PRESENTACIÓN

Los humedales son un elemento vital dentro del amplio mosaico de ecosistemas con que cuenta el país y se constituyen, por su oferta de bienes y prestación de servicios ambientales, en un renglón importante de la economía nacional, regional y local. Dentro del ciclo hidrológico juegan un rol fundamental en el mantenimiento de la calidad ambiental y regulación hídrica, desarrollando, entre otras funciones de mitigación de impactos por inundaciones, absorción de contaminantes, retención de sedimentos, recarga de acuíferos y hábitat para animales y plantas.

Estos ecosistemas, han sido afectados por diferentes factores entre los que se encuentran una planificación y técnicas de manejo inadecuadas, y políticas de desarrollo sectorial desarticuladas. Detrás de todo esto se observa una falta de conciencia sobre el valor e importancia de los humedales y, por consiguiente, su omisión en los procesos de planificación de los sectores económicos que determinan las decisiones, que en muchos casos los afectan. Esto demanda estrategias de planificación y manejo de carácter integral.

Por lo anterior y respondiendo a los lineamientos de la Política Nacional de Humedales Interiores y la convención RAMSAR, y al interes que la Corporación Autónoma Regional del Cesar – Corpocesar tiene en esta ecorregión por ser una región con un gran potencial socioeconómico, pero también por su fragilidad ambiental, la Corporación se encaminó y se propuso el "Establecimiento de la Línea Base Ambiental del complejo cenagoso de Zapatosa", para lo cual la Corporación tuvo a bien firmar convenios con la Universidad Nacional de Colombia para el "Estudio de inventario de fauna, flora y descripción biofísica y socioeconómica de la ciénaga" y con el Ideam para realizar la primera fase del proyecto de "Establecimiento de la Línea Base Ambiental del Complejo Cenagoso de Zapatosa, mediante la realización de la batimetría de la ciénaga"". Convenio No. 097–2003-04.

PREÁMBULO

La convención RAMSAR es un tratado intergubernamental para la protección de humedales aprobado el 2 de febrero de 1971, dicho tratado fue sancionado por el Congreso de la república de Colombia mediante la ley 357 del 21 de enero de 1997, produciéndose la adhesión del país el 18 de junio de 1998 y entrando en vigencia el 18 de octubre de ese mismo año (MAVDT 2002).

Además de la convención RAMSAR, las cumbres de Estocolmo 1972, Río de Janeiro 1992 y Johannesburgo 2002, discutieron los problemas ambientales en el ámbito global y formularon políticas que pretendían obtener el compromiso de los gobiernos hacia el desarrollo sostenible y la gestión ambiental a nivel mundial. Entre los acuerdo, queda el temario de los Humedales sintetizado en la agenda 21, en la cual se considera el agua como eje articulador.

En el año 2001 se formulo la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia, como marco conceptual para la gestión en ecosistemas de humedales en los niveles nacional, regional y local. El Ministerio del Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial - MAVDT coordinará, con el apoyo de las respectivas autoridades ambientales regionales, el proceso de ajuste e implementación regional de esta Política, con el fin de armonizar los objetivos, estrategias y programas en ella propuestos con los Planes de Gestión Ambiental de las entidades que conforman el SINA y las demás instituciones con funciones y competencias en los humedales, así como con los Planes de Desarrollo.

Así mismo, coordinará la definición de los indicadores de evaluación y seguimiento de la Política. Se busca entonces que estas directrices sean acogidas a escala nacional, regional y local, desarrollándose en el marco del correspondiente Plan Nacional de Desarrollo que define los responsables, acciones, recursos institucionales de infraestructura y financieros, para hacer posible, mediante su implementación, el uso sostenible de los recursos y los ecosistemas acuáticos continentales de la Nación.

Mediante el presente estudio (levantamiento batimétrico de la ciénaga de Zapatosa) se determina la delimitación de la superficie espejo de agua de la ciénaga, indistintamente del régimen hidrológico, así como su volumen y almacenamiento, igualmente se establece una referencia para posteriormente y a partir de otros levantamientos establecer ratas de sedimentación, morfología, dinámica hidrológica, navegación y dinámica poblacional social y económica,

Este componente hace parte integral en la formulación del Plan de Manejo Ambiental del complejo cenagoso de Zapatosa, que Corpocesar viene adelantando desde el año 2004. Cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL[1]

La ciénaga de Zapatosa forma parte del complejo cenagoso de Zapatosa; imagen LANSADT de noviembre de 2001, se localizado en la zona centro occidental del departamento del Cesar, en la margen derecha del

[1] Corpocesar 2002

río Magdalena.; compartida con el departamento de Magdalena y a cargo de las autoridades ambientales regionales Corpamag y Corpocesar. La Ciénaga es el principal y más grande cuerpo de agua dulce en Colombia, presenta una extensión media de 300 km² alcanzando una superficie de 430 km² en niveles máximos y disminuyendo a menos de 200 km² en niveles mínimos, su profundidad promedio para un nivel de 6.60 m., (medido en la estación de Belén) es de 4.15 m., con fondo fangoso y algunos bancos de cascajo, en ella se localizan numerosas islas, entre las cuales se destacan Barrancones, Isla Grande, Las Negritas, Palomino y Punta Piedra.

CIENAGA DE ZAPATOSA

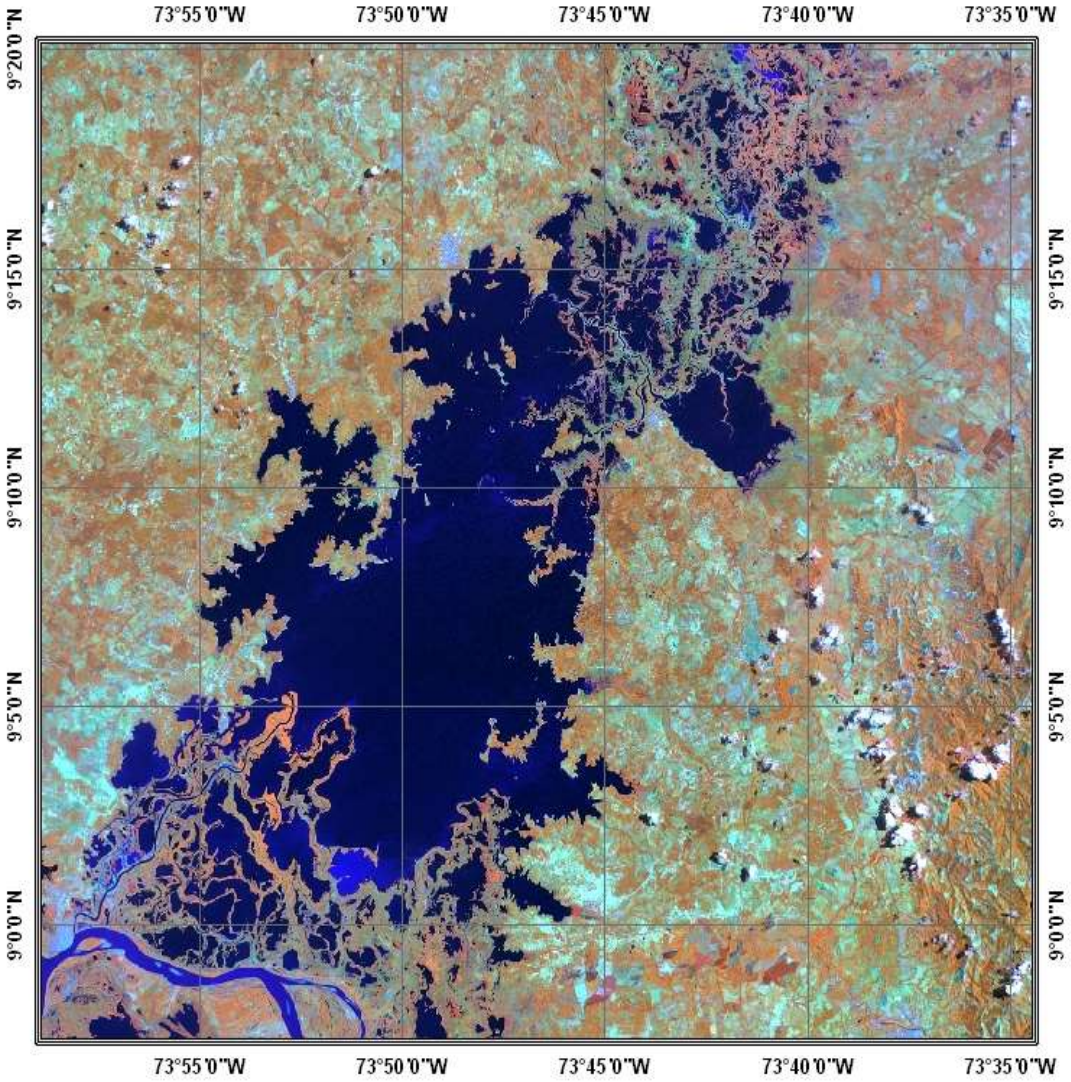


Imagen LANSADT-TM. Noviembre 2001

3.1. Localización Geográfica del Área de Estudio.

La ciénaga de Zapatosa (mapa 1), se localiza en el norte de Colombia en territorio de los departamentos de Cesar y Magdalena, en jurisdicción de los municipios de Chimichagua, Chiriguaná, Curumani, Tamalameque y El Banco; se ubica según el sistema de coordenadas Magna Sirgas entre los 9° 0' y 9° 18' de latitud Norte y los 73° 40' a 73° 56' de longitud Oeste.

3.2. Caracterización Climática

El análisis climático, se orienta hacia la evaluación de las variables más representativas (precipitación, temperatura, evaporación, brillo solar y vientos) que permiten realizar una caracterización climática general del área objeto de estudio. La relación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas se observa en la tabla 1.

Tabla 1. RELACION DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS

CODIGO	TE	NOMBRE ESTACION	NOMBRE SUBCUENCA	DEPTO	MUNICIPIO	COORDENADAS		ELEV
						LATITUD	LONGITUD	m.s.n.m
2502025	PM	CURUMANI	ANIMITO	CESAR	CURUMANI	9 12	73 33	100
2502026	PM	RINCON HONDO	AY JOBITO	CESAR	CHIRIGUANA	9 24	73 30	100
2502027	PM	SALOA	CGA ZAPATOSA	CESAR	CHIMICHAGUA	9 12	73 43	90
2502066	PM	ZAPATOZA	CGA ZAPATOSA	CESAR	CURUMANI	9 01	73 46	90
2502124	PM	CHIMICHAGUA	CGA ZAPATOSA	CESAR	CHIMICHAGUA	9 16	73 48	138
2502772	LG	BARRANCONES	CGA ZAPATOSA	CESAR	CHIMICHAGUA	9 08	73 46	32
2502525	CO	CHIRIGUANA	AY JOBITO	CESAR	CHIRIGUANA	9 23	73 36	40
2502759	LM	CAIMANCITO	CESAR	CESAR	EL PASO	9 34	73 48	40
2502714	LM	SALOA	CGA ZAPATOSA	CESAR	CHIMICHAGUA	9 10	73 45	34
2502509	CO	APTO LAS FLORES	MAGDALENA	MAGDALENA	EL BANCO	9 00	73 58	34
2502702	LG	EL BANCO	MAGDALENA	MAGDALENA	EL BANCO	9 00	73 59	24
2502785	LM	BELEN	CGA DE ZAPATOSA	MAGDALENA	EL BANCO	9 05	73 54	28

Fuente Ideam

El comportamiento histórico que se describe a continuación se soporta en las series de datos disponibles en el Ideam. Los datos mensuales multianuales de temperatura, precipitación, evaporación, brillo solar y vientos, contribuyen a describir el comportamiento de dichas variables que permiten definir la normal climatológica en la región. En general dicho comportamiento de estas variables esta regido por la presencia de sistemas meteorológicos como la Zona de Convergencia Intertropical – ZCIT, las perturbaciones de escala regional y al efecto orográfico.

- ***Distribución mensual de la temperatura media***

El promedio de la temperatura media anual es de 28.4° Celsius. Dentro del ciclo anual, su normal climatológica muestra la propiedad isotermal, característica de las regiones localizadas en al zona Ecuatorial, la diferencia entre el mes más cálido (marzo) y el mes menos cálido (octubre) es de 2.1°

Celsius. Los valores más altos de temperatura se observan en febrero, marzo y abril (Figura 1), coincidente con el periodo seco.

