Glosario de Términos Usados en el Estudio de la Ciencia del Suelo.*

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

STONE, Andrea

1989 *Investigaciones del Arte Rupestre de Naj Tunich, Petén: Un Catálogo de las Pinturas y los Petroglifos.*

Informe Final Sometido al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala.

TORRES, Rolando

1985 Informe de Escavaciones en los Sitios Arqueológicos de Sacul, Ixtonton, Tigres, Ixkun, Ixtutz y Curumhuitz, Municipio de Dolores, Petén.

Informe, Proyecto Nacional Tikal, Guatemala.

TORRES, Rolando y Juan Pedro LAPORTE

1986 El Sureste de Petén: una Prospección Arqueológica.

Informe, Proyecto Nacional Tikal, Guatemala.

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

1984 *Perfil Ambiental de la República de Guatemala.*

Tomo II. Guatemala.

WATSON P.J., S.A. LEBLANC y C.L. REDMAN

1974 *El Método Científico en Arqueología.*

Alianza Editorial. Madrid.

WEYL, Richard

1980 *Geology of Central America.*

2da edición. Gebr. Borntraeger, Berlín.

WHITE, E.M.

1978 Cautionary Note on Soil Phosphate Data Interpretation for Archaeology.

American Antiquity, Vol.43, No.3:507-508.

WILKINSON, L. *et al.*

1992 *Systat Graphics*. Systat, Inc., Evanston Illinois.

WOODS, W.I.

1977 The Quantitative Analysis of Soil Phosphate.

American Antiquity, Vol.42, No.2:248-252.

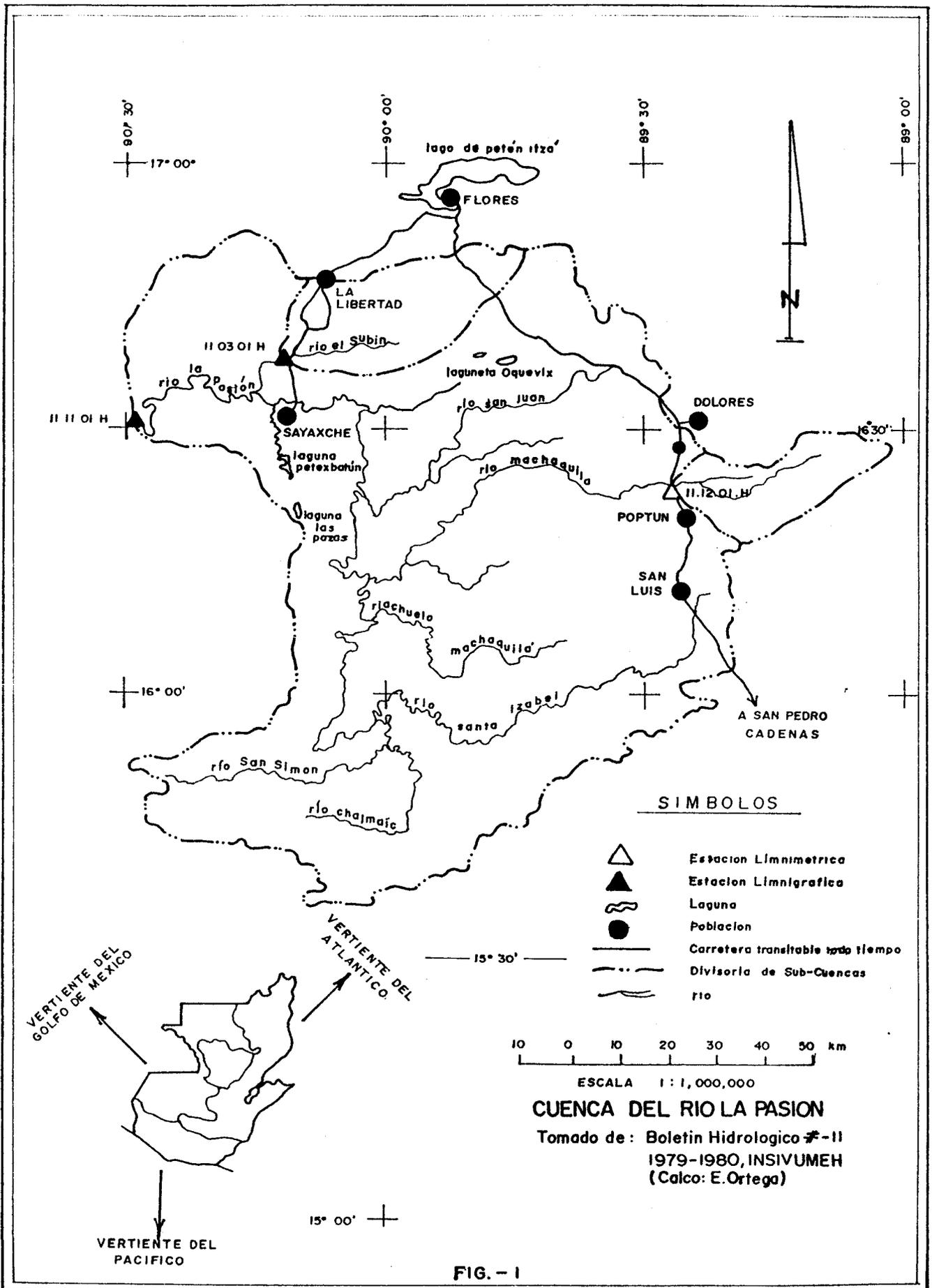
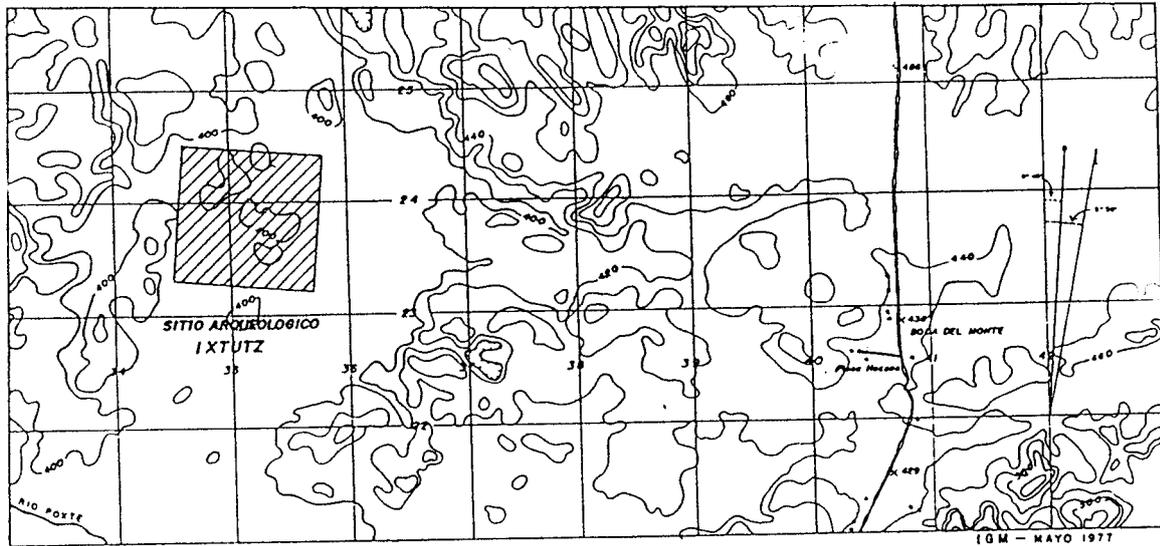


FIG. - 1

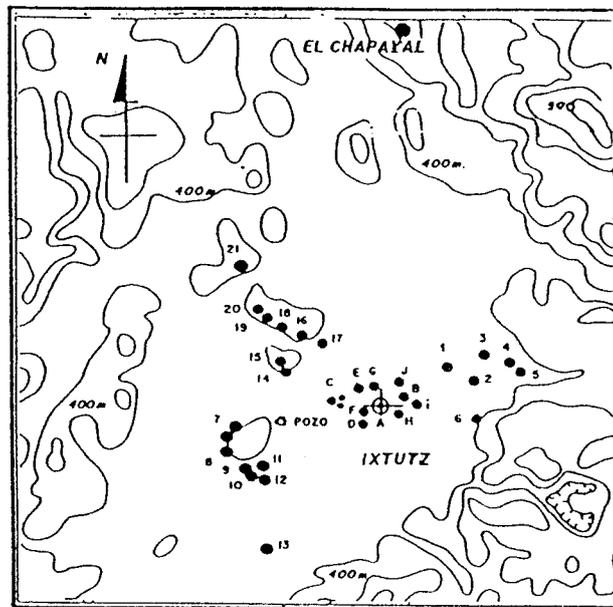
AREA PROTEGIDA , PROPUESTA INTA - 1992

Dolores 2.5 km.



