

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCIÓN GENERAL SECTORIAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA**

**ASPECTOS ECOLOGICO - AMBIENTALES Y BATIMETRÍA DE
LA LAGUNA DE URAO, EDO. MÉRIDA**

David Pérez Hernández

Caracas, Julio de 1999

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	1
2. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES ACTUALES EN LA LAGUNA	1
3. CLIMATOLOGÍA	2
4. IMPORTANCIA DE LA LAGUNA DE URAO. CAMBIOS ANTROPOGÉNICOS	5
5. PLANTAS ACUÁTICAS	5
6. PROCEDIMIENTO DE CAMPO Y EQUIPOS EMPLEADOS	6
7. INFORMACIÓN DISPONIBLE	6
8. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO	7
9. CÁLCULOS BATIMÉTRICOS	8
10. PERFILES REPRESENTATIVOS	10
11. HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS	14
12. MEDIDAS DE PRESERVACIÓN EN LA LAGUNA	17
13. AGRADECIMIENTO	18
14. BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXO A	19

ASPECTOS ECOLOGICO - AMBIENTALES Y BATIMETRÍA DE LA LAGUNA DE URAO, EDO. MÉRIDA

INTRODUCCIÓN

A finales del año del año 1998, el Director de Hidrología y Meteorología asumió el compromiso con la Dirección Estatal Ambiental de Mérida y la Alcaldía de Lagunillas, Municipio Sucre del mismo Estado, de realizar el levantamiento batimétrico de la Laguna de Urao. El trabajo de campo se realizó sin contratiempos con el apoyo de personal de la zona así como de la Alcaldía. Algunas limitaciones determinaron se retrasara la terminación oportuna del informe, lo que dio margen a incorporar en su contenido, otros aspectos relacionados con las condiciones ambientales en la Laguna. Estas se consideran de importancia para lograr se preserven las condiciones optimas en la misma.

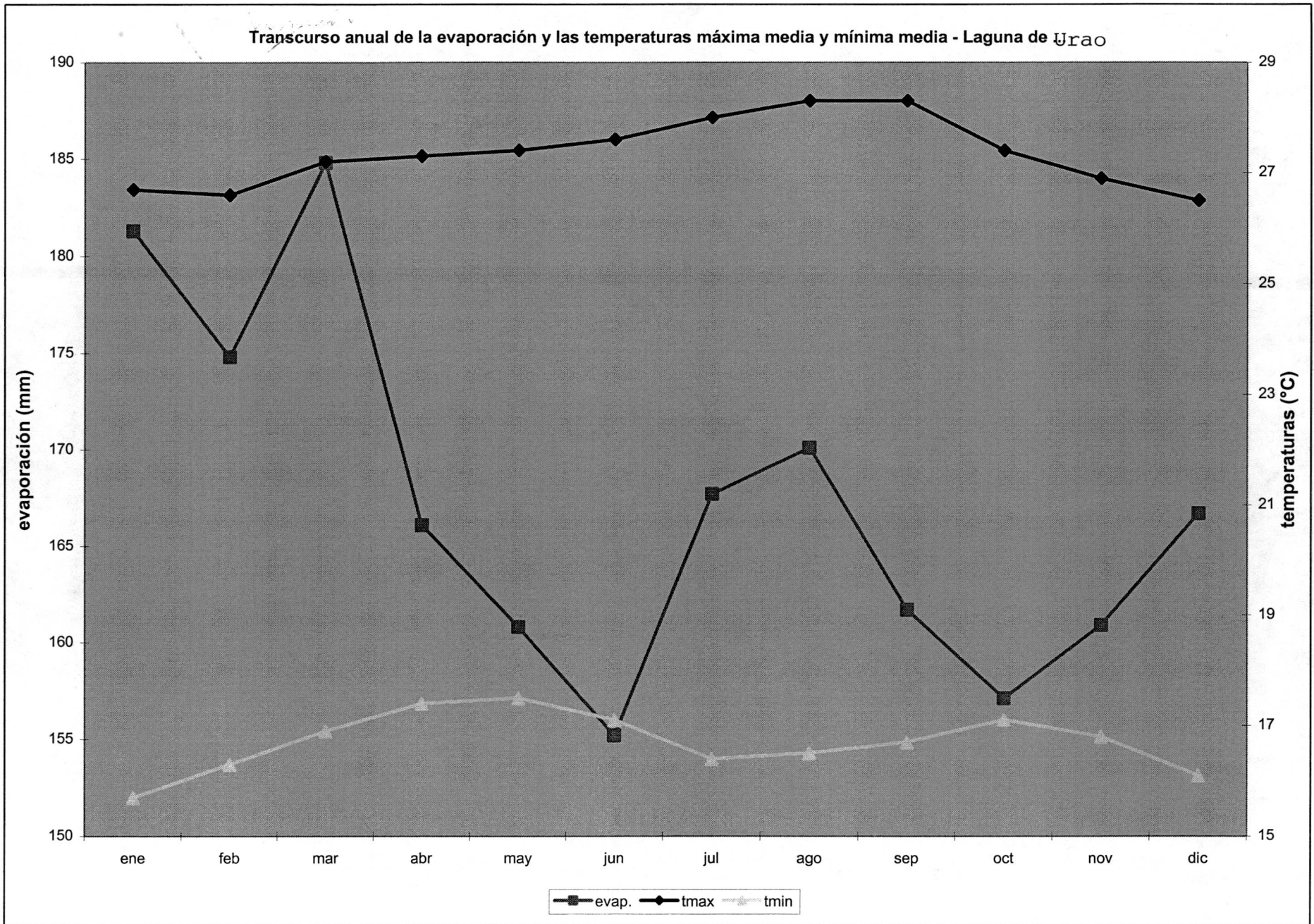
En este informe se presenta una descripción general de la Laguna y de las condiciones climáticas de la zona, se señalan los métodos y procedimientos utilizados en el campo y oficina para determinar la batimetría del embalse, se presenta un análisis de la calidad de las aguas y se describe el significado geoquímico e importancia de algunos elementos para preservar las condiciones ecológicas de la laguna y los cuales se determinaron en muestras captadas durante la fecha del levantamiento. Finalmente se presenta una serie de recomendaciones para conservar y mantener en las mejores condiciones el monumento natural y el parque de la Laguna de Urao.

2. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES ACTUALES EN LA LAGUNA

La Laguna de Urao, se encuentra ubicada en el Dto. Sucre del Estado Mérida dentro del área urbana de la población de Lagunillas, ocupando una terraza situada en la vertiente Norte del Valle del Río Chama y esta bordeada por un conjunto de lomas que forman parte de la Sierra de la Culata en su extremo más occidental, entre cuyos cerros locales circundantes destacan Los Uvitos, Loma la Mora, loma de Colmenares, El Estanquillo y El Molino. Desde el punto de vista Hidrográfico, la zona está encerrada dentro de un sistema paralelo de cursos naturales con elevadas pendientes que drenan de Norte hacia el Sur, confluyendo al río Chama, siendo los más importantes las Qdas. El Molino y Qda. La Sucia.

Entre un 30-40 % de la superficie de la laguna se encuentra en la actualidad recubierta de plantas acuáticas, particularmente en el sector norte, donde el terreno es más suave y la transición de las montañas hacia el cuerpo de agua es muy uniforme. Estos suelos presentan un origen fluvio-glacial y se acumularon en un ambiente lacustre cuando en el pasado, la extensión de la laguna era mayor y las ratas de aporte de sedimentos, controlados por procesos de deshielo, eran superiores a las actuales.