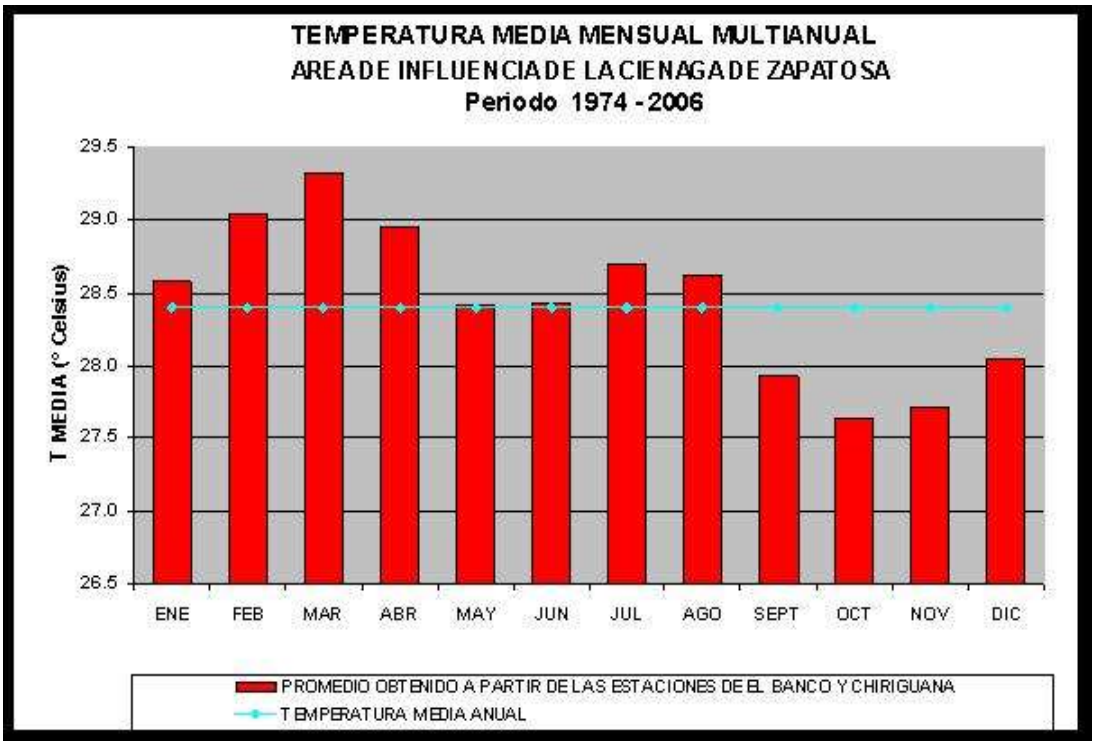


Figura 1.

- ***Distribución mensual de la precipitación***

El promedio anual de precipitación en el área de la ciénaga de Zapatosa, Tabla 2., es de 1956 mm. Como se observa en la Figura 2, su régimen es bimodal, es decir presenta dos periodos lluviosos durante el transcurso del año, intercalados entre periodos secos, la normal climatológica muestra una primera temporada húmeda entre los meses de abril, mayo y junio, la segunda temporada que es la más intensa ocurre en los meses de agosto a noviembre, siendo octubre el mes de mayor precipitación con 342 mm.; en estos siete meses se registra el 84% de la precipitación total anual.

Tabla 2. PRECIPITACION TOTAL MENSUAL AREA CIENAGA DE ZAPATOSA

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
ZAPATOSA	23.1	31.4	71.7	152.3	240.7	157.0	126.2	162.6	244.2	324.3	257.5	70.5
CHIMICHAGUA	12.6	33.5	61.8	194.6	262.0	192.4	148.1	205.6	326.7	352.1	215.4	51.0
APTO EL BANCO	24.8	27.2	62.4	154.7	213.6	200.1	137.7	223.6	280.5	334.2	227.6	60.0
SALOA	21.2	32.8	66.4	164.3	266.7	149.6	120.3	171.4	264.1	357.1	263.9	83.8
PROMEDIO	**20.4**	**31.2**	**65.6**	**166.5**	**245.7**	**174.8**	**133.1**	**190.8**	**278.9**	**341.9**	**241.1**	**66.3**

El restante 16% de la lluvia se distribuye en los meses secos, es decir, de diciembre a marzo, periodo en que las precipitaciones son muy bajas y en julio, aunque en este mes la lluvia supera los 100 mm. En los meses de enero y febrero se observa la mayor sequía en la región, con varios eventos de precipitación cero (0) en los últimos 30 años

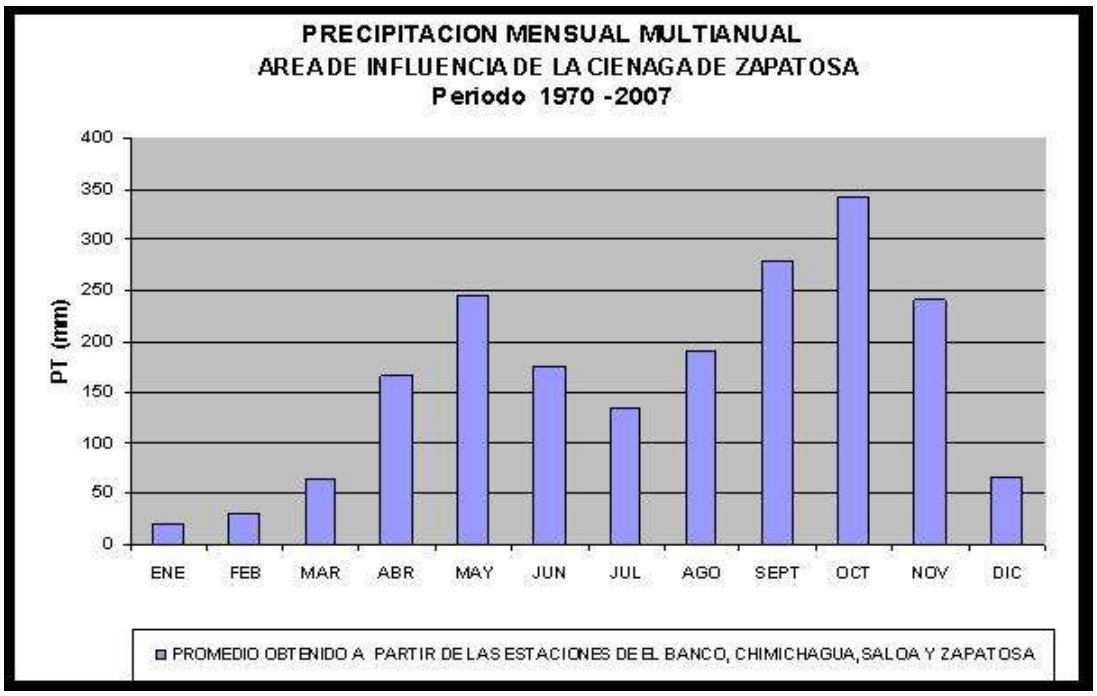


Figura 2.

- ***Distribución mensual de la evaporación***

La evaporación, es decir la perdida de agua desde la superficie del suelo, al igual que la precipitación se mide en milímetros, es decir, que su equivalente es litros por metro cuadrado de superficie, y depende de variables como la temperatura, el viento, el brillo solar. Este parámetro como se observa en la figura 3, varia mensualmente para esta región desde 107 mm., en noviembre, mes de menor perdida de agua, hasta 192 mm, en marzo mes de mayor evaporación. En general su comportamiento es similar a la variación espacio temporal de la temperatura, su valor anual multianual alcanza 1772 mm.

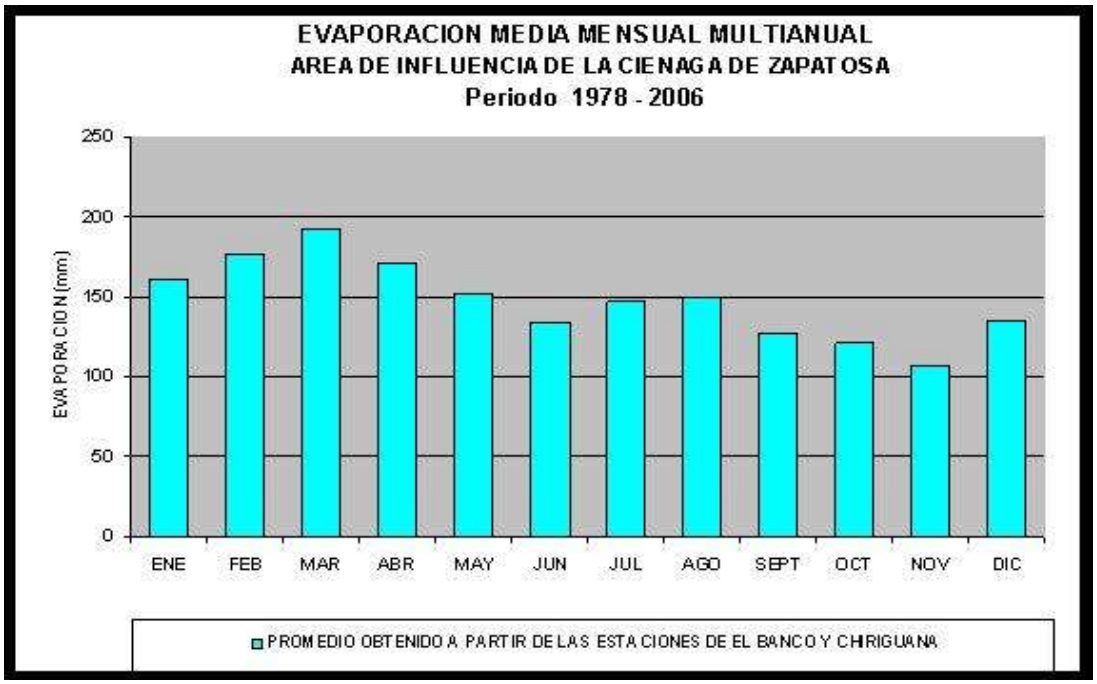


Figura 3.

- ***Distribución mensual del brillo solar***

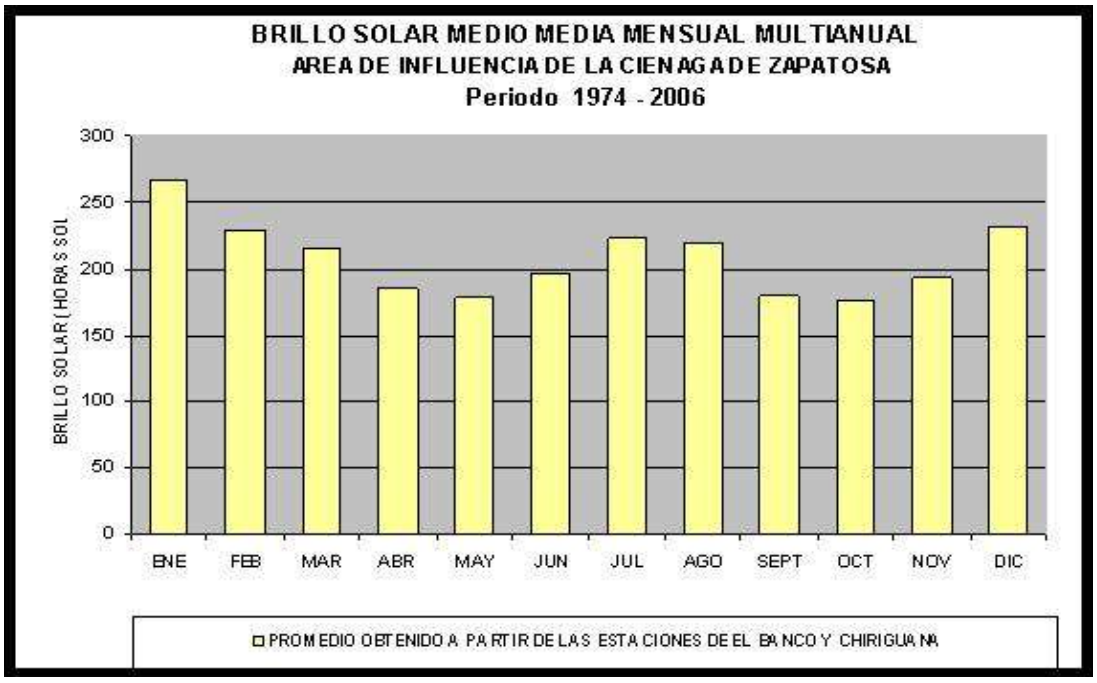


Figura 4.

En la región se presentan dos temporadas mayormente soleadas, el primer periodo corresponden a diciembre, enero y febrero y el segundo a julio y agosto (figura 4), y es precisamente cuando se registran las precipitaciones más bajas, coincidente con la normal climatológica de la región, su variación espacio temporal, oscila desde 179 horas sol en octubre hasta 267 horas en enero mes más soleado y de menor precipitación.

- ***Distribución mensual de la velocidad del viento***

La temporada de vientos fuertes como se observa en la figura 5, se registra en el período comprendido entre los meses de diciembre y abril, en donde la media es mayor a 5.2 m/s, los restantes meses, mayo a noviembre presentan velocidades entre 3 y 4 m/s. Esta variable efectivamente incide directamente en la evaporación, pues en el periodo diciembre abril es cuando se registran los mayores valores, pero además genera una agradable sensación térmica.