0 1 2 kms.

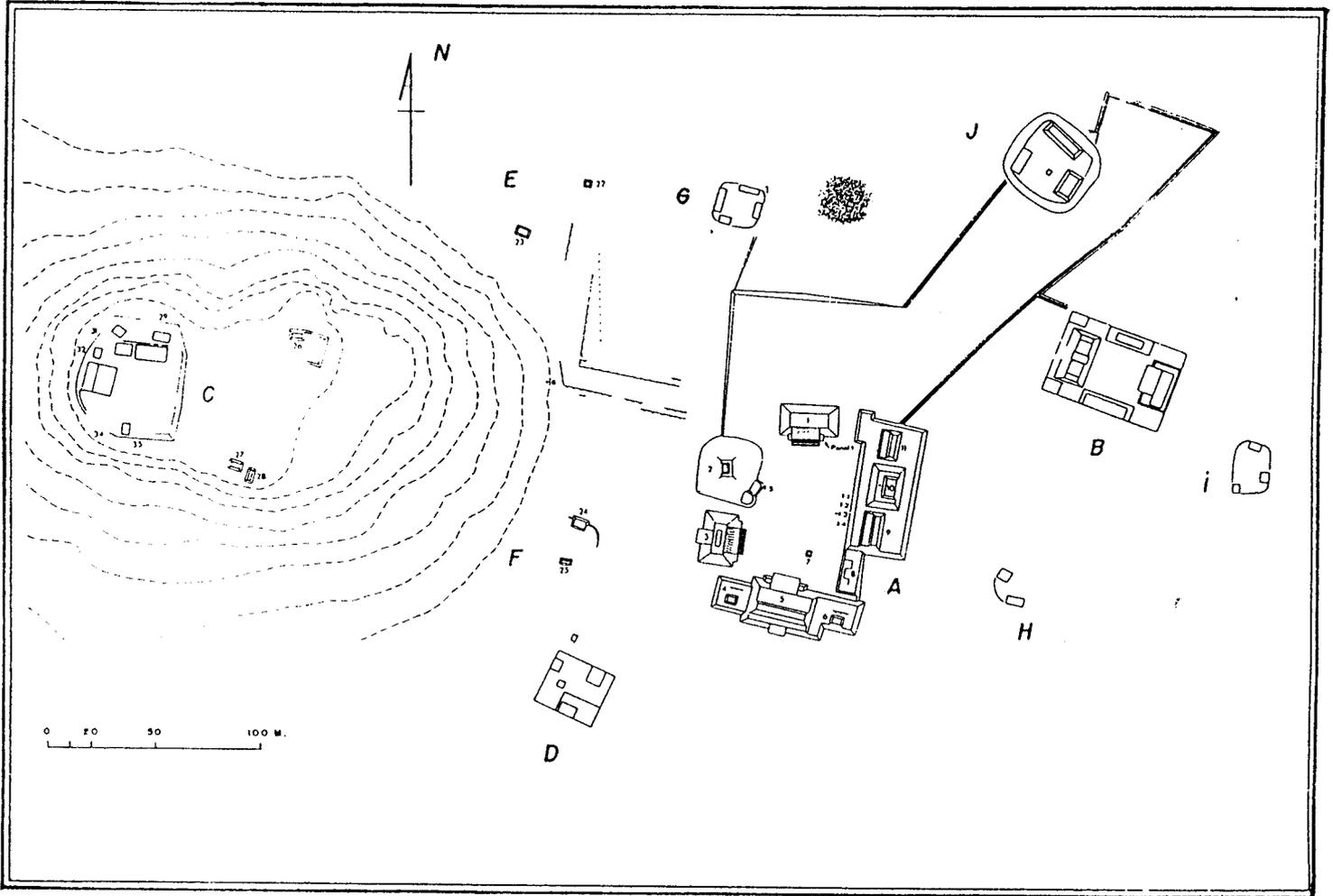
DISTRIBUCION DE GRUPOS ARQUEOLOGICOS



0 1 2 kms.