GRAFICO N 1

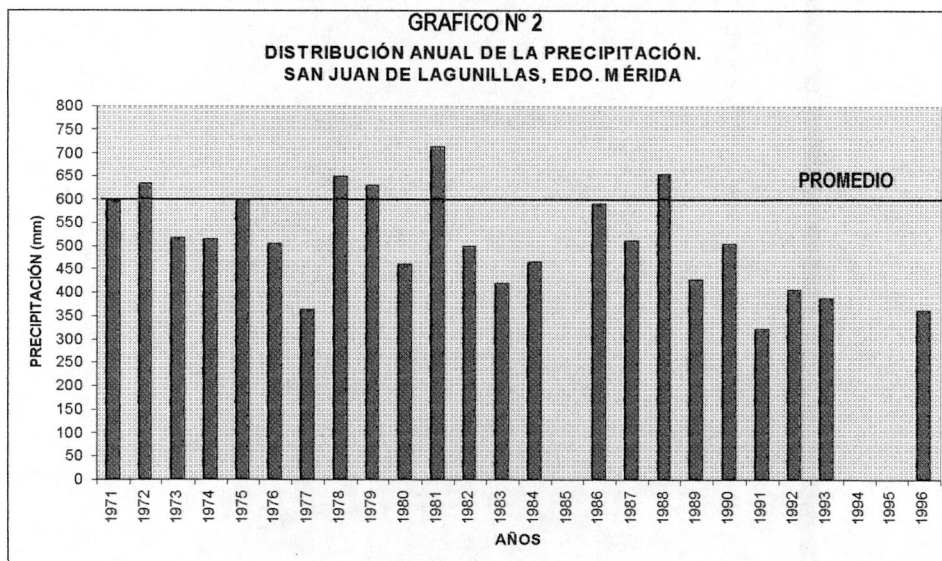


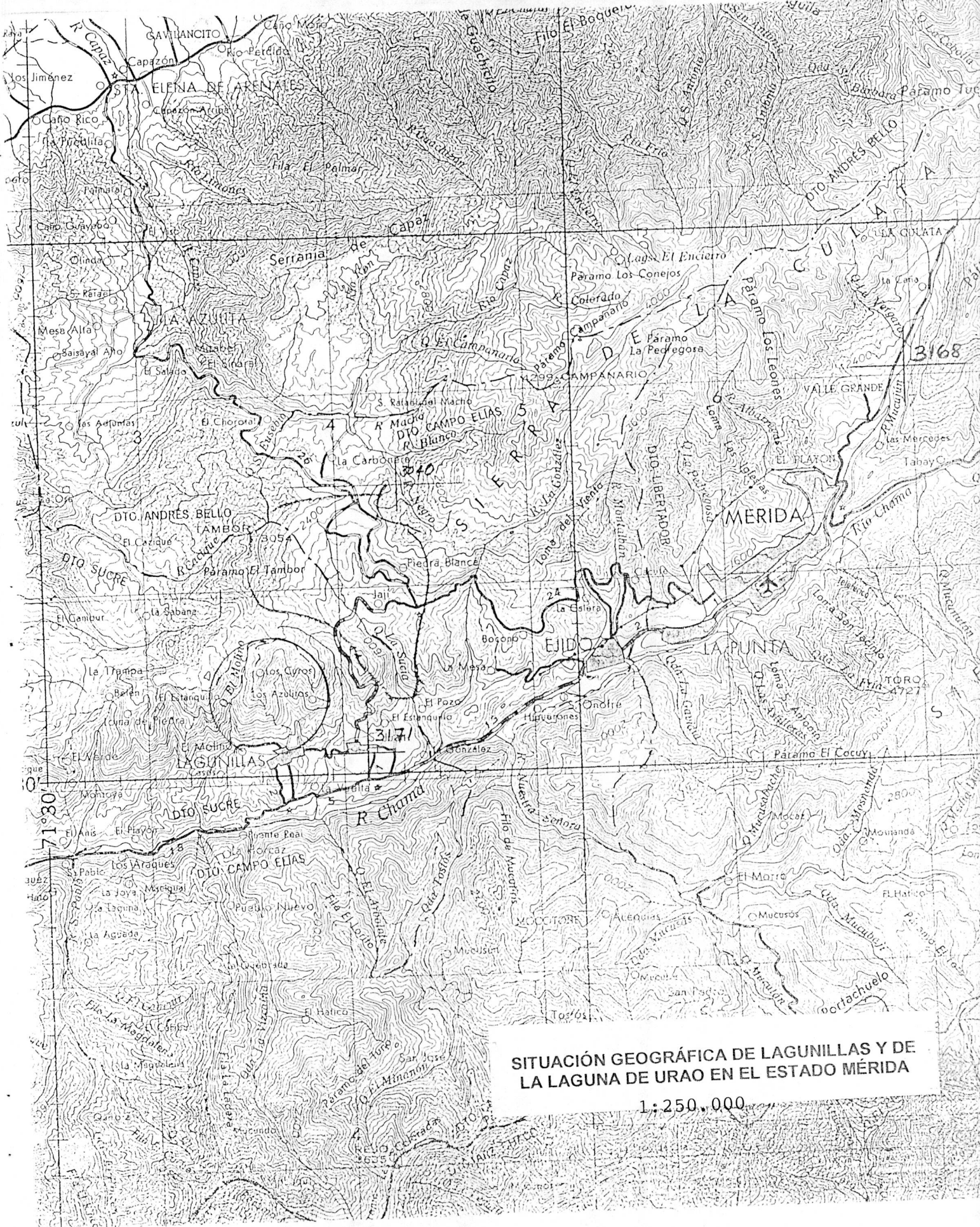
3. CLIMATOLOGIA

La población de Lagunillas se encuentra localizada en un sector de la cuenca del río Chama (mapa general de ubicación) dentro de un área que presenta rasgos de clima semiárido, lo que se refleja especialmente en el tipo de vegetación y comportamiento de algunos parámetros meteorológicos tales como la precipitación, radiación, rangos térmicos ambientales, evaporación etc.

Se dispone de una estación climatológica cercana -San Juan de Lagunillas-, instalada en 1970, donde se cuenta con datos de lluvias, evaporación y temperatura ambiental. Los valores promedios se han representado en el gráfico N° 1, donde se ilustran las variaciones mensuales. La temperatura y evaporación presentan una menor extensión de los registros con 10 y 13 años respectivamente, mientras el correspondiente a las precipitaciones es más extenso. Los rangos de fluctuación de las temperaturas máximas y mínimas, indican valores superiores a los 10°C en la mayoría de los meses del año, produciéndose los mayores rangos en los meses de Agosto - Septiembre. La evaporación total anual es en promedio de 2000 mm, observándose variaciones mensuales más notables, tal vez como resultado de las diferencias en la nubosidad, lo que interfiere con la variación de la radiación solar incidente a nivel del suelo entre los períodos seco y lluvioso.

La precipitación anual en el período considerado osciló entre 323 y 648 mm, lo que demuestra la existencia de un notable déficit hídrico. Las lluvias sin embargo, presentan una uniforme distribución a través de los meses del año, registrándose los mayores porcentajes de la lluvia, durante los meses de abril-mayo y septiembre-octubre, con reducciones en los meses intermedios, lo que determina un régimen bimodal en la distribución de la lluvia anual, algo común en muchas áreas de los Andes de Venezuela. La tabla N° 1 muestra la serie histórica de las precipitaciones en dicha estación con cuyos datos se ha elaborado el gráfico N° 2. Es curioso notar que en aquellos años con valores elevados de la precipitación, como fueron los de 1975, 1979, 1981 y 1988 un alto porcentaje de la lluvia se produjo en uno o dos meses del período lluvioso, tal como lo muestra en la tabla.





SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LAGUNILLAS Y DE LA LAGUNA DE URAO EN EL ESTADO MÉRIDA

1:250,000

M.A.R.N.R.

TABLA N 1

FECHA: 15/06/1999

D.G.S.I.C.A.S.V.

DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA

S I N A I H M E

ESTACION: SAN JUAN LAGUNILLAS

TIPO: PR

SERIAL: 3170

ZONA: 12

ESTADO: ME LATITUD: 083040

LONGITUD: 712114

ALTITUD: 1050 M.S.N.M

ORG.: MA

INSTALADA: 0970

ELIMINADA:

DATOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112.8	96.2	31.8	-
1971	72.4	19.1	36.5	94.2	65.0	20.1	25.8	70.9	95.0	49.5	33.9	13.2	595.6
1972	61.5	13.3	15.4	228.2	107.5	19.8	6.1	26.6	35.9	37.7	37.8	43.0	632.8
1973	8.9	.1	22.8	35.4	37.4	46.8	29.5	51.8	140.5	61.8	56.9	24.0	515.9
1974	21.5	10.2	22.4	13.4	113.2	53.9	26.4	41.5	73.2	96.3	33.8	8.2	514.0
1975	.0	1.4	31.2	38.9	78.7	35.0	55.3	74.8	96.7	69.2	50.7	68.6	600.5
1976	1.2	17.3	16.8	57.5	78.9	22.8	34.5	36.3	68.2	120.9	31.1	18.3	503.8
1977	.0	.0	4.5	11.7	94.8	19.9	28.2	35.6	56.1	81.4	27.7	2.4	362.3
1978	.8	17.6	60.6	149.7	71.6	62.0	31.8	37.6	73.5	105.9	15.8	20.6	647.5
1979	.1	9.7	4.7	77.6	95.5	83.2	33.9	38.1	69.5	71.3	107.4	39.3	630.3
1980	.2	5.8	.0	10.5	91.2	32.5	18.5	65.9	111.9	66.9	46.5	10.9	460.8
1981	.0	17.5	19.0	146.4	132.6	76.7	34.5	42.0	76.0	109.1	36.9	21.6	712.3
1982	32.0	30.7	27.5	75.4	73.8	39.2	25.8	34.3	76.3	40.3	37.1	7.0	499.4
1983	2.1	1.9	19.9	71.9	79.4	21.6	55.0	31.2	33.5	57.7	39.8	6.0	420.0
1984	1.3	27.9	16.0	72.4	*	*	61.7*	69.0	122.5	*	*	95.6*	466.4
1985	-	3.7	*	*	127.6*	26.2	*	111.2*	87.4	58.3	37.9	28.6	-
1986	18.2	40.7	1.1	114.9	55.0	21.3	21.0	50.1	88.9	134.5	25.1	19.7	590.5
1987	1.9	4.3	40.3	31.4	72.4	40.8	28.4	31.7	105.6	140.1	12.4	1.8	511.1
1988	.2	20.2	9.4	66.2	77.9	61.0	40.5	111.6	100.4	88.0	67.9	10.2	653.5
1989	34.9	2.3	30.7	*	101.8*	9.5	28.9	58.4	65.3	37.1	53.5	4.5	426.9
1990	22.0	2.8	22.9	85.2	11.2	24.7	25.5	67.4	38.0	93.9	61.5	50.1	505.2
1991	.3	4.0	29.7	35.0	68.2	33.2	4.8	26.3	54.6	27.7	32.0	7.3	323.1
1992	6.8	.0	5.1	42.7	28.0	42.8	44.6	37.0	16.4	63.0	115.8	4.5	406.7
1993	8.6	1.4	10.6	89.3	83.0	27.4	42.2	35.3	18.7	25.9	43.2	3.3	388.9
1994	3.2	49.1	47.6	12.4	47.6	14.5	36.9	10.3	*	*	*	*	-
1995	259.7*	.0	55.1	15.9	32.9	62.9	55.8	55.2	62.4	70.9	13.5	28.4	-
1996	5.4	6.7	12.8	15.7	20.7	*	67.4*	10.4	23.3	142.2	32.7	24.6	361.9
PROM:	12.6	11.8	22.5	66.3	70.3	37.4	31.9	46.0	71.6	78.5	45.9	19.9	514.8
PORC:	2.5	2.3	4.4	12.9	13.7	7.3	6.2	8.9	13.9	15.2	8.9	3.9	-
D.STD:	54.0	13.2	16.5	54.5	34.3	21.9	16.8	25.4	35.0	39.9	28.7	22.3	-
CV:	427.0	111.6	73.5	82.1	48.8	58.6	52.8	55.2	48.8	50.8	62.5	111.9	-

4. IMPORTANCIA DE LA LAGUNA DE URAO. CAMBIOS ANTROPOGÉNICOS

La Laguna de Urao tiene interés económico, especialmente por su valor escénico y representa para la población de Lagunillas un elemento hidrográfico que puede ser aprovechado con fines turísticos para practicar deportes náuticos, velerismo, natación, etc., siendo desde el punto de vista del paisaje, un atractivo para lugareños y extraños.

El Urao es un mineral de estructura compleja constituido por sales de sodio y potasio y fue usado por los aborígenes de la región desde épocas precolombinas, para preparar chimó, que consiste de una pasta basada en la mezcla de nicotina, melaza y el urao y es masticado por pobladores de la región andina, siendo la nicotina absorbida por la mucosa bucal, hábito que se ha extendido a otras regiones circundantes como los llanos. El mineral es explotado del fondo de la laguna artesanalmente y en pequeña escala por lugareños, representando una fuente de ingreso para familias que conservan y han mantenido esta tradición precolombina hasta nuestros días.

La laguna está circundada por una vía perimetral que fue utilizada como autódromo en el pasado reciente, para cuya construcción se hizo necesario realizar cortes de taludes adyacentes al borde lagunar, estos materiales en parte fueron parcialmente suplidos al embalse, además la penetración vial hacia las zonas más elevadas (vía La trampa), ha contribuido a concentrarse la escorrentía y exponerse suelos cuyo transporte en dirección a las zonas bajas, ha terminado en el embalse y áreas aledañas, lo que se refleja en la reducción de su capacidad. También el urbanismo de las áreas contribuyentes a la laguna, representa una causa generadora de aportes de contaminantes y suministro de nutrientes, que han contribuido a acelerar el proceso de eutroficación de la laguna, lo que debe acelerarse en el futuro, de no considerarse medidas que restrinjan el acceso de tales materiales al cuerpo de agua.

5. PLANTAS ACUATICAS

Una gran abundancia de plantas e hidrófitas existen distribuidas en las márgenes y en el reservorio, lo que produce notables efectos sobre la laguna. Las algas microscópicas presentan notable abundancia, lo que se evidencia por el aspecto turbio a verdoso de las aguas, además de la proliferación de numerosas variedades de plantas hidrófitas dentro de los cuales se pueden citar con el nombre vulgar y científico: el junco (*Eleadora geniculata*), canutillo (*Paspalum humboldtianum*), la chara (*Chlorophora tinetoria*), la enea (*Tiphia* sp.), la marite (*Ninphaea* sp.), la locha y elodea. El bambú (*Bambusera* sp) es común en las vecindades de la cola del embalse.

Estas plantas han colonizado el sector occidental y norte de la laguna creándose una barrera que ha atenuado en parte, el suministro activo de los sólidos que se atrapan antes de llegar al cuerpo principal de la laguna, sin embargo, el avance ha sido más acelerado hacia la zona de descarga (sitio de localización del Parque). El decaimiento de la materia orgánica representa más que los sedimentos, un serio problema para la preservación de las condiciones óptimas de la laguna, especialmente

cuando se están desarrollando en sus bordes, hacia la parte más urbanizada, labores agrícolas como fomento de ganadería y siembras, que precisan estas últimas de usar fertilizantes y plaguicidas, los que se disponen en la laguna, contribuyendo a un deterioro de la calidad del agua. No se dispone actualmente de un inventario ni de un detallado análisis de los tipos de contaminantes que son aportados a la laguna. Algunas medidas de control son por lo tanto, indispensables de acometer, sí se desea preservar o mejorar las condiciones ambientales de dicho cuerpo de agua.