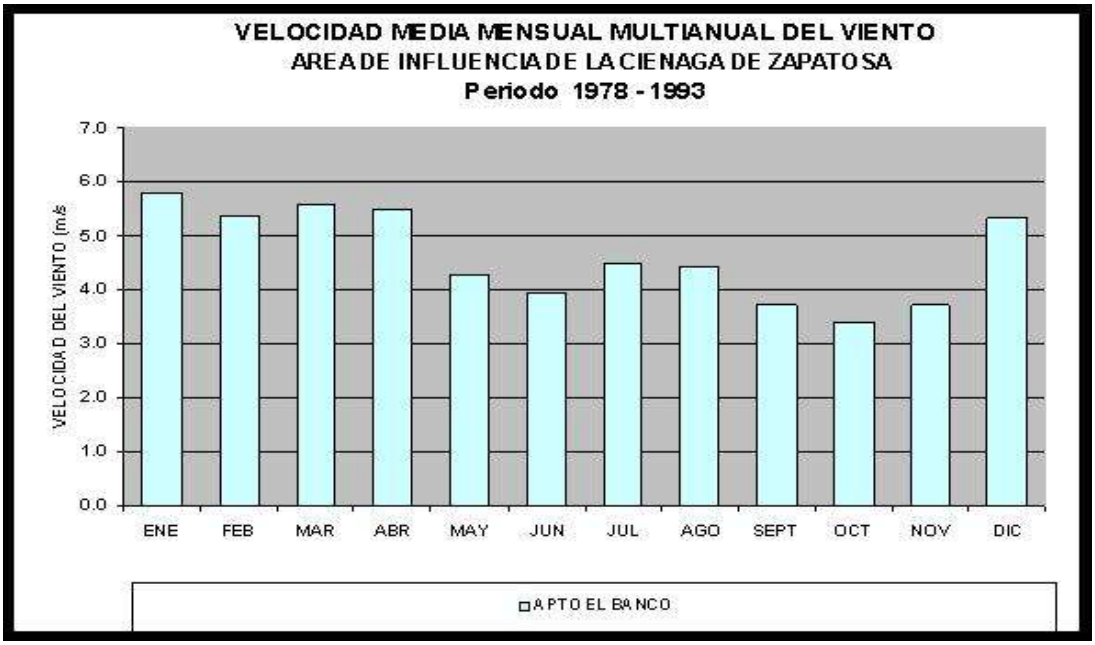


Figura 5.

3.3. Caracterización Hidrológica

La dinámica río - ciénaga – río, aunque compleja debe analizarse desde la interrelación que tiene la ciénaga de zapatosa con los ríos Cesar y Magdalena. Es importante destacar el efecto regulador que cumple la ciénaga, amortizando las crecientes de los ríos Cesar y Magdalena, en especial la de esta ultima corriente que por su magnitud podría generar un efecto devastador aguas abajo de la población de El Banco (depresión Momposina hasta la desembocadura en el mar Caribe), tanto por su cauce principal como por el canal del Dique. El río Magdalena comienza a incrementar su caudal a finales de marzo, pero

es en mayo cuando en este sector alcanza niveles altos y se convierte en aportante a la ciénaga, situación que se mantiene hasta el mes de junio, cuando se invierte el fenómeno y entonces es la ciénaga la que le aporta al río, generando y manteniendo niveles altos a partir de El Banco, sin que necesariamente haya niveles altos en la parte media, (Barrancabermeja, Gamarra La Gloria).

Igualmente sucede en el segundo semestre, temporada en que se registran los máximos niveles del año; nuevamente el río Magdalena alcanza niveles altos a finales de octubre y se convierte otra vez en aportante a la ciénaga, situación que se da hasta mediados de diciembre, cuando la ciénaga comienza el vaciado. En las figuras 6, 7 y 8, se observa la distribución temporal de los niveles, muy similar en los tres cuerpos de agua, pero diferente a la distribución de la precipitación en la región (Figura 2), ello quiere decir que este comportamiento no depende de las precipitaciones locales, sino del régimen de lluvias de la parte alta y media de la cuenca delos ríos Magdalena y Cesar.

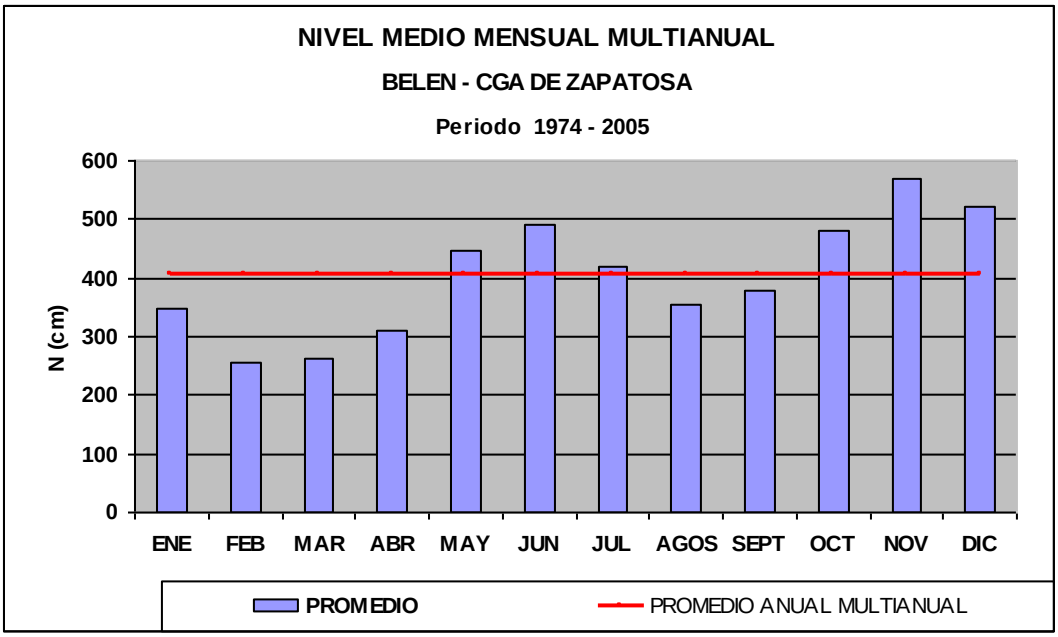


Figura 6.

Igualmente, la ciénaga regula las crecientes del río Cesar, las cuales se presentan en los meses de mayo y junio y principalmente en el trimestre octubre – diciembre, figuras 6 y 8; pero así mismo en estos periodos se convierte en una barrera que obstaculiza el libre flujo del río, generando anegamientos de extensas de áreas ribereñas, tanto en la margen izquierda como en la derecha.

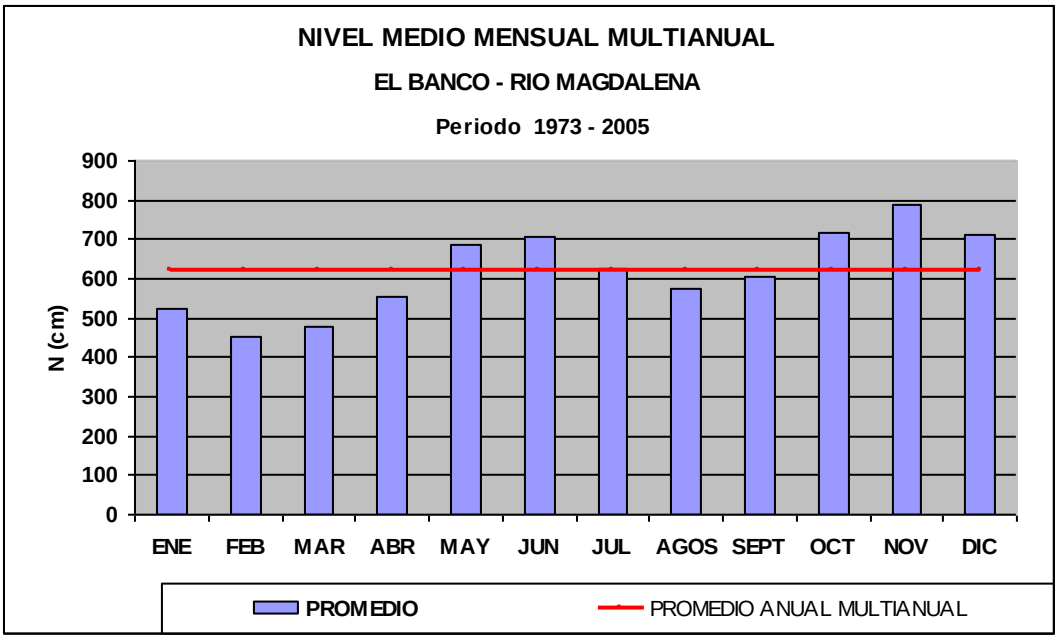


Figura 7.

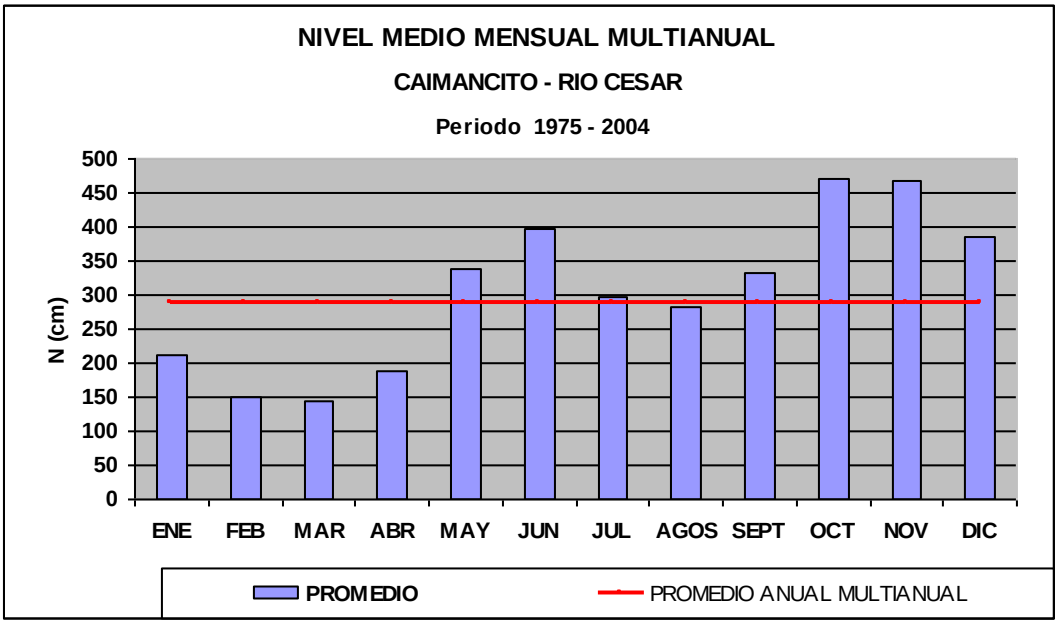


Figura 8.

4. Descripción Socio Económica

La población en los municipios circundantes a la ciénaga de Zapatosa (Tabla 3), se concentra en las cabeceras en una proporción del 54%, el restante 46% corresponde a población rural y de otros centros

como inspecciones de policía, corregimientos., etc. Sin embargo, es importante resaltar que los municipios de Chimichagua y Tamalameque concentran menor población en su cabecera municipal (37%), que la del resto del municipio, en donde alcanzan un 63%.

Tabla 3. Distribución de la población en el área de la ciénaga de Zapatosa

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	Población Total	Población Cabecera	Población resto
CESAR	CHIMICHAGUA	30116	11090	19026
CESAR	CHIRIGUANA	21494	13187	8307
CESAR	CURUMANI	26740	17848	8892
CESAR	TAMALAMEQUE	13636	5096	8540
MAGDALENA	EL BANCO	53544	32556	20988
TOTALES		**145530**	**79777**	**65753**

Población en hogares con necesidades básicas insatisfechas - NBI en departamento del Cesar

Censo 2005

NBI 2005	Urbano	Rural	Total
	35.6	66.8	44.5

Fuente: DANE. Censo 2005

Las necesidades básicas insatisfechas - NBI, de la población en estos municipios del departamento del Cesar, superan ligeramente el porcentaje global del departamento, siendo del orden del 40% en las cabeceras municipales y del 70% en el resto del municipio.

En la Tabla 4, se relaciona por municipios el número de cabezas de ganado vacuno, de esta relación y de acuerdo al tipo de explotación ganadera, se deduce que existen grandes extensiones de tierra dedicadas al pastoreo, especialmente para engorde.

Tabla 4. Bovinos por municipio

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	# BOVINOS
CESAR	CHIMICHAGUA	70,135
CESAR	CHIRIGUANA	78,504
CESAR	CURUMANI	38,642
CESAR	TAMALAMEQUE	42,994
MAGDALENA	EL BANCO	50,839
TOTAL BOVINOS		**281,114**

Fuente: DANE. Censo 2005

Cuando la ciénaga baja de nivel, estas planicies que pueden alcanzar hasta 20.000 hectáreas[2] en la época más seca, se cubren de pastos, los cuales son aprovechados por los ganaderos de la región. Dinámica que

[2] Dato calculado de la batimetría. Corpocesar-Ideam año 2007

se repite todos los años y durante dos temporadas, la primera en los meses de febrero, marzo y abril y la segunda en los meses de julio, agosto y septiembre.

En la Tabla 5 se relacionan las áreas cultivadas y los principales cultivos por municipio, siendo la yuca es una actividad agrícola común para los cinco municipios, pues es un producto base de la alimentación de la población, al igual que el plátano, aunque este no se cultiva en igual proporción; también sobresalen cultivos como arroz, maíz, palma de aceite, naranja y fríjol. Existen otros cultivos de menor extensión como auyama, aguacate, algodón, cacao, café, sorgo, patilla y maracuyá.

