



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO
DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Elaborado por:

Br. La Cruz F. Sara R.

Br. Mijares P. Nairobi A.

Tutor:

Ing. Andriana Márquez

Bárbula, Octubre de 2015.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO
DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO.**

Elaborado por:

Br. La Cruz F. Sara R.

Br. Mijares P. Nairobi A.

Tutor:

Ing. Andriana Márquez

Bárbula, Octubre de 2015.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado para estudiar el trabajo especial de grado titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO". Realizado por los bachilleres: LA CRUZ F. SARA R. C.I. 20.949.940, MUARES P. NAIROBI A, C.I. 20.488.981. Hacemos constar que hemos revisado y aprobado el mencionado trabajo.

Prof. Tit. Ing. Adriana Márquez
Presidenta del jurado



Prof. Ing. Gerardo Huguet
Miembro del jurado



Prof. Ing. Betty Farias
Miembro del jurado

Bárbula, Octubre de 2015.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE
ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO
CARABOBO”

Elaborado por:

Br. La Cruz F. Sara R.

Br. Mijares P. Nairobi A.

Tutor: Ing. Andriana Márquez.

Fecha: Octubre 2015.

RESUMEN

En esta investigación se realiza un análisis comparativo de la capacidad de almacenamiento del embalse Pao Cachinche, Edo. Carabobo. Se ha realizado una batimetría usando como equipos: un winche con pesa de 30Lbs y GPS, para la obtención de datos y un programa de sistema de información geográfico para producir mapas de elevaciones del embalse. Los resultados indican que el embalse ha trasladado su nivel de terreno mínimo de diseño de 310,00 m.s.n.m a 319,90 m.s.n.m y la comparación de los estudios batimétricos del 2001 y 2015 señala que existe un incremento en el proceso de sedimentación con una tasa anual de sedimentos 0,143 Mm³ donde el espacio diseñado para almacenarlos ha sido colmatado, generando una pérdida de la capacidad útil del embalse de 1 millón de metros cúbicos, representando el 0,667% de la capacidad útil total.

Palabras Clave: Batimetría, Sedimentación, Capacidad, Embalse.



DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres, Milagro Flores, La Cruz William, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A Dios Todopoderoso, que a pesar de los momentos difíciles nunca me abandono.

A todos mis familiares y amigos que me apoyaron y siempre estuvieron conmigo de una manera u otra.

La Cruz F. Sara R.



DEDICATORIA

Dedicada primeramente a Dios y la Virgen por guiarme, darme vida, salud y fortaleza para superar cada uno de los obstáculos en el transcurso de mi vida.

De manera muy especial a mis pilares de vida: mis padres Juan Mijares y Carmen Parra por ser mi guía, apoyo incondicional y razón de lucha. Al igual que a mi hermana Beatriz Mijares, como ejemplo de constancia y dedicación para lograr cada una de las metas trazadas.

A mis abuelos, otros familiares y amigos por apoyarme y acompañarme en todo momento.

Mijares P. Nairobi A.



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos guiado y acompañado en cada momento

A nuestros padres por ser nuestro pilar, fortaleza y no dejar de darnos apoyo en los momentos más difíciles.

A mi compañera de tesis Nairobi Mijares por haber formado parte de este gran equipo de trabajo.

A nuestra tutora la profesora Adriana Márquez, por brindarnos todo el apoyo, herramientas, conocimiento y darnos la posibilidad de desarrollar este trabajo de investigación.

Al Técnico Elio Aguirre por todo el apoyo, herramientas, conocimiento y consejos brindados.

A la Universidad de Carabobo y la Facultad de Ingeniería, por brindarnos la oportunidad de adquirir los conocimientos durante todos estos años de formación profesional y personal.

Al CIHAM-UC, por proporcionarnos los equipos necesarios para la realización de mediciones y cumplimiento de nuestros objetivos.

A HIDROCENTRO Carabobo; en especial al Ing. Miguel Gonzales, por la información suministrada y el apoyo en tantas ocasiones al momento de realizar las mediciones para el desarrollo de esta investigación.

La Cruz F. Sara R.



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por Guiarnos y acompañarnos tanto en el desarrollo de esta etapa como en cada momento de nuestras vidas.

A nuestros padres por estar allí en los buenos y malos momentos de la vida, siempre aconsejándonos y apoyándonos en cada decisión y momentos difíciles.

A nuestra tutora la profesora Adriana Márquez, por brindarnos todo el apoyo, herramientas, conocimiento y la posibilidad de desarrollar este trabajo de investigación.

A mi compañera de tesis Sara La Cruz por haber formado parte de este gran equipo de trabajo.

A mis abuelos, tíos y otros familiares, así como a mis amigos incondicionales Rossimer Martínez, Pedro Aponte, Vicente Hernández y Angelo Aular; por su comprensión y ayuda tanto en la realización de este trabajo de grado como en los momentos buenos y no tan buenos de mi vida.

A mis amigos y compañeros de estudio por cada una de las experiencias vividas y disfrutadas en los años de preparación de esta carrera universitaria.

Al CIHAM-UC, por proporcionarnos los equipos necesarios para la realización de mediciones y cumplimiento de nuestros objetivos.

A la Universidad de Carabobo y la Facultad de Ingeniería, por brindarnos la oportunidad de adquirir los conocimientos durante todos estos años de formación profesional y personal.

A HIDROCENTRO Carabobo; en especial al Ing. Miguel Gonzales y al Técnico Elio Aguirre, por la información suministrada y el apoyo en tantas ocasiones al momento de realizar las mediciones para el desarrollo de esta investigación.

Mijares P. Nairobi A.



INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN _____	<i>iii</i>
DEDICATORIA _____	<i>iv</i>
AGRADECIMIENTO _____	<i>vi</i>
INDICE DE FIGURAS _____	<i>x</i>
INDICE DE TABLAS _____	<i>xx</i>
INTRODUCCIÓN _____	<i>23</i>
CAPITULO I _____	<i>25</i>
EL PROBLEMA _____	<i>25</i>
Planteamiento del problema _____	<i>25</i>
Objetivos de la Investigacion _____	<i>29</i>
Objetivo General _____	<i>29</i>
Objetivos Específicos _____	<i>29</i>
Justificación de la Investigacion _____	<i>30</i>
Alcances y Limitaciones _____	<i>31</i>
CAPITULO II _____	<i>33</i>
MARCO TEÓRICO _____	<i>33</i>
Antecedentes de la investigación _____	<i>33</i>
Marco Referencial _____	<i>34</i>
Bases Teóricas _____	<i>38</i>
CAPITULO III _____	<i>40</i>
MARCO METODOLÓGICO _____	<i>40</i>
Tipo de Investigación _____	<i>40</i>
Diseño de Investigación _____	<i>41</i>
Población y Muestra _____	<i>42</i>
Fases de la Investigación _____	<i>43</i>
Fase I. Descripción de los componentes y parámetros de diseños del embalse Pao-Cachinche. _____	<i>43</i>



Fase II. Caracterización de la evolución temporal de las variables de operación del embalse Pao Cachinche	45
Fase III: Aplicación del método para medir el fondo del embalse Pao – Cachinche	54
Fase IV: Creación de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual del Embalse Pao – Cachinche	123
Fase V: Comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual con la de diseño del embalse Pao – Cachinche	139
Fase VI: Análisis de la influencia de la operación del embalse Pao - Cachinche sobre la acumulación de sedimentos	147
CAPITULO IV	172
ANÁLISIS DE RESULTADOS	172
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	172
DISCUSION DE RESULTADOS	258
CAPITULO V	265
CONCLUSIONES	265
RECOMENDACIONES	268
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	270
ANEXOS	272



INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Componentes del Sistema Regional del Centro I y II.....	35
Figura 2 Selección del archivo de analisis.....	47
Figura 3: Ventana inicial de STATGRAPHICS.....	47
Figura4: Localizacion de la base de datos	48
Figura 5 : Selección de la fuente de datos	49
Figura 6 : Selección del archivo con la data de informacion	49
Figura 7: Ubicación de la data en analisis.	50
Figura 8: Data trasladada desde Excel a STATGRAPHICS.....	50
Figura 9: Comando a seleccionar.	51
Figura 10: Ventana Metodos Descriptivos	52
Figura 11: Tablas y Graficas Descriptivas	52
Figura 12: Opciones del programa.	53
Figura 13: Selección de Graficas.....	53
Figura 14: Grafico de la variacion en el tiempo de la variable precipitacion..	54
Figura 15: Inicialización del programa y búsqueda del Embalse Pao-Cachinche....	57
Figura 16: Imagen satelital de la ubicación del Embalse Pao Cachinche.....	57
Figura 17: Convertidor de Coordenadas Sexagesimales a Proyectadas (UTM).....	64
Figura 18: Elipsoide seleccionado WGS84 y Coordenadas convertidas a UTM.....	64
Figura 19: ArcCatalog - Conexión Disco C.....	68
Figura 20: Ubicación del Disco Local C.....	68
Figura 21: Creación de nueva carpeta.....	69
Figura 22: ArcCatalog, Archivo_tesis_pao_cachinche.....	69
Figura 23: Icono Agregar ruta.....	71



Figura 24: Ruta del borde del embalse.....	71
Figura 25: Borde del embalse creado mediante ruta.....	71
Figura 26: Exportación de puntos en extensión “bordepaocachinche.kml”.....	72
Figura 27: Pagina Web GPS Visualizer.....	73
Figura 28: Conversión del Archivo “bordepaocachinche.kml” a Archivo GPX.....	73
Figura 29: Enlace para descargar el archivo.....	74
Figura 30: Archivo “bordepaocachinche.gpx” descargado.....	74
Figura 31: Programa MapSource.....	75
Figura 32: Iniciando archivo “bordepaocachinche.gpx”.....	75
Figura 33: Archivo de texto guardado “bordepaocachinche.txt”.....	76
Figura 34: Tipo de archivo “delimitado”.....	77
Figura 35: Separadores “espacio”.....	77
Figura 36: Formato de datos en columnas “texto”.....	77
Figura 37: Visualización del archivo “bordepaocachinche.txt” en Excel y Coordenadas de puntos a utilizar.....	78
Figura 38: Puntos de perilago obtenidos con coordenadas UTM y elevación de 359 m.s.n.m.....	78
Figura 39: Datos de puntos agrupados en Microsoft Office Excel.....	79
Figura 40: Archivo “MISPUNTOS.xls2 guardado en la carpeta del Disco Local C.....	80
Figura 41: Icono de ADD XY Data.....	80
Figura 42: Añadir la hoja “PERILAGO” del archivo “MIS PUNTOS”.....	81
Figura 43: Especificación en la carpeta de las coordenadas X, Y, Z.....	81
Figura 44: Georeferenciación de los puntos añadidos en Arcgis.....	82
Figura 45: Aceptar la información que se desea colocar a los puntos.....	82
Figura 46: Visualización de los puntos que limitan al Embalse Pao Cachinche obtenidos de la imagen satelital de GOOGLE EARTH.....	83



Figura 47: Representación de puntos de Batimetría Obtenidos en el Embalse Pao Cachinche.....	84
Figura 48: Tabla de atributos o descripción de las características de los puntos representados.....	84
Figura 49: Selección del icono ARCToolbox window, - Data Mngagemet Tools.....	85
Figura 50: Selección de Feature - Points To Line.....	86
Figura 51: Selección de el archivo de puntos añadidos y su la ubicación del archivo de salida, tilde de la opción para cerrar el polígono.....	86
Figura 52: Visualización de las líneas que une los puntos de delimitación del embalse.....	87
Figura 53: Conversión de líneas a Polígono.....	87
Figura 54: Visualización del polígono que representa el borde del embalse.....	88
Figura 55: Representación de puntos de batimetría y polígono de delimitación del embalse.....	88
Figura 56: Puntos de Control de cada una de las cartas topográficas en CANOA...	90
Figura 57: Convertidor Online de Coordenadas.....	90
Figura 58: Selección de la región y sistema de coordenadas de origen y destino.....	91
Figura 59: Punto ingresado y selección de formato de salida.....	91
Figura 60: Coordenadas del Punto Convertido en REGVEN.....	92
Figura 61: Coordenadas de todos los puntos de control en REGVEN.....	92
Figura 62: Ubicación de Cartas Topográfica.....	93
Figura 63: Editor de imágenes - Opción Recortar.....	94
Figura 64: Carta Topográfica Recortada.....	94
Figura 65: Icono Add Data.....	95
Figura 66: Agregar imagen en extensión “.tif”.....	96
Figura 67: Cuadro de dialogo “Crear Pirámides2.....	96
Figura 68: Cuadro de dialogo “Referencia Espacial Desconocida”.....	96



Figura 69: Barra para habilitar la herramienta Georreferenciación.....	97
Figura 70: Comando “Add Control Point”.....	97
Figura 71: Comando Input X and Y.....	98
Figura 72: Ingreso de Coordenadas Este y Norte del punto.....	98
Figura 73: Búsqueda de imagen Zoom To Layer.....	99
Figura 74: Verificación de RMS.....	100
Figura 75: Validación de puntos de control.....	100
Figura 76: Propiedades del Archivo sobre el cual se está trabajando.....	101
Figura 77: Edición del Sistema de Referencia.....	101
Figura 78: Selección de la opción importar.....	102
Figura 79: Selección del Archivo ya Georreferenciado “MISPUNTOS”.....	102
Figura 80: Carta Georreferenciada con Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM 19N.....	103
Figura 81: Cartas Georreferenciadas a escala 1:25000 que comprende el Embalse Pao Cachinche.....	103
Figura 82: Ubicación de los puntos obtenidos de la batimetría, sobre cartas georreferenciadas.....	104
Figura 83: Puntos de batimetría y delimitación actual del embalse Pao - Cachinche.....	105
Figura 84: Selección de “Point To Line”.....	106
Figura 85: Creación de líneas.....	106
Figura 86: Editor - Start Editing.....	107
Figura 87: Selección de la capa de líneas generadas “transectas_puntos”.....	107
Figura 88: Selección de la herramienta “Open Attribute Table”.....	108
Figura 89: Eliminación de la polilínea creada.....	108
Figura 90: Creación de Transectas o Secciones Transversales.....	109
Figura 91: Transectas de embalse Pao – Cachinche.....	109



Figura 92: Selección de herramientas: “Insert” y “Text”	110
Figura 93: Identificación del punto de esquina derecha de la transecta “1D”	111
Figura 94: Identificación del punto de esquina derecha de la transecta “1D”	111
Figura 95: Activación de herramienta 3D Analyst y Spatial Analyst.....	112
Figura 96: Selección de la herramienta “Create TIN”	113
Figura 97: Datos de entrada y salida para la creación del TIN.....	114
Figura 98: TIN creado “tin_batimetria_PC”	114
Figura 99: Selección de la herramienta “Surface Contour”	115
Figura 100: Datos de las Curvas de Nivel: “tin_batimetria_PC”, e intervalo de 1m.....	115
Figura 101: Curvas de Nivel Generadas en intervalos de 1m.....	116
Figura 102: Añadir capa de transectas creada “Transectas_Puntos”	117
Figura 103: Curvas de nivel y transectas del Embalse.....	117
Figura 104: Selección de la herramienta “Interpolate Shape”	118
Figura 105: Añadir campos en “Interpolate Shape”	118
Figura 106: Selección del Icono “Select Featuers by Rectangle”	119
Figura 107: Selección de la transecta deseada.....	119
Figura 108: Selección del icono “Profile Graph”	120
Figura 109: Perfil creado de la sección o transecta deseada.....	120
Figura 110: Selección de la opción “Export”	121
Figura 111: Selección del formato de los datos: Excel.....	122
Figura 112: Ubicación del archivo exportado.....	122
Figura 113: Representación de la sección transversal.....	123
Figura 114: Selección de la herramienta “TIN To Raster”	125
Figura 115: TIN “tin_bat_y_puntoseaths” a convertir a Raster.....	125
Figura 116: Raster Creado.....	126



Figura 117: Selección de la herramienta “Zonal Statistics as Table”.....	126
Figura 118: TIN Y Raster insertados.....	127
Figura 119: Tabla de datos de curvas de nivel.....	127
Figura 120: Selección de la opción “Export Data”.....	129
Figura 121: Archivo a exportar “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m.txt”.....	129
Figura 122: Archivo “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m.txt” abierto en Excel.....	130
Figura 123: Tabla de datos para la creación de la Curva Nivel - Área - Capacidad.....	130
Figura 124: Nivel (m.s.n.m).....	131
Figura 125: Área Parcial (m ²).....	132
Figura 126: Área Acumulada (m ²).....	132
Figura 127: Área Promedio (m ²).....	133
Figura 128: Volumen Parcial (m ³).....	134
Figura 129: Volumen Acumulado (m ³).....	134
Figura 130: Valores agrupados y grafica de la Curva Nivel Vs. Área.....	136
Figura 131: Valores agrupados y gráfica de la Curva Nivel Vs. Capacidad.....	137
Figura 132: Representación de niveles de diseño del Embalse Pao - Cachinche en la Curva Nivel - Área - Capacidad del año 2015.....	138
Figura 133: Curva de Nivel - Área - Capacidad Actual del Embalse Pao - Cachinche, año 2015.....	138
Figura 134: Representación de la Curva Nivel - Área - Capacidad de diseño (1973).....	141
Figura 135: Representación de la Curva Nivel - Área - Capacidad de la batimetría realizada en el 2001.....	142
Figura 136: Comparación de Curva Nivel - Área - Capacidad 1973 - 2015.....	142
Figura 137: Comparación de Curva Nivel - Área - Capacidad 1973 - 2001.....	143
Figura 138: Obtención del Volumen de sedimentos acumulados en el año 2015...	144



Figura 139: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 1973 ...	145
Figura 140: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 2001 ...	145
Figura 141: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 2001 ...	146
Figura 142: Representación datos agrupados y diagrama de barra de los niveles de sedimentos estimados.....	146
Figura 143: Representación datos agrupados y diagrama de barra del volumen muerto de diseño y el estimado.	147
Figura 144: Añadir archivo “puntos_borde_embalse_original”.....	152
Figura 145: Selección de la herramienta “Start Editing”.....	153
Figura 146: Archivo editado: “puntos_borde_embalse_Original”.....	153
Figura 147: Tabla de atributos “Open Attribute Table”.....	154
Figura 148: Selección y eliminación de puntos deseados.....	154
Figura 149: Puntos de borde del embalse siguiendo lo mostrado en las cartas Topográficas de Diseño.....	155
Figura 150: Delimitación del Embalse en condición de diseño (1977).....	155
Figura 151: Añadir polígono de delimitación del embalse “poligborde”.....	156
Figura 152: Superposición de polígonos que representan la delimitación del Embalse Pao Cachinche.....	156
Figura 153: Página Web http://earthexplorer.usgs.gov/	157
Figura 154: Punto de ubicación del Embalse Pao Cachinche Venezuela.....	158
Figura 155: Pestaña “Data Set”.....	158
Figura 156: Selección del apartado Landsat Archive y tilde de la opción y L7 ETM+ SLC-on (1999 - 2003).....	159
Figura 157: Opción de imágenes satelitales del satélite L7 (1999 – 2003).....	160
Figura 158: Pre - visualización de la imagen Satelital.....	161
Figura 159: Descarga de imagen Satelital Landsat7.....	161
Figura 160: Copia del archivo descargado en Disco local C.....	162



Figura 161: Selección de archivos a añadir.....	162
Figura 162: Imágenes cargadas provenientes del satélite LANDSAT 7.....	163
Figura 163: Selección de la opción “Composite Bands”.....	164
Figura 164: Selección de Rasters LE70050532001064AGS00 y composición de Bandas.....	164
Figura 165: Selección del color deseado para cada banda.....	165
Figura 166: Visualización del embalse Pao – Cachinche en la imagen Satelital LANDSAT 7 2001.....	165
Figura 167: Selección del Archivo Cachinche6545_dwg_Polyline.....	166
Figura 168: Cachinche6545_dwg_Polyline Archivo añadido.....	166
Figura 169: Creación de una nueva Shapefile.....	167
Figura 170: Create New Shapefile.....	167
Figura 171: Star Editing (Comenzar edición).....	168
Figura 172: Star Editing “POLPC”.....	168
Figura 173: Creación del polígono que delimita al embalse Pao – Cachinche.....	169
Figura 174: Superposición del área inundada del Embalse Pao – Cachinche (Lndzat7 Vs. Batimetria 2001).....	169
Figura 175: Representación de la tendencia de acumulación de sedimentos estimada.....	170
Figura 176: Ubicación geografía del embalse Pao Cachinche.....	173
Figura 177: Area de Influencia del Embalse Pao Cachinche	174
Figura 178: Esquema del Sistema Regional Del Centro I.	175
Figura 179 : Plano General del Embalse Pao Cachinche.....	177
Figura 180: Curva Area Capacidad de Diseño Del embalse Pao Cachinche.....	179
Figura 181: Seccion transversal y longitudinal de la presa.....	180
Figura 182: Ubicación de la Presa y Aliviadero	180
Figura 183: Esquema de la Torre Toma	182
Figura 184: Perfil Longitudinal Esquemático de la Toma	185
Figura 185: Secciones Trasnversales y Longitudinal del Aliviadero	187



Figura 186: Serie de Tiempo de Precipitación del Embalse Pao Cachinche	191
Figura 187: Serie de Tiempo de Aportes del Ríos Al Embalse Pao Cachinche ...	192
Figura 188: Serie de Tiempo para el gasto ecológico del Embalse Pao Cachinche	193
Figura 189: Serie de Tiempo del Bombeo en el Embalse Pao Cachinche	194
Figura 190: Serie de Tiempo del Nivel de Las Aguas en el Embalse Pao Cachinche.	195
Figura 191: Evolución en tiempo del caudal de alivio en el Embalse Pao Cachinche..	196
Figura 192: Serie de Tiempo Del Área de inundación del Embalse Pao Cachinche...	197
Figura 193: Serie de Tiempo del volumen de agua almacenado del Embalse Pao Cachinche	197
Figura 194: Variables observadas en la Curva de Nivel – Área - Capacidad Actual del Embalse Pao –Cachinche, año 2015.....	236
Figura 195: Niveles de Diseño representados sobre la Curva de Nivel – Área - Capacidad Actual del Embalse Pao – Cachinche, año 2015.....	237
Figura 196: Comparación de Curvas Nivel – Capacidad 1973 – 2015.....	241
Figura 197: Curva Nivel – Área - Capacidad 1973 – Agua Normales.....	244
Figura 198: Curva Nivel – Área - Capacidad 2001 – Agua Normales.....	245
Figura 199: Curva Nivel – Área - Capacidad 2015 – Agua Normales.....	246
Figura 200: Nivel de Sedimentos del Embalse Pao – Cachinche.....	247
Figura 201: Volumen Muerto del Embalse Pao – Cachinche.....	247
Figura 202: Capacidad Útil del embalse Pao – Cachinche.....	253
Figura 203: Pérdida de la Capacidad Útil del Embalse Pao – Cachinche.....	253
Figura 204: Comparación del nivel de sedimentos de la Torre – Toma del embalse Pao – Cachinche.....	254
Figura 205: Curva Nivel – Área – Capacidad DEL MONTE 2001.....	255
Figura 206: Tendencia de Acumulación de Sedimentos del Embalse Pao - Cachinche (1973 – 2073).....	256
Figura 207: Colocación de los equipos utilizados sobre la lancha.....	273
Figura 208: Colocación de la grúa sobre la lancha.....	273



Figura 209: Ajuste de la grúa sobre la lancha.....	274
Figura 210: Finiquitando Ajustes de la grúa sobre la lancha.....	274
Figura 211: Navegación por el Embalse.	275
Figura 212: Embalse Pao – Cachinche.....	275
Figura 213: Plan de navegación y anotación de datos obtenidos del GPS.....	276
Figura 214: Encerado del Winche.....	276
Figura 215: Encerado del Winche, barriga de la pesa tocando el agua.....	277
Figura 216: Descenso de la pesa hasta aflojar la guaya.....	277
Figura 217: Anotación de mediciones.....	278
Figura 218: Limitante encontrada: Presencia de Bora.....	278
Figura 219: Aguas del embalse.....	279
Figura 220: Presencia de Bora.....	279
Figura 221: Presa de Tierra Zonificada del Embalse Pao - Cachinche.....	280
Figura 222: Torre – Toma del Embalse Pao – Cachinche.....	280
Figura 223: Sistema de Aireación del Embalse Pao – Cachinche.....	281
Figura 224: Aliviadero de eje curvo del Embalse Pao – Cachinche.....	281



INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Información, Contenido y Fuente	43
Tabla 2: Recolección de información Topográfica	55
Tabla 3: Orden de cartas topográficas que conforman el Embalse Pao – Cachinche.	56
Tabla 4: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao Cachinche (09/07/2015).....	60
Tabla 5: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao Cachinche (11/08/2015).....	61
Tabla 6: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao Cachinche (21/08/2015).....	62
Tabla 7: Puntos convertidos a coordenadas proyectadas UTM, Huso 19N.....	65
Tabla 8: Puntos medidos en la batimetría en coordenadas UTM y elevación del terreno.....	66
Tabla 9: Recolección de información de parámetros de diseño y levantamientos batimétricos anteriores.....	124
Tabla 10: Datos para la creación de la Curva Nivel - Área – Capacidad.....	135
Tabla 11: Recolección de información levantamientos batimétricos anteriores y parámetros de diseño.....	139
Tabla 12: Recolección de información para analizar la influencia de sedimentos.....	148
Tabla 13: Nivel de los puntos medios de las compuertas de la Torre-Toma	181
Tabla 14: Características Principales del Embalse Pao Cachinche	187
Tabla 15: Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (09/07/2015).....	199
Tabla 16: Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (11/08/2015).....	203
Tabla 17: Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (21/08/2015).....	207



Tabla 18: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 1 hasta Sección 6.....	215
Tabla 19: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 7 hasta Sección 12.....	215
Tabla 20: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 13 hasta Sección 17.....	216
Tabla 21: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 18 hasta Sección 23.....	217
Tabla 22: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 24 hasta Sección 29.....	217
Tabla 23: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 30 hasta Sección 35.....	218
Tabla 24: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 36 hasta Sección 40.....	219
Tabla 25: Representación de Secciones Transversales Sector 3 – Desde Sección 42 hasta Sección 47.	219
Tabla 26: Representación de Secciones Transversales Sector 3 – Desde Sección 48 hasta Sección 52.....	220
Tabla 27: Representación de Secciones Transversales Sector 3 y Sector 4 – Sección 41 y desde Sección 53 hasta Sección 57.	221
Tabla 28: Representación de Secciones Transversales Sector 5 – Desde Sección 58 hasta Sección 62.	221
Tabla 29: Representación de Secciones Transversales Sector 5 – Desde Sección 64 hasta Sección 69.	222
Tabla 30: Representación de Secciones Transversales Sector 5 y Sector 6 – Desde Sección 70 hasta Sección 75.....	223
Tabla 31: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 76 hasta Sección 80.	223



Tabla 32: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 81 hasta Sección 86.	224
Tabla 33: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 87 hasta Sección 91.	225
Tabla 34: Representación de Secciones Transversales Sector 7 y Sector 8 – Desde Sección 92 hasta Sección 97.,.....	226
Tabla 35: Representación de Secciones Transversales Sector 8 y Sector 9 – Desde Sección 98 hasta Sección 103.....	227
Tabla 36: Representación de Secciones Transversales Sector 8 y Sector 9 – Desde Sección 104 hasta Sección 109.....	228
Tabla 37: Nivel – Área - Capacidad de el Embalse Pao - Cachinche, año 2015.....	229
Tabla 38: Valores en unidades correspondientes a la creación de la Nivel – Área Capacidad de el Embalse Pao - Cachinche, año 2015.....	232
Tabla 39: Data técnica del embalse Pao – Cachinche (2015).....	257
Tabla 40: Puntos medidos en la batimetría, desfasados respecto a cartografía.....	260



INTRODUCCIÓN

En Venezuela es evidente que existen dos estaciones climáticas como lo es el invierno y verano; por lo que es necesario la creación de embalses que almacenen el agua en épocas de lluvia, para regularla y distribuirla en la época de intensa sequía. Y así poder garantizar un abastecimiento continuo durante todo el año.

El embalse Pao Cachinche es un elemento fundamental en funcionamiento del acueducto regional del centro I, ya que abastece una gran parte de la región central del país, específicamente a poblaciones de los Estados Carabobo, Cojedes y Aragua. Este entra en funcionamiento en el año 1973 y desde entonces ha venido funcionando como mecanismo para satisfacer las necesidades de agua de las poblaciones.

En la actualidad existe una incertidumbre en el embalse Pao Cachinche con respecto a los siguientes aspectos: la acumulación de sedimentos y la capacidad útil del embalse, debido a que la última batimetría fue realizada hace 14 años. Además, no se cuenta estudios recientes sobre la vinculación que existe entre las variables de operación y si estas han afectado el funcionamiento general del embalse.

De lo expuesto, la presente investigación tiene por objeto conocer la capacidad actual del embalse Pao Cachinche, a través de estudios batimétricos para cuantificar el volumen de sedimentos dentro del embalse y su capacidad de almacenamiento. Realizando para ello una investigación tipo descriptiva, no experimental.

Esta investigación se ha dividido en cuatro capítulos. El Capítulo I, plantea el problema de investigación, sus objetivos, justificación, el alcance y las limitaciones. El Capítulo II, presenta el marco teórico, el cual está compuesto por los antecedentes,



marco referencial y las bases teóricas. El Capítulo III, describe el marco metodológico, donde se puntualiza el tipo de investigación, su diseño, la Población y Muestra y la metodología aplicada para realización de cada una de las Fases de la Investigación. Finalmente, el Capítulo IV se refiere a los resultados y el Capítulo V se refiere a las conclusiones y recomendaciones.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

De acuerdo con el informe realizado en 2003 de las Naciones Unidas sobre el desarrollo del recurso hídrico en el mundo, se hace referencia que al principio del siglo XXI, la humanidad está enfrentando una gran crisis con la demanda del agua y que todo indica que esta se agravaría si no se emprendían acciones correctivas. También afirman que se trataba de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente por la utilización de métodos inadecuados para la obtención y control de la misma.

López y Mengual (2006) afirman que el único modo de abastecer y dar satisfacción a las demandas de agua en esta situación de desfasaje entre la necesidad y la disponibilidad es acumulando agua en épocas de abundancia y sobrantes para transferirla hacia las épocas de mayor consumo y baja disponibilidad. Ello se logra con los embalses y el proceso de acumulación y transferencia se denomina “regulación”. (p.2). De allí la importancia de contar con obras como los embalses para el aprovechamiento del vital líquido.



Es importante resaltar que existe una incertidumbre en cuanto al comportamiento y variaciones de los componentes operacionales de los embalses al pasar de los años; luego de su puesta en funcionamiento. Ya sea por el proceso de sedimentación; debido a las características geológicas de la cuenca, el grado de protección contra la erosión hídrica que este tenga y el nivel de sedimentos que transporten los ríos que desemboquen en él. También, por el constante cambio de las variables meteorológicas como la precipitación y la evaporación.

Uno de los principales problemas es la colmatación de los embalses que no es más que la pérdida del volumen de agua disponible ocasionado por la acumulación de sedimentos, disminuyendo la capacidad útil del embalse y así los años de funcionamiento. Además, contribuye una progresiva contaminación de las agua; disminuyendo su calidad. Aunado a esto se ven perjudicados los equipos mecánicos que forman el sistema de regulación por la abrasión de turbinas, compuertas, tuberías entre otros.

En países como España, la erosión potencial y real afecta con intensidad a un buen número de ríos regulados, trayendo como consecuencia la colmatación de embalses. En Centro América; Puerto Rico, la sedimentación es uno de los problemas más importantes en el manejo de los recursos de agua, pues la acumulación de sedimentos ha reducido la capacidad de almacenaje en todos los embalses. Chile cuenta con embalses antiguos donde se desconoce el volumen aproximado de sedimentos acumulados y se realizan estudios para su determinación.

En varios embalses construidos de Colombia han ocurrido problemas por efecto de la sedimentación durante su operación, por causa tanto de las condiciones geológicas, topográficas, meteorológicas, de suelos y vegetación en extensas zonas como por la falta de investigaciones adecuadas en la etapa de estudios y preparación de diseños para las obras. En este sentido se ha producido la necesidad de conocer los niveles de sedimentación de los embalses mediante la realización de mediciones de



batimetría, contribuyendo así con la gestión eficaz de los recursos hídricos a nivel general, en lo que han venido trabajando diversos organismos responsables del agua.

Los embalses en Venezuela no escapan de los efectos causados por la sedimentación, la cual perjudica su funcionamiento general como sistemas acuáticos y limita sus capacidades, el desarrollo de las actividades sociales, económicas y culturales. En el Estado Carabobo, se encuentra la Cuenca del río Pao, situada entre la zona Centro-Occidental de la Cordillera de la Costa y en la parte Norte-Central del estado, la cual está conformada por 3 (tres) embalses, siendo uno de ellos el Pao Cachinche.

El Embalse Pao Cachinche está situado en la región centro-norte de Venezuela ($9^{\circ}53'N$, $68^{\circ}08'W$), en el límite entre los estados Carabobo y Cojedes, cerca de la ciudad de Valencia, a 4 km aguas abajo de la confluencia de los ríos Paito y Chirgua; en él confluyen los principales cursos de agua que drenan de la cuenca alta los ríos Chirgua, Paito, Pirapira, Paya y San Pedro. Sus aguas se utilizan para agricultura de subsistencia y uso pecuario intensivo y extensivo, además de suministrar agua potable al área metropolitana de Valencia y otras poblaciones de los estados Carabobo, Cojedes y Aragua.

Este embalse carece de estudios de información hidrológica actualizada sobre la evolución del fondo del embalse, debido que la última batimetría realizada fue en el año 2001, la cual plasmó que para ese año aun no existía acumulación de sedimentos considerable. Pero a partir del año 2002 se conoce que ha existido un cambio en el aumento en el caudal de los ríos que alimenta al embalse, por el desvío de las aguas del río Cabriales, al río Pao y el trasvase del lago de Valencia en el 2007,



originando en el presente interrogantes importantes con respecto al nivel de sedimentos acumulados, las variaciones de áreas de inundación y volúmenes disponibles dentro del vaso del embalse.

Por tal motivo es sumamente necesario un trabajo de investigación que permita indagar sobre los cambios que han ocurrido en la acumulación de sedimentos y por consiguiente la capacidad operativa del embalse partiendo de su capacidad total. Lo que llevo a realizar un **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO”**, a través de estudios de batimetría representados mediante la curva de área-nivel-capacidad. Y conocer la capacidad actual del embalse, cuantificar el volumen de sedimentos acumulados y obtener un seguimiento del comportamiento del fondo del embalse en el tiempo, para así poder tomar decisiones con respecto a su rendimiento y funcionamiento que permitan garantizar el suministro de agua o un aprovechamiento adecuado de ellas. Al igual que aportar nuevas soluciones o alternativas y medidas tanto preventivas como correctoras para minimizar los procesos de colmatación de los embalses, además tomar decisiones favorables que permitan aumentar la vida útil de los componentes del embalse, como su torre toma, aliviadero entre otros.



Objetivos de la Investigación

Objetivo General:

Realizar un análisis comparativo de la capacidad de almacenamiento del embalse Pao Cachinche, estado Carabobo.

Objetivos Específicos:

1. Describir los componentes y parámetros de diseños del embalse Pao Cachinche.
2. Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación del embalse Pao Cachinche.
3. Aplicar un método para medir el fondo del embalse Pao Cachinche.
4. Construir la curva área – nivel – capacidad actual del embalse Pao Cachinche.
5. Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño del embalse Pao Cachinche.
6. Analizar la influencia de la operación del embalse Pao Cachinche sobre la acumulación de sedimentos.



Justificación de la Investigación

La iniciativa de realizar el presente trabajo de investigación, surge debido a la escasa información que se tiene sobre el del comportamiento del fondo del embalse Pao - Cachinche con respecto a la acumulación de sedimentos en los últimos 15 años. Con la finalidad de obtener información actualizada sobre la capacidad de almacenamiento del embalse mediante la generación de curvas área - capacidad y conocer como se ha visto afectado por acumulación de sedimentos en el tiempo.

Esta investigación se traduce en un aporte significativo para el organismo del estado encargado del manejo de las aguas; Hidrocentro C.A , ya que al tener información actual de la capacidad útil del embalse y el nivel de sedimentos, pueden estimar aproximadamente el tiempo de vida útil que tiene el embalse, y así poder generar soluciones con respecto al control de acumulación de sedimentos al igual que nuevas alternativas de abastecimiento, y mejora de la calidad de las aguas a la poblaciones de los Estados Carabobo, Cojedes y Aragua.

En el aspecto académico, el presente trabajo esta adscrito a una línea de investigación del centro de investigaciones; Centro De Investigaciones Hidrológicas y Ambientales En El Área de Hidrología y La línea de Investigación; Manejo Integral De Cuencas y Cuerpo de Agua, viene a establecer un vínculo un en enlace de la Universidad de Carabobo con las Empresa pública hidrológica del centro, Hidrocentro C.A, donde el instituto educativo aportara el personal, equipo y conocimiento técnicos para realización del estudio, y la empresa pública suministra el traslado marítimo.



La investigación también servirá para brindar información como antecedente para futuras investigaciones relacionadas con el tema del funcionamiento operacional del embalse y la acumulación de sedimentos en el tiempo, además este estudio podrá ser realizado en cualquier embalse del país.

En cuanto al aporte técnico de este estudio será la aplicación del método batimétrico para conocer el nivel de los sedimentos en el fondo del embalse, para la construcción de una Curva de Área Capacidad.

Alcances y Limitaciones

Esta investigación se extiende al embalse de la cuenca del Rio Pao entre los estados Carabobo y Cojedes; El embalse Pao Cachinche, al cual mediante un numero de tres visitas efectuadas para la realización del trabajo de campo, contando con el apoyo de la Universidad de Carabobo asistiendo con el personal y equipos para la recolección de datos en los puntos de estudio; junto con la empresa Hidrocentro C.A contribuyendo con el personal y el vehículo para el transporte marítimo, con la finalidad de tomar toda la información necesaria para realizar los trabajos de batimetría que van permitir conocer la configuración actual del relieve que constituye el fondo del embalse.

Adicionalmente realizar el estudio de las variables de operación que están asociadas con los parámetros de diseño y características del embalse. Por último



obtener la actualización de la curvas de Área - Capacidad del embalse Pao Cachinche, para conocer el volumen de agua que es capaz de almacenar.

Las principales limitaciones de la presente propuesta están circunscritas a las variables recurso y tiempo. Debido a no contar con vehículo particular para el traslado terrestre y a las características de la vialidad; pues las zonas adyacentes al embalse no son poblaciones establecidas, las cuales no cuentan con una vialidad adecuada, dificultando así el traslado hacia el embalse.

En cuanto al tiempo, la empresa Hidrocentro C.A solo podía suministrar el apoyo con el transporte marítimo una o dos veces máximo por semana. Otra limitante es el clima, ya que la visitas al realizadas embalse en época de invierno; los días nublados y lluviosos impiden la navegación dentro del embalse y generan perdida de recepción de los equipos utilizados como el GPS.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Este contexto, comprende un conjunto de estudios que sirven de fundamento a la presente investigación por tener un estrecho vínculo al tema abordado, por lo que se aportan aspectos relevantes que contribuyen a facilitar el desarrollo de la misma a nivel de investigaciones anteriores.

Según Olmos y colaboradores (2011) Estudiaron la morfología compleja de un embalse de montaña. Cabra Corral, Salta. Mediante un levantamiento batimétrico exhaustivo siguiendo un plan de navegación por todo el embalse dando como resultado una mayor resolución y representación del fondo del mismo así como el volumen total de depósitos y la reducción de su capacidad producto de la comparación con la información antecedente original y estudios anteriores. Dando como aporte al presente trabajo el itinerario de navegación dentro del embalse de tipo “zigzagueante” que genera una densificación de puntos y una mejor definición del fondo del embalse.