6. PROCEDIMIENTO DE CAMPO Y EQUIPOS EMPLEADOS

A fin de establecer las líneas de sondeo batimétrico se consideró la forma de la laguna y la variación de las profundidades. La laguna de Urao presenta una forma alargada con un eje longitudinal orientado en sentido Este-Oeste, lo que llevó a elegir secciones con orientación N-S y con separación de 50 m. Este alineamiento se logró usando una brújula y el control de la velocidad del bote de 2 m/s, identificando la progresiva en cada línea de sondeo. En los sectores con menores profundidades situados hacia la parte oriental y occidental, se hizo necesario practicar sondeos manuales debido a la abundancia de hidrófitas y las bajas profundidades, lo que dificultó la movilidad del bote.

Las horas más apropiadas para realizar los sondeos batimétricos fueron en las mañanas y por las tardes (6 a 10 a.m.; 4 a 7 p.m.), cuando la acción del viento facilitó el desplazamiento regular del bote y era más atenuado el oleaje, que adquiere mayor intensidad al aumentar el calentamiento diurno por efecto de la radiación solar.

El levantamiento batimétrico se realizó con una ecosonda portátil marca Raytheon, modelo DE-719C con velocidad variable de banda y potencial de 12 V (CD) y 2,5 AMP, instalada en un bote inflable con motor fuera de borda de 15 HP.

En aquellos sectores de poca profundidad, donde la abundancia de hidrofitas dificultaron el acceso y desplazamiento del bote, se practicaron sondeos directos midiendo las profundidades con cinta. Esto fue necesario en el borde oriental y occidental de la laguna.

7. INFORMACION DISPONIBLE

No se dispone de levantamientos batimétricos previos en la laguna de Urao, algunos sondeos de profundidades en ciertos sectores de la misma, se reportan por diversos autores (2). Para este trabajo ha sido de utilidad el mapa topográfico elaborado por el Instituto Nacional de Parques a escala 1:1000 de Octubre de 1995, que detalla características del monumento Natural Laguna de Urao.

A los fines de relacionar el levantamiento del vaso de la laguna con la topografía general del terreno, se dispuso de los datos del punto de primer orden que

corresponde al B.M. 3.A.329. A. situado en el puente La Trinchera, cuyos datos complementarios se indican en el anexo A.

Durante la fecha del levantamiento la cota de la superficie del agua en la laguna era de 1023,15 msnm, por lo tanto las profundidades registradas con ecosonda están referidas al punto de la red Geodésica de 1^{er} orden de Cartografía Nacional (SAGECAN), del circuito de Lagunillas del Estado Mérida.

8. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

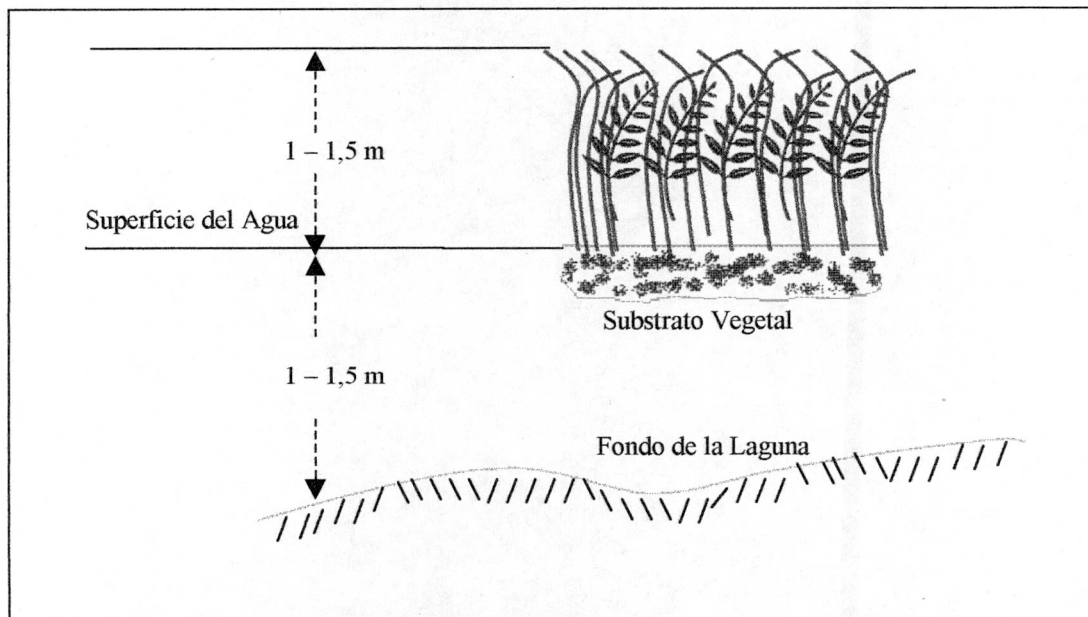
Se realizaron 15 secciones por ecosondeo con separación de 50 m cada una, todas orientadas en un sentido norte-sur en la extensión de la laguna donde fue factible la movilidad con el bote. En los sectores de menor profundidad, hacia las riberas, se determinaron las profundidades en forma directa con cinta métrica. A partir de las bandas de ecosondeo, se trasladaron los datos de profundidad de cada sección al plano, donde por interpolación, se definieron las curvas de igual profundidad expresadas en (msnm). El mapa batimétrico se muestra en una escala apropiada con señalamiento de otros detalles del parque.

La laguna ofrece variaciones en la profundidad en los distintos sectores. En la parte sur que bordea la avenida circunvalación, el talud presenta mayor declive con respecto a la parte norte, lo que indica que el proceso de sedimentación natural de la laguna, se ha desarrollado con suministros significativos procedentes del borde perimetral Norte, en esta área además, es donde ha proliferado mas intensamente el desarrollo de hidrófitas, lo que asocia al atrape de materiales y a la deposición de materia orgánica en ratas superiores a las observadas en otros sectores.

En ambos extremos, tanto en el sector oriental como el occidental, el declive del fondo es gradual hacia el centro del cuerpo de agua, determinándose las profundidades máximas entre las progresivas E-235950 y la E-236700, donde se registran valores de 2,80 m. Otro centro aislado que indica profundidades de 2,70 m se ha registrado en la E-236200. Es de señalar que en las partes donde abundan las hidrofítas como el junco, hacia la ribera norte de la laguna, estas se desarrollan sobre un substrato flotante formado en parte por el mismo sistema radicular y en parte por restos vegetales de las mismas plantas, que soportan las existentes y el cual se encuentra estabilizado en la superficie del agua, cayendo la profundidad hasta 1,5 m y manteniéndose una lámina de agua infrayacente al sistema flotante, tal como se ilustra en el croquis A.

Esta es la forma de colonización y avance de estas plantas hacia el centro de la laguna, lo que contribuye a reducir gradualmente la superficie de la misma y a reducirse su capacidad de almacenamiento, esto asociado a la proliferación y decaimiento de la materia orgánica, el área subyacente a este manto vegetal no se pudo levantar batimétricamente. Un sector donde se produce actualmente un rápido avance de plantas acuáticas, especialmente del junco, es el localizado entre las progresivas E- 236100 y E-236300 en el área que bordea el perímetro norte de la

laguna, donde el avance del frente de esta vegetación hacia el área lagunal es de 80 m, permaneciendo algunas áreas no cubiertas por plantas flotantes.



CROQUIS A. Vegetación flotante en los bordes de la Laguna.

En el perímetro sur de la laguna adyacente a la circunvalación no existe vegetación acuática, aunque abundan las algas verdes microscópicas. La acción del viento y el flujo interior en la laguna, contribuyen a desplazar masas de agua hacia la zona de descarga situada en el puente La Trinchera, y esto determina que no se produzca retención de estas plantas en dichos sectores.

A partir de la progresiva E-236300 que representa el sector de la descarga de la laguna adyacente a las edificaciones del INP (canchas deportivas, estacionamientos, pistas de ciclistas etc.), ésta reduce su ancho notablemente (50 m), hasta terminar finalmente descargando en una pileta artificial separada de la laguna, mediante una pasarela. Tal estructura al operar con descargas sumergidas, contribuye a reducir la eficiencia para evacuar desde el reservorio, restos de vegetación flotante y otros sólidos durante los lapsos de crecidas.

9. CÁLCULOS BATIMÉTRICOS

Una vez transferidos al plano los datos de profundidades determinadas en las secciones levantadas con ecosonda, se procedió a trazar las líneas isobatas (igual profundidad) acotadas. Como control y referencia se utilizó el punto BM 3.A.329.A de Cartografía Nacional (Anexo A), correspondiente a la nivelación Geodésica de 1^{er} orden de los estados Mérida y Trujillo. La tabla N° 2 contiene los resultados obtenidos.

TABLA N° 2

SUPERFICIES Y VOLUMENES DE AGUA ALMACENADOS EN LA LAGUNA DE URAO. LAGUNILLAS EDO. MERIDA. NOV. 1998

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Cota (msnm)	Lectura planim.	Area X 10 ⁴ m ²	(A1+A2)/2 10 ⁴ m ²	AH m	AV 10 ⁴ m	Σ (col 6) x 10 ⁴ m ³
1021,00	0,007	0,035	0,0675	0,50	0,034	0,034
1021,50	0,035	0,100	0,150	0,25	0,038	0,072
1021,75	0,100	0,200	2,600	0,25	0,650	0,722
1022,00	0,200	5,000	6,60	0,25	1,650	2,372
1022,25	5,000	8,200	9,48	0,25	2,370	4,742
1022,50	8,200	10,77	11,64	0,25	2,910	7,652
1022,75	10,770	12,50	12,88	0,25	9,66	17,32
1023,00	12,500	13,25				