Tabla 5 . Area cultivada y cultivos más sobresalientes

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	Total Hectareas Cultivadas	ARROZ RIEGO	MAIZ BLANCO TRADICIONAL	MAIZ TRADICIONAL	PALMA DE ACEITE	YUCA	FRIJOL	NARANJA
CESAR	CHIMICHAGUA	4609		1448		198	1100		1280
CESAR	CHIRIGUANA	4641	400	550		1785	268	400	150
CESAR	CURUMANI	6764	1000	950		1379	350	400	75
CESAR	TAMALAMEQUE	3410	1200	410		1262	280		
MAGDALENA	EL BANCO	1661			850		600		
TOTAL HECTAREAS CULTIVADAS		**21085**							

Fuente: DANE. Censo 2005

5. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

Una vez legalizado el convenio se realizó entre el 26 de abril y el 6 de mayo de 2005, en la ciudad de Valledupar la primera jornada de trabajo, en donde se elaboró el presupuesto general de gastos, la programación de las comisiones de campo y se suscribió entre los coordinadores del convenio Libardo Raúl Lascarro D., y Gabriel Quiñónez A., por parte de Corpocesar y Oscar Guillermo Martínez S., por parte del Ideam, el acta de Inicio de las actividades; acordando realizar en primera instancia un reconocimiento de campo de la ciénaga y su área circundante, previa adquisición en el IGAC de la información de los puntos de nivelación de precisión – NP y los puntos de control horizontal – GPS, de la red MAGNA-SIRGAS (se anexan certificaciones expedidas por el IGAC en junio de 2005), Toda información básica para la definición de la red geodesica.

5.1. Definición de la Red Geodesica

Con la descripción de los puntos NP que se encontraran en la zona de estudio, es decir, en sectores de los municipios de Pailitas, Chimichagua, Curumani, Tamalameque y El Banco; líneas:

- CE5 entre San Roque – Curumani y el Banco
- MG3: Entre el Banco y Chimichagua
- Trayecto Curumaní y Pailitas.

Se organizó el recorrido de campo, con el objeto de ubicar físicamente dichos puntos, pudiéndose evidenciar que muchos ya no existen, siendo esta la justificación que respalda el por que se adquirió la descripción de más de 20 puntos de nivelación; Adicionalmente se aprovechó el recorrido para identificar

los posibles sitios de la red de referencia a utilizar; entre otros se identificaron como puntos estratégicos Saloa, Chimichagua, El Trebol, Belén, Sempegua, Matecaña, Zapatosa, Ultimo Caso y Corralito. Así mismo se efectuó un recorrido fluvial en la ciénaga con objeto de reconocer y planificar las líneas de navegación que se llevarían a cabo durante la batimetría.

Entre el 28 de junio y el 17 de julio de 2005, se realizó una segunda comisión con el objeto de exponer en las instalaciones de Corpocesar y con la participación de funcionarios de otras instituciones de la ciudad de Valledupar, los alcances del convenio, la metodología y el cronograma de actividades y segundo materializar los puntos para la red geodesica de referencia, alrededor de la ciénaga, siguiendo para ello las especificaciones técnicas utilizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en estudios similares.

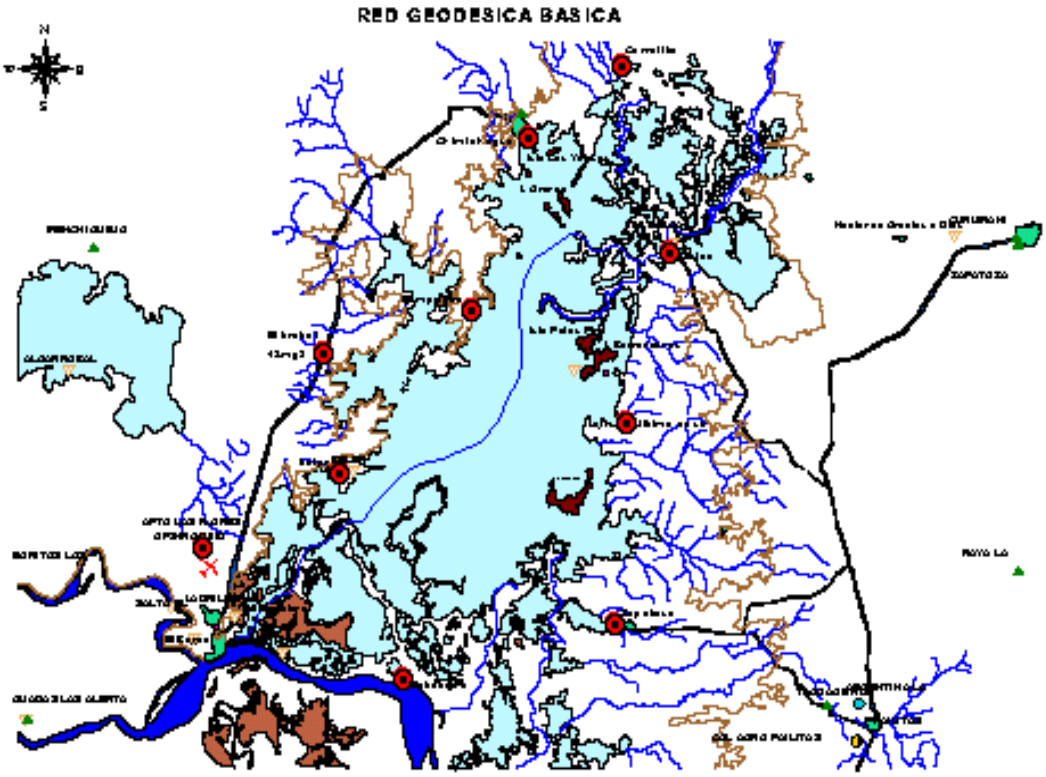
Materializados los puntos se procedió a georeferenciarlos, tomando como punto de amarre el vértice GPS-MG-D003 del sistema de referencia MAGNA, ubicado en el aeropuerto de El Banco. Es decir dar posicionamiento (coordenadas y cota), buscando que las distancias entre ellos no fuera superior a 12 km., para garantizar el alcance de los radios y así asegurar la precisión del levantamiento. Dichos puntos quedaron materializados físicamente en el terreno, en mojones de concreto de 30 cm x 30 cm y una profundidad aproximada de 60 cm, con sus respectivas placas de identificación en bronce. En la tabla 6, se relacionan los puntos y su georeferenciación y en el mapa 1, su localización.

Como comprobación de los calculos de altitud para los puntos de referencia, se solicitó al IGAC, que con la información tomada en campo por el Ideam y solamente para el punto el Trebol 2, realizara los calculos respectivos y expidiera la correspondiente certificación con los resultados obtenidos, pudiendo observar la precisión de la georeferenciación de la red de referencia (se anexa certificación).

Tabla 6. GEOPOSICIONAMIENTO RED GEODESICA DE REFERENCIA
CIENAGA DE ZAPATOSA

PUNTO	NOMBRE	COTAS		ALTITUD	
		ESTE	NORTE	ELIPSOIDAL	GEOMETRICA (m.s.n. m)
1	Sempegua	1026391.360	1505131.063	34.8102	28.9000
2	Belen	1018785.648	1496168.025	41.9016	35.9000
3	Matecaña	1022479.930	1484833.356	35.1250	29.6698
4	Saloa	1037891.397	1508421.523	34.0051	28.3185
5	Zapatosa	1034736.941	1487975.114	34.5763	29.4681
6	Corralito	1035133.302	1518597.792	39.5617	33.4914
7	Chimichagua	1029731.953	1514692.138	34.7898	28.6640
8	Ultmo Caso	1035353.319	1499047.716	35.0011	29.5364
El Trebol 2	El Trebol 2	1017761.442	1502815.265	38.6180	41.1000
MG-D003	Apto El Banco	1010782.446	1492097.796	28.8340	30.9000

Fuente: Ideam 2005

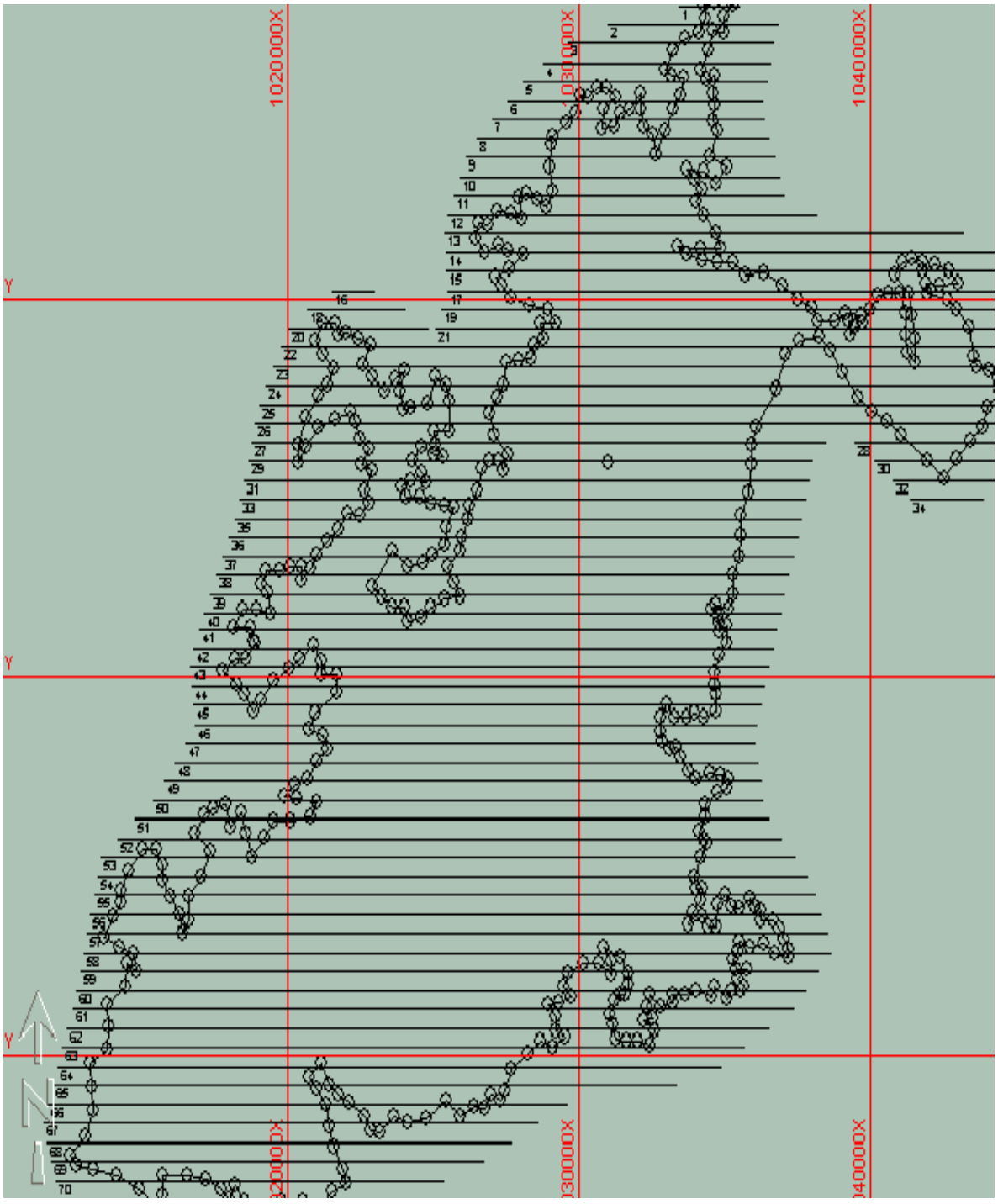


Mapa 1 Red Geodesica de Referencia

5.2. Definición de las líneas a navegar

Igualmente se aprovecho esta comisión para realizar varios recorridos en la ciénaga, con el objetivo de obtener información necesaria para definir el sentido y la dirección de las líneas a navegar durante el desarrollo de la batimetría y para hacer pruebas del equipo a usar en la medición: ecosonda, GPP's, radios y computador y la sincronización de los mismos; ejercicio necesario para definir en primera instancia las configuraciones apropiadas para el levantamiento y su emplazamiento en la embarcación. De estas pruebas se determinó que el alcance máximo de los radios para transmisión en tiempo real no podía ser superior a 12 kilómetros - Km.

Por la forma de la ciénaga se determinó que los recorridos debían ser transversalmente, es decir en dirección Este – Oeste (E – W) y Oeste – Este (W – E). En el mapa 2 se observa las líneas definidas para el levantamiento, las cuales se numeraron en orden ascendente de norte a sur (de 1 a 72).



Mapa. 2 Líneas de navegación batimetría

5.3. Levantamiento batimétrico.

Para el desarrollo de las actividades de batimetría, se acordó organizar dos frentes de trabajo, el primero conformado por dos funcionarios que armaban y verificaban el continuo funcionamiento del GPS base, antena y radio en el punto de la red geodesica que se estuviese utilizando, el otro grupo organizaba, instalaba y operaba los equipos en la lancha, GPS receptor, antena radio, ecosonda y transductor y computador. Se navegaron cada una de las líneas, grabando simultáneamente la posición de cada punto (coordenadas X, Y) y profundidad (Z), cada segundo, es decir, del orden de 60 datos por minuto; cuando en el recorrido se encontraron islas o fírmales (vegetación flotante compacta), se bordearon estos obstáculos, retomando la línea de navegación nuevamente, hasta donde el alcance del radio permitiera navegar.