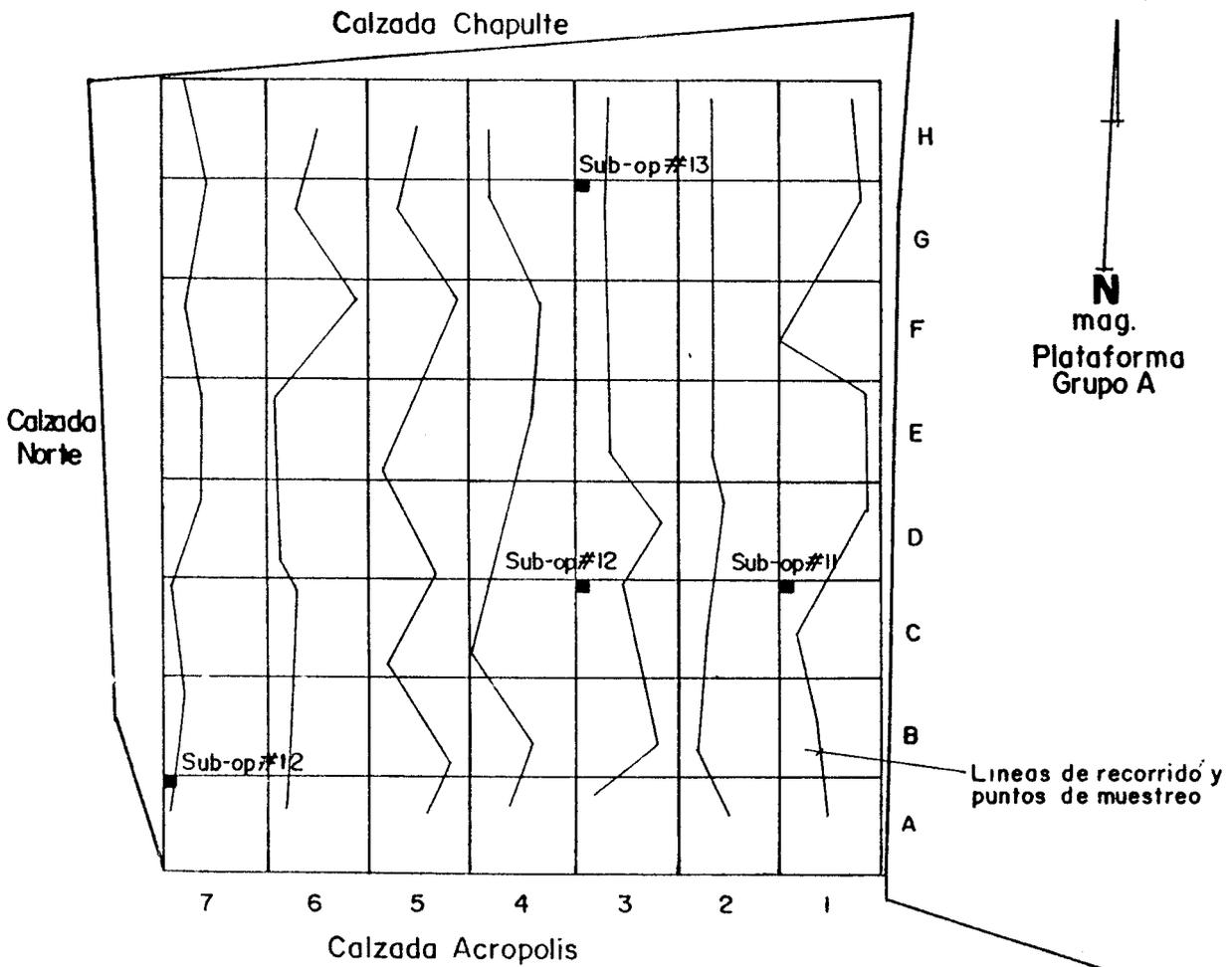
Dibujo: P. Morales

FIG. - 2



IXTUTZ, PETEN
SECTOR CENTRAL

FIG.-3



**PUNTOS DE MUESTREO
PARA ANALISIS QUIMICO Y FISICO**

IXTUTZ, PETEN

OPERACION 6

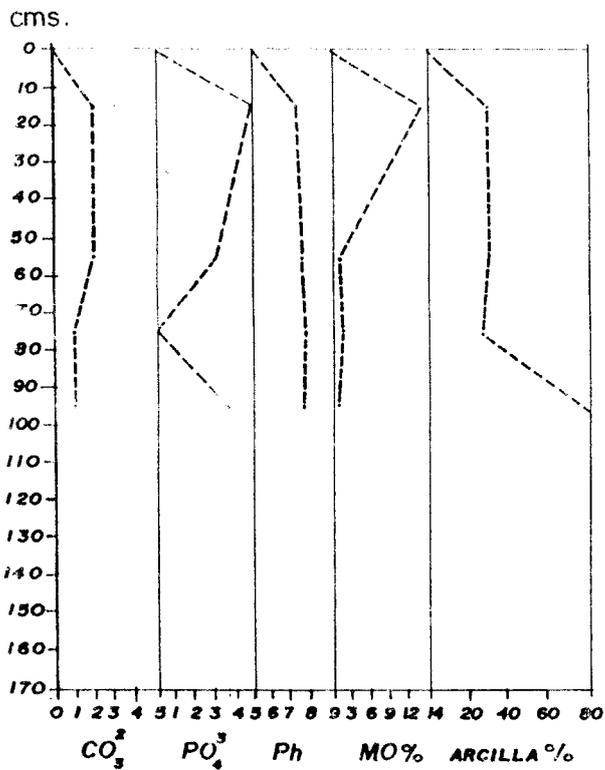
SUB-OPs, 6-11, 6-12, 6-13 y 6-14

0 10 20 30 m.

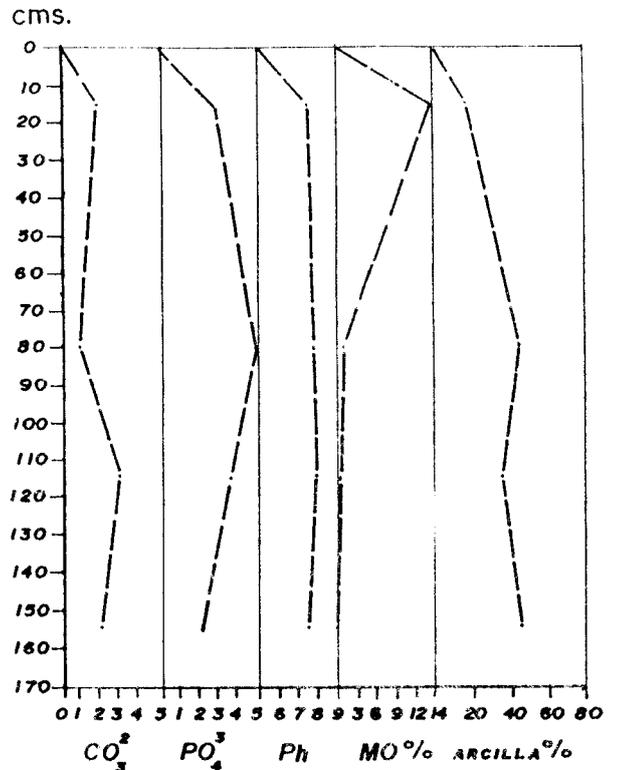
Dibujo: E. Ortega
1:750

BM
en la plaza
Grupo A
(365m SNM)

FIG.- 4



SUB-OPERACION # 11

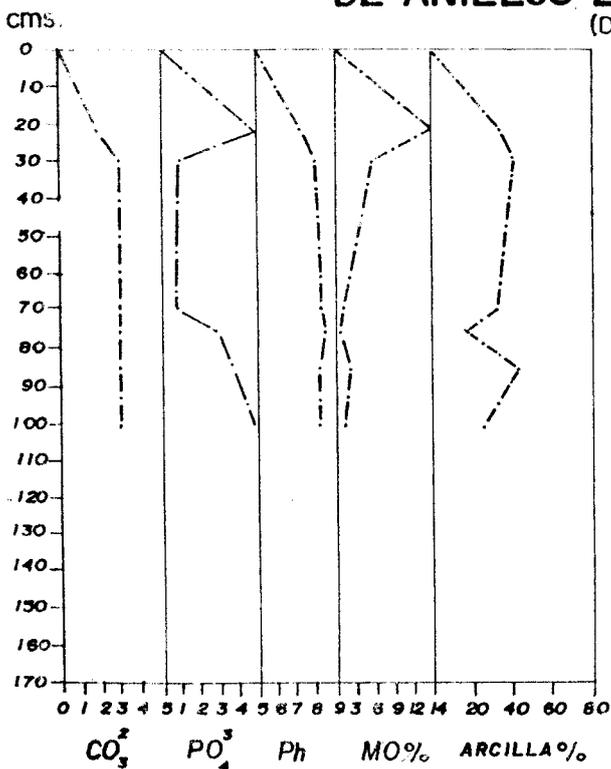


SUB-OPERACION # 12

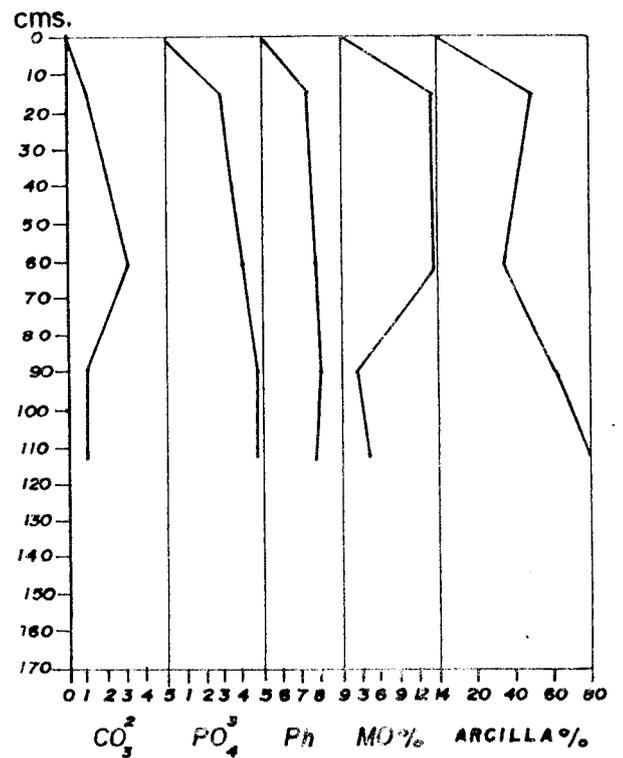
IXTÚTZ, PETEN
OPERACION 6

**VALORES RELATIVOS DEL ANALISIS COLORIMETRICO
DE ANILLOS EN PERFILES ESTRATIGRAFICOS**

(Dibujo: E. Ortega)