Lecaros (2011), Estudio La Sedimentación en el embalse Rapel. Aplicando una metodología que consiste principalmente en mediciones de batimetría, con el fin de estudiar el avance y volumen aproximado del depósito de sedimentos del Embalse



Rapel desde el momento de llenado hasta 39 años después, además de utilizar un modelo numérico (MOSSEM), y formulas empíricas para estimar el aporte sedimentológico de afluentes al embalse. Contribuyendo en la investigación a establecer criterios al momento de comparar batimetrías anteriores con las de estudios recientemente, obtenidas para estimar las variaciones en el tiempo de los volúmenes de sedimentos de los embalses.

López y Mengual (2006), Analizaron la evolución del fondo del embalse de Pueblo Viejo, Edo. Zulia. Este análisis es realizado mediante observaciones y verificaciones de instrumentos como planos batimétricos, curvas de nivel y variaciones de las cotas del terreno, para determinar si en él se originaron avances significativos de erosión y/o sedimentación que puedan haber afectado su vida útil, capacidad de almacenamiento y calidad del agua; lográndose cuantificar tanto la capacidad total del embalse como el volumen de sedimentos del mismo mediante el análisis del cambio de batimetría. Contribuyendo a esta investigación con la aplicación de un método para medir el fondo de los embalses de la Cuenca del Rio Pao como lo es la batimetría, y un procedimiento de comparación de dichos resultados con los obtenidos a través del método de áreas medias.

Marco Referencial

El sistema regional del centro I, está diseñado para suministrar agua potable a las poblaciones ubicadas en la región central del país, es decir Aragua, Carabobo y parte de Cojedes, siendo su principal fuente de abastecimiento el Embalse Pao Cachinche, el agua allí captada se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución. Como segunda



fuelle de abastecimiento se encuentra el Embalse Guataparó y Dique Toma Río Torito, los cuales funcionan como auxiliares del Embalse Pao Cachinche.

El embalse Pao- Cachinche pertenece al sistema hidrológico del río Pao, formando parte de la cuenca alta con un área de 8.018 hectáreas y suministrando agua al Embalse Guataparó. La subcuenca Pao Cachinche está constituida por las microcuencas de los ríos Chirgua, Paíto, Pirapira, Paya y San Pedro.

En la siguiente Figura 1. Se observa la distribución de sistema regional del centro I.



Figura 1: Componentes del Sistema Regional del Centro I y II

Fuente: HIDROCENTRO C.A



Se describirán a continuación los detalles Técnicos - Históricos del Embalse Pao Cachinche, información aportada por el Ministerio del Poder Popular y Hidrocentro C.A.:

El Embalse Pao - Cachinche se encuentra ubicado sobre el Río Pao, a 4 Km aguas debajo de la confluencia de los ríos Paito y Chirgua, en los límites entre el estado Carabobo y el estado Cojedes. Fue construido con el propósito de abastecer agua potable a la ciudad de Valencia, y riego para 6000 hectáreas. Un proyecto dirigido por el Ing ANTONIO J. de GURUCEAGA, y ejecutado por la Constructora Palace. Su cronología fue entre los años 1971 y 1974 y los encargados de su funcionamiento y operación es la empresa Hidrocentro C.A.

La cuenca principal del embalse es la que forma el río Pao; siendo también el principal afluente, con un área de la cuenca de 121.068 Ha y un escurrimiento medio anual de 220 Hm³.

El embalse cuenta con una capacidad máxima de 241 Hm³, con la capacidad normal de operación de 170 Hm³, una capacidad útil: 165 Hm³ y por último la capacidad mínima de 5 Hm³, con una superficie del espejo de agua formado por el embalse de 1.650 Ha. Este embalse está diseñado para una vida útil: 100 años.

Existen distintos niveles característicos del agua dentro del embalse; el nivel muerto de 319,51 msnm, considerado como el nivel mínimo de agua en el embalse. Nivel de aguas normales: 353,28 msnm, que es el que se aprovecha y gasta en función de diferentes propósitos. Finalmente el nivel de aguas máximas del embalse 357,50 msnm, este se presenta temporalmente durante la creciente de los ríos dando lugar al volumen máximo del embalse, el cual puede ser usado en algunos casos, pero por lo general es evacuado rápidamente por medio del aliviadero.



Las obras hidráulicas principales que conforman el embalse son las siguientes:

Una presa que lleva por nombre “Sesquicentenario de la Batalla de Carabobo”, la cual es de tipo tierra zonificada con núcleo de arcilla, con una altura máxima de 53 m y una cresta de 260m de longitud, con un ancho de 11m. Con un volumen 677.000m³ de terraplén.

Un aliviadero que se encuentra ubicado en el estribo izquierdo de la presa, de tipo vertedero curvo en forma de abanico de descarga libre, compuesto por una sección de control y un canal rápido de 234 m de longitud que descarga al río Pao. El cual está diseñado para soportar una carga de 4,52m y una descarga máxima de 760 m³/s.

Por último la obra de toma, ubicada aguas arriba del talud de la presa, caracterizada por ser una Torre toma sumergida; con ocho compuertas de captación y un conducto interno de 72” de diámetro. Contiene una válvula de regulación para un caudal máximo de 7 m³/s para riego y gasto ecológico. Además un órgano de regulación de descarga al río; H.B. = 36 “.

En cuanto a estudios realizados al fondo del embalse, se tiene el último levantamiento batimétrico realizado fue en el año 2001 por la empresa Del Monte S.G.A C.A, la cual determino que no existía un volumen de sedimentos significativo con respecto a la capacidad para almacenar sedimentos de diseño del embalse.



Bases Teóricas

La capacidad total de los embalses (CT) es la acumulación de la capacidad muerta (CM) y la capacidad operacional (CO) y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$CT = CM + CO = CS + CMA + CN + CC \quad (1)$$

Dónde:

- **(CM)**, es la capacidad muerta, es decir, el volumen destinado a almacenar los sedimentos provocados por la erosión ocurrida en la cuenca debido a los eventos pluviométricos y por los sedimentos arrastrados por las corrientes que descargan en el embalse, esta comprende la capacidad para sedimentos y la capacidad muerta adicional.

- Capacidad para sedimentos (CS), que es la capacidad destinada a recibir los sedimentos depositados en el embalse.

- Capacidad muerta adicional (CMA), tiene como función crear un nivel mínimo de operación más alto que el que existiría, si CM fuese igual a CS, lo cual ocurre con frecuencia en embalses con fines hidroeléctricos, para crear una carga mayor, o para mantenerse dentro del rango de operación de las turbinas. Es común que CMA sea cero para el resto de los usos.



- **(CO)**, representa la capacidad total de operación, es decir es el espacio dentro del cual se mueven las aguas y está constituida por las dos componentes siguientes:
 - La capacidad de control (CC), tiene una función similar a la anterior, pero destinada a usos de protección.
 - La capacidad normal de operación o útil (CN), es aquella necesaria para balancear las disponibilidades brutas y las demandas de usos de aprovechamiento

Para la realización del presente trabajo especial de grado es importante establecer desde en principio conceptos que permitan hablar el mismo dialecto entre el lector y el autor. A tales efectos, Se tomó como referencias los siguientes textos: Proyectos de Ingeniería Hidráulica del Ing. Juan José Bolinaga Y Colaboradores. 1999, Ingeniería De Presas Del Ing. Luis Miguel Suarez Ediciones Vega, 1982. Estructuras Hidráulicas De M.E Guevara, Manual de Ingeniería de Ríos, Elaborado por Instituto de Ingeniería, UNAM.



CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Una vez establecidas las variables y los lineamientos a seguir en la presente investigación, se define en este capítulo el tipo de metodología a utilizar, así como también concebir la manera práctica y concreta de responder a los objetivos de la investigación.

Tipo de Investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo que según Hernández y otros (2010), “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.” (p.80)

Arias (2006) señala que la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. (p.24)



Este trabajo pretende determinar la capacidad actual de los embalses Pao – Cachinche, ubicados entre los estados Carabobo y Cojedes, mediante un levantamiento batimétrico y la actualización de la curva área capacidad, ahora bien la investigación es de tipo descriptiva, debido a que va a caracterizar el comportamiento de las variables de operación del embalse. También describir la situación actual del fondo del embalse y la influencia sobre las variables como el volumen de almacenamiento, el área inundación y los niveles del agua.

Además se va detallar el funcionamiento de las obras como la torre toma, el aliviadero y la presa y como se ven afectados por los sedimentos. Toda la información y datos concernientes a la investigación serán obtenidos de forma directa, sin ser alterados, sino procesados tal como se adquirieran de la realidad

Diseño de la Investigación

Esta investigación se enmarca en un diseño no experimental, Según Hernández y otros, (2010), “La investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”. (p.149).

De acuerdo a lo señalado por el autor, en la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

El diseño del presente trabajo corresponde a la investigación no experimental; debido a que los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad, mediante un equipo especializado; Un winche con su respectiva grúa de soporte, una



guaya que sujeta la pesa de aproximadamente 30 kilos; la cual tocará la superficie de fondo del embalse, un medidor adaptado al winche arroja la profundidad actual del agua. También se recolecta información mediante un GPS que señala las coordenadas de la posición específica de los puntos en estudio.

En el mismo contexto, el presente trabajo es no experimental ya que al realizar el análisis de la información no existirá ninguna manipulación de los datos recolectados y serán representados tal cómo se manifiesta en el ambiente mediante el levantamiento batimétrico.

Población y Muestra

De acuerdo con Arias (2006), “la población, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.” (p. 81). Asimismo, según Hernández y otros (2010), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. En lo que respecta a esta investigación la población la representa los infinitos puntos de muestreo que constituyen el fondo del embalse Pao-Cachinche.

Según Hernández (2010) “La *muestra* es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos *población*.” (p. 175). También, Arias (2006) dice que: “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83). En este caso la muestra representativa la constituye los 300 puntos de estudio aleatorios preestablecidos, extraídos dentro del embalse.



Fases de la investigación

El desarrollo de este trabajo de investigación seguirá en líneas generales un conjunto de fases o etapas que a continuación se describen.

Fase I. Descripción de los componentes y parámetros de diseños del embalse Pao-Cachinche.

En esta fase se debe conseguir toda la información posible del embalse, sea mediante la solicitud de información a organismos públicos; Hidrocentro C.A, Ministerio del Ambiente, Universidad de Carabobo entre otros, además de recaudar estudios de diferentes autores. Para la realización de la descripción de los componentes y parámetros de diseño del embalse. La información a recopilar se muestra en la siguiente tabla. 1.

Tabla 1: Información, Contenido y Fuente.

FUENTE	INFORMACIÓN	CONTENIDO	USO
HIDROCENTRO C.A (2014)	Mapa Geográfico	Mapa referencial del estado Carabobo.	Detallar la ubicación geográfica y los límites del embalse.



Tabla 1: (cont.)

FUENTE	INFORMACIÓN	CONTENIDO	USO
Instituto Geográfico Simón Bolívar. (1977)	Ortofotomapa a escala 1 : 25.000	Área del influencia del embalse Pao Cachinche	Delimitar el área de inundación del embalse.
HIDROCENTRO C.A. (2014)	Mapa Esquemático del sistema regional de centro.	Sistema de aducción regional del centro I.	Conocer las poblaciones abastece el embalse
Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga. (1961). Estudio para el abastecimiento de agua de la ciudad de Valencia. Caracas.	Memoria descriptiva del proyecto: Embalse Rio Pao en Cachinche.	Información específica sobre los componentes que forman parte del embalse como la presa, el aliviadero y la Obra de toma.	Identificar las los parámetros de diseño de los componentes del embalse.
Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga (1961). Estudio para el abastecimiento de agua de la ciudad de Valencia. Caracas.	Memoria descriptiva del proyecto: Embalse Rio Pao en Cachinche.	Curva Área-Capacidad De Diseño del Embalse Pao – Cachinche.	Análisis de volúmenes de diseño.



Tabla 1: (cont.)

FUENTE	INFORMACIÓN	CONTENIDO	USO
Proyecto y Supervisión de obras hidráulicas. (1999). Ing. Luis Suarez	Informe Técnico del estudio de la operación de la toma del embalse Pao-Cachinche	Funcionamiento de la torre toma.	Describir los elementos que caracterizan la torre toma
Ministerio del Poder Popular para el ambiente.	Ficha Técnica	Detalles Técnicos-Históricos de Embalse Pao Cachinche.	Datos de referencia de diseño del embalse
Hidrocentro C.A. (2001)	Ficha Técnica	Información Actualizada del Embalse.	Comparar información de diseño y la actual.

Fase II. Caracterización de la evolución temporal de las variables de operación del embalse Pao Cachinche.

En esta fase se va obtener la visualización y descripción de las variables importantes para el análisis de la investigación, Mediante una base de datos que



corresponde un registro diario de las variables de operación del embalse aportado por la empresa Hidrocentro C.A

El procesamiento de datos se hará mediante el uso del software STATGRAPHICS Centurion XV v.15.2.06, el cual será usado para crear los patrones de comportamiento históricos, y posteriormente analizar estos resultados. Para ello también se deberá realizar:

- Seleccionar el método descriptivo para analizar las variables de análisis de operación de los embalses
- Realización de las gráficas descriptivas y de resultados de los comportamientos históricos.

Para el procesamiento de los datos fue necesario describir el procedimiento ejecutado para al menos una de las variables de estudio de uno de los embalses. A continuación se mostrara un detallado de la generación de las gráficas descriptivas de las variables de operación del embalse Cachinche y el comportamiento históricos de estas, mediante el uso de este software:

Una vez digitalizada la información en un archivo de MICROSOFT EXCEL con formato tipo [LIBRO DE EXCEL (*.xls)] como muestra la figura 2. Para este estudio se implementara el archivo que contienen los balances hídricos del Embalse Pao Cachince denominado “BALANCE HÍDRICO CACHINCE” y en este caso se realizara el procesamiento de la variable PRECIPITACIÓN.

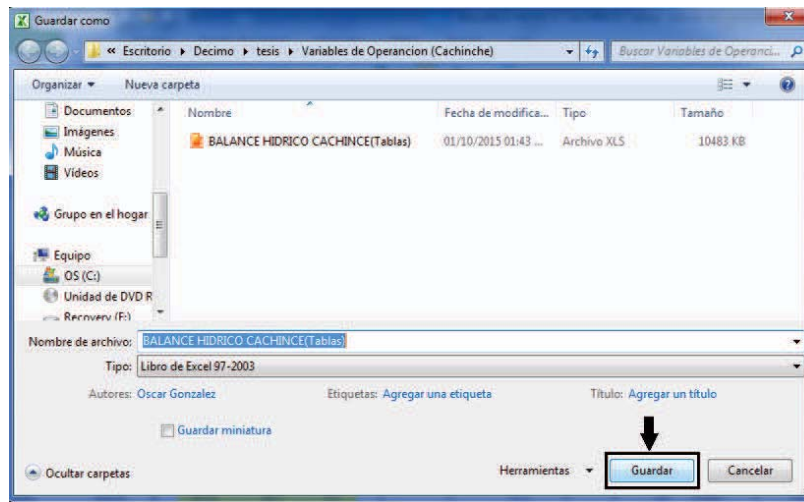


Figura 2: Selección del Archivo de Análisis.

Se procede a la apertura de STATGRAPHICS Centurion XV v.15.2.06, e inmediatamente este le preguntara “Que tarea desea realizar”, y a esta pregunta se contestara con la selección de la primera opción de “Introducir Nuevos Datos o Importarlos de una Fuente Externa...”.

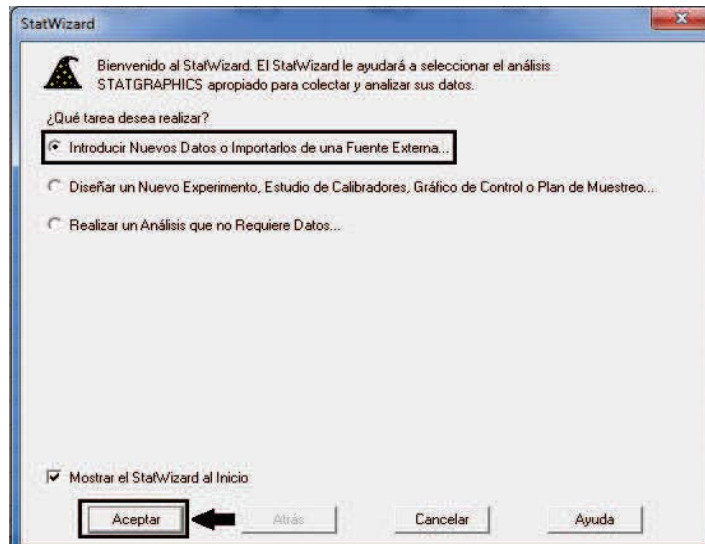


Figura 3: Ventana inicial de STATGRAPHICS



Luego se selecciona la opción que refleja “Un archivo de datos, una base de datos o en la portapapeles de Windows... Como se muestra en la figura 4. Se recomienda tener un respaldo de los archivos de análisis en un disco duro externo u otro dispositivo de almacenamiento informático.

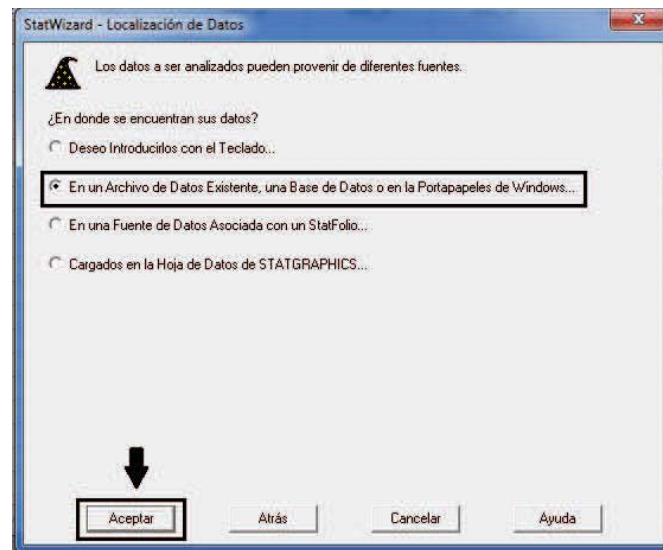


Figura 4: Localización de la base de datos

Al mostrarse la ventana “Propiedades del Libro de Datos”; Figura 5. Se seleccionara:

Abrir y seguidamente aparecerá la ventana “Abrir origen de datos” donde se marcará la opción “Archivo de Datos Externos” solicitando Abrir esta opción para desplegar la carpeta donde se encuentra contenido los archivos de análisis y seleccionar el que se será objeto de estudio. Como se observa en la Figura 6.

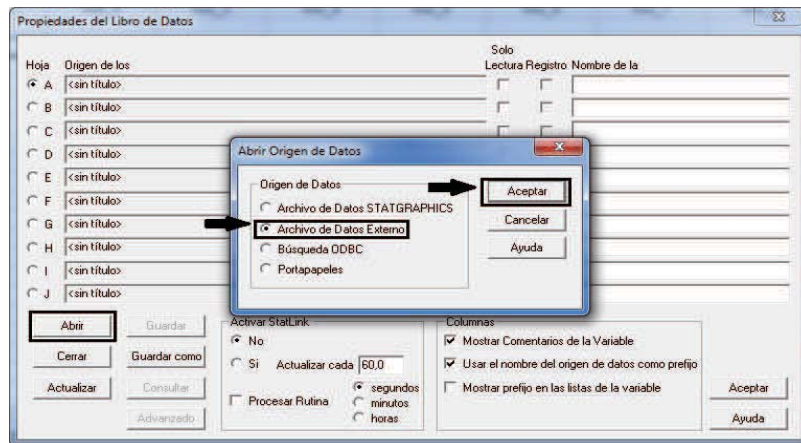


Figura 5: Selección de la fuente de datos.

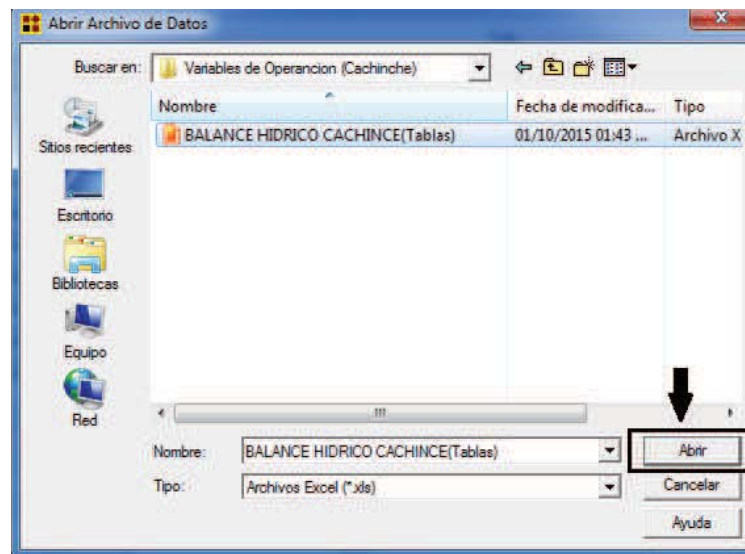


Figura 6: Selección del archivo con la data de información.

Seguido se desplegara la ventana “Leer Archivo de Excel”, donde se le indicaran las características y ubicación del archivo (número de hoja, la fila inicial y fila final del contenido de la data), en el caso del archivo “BALANCE HIDRICO CACHINCE”, el número de hoja a implementar es la número (1), la fila inicial es la (4) y la fila final es (11649), esto con el fin de analizar la variable precipitación desde la fecha de Enero (1) del año 1983 hasta Noviembre (13) del año 2014.

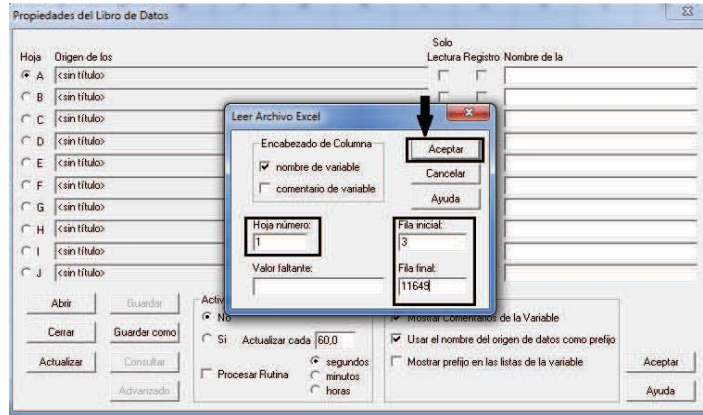


Figura 7: Ubicación de la data en análisis.

Ya introducida la data se seleccionara de la barra de herramienta “Pronósticos” desplegándose una lista y dentro de esta se selecciona “Métodos de Series de Tiempos Descriptivos...”.

	FICHA	DIA	Cota m	Volumen M3x106	Area ha	DIF de Cota m	DIF de Volumen M3x106	Nivel m	Llovizna mm	Prog mm	Llovizna M3x106	Deriv Alivio M3x106	Rios M3x106	Total Entradas M3x106	Evaporación M3x106	Q m3/s	
1	31/12/82	31	352.56	170	1273	#REF!	#REF!	80.1	0	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	
2	01/01/83	1	352.55	170	1273	-0.01	0	75.48	0	4.42	0	0	0.02680	0.02680	0	0.02680	
3	02/01/83	2	352.56	170	1273	0.01	0	69.2	0	6.28	0	0	0.07390	0.07394	0	0.07394	
4	03/01/83	3	352.56	170	1273	0	0	64.32	0	4.88	0	0	0.04210	0.04212	0	0.04212	
5	04/01/83	4	352.56	170	1273	0	0	75.1	0	5.1	0	0	0.06490	0.06493	0	0.06493	
6	05/01/83	5	352.58	170	1275	0.02	0	70.4	0	4.7	0	0	0.05950	0.05955	0	0.05955	
7	06/01/83	6	352.58	170	1275	0	0	66.9	0	5.2	0	0	0.04460	0.04462	0	0.04462	
8	07/01/83	7	352.57	170	1274	-0.01	0	61.4	0	5.5	0	0	0.07000	0.07007	0	0.07007	
9	08/01/83	8	352.56	170	1273	-0.01	0	71.46	0	5.5	0	0	0.07000	0.07005	0	0.07005	
10	09/01/83	9	352.56	170	1273	0	0	65.78	0	5.7	0	0	0.07250	0.07261	0	0.07261	
11	10/01/83	10	352.55	170	1273	-0.01	0	75.3	0	6.3	0	0	0.08010	0.08019	0	0.08019	
12	11/01/83	11	352.54	170	1272	-0.01	0	69.4	0	6.8	0	0	0.08770	0.08776	0	0.08776	
13	12/01/83	12	352.53	169	1271	-0.01	-1	62.8	0	5.6	0	0	-0.928	-0.92824	0	-0.92824	
14	13/01/83	13	352.52	169	1271	-0.01	0	66.3	0	6.3	0	0	0.08000	0.08007	0	0.08007	
15	14/01/83	14	352.5	169	1270	-0.02	0	60.4	0	6.1	0	0	0.07740	0.07747	0	0.07747	
16	15/01/83	15	352.48	169	1269	-0.02	0	79.4	3.8	4.8	0	0.04822	0	0.01240	0.04691	0	0.04691

Figura 8: Data trasladada desde Excel a STATGRAPHICS.

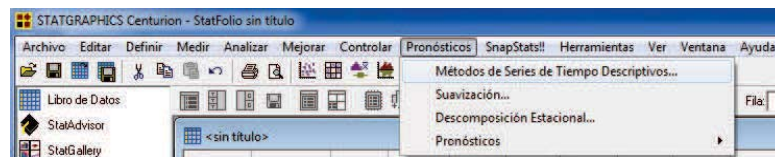


Figura 9: Comando a seleccionar

De esta opción se desplegará la ventana de Métodos Descriptivos como lo muestra la Figura 9. Y del contenido del archivo “BALANCE HÍDRICO CACHINCHE” se analizará la columna número nueve denominada “Lluvia _mm_”, para ello será necesario seleccionarla y que se refleje en la celda denominada “Datos” de la lista que muestra los encabezados del balance hídrico y luego se procederá a llenar el formulario que refleja esta ventana de la siguiente manera:

- Intervalo de Muestreo: Define el intervalo entre observaciones sucesivas. El Archivo “BALANCE HIDRICO CACHINCHE”, presenta un registro diario de mediciones y estimaciones, y de esta forma se está realizando el análisis, por lo tanto el intervalo de muestreo reflejara en su casilla el número (1), y realizando un click en el button check Dia(s), se estará definiendo este intervalo en el software.
- En la casilla denominada “Comenzando En:” se colocara la fecha de inicio de la serie de tiempo que se desea estudiar. Como antes ya mencionado el estudio partirá Enero (1) del año 1983.
- La Estacionalidad (s) está asociada a la existencia de un patrón que se repite en un periodo de tiempo fijo, como es en el caso de la precipitación en Venezuela que tienen a estar presente en los meses lluviosos de cada año, de no saber la estacionalidad puede omitir agregarle información a esta casilla, aun así los resultados no varían y el programa asumirá una estacionalidad igual 1. En nuestro análisis no se introdujo valor a esta casilla.



- El resto de las casillas como se muestran son para estudios financieros y económicos, estas son omitidas y el programa no adjudicará ningún valor para ellas ni las involucrará en el estudio.

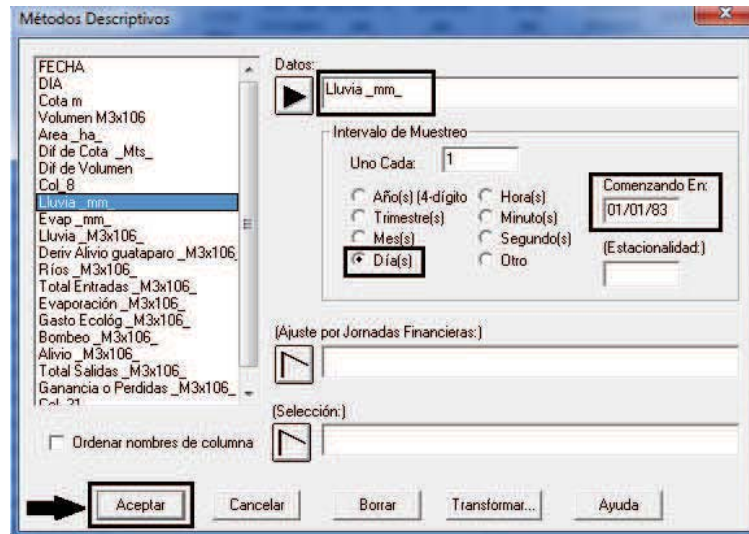


Figura 10: Ventana Métodos descriptivos.

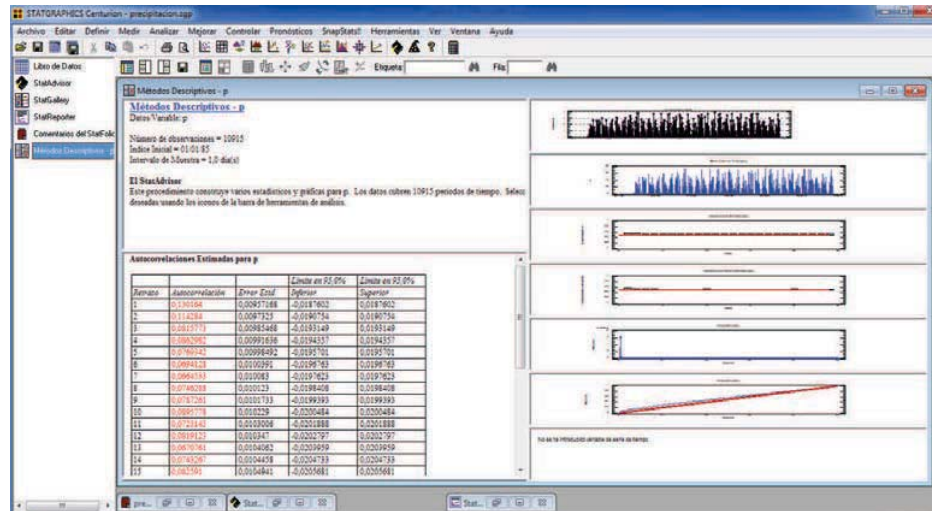


Figura 11: Tablas y Gráficas descriptivas



Al hacer click en el siguiente botón remarcado en un cuadro en la Figura 12., ubicado debajo de la barra de herramientas, se abre la ventana ilustrada en la Figura 13. Finalmente, seleccionar “Gráficos de Secuencia Cronológica”.

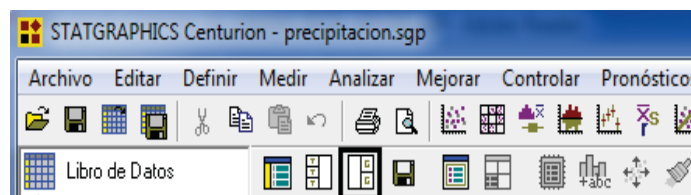


Figura 12: Opciones del programa

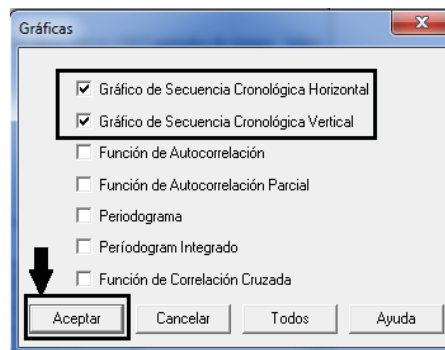


Figura 13: Selección de Graficas

Luego de todo el procedimiento planteado, Se puede observar caracterización de las variaciones temporales de la variable precipitación del embalse Pao Cachinche en la Figura 14.

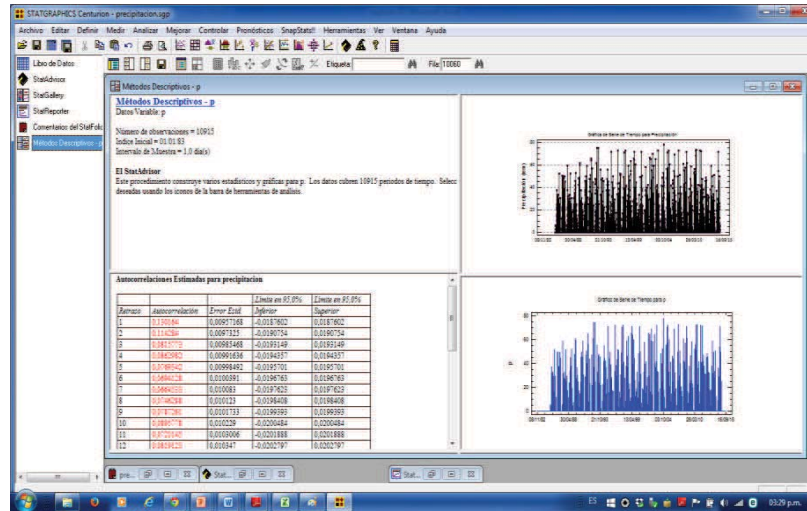


Figura 14: Gráficos de la variación en el tiempo de la variable precipitación.

Todas las indicaciones ya descritas se aplican para el estudio todas las variables de operación necesarias para analizar el comportamiento operacional del embalse en el tiempo.

Fase III: Aplicación del método para medir el fondo del embalse Pao – Cachinche.

Para medir el fondo del embalse Pao – Cachinche se requirió la recolección de información referida a su topografía, obtenida de diversas fuentes como organismos públicos y programas informáticos mostrados en la Tabla 2, como sigue:



Tabla 2. Recolección de información Topográfica

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Año 1998.	Sistema de Destratificación Conjunto General Embalse Pao – Cachinche.	Escala 1:10.000. Coordenadas UTM	Para planificar el itinerario de navegación sobre el Embalse Pao Cachinche.
Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). Año 1977	Cartas Topográficas	Curvas de nivel a intervalos de 20 m en escala 1:25.000 y coordenadas UTM.	Mapa de elevación digital para delimitar el área de inundación de diseño del Embalse Pao Cachinche.
Programa Informático Virtual GOOGLE EARTH. Año 2015	Imagen Satelital	Vista 3D de ubicación, terreno y área del embalse en escala dinámica	Imagen Satelital del terreno para delimitar el área de inundación actual del Embalse Pao Cachinche.



Cartas Topográficas:

Las cartas topográficas empleadas para delimitar el área de inundación del embalse Pao – Cachinche fueron suministradas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) a escala 1:25.000, con curvas de nivel en intervalos de 20 m, y su orden se señala en la tabla 3.

Tabla 3: Orden de cartas topográficas que conforman el Embalse Pao – Cachinche.

ORDEN DE CARTAS TOPOGRAFICAS EMBALSE PAO – CACHINCHE	
EL NAIPE 6545 - I - NO	GUAFALITO 6545 - I - NE
EL AMPARO 6545 – I - SO	COGOLLAR 6545 – I - SE

Imagen Satelital obtenida de GOOGLE EARTH:

Para Obtener de la imagen satelital de ubicación del embalse mediante GOOGLE EARTH, se realizaron los siguientes pasos:

- Descargar GOOGLE EARTH.
- Abrir el programa y ubicar el lugar deseado, en este caso Embalse de Cachinche.



Figura 15: Inicialización del programa y búsqueda del Embalse Pao - Cachinche.

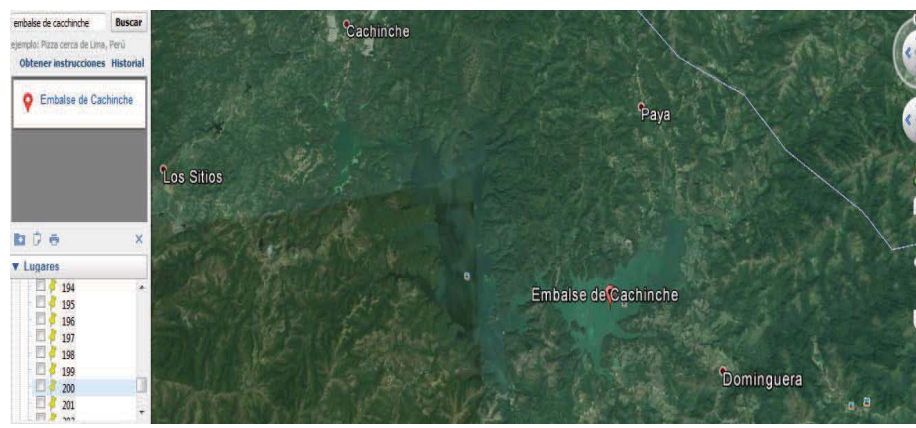


Figura 16: Imagen satelital de la ubicación del Embalse Pao Cachinche.

Método aplicado:

Por otra parte, el método aplicado para medir el fondo del embalse, consistió en la realización de un levantamiento batimétrico desarrollado en 4 visitas para un total de 109 perfiles, utilizando un método de navegación tipo “Zigzagante” a través de



transectas o secciones transversales al embalse, que fueron complementadas con longitudinales al pasar de una transecta a otra y en zonas intermedias; y para ello, se emplearon los equipos y metodología descritos seguidamente:

Equipos empleados para realizar las mediciones:

- Winche con medidor de profundidad hasta 50 m y precisión de 00,0 m.
- Grúa de soporte del winche.
- Pesa metálica de 30 Lbs.
- Chaleco Salvavidas.
- Equipo de Procesamiento Global.
- Lancha (facilitada por HIDROCENTRO).
- Guantes.

Metodología empleada:

Para realizar las mediciones se requirió la planificación del itinerario de navegación representado por la transectas, para lo cual se utilizó el plano del embalse suministrado por HIDROCENTRO y se procedió se a seguir los pasos descritos a continuación:



Una vez ubicado el equipo de medición sobre la lancha, se debe ubicar el punto donde se desea realizar la medición a través de sus coordenadas geográficas mediante la utilización del GPS. Una vez allí, se toma anotación de dichas coordenadas y la elevación de la superficie del agua indicada de igual manera por el GPS; seguidamente se procede encerrar el contador bajando el winche hasta que la barriga de la pesa toque a penas el agua. Luego, se continua bajando hasta que la guaya del winche se afloje indicando que la pesa toco fondo y se toma la anotación de la profundidad registrada.

Nota: Las imágenes del proceso de medición se muestran en el Anexo 1.

Como se mencionó anteriormente, se realizaron 4 visitas al embalse de las cuales se descartó una por inconvenientes de campo, obteniéndose así un total de 300 mediciones. Donde, en la primera visita realizada el día 09 de Julio del año 2015 se observó un día parcialmente nublado y se iniciaron las mediciones a los 8:30 am lográndose obtener un total de 108 ; el día 11 de agosto del presente año se efectuó la segunda visita iniciada a las 8:50 am para un día entre nublado y lluvioso, y finalmente el 21 de Agosto del mismo año se realizó la última visita iniciada a las 10:25 am para un día soleado midiendo 84 puntos restantes para culminar el itinerario planificado en el recorrido de todo el embalse.

Las limitantes encontradas en dichas mediciones fueron la presencia de Bora y poca profundidad existente en las colas del embalse, que dificultaron la navegación de la lancha, como se observa en la Figura 218 del Anexo 1.

Ahora bien, los datos obtenidos de las mediciones se vaciaron en planillas, tabularon y programaron en el software Excel, y se procesaron en el software ArcGIS v.10 para la realización del plano de ubicación de los puntos, georreferenciación de



cartas topográficas, plano de secciones transversales, plano de elevación del terreno actual, y el plano de representación de las secciones transversales.