Entre octubre 19 y noviembre 10 de 2005 se realizó la tercera comisión, comenzando el levantamiento de datos por el norte de la ciénaga, sector de Chimichagua, corregimiento de Corralito, línea 1 hasta la línea 40 frente a la isla barrancones; se obtuvieron 81 archivos con datos crudos de las líneas 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38 y 40. (se anexa listado). Simultáneamente y durante los días de levantamiento de datos se organizó con los observadores de las estaciones de Saloa, Barrancones y Belén la toma de lecturas de nivel para las 06, 09, 11, 13, 15, 17 y 18 horas.

La cuarta comisión se realizó entre el 18 y 30 de octubre de 2006, periodo en el que también se programó lecturas de mira cada hora, desde la 06 horas hasta las 13 horas en las 3 estaciones (Belén, Barrancones y Saloa). El análisis de los datos de estas dos campañas para las 3 estaciones permitió validar nuestro supuesto sobre la uniformidad en el aumento o disminución del nivel de la ciénaga; razón por al cual se definió a Belén como la estación de referencia para la transformación de los datos en el postproceso. En este periodo se obtuvieron 170 archivos de datos crudos, correspondientes todos al centro y sur de la ciénaga y específicamente para las líneas 45, 46, 47, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71 y 72, (se anexa listado). Adicionalmente se levantaron las ciénagas de Candelaria, Alfaro y Saloa, también el río Cesar desde la desembocadura en el río Magdalena hasta encontrar el espejo de agua de la ciénaga, así como el brazo Belén.

En este mismo año, del 11 al 20 de diciembre se realizó una quinta comisión con el propósito de levantar los datos en aquellas partes en las cuales se encontraron vacíos de información, en total se obtuvieron 66 archivos con datos crudos de las líneas 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43 y 44.

Como parte final del trabajo de campo se realizo durante el periodo del 13 al 23 de marzo de 2007, la sexta comisión cuyo propósito fue hacer la nivelación topográfica de algunos sectores previamente identificados como áreas de mayor vulnerabilidad, entre otros se levantaron los sitios de: Corralito, Plata Perdida, Placeres, Encanto, La Pura, Laguna de Oxidación, Santo Domingo, La puerta del Cielo, Sempegua, candelaria, Rincón Pérez, Saloa, La Mata, Ultimo Caso, Chimichagua – playa de amores, Zapatosa, Zapati, Belén, El Trebol, Aeropuerto, Vijagual, Cerrito, Matecaña y tramo carretera El Banco Tamalameque hasta el kilómetro 13 y así finalmente encontrar las cota máximas hasta donde a llegado el nivel de agua de la ciénaga, cuando esta en su máximo llenado.

5.4. Procesamiento de los datos.

Para el procesamiento de los datos, se utilizó el software HYPACK, este es un programa basado en ambiente Windows, para el diseño, planeamiento, levantamiento, edición y publicación de levantamientos hidrográficos, que permite mayor flexibilidad y potencia para realizar batimetrías, cuenta con herramientas poderosas que ejecutan confiablemente levantamientos de cuerpos de agua ya sea en ambiente continental o marino y facilita exponer rápidamente sus resultados. Entre otras posibilidades el Programa HYPACK MAX permite hacer:

- Creación de Proyectos.
- Configuración de GPS.
- Importación DXF.
- Edición de Datos Crudos.
- Depuración de la Información.
- Generación del Modelo Digital de Terreno - MDT.
- Generación de Curvas de Nivel.
- Exportación de Datos.
- Reportes y Calculo de Volúmenes.

En total se levantaron 317 archivos con datos crudos (anexo 1), de los cuales se editaron, mediante el programa EDITOR, 298 que tenían información básica para el calculo del modelo digital de terreno y de las áreas y volúmenes; el programa EDITOR:

- Combina archivos de corrección de mareas con los datos de profundidad.
- Examina gráficamente en pantalla y editar los datos de las líneas navegadas.
- Usa el cursor para edición rápida de archivos de datos.
- Visualiza los datos de texto acerca de cada registro.

En las tablas 7, 8 y 9 y para las 3 comisiones en que se levanto datos de la batimetría, se relaciona la información de niveles (lecturas de mira), de la estación limnimétrica de Belén – ciénaga de Zapatosa, así como su correspondiente transformación a cota real, a partir de la cota 0 del LM que es 22.24 m.s.n.m., información básica esta para el procesamiento de los datos. La expresión matemática utilizada es la siguiente:

Cota Real = (Cota “0” del LM Belén + Lectura de Mira) - Profundidad

Tabla 7. LECTURAS DE MIRA ESTACION BELEN (CODIGO: 2502785)
PERIODO 21 DE OCTUBRE AL 3 DE NOVIEMBRE DE 2005

DIA / HORA	6	9	11	13	15	17	18		INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
21	4.80	4.81	4.81	4.82	4.82	4.82	4.82			
22	4.83	4.83	4.84	4.85	4.85	4.85	4.85		0.03	
23	4.89	4.89	4.90	4.91	4.91	4.91	4.91		0.06	
24	5.03	5.03	5.03	5.04	5.04	5.05	5.06		0.14	
25	5.08	5.09	5.09	5.10	5.11	5.11	5.12		0.05	
26	5.22	5.23	5.25	5.25	5.26	5.27	5.27		0.14	
27	5.30	5.32	5.32	5.33	5.34	5.34	5.35		0.08	
28	5.40	5.41	5.41	5.42	5.43	5.44	5.45		0.10	
29	5.51	5.52	5.53	5.54	5.55	5.56	5.56		0.11	
30	5.60	5.61	5.61	5.62	5.64	5.64	5.64		0.09	
31	5.67	5.67	5.69	5.70	5.71	5.72	5.72		0.07	
1-Nov	5.78	5.79	5.79	5.80	5.81	5.82	5.83		0.11	
2-Nov	5.86	5.87	5.87	5.88	5.89	5.90	5.90		0.08	
3-Nov	5.95	5.95	5.96	5.97	5.98	5.98	5.99		0.09	1.15

LECTURAS DE MIRA LLEVADAS A COTA CERO DE MIRA REAL (22.24 m.s.n.m)
ESTACION BELEN (CODIGO: 2502785)
PERIODO 21 DE OCTUBRE AL 3 DE NOVIEMBRE DE 2005

Cota cero: 22.24 m.s.n.m

DIA / HORA	6	9	11	13	15	17	18		INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
21	27.04	27.05	27.05	27.06	27.06	27.06	27.06			
22	27.07	27.07	27.08	27.09	27.09	27.09	27.09		0.03	
23	27.13	27.13	27.14	27.15	27.15	27.15	27.15		0.06	
24	27.27	27.27	27.27	27.28	27.28	27.29	27.30		0.14	
25	27.32	27.33	27.33	27.34	27.35	27.35	27.36		0.05	
26	27.46	27.47	27.49	27.49	27.50	27.51	27.51		0.14	
27	27.54	27.56	27.56	27.57	27.58	27.58	27.59		0.08	
28	27.64	27.65	27.65	27.66	27.67	27.68	27.69		0.10	
29	27.75	27.76	27.77	27.78	27.79	27.80	27.80		0.11	
30	27.84	27.85	27.85	27.86	27.88	27.88	27.88		0.09	
31	27.91	27.91	27.93	27.94	27.95	27.96	27.96		0.07	
1-Nov	28.02	28.03	28.03	28.04	28.05	28.06	28.07		0.11	
2-Nov	28.10	28.11	28.11	28.12	28.13	28.14	28.14		0.08	
3-Nov	28.19	28.19	28.20	28.21	28.22	28.22	28.23		0.09	1.15

Fuente: Ideam 2007

Tabla 8. LECTURAS DE MIRA ESTACION BELEN (CODIGO: 2502785) PERIODO 20 AL 28 DE OCTUBRE DE 2006										
DIA / HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
20	4.25	4.26	4.27	4.28	4.29	4.30	4.31	4.32		
21	4.36	4.37	4.38	4.39	4.39	4.40	4.40	4.41	0.11	
22	4.47	4.48	4.49	4.49	4.49	4.50	4.50	4.51	0.11	
23	4.57	4.57	4.58	4.58	4.58	4.59	4.59	4.60	0.10	
24	4.67	4.69	4.69	4.69	4.70	4.70	4.71	4.71	0.10	
25	4.77	4.78	4.79	4.80	4.81	4.81	4.81	4.82	0.10	
26	4.86	4.86	4.87	4.87	4.88	4.88	4.89	4.90	0.09	
27	4.96	4.96	4.97	5.01	5.01	5.01	5.02	5.02	0.10	
28	5.05	5.06	5.06	5.05	5.05	5.05	5.06	5.06	0.09	0.80

LECTURAS DE MIRA EN BELEN LLEVADAS A COTA CERO REAL PERIODO 20 AL 28 DE OCTUBRE DE 2006										
DIA / HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
20	26.49	26.50	26.51	26.52	26.53	26.54	26.55	26.56		
21	26.60	26.61	26.62	26.63	26.63	26.64	26.64	26.65	0.11	
22	26.71	26.72	26.73	26.73	26.73	26.74	26.74	26.75	0.11	
23	26.81	26.81	26.82	26.82	26.82	26.83	26.83	26.84	0.10	
24	26.91	26.93	26.93	26.93	26.94	26.94	26.95	26.95	0.10	
25	27.01	27.02	27.03	27.04	27.05	27.05	27.05	27.06	0.10	
26	27.10	27.10	27.11	27.11	27.12	27.12	27.13	27.14	0.09	
27	27.20	27.20	27.21	27.25	27.25	27.25	27.26	27.26	0.10	
28	27.29	27.30	27.30	27.29	27.29	27.29	27.30	27.30	0.09	0.80

Fuente: Ideam 2007

Tabla 9. LECTURAS DE MIRA EN BELEN (2502785) PERIODO 13 AL 17 DE DICIEMBRE DE 2006										
DIA / HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
13	6.61	6.61	6.61	6.61	6.61	6.61	6.61	**6.60**		
14	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.57	6.57	6.57	-0.03	
15	6.55	6.55	6.55	6.54	6.54	6.54	6.53	6.53	-0.03	
16	6.53	6.53	6.52	6.52	6.52	6.52	6.52	6.52	-0.02	
17	6.51	6.51	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.49	-0.02	-0.10

LECTURAS DE MIRA EN BELEN LLEVADAS A COTA CERO REAL PERIODO 13 AL 17 DE DICIEMBRE DE 2006										
DIA / HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	INCREMENTO DIARIO	INCREMENTO PERIODO
13	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.84		
14	28.82	28.82	28.82	28.82	28.82	28.81	28.81	28.81	-0.03	
15	28.79	28.79	28.79	28.78	28.78	28.78	28.77	28.77	-0.03	
16	28.77	28.77	28.76	28.76	28.76	28.76	28.76	28.76	-0.02	
17	28.75	28.75	28.74	28.74	28.74	28.74	28.74	28.73	-0.02	-0.10

Fuente: Ideam 2007

Una vez compilada, depurada, transformada y organizada toda la información se procedió a la elaboración de los productos finales: modelo digital de terreno – MDT, calculo de volúmenes y áreas y secciones transversales utilizando para ello el programa Volúmenes y Secciones Transversales del software HYPACK el cual permite:

- Plotear graficos de secciones transversales para las líneas de navegación planificadas.
- Calcular información de volúmenes y áreas para el intervalo de nivel que se desee.

Con la subrutina TIN se crea los modelos de superficie a partir de archivos de datos con información XYZ o de archivos HYPACK generados en formato ALL, a partir de los archivos con información XYZ. Estos archivos se organizan en un archivo catalogo (*.LOG), para facilitar el proceso. El modelo TIN crea una superficie, uniendo puntos adyacentes en triángulos optimizados. En el anexo 2, así como en el disco compacto, en el directorio DatosfinalesZapatosa/datoscrudos/sort/secciones, se pueden observar las diferentes secciones.

Entre otras funciones TIN permite:

- Crear presentaciones de modelos bidimensionales y tridimensionales.
- Suavizar los trazos de las isolineas y realizar rellenos entre estas.
- Exportar curvas de nivel a DXF.
- Recortar modelos de superficie, utilizando archivos de líneas hidrográficas planificadas.
- Imprimir o plotear los modelos bidimensionales y tridimensionales.