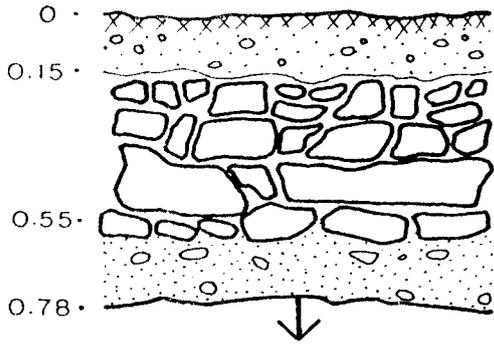
SUB-OPERACION # 13



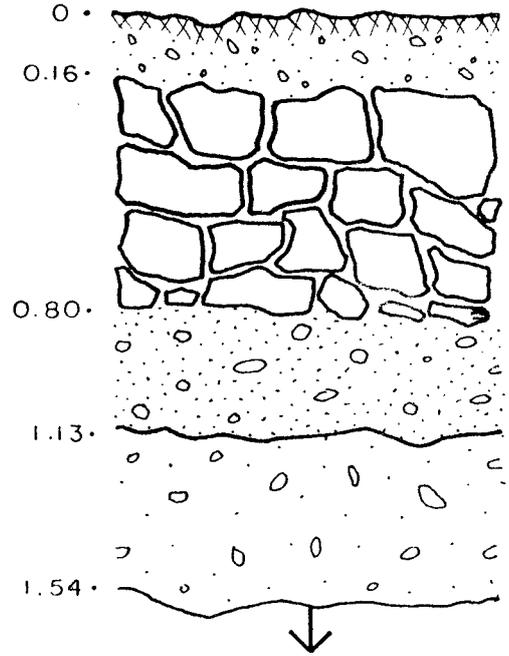
SUB-OPERACION # 14

0 = Carbonatos-Fosfatos
5 = Carbonatos-Fosfatos

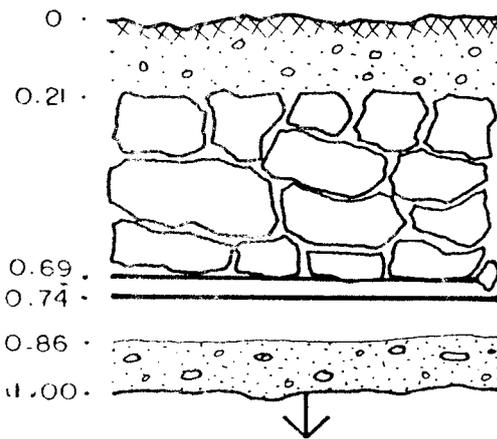
FIG. - 5



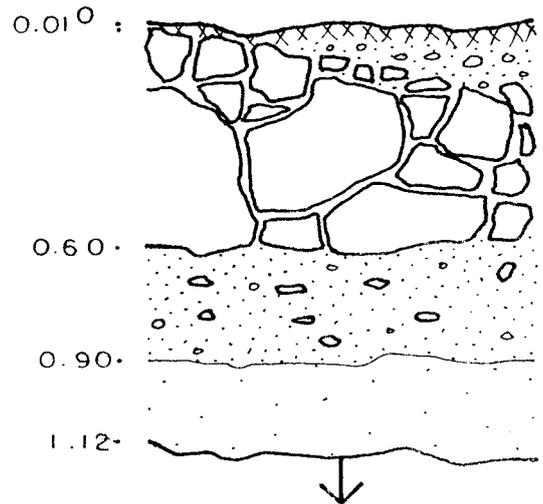
SUB-OP. # 11



SUB-OP. # 12



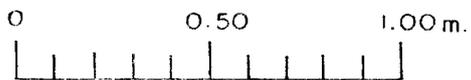
SUB-OP. # 13



SUB-OP. # 14

IXTUTZ, PETEN

OPERACION 6



(Dibujo: E.Ortega)

Perfiles Estratigraficos

FIG.-6

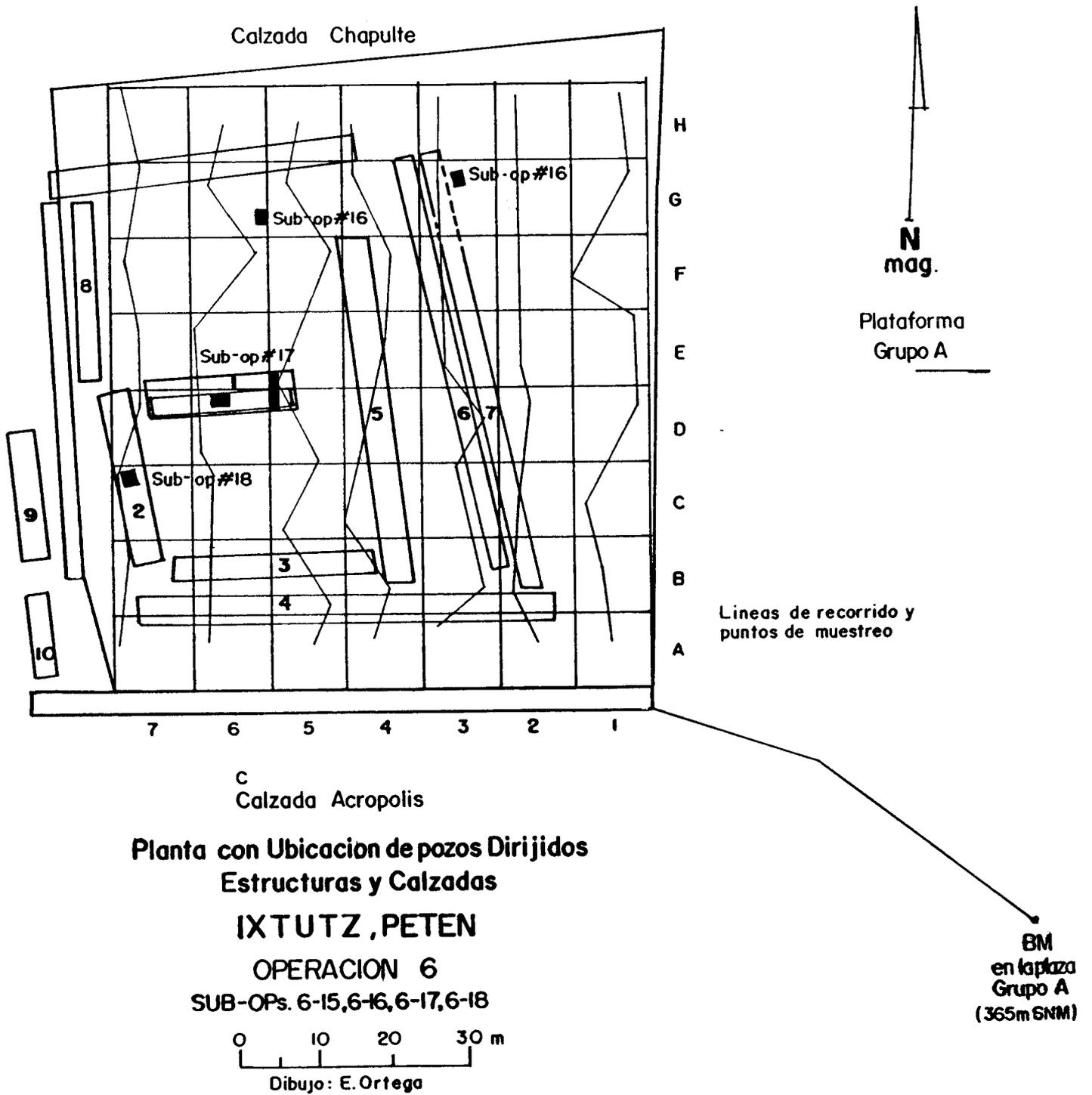
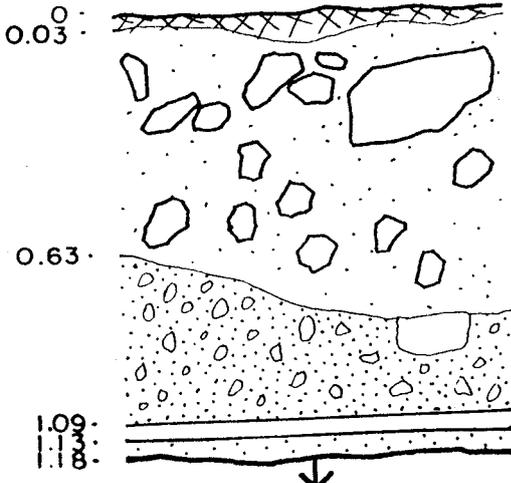
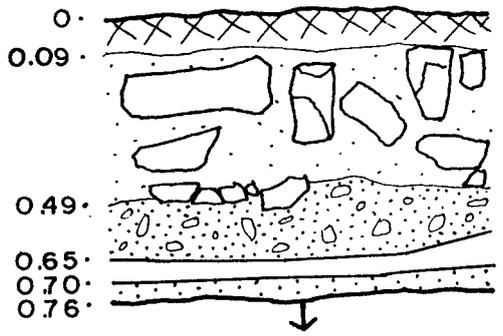