Planillas de medición:

Los datos por cada medición se vaciaron en las planillas mostradas en la Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6, donde cabe mencionar que el primer día las coordenadas tomadas por el GPS se en encontraban en Sistema Sexagesimal por lo cual se requirió la conversión a Sistema Proyectado UTM, mientras que en las dos visitas restantes se obtuvieron directamente en Sistema Proyectado UTM.

Tabla 4: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (09/07/2015).

BATIMETRIA EMBALSE PAO CACHINCHE										
HOJA:1	FECHA: 09/07/2015			NOTA: Dia Parcialmente Nublado			HORA INICIO 08:30 a.m.		HOJA: 1/6	
RIO	N°	NORTE			OESTE			ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos			
									m.s.n.m.	
C H I R G U A	1	9	55	14.8	68	10	2.3	356.1	1	HORA INICIO:08:53 AM
	2	9	55	16.5	68	10	1.2	357.7	1.4	
	3	9	55	15.1	68	10	1	354.4	1	
	4	9	55	15.6	68	9	59.9	354.6	1.5	
	5	9	55	17.5	68	9	59.4	357.1	2.4	
	6	9	55	19.2	68	9	58.6	359	2.2	
	7	9	55	20.8	68	9	58.1	357.9	1	
	8	9	55	19.1	68	9	57.1	353.2	2.4	
	9	9	55	17.7	68	9	56.4	353.4	3.3	
	10	9	55	15	68	9	55.7	352	5	HORA: 9:15 AM
	11	9	55	12.2	68	9	55.3	352.7	5.2	
	12	9	55	10.1	68	9	55.9	354.2	5.1	
	13	9	55	7.2	68	9	56.4	351.3	2.2	
	14	9	55	9.6	68	9	54.4	354.8	6.4	
	15	9	55	11.8	68	9	52.5	354.1	6.1	
	16	9	55	13.8	68	9	50.4	357.2	5.5	
	17	9	55	16.3	68	9	48.7	357.3	3.7	
	18	9	55	20.1	68	9	46.2	355	2.4	
	19	9	55	17.6	68	9	46.6	355.9	3.1	
	20	9	55	14.3	68	9	47.8	357	5.2	
	21	9	55	10.1	68	9	48.4	355.9	6.8	HORA: 9:44AM
	22	9	55	6.4	68	9	48.6	354.5	7.4	
	23	9	55	4.6	68	9	48.8	355.5	5.1	
	24	9	55	7.1	68	9	47.2	356.1	7.3	



Donde en el primer recuadro, se define la fecha del día de medición que en este caso es 09 de Julio de 2015, su condición climática como parcialmente nublado, la hora de inicio igual a 8:30 am y la numeración de la hoja como 1/6. Seguidamente, en la primera columna se identifica el río sobre el que se está navegando en este caso río Chirgua, en la segunda columna la numeración de cada punto; la tercera, cuarta y quinta columna representan la coordenada Norte de cada punto en grados, minutos y segundos, mientras que las columnas seis, siete y ocho representa la coordenada Oeste en grados, minutos y segundos.

La novena columna indica la elevación de la superficie del agua, mientras que la décima columna correspondiente a la profundidad que registra el contador del winche entre el encerado de la superficie del agua y el fondo del embalse, y por último la columna 11 permite evidenciar las observaciones obtenidas en cada medición.

Tabla 5: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (11/08/2015).

BATIMETRIA EMBALSE PAO CACHINCHE						
FECHA: 11/08/2015			HORA INICIO: 08:50:00 a.m.	NOTA: Día Nublado, y Lluvioso		HOJA:1/6
RIO	PUNTO	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
		m	m	msnm	m	
C H I R G U A	1	1096618	593529	359.3	21.3	EJE2
	2	1096633	593735	359.6	18.4	PUNTA
	3	1096442	593719	356.8	18.3	EJE3
	4	1096253	593671	351.2	20.3	EJE3
	5	1096274	593939	356.4	16.7	PUNTA
	6	1096094	593952	355	21.4	EJE3.1
	7	1096082	594024	355.9	7.2	PUNTA
	8	1095840	593959	354.6	22.1	EJE4
	9	1095590	593983	353.4	25.1	EJE
	10	1095199	594076	354.3	8.9	PUNTA
	11	1095557	594433	355.3	22.9	EJE11
P A I T O	12	1095822	594623	356.8	19.9	EJE12
	13	1096046	594760	358.3	20.1	EJE13
	14	1096357	594945	357.5	16.4	EJE
	15	1096435	594918	356.2	6.9	PUNTA
	16	1096296	595106	356.1	16.8	PUNTA
	17	1096450	595098	357.8	18.4	EJE17
	18	1096603	594994	358.3	10.4	PUNTA
	19	1096668	595120	356.6	13.8	EJE18
	20	1096737	595204	358.5	6.3	PUNTA



Donde del mismo modo en el primer recuadro, se define la fecha del día de medición que en este caso es 11 de Agosto de 2015, la hora de inicio igual a 8:50 am, su condición climática como nublado y lluvioso, y la numeración de la hoja como 1/6. Seguidamente, en la primera columna se identifica el río sobre el que se está navegando en este caso río Chirgua y Paíto, en la segunda columna la numeración de cada medición; la tercera y cuarta columna representan la coordenada Norte y Este de cada punto en Sistema UTM, mientras que, la quinta columna indica la elevación de la superficie del agua.

La sexta columna, correspondiente a la profundidad que registra el contador del winche entre el encerado de la superficie del agua y el fondo del embalse, y por último la columna 7 permite evidenciar las observaciones obtenidas en cada medición en este caso identificándolas como eje ó punta.

Tabla 6: Mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (21/08/2015).

BATIMETRIA EMBALSE PAO CACHINCHE						
FECHA:		21/08/2015		HORA INICIO:	10:25:00 a.m.	
				NOTA: Día Soleado		HOJA: 1/5
RIO	N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
		(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	
C H I R G U A	1	1092978	594475	354.8	7.6	PUNTA
	2	1093014	594825	356.1	35.8	EJE26
	3	1092982	595016	355.1	25.7	EJE
P A Y A	4	1092947	595092	357.1	7.9	PUNTA
	5	1092829	595183	357.7	33	EJE
	6	1092822	595291	353.5	30.2	EJE
	7	1092750	595476	350.5	12.4	PUNTA
	8	1092837	595520	352.1	17.3	EJE
	9	1092897	595587	355.7	3	PUNTA
	10	1092837	595655	355.1	15.2	EJE
	11	1092760	595736	358.8	15.3	PUNTA
	12	1092848	595982	354.1	14.2	PUNTA
	13	1092920	595886	355.9	21.7	EJE
	14	1092995	595781	353.3	30.9	EJE
	15	1093055	595667	352.9	12.7	PUNTA
	16	1093115	595742	353.1	19.5	EJE
	17	1093189	595813	352.9	6.8	PUNTA
	18	1093263	595848	351	33	EJE
	19	1093384	595892	352.8	10.9	PUNTA
	20	1093322	596019	358	22.6	EJE



Donde, en el primer recuadro se define la fecha del día de medición que en este caso es 21 de Agosto de 2015, su condición climática como soleado, la hora de inicio igual a 10:25 am y la numeración de la hoja como 1/5. De igual manera, en la primera columna se identifica el río sobre el que se está navegando en este caso río Chirgua y Paya, en la segunda columna la numeración de cada medición; la tercera y cuarta columna representan la coordenada Norte y Este de cada punto en Sistema UTM, mientras que quinta columna indica la elevación de la superficie del agua.

La sexta columna, correspondiente a la profundidad que registra el contador del winche entre el encerado de la superficie del agua y el fondo del embalse, y por último la columna 7 permite evidenciar las observaciones obtenidas en cada medición identificándolas como eje ó punta.

- **Conversión de las coordenadas sexagesimales a UTM:**

Debido a que las coordenadas de las mediciones del día 09 de Julio se encontraban en sistema sexagesimal como ya se comentó, se requirió de un convertidor a coordenadas UTM; en este caso fue utilizada la hoja de cálculo realizada por Gabriel Ortiz mostrada en la Figura 17, que contiene formulas planteadas por Alberto Cotticia y Luciano Surace en el “Bolletino di Geodesia e Sciencie Affin”, Num 1. Encontrado en la página web <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHÉ, ESTADO CARABOBO

UTILIDAD PARA LA CONVERSIÓN DE COORDENADAS

Selección de Elipsoide: **WGS84**

PROBLEMA DIRECTO: GEOGRÁFICAS A UTM

DATOS DE ENTRADA:		Sexagesimales:	En Radianes:	Cálculo Huso:	Meridiano Huso:	Delta Lambda:	A:	Xi:	Eta:	W:	Zeta:	A1:	A2:	J2:
Lambdas (longitud):	10	0.17453282	0.30541665	19	0.327442862	0.37260287	0.34842287	0.606603034	0.0002462	6.2922E-05	1.07406E-07	1.120763E-19	0.0000000	
UTM Este X =	1096787.708													
UTM Norte Y =	1096787.708													
Huso:	19													

Figura 17: Convertidor de Coordenadas Sexagesimales a Proyectadas (UTM).

Se deben Introducir las coordenadas del punto a convertir y seleccionar previamente el elipsoide de preferencia, que es este caso es el Elipsoide WGS84. Para finalmente obtener las Coordenadas Proyectadas (UTM) como se muestra en la Figura 18.

Nota: Repetir este procedimiento para todas las mediciones.

UTILIDAD PARA LA CONVERSIÓN DE COORDENADAS

Selección de Elipsoide: **WGS84**

PROBLEMA DIRECTO: GEOGRÁFICAS A UTM

DATOS DE ENTRADA:		Sexagesimales:	En Radianes:	Cálculo Huso:	Meridiano Huso:	Delta Lambda:	A:	Xi:	Eta:	W:	Zeta:	A1:	A2:	J2:
Lambdas (longitud):	08 10	2.3	0.401401698	19	0.327442862	0.37260287	0.34842287	0.606603034	0.0002462	6.2922E-05	1.07406E-07	1.120763E-19	0.0000000	
UTM Este X =	1096787.708													
UTM Norte Y =	1096787.708													
Huso:	19													

Figura 18: Elipsoide seleccionado WGS84 y Coordenadas convertidas a UTM.

Tabulación y programación en el software Microsoft Excel:

- **Tabulación de puntos convertidos:**



Seguidamente se tabulan cada uno de los puntos con las coordenadas UTM obtenidas del convertidor como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7: Puntos convertidos a coordenadas proyectadas UTM, Huso 19N.

FECHA:	09/07/2015	NOTA: Día Parcialmente Nublado			HORA INICIO:	HOJA:1/6
RÍO	N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
		(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	
C H I R G U A	1	1096768	591285	356.1	1	HORA INICIO:08.53 AM
	2	1096820	591318	357.7	1.4	
	3	1096777	591324	354.4	1	
	4	1096792	591358	354.6	1.5	
	5	1096851	591373	357.1	2.4	
	6	1096903	591397	359	2.2	
	7	1096952	591412	357.9	1	
	8	1096900	591443	353.2	2.4	
	9	1096857	591464	353.4	3.3	
	10	1096774	591486	352	5	HORA: 9:15 AM
	11	1096688	591498	352.7	5.2	
	12	1096624	591480	354.2	5.1	
	13	1096535	591465	351.3	2.2	
	14	1096609	591526	354.8	6.4	
	15	1096676	591583	354.1	6.1	
	16	1096738	591647	357.2	5.5	
	17	1096815	591699	357.3	3.7	
	18	1096932	591775	355	2.4	

- **Estimación de la elevación del terreno:**

Para obtener la elevación del terreno, formular en Excel la operación de sustracción entre los valores de elevación de la superficie del agua y profundidad obtenida de las mediciones realizadas en campo como se muestra en la Tabla 8.



Nota: Este procedimiento se debe repetir para cada una de las mediciones realizadas, con la finalidad de obtener la elevación del terreno en todo el embalse como se mostrará en el cap. 4.

Tabla 8: Puntos medidos en la batimetría en coordenadas UTM y elevación del terreno.

09/07/2015	NOTA: Día Parcialmente Nublado			HORA INICIO:	08:30 a.m.
N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m)
1	1096768	591285	356.1	1	355.1
2	1096820	591318	357.7	1.4	356.3
3	1096777	591324	354.4	1	353.4
4	1096792	591358	354.6	1.5	353.1
5	1096851	591373	357.1	2.4	354.7
6	1096903	591397	359	2.2	356.8
7	1096952	591412	357.9	1	356.9
8	1096900	591443	353.2	2.4	350.8
9	1096857	591464	353.4	3.3	350.1
10	1096774	591486	352	5	347
11	1096688	591498	352.7	5.2	347.5
12	1096624	591480	354.2	5.1	349.1
13	1096535	591465	351.3	2.2	349.1
14	1096609	591526	354.8	6.4	348.4
15	1096676	591583	354.1	6.1	348
16	1096738	591647	357.2	5.5	351.7
17	1096815	591699	357.3	3.7	353.6
18	1096932	591775	355	2.4	352.6



Procesamiento de datos en ARCGIS:

El manejo y utilización del programa ARCGIS comprende la descarga del programa ArcGisDesktop 10.0 con dos de sus extensiones: ArcMap y ArcCatalog, siguiendo el material pedagógico y charlas proporcionadas por el CIHAMB-UC; y videos de ilustración.

- *La extensión ArcMap:* se utiliza para visualizar, consultar, editar mapas, crear publicaciones de aplicaciones de mapas personalizados y realizar otras actividades de mapas. Razón por la cual fue la extensión más utilizada para el desarrollo de los planos de esta investigación, entre ellos el plano de ubicación de puntos, plano de secciones transversales y planos de elevación del terreno.

- *La extensión ArcCatalog:* fue utilizada para la creación de la carpeta donde se guardaran todos los archivos referentes a los trabajos de Arcgis.

Nota: Antes iniciar cualquier trabajo en ARCGIS10, se debe crear una carpeta en ArcCatalog, donde se guardaran los archivos utilizados y creados por el programa.

➤ **Creación de la carpeta en la Extensión de ArcCatalog:**

- Abrir ArcCatalog, de la siguiente manera: Dar clic en Inicio - Todos los Programas - ArcGIS - ArcCatalog 10.
- Conectar el disco C al programa, haciendo clic derecho a Folder Connections - Connect Folder tal como muestra la Figura 19.

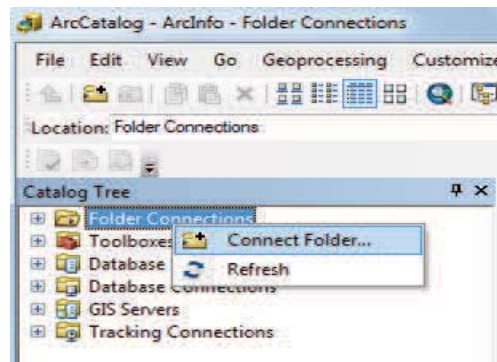


Figura 19: ArcCatalog - Conexión Disco C

- Ubicar el Disco C, y hacer clic en “ACEPTAR”

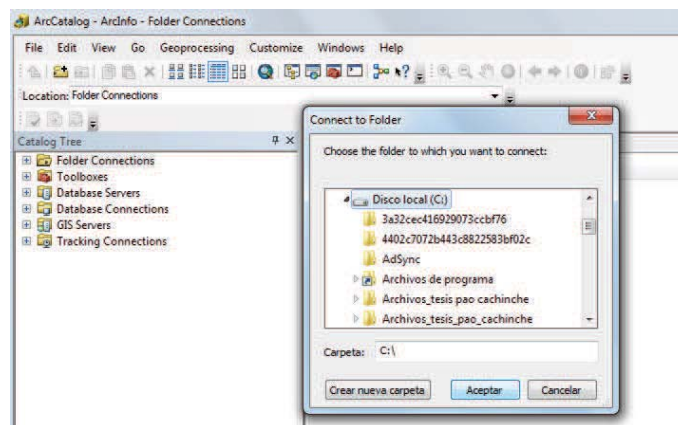


Figura 20: Ubicación del Disco Local C

- Hacer clic derecho en la carpeta C:/ ubicada el Catalog Tree, seleccionar New Folder.

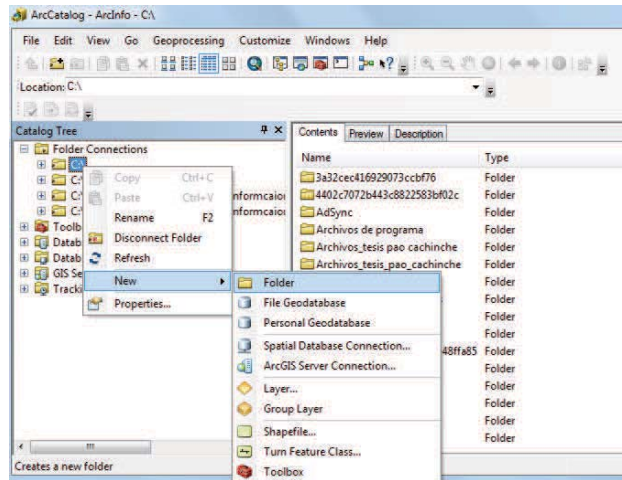


Figura 21: Creación de nueva carpeta

- Colocarle el nombre a la carpeta creada, tomando como recomendación que la primera letra del mismo sea la A, para facilitar el proceso de búsqueda en el Disco C en el momento deseado, en este caso el nombre de la carpeta es **Archivo_tesis_pao_cachinche**.

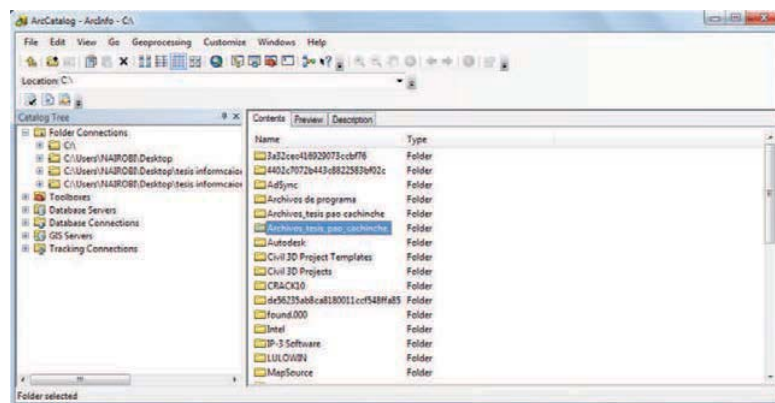


Figura 22: ArcCatalog, Archivo_tesis_pao_cachinche.



1. Realización del plano de Ubicación de los Puntos de la Batimetría del Embalse Pao – Cachinche.

La realización de este plano, incluye la obtención de los puntos de los puntos perilago del embalse obtenidos del programa informático virtual GOOGLE EARTH, que representan la delimitación del área de inundación actual del embalse; creación del archivo de puntos, inserción tanto de los puntos obtenidos de la imagen satelital proveniente de GOOGLE EARTH como los medidos en el campo, creación del polígono de delimitación y representación de los puntos medidos sobre el polígono antes creado. Para ello, se siguió el procedimiento que sigue:

- **Obtención de Puntos Perilago del embalse:** Comprende la creación de una ruta en GOOGLE EARTHS y exportación de los puntos obtenidos a Excel.

Creación de la ruta:

- Abrir GOOGLE EARTHS.
- Ubicar nuevamente el embalse.
- Crear una ruta mediante la cual se realiza el recorrido del borde del embalse, haciendo clic en el icono “Agregar ruta” donde se despliega una ventana que permite añadir el nombre, crear un estilo y color; y una vez finalizado el recorrido por el borde, hacer clic en aceptar.

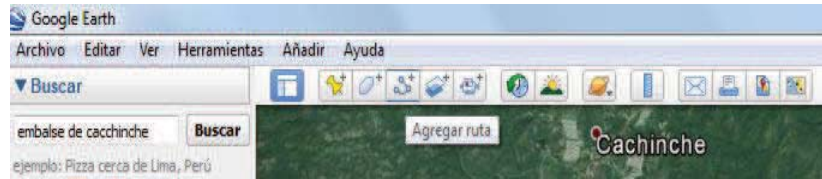


Figura 23: Icono Agregar ruta.

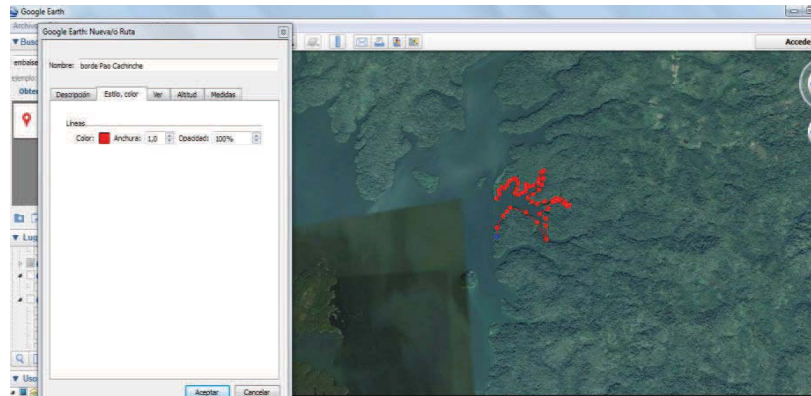


Figura 24: Ruta del borde del embalse.



Figura 25: Borde del embalse creado mediante ruta.



Exportación de puntos obtenidos:

Para exportar los puntos obtenidos en GOOGLE EARTHS a Excel se requerirá de la utilización de un convertidor de formatos Kml a GPX y un programa de lectura conocido como MapSource.

- Hacer clic derecho sobre la ruta creada y guardarla en la ubicación deseada con extensión Kml.

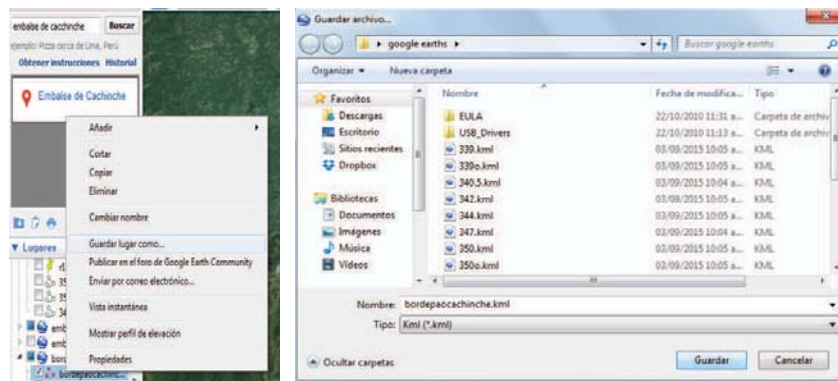


Figura 26: Exportación de puntos en extensión “bordepaocachinche.kml”.

Convertidor de formatos Kml:

- Utilizar la página virtual www.gpsvisualizer.com para convertir el archivo extraído de GOOGLE EATRH “bordepaocachinche.kml”:



Figura 27: Pagina Web GPS Visualizer.

- Cargar el archivo deseado, elegir como formato de salida Archivo GPX y hacer clic en convertir.

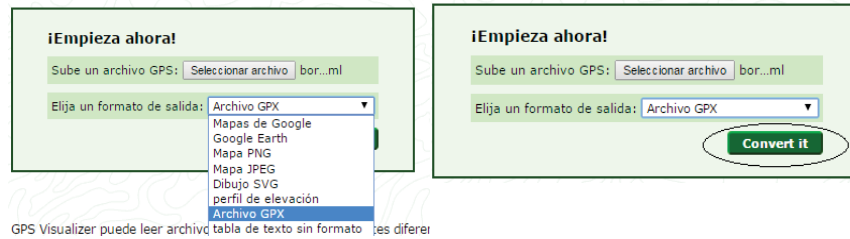


Figura 28: Conversión del Archivo “bordepao cachinche.kml” a Archivo GPX.

- Para descargar en el disco duro del equipo, hacer clic en el enlace generado - abrir la carpeta de descargas - copiar en la carpeta de preferencia y cambiarle el nombre.



Figura 29: Enlace para descargar el archivo.

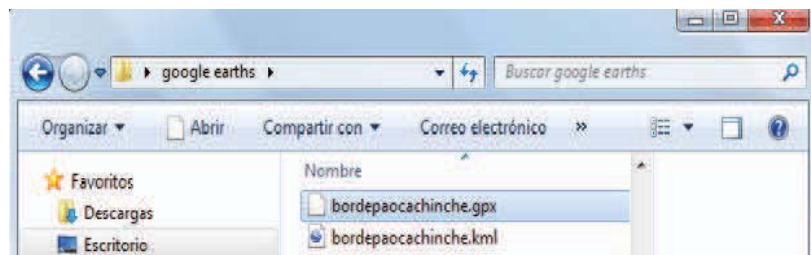


Figura 30: Archivo “bordepaocachinche.gpx” descargado.

Programa de lectura MapSource:

La extensión del Archivo GPX descargado, se leerá mediante el Programa MapSource y guardara en formato “.txt” para seguidamente abrirlo en Excel como se describe:

- Abrir la extensión desde MapSource, haciendo clic en archivo, seleccionar abrir, y seguidamente la extensión deseada “bordepaocachinche.gpx”.

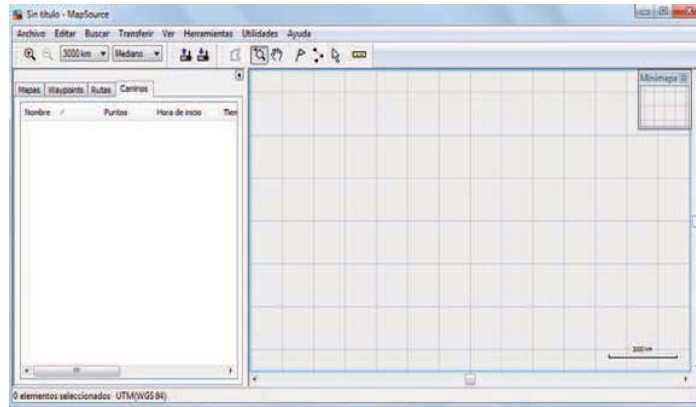


Figura 31: Programa MapSource.

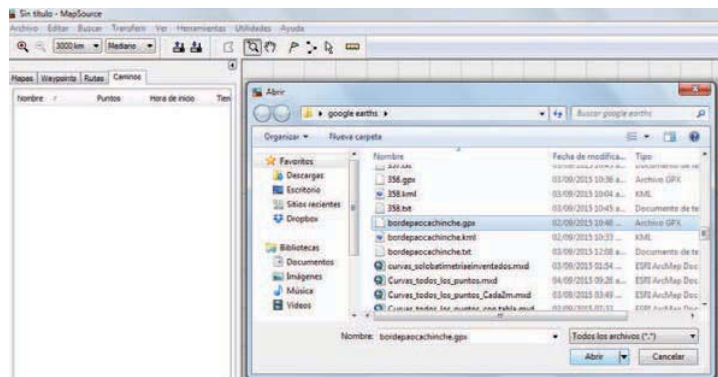


Figura 32: Iniciando archivo “bordepaocachinche.gpx”.

- Para guardarlo, hacer clic en archivo - guardar como - archivo de texto “.txt”.

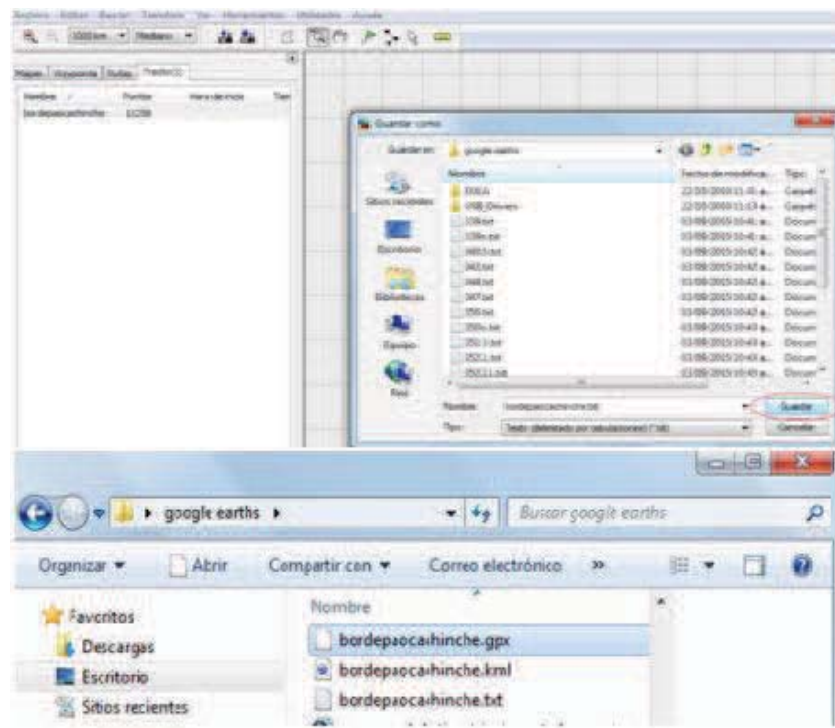


Figura 33: Archivo de texto guardado “bordepaocachinche.txt”

- **Abrir Archivo de texto “.txt” en Excel:**
 - Abrir Microsoft Office Excel, hacer clic en el icono “Office” – abrir - buscar el archivo “bordepaocachinche.txt”, y dar clic en la opción abrir; seguidamente se mostrara una ventana para elegir el tipo de archivo “delimitados” - separadores “espacio” y formato de datos en cada una de las columnas “texto”; luego dar clic en Finalizar.

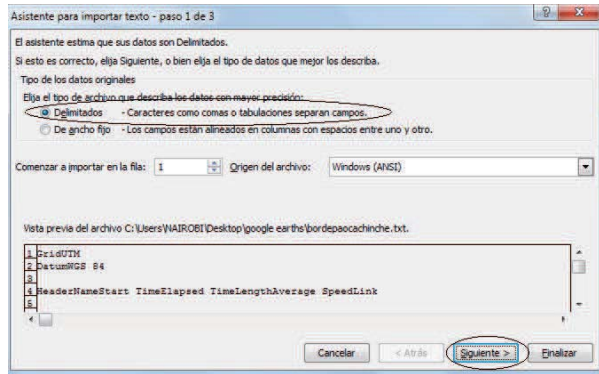


Figura 34: Tipo de archivo “delimitado”.

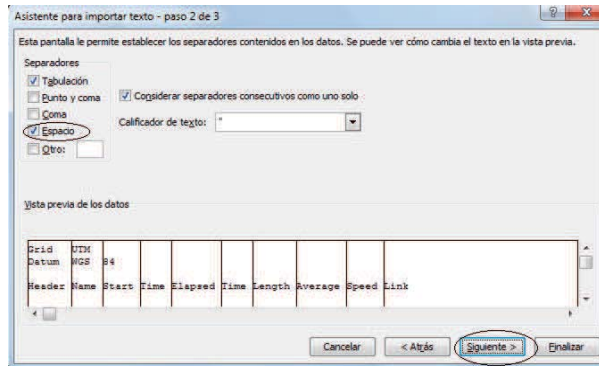


Figura 35: Separadores “espacio”.

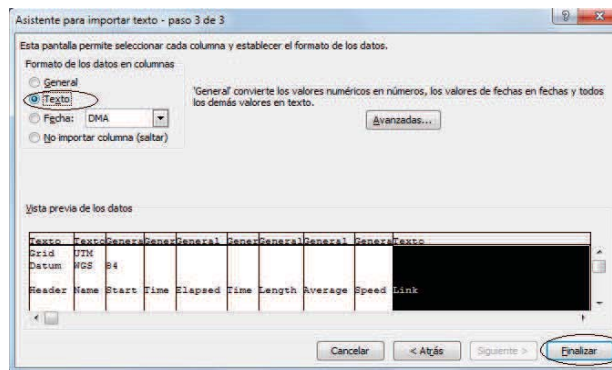


Figura 36: Formato de datos en columnas “texto”.



- A continuación se podrá visualizar el archivo “.txt” desde Microsoft Office Excel, del cual en esta ocasión solo usaremos las coordenadas de cada uno de los puntos, para crear una nueva hoja de Excel y colocarles una elevación de 359 m.s.n.m extraída de las cartas topográficas suministradas por el IGVS.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Grid	UTM												
2	Datum	WGS	84											
3														
4	Header	Name	Start	Time	Elapsed	Time	Length	Average	Speed	Link				
5														
6	Track:	bordepaocar	00:00:00		104 km		0 kph							
7	Header	Position	Time	Altitude	Depth	Temperature	Leg	Length	Leg	Time	Leg	Speed	Leg	Course
8														
9														
10	Trackpoint	19	P	591752	1097362									
11	Trackpoint	19	P	591753	1097362	1 m	115°	true						
12	Trackpoint	19	P	591755	1097361	2 m	98°	true						
13	Trackpoint	19	P	591757	1097362	2 m	45°	true						
14	Trackpoint	19	P	591757	1097364	2 m	347°	true						
15	Trackpoint	19	P	591756	1097365	1 m	323°	true						
16	Trackpoint	19	P	591761	1097365	4 m	92°	true						
17	Trackpoint	19	P	591762	1097364	2 m	130°	true						

Figura 37: Visualización del archivo “bordepaocachinche.txt” en Excel y Coordenadas de puntos a utilizar.

	A	B	C	D	E
1	N° PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	Cota (m)	
2	1	591752	1097362	359	
3	2	591753	1097362	359	
4	3	591755	1097361	359	
5	4	591757	1097362	359	
6	5	591757	1097364	359	
7	6	591756	1097365	359	
8	7	591761	1097365	359	
9	8	591762	1097364	359	
10	9	591763	1097363	359	
11	10	591765	1097363	359	
12	11	591765	1097362	359	
13	12	591767	1097362	359	
14	13	591769	1097364	359	
15	14	591772	1097363	359	
16	15	591772	1097362	359	
17	16	591772	1097361	359	
18	17	591772	1097360	359	
19	18	591773	1097360	359	
20	19	591773	1097359	359	

Figura 38: Puntos de perilago obtenidos con coordenadas UTM y elevación de 359 m.s.n.m.



- **Creación del archivo de puntos:**

- Agrupar tanto los puntos obtenidos en las mediciones realizadas en la batimetría del embalse, como los obtenidos del perilago del mismo en un archivo de Microsoft Office Excel, de manera tal que comiencen desde la primera fila y columna de cada hoja como recomendación, ordenados de la siguiente manera: N° de punto, Coordenada Este (UTM), Coordenada Norte (UTM), y Nivel (m.s.n.m) como se muestra en la Figura ().

	A	B	C	D	E
	N°	ESTE	NORTE	NIVEL	
1	1	591285	1096768	355.1	
2	2	591318	1096820	356.3	
3	3	591324	1096777	353.4	
4	4	591358	1096792	353.1	
5	5	591373	1096851	354.7	
6	6	591397	1096903	356.8	
7	7	591412	1096952	356.9	
8	8	591443	1096900	350.8	
9	9	591464	1096857	350.1	
10	10	591486	1096774	347	
11	11	591498	1096688	347.5	
12	12	591480	1096624	349.1	
13	13	591465	1096535	349.1	
14	14	591526	1096609	348.4	
15	15	591583	1096676	348	

Figura 39: Datos de puntos agrupados en Microsoft Office Excel.

- Una vez creada la carpeta en el Disco Local C, se recomienda guardar el archivo de puntos obtenido “MISPUNTOS.xls” en ella, para facilitar el trabajo al momento de añadirlos a una capa de Puntos en el software Arcgis.

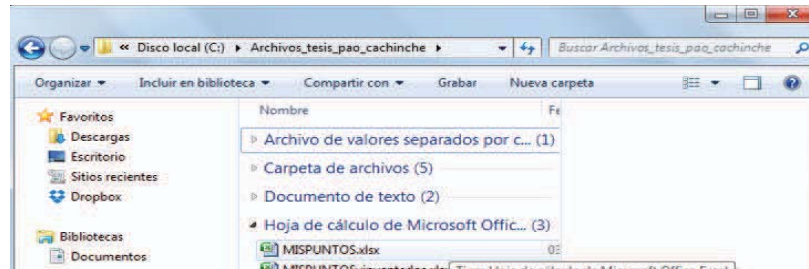


Figura 40: Archivo “MISPUNTOS.xls2 guardado en la carpeta del Disco Local C.

- **Inserción de puntos obtenidos de GOOGLE EARTHS:**

Se insertaron los puntos del perilago del embalse en Arcgis para poder delimitarlo, creando el borde del mismo mediante un polígono tal como se muestra en el procedimiento descrito a continuación:

- Abrir ArcMap.
- Cerciorarse que esté presente el icono “ADD XY Data”, ubicado en la segunda fila de la parte superior en ARCGIS 10, como se muestra en la Figura 41.

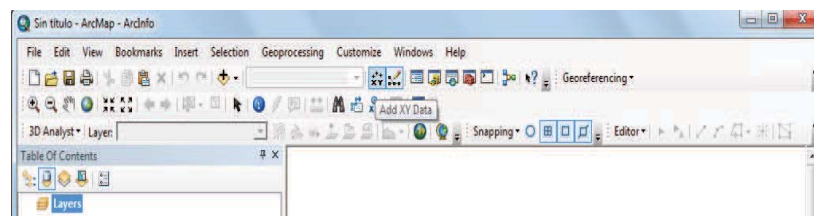


Figura 41: Icono de ADD XY Data.



- Hacer Clic en el icono ADD XY Data, donde se desplegara una ventana que permite:
 - o Explorar la ubicación del archivo deseado “MISPUNTOS.xls” y añadir la hoja que se desea utilizar “PERILAGO”.

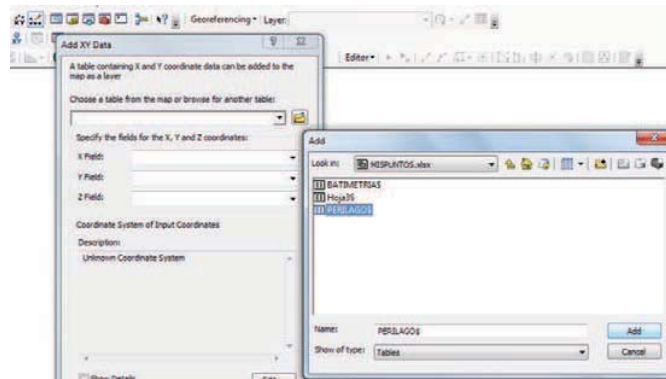


Figura 42: Añadir la hoja “PERILAGO” del archivo “MIS PUNTOS”

- o Seleccionar las coordenadas X, Y, Z de los puntos añadidos como:
Este, Norte y Nivel.

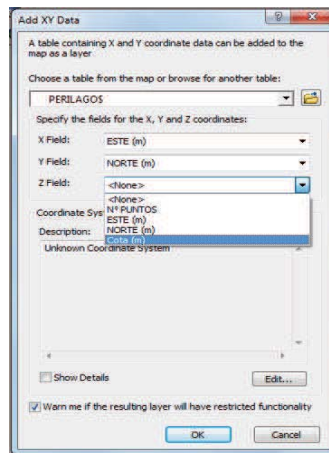


Figura 43: Especificación en la carpeta de las coordenadas X, Y, Z.



- Agregar la proyección o georeferenciación de dichos puntos como: “Sistema de Coordenadas Proyectadas, UTM, WGS 1984, Hemisferio Norte, Huso 19”.

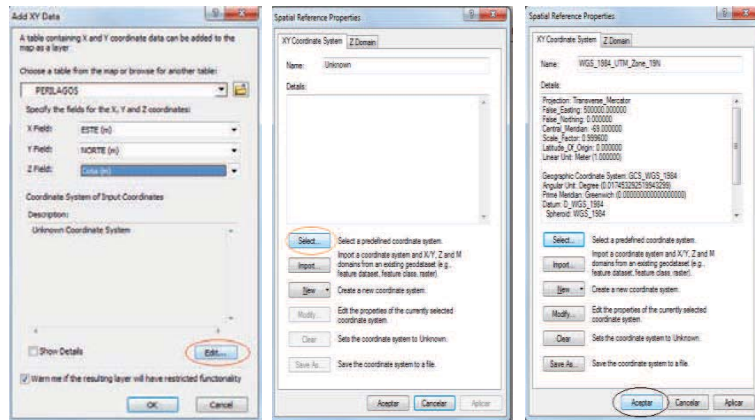


Figura 44: Georeferenciación de los puntos añadidos en Arcgis.