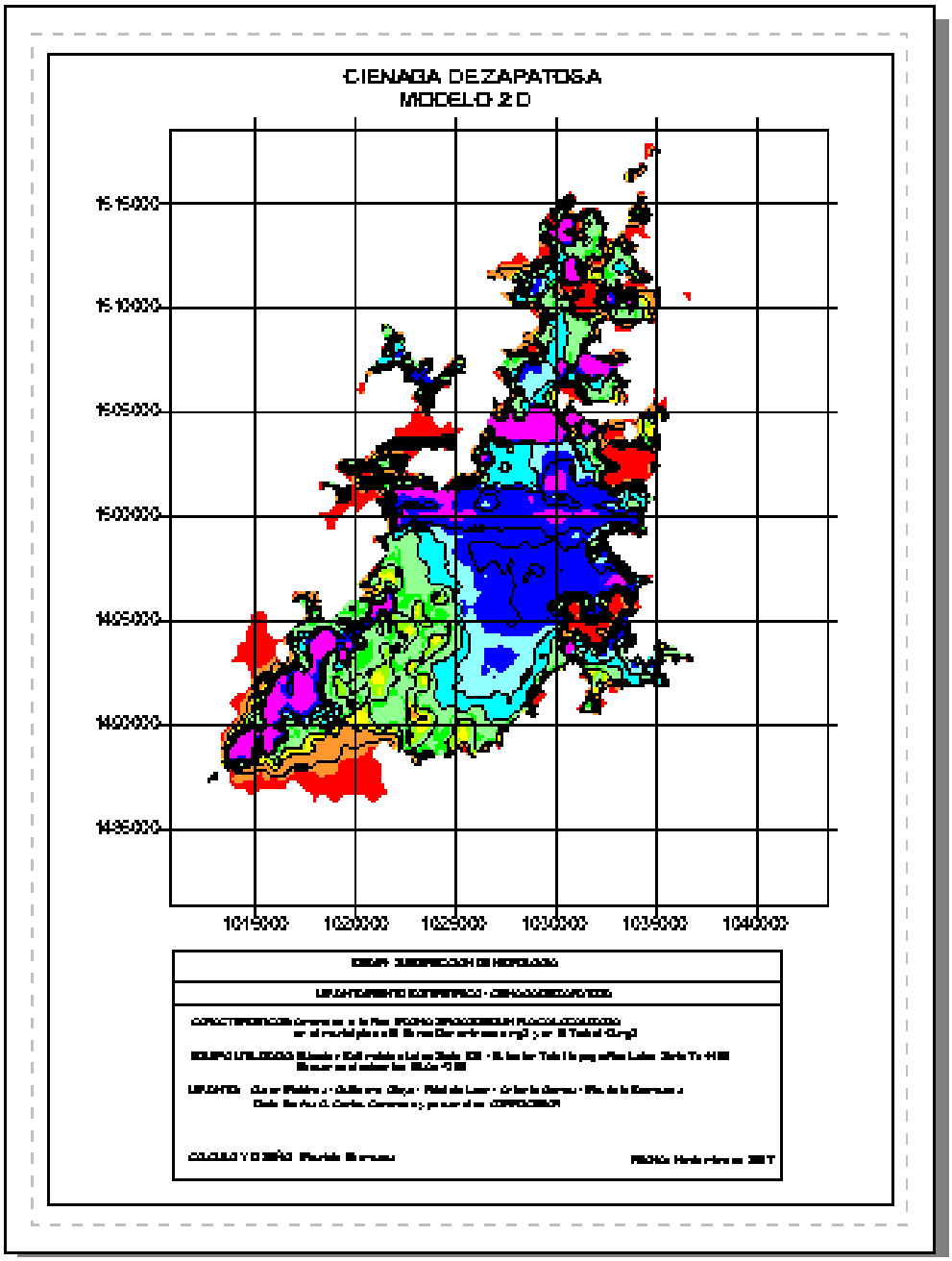
5.5. Productos levantamiento batimétrico ciénaga de zapatosa.

Hacen parte de este informe los siguientes productos:

- Un mapa en dos dimensiones
- Un mapa en tres dimensiones
- Una grafica de volúmenes con su correspondiente tabla
- Una grafica de áreas con su correspondiente tabla.

- ***Mapa en dos dimensiones***

En el mapa 3, se observa el modelo bidimensional de la ciénaga de Zapatosa en coordenadas X, Y con origen Bogotá, su forma es alargada, forma que predomina en cualquier época del año, debido al relieve circundante y en algunos sectores a la infraestructura vial (terraplén vías El Banco – Chimichagua y El Banco - Tamalameque). Su orientación es nortenoreste – sursuroeste, misma dirección del río Cesar, corriente que entra a la ciénaga al norte del corregimiento de Saloa y retoma su cauce libre de la ciénaga al sur del corregimiento de Belén.

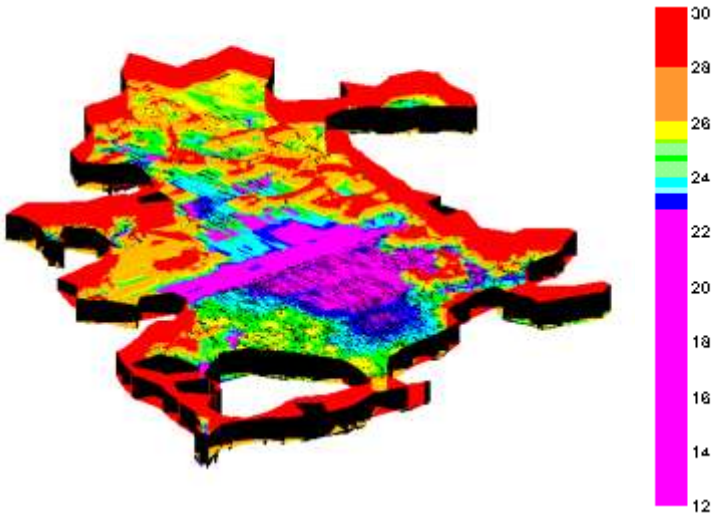


Mapa 3. Modelo bidimensional

- ***Mapa en tres dimensiones***

En el mapa 4, se observa el modelo bidimensional de la ciénaga de Zapatosa en cota real sobre el nivel del mar, con una escala altitudinal que va desde 12 hasta 30 m., identificados cada intervalo por un color. La

ciénaga en cualquier época del año, tiene su mayor profundidad en la parte central; para un nivel de 6.0 m., medido en la estación Belén, alcanza profundidades del orden de 5 m; en general su lecho presenta pocas variaciones, es muy plano. Es importante hacer mención que en el canal del río Cesar, tramo ciénaga–río Magdalena se registran profundidades mayores a 12 m., cerca de la confluencia con el Magdalena.



Mapa 4. Mapa tridimensional

- ***Curvas de Volúmenes y Áreas***

El más importante resultado de un levantamiento batimétrico es la obtención del volumen de agua almacenado para diferentes niveles y la superficie que este anega o cubre; en la tabla 10, se consolidó los valores de volumen y área calculados para diferentes niveles, es decir para las diferentes épocas del año. Información básica para hacer las curvas de Volumen y Área, figuras 9 y 10.

Tabla 10. Valores de Volumen y Area cienaga de Zapatosa						
LM - BELEN	ELEVACIONES	AREA (m^2)	AREA (Ha)	AREA (Km^2)	VOLUMEN (m^3)	VOLUMEN (MM3).
	20.0	4,283,974.98	428.40	4.28	9,250,594.32	9.25
	21.0	6,328,184.07	632.82	6.33	14,495,337.14	14.50
	22.0	9,531,417.90	953.14	9.53	22,283,227.85	22.28
0.76	23.0	33,322,251.81	3,332.23	33.32	37,510,129.91	37.51
1.76	24.0	148,629,317.10	14,862.93	148.63	132,573,795.17	132.57
2.26	24.5	186,486,868.96	18,648.69	186.49	216,203,765.86	216.20
2.76	25.0	226,435,964.50	22,643.60	226.44	319,307,198.04	319.31
3.26	25.5	260,490,589.89	26,049.06	260.49	441,388,617.91	441.39
3.76	26.0	280,463,182.95	28,046.32	280.46	577,260,735.13	577.26
4.26	26.5	293,636,226.10	29,363.62	293.64	720,899,132.63	720.90
4.76	27.0	305,909,875.08	30,590.99	305.91	870,792,174.97	870.79
5.26	27.5	318,154,640.31	31,815.46	318.15	1,026,806,571.65	1,026.81
5.76	28.0	330,469,005.01	33,046.90	330.47	1,188,957,153.80	1,188.96
6.26	28.5	342,979,545.15	34,297.95	342.98	1,357,305,085.61	1,357.31
6.76	29.0	422,780,071.25	42,278.01	422.78	1,533,291,474.26	1,533.29
7.26	29.5	426,505,192.50	42,650.52	426.51	1,745,837,856.66	1,745.84
7.76	30.0	433,356,263.58	43,335.63	433.36	1,959,629,371.62	1,959.63

En la curva de volúmenes se observa la variación del almacenamiento para diferentes niveles; estas variaciones oscilan desde menos de 300 MM3 en la temporada seca, hasta 2000 MM3 en niveles máximos.

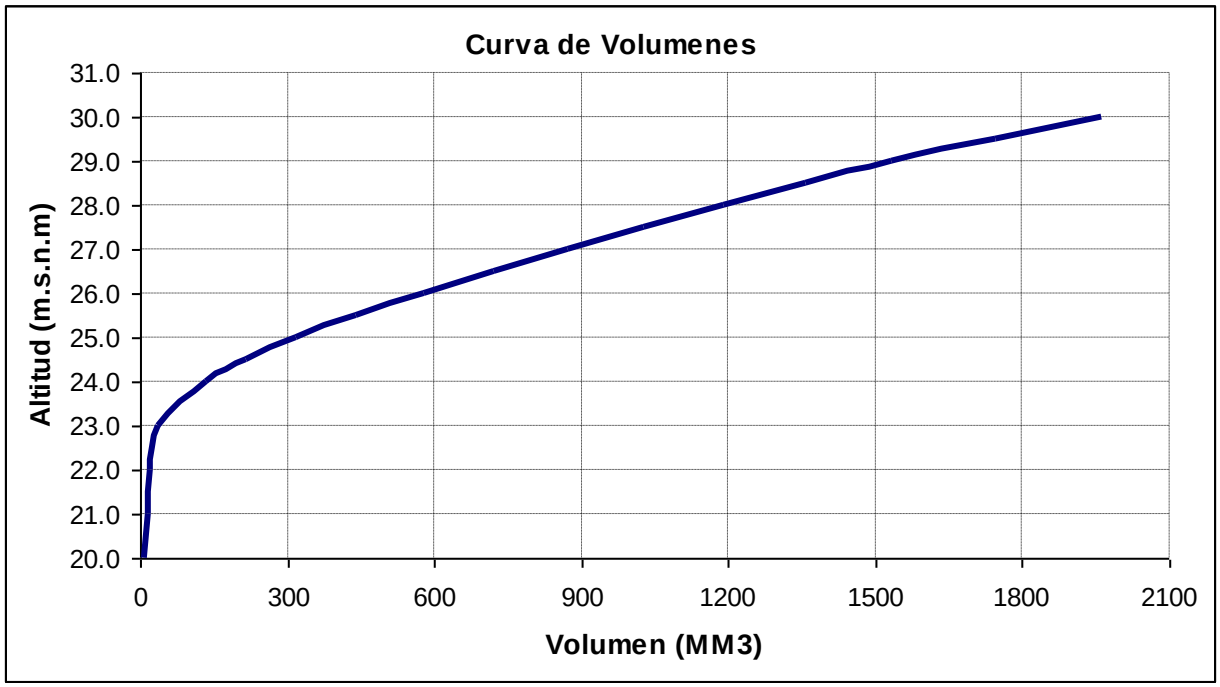


Figura 9.

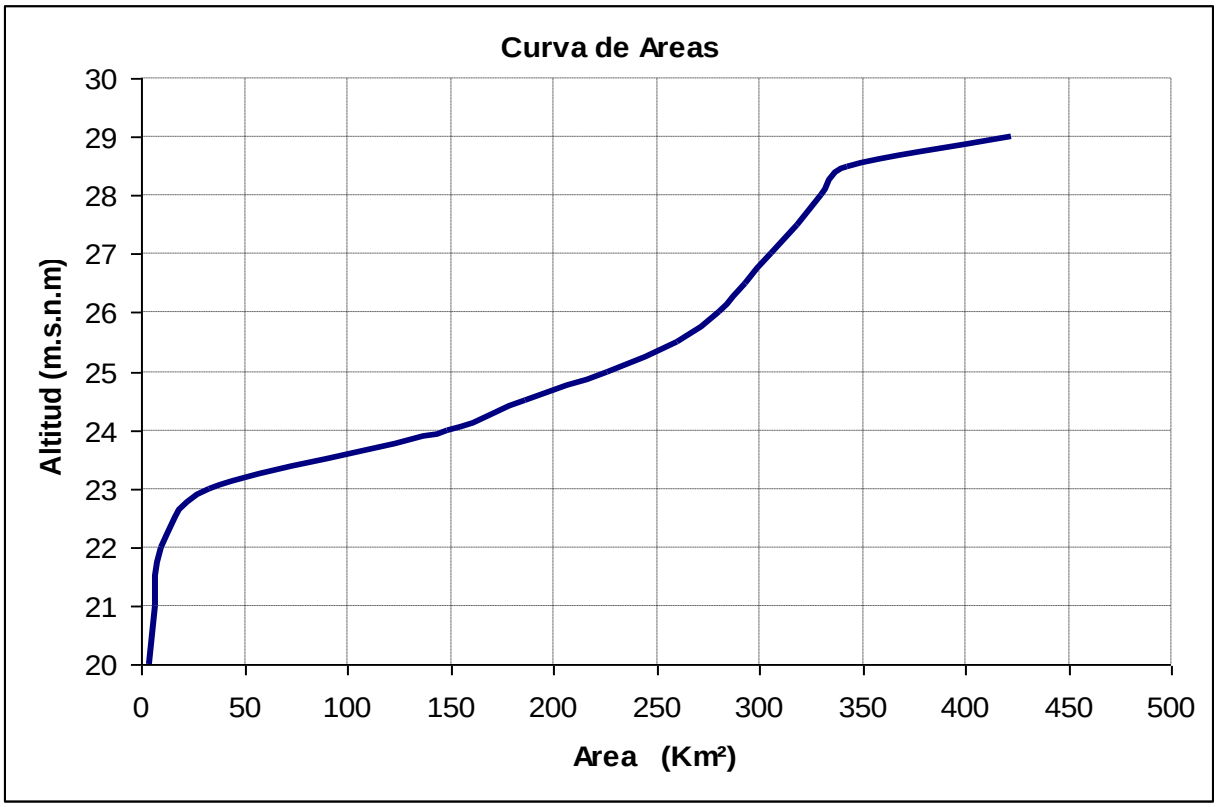


Figura 10.