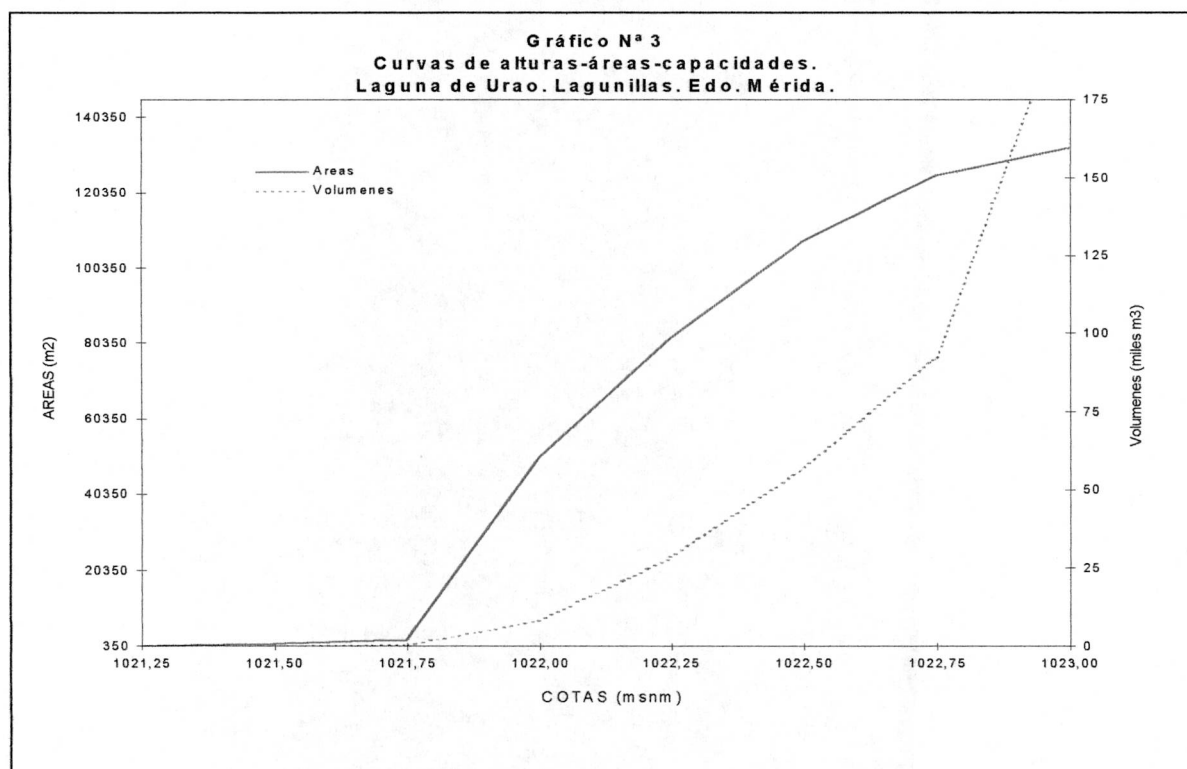
La columna (1) de la tabla N° 2, representa la elevación de la curva correspondiente a cada nivel en el vaso, la columna (2) representa la lectura planimétrica de cada curva de nivel para los cuales se determinó la superficie en m² señaladas en la columna (3), en la columna (4) se muestra el valor promedio de las áreas existentes entre dos curvas consecutivas, las que al multiplicarse por los sub-intervalos de nivel entre curvas, determinan los volúmenes entre éstas. Al acumular los valores parciales de la columna (6), se obtienen los almacenamientos totales del cuerpo de agua, los que se han indicado en la columna (7).

Según las magnitudes de la capacidad del reservorio y las profundidades encontradas, se concluye que se trata de un pequeño embalse con una elevada extensión superficial cubierta por plantas hidrofitas y con una capacidad útil de apenas 175.000 m³ y un espejo de agua de 13,25 Has. Excluida las áreas cubiertas por plantas flotantes y otras invasoras El nivel observado en el embalse se mantuvo estacionario durante el lapso de realización del levantamiento y el mismo se controlaba por las descargas a un nivel fijo situadas aguas abajo, habiéndose verificado un aporte ó recarga de aguas subterráneas desde el borde occidental de la laguna, lo que evita de que se reduzca el almacenamiento de agua por efecto de la activa evaporación, esto último favorecido por la acción del viento, que era muy intenso en las horas diurnas del período seco. Estas características hacen a esta laguna muy vulnerable y de capacidad limitada como cuerpo receptor de sólidos y contaminantes, por lo tanto, su preservación requiere se adopten medidas de resguardo y control, que permitan reducir el efecto de este tipo de problemas y aumenten la vida útil de la misma.

Un volumen adicional de agua no cuantificado durante el levantamiento batimétrico, que se estima no supere los 20.000 M³ pueden distribuirse en las franjas ribereñas de las costas situadas al norte y oeste de la laguna, donde se desarrollan

almacenamientos y áreas pantanosas que permanecen cubiertas por hidrofitas, lo que permite estimar una capacidad total de la laguna en el orden de 200.000 M³.

Las variaciones más notables tanto de las áreas como las capacidades de la Laguna comienzan a incrementarse a partir de la cota 1021,75 lo que se refleja en las curvas de alturas-áreas-capacidades mostrado en el gráfico N° 3.



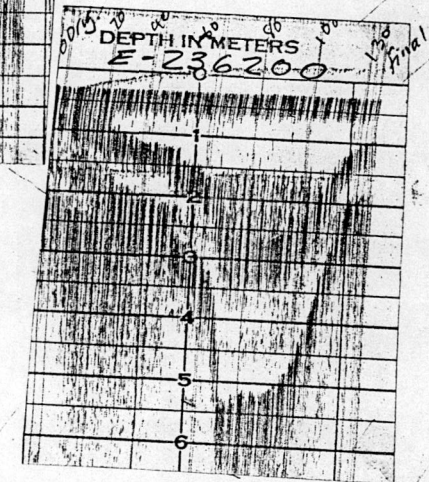
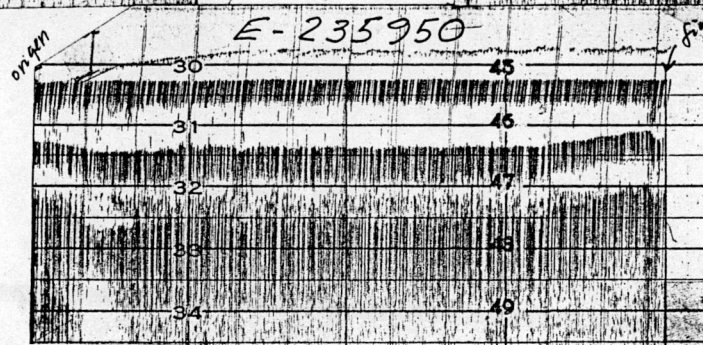
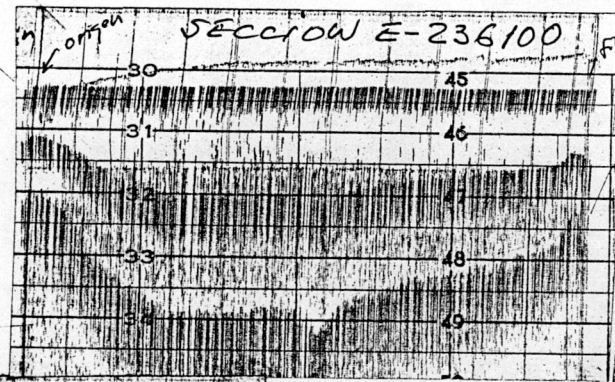
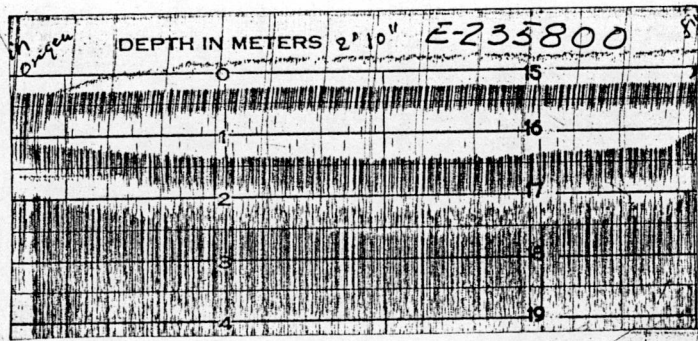
A partir de este nivel la configuración de las curvas ofrece un patrón normal similar al encontrado en embalses pequeños, no identificándose terrazas o transiciones topográficas abruptas en el fondo.

10. PERFILES REPRESENTATIVOS

Varias secciones batimétricas representativas realizadas a través de la laguna se ilustran en la figura A. Estas se identifican según su localización en el croquis de la laguna, adjunto a la misma. La escala de las profundidades se debe tomar según la menor de las escalas que ilustra al diagrama o perfil, mientras la longitud debe leerse directamente en el mapa croquis adjunto. Cada perfil se ha iniciado en el borde sur de la laguna y termina en la ribera norte, notándose en todos los casos, el efecto reflexivo de las ondas debido al carácter fino del sedimento en el fondo puede notarse que conforme se desplazan los perfiles hacia el Este se produce un incremento de las profundidades, pasando en la progresiva E-235800 de 1,5 m de profundidad máxima

FIGURA A

SECCIONES BATIMETRICAS TYPICAS EN LA
LAGUNA DE URAO, LAGUNILLAS, EDO. MERIDA



hasta 2,7 m en la E-236200. Estos muestran además, la configuración plana y uniforme del fondo en el sector occidental de la laguna y el carácter más depresivo a medida que se avanza hacia el área oriental.

Curioso resulta observar la expresión del sedimento fino suspendido sobre el fondo, el cual se visualiza claramente en los sectores más profundos del vaso. En el perfil de la sección E-236100, el espesor del sedimento suspendido de baja densidad es de 0,5 m, mientras en la E-236200 dicho espesor se incrementa hasta 1,25 m. El sedimento es probablemente dispersado más eficazmente, en los sectores del embalse sometido a la acción del oleaje con menores profundidades y se preserva y estabiliza, en las secciones de mayor profundidad.

TABLA N° 3
CARACTERISTICAS FISICO- QUIMICAS DE LAS AGUAS EN LA LAGUNA DE
URAO. EDO. MERIDA. NOV. DE 1998

PARAMÉTROS FÍSICOS

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (Micromhos / cm.)	1314
TEMPERATURA (°C)	28
TURBIEDAD (mg/l S ₁ O ₂)	54
COLOR REAL (U. Pt - Co)	45
PH a 25 °C	8,62

ANÁLISIS QUÍMICOS GENERALES

ALCALIDAD TOTAL (mg/l Ca CO ₃)	292
ALCALINIDAD FENOLFTALEINICA (mg/l Ca CO ₃)	16
DUREZA TOTAL (mg/l Ca CO ₃)	72
DUREZA CALCICA (mg/l Ca CO ₃)	26
SOLIDOS TOTALES, a 105 °C (mg / l)	789

ANÁLISIS QUÍMICOS ESPECÍFICOS

NITRATOS (mg / l NO ₃)	59,4
NITRITOS (mg / l NO ₂)	Trazas
SILICE (mg / l Si O ₂)	36
FLUORURO (mg / l F)	0.05
BICARBONATOS (mg / l HCO ₃ ⁻)	356
CARBONATOS (mg / l CO ₃ ⁻)	9
CLORURO (mg / l Cl)	68
SULFATO (mg / l SO ₄ ⁻)	4
SODIO (mg / l Na ⁺)	80
POTASIO (mg / l K ⁺)	6
MAGNESIO (mg / l Mg ⁺²)	11
CALCIO (mg / l Ca +2)	104
HIERRO TOTAL (mg / l)	0.05
MANGANESO TOTAL (mg / l)	s/d

11. HIDROQUIMICA DE LAS AGUAS

Durante la etapa del levantamiento se captaron muestras en el embalse para practicarle análisis físico-químicos. La tabla N° 3 presenta los resultados y concentraciones de los constituyentes y propiedades más importantes de las aguas, destacando los valores de alcalinidad, conductividad eléctrica, nitratos y cloruros los cuales resultan relativamente elevados con respecto a los valores normales encontrados en las aguas superficiales.

El pH de 8,62 indica un carácter alcalino, cuyo aspecto del agua para la fecha de captación era turbio, con elevado contenido de algas verdes microscópicas. Es factible que estas propiedades de las aguas cambien en la época lluviosa, cuando se produce un incremento de la escorrentía superficial y el aporte de contaminantes procedentes de la zona urbanizada situada al norte de la laguna.