- Hacer clic en el botón “Ok” tanto a la ventana antes mencionada, como al botón de aceptar de la siguiente ventana; y se generará la capa de puntos que delimitan al embalse, junto a su visualización.

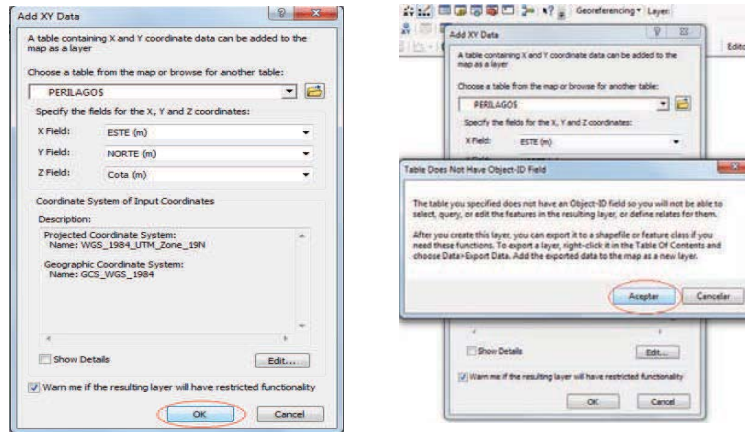


Figura 45: Aceptar la información que se desea colocar a los puntos.

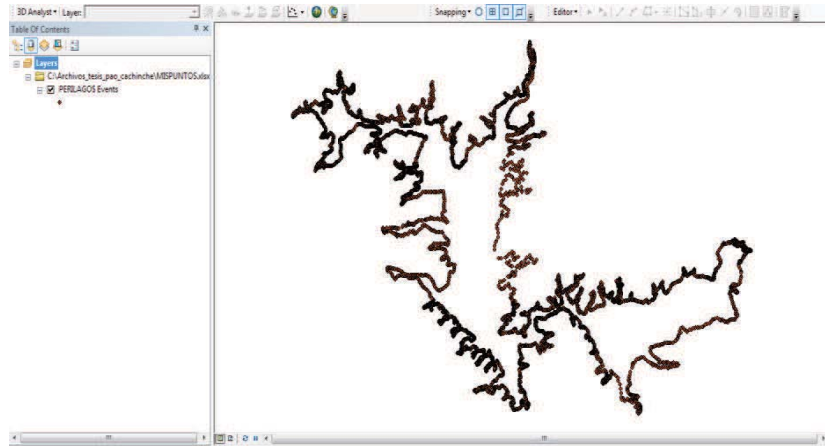


Figura 46: Visualización de los puntos que limitan al Embalse Pao Cachinche obtenidos de la imagen satelital de GOOGLE EARTH.

- **Inserción de los puntos medidos en campo:**

De la misma manera, siguiendo el procedimiento anterior se representaran los puntos obtenidos de la batimetría realizada en el embalse, obteniéndose el siguiente resultado:

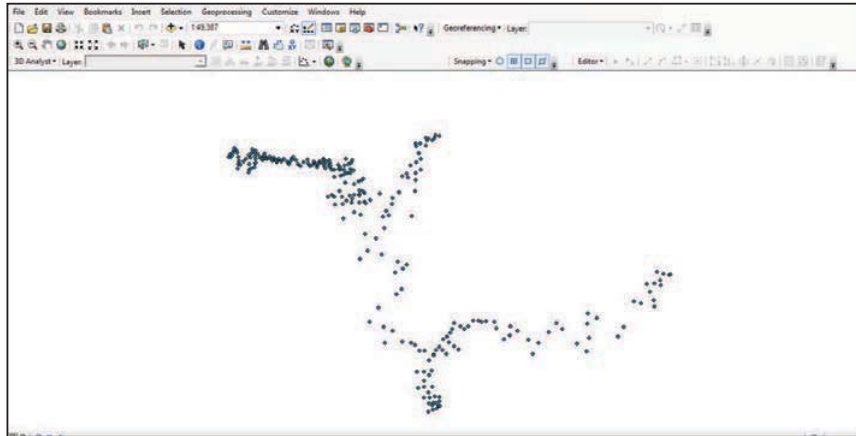


Figura 47: Representación de puntos de Batimetría Obtenidos en el Embalse Pao Cachinche.

Para ver la tabla de atributos de los puntos representados, hacer clic derecho sobre la capa de puntos deseada ubicada en la tabla de contenidos “Table Of Contents” y seleccionar la opción “Open Attribute Table”.

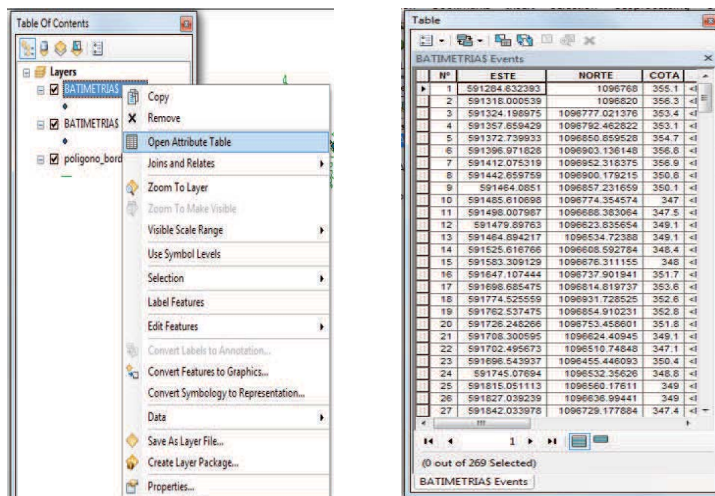


Figura 48: Tabla de atributos o descripción de las características de los puntos representados.



Una vez añadidos los puntos que delimitan el embalse, para unirlos se procede a la creación de un polígono:

- Hacer clic en el icono ARCToolbox window y seleccionar Data Mnagemet Tools.

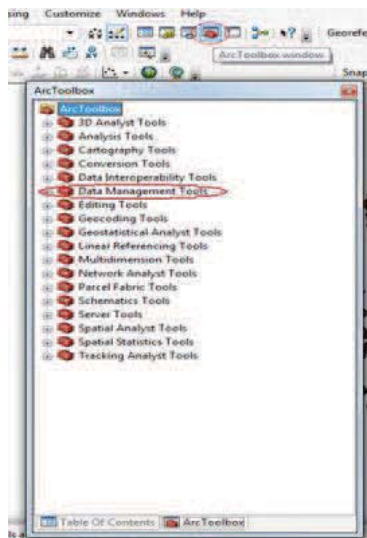


Figura 49: Selección del icono ARCToolbox window, - Data Mnagemet Tools.

- Hacer clic en Feature, y se desplegará una lista de herramientas de las cuales se seleccionara “Points To Line” para indicar y añadir los puntos que se desean convertir en líneas de polígono; se recomienda tildar siempre la opción “Close Line Optional” para que se cierre y además guardarlo en la carpeta creada en el disco local, por ultimo hacer clic en el botón Aceptar.

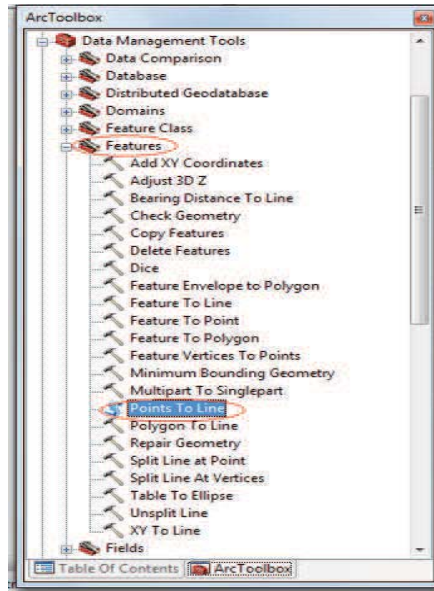


Figura 50: Selección de Feature - Points To Line.

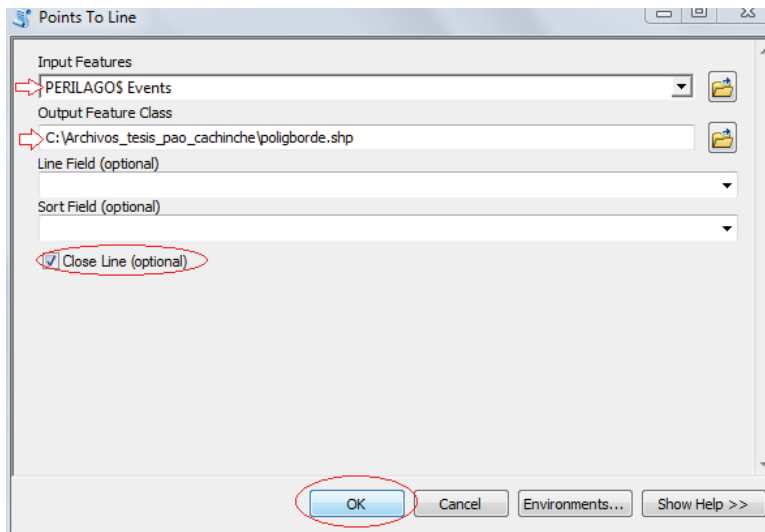


Figura 51: Selección de el archivo de puntos añadidos y su la ubicación del archivo de salida, tilde de la opción para cerrar el polígono.

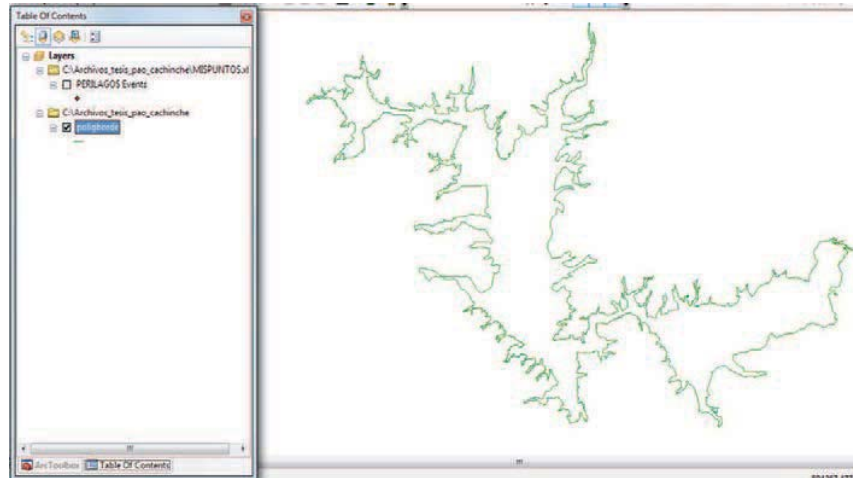


Figura 52: Visualización de las líneas que une los puntos de delimitación del embalse.

- Seguidamente hacer clic en la herramienta Feature To Polygon, e introducir el archivo de líneas creado en el paso anterior; seleccionar la ubicación del disco local C donde será guardado y “Aceptar”.

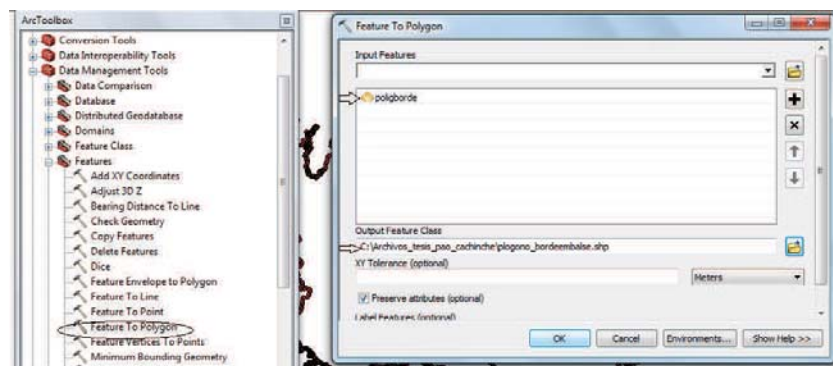


Figura 53: Conversión de líneas a Polígono.

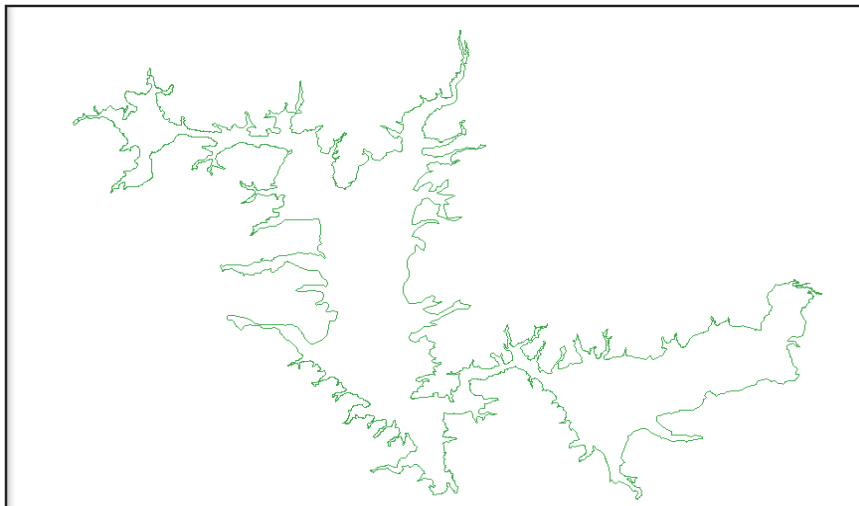


Figura 54: visualización del polígono que representa el borde del embalse.

- **Representación de los puntos medidos sobre la poligonal que representa su delimitación:**

Se deben representar los puntos obtenidos de la batimetría realizada en el embalse, sobre el polígono que lo delimita para crear finalmente el plano de ubicaron de puntos.

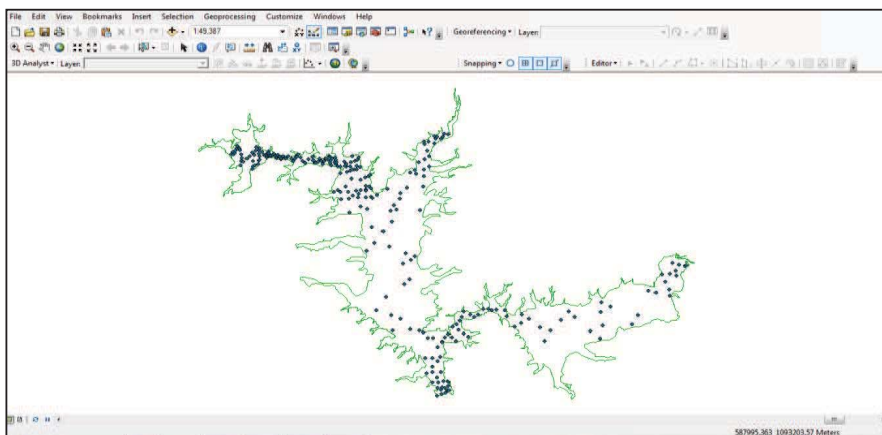


Figura 55: Representación de puntos de batimetría y polígono de delimitación del embalse.



2. Georeferenciación de cartas topográficas:

Para representar los puntos obtenidos de la batimetría realizada sobre el área de inundación de diseño del embalse, se requirió la georeferenciación de las cartas topográficas suministradas por el (IGVSB), cuyo proceso consiste en la obtención e inserción de puntos de control, representación geográfica del embalse:

- **Obtención de puntos de control:**

Debido a que son imágenes escaneadas, se requieren agregar puntos de control que se ajusten a la escala y ubicación del plano de manera automática. Ya que estas imágenes están representadas en un sistema convencional de coordenadas REGVEN, y el sistema en el cual fueron creados los puntos que la componen es CANOA se requirió la conversión de dichos puntos de CANOA a REGVEN, siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

Convertidor de CANOA a REGVEN:

- Ubicar los Cuatro puntos de control en cada una de las cartas topográficas, y tabularlos en una hoja de Microsoft Excel.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHÉ, ESTADO CARABOBO

GUAFALITO NE CANOA			EL NAIPE NO CANOA		
PUNTO	ESTE	NORTE	PUNTO	ESTE	NORTE
1	597000	1105000	1	583000	1105000
2	597000	1097000	2	583000	1097000
3	609000	1105000	3	595000	1105000
4	609000	1097000	4	595000	1097000

COGOLLAR SE CANOA			EL AMPARO SO CANOA		
PUNTO	ESTE	NORTE	PUNTO	ESTE	NORTE
1	597000	1096000	1	583000	1096000
2	597000	1088000	2	583000	1088000
3	609000	1096000	3	595000	1096000
4	609000	1088000	4	595000	1088000

Figura 56: Puntos de Control de cada una de las cartas topográficas en CANOA.

- Usar el navegador de preferencia y hacer clic en el siguiente enlace para abrir el convertidor Online de coordenadas:
<http://www.sumapa.com/geocalc/geocalc.cfm?ai=Venezuela&ao=Venezuela>.



Figura 57: Convertidor Online de Coordenadas



- Seleccionar la región Venezuela y el Datum del sistema de coordenadas planas o proyectadas tanto de origen como destino: “LA CANOA / UTM zone 19N (24719)” y “REGVEN / UTM zone 19N (2202)”.



Figura 58: Selección de la región y sistema de coordenadas de origen y destino.

- Ingresar las coordenadas del punto de la siguiente manera: ESTE “espacio” Norte; seleccionar el formato de salida y hacer clic en el botón Convertir.



Figura 59: Punto ingresado y selección de formato de salida.



- A continuación se cargara la siguiente página, donde se muestran las coordenadas del punto convertido.

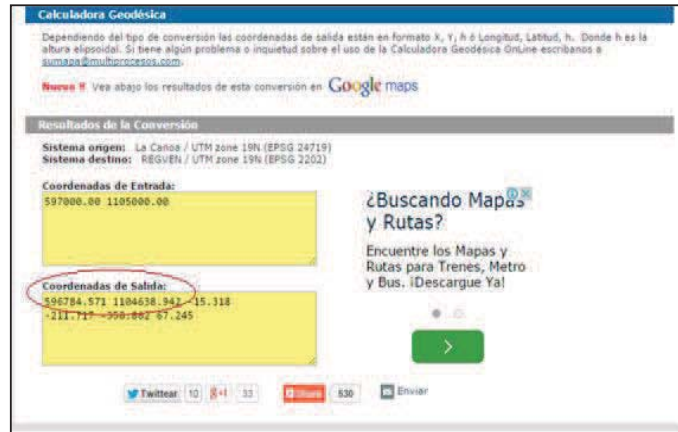


Figura 60: Coordenadas del Punto Convertido en REGVEN

- Se repite el Procedimiento para cada uno de los 16 puntos de control, y se obtienen las siguientes coordenadas que serán las utilizadas en el proceso de georreferenciación.

GUAFALITO NE CANOA					EL NAIPE NO CANOA				
PUNTO	ESTE	NORTE	REGVEN		PUNTO	ESTE	NORTE	REGVEN	
1	597000	1105000	596784.6	1104638.9	1	583000	1105000	582784.5	1104638.9
2	597000	1097000	596784.6	1096638.9	2	583000	1097000	582784.5	1096638.9
3	609000	1105000	608784.6	1104638.9	3	595000	1105000	594784.6	1104638.9
4	609000	1097000	608784.6	1096638.9	4	595000	1097000	594784.6	1096638.9
COGOLLAR SE CANOA					EL AMPARO SO CANOA				
PUNTO	ESTE	NORTE	REGVEN		PUNTO	ESTE	NORTE	REGVEN	
11	597000	1096000	596784.6	1095638.9	1	583000	1096000	582784.5	1095638.9
12	597000	1088000	596784.6	1087638.9	2	583000	1088000	582784.5	1087638.9
13	609000	1096000	608784.6	1095638.9	3	595000	1096000	594784.6	1095638.9
14	609000	1088000	608784.6	1087638.9	4	595000	1088000	594784.6	1087638.9

Figura 61: Coordenadas de todos los puntos de control en REGVEN.



- **Representación Geográfica del Embalse Pao Cachinche:**

La representación geográfica del embalse comprende: recortar la imagen a formato “.tiff”, añadir y georreferenciar la imagen en el software ArcGis y representar los puntos de batimetría sobre las catas topográficas ya georreferenciadas:

Recorte de Imagen en formato “.tiff”:

Recortar las cartas suministradas de manera digital por el IGVS: 65451 neregven, 65451 noregven, 65451 seregven, 65451 soregven, y guardar como archivo de extensión “.tiff”

- Buscar la carpeta donde se encuentran ubicadas las cartas y hacer clic derecho a la imagen, seleccionar abrir con: cualquier editor de imagen.

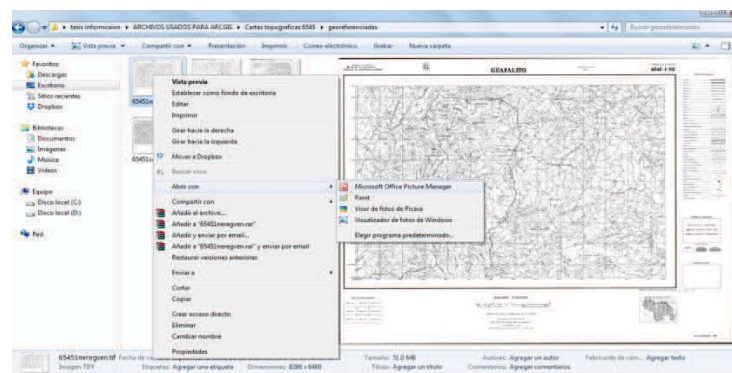


Figura 62: Ubicación de Cartas Topográfica.

- Una vez abierta la imagen en el editor, hacer clic en el icono “Editar Imágenes” y seleccionar la opción “Recortar”, ubicada en la parte derecha del editor.

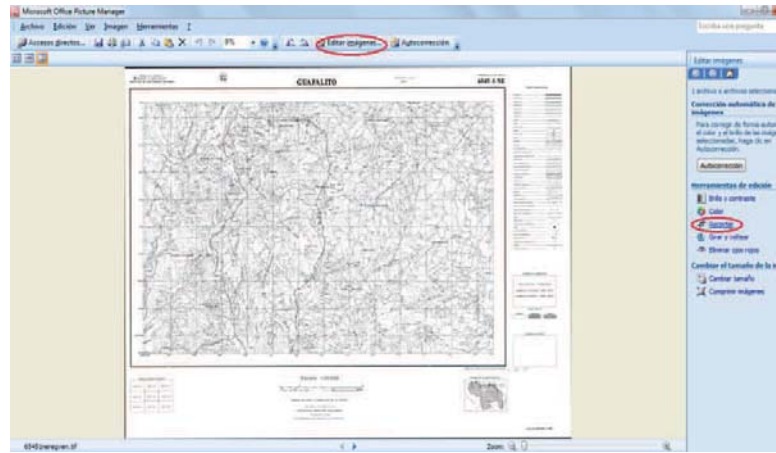


Figura 63: Editor de imágenes - Opción Recortar.

NOTA: Antes de recortar, se recomienda realizar una copia de la carta utilizada en su formato original para respaldar y poder visualizar las coordenadas de los puntos del control en el proceso de Georeferenciación.

- A continuación se procede a recortar la imagen como se muestra en la Figura 64:

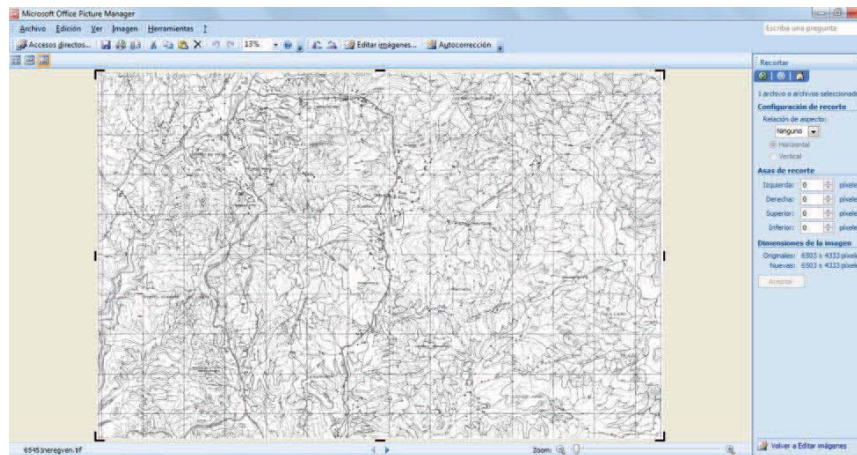


Figura 64: Carta Topográfica Recortada.



- Para finalizar, se guarda la imagen en la carpeta creada en el Disco C “Archivo_tesis_pao_cachinche” en formato “.tiff”.
- Se repite el procedimiento para cada una de las 4 cartas topográficas que comprenden el Embalse Pao Cachinche a una escala 1:25.000.

Añadir y georreferenciar la imagen al software ArcGis.

- Abrir el ArcMap
- Hacer Click en el icono Add Data, y se desplegará un cuadro que permitirá seleccionar la imagen a georreferenciar, cuya extensión debe ser “.tiff”.

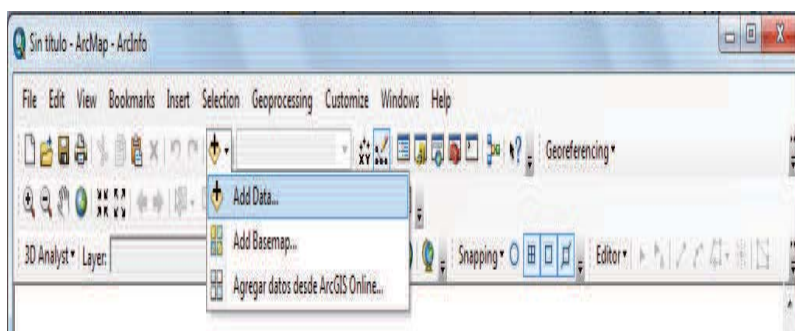


Figura 65: Icono Add Data.

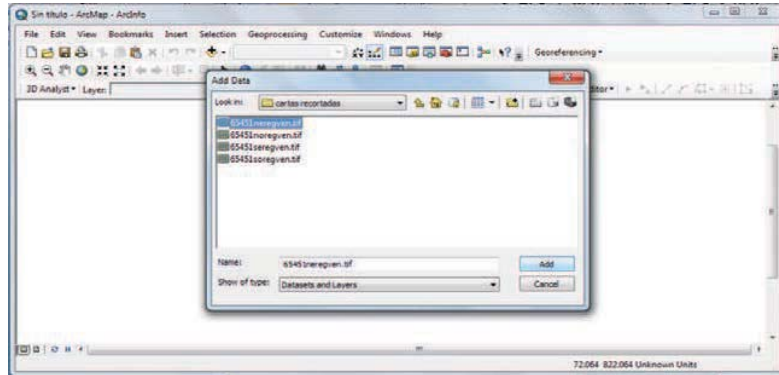


Figura 66: Agregar imagen en extensión “.tif”

- Al hacer clic en Add, se hace visible el cuadro de dialogo “Crear Pirámides”, que aparece cuando se está cargando por primera vez una imagen, dar clic en “Yess” y se generara un cuadro de Referencia Espacial Desconocida, luego hacer clic en “OK”.

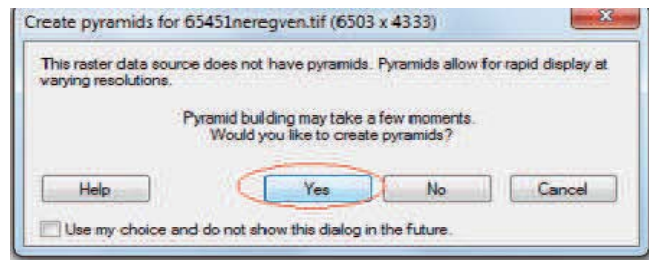


Figura 67: Cuadro de dialogo “Crear Pirámides2.

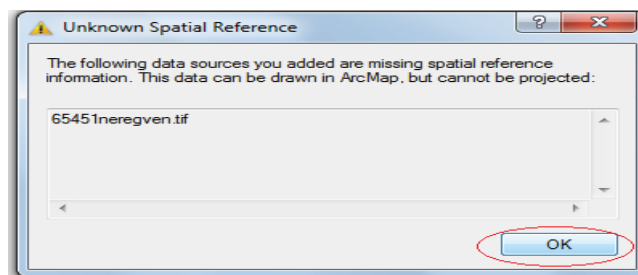


Figura 68: Cuadro de dialogo “Referencia Espacial Desconocida”



- Para habilitar la herramienta Georreferenciación, hacer clic derecho en la barra.

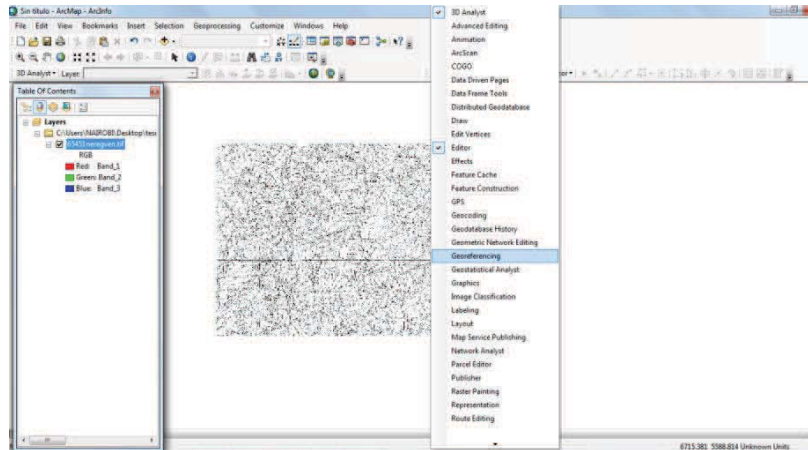


Figura 69: Barra para habilitar la herramienta Georreferenciación

- En la herramienta habilitada de Georreferenciación, hacer clic en el icono “Add Control Point” para añadir los puntos de control de la carta ya obtenidos.

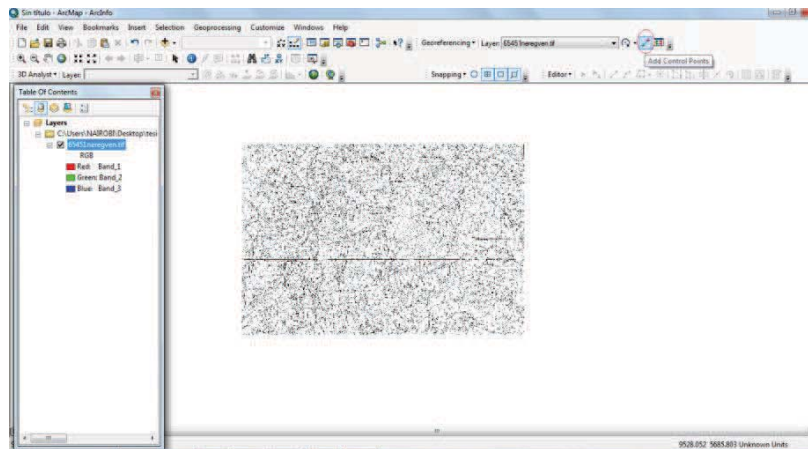


Figura 70: Comando “Add Control Point”.



- Hacer clic sobre la imagen en el primer punto de coordenadas conocidas, seguidamente hacer clic derecho en la cruz y seleccionar Input X and Y.

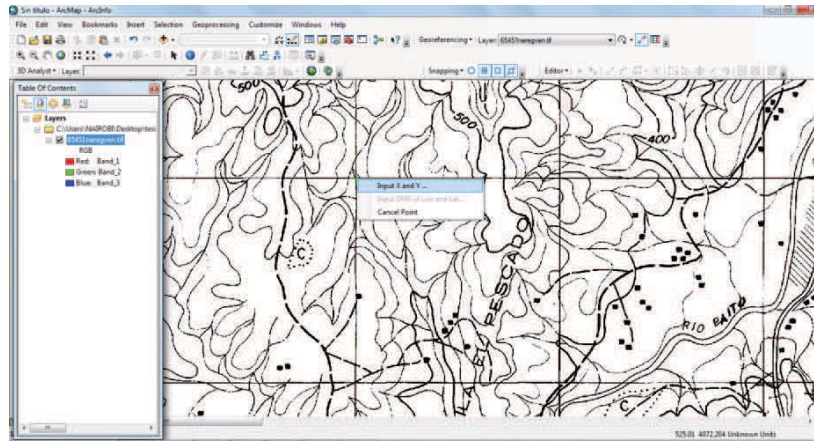


Figura 71: Comando Input X and Y.

- Ingresar las coordenadas del punto de control, siendo “X” la Coordenada Este y “Y” la Coordenada Norte.

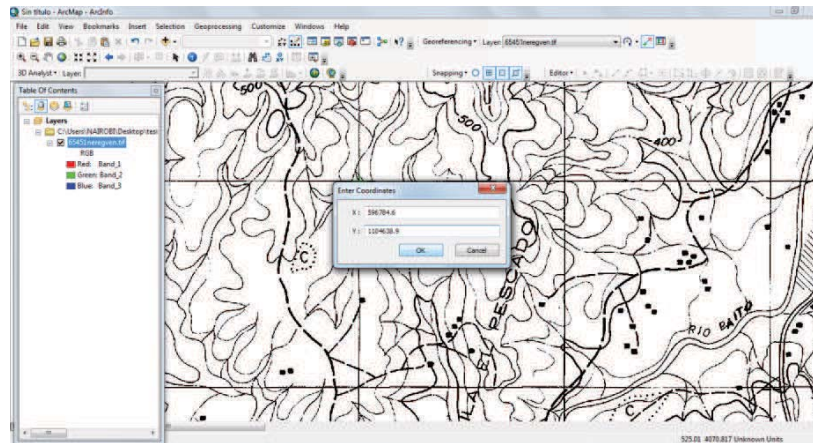


Figura 72: Ingreso de Coordenadas Este y Norte del punto.



- Al introducir la primera coordenada la imagen desaparece; para ubicarla: hacer clic derecho sobre la capa y seleccionar “Zoom To Layer”.

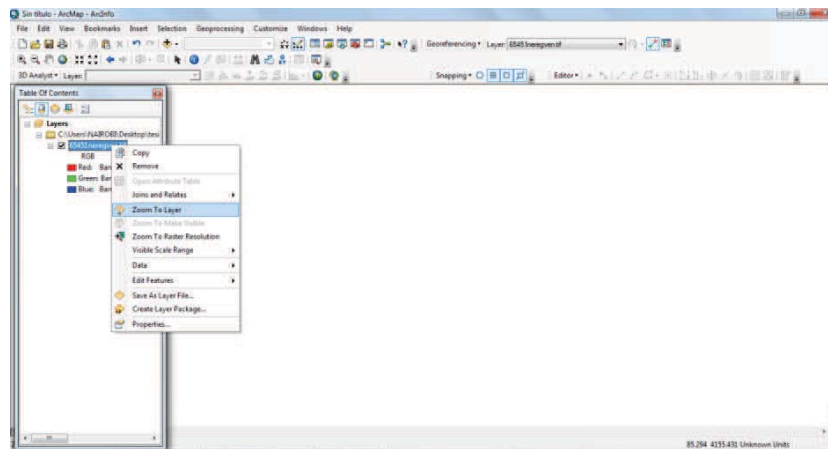


Figura 73: Búsqueda de imagen Zoom To Layer.

- Repetir el proceso para los puntos restantes de los 4 que se ubican en las esquinas de la imagen donde se conocen las coordenadas.
- Una vez ingresados los 4 puntos de control, hacer clic en visualizar tabla con enlace en la barra de georreferenciación y verificar que en la celda “Error Total RMS” exista un valor entre 0 y 3. Si es así, hacer clic en OK, en caso contrario, se tendrán que ingresar los puntos nuevamente hasta lograrlo.

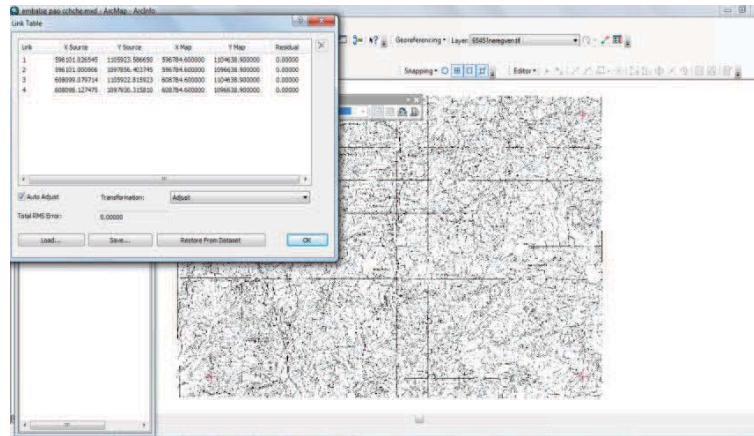


Figura 74: Verificación de RMS

- Para que la imagen tome la referencia ingresada a través de los 4 puntos, hacer clic en la barra de herramientas Georreferencing, y seleccionara la opción “Update Georreferencing”.

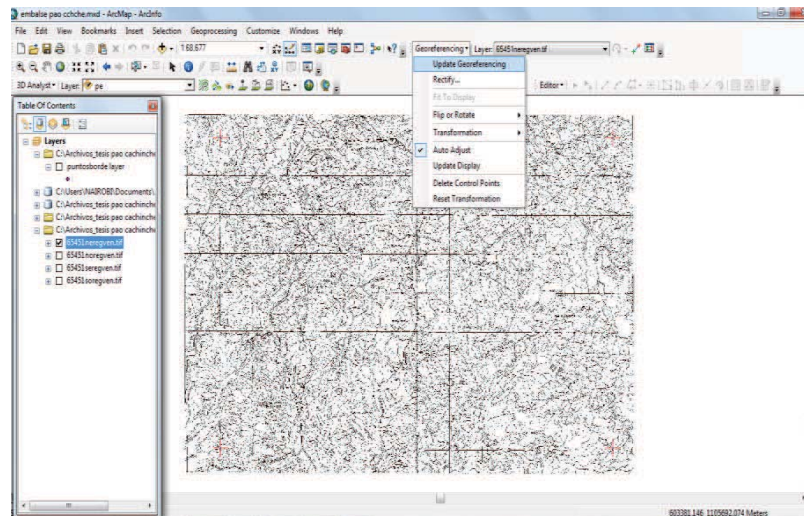


Figura 75: Validación de puntos de control.



- Insertar un Sistema de Referencia a la imagen, abriendo ArcCatalog - clic derecho sobre el archivo donde se está trabajando - seleccionar propiedades y Editar el renglón Spatial Referenc.

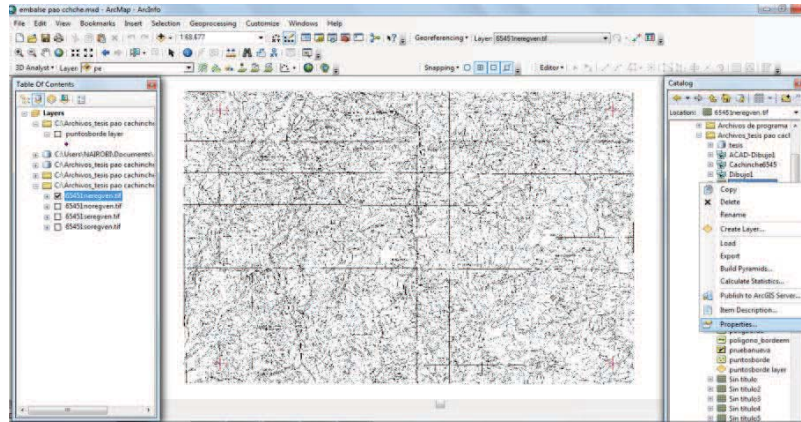


Figura 76: Propiedades del Archivo sobre el cual se está trabajando.