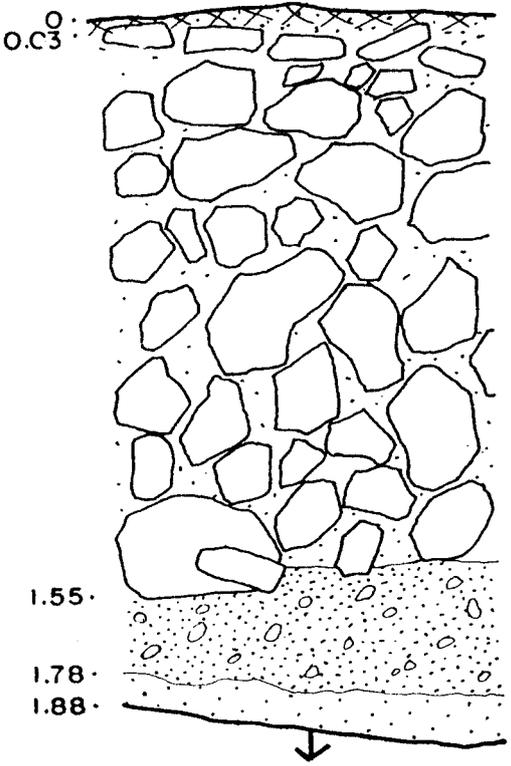
FIG.-7



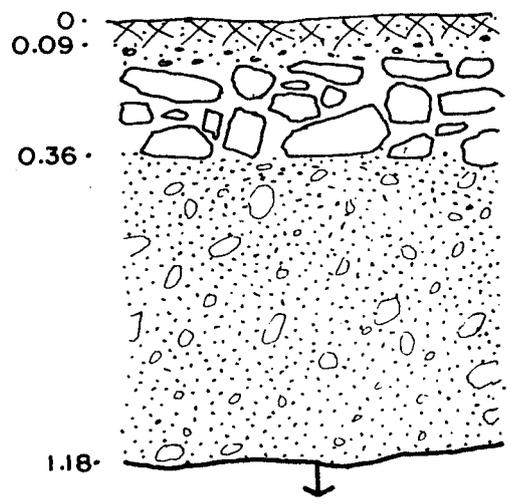
SUB-OP. #15



SUB-OP. #16



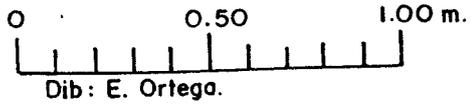
SUB-OP. #17

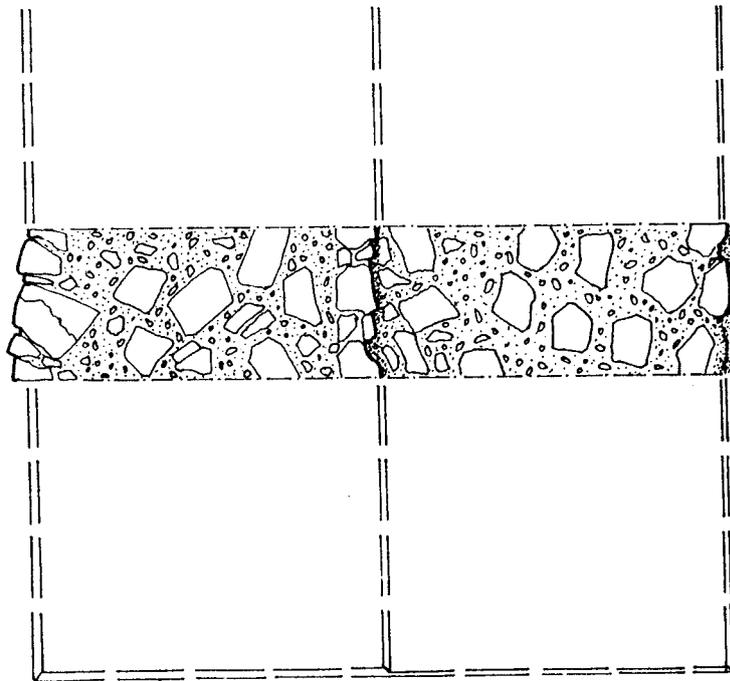


SUB-OP. #18

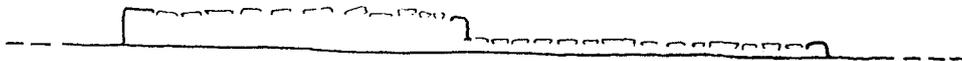
Perfiles Estratigraficos de pozos dirigidos.