Las propiedades físico-químicas del agua en la laguna muestran más afinidad con las de tipo sub-superficiales que con las aguas de escorrentía natural, lo que refleja quizás condiciones muy específicas de la época seca o de las condiciones de suministro hacia el embalse. La conductividad eléctrica del agua, se relaciona fundamentalmente con la presencia de sólidos solubles, complejos iónicos (fosfatos y silicatos) y la temperatura. El agua pura posee una conductividad específica de 0,055 micromhos a 25°C, el valor medido de 1314 micromhos se considera alto y no concuerda con el valor obtenido de la conocida relación lineal ($TSD = 0,7 * COND$ mg/l), donde los sólidos solubles (TSD) resultan ser de 292 mg/l.

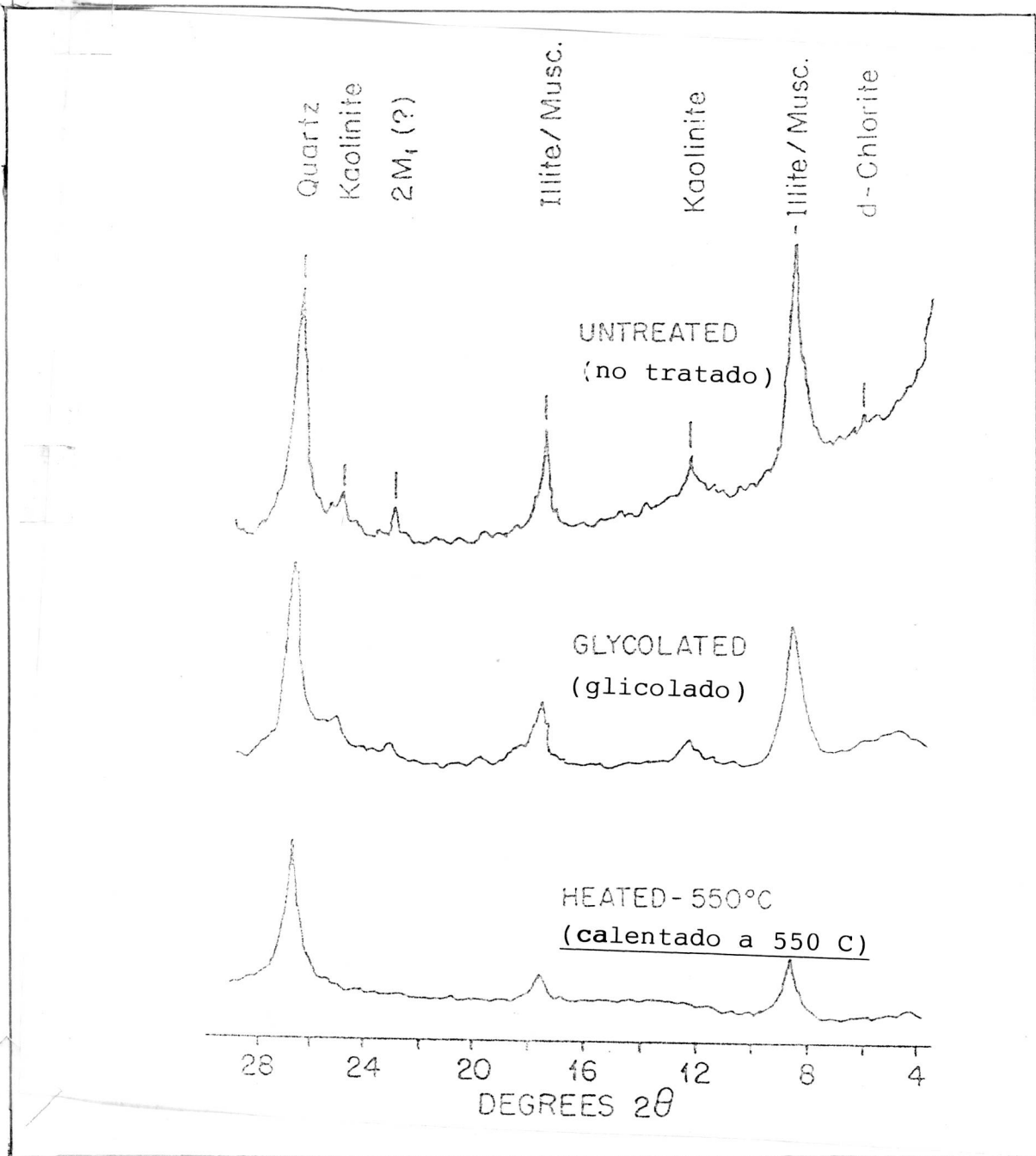
Entre los elementos solubles mayores, el sodio por su carácter electrolítico es uno de los que más influyen en la conductividad del agua, habiéndose determinado aquí un valor de 80 mg/l, lo que es normal, sí se considera la amplia variación del elemento en las aguas naturales, que puede fluctuar entre 0,2 mg/l en las de lluvia y 100.000 mg/l en salmueras y depósitos de evaporitas.

El potasio tiene similar abundancia que el sodio en la litosfera y aun cuando es un elemento mayor, presenta concentraciones en las aguas naturales menores comparado con el último.

Los compuestos de potasio especialmente los silicatos son más estables que los sódicos y el elemento además es fijado por la vegetación, así que puede concentrarse en los sedimentos del fondo al producirse el decaimiento de las plantas acuáticas, lo que ocurre en la Laguna de Urao y de allí los relativamente bajos valores (6 mg/l) encontrados en sus aguas. El hierro y manganeso en forma soluble se mantienen en valores bajos. Estos elementos son suplidos por transformaciones de óxidos y minerales constituyentes de rocas ígneas y metamórficas que liberan el elemento al meteorizar. En aguas alcalinas como las de la laguna, el mayor porcentaje del hierro se presenta en forma ferrosa (soluble) y quizás como complejos orgánicos. No se han determinado elementos menores y trazas en las aguas.

GRAFICO N° 4

Difractogramas de rayos X correspondientes a los sedimentos de la Laguna de Urao, Edo. Mérida (según Weingarten B.et.al)



El calcio es uno de los elementos mayores en la hidrosfera y se produce de la alteración de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Es además un elemento muy móvil en las aguas superficiales. El agua pura disuelve a 23°C unos 5 mg/l de calcio

pero si se incrementa el contenido de CO_2 al ser fijado desde la atmósfera, su solubilidad puede incrementarse hasta los valores de 104 mg/l encontrados en la laguna de Urao, en estas concentraciones el elemento no ofrece peligro o riesgos para la salud de la población, pero puede afectar la dureza del agua.

12. MEDIDAS DE PRESERVACIÓN EN LA LAGUNA

La Laguna de Urao como se ha descrito previamente, presenta condiciones apropiadas para fomentar diversas actividades turísticas y tiene un alto valor como elemento escénico para la población de Lagunillas y el mayor centro turístico de Mérida. Las siguientes sugerencias pueden ser factibles de poner en práctica, como vía de conservar este recurso y evitar siga deteriorándose, especialmente en lo atinente a calidad de las aguas y pérdida de capacidad por causa de desarrollo y decaimiento de la vegetación acuática, siendo el aporte de sedimentos asociado pero de segunda importancia.

La materia orgánica y buena parte de las plantas superficiales de la laguna, deben ser removidas de los sectores ribereños y dispuesta aguas abajo, de manera que se evite el retorno a la laguna, esto requeriría remover el material acumulado en algunas áreas costeras. La vegetación sería desplazada con maquinas (usadas en algunos embalses del país, Las majaguas por ej.) en el proceso se pueden separar y arrastrar las plantas flotantes hacia los ductos y descargas, labor que debe realizarse durante la época lluviosa para disponer de volúmenes de agua apropiados para facilitar el laboreo de limpieza y remoción de las hidrofitas, especialmente de las zonas más elevadas. Sería ventajoso mantener elevado el nivel del agua en la laguna, para facilitar el acceso de la maquinaria a los bordes y zonas de poca profundidad. Tal cantidad de materia orgánica puede usarse para preparar abonos y fertilizantes.

Es necesario controlar el aporte de nutrientes (orgánicos, sedimentos, fertilizantes) al embalse, ya que ésta es la causa primordial de la proliferación de algas y vegetación acuática. Una manera apropiada de hacerlo, consiste en recolectar las aguas de escorrentía provenientes de zonas sujetas a laboreo agrícola y transportarlas por canaletas o drenes a zonas situadas aguas abajo de la Laguna; en otras palabras, es necesario evitar que estos materiales lleguen al embalse. Se tiene entendido que La Alcaldía realiza actualmente acciones y obras como drenes y colectores, que operan en tal sentido.

Una vez removida parte de la vegetación del embalse, se puede pensar en la posibilidad de incrementar la capacidad de la Laguna modificando la posición de los conductos de descarga, situándolos por ejemplo, entre 0,5 - 1,0 m sobre la posición del actual, iniciando luego operaciones de evacuación del almacenamiento en la época lluviosa, de modo que se recicle eficientemente el agua en la laguna y se pueda evacuar gran parte de las algas y otras hidrofitas. Esto daría una mayor extensión superficial de la laguna, lo que puede facilitar los procesos de limpieza periódica, contribuyendo a mejorar la calidad de las aguas y extendiéndose su vida útil. Esta medida requiere sin embargo, que se revisen las cotas de los diques

perimetrales y la posición de edificaciones (casetas, estacionamientos, caminerías etc) para evitar que altos niveles del agua afecten estas áreas.

Para tener un control y conocimiento más preciso de los aportes de agua a la laguna es recomendable instalar miras (limnímetros) que permitan definir las fluctuaciones del nivel de las aguas, así como la manera de realizarse eficientemente las operaciones de descarga. Dos miras de 1 m, acotadas con respecto al BM de Cartografía, situadas en la adyacencia a la descarga, serían de bajo costo y darían una apropiada información para operar el embalse. Es además factible, practicar aforos en las descargas y de ese modo tener balances de agua en la Laguna. Estas actividades se pueden iniciar con el apoyo de la Dirección zonal de Mérida y luego proseguir el control con funcionarios de la Alcaldía o Defensa civil.

Finalmente, es conveniente realizar muestreos periódicos del agua para determinar las cualidades físico-químicas para diferentes condiciones, definir las concentraciones de fertilizantes y pesticidas, identificar minerales secundarios y trazas (al menos un análisis anual), además de estudiar la flora acuática del embalse, labor última que puede ser ejecutada por Biólogos. Esto puede realizarse con estudiantes o investigadores, contribuyendo a conocer estos aspectos de la laguna de Urao.

13. AGRADECIMIENTO

Las siguientes personas cooperaron durante distintas etapas de realización de trabajo, El Lic. José de J Rojas, Director Estatal Ambiental de Mérida, demostró interés por la realización del proyecto, el Ing. Carlos Andrade apoyó las actividades operativas de campo, los Sres. Rafael Morales (motorista) y Eladio Guillen, acompañaron al autor durante la fase del levantamiento, la Sra. Osiris Monterrosa coordinadora de proyectos ambientales de la Alcaldía, facilitó la realización de labores en Lagunillas. A todos ellos se agradece su aporte para que se realizara el levantamiento de la Laguna, con lo cual se satisfizo el compromiso de ejecutar dicho trabajo a través de la Dirección de Hidrología del MARNR.

14. BIBLIOGRAFIA

- (1) PEREZ HERNANDEZ, D - SILVIO STANESCU.** "Guía de Procedimientos para El Levantamiento Batimétrico en Embalses". MARNR, DHM, GTZ. 1994
- (2) WEINGARTEN, B. et al** "Late Quaternary Climatic Fluctuations Of The Venezuelan Andes", Edit Yuretich, R..National Science Foundation. FINAL REPORT 1991.
- (3) NOTAS PROF. S. DAVIS DEL POST-GRADO MOP-UDO.** Barcelona. 1967

ANEXO A

DATOS GEODESICOS DEL B.M 3.A. 329.A
CARTOGRAFIA NACIONAL

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL
DIVISION DE GEODESIA

NIVELACION GEODESICA DE 1^o. ORDEN
Merida y Trujillo.