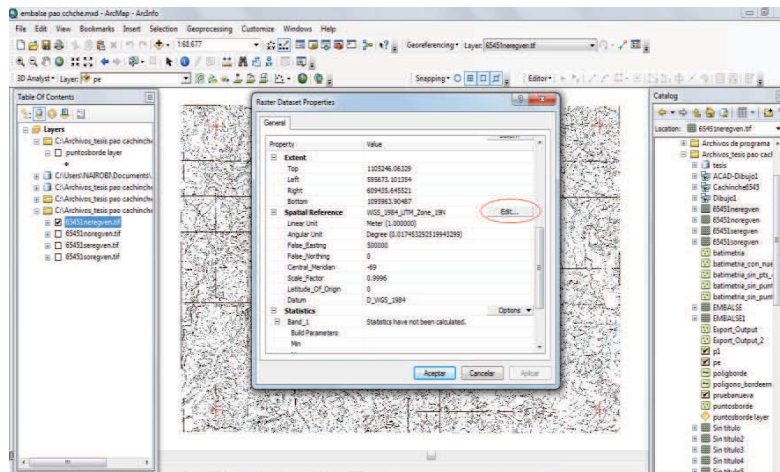


Figura 77: Edición del Sistema de Referencia

- Hacer clic en “Clear”, luego clic en importar y seleccionar un archivo que ya este georreferenciando, en este caso el archivo de puntos “MISPUNTOS”.

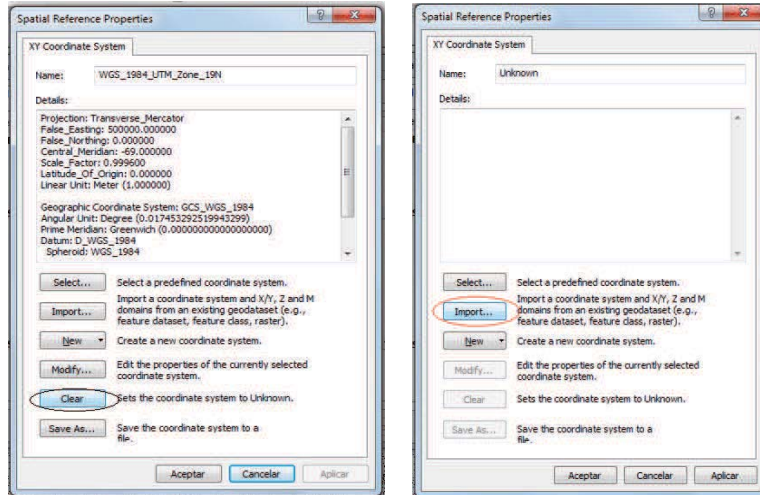


Figura 78: Selección de la opción importar.

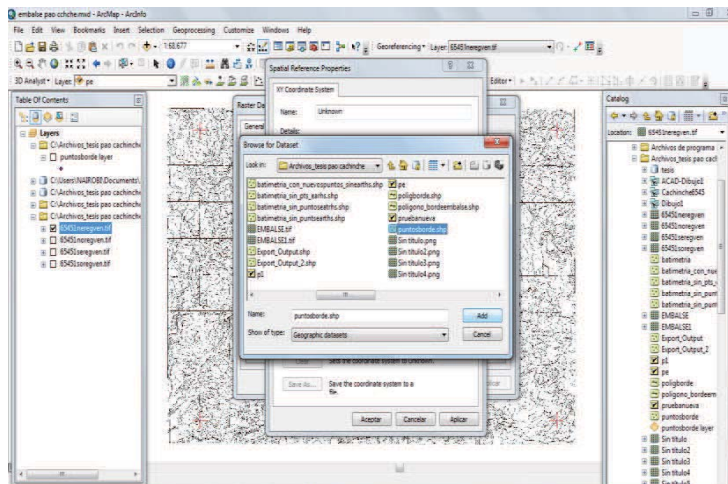


Figura 79: Selección del Archivo ya Georreferenciado “MISPUNTOS”.

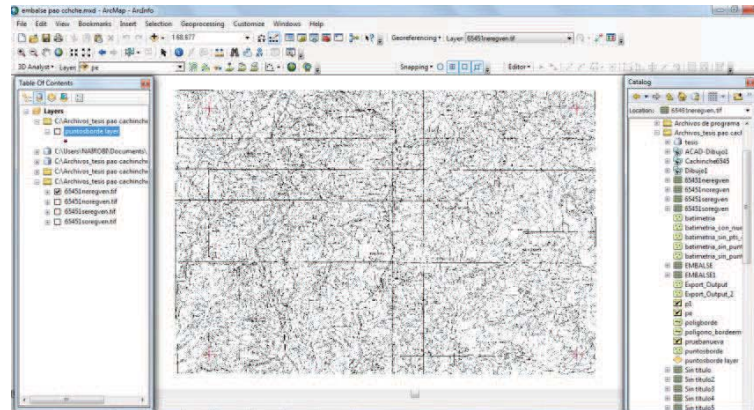


Figura 80: Carta Georreferenciada con Sistema de Coordenadas
Proyectadas UTM 19N.

- Repetir el procedimiento con las 3 Cartas Topográficas Restantes a escala 1:25000 que comprenden el Embalse Pao Cachinche y finalmente se obtiene la georreferenciación de las 4 cartas topográficas que constituyen el embalse Pao – Cachinche como se muestra:

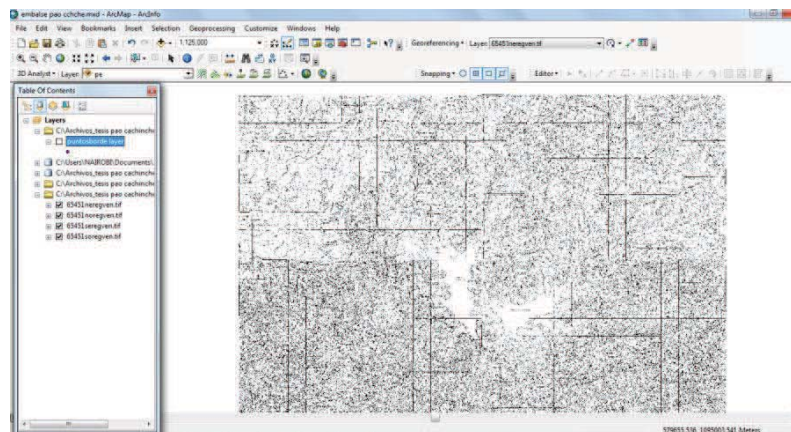


Figura 81: Cartas Georreferenciadas a escala 1:25000 que comprende el
Embalse Pao Cachinche.



Representación de puntos de batimetría sobre las cartas topográficas:

Una vez georreferenciadas las cartas, se procede a añadir la capa de puntos siguiendo el procedimiento de inserción de puntos antes explicado.

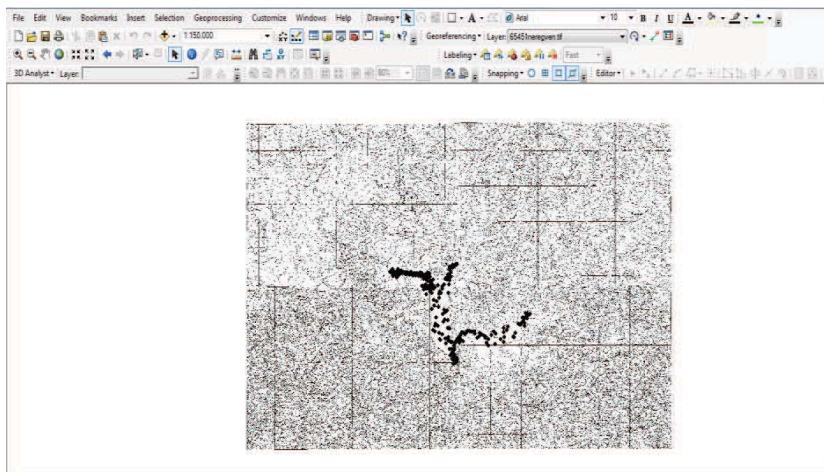


Figura 82: Ubicación de los puntos obtenidos de la batimetría, sobre cartas georreferenciadas.

3. Realización del plano de Secciones Transversales:

Una vez graficados los puntos obtenidos de la batimetría conjuntamente con el polígono que delimita el embalse (Ver Figura 83), se procede a la creación e identificación de las transectas o secciones transversales que representan el recorrido del itinerario de navegación de tipo “Zigzagante”, realizado por todo el embalse para la obtención de las mediciones.

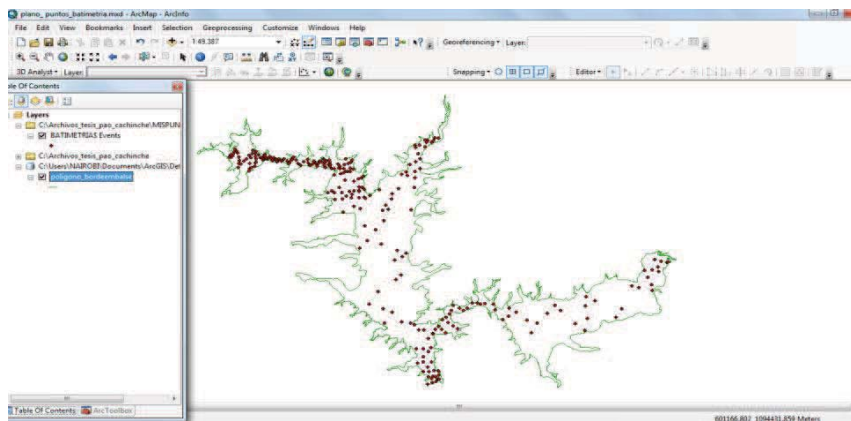


Figura 83: Puntos de batimetría y delimitación actual del embalse Pao - Cachinche.

- **Creación de Transectas:**

Para crear las líneas que representan las transectas de unión de los puntos antes mencionados, se realizó el siguiente procedimiento:

- Para añadir la capa de puntos: hacer clic en el icono “ArcToolbox window”, seleccionar “Data Management Tools” - clic en “Feature” y doble clic en “Point To Line”.

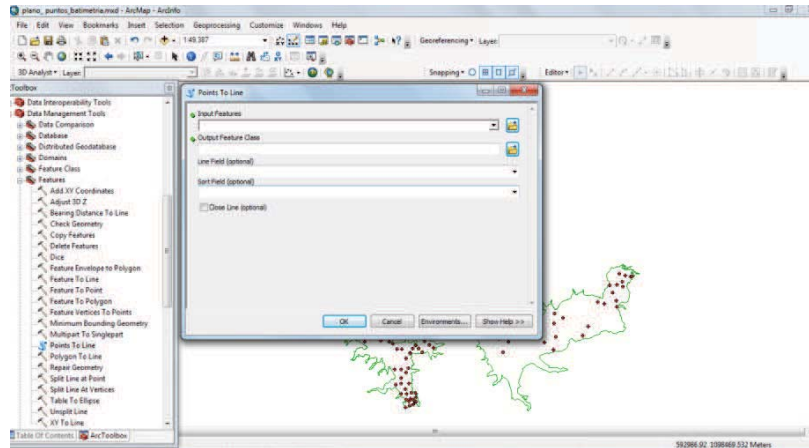


Figura 84: Selección de “Point To Line”.

- Insertar “BATIMETRIA.Events” y seleccionar la ubicación del archivo de líneas a generar y clic en OK.

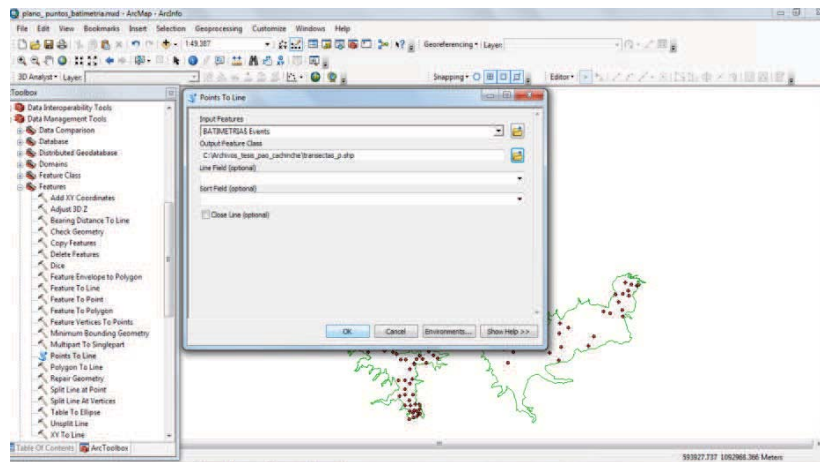


Figura 85: Creación de líneas.



- Hacer clic en la barra de edición “Editor” - “Start Editing”, seleccionar la capa de líneas generadas “transectas_puntos”- clic en OK.

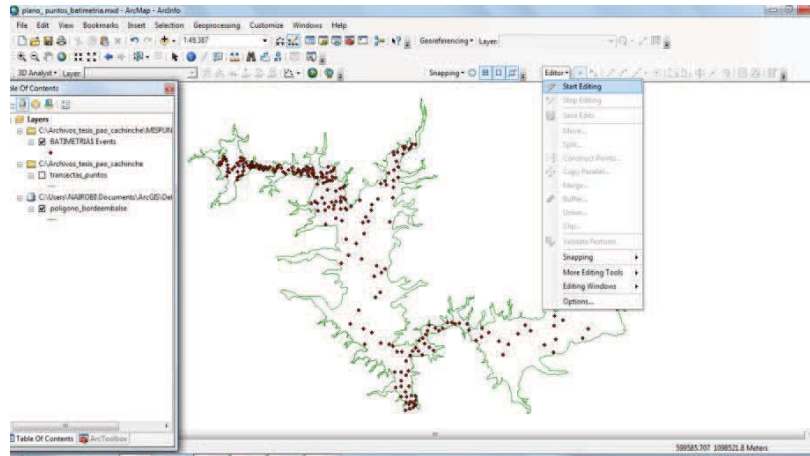


Figura 86: Editor - Start Editing.

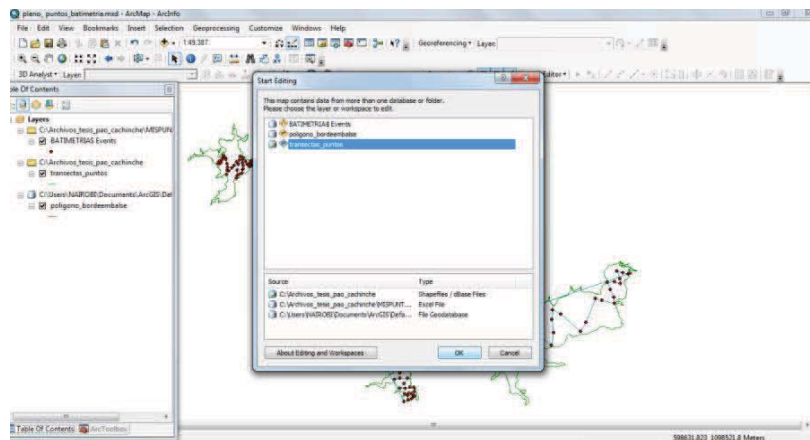


Figura 87: Selección de la capa de líneas generadas “transectas_puntos”.



- En la tabla de contenidos “Table Of Contents”, hacer clic derecho sobre la capa de líneas generadas “transectas_puntos” y seleccionar “Open Attribute Table”.

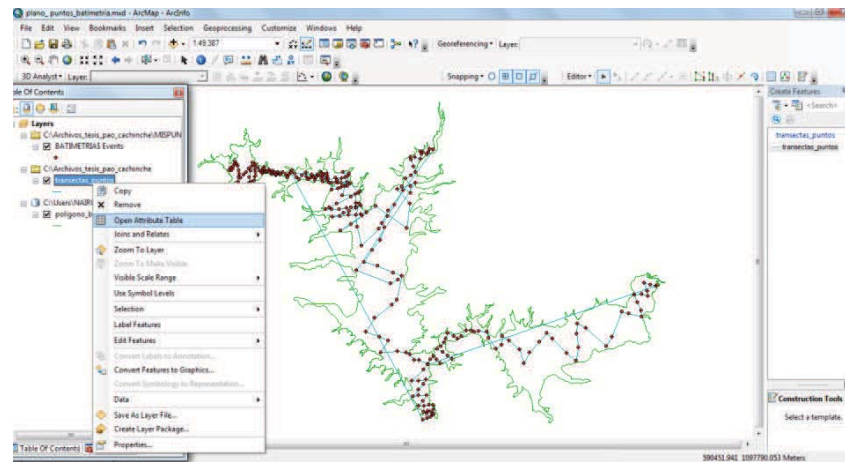


Figura 88: Selección de la herramienta “Open Attribute Table”.

- Seleccionar la Polilínea creada, y clic en el icono “Delete Selected” para borrarla y poder generar una nueva.

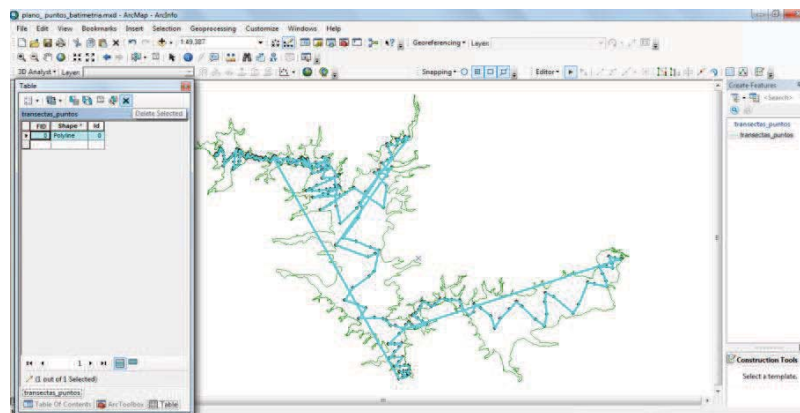


Figura 89: Eliminación de la polilínea creada.



- En la ventana ubicada del lado derecho de la pantalla “Create Feature”, hacer clic sobre “transectas_puntos” para comenzar a dibujar las transectas o líneas que unirán los puntos medidos en la batimetría realizada por todo el embalse.

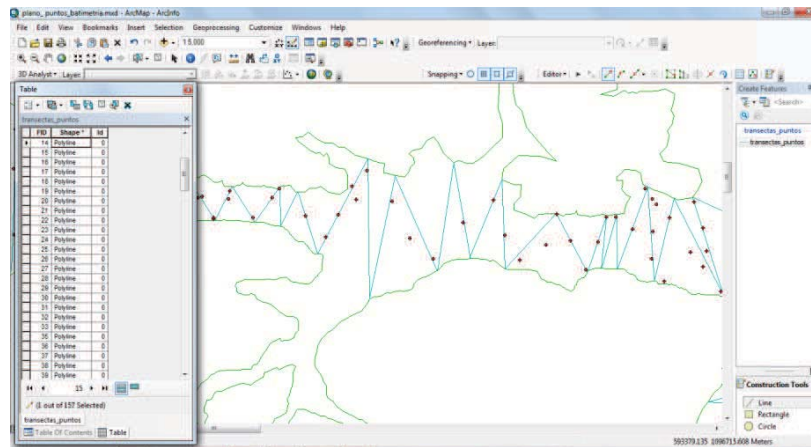


Figura 90: Creación de Transectas o Secciones Transversales.

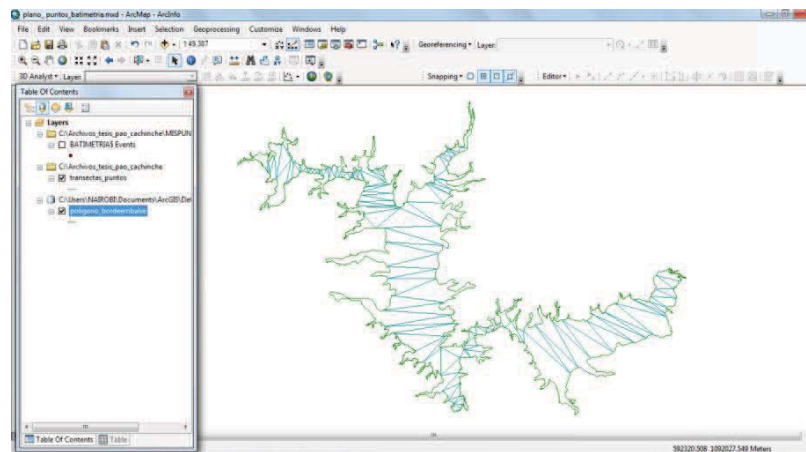


Figura 91: Transectas de embalse Pao – Cachinche.



- **Identificación de transectas:**

Cada una de las transectas generadas, fueron identificadas desde su punto de inicio hasta el de fin, es decir, desde el lado izquierdo al lado derecho del río como I – D, con el siguiente procedimiento:

- Hacer Clic en la herramienta “Insert” ubicada en la parte superior de la barra, luego hacer clic en la opción “text” y aparecerá un recuadro editable donde se colocará el nombre que corresponda a la esquina de la transecta.

NOTA: Este texto puede ser desplazado hasta el lugar de preferencia.

- Repetir este procedimiento en el resto de las transectas.

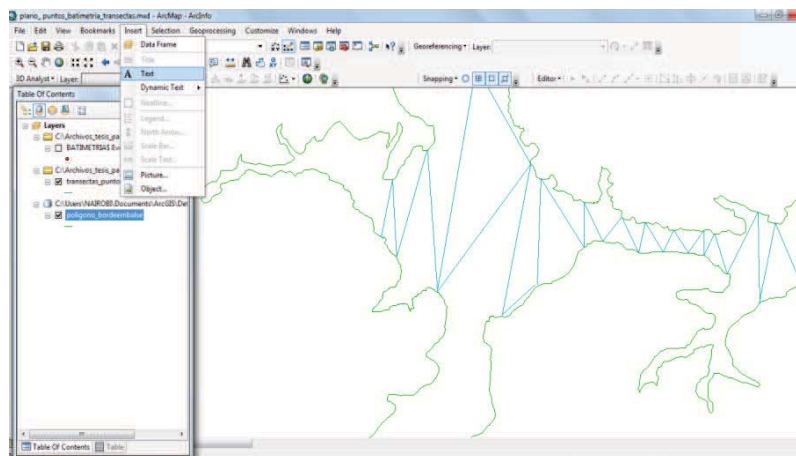


Figura 92: Selección de herramientas: “Insert” y “Text”.

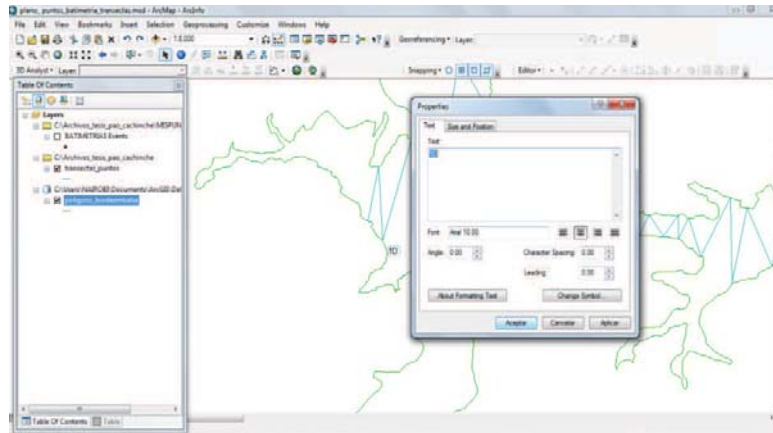


Figura 93: Identificación del punto de esquina derecha de la transecta “1D”.

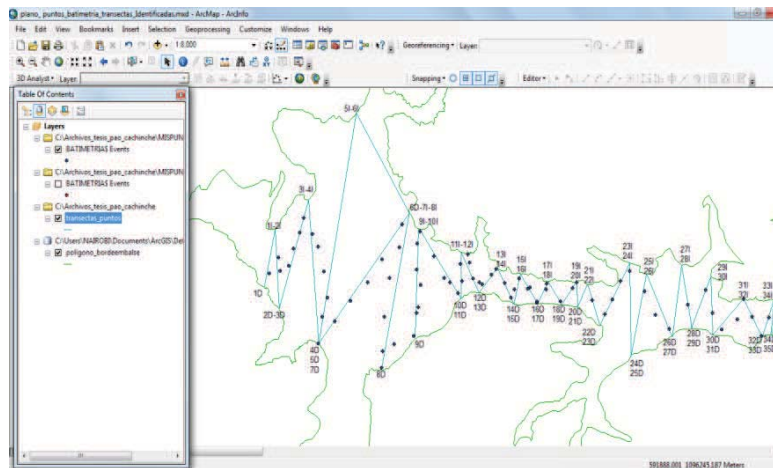


Figura94: Identificación de Transectas o secciones Transversales.



4. Realización del Plano de elevación del terreno actual del Embalse Pao - Cachinche:

Una vez delimitado el embalse y la ubicación de los puntos medidos, para crear las curvas de nivel que representan la elevación actual del terreno en el programa ARCGIS, se debe crear una superficie 3D representada por un TIN, siguiendo los pasos mostrados a continuación:

- **Creación del TIN:**

- Activar la extensión 3D Analyst, haciendo clic en Customize - Extensions, y tildar las opciones 3D Analyst y Spatial Analyst.

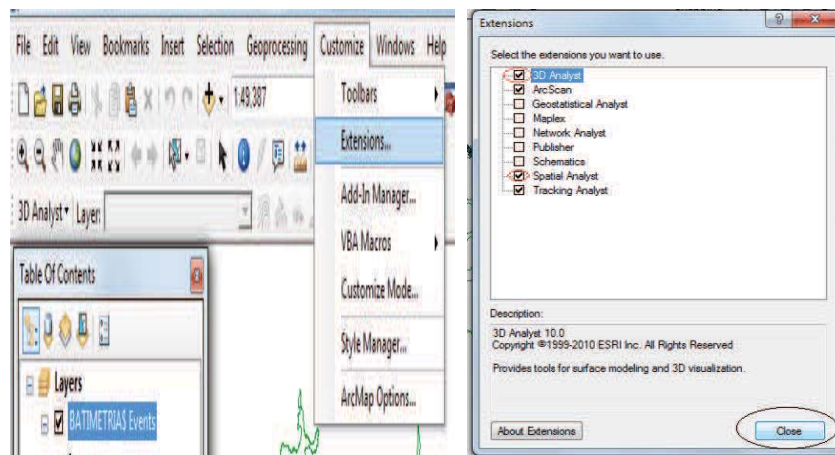


Figura 95: Activación de herramienta 3D Analyst y Spatial Analyst.

- Para crear el TIN: hacer clic en la herramienta ARCToolbox window - 3D Analyst Tools - Tin Management y doble clic en "Create TIN".

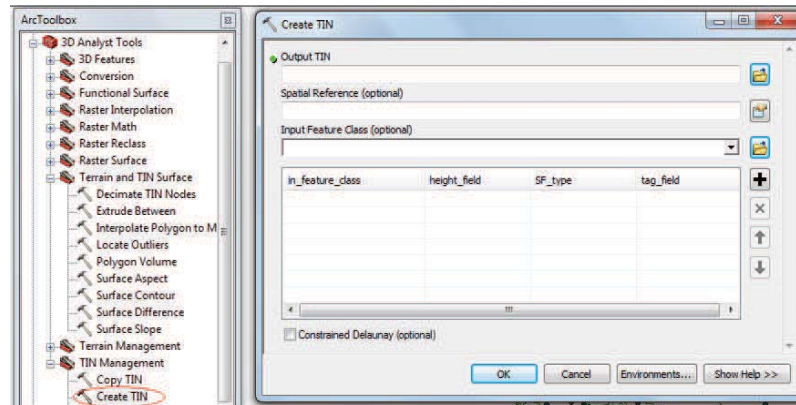


Figura 96: Selección de la herramienta “Create TIN”.

- Introducir los datos de entrada y salida del TIN, los cuales son:
 - Nombre del TIN: “tin_batimetria_PC”.
 - Sistema de referencia: “Sistema de Coordenadas Proyectadas, UTM, WGS 1984, Hemisferio Norte, Huso 19”.
 - Featurs deseadas: “polígono_bordeembalse” y “BATIMETRIA \$ Events”.
- Finalmente hacer clic en aceptar para que se genere la creación del TIN. (Ver Anexo (2)).

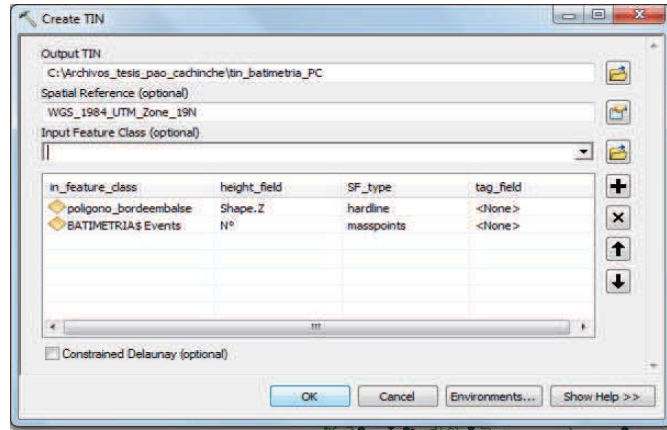


Figura 97: Datos de entrada y salida para la creación del TIN.

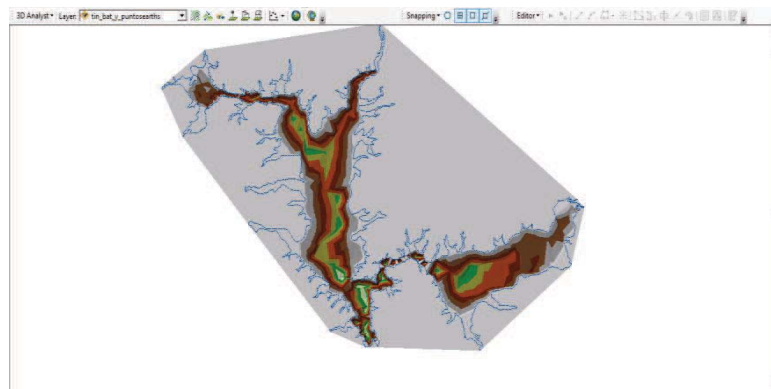


Figura 98: TIN creado “tin_batimetria_PC”.

- **Creación de Curvas de Nivel:**

Para crear las curvas de nivel en intervalos de 1m de profundidad que generan una mejor representación de la elevación del terreno del Embalse Pao – Cachinche, el procedimiento es el siguiente:



- Hacer clic en la herramienta ARCToolbox Window - 3D Analyst Tools
- Terrain and TIN Surface y seleccionar la herramienta “Surface Contour” haciendo doble clic sobre ella.

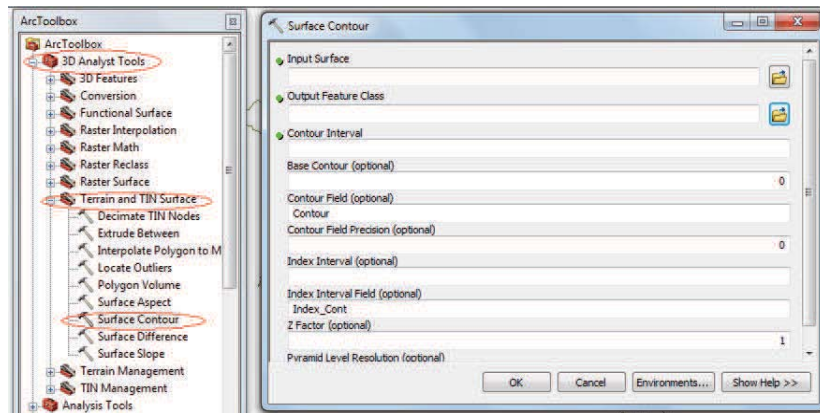


Figura 99: Selección de la herramienta “Surface Contour”.

- Introducir la superficie deseada: “tin_batimetria_PC”, cambiar la ubicación donde se desean guardar las curvas, e indicar el intervalo entre ellas que en este caso es 1m. Hacer clic en “Ok” para generarlas.

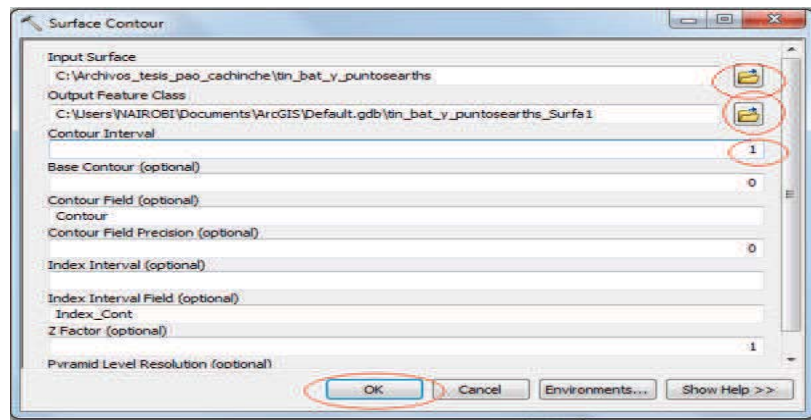


Figura100: Datos de las Curvas de Nivel: “tin_batimetria_PC”, e intervalo de 1m.

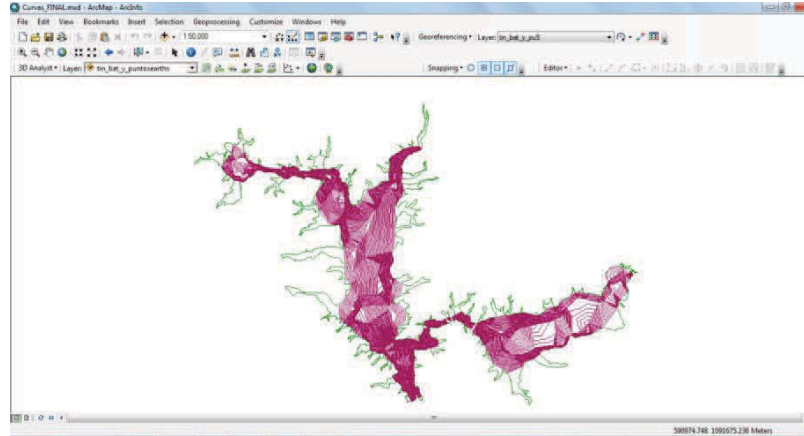


Figura 101: Curvas de Nivel Generadas en intervalos de 1m.

5. Realización del Plano de Representación de las Secciones Transversales:

Para representar la elevación del terreno del embalse Pao – Cachinche, en cada una de las transectas obtenidas de itinerario de navegación, se crearon secciones trasversales mediante su obtención con el software ArcGis, exportación y representación de los datos de dichas secciones en Excel y por último la indicación de la superficie del agua en cada una de ellas:

- **Creación de secciones transversales en ArcGis:**

- Abrir el archivo de ArcGis de las curvas de nivel, y añadir la capa de transectas “transectas_puntos”.

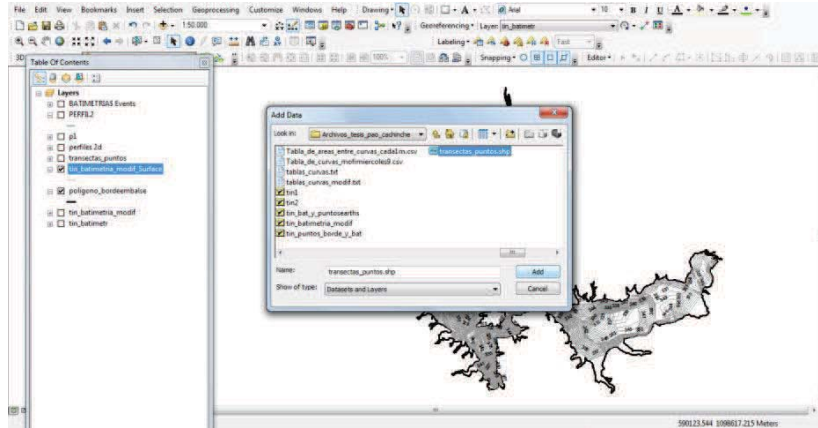


Figura 102: Añadir capa de transectas creada “Transectas_Puntos”.

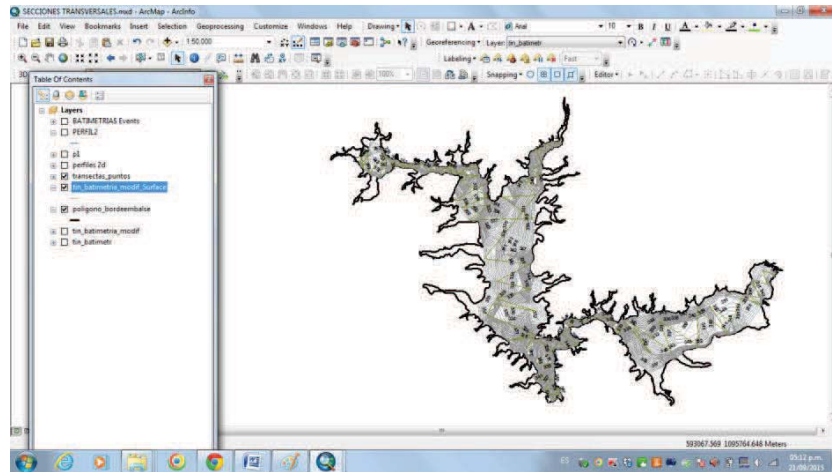


Figura 103: Curvas de nivel y transectas del Embalse.

- Hacer clic en el icono “ArcToolBoxes”, seleccionar “3D Analyst Tools”
 - “Functional Surface” y clic en la herramienta “Interpolate Shape”.

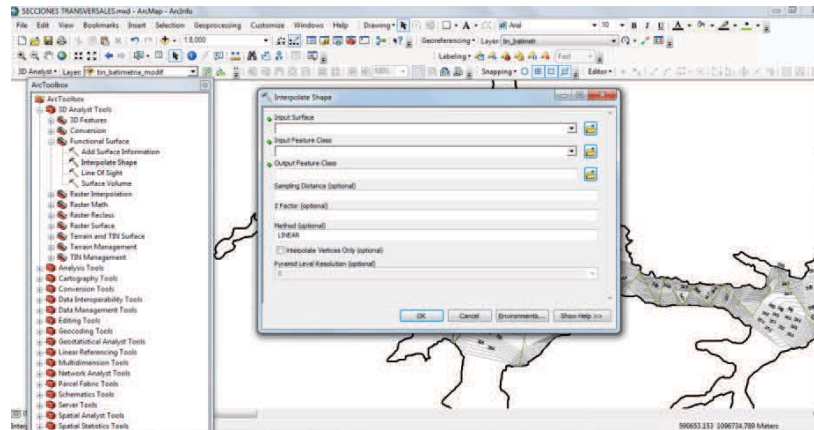


Figura 104: Selección de la herramienta “Interpolate Shape”.

- Añadir la superficie de curvas de nivel “tin_batimetr” y la capa de transectas “Transectas_puntos”; guardar en la Carpeta de disco local C y seleccionar OK.