IXTUTZ, PETEN
OPERACION 6



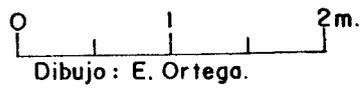


PLANTA



PERFIL

SUB-OP. #17

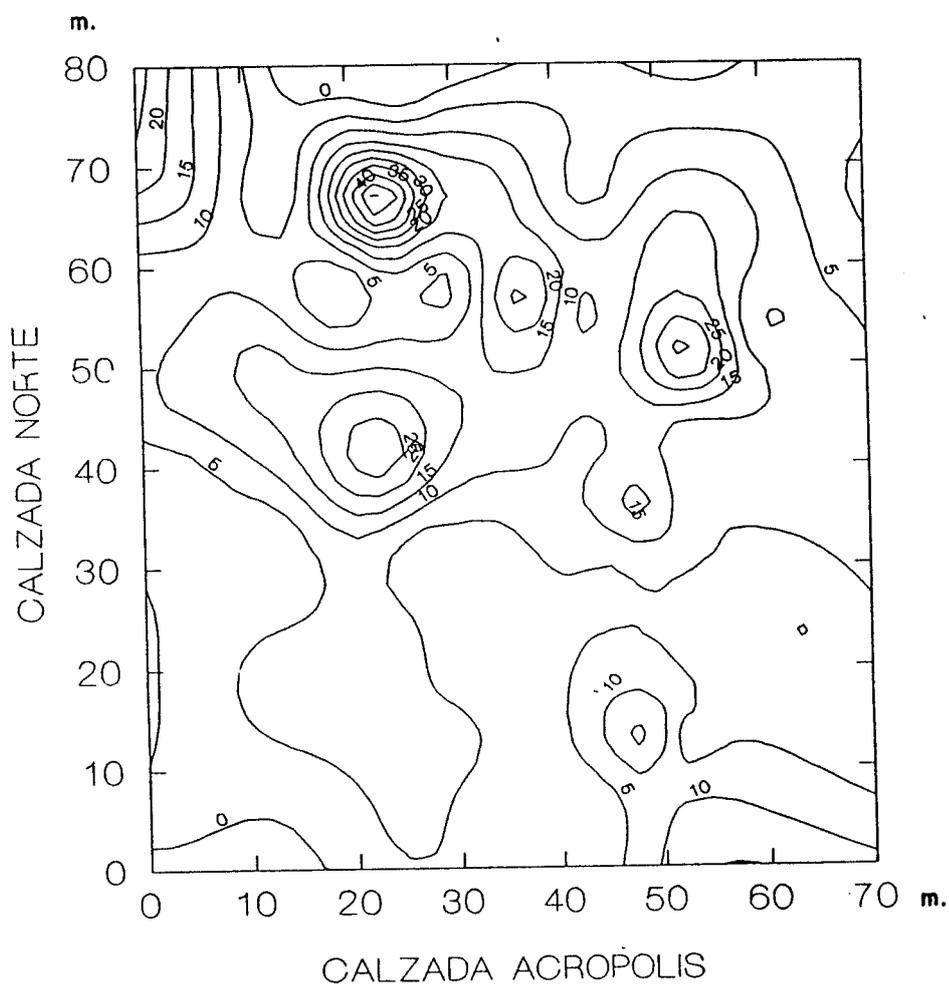


IXTUTZ, PETEN

OPERACION 6

FIG.-9

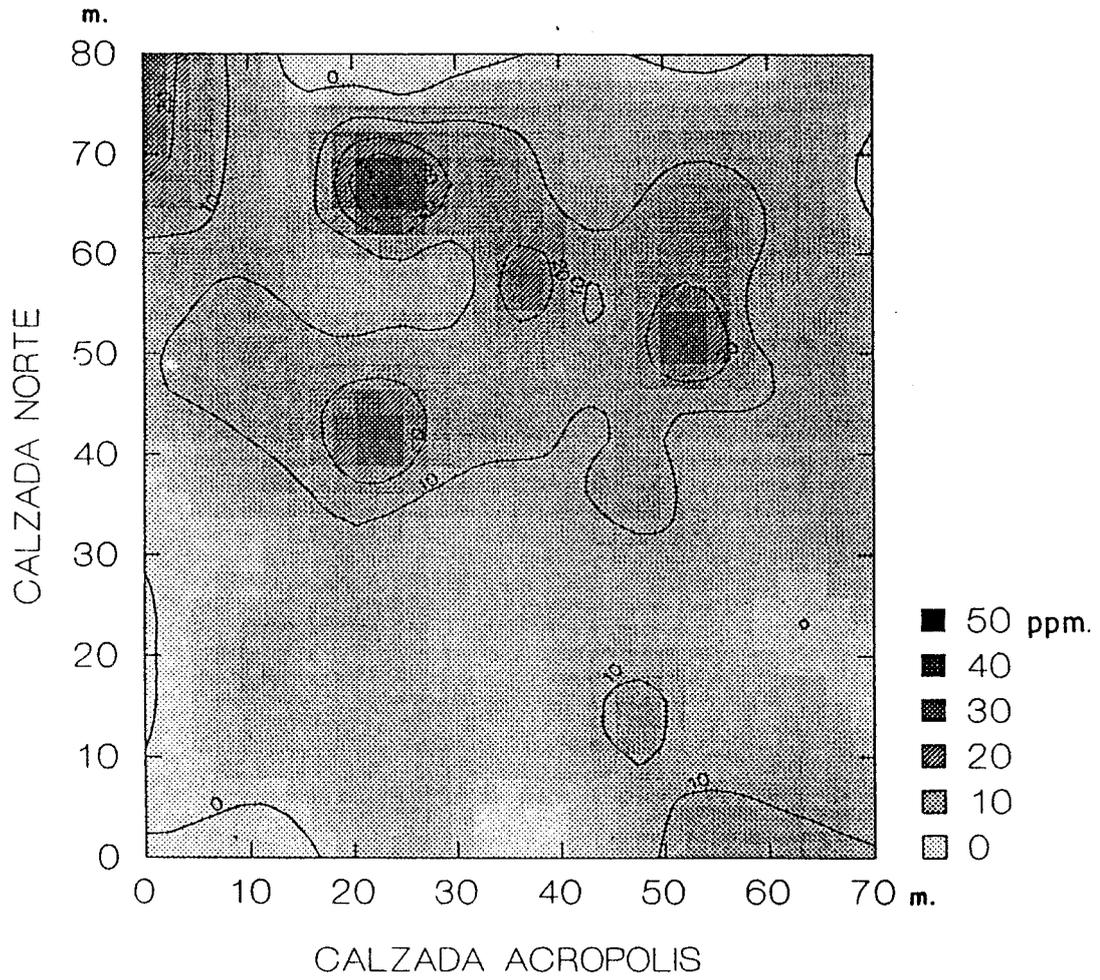
DENSIDAD DE FOSFATOS (PPM)



CURVAS EN NIVELES DE 5ppm.

FIG.-10

DENSIDAD DE FOSFATOS (PPM)



SOMBREADO EN NIVELES DE 10ppm.

FIG.-II

DENSIDAD DE POTASIO (PPM)