En la medida de la dinámica que presenta ciénaga en cuanto al almacenamiento, ocurre un aumento o una reducción de la superficie cubierta con agua, En la época de niveles bajos la superficie inundada es del orden de 150 Km²., llegando a alcanzar en niveles altos 350 km².., gran parte de esta área que en niveles bajos queda al descubierto, se cubre de vegetación principalmente de pastos, los cuales son aprovechados por ganaderos de la región para el pastoreo especialmente de ganado vacuno.

6. EQUIPO UTILIZADO

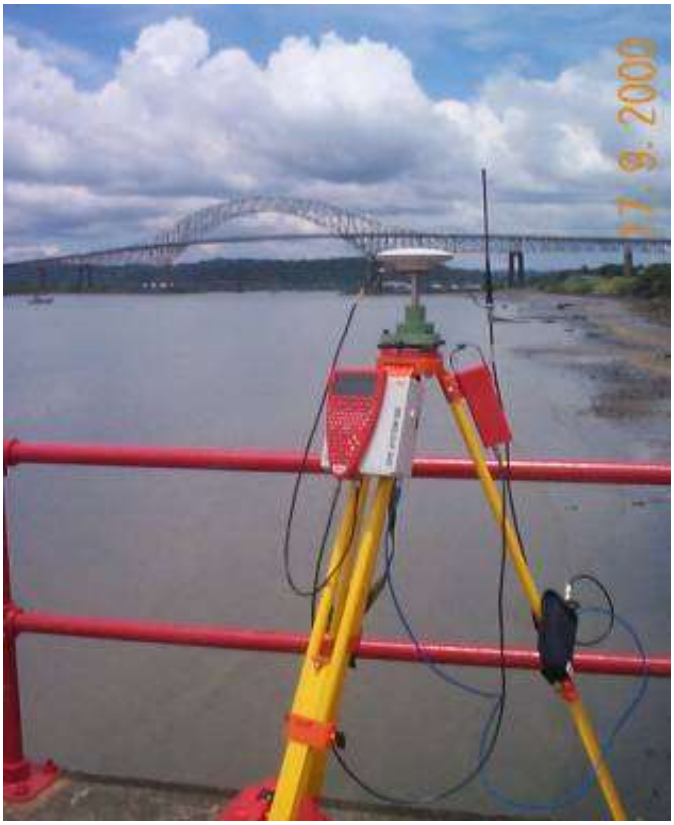
Para el desarrollo de las diferentes fases de la batimetría de la ciénaga de Zapatosa se utilizó equipo de ultima tecnología, el cual se relaciona continuación:

Estación Total Topográfica Leyca serie 1100



Sistema GPS - serie 530 doble frecuencia en tiempo real





ECOSONDA electrónica ELAC



EMBARCACIÓN

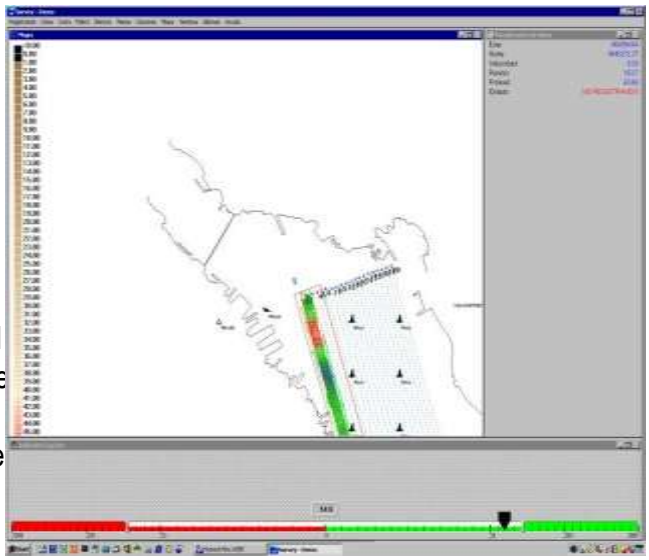


COMPUTADOR



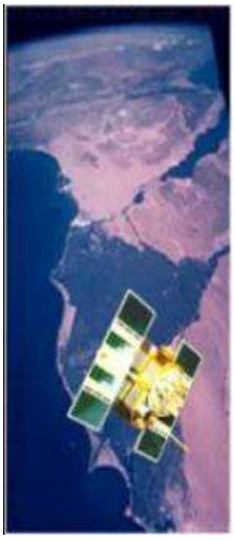
SOFTWARE

- Programa HYPACK MAX
- Creación de Proyecto.
- Configuración de GPS.
- Importación DXF.
- Edición de Datos Crudos.
- Depuración de la Información.
- Generación del Modelo Digital
- Generación de Curvas de Nive
- Exportación de Datos.
- Reportes y Calculo de Volúme



Programa de Post - proceso:

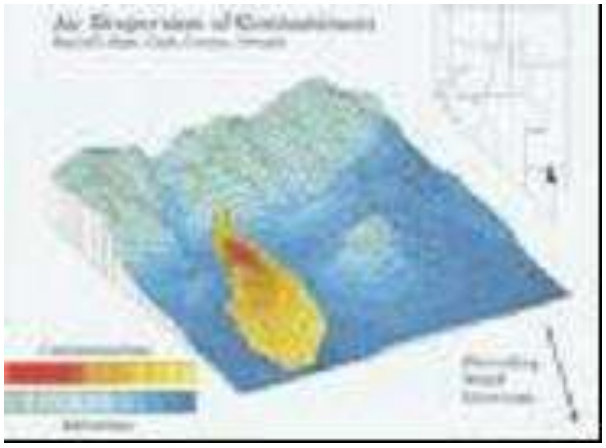
- Cálculo de la posición.
- Métodos diferenciales.
- Transformación de Coordenadas.
- Exportación / Importación de datos.
- Ajuste de Redes.



Leica SKI-Pro

Version 2.1
Copyright© 2001
Leica Geosystems AG

SURFER 7.0



ANEXOS

Hacen parte de este capitulo los siguientes documentos:

- Certificaciones de la división de geodesia del IGAC.
- Relación de archivos crudos (.RAW), levantados en las diferentes comisiones.
- Imágenes del modelo calculado (áreas y volumen) para el rango 20 a 30 m.s.n.m.
- Anexo fotográfico
- Anexo secciones transversales líneas 10, 22, 36, 45 y 47

ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 1. Reconocimiento de campo, intentando localizar los puntos certificados por el IGAC



Foto 2. Algunos de los mojones se encontraron removidos de su sitio original



Foto 3. Prototipo de mojones materializados para red geodesica de referencia



Foto 4. Vista general de sitio donde el río Magdalena, rompe el talud derecho y se conecta con la ciénaga.



Foto 5. Vista en primer plano del sitio de rompedero, kilómetro 5 vía El Banco - Tamalameque



Foto 6. Construcción puente sobre el río Cesar, sitio 100 m., antes de la confluencia con el Magdalena.



Foto 7 Ciénaga de Zapatosa. Al fondo el cerro de



Foto 8. Cienaga de zapatosa. Al fondo el cerro de



Foto 9. Islas cubiertas de vegetación arbórea bien desarrollada



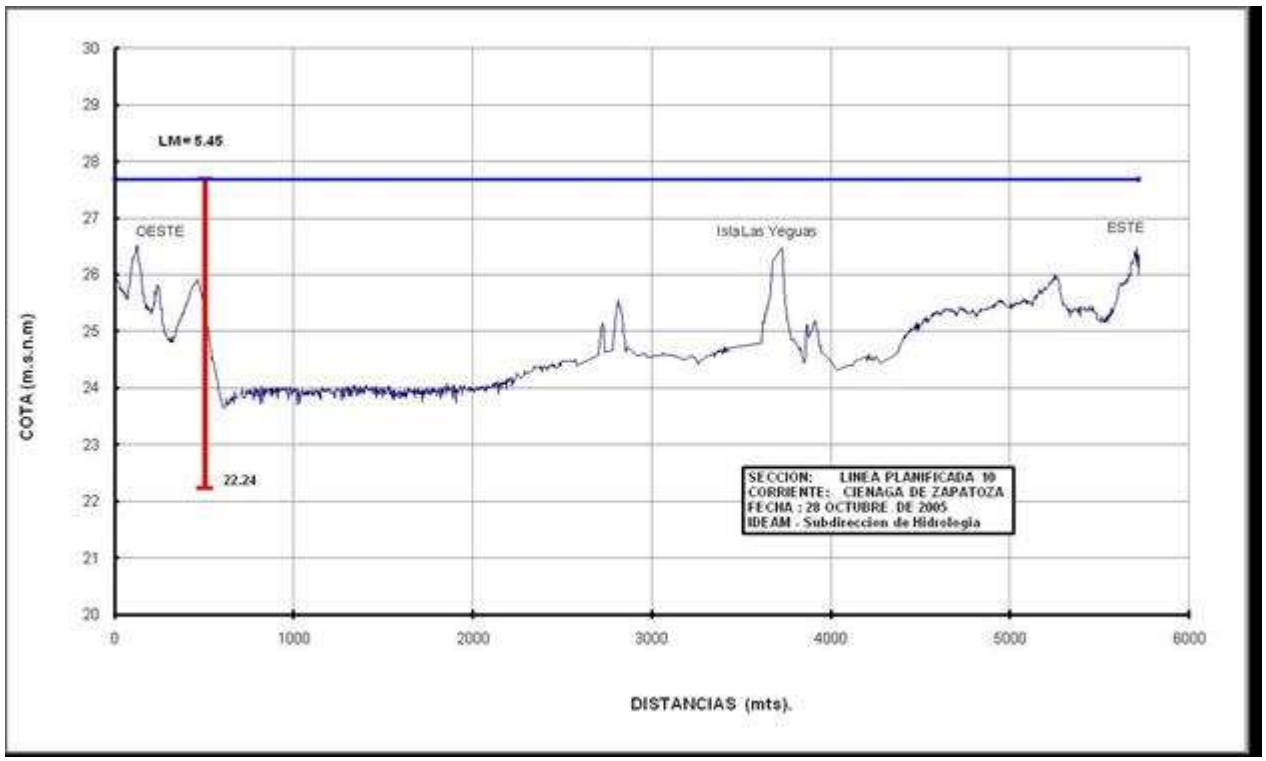
Foto 10. En niveles altos poblaciones ribereñas son inundadas