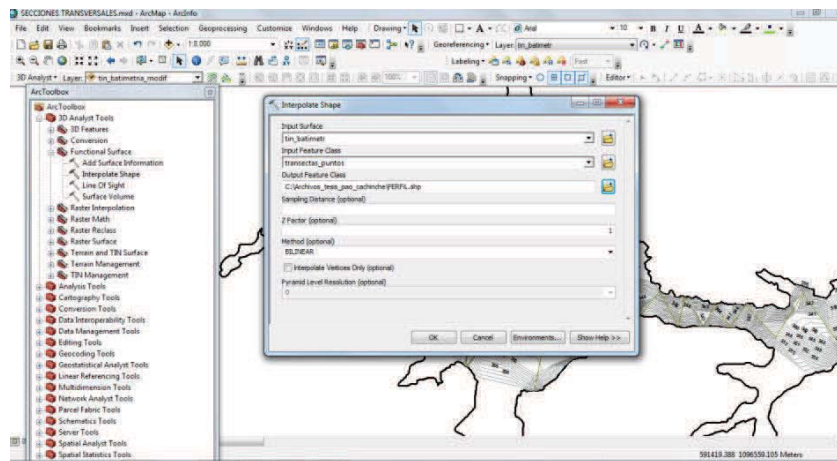


Figura 105: Añadir campos en “Interpolate Shape”.



- En la ventana “Table Of Contents”, destildar la capa “Transectas_puntos”, seleccionar “PERFIL2”, clic en el icono “Select Featuers by Rectangle” y seleccionar la transecta de la cual se desea obtener la representación de la sección transversal.

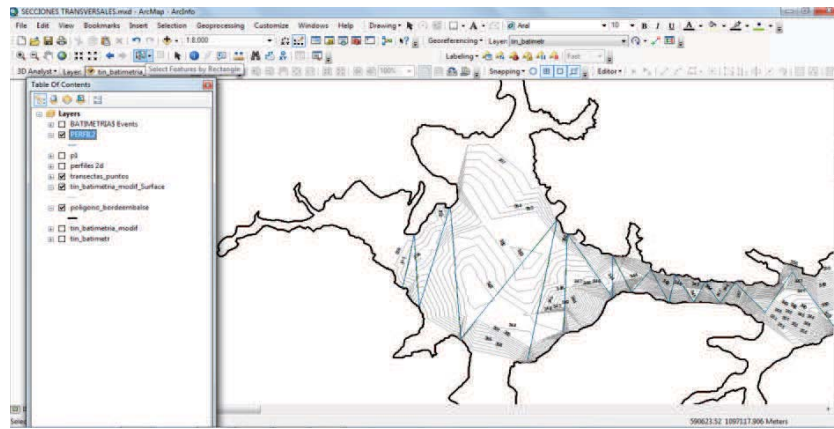


Figura 106: Selección del Icono “Select Featuers by Rectangle”.

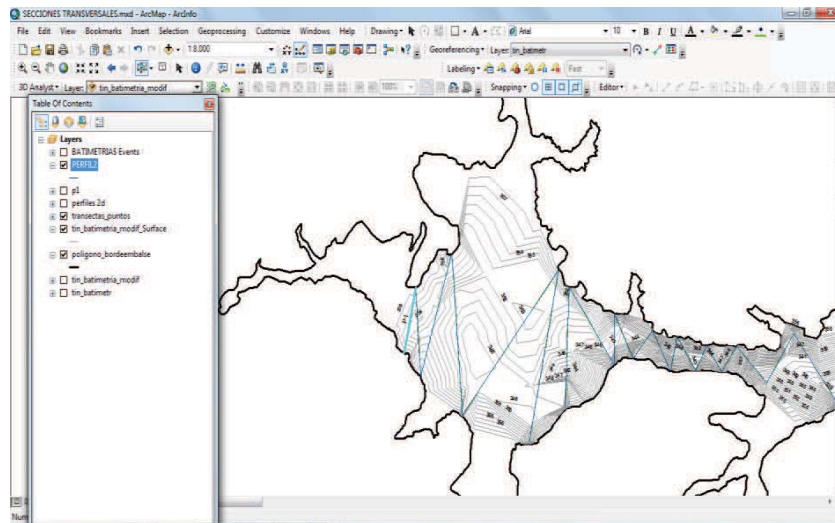


Figura 107: Selección de la transecta deseada.



- Para obtener el perfil de la transecta seleccionada hacer clic en el icono “Profile Graph”.

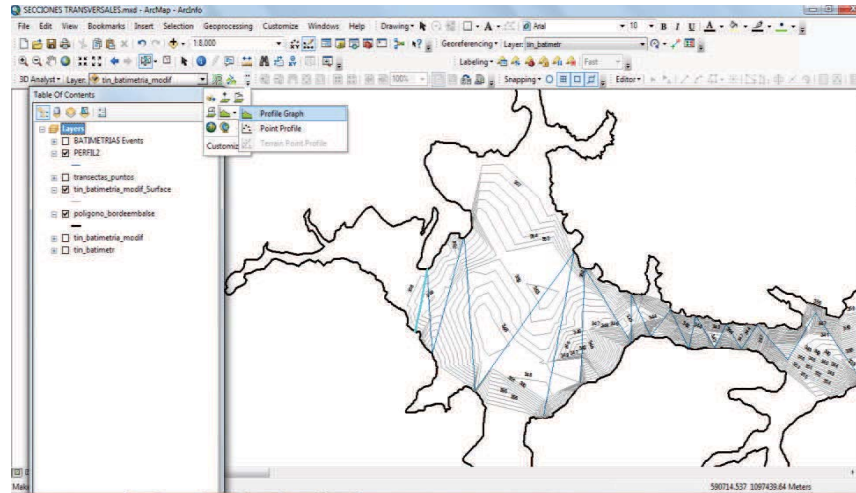


Figura 108: Selección del icono “Profile Graph”.

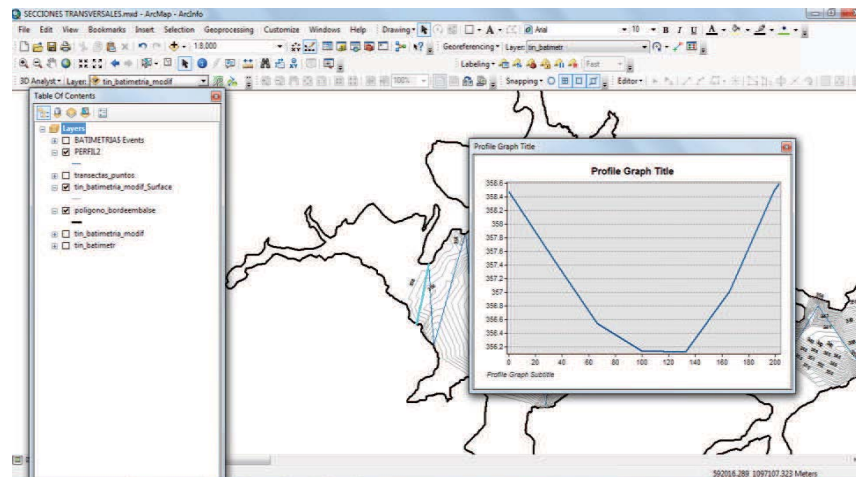


Figura 109: Perfil creado de la sección o transecta deseada.



- **Exportación y representación de datos de la sección generada en Excel:**

Exportación de datos en Excel:

- Hacer clic derecho sobre la sección generada y seleccionar la opción “Export”.

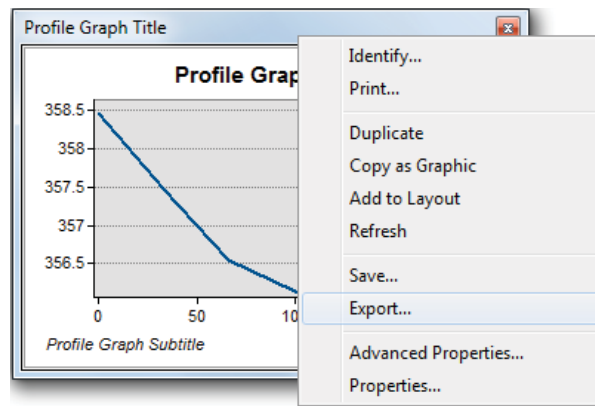


Figura 110: Selección de la opción “Export”.

- En el cuadro de dialogo generado “Export Dialog”, seleccionar la pestaña “Data” y la opción Format: Excel; hacer clic en “Save” para guardar e introducir la ubicación del archivo exportado.

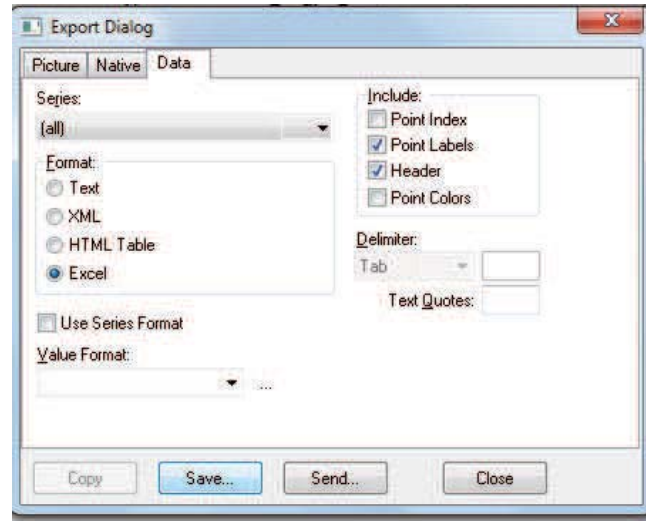


Figura 111: Selección del formato de los datos: Excel

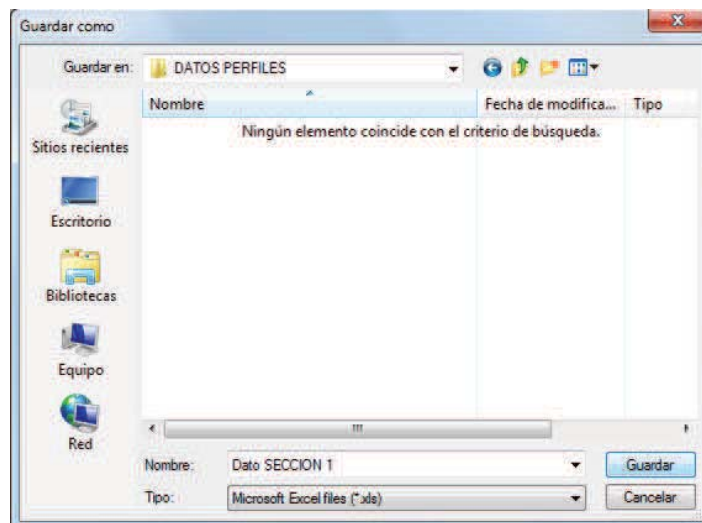


Figura 112: Ubicación del archivo exportado.

- Repetir el procedimiento para el resto de las transectas generadas.



Representación de datos en Excel:

Una vez exportados los datos de cada sección a una hoja en Excel, se procede a la inserción de un gráfico que permita su representación, además, se añade una serie de datos que representen la elevación de la superficie del agua en cada transecta, y se obtiene la sección como se muestra en la Figura 113.

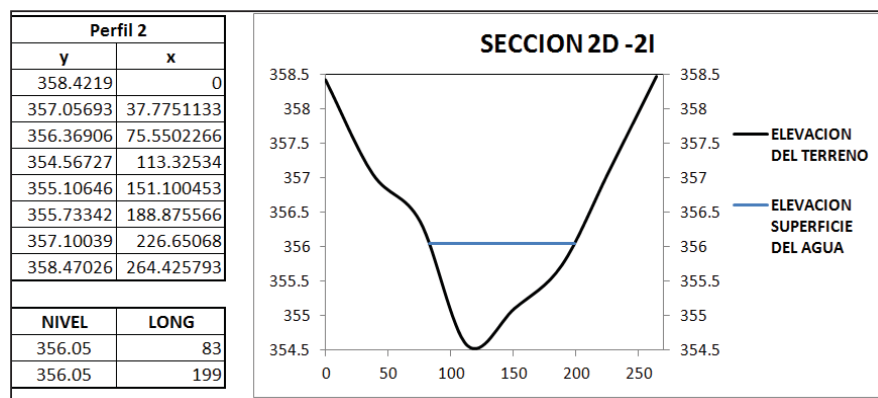


Figura 113: Representación de la sección transversal.

Fase IV: Creación de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual del Embalse Pao – Cachinche.

Para crear la curva nivel – área – capacidad del embalse Pao – Cachinche; se requirió la recolección de información referida a los parámetros de diseño y levantamientos batimétricos realizados anteriormente sobre el embalse, obtenidos de fuentes como organismos públicos mostrados en la Tabla 9, como sigue:



Tabla 9: Recolección de información de parámetros de diseño y levantamientos batimétricos anteriores.

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Año 1973.	Curva de Área – Capacidad de diseño del Embalse Pao - Cachinche	Gráfico de representación del nivel, área y capacidad de diseño inundables del embalse.	Como orientación para crear la Curva – Nivel – Área– Capacidad actual del Embalse Pao Cachinche.
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Departamento de Control de Fuentes Principales Año 1973.	Data Técnica del Embalse Pao – Cachinche.	Descripción resumida de los componentes y parámetros de diseño del embalse.	Para la representación de los diferentes niveles de diseño del Embalse Pao Cachinche en la curva nivel – área – capacidad actual.

La creación de la curva Nivel – Área – Capacidad actual del Embalse, comprende la obtención de áreas entre curvas de nivel generadas en ArcGis, creación de la curva Nivel – Área – Capacidad, y la representación de los niveles de diseño en la curva creada, como sigue:

- **Obtención de áreas entre curvas de nivel:**

Para obtener las áreas entre cada una de las curvas de nivel generadas, se siguieron los pasos mostrados a continuación:



Conversión de TIN a Raster:

- Hacer clic en la herramienta “ARCToolbox Window” – “3D Analyst Tools” – “Conversion” – “From TIN” y seleccionar la herramienta “TIN To Raster” haciendo doble clic sobre ella.

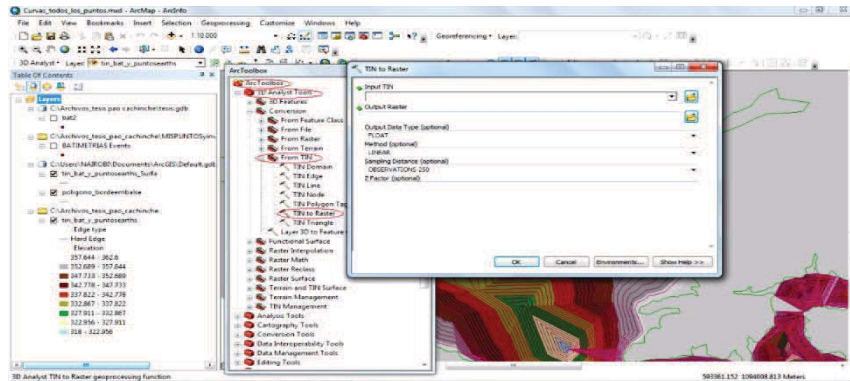


Figura 114: Selección de la herramienta “TIN To Raster”.

- Insertar el TIN que se desea convertir en Raster, y seleccionar “OK” para obtener el raster creado como se muestra en la Figura 115.

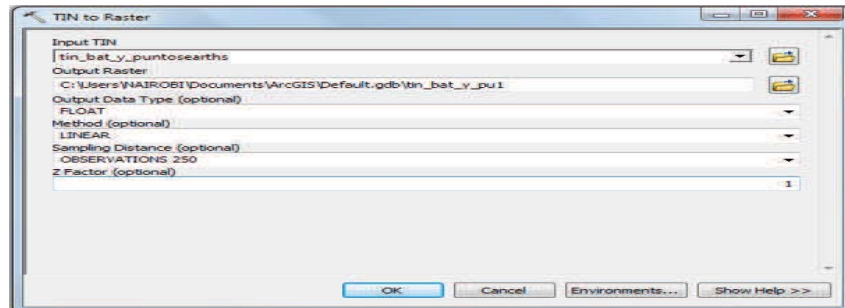


Figura 115: TIN “tin_bat_y_puntoseaths” a convertir a Raster.

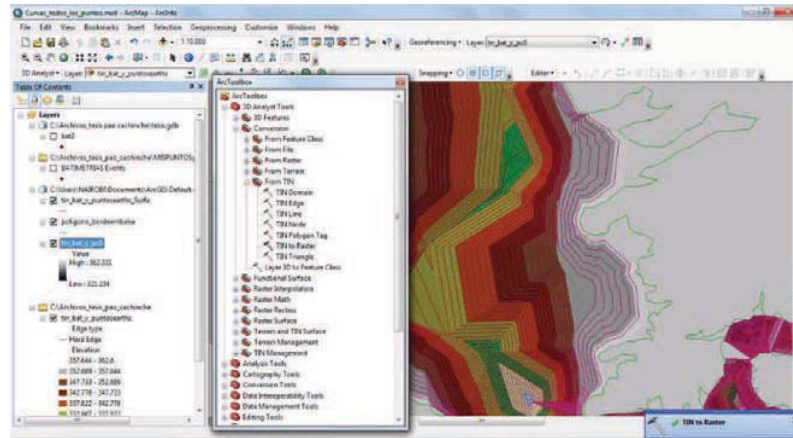


Figura 116: Raster Creado.

Obtención de áreas:

- Hacer clic en el icono “ArcToolbox” – “Spatial Analyst Tools” – “Zonal” y Seleccionar la herramienta “Zonal Statistics as Table” haciendo doble clic sobre ella.

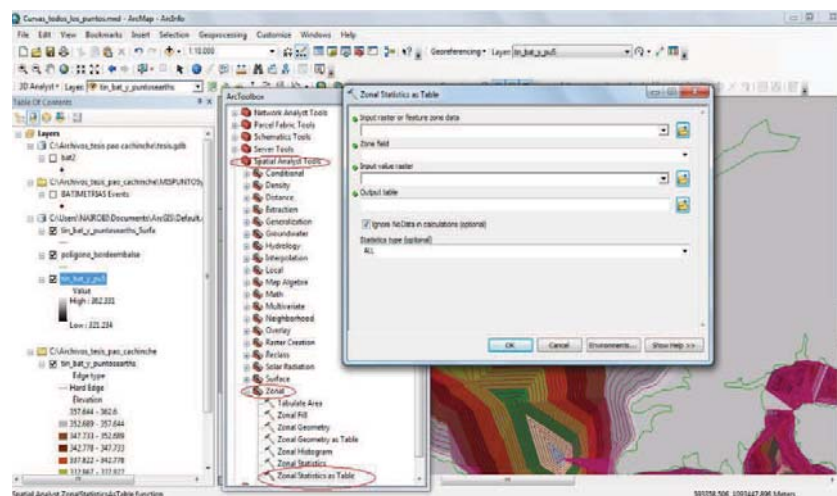


Figura 117: Selección de la herramienta “Zonal Statistics as Table”.



- Insertar el TIN y el Raster correspondiente para obtener las áreas entre las curvas de nivel, hacer clic en OK.

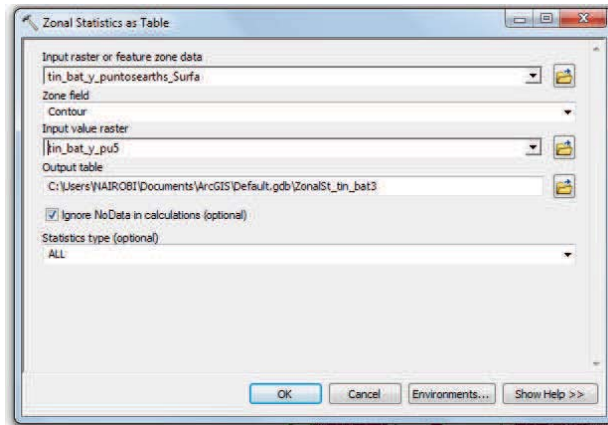


Figura 118: TIN Y Raster insertados

- En la tabla de contenidos “Table of Contents”, hacer clic derecho en “ZonalSt_tin_bat2” y seleccionar la opción “Open” para visualizar la tabla de las curvas de nivel con sus respectivas áreas correspondientes.

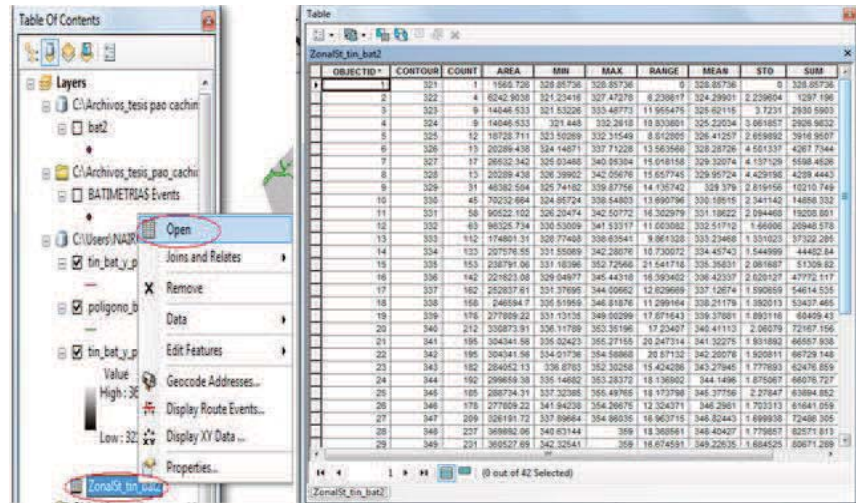


Figura 119: Tabla de datos de curvas de nivel.



- **Creación de la curva Nivel – Área – Capacidad:**

La creación de la curva nivel – área – capacidad comprende los procesos de: exportación de tablas de atributos, formulación de tabla de datos para la creación de las curvas, creación de la curva Nivel Vs. Área, creación de la curva Nivel Vs. Capacidad, creación de la curva Nivel – Área – Capacidad y la representación de los diferentes niveles de diseño de embalse sobre ella.

Exportación a Excel la tabla de atributos de las curvas de nivel generadas en ArcGis:

Para exportar a Excel las áreas obtenidas en la tabla de atributos de las curvas de nivel, se realizó el siguiente procedimiento:

Exportar en formato de texto “.txt”:

- Hacer clic en el icono “Table Options” y seleccionar “Export”; seguidamente se desplegará una ventana donde se debe seleccionar el lugar para guardar el archivo exportado, en este caso sobre la carpeta creada en el disco local C “Archivos_tesis_pao_cachinmche”.

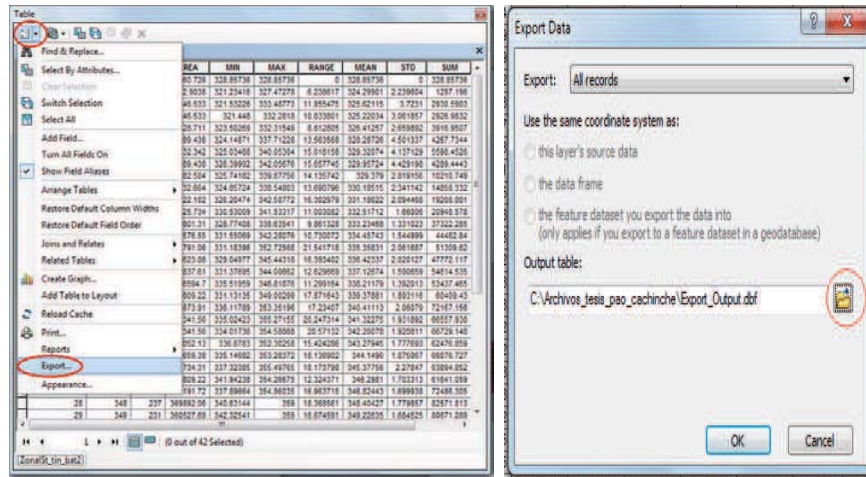


Figura 120: Selección de la opción “Export Data”.

- Insertar el nombre: “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m” y la extensión como será guardado: “Text File”; finalmente hacer clic en “Save” para aceptar.

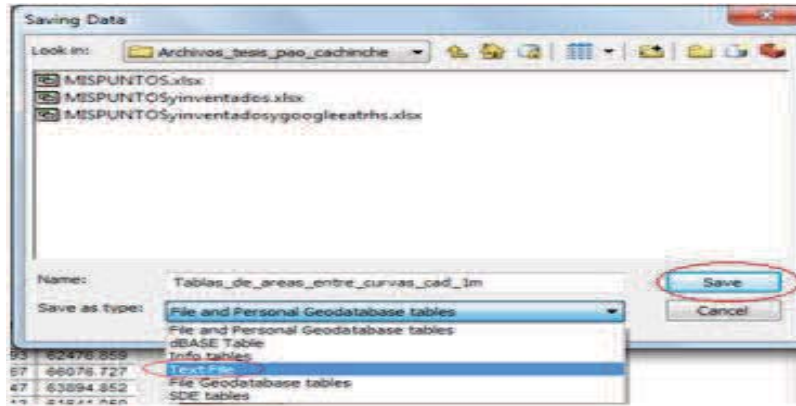


Figura 121: Archivo a exportar “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m.txt”.



- Para abrir el archivo exportado de texto en Excel, se siguió el procedimiento descrito anteriormente para ello, y finalmente lo mostrado en la Figura 121.

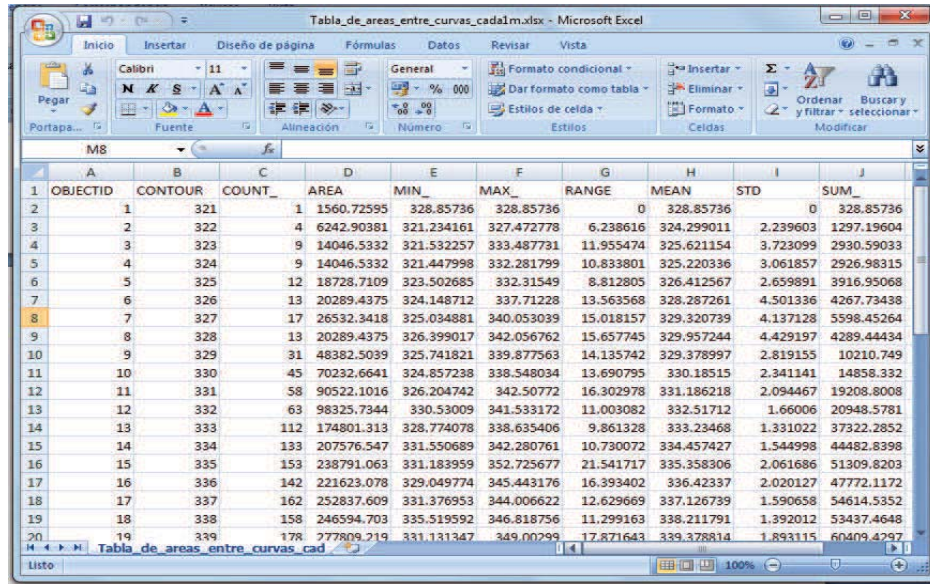


Figura 122: Archivo “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m.txt” abierto en Excel

Formulación de la tabla de datos para la creación de la Curva Nivel - Área - Capacidad:

- Abrir una nueva hoja de Excel para formular cada una de las columnas de la tabla de datos para la creación de la Curva Nivel - Área - Capacidad, mostrada en la Figura 123.

Nivel (msnm)	Area Parcial (m ²)	Area Acumulada (m ²)	Area Promedio (m ²)	Volumen Parcial (m ³)	Volumen Acumulado (m ³)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Figura 123: Tabla de datos para la creación de la Curva Nivel - Área - Capacidad.



Formulación de Columnas:

- **Columna 1:** donde se representa el nivel del terreno de cada una de las curvas de nivel, el cual será igual a los valores representados en la columna “CONTOUR” del archivo de datos exportados “Tablas_de_areas_entre_curvas_cada1m.txt”.

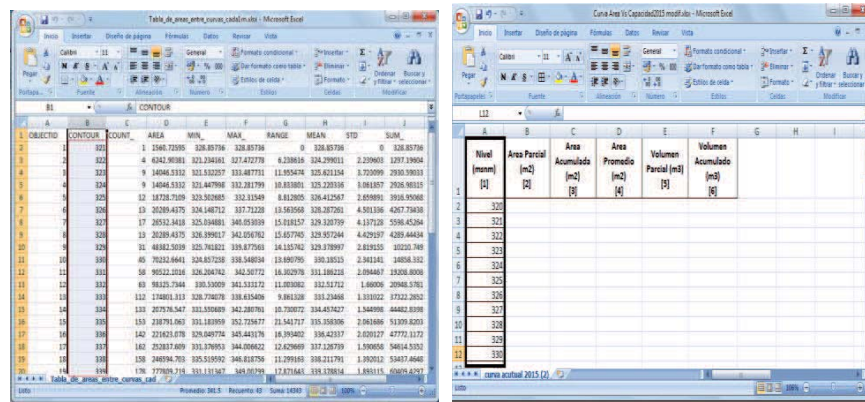


Figura 124: Nivel (m.s.n.m).

- **Columna 2:** la cual representa el área parcial en m^2 de cada curva de nivel, y será igual a los valores representados en la columna “AREA” del archivo de datos exportados “Tablas_de_areas_entre_curvas_cad_1m.txt”.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHÉ, ESTADO CARABOBO

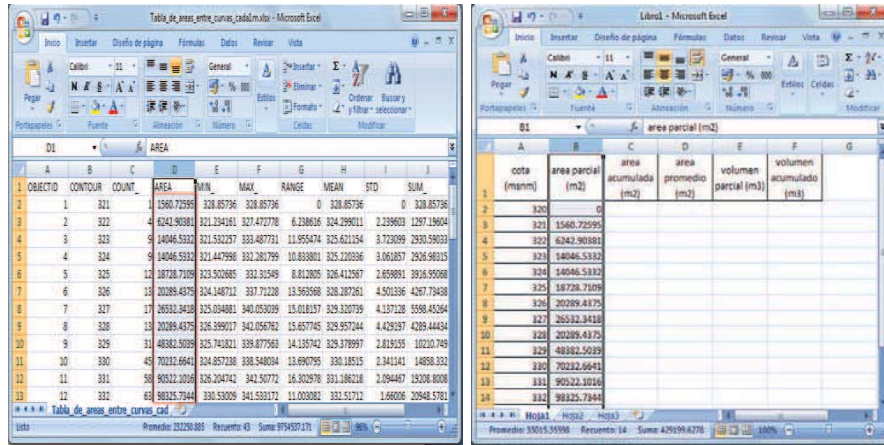


Figura 125: Área Parcial (m²).

- **Columna 3:** representada por el área acumulada en m² de cada curva, la cual será igual a la adición entre su área parcial de la curva estudiada y el área de la curva de nivel anterior, es decir:

$$\text{Área Acumulada}_2 = \text{Área parcial}_2 + \text{Área parcial}_1$$

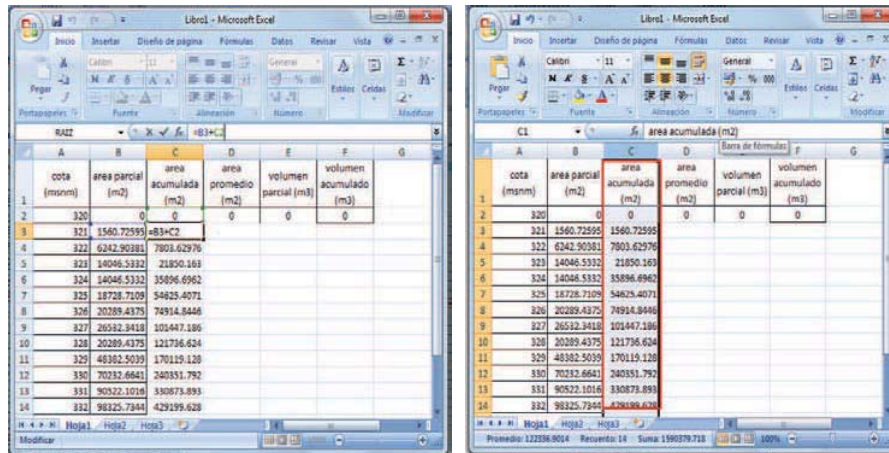


Figura 126: Área Acumulada (m²).



- **Columna 4:** donde se representa el área promedio en m², y será igual al promedio de las áreas parciales de la curva estudiada y la anterior, mas el área promedio de la curva anterior, es decir:

$$\text{Area Promedio 2} = \left(\frac{\text{Area Parcial1} + \text{Area Parcial2}}{2} \right) + \text{Area Promedio1}$$

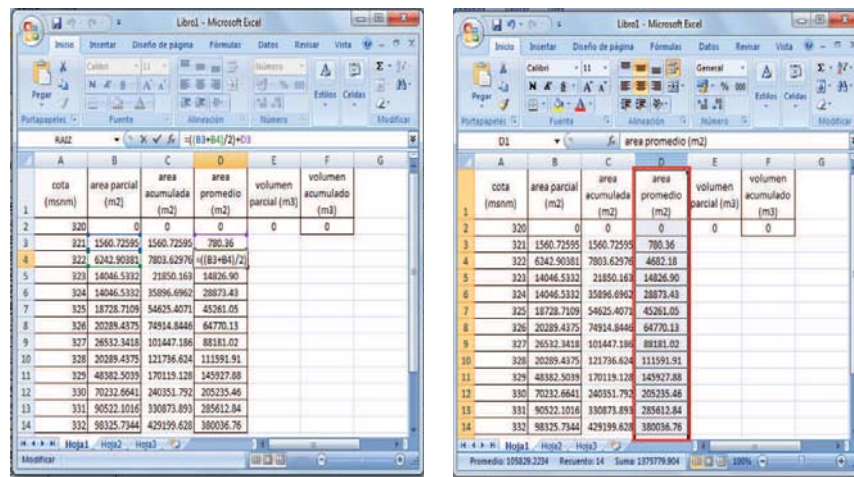


Figura 127: Área Promedio (m²).

- **Columna 5:** representada por el volumen parcial en m³, el cual fue obtenido mediante el método de áreas medias, y consiste en multiplicar el desnivel entre curvas y el área promedio de la curva estudiada, de la siguiente manera:

$$V = L * \frac{(A1 + A2)}{2}$$



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO

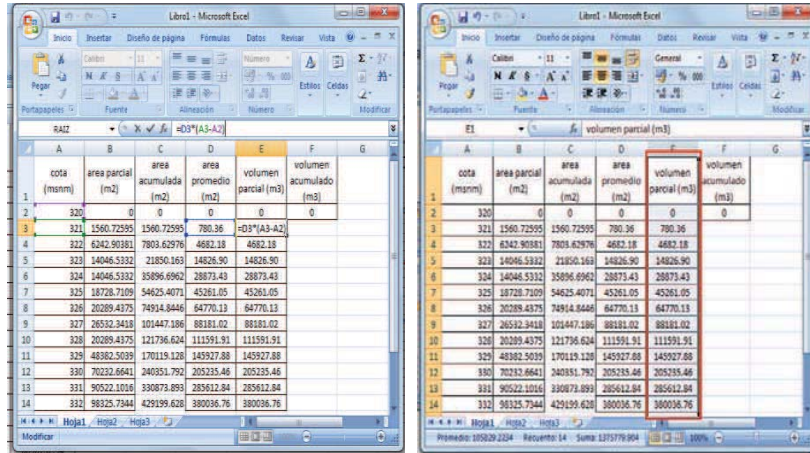


Figura 128: Volumen Parcial (m³).

- **Columna 6:** donde se representa el volumen acumulado en m³, que será igual a la adición del volumen parcial entre la curva estudiada y la anterior, es decir:

$$\text{Volumen Acumulado}_2 = \text{Volumen parcial}_2 + \text{Volumen parcial}_1$$

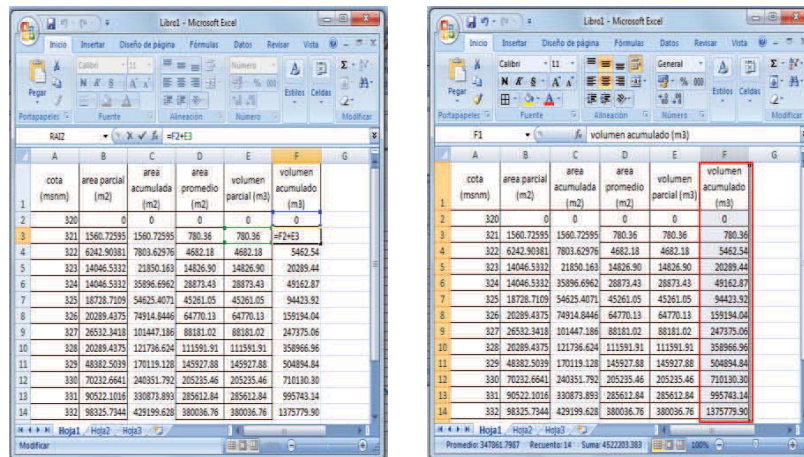


Figura 129: Volumen Acumulado (m³).



Tabla 10: Datos para la creación de la Curva Nivel - Área - Capacidad.

Nivel (msnm) [1]	Área Parcial (m2) [2]	Área Acumulada (m2) [3]	Área Promedio (m2) [4]	Volumen Parcial (m3) [5]	Volumen Acumulado (m3) [6]
320	0	0	0	0	0
321	1560.725952	1560.73	780.36	780.36	780.36
322	6242.903808	7803.63	4682.18	4682.18	5462.54
323	14046.5332	21850.16	14826.90	14826.90	20289.44
324	14046.5332	35896.70	28873.43	28873.43	49162.87
325	18728.71094	54625.41	45261.05	45261.05	94423.92
326	20289.4375	74914.84	64770.13	64770.13	159194.04
327	26532.3418	101447.19	88181.02	88181.02	247375.06
328	20289.4375	121736.62	111591.91	111591.91	358966.96
329	48382.50391	170119.13	145927.88	145927.88	504894.84
330	70232.66406	240351.79	205235.46	205235.46	710130.30
331	90522.10156	330873.89	285612.84	285612.84	995743.14
332	98325.73438	429199.63	380036.76	380036.76	1375779.90
333	174801.3125	604000.94	516600.28	516600.28	1892380.19
334	207576.5469	811577.49	707789.21	707789.21	2600169.40
335	238791.0625	1050368.55	930973.02	930973.02	3531142.42
336	221623.0781	1271991.63	1161180.09	1161180.09	4692322.51
337	252837.6094	1524829.24	1398410.43	1398410.43	6090732.94
338	246594.7031	1771423.94	1648126.59	1648126.59	7738859.53
339	277809.2188	2049233.16	1910328.55	1910328.55	9649188.08
340	330873.9063	2380107.07	2214670.11	2214670.11	11863858.19
341	304341.5625	2684448.63	2532277.85	2532277.85	14396136.04
342	304341.5625	2988790.19	2836619.41	2836619.41	17232755.45
343	284052.125	3272842.32	3130816.25	3130816.25	20363571.70
344	299659.375	3572501.69	3422672.00	3422672.00	23786243.70
345	288734.3125	3861236.00	3716868.85	3716868.85	27503112.55
346	277809.2188	4139045.22	4000140.61	4000140.61	31503253.16
347	326191.7188	4465236.94	4302141.08	4302141.08	35805394.24
348	369892.0625	4835129.00	4650182.97	4650182.97	40455577.21
349	360527.6875	5195656.69	5015392.85	5015392.85	45470970.06
350	397985.125	5593641.82	5394649.25	5394649.25	50865619.31
351	401106.5625	5994748.38	5794195.10	5794195.10	56659814.41
352	432321.0938	6427069.47	6210908.92	6210908.92	62870723.33
353	415153.0938	6842222.57	6634646.02	6634646.02	69505369.35
354	416713.8125	7258936.38	7050579.47	7050579.47	76555948.82
355	455731.9688	7714668.35	7486802.36	7486802.36	84042751.19
356	447928.3438	8162596.69	7938632.52	7938632.52	91981383.71
357	460414.1563	8623010.85	8392803.77	8392803.77	100374187.47
358	1115919	9738929.85	9180970.35	9180970.35	109555157.82



Creación de la Curva Nivel Vs. Área:

Para graficar la Curva Nivel Vs. Área, se agruparon los valores de la columna de nivel y área y se insertó un gráfico con ellos dándole a la curva generada tendencia polinómica como se muestra en la Figura 130, donde:

- **Nivel en m.s.n.m:** será igual a los valores de la columna 1- Tabla 10.
- **Área en Ha:** será igual a los valores de la columna 3- Tabla 10, dividida entre 10.000 para convertirlos a unidad de Hectárea (Ha).