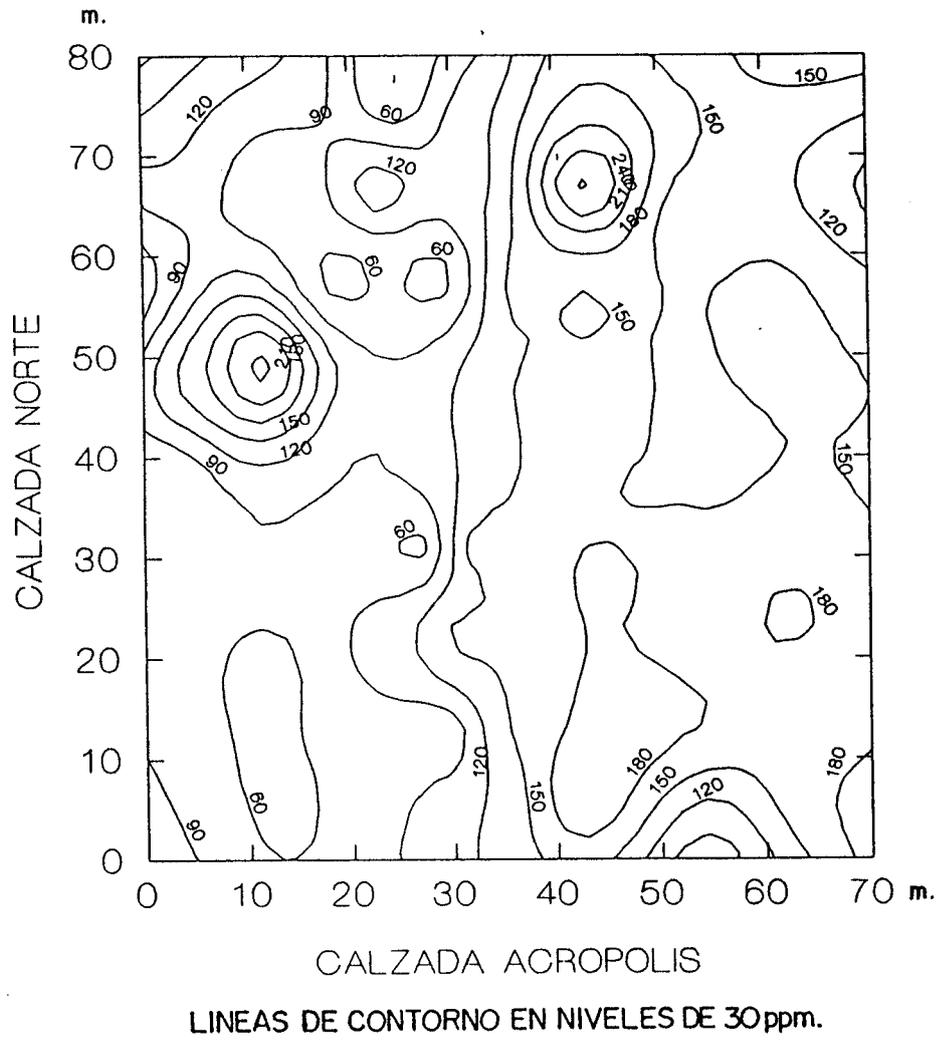
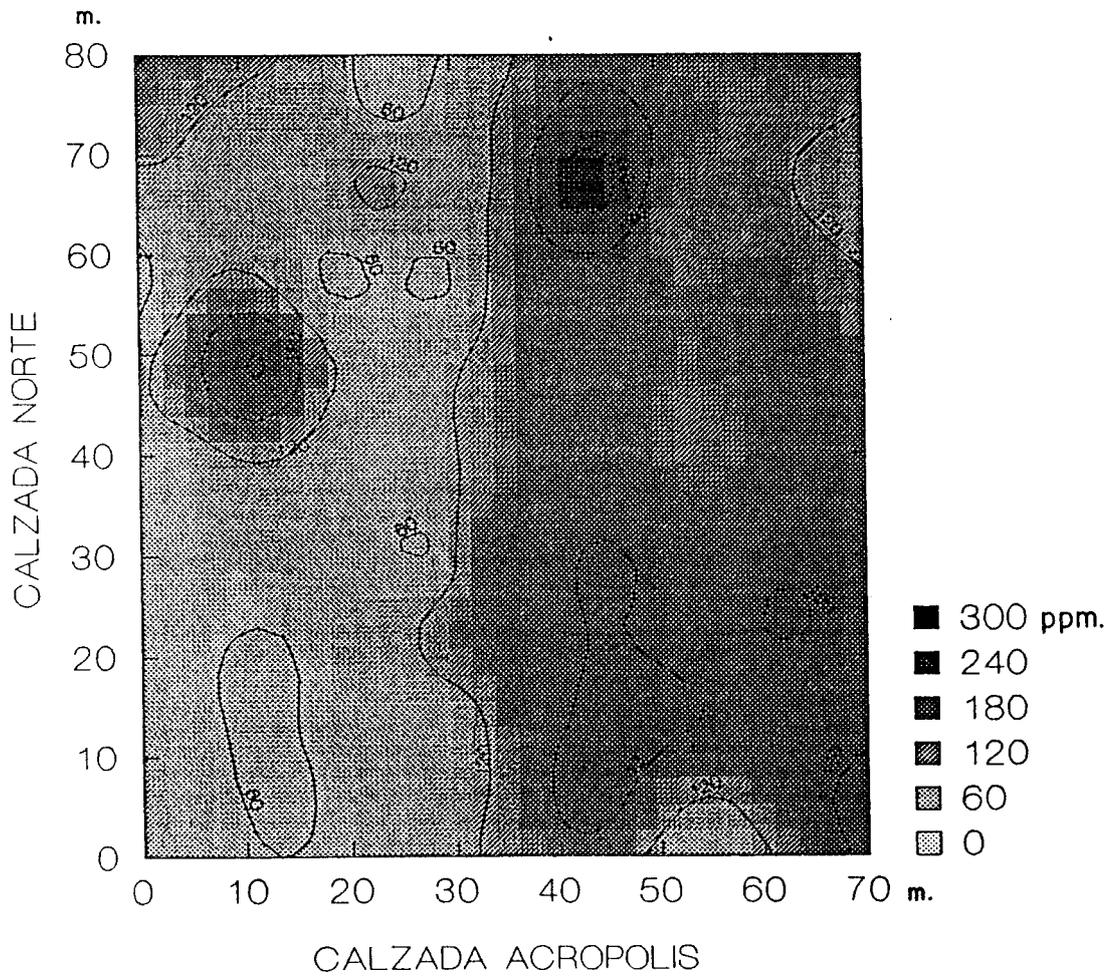


FIG.-12

DENSIDAD DE POTASIO (PPM)



SOMBREADO EN NIVELES DE 60 ppm.

FIG.- 13

ANEXO 1

Listado de Especies Forestales

Nombre	Alimento Aves	Alimento Mamíferos	Leña	Construc ción
Acalché				
Bálsamo			X	
Barbasco				
Barillo	X		X	
Bejuco Blanco				
Bejuco Negro				
Bisé	X			
Bojón			X	
Canxán				X
Cedrillo Hoja ancha			X	
Chapay				
Chicaj	X			
Chicozapote	X		X	
Chilonché	X			
Chintoc				
Chikej			X	
Chiquibul				
Cholol		X		
Chulté (Amapola)				
Conahuí			X	
Copal			X	
Copó (Matapalo)				
Cucté (Palo de Zorra)				
Escobo				
Hormigo	X		X	
Huité	X			
Ixinté	X	X		
Jolté			X	
Jubú				
Lulté			X	
Malacté				
Malerio			X	
Manax	X	X		
Mano de León	X			
Onzó			X	
Pacaya				
Panté			X	
Pata de Vaca				
Pavulul	X			
Paximín (Palo de Danto)			X	
Pimienta				
Pimienta Gorda	X			
Quecmax	X			

Nombre	Alimento Aves	Alimento Mamíferos	Leña	Construc ción
Ramón	x	x		
Sabacché	x			
Sactanté			x	
Sactemuché			x	
Sacuayún	x		x	
Sacumulbaj	x			
San Juan			x	
Socchá-Cutujumo			x	
Tanay	x			
Tamarindo				x
Testab			x	
Tzulunté (Pimientillo)	x			
Tzuj			x	
Uaco (Bejuco)				
Unuclé/Nuclé	x		x	
Xate				
Ximún (Higuero)	x	x		
Xaxacché	x	x		
Yaxinik (Guacamayo)	x			
Yaya			x	
Zapote Bobo-Mamey	x			
Zapote Faisán	x			

ANEXO 2

Lista de Materiales, Equipo y Reactivos de Laboratorio Portátil

Cristalería:

- Tubos de ensayo con tapones de hule
- Erlenmeyer de 50 ml
- Pipeta graduada de 10
- Barilla de vidrio

Materiales:

- Papel filtro libre de cenizas
- Bolsas plásticas
- Etiquetas y crayón de cera
- Cáñamo
- Papel periódico
- Embudo plástico

Equipo:

- Tabla colorimétrica
- Calculadora
- Cuchara para medir volúmenes
- Pizeta

Reactivos:

- Reactivo A
- Reactivo B
- Agua destilada

Resultados de la Curva Patrón
Muestras de 1-A a 4-H

0	90	0.045
1	83	0.080
2	74	0.130
3	65	0.187
4	58	0.236
5	51	0.292 [r= 0.998433
6	45	0.346
7	37	0.431

Muestras de 5-A a 7-H

0	90	0.045
1	82	0.086
3	72	0.142
4	63	0.200 [r= 0.99587396
5	57	0.244
6	44	0.356

Muestras de Parcela 1, 2, 3 y Pozos 11, 12, 13, 14

0	90	0.045
1	82	0.086
2	72	0.142
3	63	0.200 [r= 0.99435223
4	57	0.244
5	51	0.292
6	45	0.346