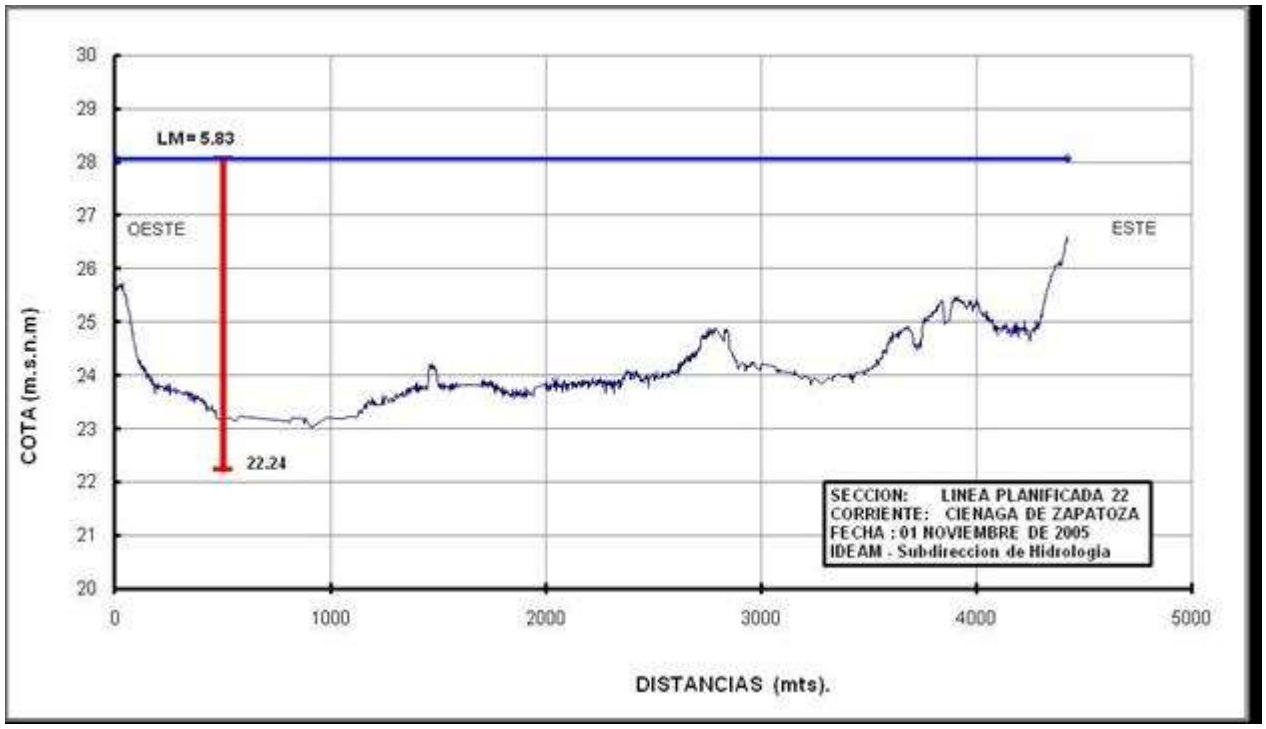


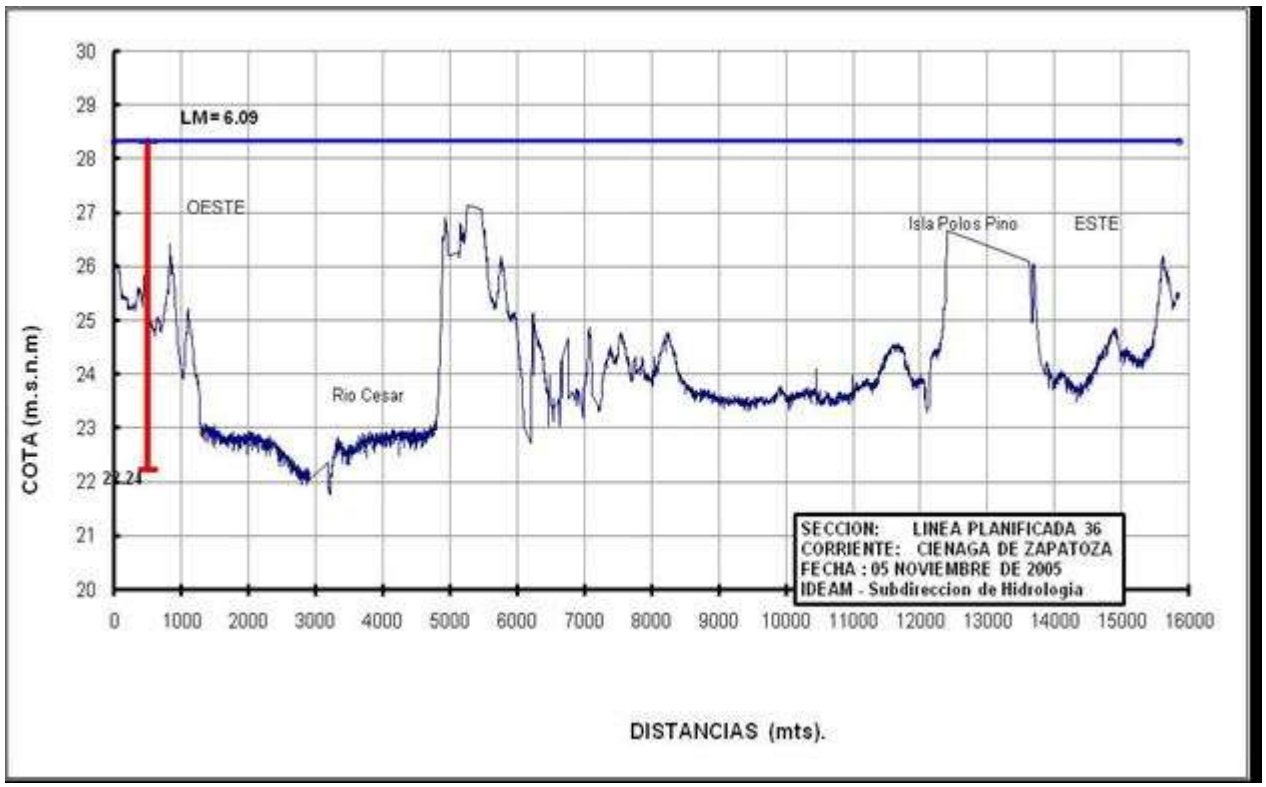
Foto 11. Buchón de agua (Echhiornia Crassippes), cubre algunos sectores de la ciénaga

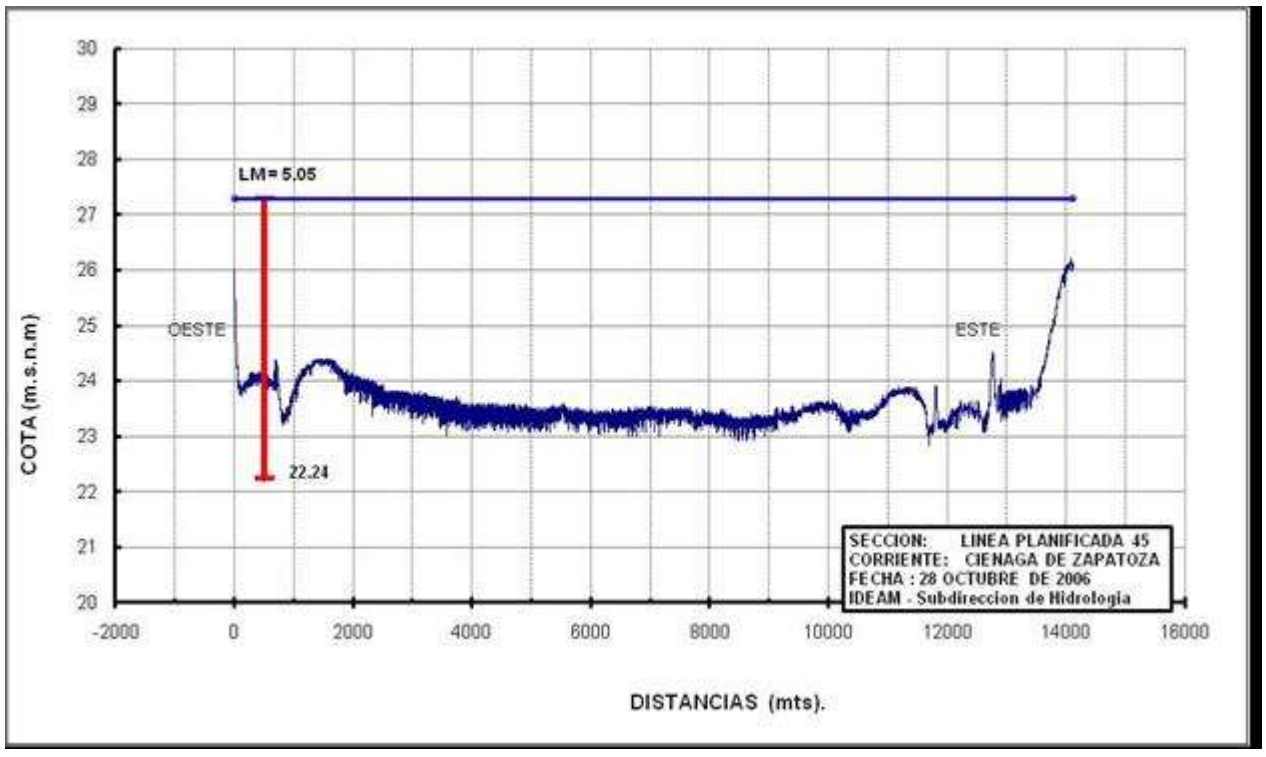


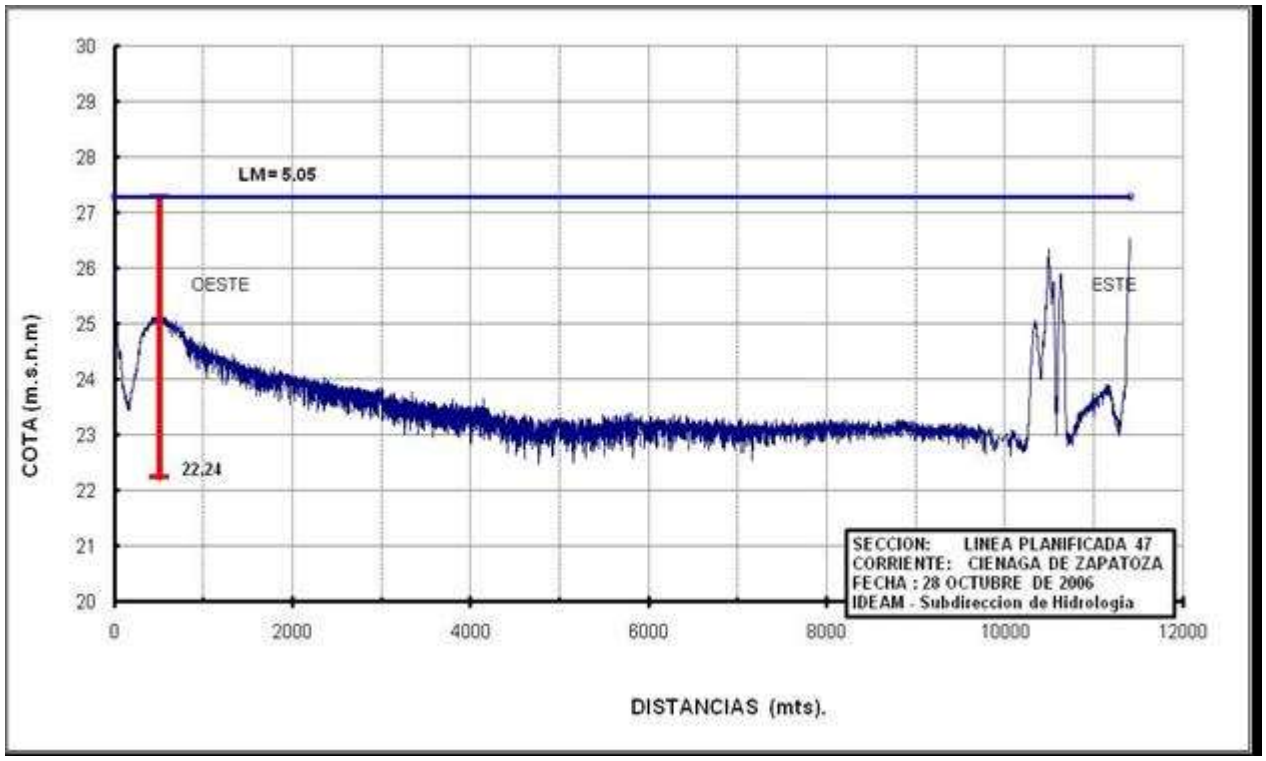
Foto 12. Pesca actividad permanente de los habitantes de la región


LM= 5.45
OESTE
Isla Las Yeguas
ESTE
22.24
SECCION: LINEA PLANIFICADA 10
CORRIENTE: CIENAGA DE ZAPATOZA
FECHA : 28 OCTUBRE DE 2005
IDEAM - Subdireccion de Hidrologia
COTA (m.s.n.m)
DISTANCIAS (mts).


LM= 5.83
OESTE
ESTE
22.24
SECCION: LINEA PLANIFICADA 22
CORRIENTE: CIENAGA DE ZAPATOZA
FECHA : 01 NOVIEMBRE DE 2005
IDEAM - Subdireccion de Hidrologia
COTA (m.s.n.m)
DISTANCIAS (mts).


LM= 6.09
OESTE
Isla Polos Pino
ESTE
Rio Cesar
22.24
SECCION: LINEA PLANIFICADA 36
CORRIENTE: CIENAGA DE ZAPATOZA
FECHA : 05 NOVIEMBRE DE 2005
IDEAM - Subdireccion de Hidrologia
COTA (m.s.n.m)
DISTANCIAS (mts).


LM= 5.05
OESTE
ESTE
22.24
SECCION: LINEA PLANIFICADA 45
CORRIENTE: CIENAGA DE ZAPATOZA
FECHA : 28 OCTUBRE DE 2006
IDEAM - Subdireccion de Hidrologia
COTA (m.s.n.m)
DISTANCIAS (mts).


LM= 5,05
OESTE
ESTE
22,24
COTA (m.s.n.m)
DISTANCIAS (mts).
SECCION: LINEA PLANIFICADA 47
CORRIENTE: CIENAGA DE ZAPATOZA
FECHA : 28 OCTUBRE DE 2006
IDEAM - Subdireccion de Hidrologia

INDICE

1. PRESENTACIÓN 1

2. PREÁMBULO 2

3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL 2

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO. 4
3.2. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA 4
- *Distribución mensual de la temperatura media 4*
- *Distribución mensual de la precipitación 5*
- *Distribución mensual de la evaporación 6*
- *Distribución mensual del brillo solar 7*
- *Distribución mensual de la velocidad del viento 8*

3.3. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA 8

4. DESCRIPCIÓN SOCIO ECONÓMICA 10

5. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO 12

5.1. DEFINICIÓN DE LA RED GEODESICA 12
5.2. DEFINICIÓN DE LAS LÍNEAS A NAVEGAR 14
5.3. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO. 16
5.4. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS. 17
5.5. PRODUCTOS LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO CIÉNAGA DE ZAPATOSA. 20
- *Mapa en dos dimensiones 20*
- *Mapa en tres dimensiones 21*
- *Curvas de Volúmenes y Áreas 22*

6. EQUIPO UTILIZADO 25

ANEXOS 30