ESTADO (S) FICHA 10. **13**

TRAYECTO La Victoria- Merida- Valera- Agua Viva.
" Circuito de Lagunillas de Mérida. "

TRAMO

ESTAMPADO DEL B. M. 3. A. 329. A.

ELEVACION 1.023,547 mts/ft/m

DATUM COMISION N° 3. FECHA 27/ 6/ 1968

UBICACION: Se encuentra ubicado , en él Puente La Trinchera; en Lagunillas de Mérida. (Circuito Automovilistico). Situado al lado Norte de la vía; y a 11,90.mts. de su eje. El B.M. es Identificable en Fotografia.

RELACIONES: Desde él extremo Oeste del Puente: 34,80.mts. y un Azimut de: 154^o. Del extremo Este del mismo Puente: 19,00. mts. y un Azimut de: 306^o. Del extremo Sur del mismo Puente: 7,60 mts. y un Azimut de: 4^o.

CARACTERISTICAS: El B.M. es una placa de bronce, con botón, de 5,00.cms. de diámetro; Colocado en él extremo Norte del Puente La Trinchera, que se encuentra en él Circuito de la Laguna de URAC. El B.M. es Identificable en Fotografia.

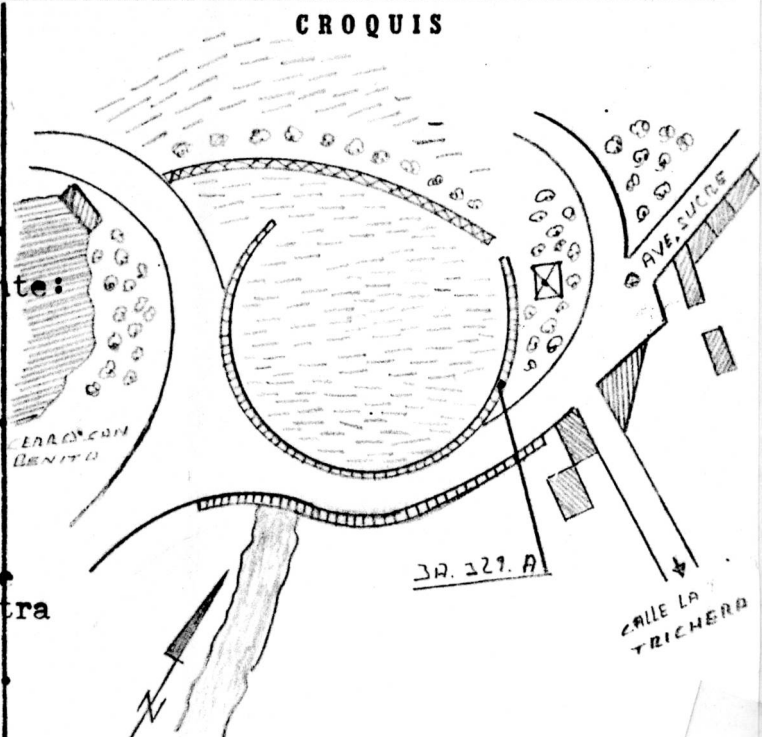
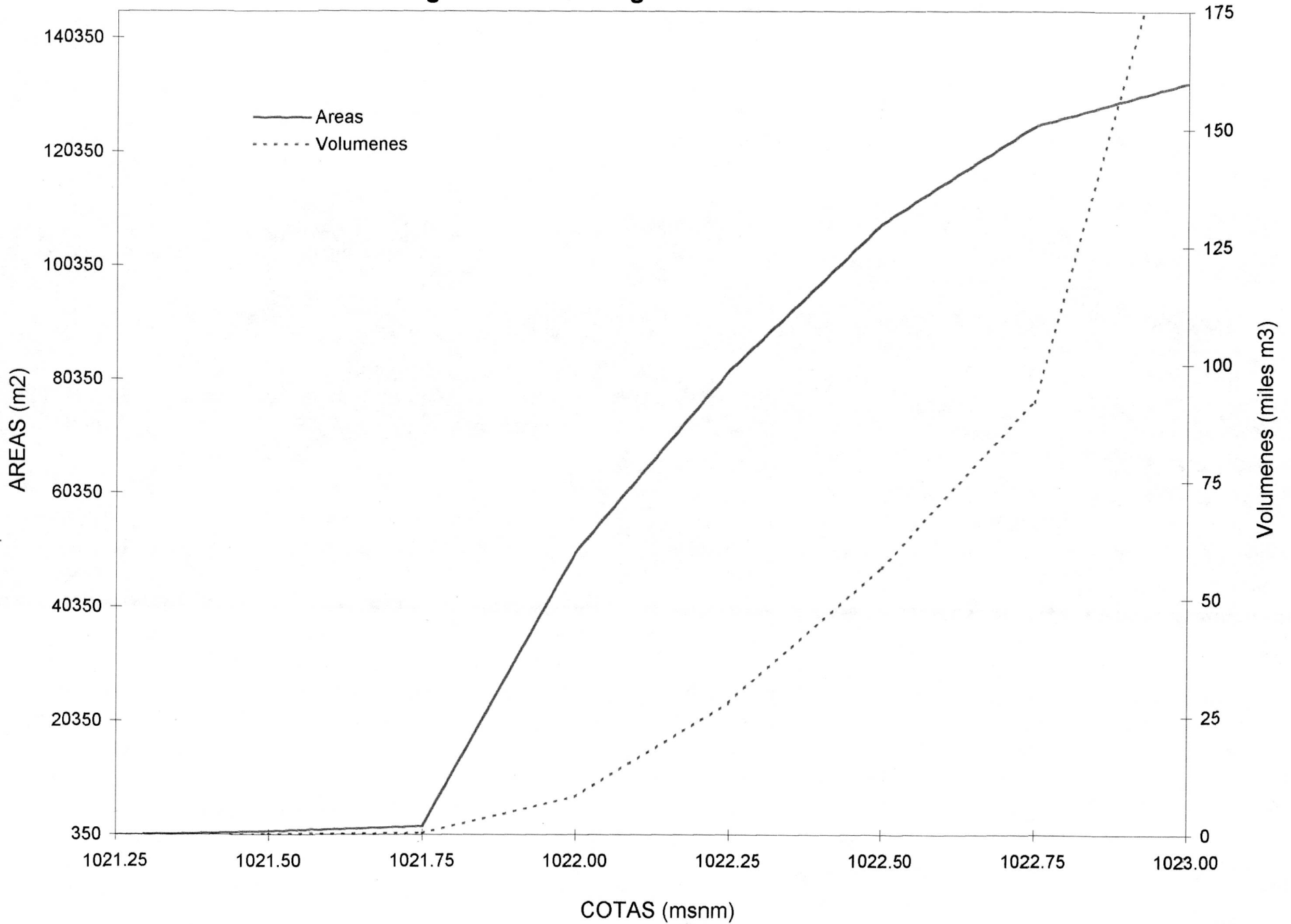
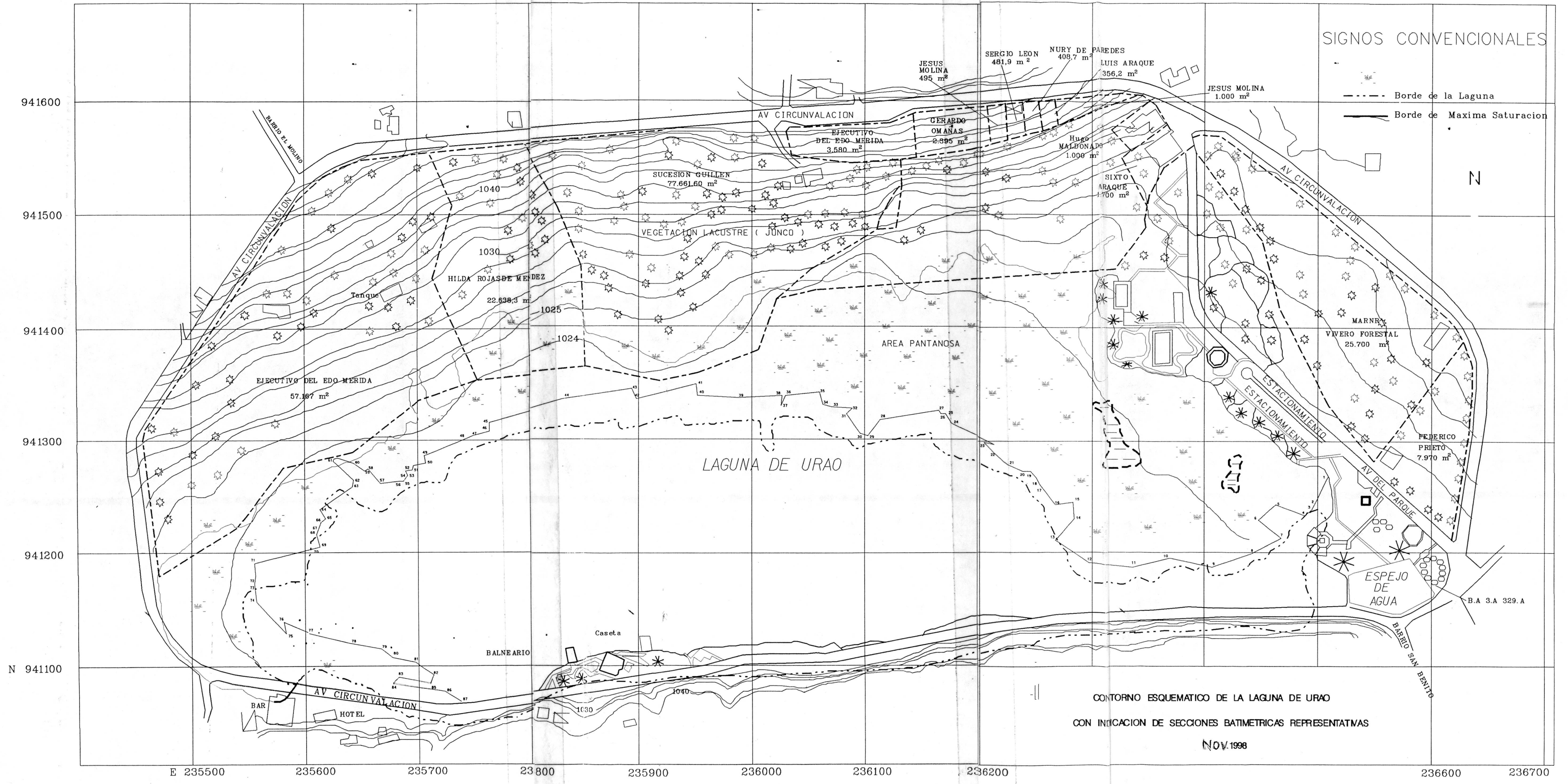


Gráfico N^o 3
Curvas de alturas-áreas-capacidades.
Laguna de Urao. Lagunillas. Edo. Mérida.