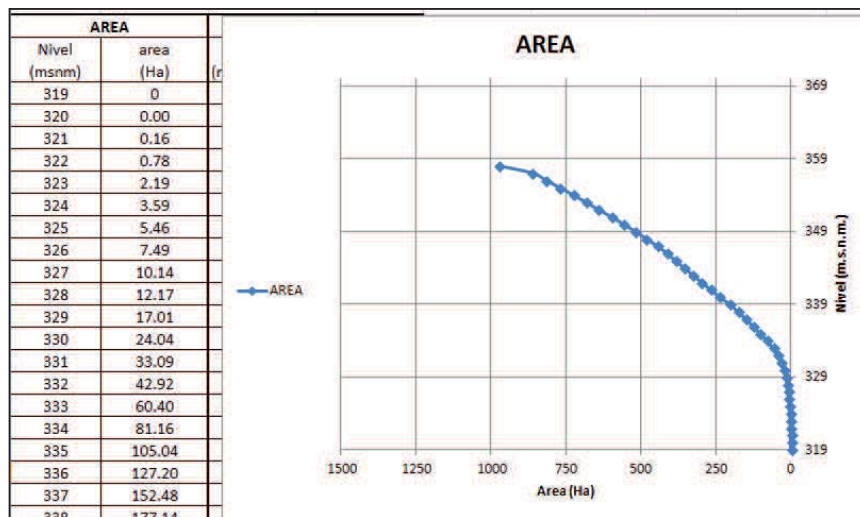


Figura 130: Valores agrupados y grafica de la Curva Nivel Vs. Área.



Creación de la Curva Nivel Vs. Capacidad:

Los valores agrupados para graficar la Curva Nivel Vs. Capacidad cuya curva de igual manera es de tendencia polinómica son los mostrados en la Figura 131 y descritos a continuación:

- **Nivel (m.s.n.m.):** igual a los valores de la columna 1- Tabla 10
- **Capacidad (Mm³):** igual a los valores de la columna 6 –Tabla 10, dividida entre 1.000.000 para convertirlos a unidad de Millones de metros Cúbicos (Mm³).

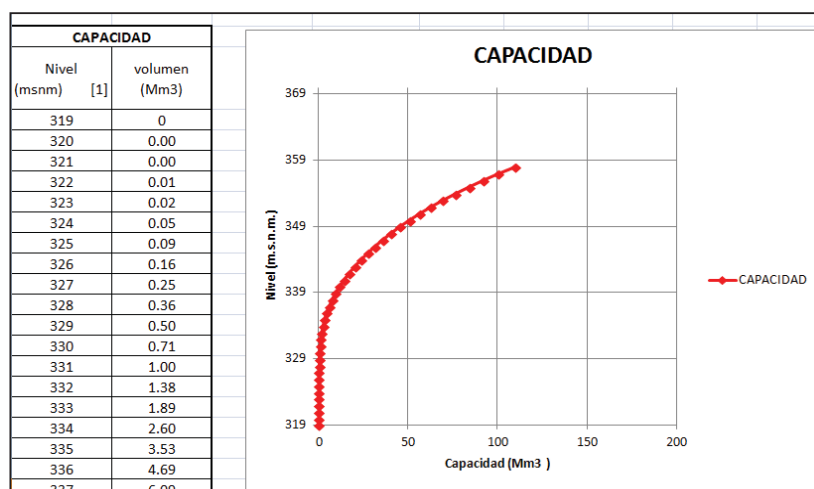


Figura 131: Valores agrupados y gráfica de la Curva Nivel Vs. Capacidad.

Creación de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual:

Finalmente, la curva nivel – área – capacidad comprende la unión de la curva Nivel Vs. Área y Nivel Vs. Capacidad, mediante la agregación de series que representen tanto los valores agrupados de área como los de capacidad, como se observa en la Figura 133.



- Representación de los niveles de diseño del Embalse Pao - Cachinche en la Curva Nivel - Área - Capacidad del año 2015:

Por último, para representar los niveles de diseño sobre la curva Nivel - Área - Capacidad del año 2015 obtenida anteriormente, se procedió a agregar en la hoja de Excel los vales correspondientes de cada uno de ellos para ser representados como una línea horizontal (Ver Figura 132).

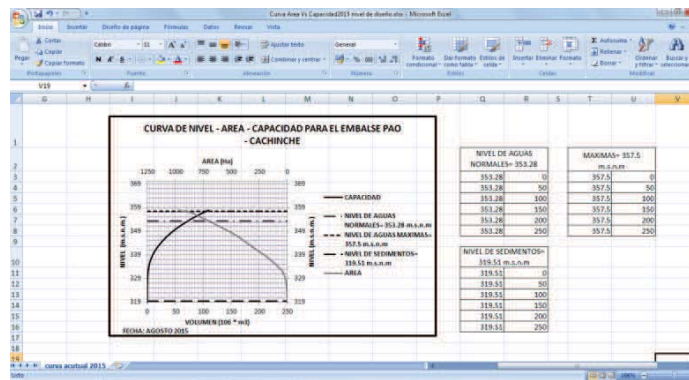


Figura 132: Representación de niveles de diseño del Embalse Pao - Cachinche en la Curva Nivel - Área - Capacidad del año 2015.

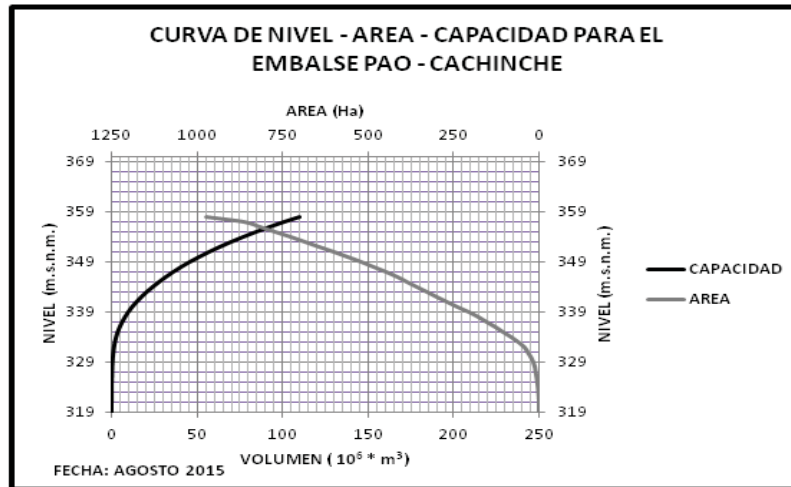


Figura 133: Curva de Nivel - Área - Capacidad Actual del Embalse Pao-Cachinche, año 2015.



Fase V. Comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual con la de diseño del embalse Pao – Cachinche:

Para la comparación de curva nivel – área – capacidad del embalse Pao – Cachinche; se requirió la recolección de información referida a los parámetros de diseño y levantamientos batimétricos realizados anteriormente sobre el embalse, obtenidos de fuentes como organismos públicos y empresas, mostrados en la Tabla 11 como sigue:

Tabla 11. Recolección de información levantamientos batimétricos anteriores y parámetros de diseño.

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Año 1973.	Curva Nivel - Área – Capacidad de diseño del Embalse Pao - Cachinche	Gráfico de representación del nivel, área y capacidad de diseño inundables del embalse.	Para compararla con la Curva – Nivel – Área– Capacidad actual del Embalse Pao Cachinche.
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Oficina Técnica DEL MONTE, Año 2001.	Curva Nivel - Área – Capacidad del año 2001 del Embalse Pao - Cachinche	Gráfico representativo del nivel, área y capacidad inundables obtenidos de la batimetría realizada en Abril 2001.	Para compararla con la Curva – Nivel – Área– Capacidad actual y la curva de diseño del Embalse Pao Cachinche.



Tabla 11: (cont.)

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Departamento de Control de Fuentes Principales Año 1973.	Data Técnica del Embalse Pao – Cachinche.	Descripción resumida de los componentes y parámetros de diseño del embalse.	Para comparar niveles, áreas y capacidades de diseño con los estimados de las Curvas Nivel – Área – Capacidad obtenidas de las batimetría realizadas al embalse en el año 2001 y año 2015.

La comparación de la curva Nivel - Área – Capacidad, comprende la comparación entre las curvas suministradas por HIDROCENTRO y la del 2015 obtenida como resultado en dicha investigación, así como la comparación del área y la capacidad en aguas normales, el nivel de sedimentos y el volumen muerto estimado.

- **Comparación de Curvas Nivel – Área – Capacidad obtenidas de las batimetrías realizadas al embalse:**

Con las Curvas Nivel – Área – Capacidad del embalse suministradas por HIDROCENTRO C.A, se obtuvieron puntos con coordenadas Nivel - Área y



Nivel - Volumen que fueron representados y graficados en una nueva hoja de Microsoft Excel con tendencia polinómica, para realizar tanto la comparación entre la Curva de diseño del año 1973 y la Curva de la Batimetría del año 2001; como, la comparación entre la Curva de la Batimetría de 1973 y la Curva de la Batimetría actual del 2015.

Las Figuras 134, 135, 136: representan la agrupación de los puntos de coordenadas nivel - capacidad y nivel - área, además de su representación en la Curva Nivel - Área - Capacidad tan del año 1973 como del 2001.

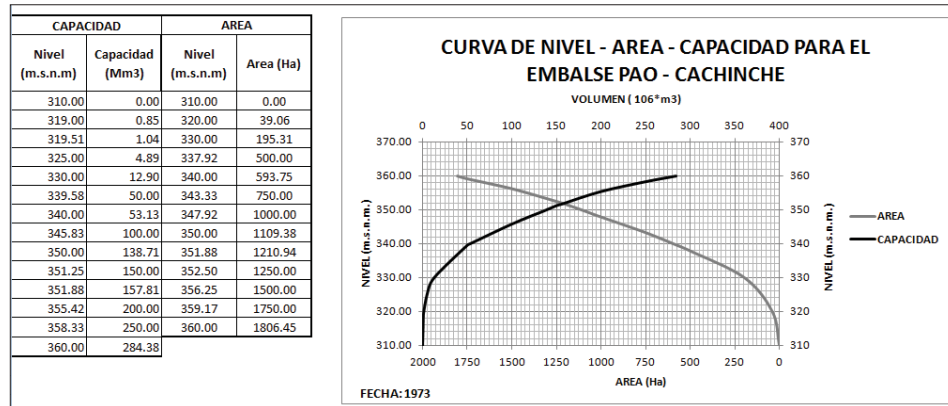


Figura 134: Representación de la Curva Nivel - Área - Capacidad de diseño (1973).

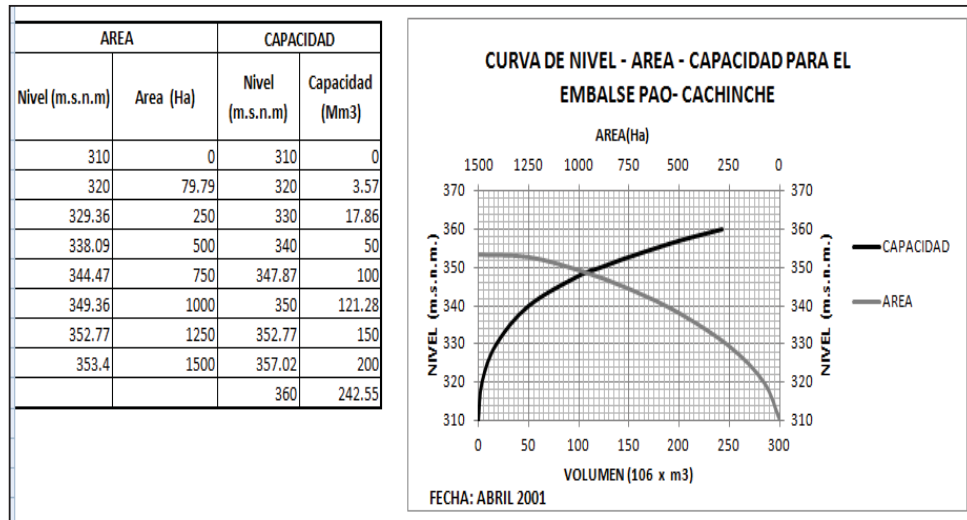


Figura 135: Representación de la Curva Nivel - Área - Capacidad de la batimetría realizada en el 2001.

De este modo, se obtuvo la comparación entre ellas y la actual realizando una superposición de una sobre la otra, obteniéndose lo mostrado en la Figura 136 y 137.

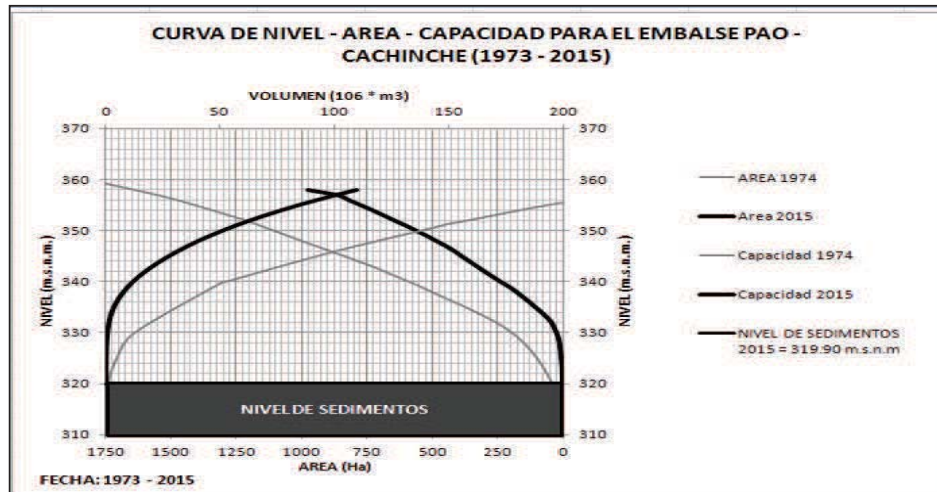


Figura 136: Comparación de Curva Nivel - Área – Capacidad 1973 - 2015

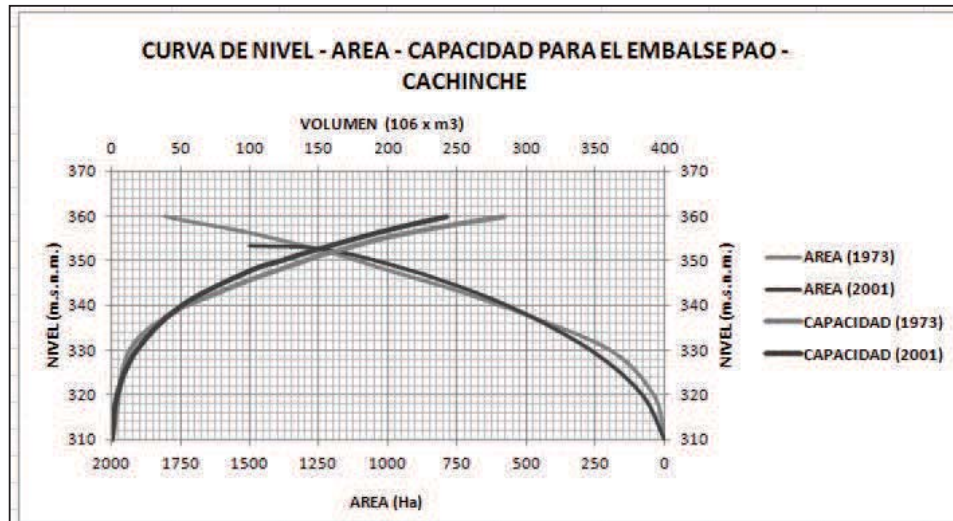


Figura 137: Comparación de Curva Nivel - Área – Capacidad 1973 – 2001.

Obtención del Volumen de sedimentos acumulados en el año 2015:

De la comparación entre la Curva Nivel - Área – Capacidad 1973 – 2015, se obtuvo el volumen de sedimentos acumulados en el año 2015 igual a 2 Mm³; ubicando en la curva, el nivel de terreno actual igual a 319,90 m.s.n.m y leyendo la capacidad correspondiente a él en la curva Nivel - Capacidad 1973 estableciendo que este valor será igual a volumen de sedimentos acumulados respecto a lo establecido en el diseño. (Ver Figura 138).

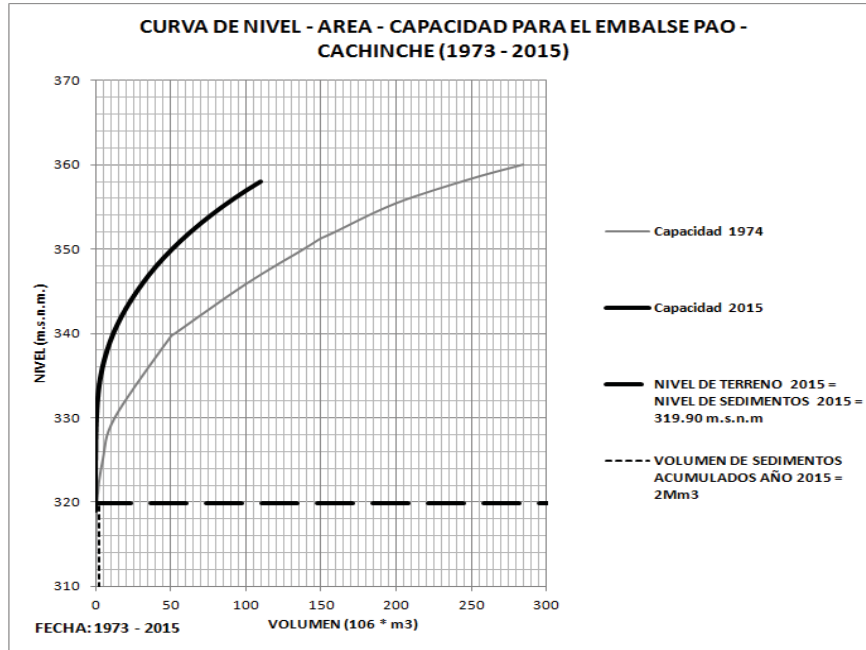


Figura 138: Obtención del Volumen de sedimentos acumulados en el año 2015.

- **Área y capacidad en aguas normales:**

Para realizar la comparación del área y capacidad en aguas normales del Embalse Pao – Cachinche, se requirió la representación del nivel de aguas normales tanto en la Curvas Nivel - Área – Capacidad de diseño, como en cada una de las obtenidas en las batimetría realizadas en el año 2001 y año 2015, como se muestra en la Figuras 139, Figura 140 y Figura 141.

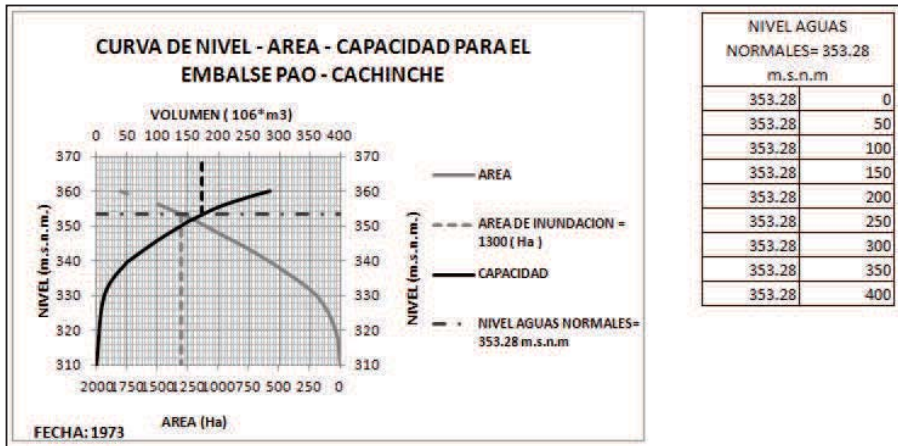


Figura 139: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 1973.

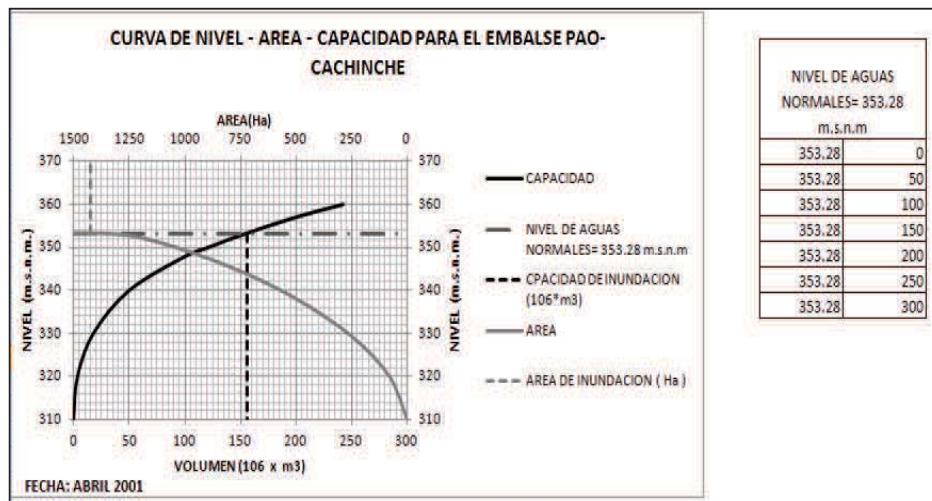


Figura 140: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 2001.

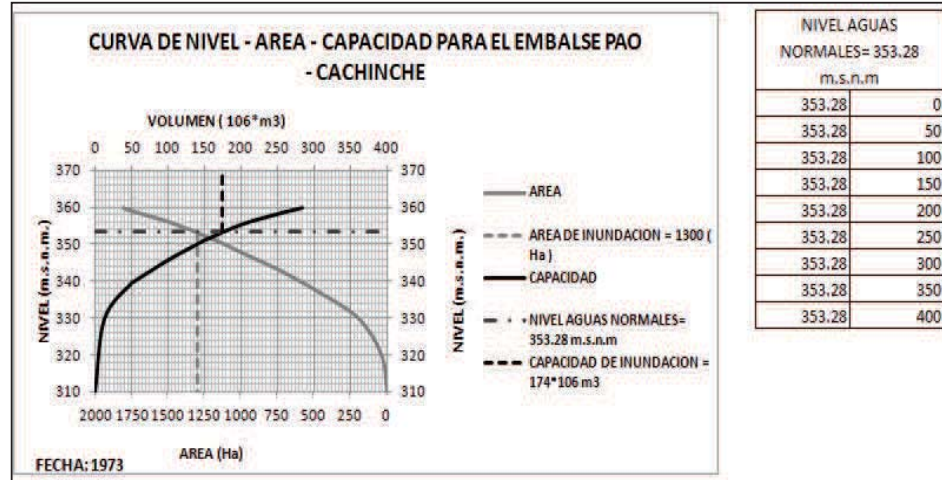


Figura 141: Representación graficas del nivel, área y capacidad normales 2001.

- Nivel de sedimentos:

La comparación del nivel de sedimentos de diseño con el obtenido en el año 2015, se realizó mediante un gráfico de barras representando los diferentes niveles de sedimentos estimados de las batimetrías realizadas y el determinado para el diseño, como se muestra en la Figura 142.

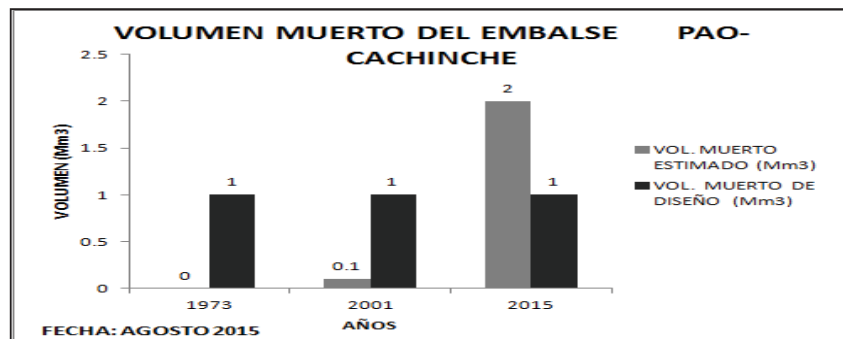


Figura 142: Representación datos agrupados y diagrama de barra de los niveles de sedimentos estimados.



- **Volumen muerto:**

Por último, para comparar el volumen muerto de diseño con el obtenido en el año 2015, se realizó un gráfico de barras para representarlos como se muestra en la Figura 143.

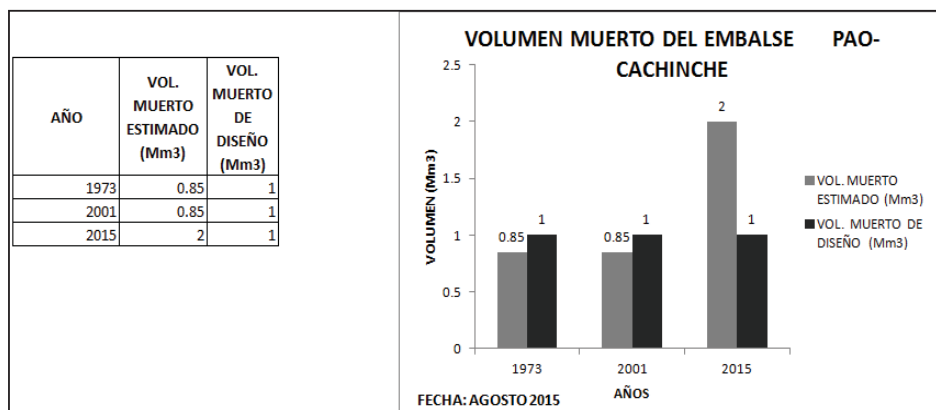


Figura 143: Representación datos agrupados y diagrama de barra del volumen muerto de diseño y el estimado.

Fase VI: Análisis de la influencia de la operación del embalse Pao - Cachinche sobre la acumulación de sedimentos:

Para la comparación de curva nivel – área – capacidad del embalse Pao – Cachinche; se requirió la recolección de información referida a los parámetros de diseño, levantamientos batimétricos realizados anteriormente sobre el embalse, e información topográfica; obtenidos de fuentes como organismos públicos, empresas y programas informáticos mostrados en la Tabla 12 como sigue:



Tabla 12: Recolección de información para analizar la influencia de sedimentos.

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Año 1973.	Curva Nivel - Área – Capacidad de diseño del Embalse Pao - Cachinche	Gráfico de representación del nivel, área y capacidad de diseño inundables del embalse.	Para comprarla con la Curva – Nivel – Área– Capacidad actual del Embalse Pao Cachinche y obtener el volumen de sedimentos acumulados actualmente.
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Departamento de Control de Fuentes Principales Año 1973.	Data Técnica del Embalse Pao – Cachinche.	Descripción resumida de los componentes y parámetros de diseño del embalse.	Para comparar la capacidad útil de diseño con la obtenida en la batimetría actual del año 2015.
HIDROLOGIA DEL CENTRO, C.A (HIDROCENTRO). Suárez 1999.	Estudio de la operación de la Toma del Embalse Pao – Cachinche.	Resultados obtenidos de la Batimetría en torno a la Torre – Toma.	Comparar y analizar la influencia de los sedimentos en la Torre - Toma embalse.



Tabla 12. (cont.)

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). Año 1977	Cartas Topográficas	Curvas de nivel a intervalos de 20 m en escala 1:25.000 y coordenadas UTM.	Para comparar el área de inundación de diseño del Embalse Pao Cachinche.
Programa Informático Virtual GOOGLE EARTH. Año 2015	Imagen Satelital	Vista 3D de ubicación, terreno y área del embalse en escala dinámica	Para comparar con el área de inundación obtenida de las cartas topográficas del Embalse Pao Cachinche.
Programa Satelital Earth Explorer Año 2001.	Fotografía Satelital	Vista 3D de ubicación, terreno y área a escala dinámica. Georreferenciada proveniente del satélite LANSAT 7.	Para comparar el área de inundación del Embalse Pao Cachinche en el año 2001.
Hidrología del Centro C.A , (HIDROCENTRO) Abril 2001.	Plano de Levantamiento Batimétrico y Geofísico del Embalse Pao - Cachinche 2001.	Delimitación del área de inundación, curvas de nivel a intervalos del 10 m a escala 1.20.000, Coordenadas UTM.	Comparar con el área de inundación obtenida en la imagen satelital de LANDSAT 7



Para analizar la influencia de sedimentos sobre la operación del embalse, se necesitó comparar la capacidad útil de diseño con la actual, obtener la influencia de los sedimentos acumulados sobre las compuertas de la Torre – Toma, obtención y representación del desplazamiento del área de inundación del embalse, estimación de acumulación de sedimentos en el desarrollo de la vida útil del embalse y actualización de la data técnica, como se describe a continuación:

- **Comparación de la capacidad útil de diseño con la actual en el año 2015:**

Para obtener la comparación de la capacidad útil de diseño y la del año 2015 del Embalse Pao - Cachinche, se realizó el cálculo de su capacidad útil actual; restando a $150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de Capacidad útil en 1973, el volumen muerto adicional al de diseño, obtenido de la comparación de la Curva Nivel – Área - Capacidad 1973 – 2015 mostrada en la Figura 138, arrojando así un valor $149 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de capacidad útil actual.

Del mismo modo, para realizar esta comparación se calculó el porcentaje de capacidad útil actual respecto al de diseño; relacionando la capacidad útil de diseño igual a $150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ como un 100% y la capacidad útil actual igual a $149 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Obteniéndose que la capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 99,333% y evidenciándose así una pérdida de 0.667% conseguida como la diferencia entre de 100% correspondiente a la capacidad útil de diseño y el 99,333% de la capacidad útil actual.



- **Influencia de los sedimentos acumulados sobre las compuertas de la Torre – Toma del embalse Pao – Cachinche:**

El análisis de la influencia de sedimentos acumulados sobre la operación del embalse, requirió la representación del nivel de sedimentos de diseño igual a 319,51 m.s.n.m, nivel de sedimentos obtenido del estudio la operación de la toma en 1999 igual a 316,70 m.s.n.m y nivel de sedimentos actual igual a 319,90 m.s.n.m, sobre la imagen de representación de la toma del embalse Pao – Cachinche; para evidenciar si estos sedimentos se encuentra por encima o por debajo de lo determinado en el diseño. Además, se estimó tanto el tamaño de la compuerta más baja N°8 igual a 1,83 m, obtenido de la diferencia entre los niveles observados iguales a 321,34 m.s.n.m y 319,51 m.s.n.m; como la profundidad de 1,44 m que de alcanzar los sedimentos colmarían por completo la compuerta, calculada como la diferencia entre los niveles de 321,34 m.s.n.m y 319.9 m.s.n.m.

- **Obtención y representación del desplazamiento del área de inundación del embalse Pao - Cachinche:**

La obtención y representación del desplazamiento de área de inundación del embalse, se realizó mediante un plano de superposición de áreas de inundación obtenidas de las cartas topográficas y de la imagen satelital de GOOGLE EARTH año 2015, y del mismo modo con elaboración de un plano de superposición entre área inundable del embalse en el año 2001 obtenido de la imagen satelital de LANDSAT 7 y el representado en el plano de la empresa DEL MONTE, como se describe a continuación:



Superposición de áreas de inundación obtenidas de las cartas topográficas y de la imagen satelital GOOGLE EARTH 2015:

Una vez georreferenciadas las 4 cartas topográficas que comprenden el embalse, para realizar la delimitación del mismo se procedió a realizar los siguientes pasos:

Creación de puntos de delimitación del embalse:

- Hacer clic en el icono “Add Data” y seleccionar el archivo de puntos de batimetría ubicado en la carpeta creada en el Disco C.

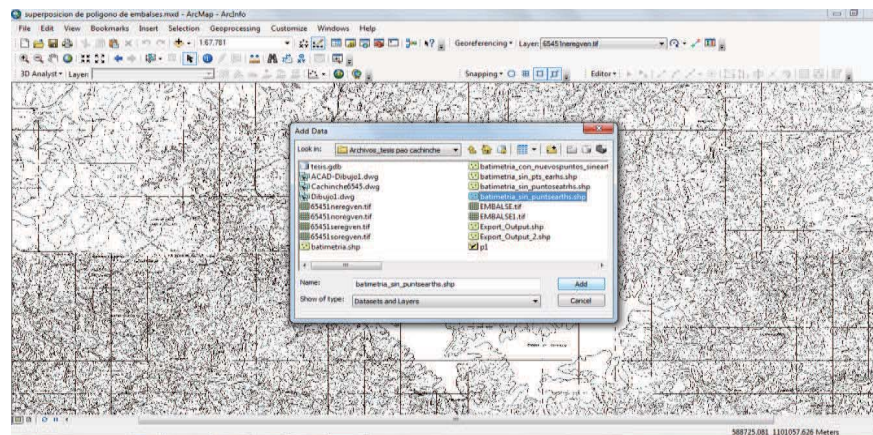


Figura 144: Añadir archivo “puntos_borde_embalse_original”.

- Hacer clic sobre la herramienta “Editr” y seleccionar “Start Editing”, seguidamente en la ventana generada seleccionar el archivo que se desea editar “puntos_borde_embalse_Original”.

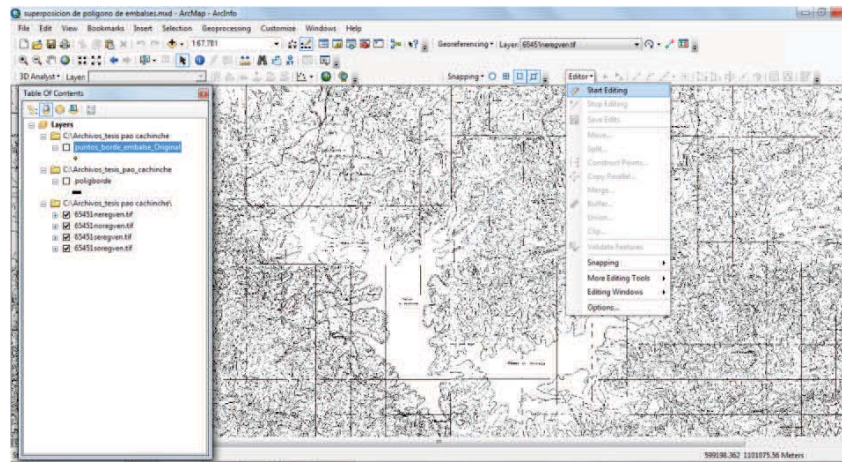


Figura 145: Selección de la herramienta “Start Editing”.

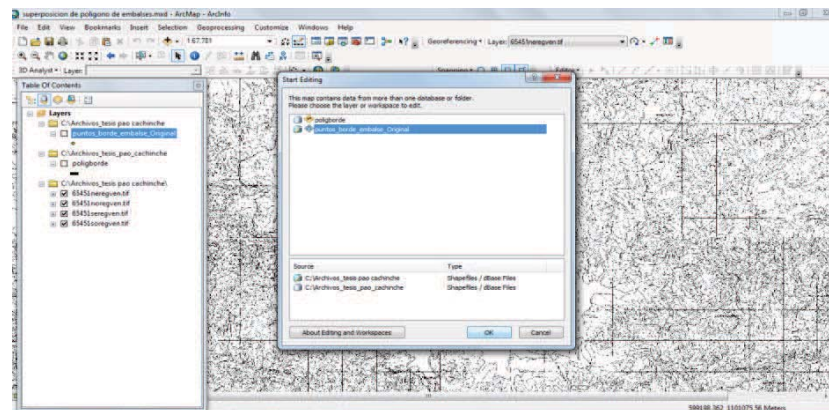


Figura 146: Archivo editado: “puntos_borde_embalse_Original”

- En la tabla de contenidos “Table of Contents”, hacer clic derecho en puntos_borde_embalse_Original - clic en la opción “Open Attribute Table” y seleccionar los puntos deseados. Luego hacer clic sobre el icono “Delete Seled” para eliminarlos.

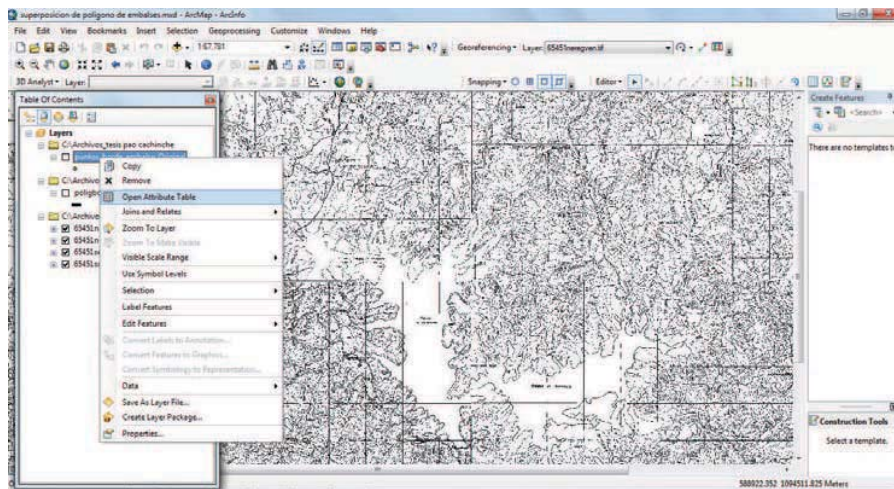


Figura 147: Tabla de atributos “Open Attribute Table”.

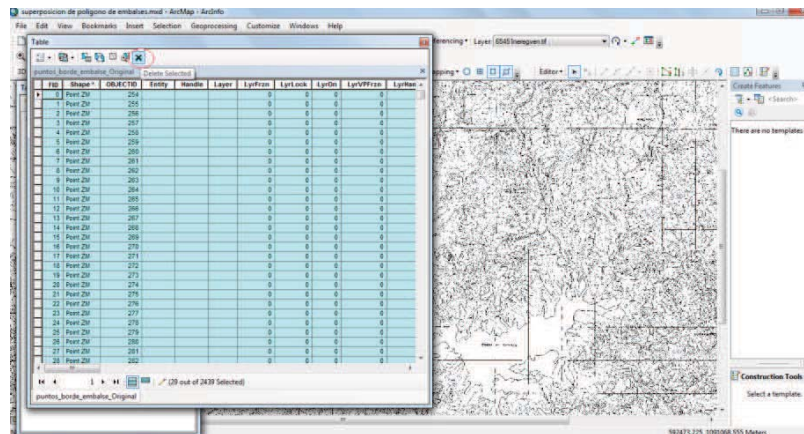


Figura 148: Selección y eliminación de puntos deseados.

- Cerrar la tabla de atributos.
- En “Create Features”, hacer clic en “puntos_borde_embalse_Original”, y comenzar a marcar con puntos todo el borde del embalse para delimitarlo.

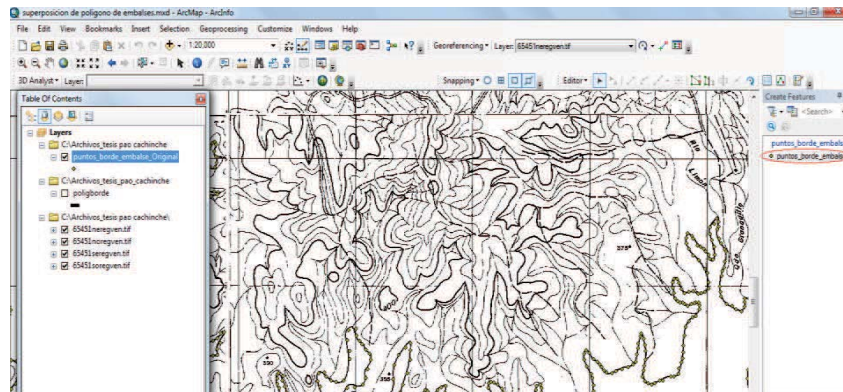


Figura 149: Puntos de borde del embalse siguiendo lo mostrado en las cartas Topográficas de Diseño.