CUADRO 1

Resultado del Análisis Físico y Químico

Punto	Profundidad cm	Textura	Comp. Tex			% M.O.	pH	Carbonatos	Color	
			% Ar.	% L.	% A.				Seco	Húmedo
6-11	0-15	Franco arcilloso	33.71	25.65	41.74	14.0	7.3	++	10 YR 4/2	10 YR 3/2
	15-55	Franco arcilloso	33.99	26.18	39.83	2.14	7.8	++	10 YR 5/2	10 YR 3/2
	55-75	Franco arcillo arenoso	29.50	22.02	48.48	2.70	8.0	+	10 YR 8/3	10 YR 5/4
	75-95	Arcilla	81.86	7.60	10.54	1.04	7.9	+	7.5 YR 6/8	7.5 YR 5/6
6-12	0-16	Franco limoso	18.46	53.18	28.36	14.0	7.5	++	10 YR 3/1	10 YR 2/1
	16-80	Arcilla	45.27	17.85	36.88	1.02	7.8	+	10 YR 4/2	10 YR 2/2
	80-113	Franco arcilloso	37.99	37.99	24.02	1.12	8.0	+++	2.5 YR 6/2	2.5 YR 4/2
	113-154	Arcilla	44.10	15.11	40.79	0.00	7.5	++	10 YR 5/2	10 YR 3/2
6-13	0-21	Franco arcilloso	35.45	32.63	31.92	14.0	7.3	++	10 YR 3/1	10 YR 2/1
	21-29	Arcilla	43.10	25.24	31.66	5.83	7.8	+++	10 YR 4/2	10 YR 3/1
	29-69	Franco arcilloso	37.38	28.45	34.17	0.57	8.0	+++	10 YR 6/2	10 YR 3/1
	69-74	Franco	17.80	37.82	44.38	0.00	8.1	+++	10 YR 8/2	10 YR 6/3
6-14	74-86	Arcilla	44.34	18.88	36.78	2.06	8.0	+++	10 YR 7/8	10 YR 5/6
	86-100	Franco arcillo arenoso	26.05	20.76	53.19	1.23	8.0	+++	10 YR 5/3	10 YR 3/2
6-14	0-15	Arcilla	48.77	31.08	20.15	14.0	7.4	+	10 YR 3/1	10 YR 2/1
	15-60	Franco arcilloso	30.80	42.09	27.11	14.0	7.5	+++	10 YR 5/1	10 YR 2/1
	60-90	Arcilla	61.40	10.98	27.62	2.5	7.8	+	10 YR 4/2	10 YR 3/2
	90-112	Arcilla	80.21	5.89	13.90	3.79	7.8	+	10 YR 6/4	10 YR 5/4

CUADRO 2

Resultado del Análisis Químico

Nº	Muestra	Profundidad cm	pH	Fósforo ppm	Potasio ppm	MS m	EO m	Observaciones
1	1-A	0-20	7.4	7.53	175	5	65	
2	1-B	0-20	7.3	2.25	160	15	64	
3	1-C	0-25	7.5	0.00	185	24	62	
4	1-D	0-25	7.2	8.51	150	37	68	
5	1-E	0-25	7.3	6.20	150	49	69	
6	1-F	0-45	7.5	4.89	170	54	60	
7	1-G	0-30	7.7	0.00	95	68	68	
8	1-H	0-30	7.4	3.30	155	78	67	
9	2-A	0-30	7.3	10.82	120	6	55	
10	2-B	0-30	7.4	2.25	180	12	52	
11	2-C	0-25	7.6	2.91	155	25	53	
12	2-D	0-25	7.3	4.89	145	38	54	
13	2-E	0-30	7.0	6.20	140	42	53	
14	2-F	0-30	6.9	31.98	145	51	53	
15	2-G	0-25	7.7	16.89	125	63	53	
16	2-H	0-30	7.6	0.00	145	78	53	
17	3-A	0-30	7.4	2.91	205	8	42	
18	3-B	0-30	7.4	16.75	200	13	48	
19	3-C	0-25	7.5	4.23	190	29	45	
20	3-D	0-30	7.5	17.08	145	36	48	
21	3-E	0-30	7.0	8.84	170	43	43	
22	3-F	0-30	7.3	8.45	145	55	43	
23	3-G	0-30	7.8	3.57	275	67	43	
24	3-H	0-30	7.4	2.78	175	78	43	
25	4-A	0-30	7.7	1.06	125	7	34	

N°	Muestra	Profundidad cm	pH	Fósforo ppm	Potasio ppm	MS m	EO m	Observaciones
26	4-B	0-30	7.5	2.45	155	13	36	
27	4-C	0-30	7.6	2.25	155	22	30	
28	4-D	0-30	7.6	2.71	160	31	32	
29	4-E	0-30	7.4	14.30	150	47	36	
30	4-F	0-25	7.4	26.64	165	57	37	
31	4-G	0-25	7.2	18.80	105	68	32	
32	4-H	0-30	7.5	6.86	105	75	32	
33	5-A	0-25	7.4	6.24	90	6	26	
34	5-B	0-20	7.4	7.53	60	12	29	
35	5-C	0-35	7.2	10.11	100	21	22	
36	5-D	0-25	7.7	1.72	50	31	27	
37	5-E	0-25	7.2	28.17	90	41	22	
38	5-F	0-30	7.6	3.01	50	58	29	
39	5-G	0-25	7.3	46.88	140	67	23	
40	5-H	0-25	7.5	2.37	40	75	25	
41	6-A	0-25	7.4	0.00	55	6	12	
42	6-B	0-25	7.6	8.82	55	19	13	
43	6-C	0-30	7.4	2.37	60	29	13	
44	6-D	0-25	7.4	0.00	90	32	12	
45	6-E	0-20	7.2	16.56	250	49	11	
46	6-F	0-20	7.6	0.00	50	58	19	
47	6-G	0-20	7.7	0.00	65	68	13	
48	6-H	0-30	7.2	0.00	105	76	15	
49	7-A	0-25	7.3	0.00	95	6	1	
50	7-B	0-25	7.4	0.00	70	18	2	
51	7-C	0-25	7.5	0.00	70	29	1	
52	7-D	0-30	6.2	1.72	70	38	4	

N°	Muestra	Profundidad cm	pH	Fósforo ppm	Potasio ppm	MS m	EO m	Observaciones
53	7-E	0-25	7.2	12.05	160	48	4	
54	7-F	0-30	7.4	6.88	65	58	2	
55	7-G	0-30	7.2	17.85	115	69	4	
56	7-H	0-30	7.1	23.01	175	80	2	
57	Parcela 1	0-25	6.5	3.25	105			Cultivo chile serrano
58	" "	25-45	5.0	4.90	165			" " "
59	Parcela 2	0-30	6.2	12.69	128			Bosque no perturbado
60	Parcela 3	0-30	7.2	0.00	100			Cultivo de maíz
61	6-11	0-15	7.3	14.81	180			
62	"	15-55	7.8	0.00	115			
63	"	55-75	8.0	2.92	140			
64	"	75-95	7.9	2.92	95			
65	6-12	0-16	7.5	23.39	230			
66	"	16-80	7.8	2.59	100			
67	"	80-113	8.0	3.25	130			
68	6-13	0-21	7.3	43.66	255			
69	"	21-29	7.8	4.90	145			
70	"	29-69	8.0	3.58	100			
71	"	69-74	8.1	4.57	65			
72	"	74-86	8.0	8.20	100			
73	"	86-100	8.0	2.92	100			
74	6-14	0-15	7.4	18.11	195			
75	"	15-60	7.5	10.84	245			
76	"	60-90	7.8	1.60	130			
77	"	90-112	7.8	2.26	160			