SIGNOS CONVENCIONALES

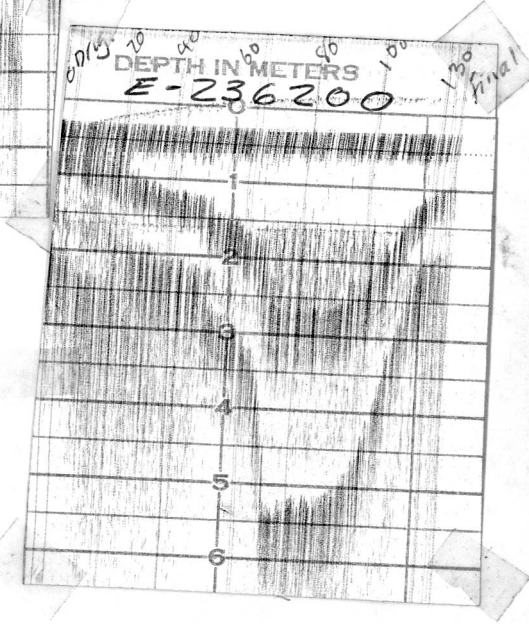
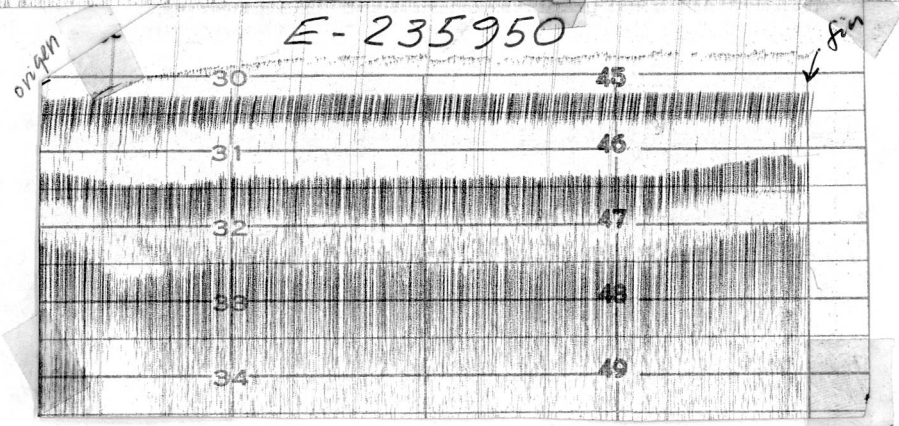
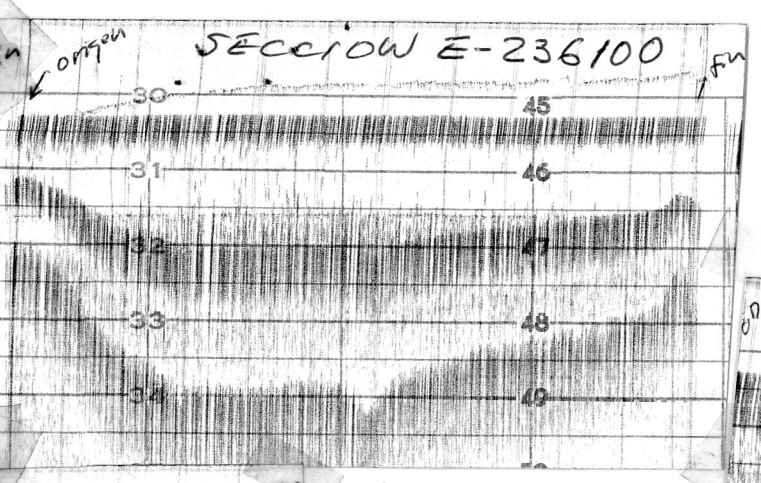
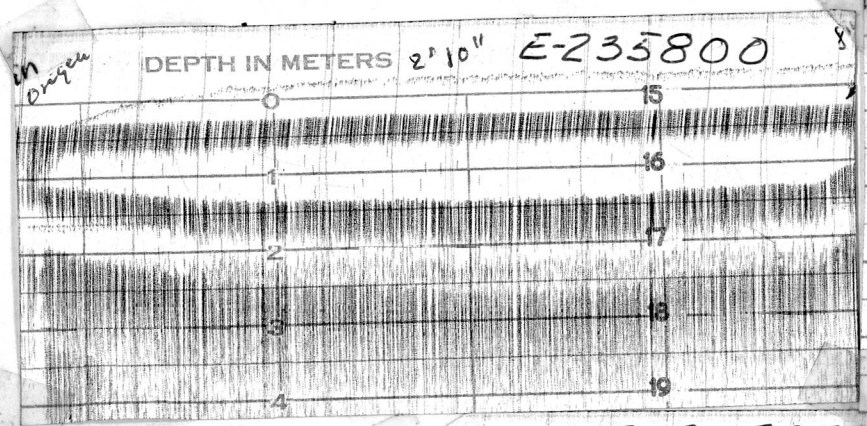
- - - Borde de la Laguna
- Borde de Maxima Saturacion

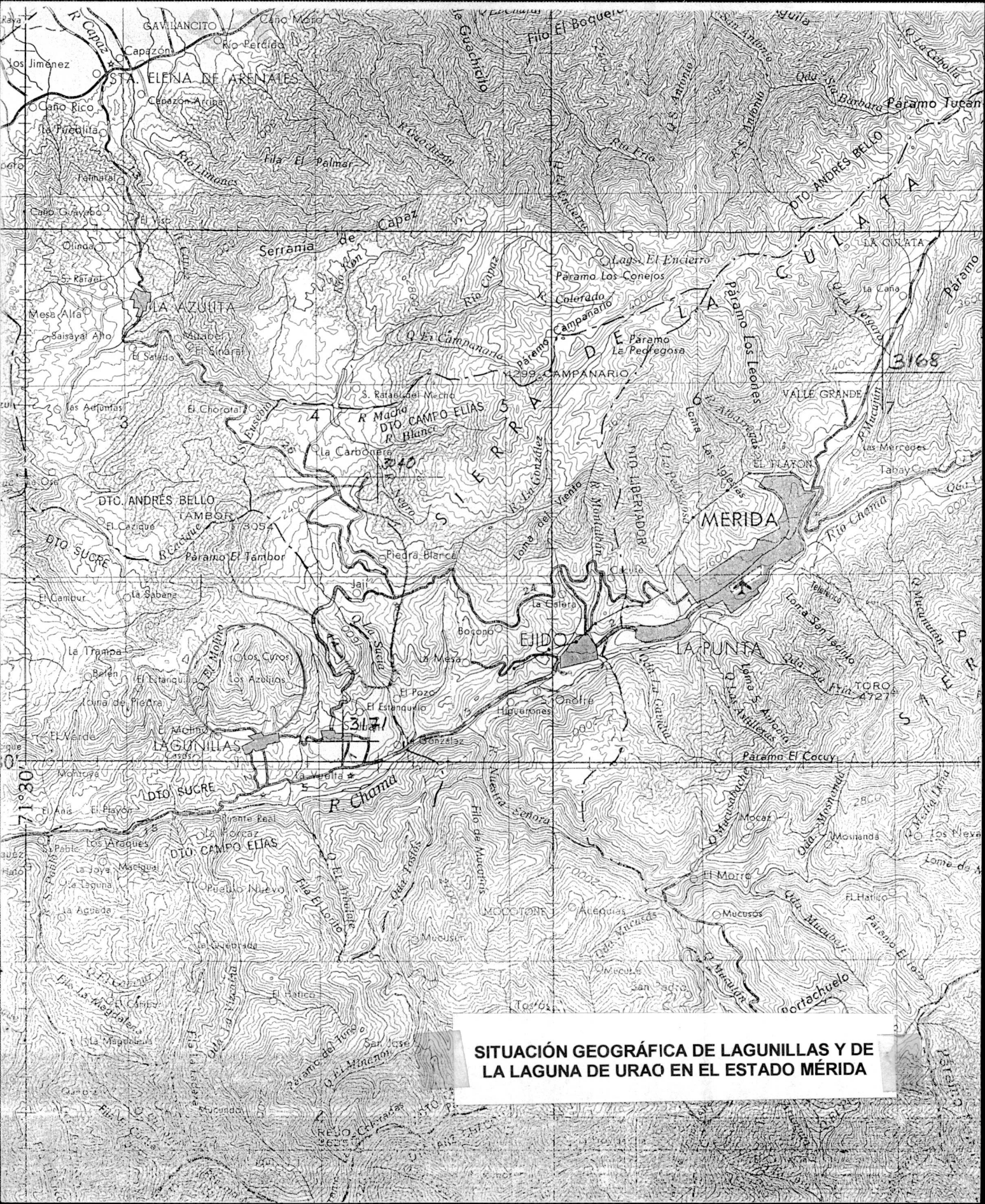


CONTORNO ESQUEMATICO DE LA LAGUNA DE URAO
 CON INDICACION DE SECCIONES BATIMETRICAS REPRESENTATIVAS
 NOV. 1998

941600
 941500
 941400
 941300
 941200
 N 941100

E 235500 235600 235700 23800 235900 236000 236100 236200 236600 236700





SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LAGUNILLAS Y DE LA LAGUNA DE URAO EN EL ESTADO MÉRIDA

M.A.R.N.R.

TABLA N 1

FECHA: 15/06/1999

D.G.S.I.C.A.S.V.

DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA

S I N A I H M E

ESTACION: SAN JUAN LAGUNILLAS

TIPO: PF

SERIAL: 3170

ZONA: 12

ESTADO: ME LATITUD: 983040

LONGITUD: 712114

ALTITUD: 1050 M.S.N.M

ORE.: MA

INSTALADA: 0970

ELIMINADA:

DATOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112.8	96.2	31.8	-
1971	72.4	19.1	36.5	94.2	65.0	20.1	25.8	70.9	95.0	49.5	33.9	13.2	595.6
1972	61.5	13.3	15.4	228.2	107.5	19.8	6.1	26.6	35.9	37.7	37.8	43.0	632.8
1973	8.9	.1	22.8	35.4	37.4	46.8	29.5	51.8	140.5	61.8	56.9	24.0	515.9
1974	21.5	10.2	22.4	13.4	113.2	53.9	26.4	41.5	73.2	96.3	33.8	8.2	514.0
1975	.0	1.4	31.2	38.9	73.7	35.0	55.3	74.8	96.7	69.2	50.7	68.6	600.5
1976	1.2	17.3	16.8	57.5	78.9	22.8	34.5	36.3	68.2	120.9	31.1	18.3	503.8
1977	.0	.0	4.5	11.7	94.8	19.9	28.2	35.6	56.1	81.4	27.7	2.4	362.3
1978	.8	17.6	60.6	149.7	71.6	62.0	31.8	37.6	73.5	105.9	15.8	20.6	647.5
1979	.1	9.7	4.7	77.6	95.5	83.2	33.9	38.1	69.5	71.3	107.4	39.3	630.3
1980	.2	5.8	.0	10.5	91.2	32.5	18.5	65.9	111.9	66.9	46.5	10.9	460.8
1981	.0	17.5	19.0	146.4	132.6	76.7	34.5	42.0	76.0	109.1	36.9	21.6	712.3
1982	32.0	30.7	27.5	75.4	73.8	39.2	25.8	34.3	76.3	40.3	37.1	7.0	499.4
1983	2.1	1.9	19.9	71.9	79.4	21.6	55.0	31.2	33.5	57.7	39.8	6.0	420.0
1984	1.3	27.9	16.0	72.4	*	*	61.7*	69.0	122.5	*	*	95.6*	466.4
1985	-	3.7	*	*	127.6*	26.2	*	111.2*	87.4	58.3	37.9	28.6	-
1986	18.2	40.7	1.1	114.9	55.0	21.3	21.0	50.1	88.9	134.5	25.1	19.7	590.5
1987	1.9	4.3	40.3	31.4	72.4	40.8	28.4	31.7	105.6	140.1	12.4	1.8	511.1
1988	.2	20.2	9.4	66.2	77.9	61.0	40.5	111.6	100.4	88.0	67.9	10.2	653.5
1989	34.9	2.3	30.7	*	101.8*	9.5	28.9	58.4	65.3	37.1	53.5	4.5	426.9
1990	22.0	2.8	22.9	85.2	11.2	24.7	25.5	67.4	38.0	93.9	61.5	50.1	505.2
1991	.3	4.0	29.7	35.0	68.2	33.2	4.8	26.3	54.6	27.7	32.0	7.3	323.1
1992	6.8	.0	5.1	42.7	28.0	42.8	44.6	37.0	16.4	63.0	115.8	4.5	406.7
1993	8.6	1.4	10.6	89.3	83.0	27.4	42.2	35.3	18.7	25.9	43.2	3.3	388.9
1994	3.2	49.1	47.6	12.4	47.6	14.5	36.9	10.3	*	*	*	*	-
1995	259.7*	.0	55.1	15.9	32.9	62.9	55.8	55.2	62.4	70.9	13.5	28.4	-
1996	5.4	6.7	12.8	15.7	20.7	*	67.4*	10.4	23.3	142.2	32.7	24.6	361.9
PRDM:	12.6	11.8	22.5	66.3	70.3	37.4	31.9	46.0	71.6	78.5	45.9	19.9	514.8
PCRC:	2.5	2.3	4.4	12.9	13.7	7.3	6.2	8.9	13.9	15.2	8.9	3.9	-
D.STD:	54.0	13.2	16.5	54.5	34.3	21.6	16.8	25.4	35.0	39.9	28.7	22.3	-
CV:	427.0	111.6	73.5	82.1	48.8	56.5	52.8	55.2	48.8	50.8	62.5	111.9	-

Lago de Urao

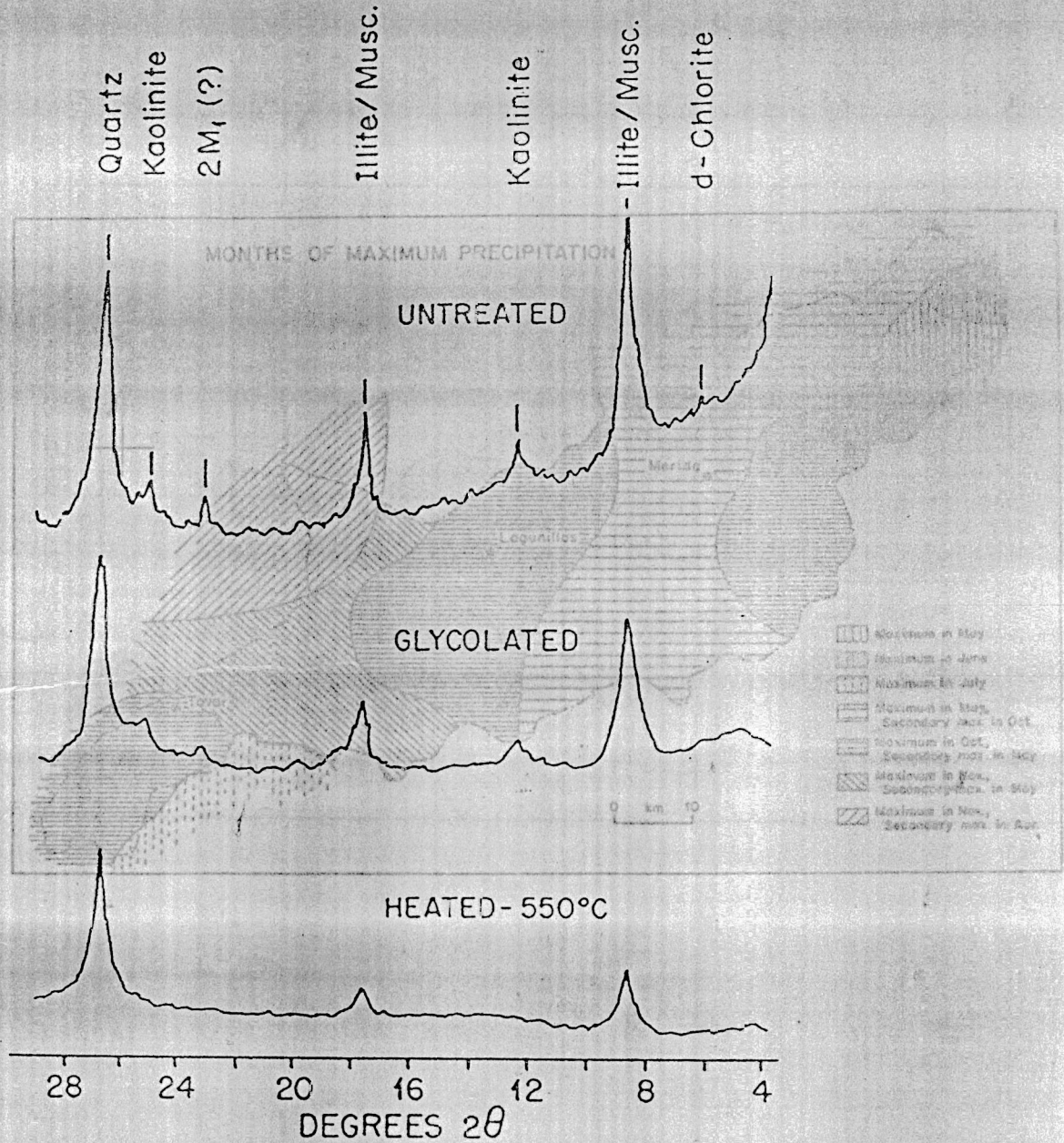
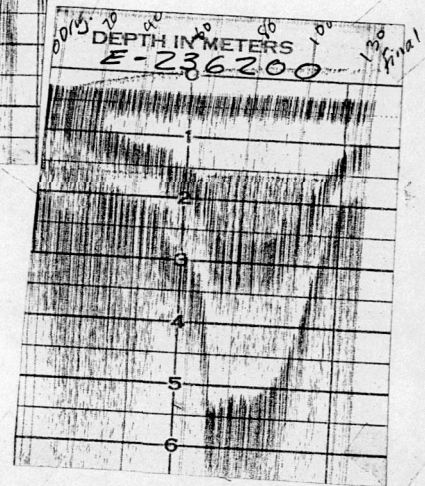
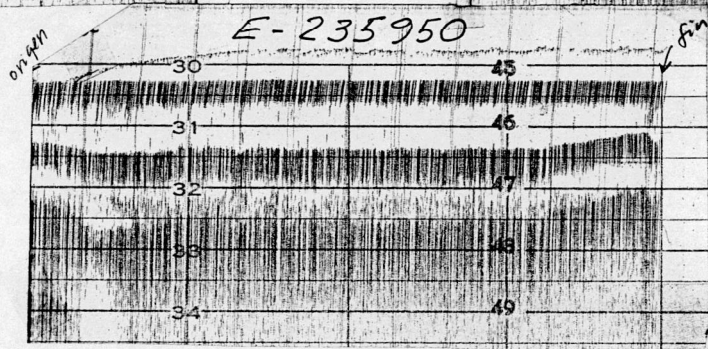
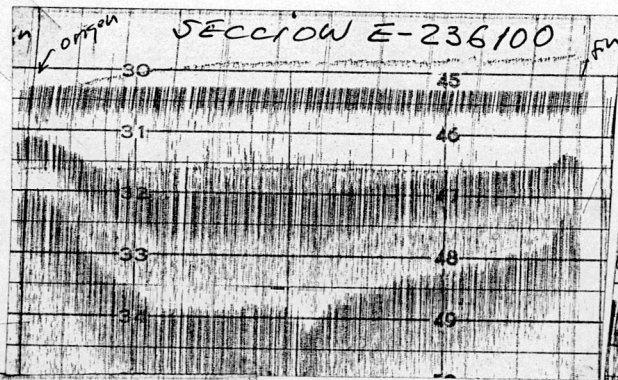
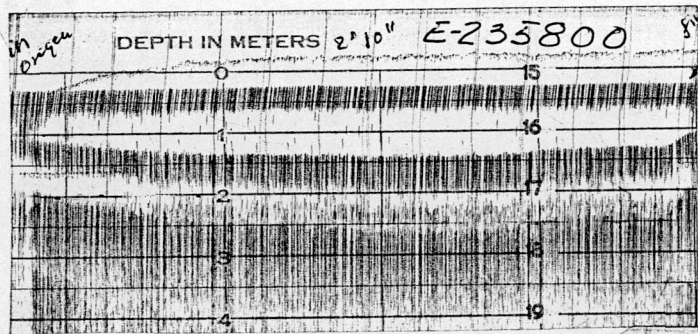


Figure 11. X-ray diffractogram of sediments in Lake Urao, located in the Tierra Caliente.

(from Andressen and Ponte, 1973)





SOLICITADO POR Hidrología Nº LAB. 1-109.
LUGAR DE CAPTACION LAGUNILLA ESTADO Merida
DISTRITO _____ HORA _____ FECHA 05-11-98
SERIAL _____ FUENTE LAGUNA de URAO

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA

PARAMETROS FISICOS	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (Micromhos/cm.)	1314
TEMPERATURA (°C)	28
TURBIEDAD (mg/L Si O ₂)	54
COLOR REAL (U. Pt - Co)	45
pH A 25 °C	8,62
ANALISIS QUIMICOS GENERALES	
ALCALINIDAD TOTAL (mg/L CaCO ₃)	292
ALCALINIDAD FENOLFTALEINICA (mg/L CaCO ₃)	16
DUREZA TOTAL (mg/L CaCO ₃)	72
DUREZA CALCICA (mg/L CaCO ₃)	26
SOLIDOS TOTALES, 105 °C (mg/L)	S.T.D., 180 °C (mg/L) 789
ANALISIS QUIMICOS ESPECIFICOS	
NITRATOS (mg/L NO ₃ ⁻)	59,4 SUMA DE CATIONES (meq/L)
NITRITOS (mg/L NO ₂ ⁻)	TR. SUMA DE ANIONES (meq/L)
SILICE (mg/L SiO ₂)	36
FLUORURO (mg/L F ⁻)	0.05
BICARBONATOS (mg/L HCO ₃ ⁻)	356
CARBONATOS (mg/L CO ₃ ⁼)	9
CLORURO (mg/L Cl ⁻)	68
SULFATO (mg/L SO ₄ ⁼)	4
SODIO (mg/L Na ⁺)	80
POTASIO (mg/L K ⁺)	6
MAGNESIO (mg/L Mg ⁺²)	11
CALCIO (mg/L Ca ⁺²)	104
HIERRO TOTAL (mg/L)	0.05
MANGANESO TOTAL (mg/L)	5/2
ANALISIS ESPECIALES (OPCIONALES)	
BORO (mg/L)	D.B.O. 5,20 (mg/L)
PLOMO (mg/L)	D.Q.O. (mg/L)
COBRE (mg/L)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)
CROMO TOTAL (mg/L)	BACTERIOLOGICOS / COLIFORMES
ZINC (mg/L)	TOTALES (NMP/100 ml)
	FECALES (NMP/100 ml)

[Handwritten signature]
17-11-98