Generación de polígono de delimitación del embalse Pao - Cachinche:

Los puntos obtenidos en el paso anterior, permiten la generación de un polígono de delimitación siguiendo el procedimiento de creación de polígonos antes descrito, y su resultado se muestra en la Figura 150.

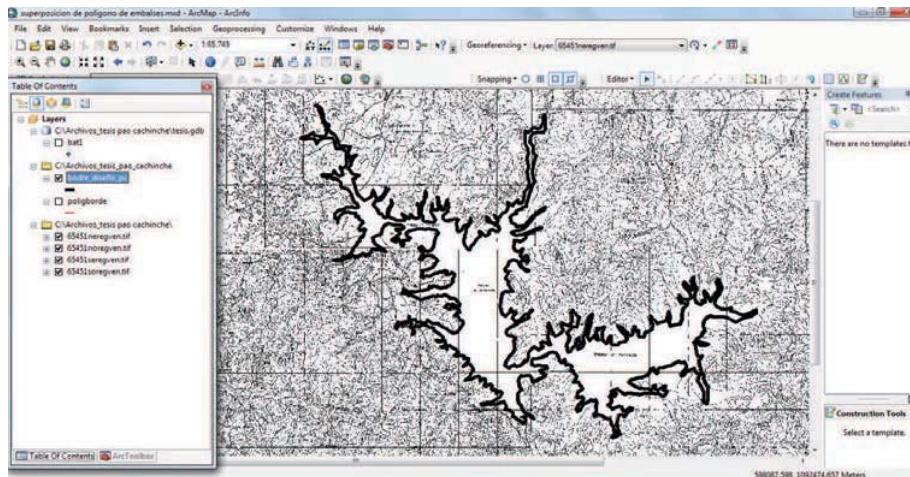


Figura 150: Delimitación del Embalse en condición de diseño (1977).



Superposición de polígonos:

- Hacer clic en el icono “Add Data” y seleccionar el archivo “poligborde” antes generado, guardado en la Carpeta del disco local C “Archivo_tesis_pao_cachinche” para superponerlo con el creado siguiendo las cartas topográficas.

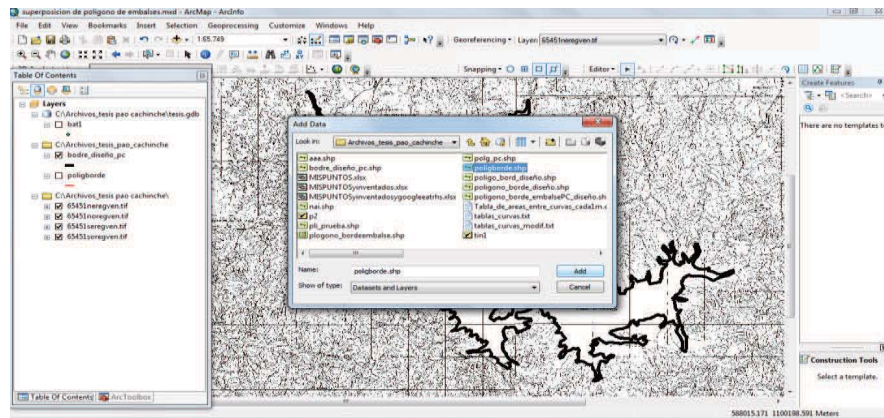


Figura 151: Añadir polígono de delimitación del embalse “poligborde”.

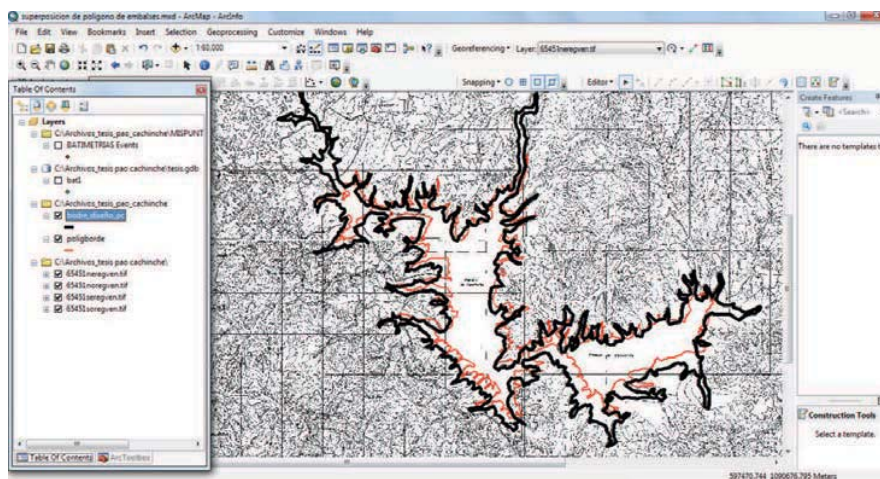


Figura 152: Superposición de polígonos que representan la delimitación del Embalse Pao Cachinche.



Superposición del área inundable del embalse 2001 (Satélite LANDSAT 7 y Empresa DEL MONTE):

La superposición del área inundable del embalse en el año 2001 comprende la obtención de la imagen satelital proveniente del LANSAT 7 y procesamiento del archivo descargado en ArcGis.

Obtención de la imagen satelital del embalse año 2001 con el Satélite LANDSAT.

- Desde el navegador de preferencia, ingresar en la Página web <http://earthexplorer.usgs.gov/>

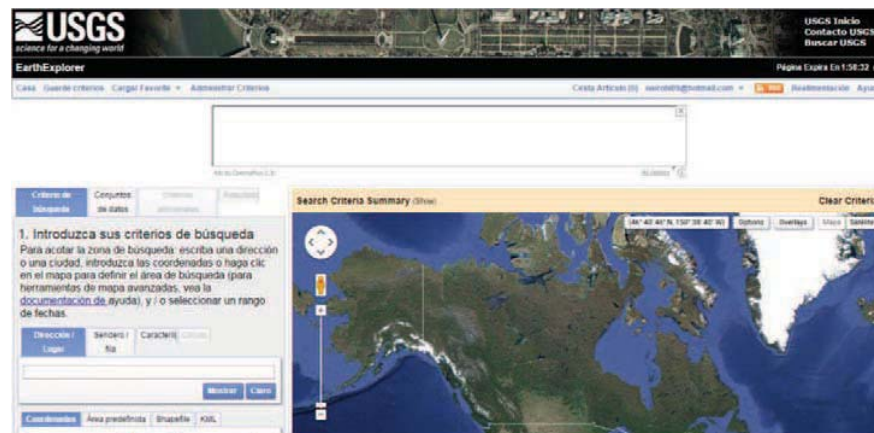


Figura 153: Página Web <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

- Registrarse en la página.
- Localizar el sitio de estudio (Embalse de Cachinche).



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO

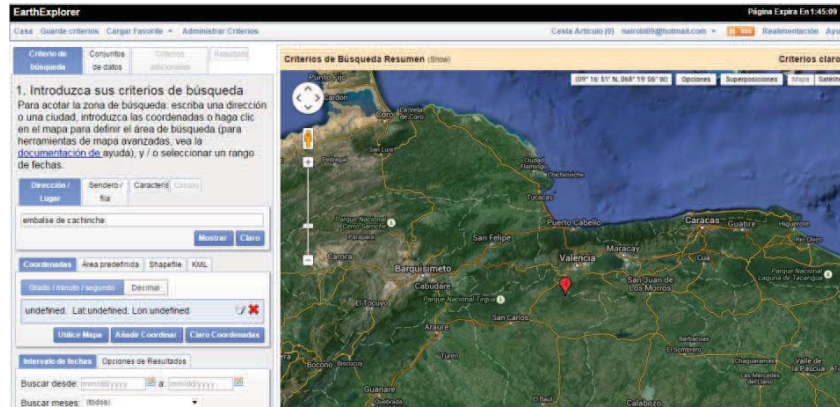


Figura 154: Punto de ubicación del Embalse Pao Cachinche Venezuela.

- Hacer Clic en la pestaña Data Set.

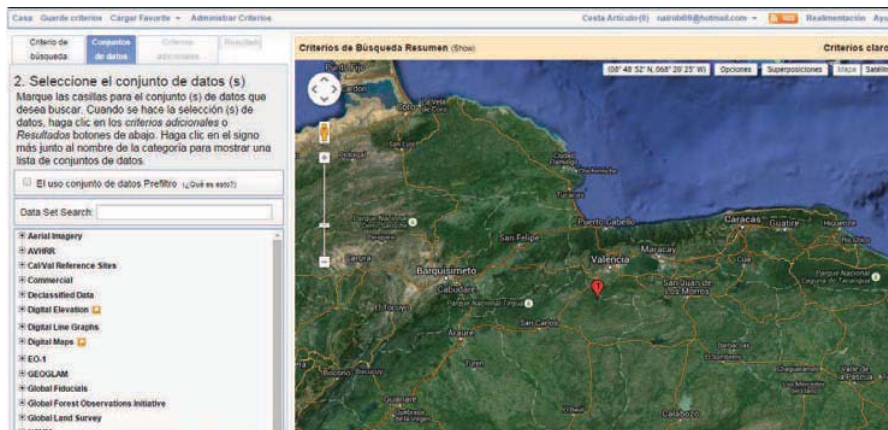


Figura 155: Pestaña “Data Set”.

- Hacer clic en Landsat Archive, y tildar la opción L7 ETM+ SLC-on (1999 - 2003) para obtener imágenes satelitales recientes, a continuación hacer clic



en “Results” para visualizar las opciones de las imágenes del satélite escogido.

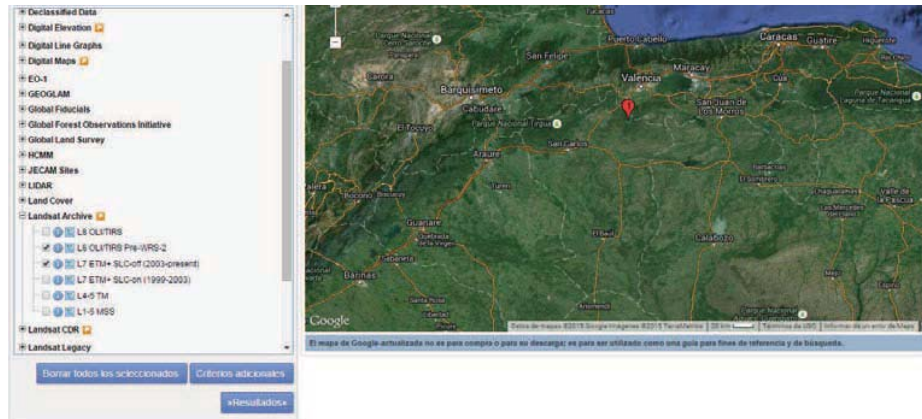


Figura 156: Selección del apartado Landsat Archive y tilde de la opción y L7 ETM+ SLC-on (1999 - 2003).



Figura 157: Opción de imágenes satelitales del satélite L7 (1999 – 2003).

NOTA: Escoger una imagen que carezca de nubes que dificulten su visualización.

- Para Pre-visualizar la imagen escogida, hacer clic sobre la misma en el lado derecho. En esta ocasión se escogió imagen del 5 de Marzo del 2001 por ser una fecha cercana a la batimetría realizada en abril 2001, además carecer nubes, como se muestra a continuación.

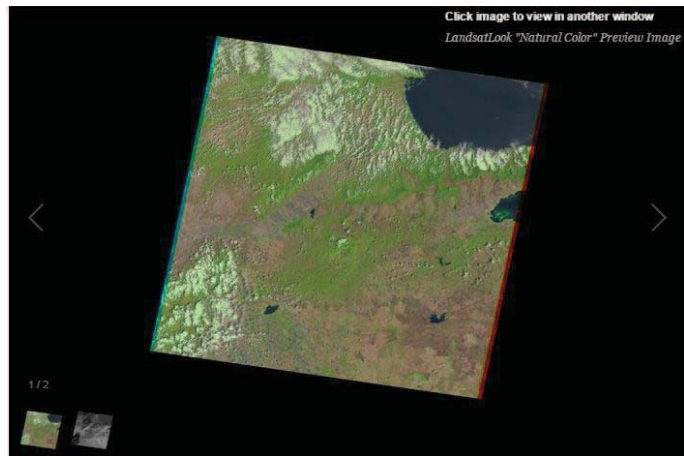


Figura 158: Pre - visualización de la imagen Satelital.

- Finalmente para realizar la descarga de la imagen, hacer clic en el icono “download options” y descargar en la opción Level 1 Product (301.7 MB).

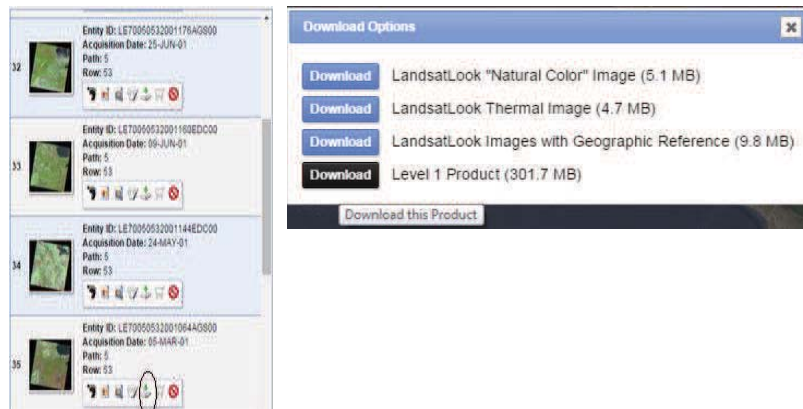


Figura 159: Descarga de imagen Satelital Landsat7.

Procesamiento del archivo descargado en ArcGis:

- Copiar el archivo descargado en la carpeta creada en el disco local C.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE, ESTADO CARABOBO

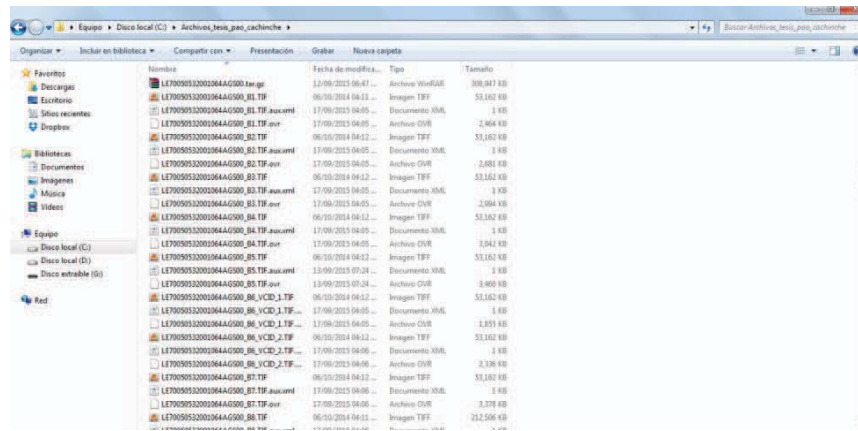


Figura 160: Copia del archivo descargado en Disco local C.

- Cargar en una nueva hoja de ArcGIS, las imágenes del archivo descargado.
- Hacer clic en el icono “Add Data”, seleccionar los archivos descargados identificados como (LE70050532001064AGS00), y clic en “Add” para añadirlos.

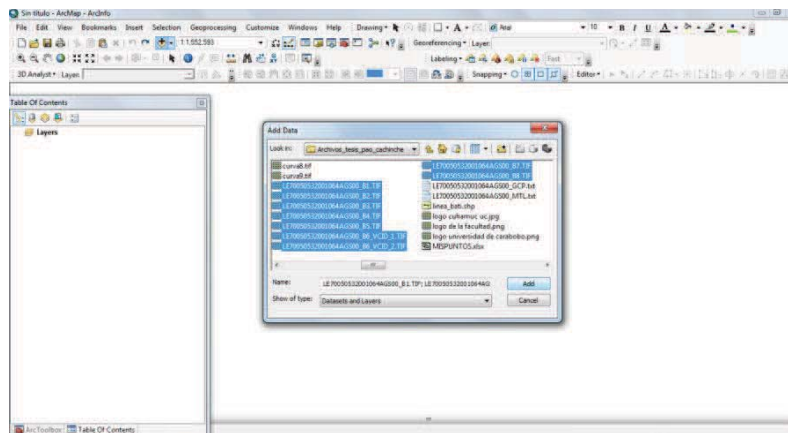


Figura 161: Selección de archivos a añadir.

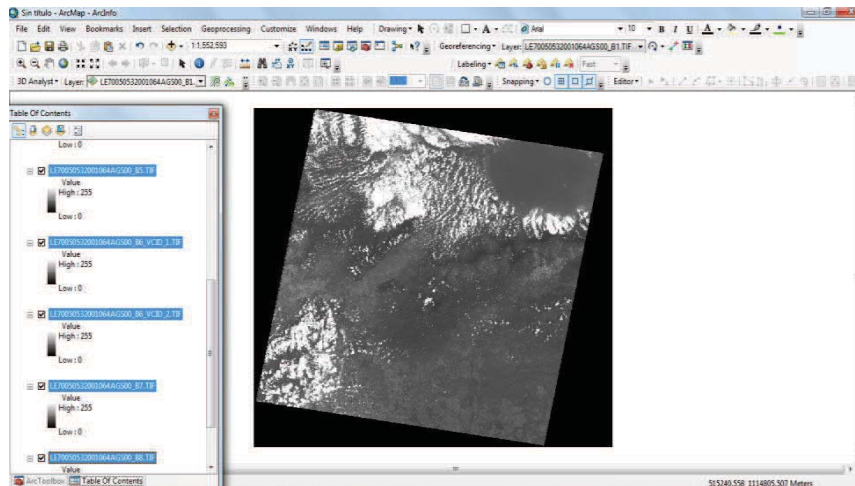


Figura 162: Imágenes cargadas provenientes del satélite LANDSAT 7.

NOTA. Las imágenes provenientes del Satélite LANDSAT ya se encuentran georreferenciadas.

Composición de bandas:

- Clic en el icono de “Arc Toolbox window”, seleccionar Data Management Tools – Raster - Raster Processing, y dar doble clic en “Composite Band”.

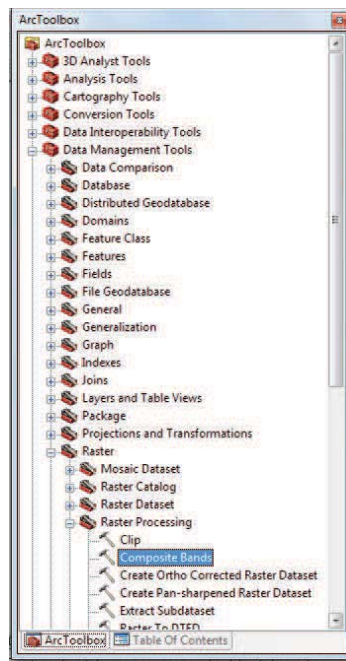


Figura 163: Selección de la opción “Composite Bands”.

- Introducir en la ventana generada los Rasters deseados, en este caso todos los identificados como (LE70050532001064AGS00), guardar “Output” en la carpeta creada en el disco local C, y hacer clic en OK.

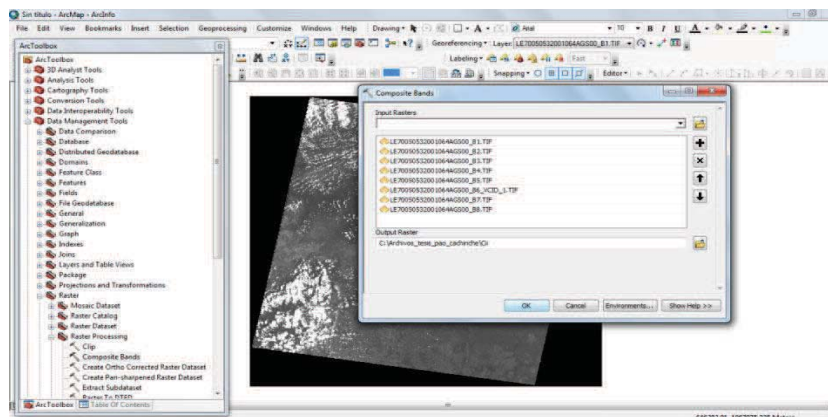


Figura 164: Selección de Rasters LE70050532001064AGS00 y composición de Bandas.



- Una vez creada la composición de bandas, hacer clic derecho sobre ella y seleccionar la opción Properties, seleccionar Symbology y colocar en el color deseado a cada banda para obtener el contraste de colores requerido.

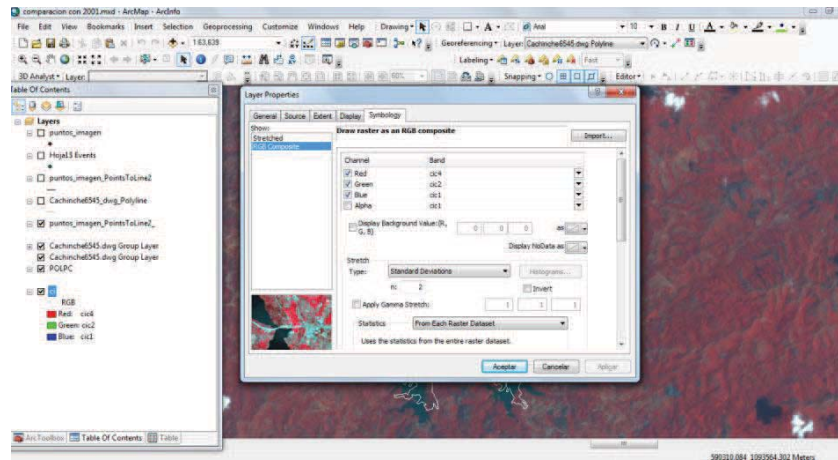


Figura 165: Selección del color deseado para cada banda.

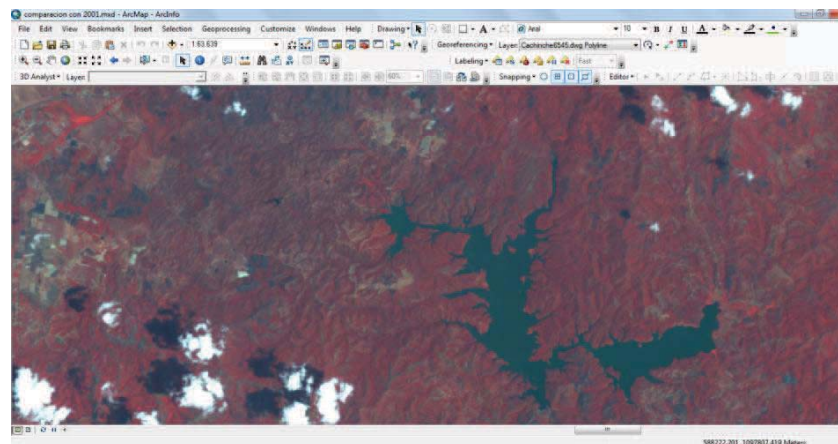


Figura 166: Visualización del embalse Pao – Cachinche en la imagen Satelital
LANDSAT 7 2001.



Seguidamente, se procedió a Añadir la imagen utilizada por la empresa DEL MONTE mediante los pasos descritos a continuación:

- Hacer Clic en el icono Add Data, seleccionar el Archivo donde se encuentra el área de inundación del embalse de la Empresa DEL MONTE S.G.A C.A, que se debe encontrar ubicado previamente en la carpeta creada del Disco C, hacer clic en Add.

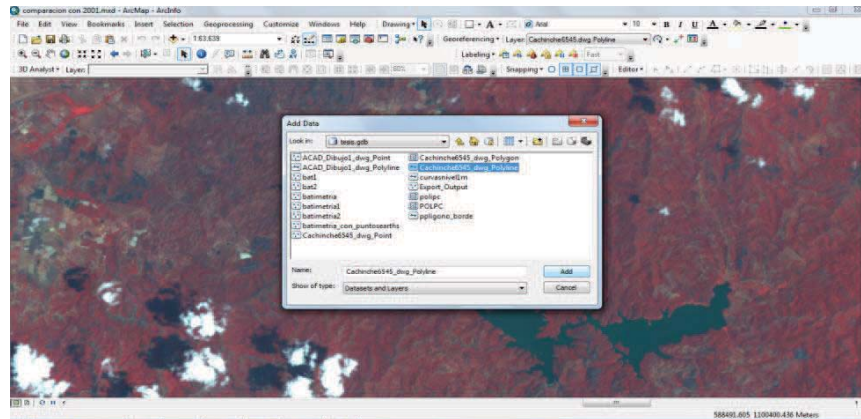


Figura 167: Selección del Archivo Cachinche6545_dwg_Polyline.

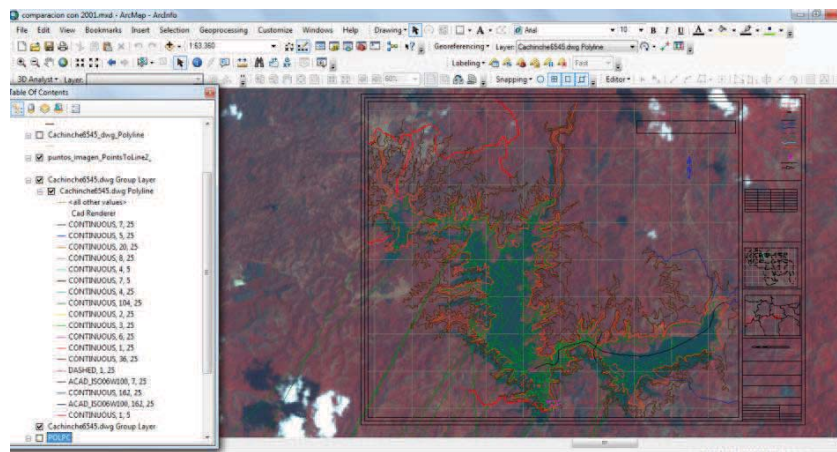


Figura 168: Cachinche6545_dwg_Polyline Archivo añadido.



Creación de un polígono para delimitar el área de inundación del embalse representada en el plano generado por la empresa DEL MONTE:

- Hacer clic en Catalog, seleccionar folder connections - Disco C, clic derecho sobre la carpeta creada en el disco "archivo _ tesis_pao_cachinche" y en new seleccionar shapefile.

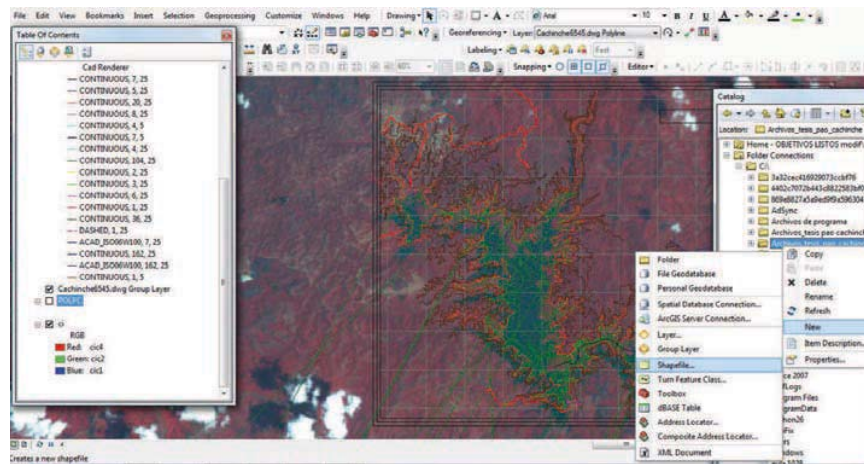


Figura 169: Creación de una nueva Shapefile.

- Identificarla con un nombre "POLPC", seleccionar el Tipo "Polygon" y hacer clic en OK.

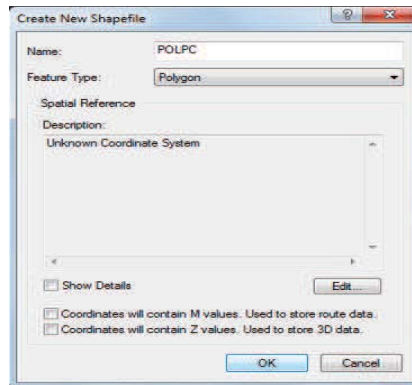


Figura 170: Create New Shapefile.



Se edito la capa de polígono creada “POLPC” mediante el siguiente procedimiento:

- Hacer clic en la herramienta “Editr”, seleccionar “Star Editing”, seleccionar la capa que se desea editar “POLPC” y hacer clic en OK.

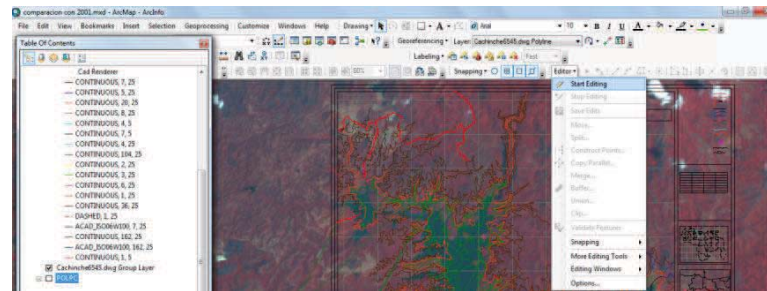


Figura 171: Star Editing (Comenzar edición).

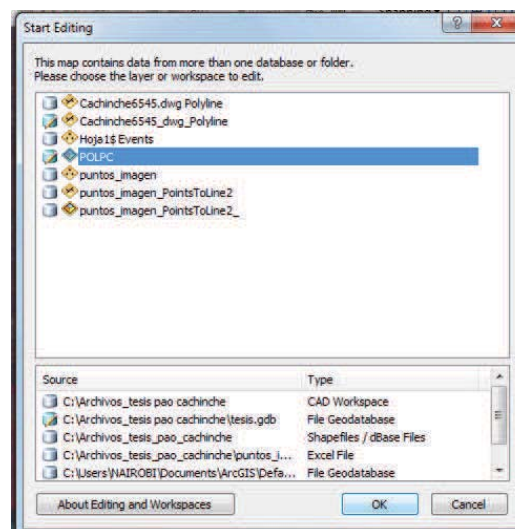


Figura 172: Star Editing “POLPC”



- En el lado derecho de la ventana hacer clic en POLPC, y crear el polígono del borde del embalse siguiendo la línea obtenida del archivo “Cachinche6545_dwg_Polyline” y al finalizar hacer doble clic sobre el último punto.

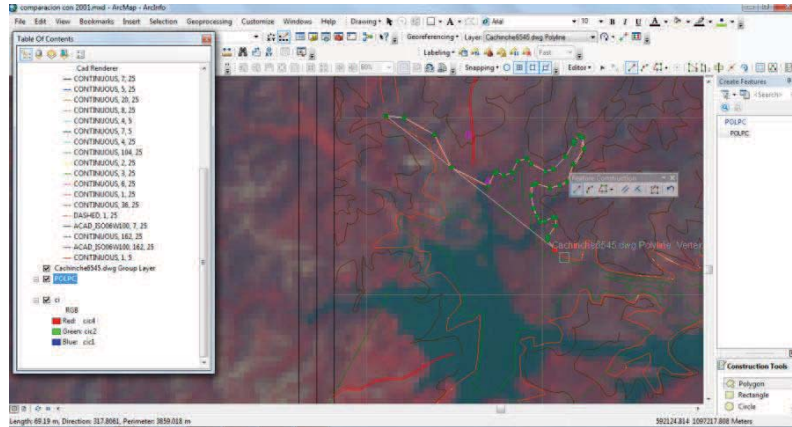


Figura 173: Creación del polígono que delimita al embalse Pao – Cachinche.

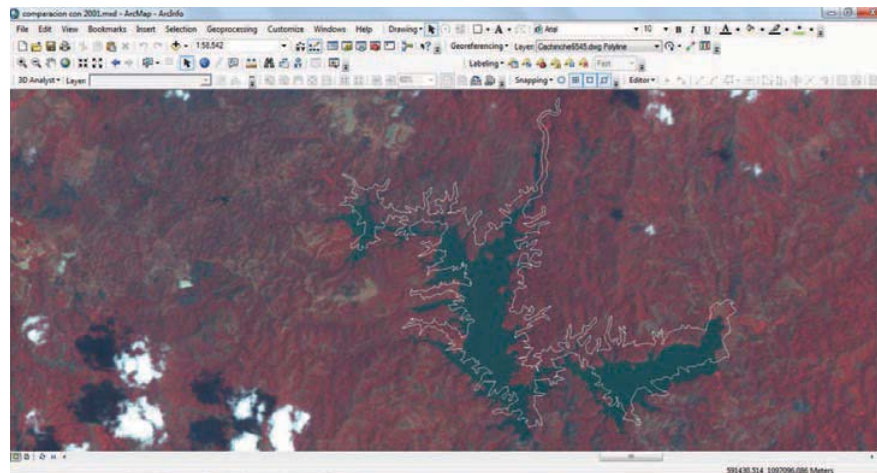


Figura 174: Superposición del área inundada del Embalse Pao – Cachinche
(Lndzat7 Vs. Batimetría 2001).



- **Estimación de acumulación de sedimentos en el desarrollo de la vida útil del Embalse Pao – Cachinche:**

Para estimar el volumen de sedimentos acumulados en el desarrollo de la vida útil del embalse se estimó una tasa de crecimiento anual igual a $0,143 \text{ Mm}^3$; basada en 2 Mm^3 de sedimentos acumulados en 14 años, como se describe a continuación:

$$\text{Vol. Sedimentos anual} = \frac{1 \text{ año} * 2 \text{ Mm}^3}{14 \text{ años}} = 0,143 \text{ Mm}^3$$

Del mismo modo se representó esta tasa de crecimiento y los resultados obtenidos de batimetrías anteriores en un gráfico de Excel (Ver Figura ()).

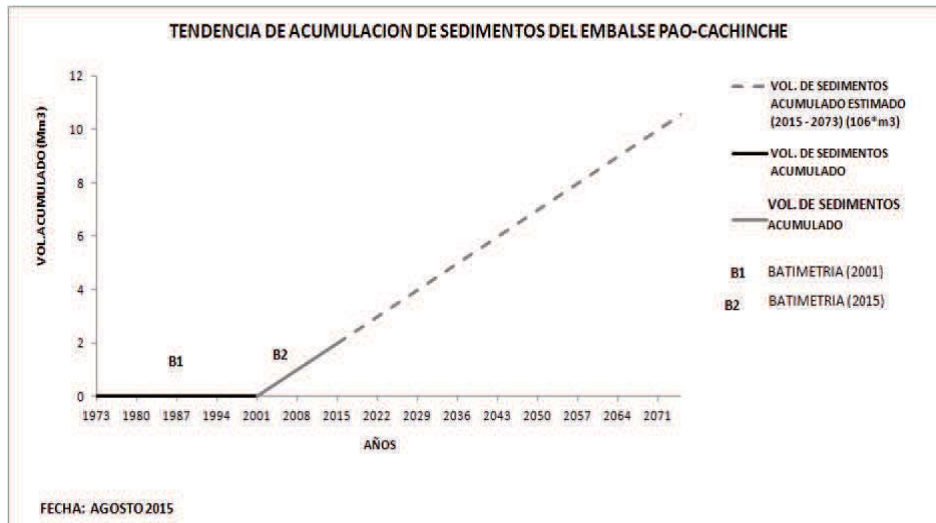


Figura 175: Representación de la tendencia de acumulación de sedimentos estimada.



- **Actualización de la Data técnica del embalse Pao – Cachinche:** realizada mediante la recopilación y tabulación en Excel de cada uno de los parámetros de operación del embalse obtenidos de la batimetría realizada en el año 2015.



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se refiere a los resultados obtenidos de la investigación, agrupados como sigue: (1) Describir los componentes y parámetros de diseños del embalse Pao Cachinche. (2) Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación del embalse Pao Cachinche. (3) Aplicar un método para medir el fondo del embalse Pao Cachinche. (4) Construir la curva área – nivel – capacidad actual del embalse Pao Cachinche. (5). Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño del embalse Pao Cachinche. (6) Analizar la influencia de la operación del embalse Pao Cachinche sobre la acumulación de sedimentos

DESCRIBIR LOS COMPONENTES Y PARAMETROS DE DISEÑO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE.

El embalse Pao Cachinche se encuentra dentro de la cuenca del Rio Pao; el área drenada por el río Pao y sus afluentes hasta el sitio de presa del Embalse ocupa un área de 940 km², excluyendo el área de la hoya de 79km² la cual está regulada aguas arriba por las obras del embalse de Guataparo.

Este embalse es de gran importancia ya que además de regular las aguas provenientes de la cuenca del rio Pao; estas se utilizan para agricultura de



subsistencia y es una de las fuentes principales de abastecimiento para el Sistema Regional del Centro, el cual es administrado por la empresa hidrológica HIDROCENTRO y fue diseñado para suministrar agua potable a las poblaciones de la región central del país, es decir a los Estados: Aragua, Carabobo y Cojedes.

Ubicación Geográfica Del Embalse

El embalse Pao-Cachinche está ubicado en la región centro-norte de Venezuela, en el límite entre el estado Carabobo y Cojedes.



Figura 176. Ubicación Geográfica del Embalse Pao Cachinche

Los límites geográficos son:

- Al norte: Municipio Libertador
- Al Este: Municipio Valencia
- Al Sur: El Pao. Estado Cojedes
- Al Oeste: Tinoquillo. Estado Cojedes



ORTOFOTOMAPA DEL AREA DE INFLUENCIA DEL EMBALSE PAO CACHINCHE

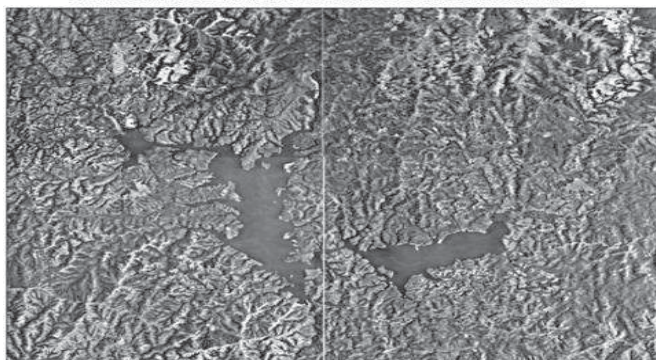


Figura 177. Área de Influencia del Embalse Pao Cachinche

Fuente: Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar

Sistema regional del centro

El Embalse Pao - Cachinche forma parte del Sistema Regional del Centro. Éste es administrado por la empresa hidrológica HIDROCENTRO y fue diseñado para suministrar agua potable a las poblaciones ubicadas en los estados: Aragua, Carabobo y Cojedes.

Sus fuentes principales de abastecimiento son:

El Embalse Pao – Cachinche.

El agua captada por este embalse se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución.

Este sistema de abastecimiento suministra agua al Estado Carabobo, y algunas poblaciones del estado Cojedes, como Tinaquillo.

Embalse Guataparo y Dique Toma Río Torito.



Éstos funcionan como auxiliares del Embalse Pao - Cachinche. El agua captada en estas fuentes se envía, por gravedad, directamente a la planta de potabilización Alejo Zuloaga.

Embalse Pao La Balsa.

La captación de este embalse se envía por gravedad a la estación de bombeo Pao I, luego se bombea a la estación Pao II y luego se impulsa hacia la planta de potabilización Lucio Baldó Soulés ubicada en Mesa de Torres, municipio Carlos Arvelo.

Luego de conocer las principales fuentes de abastecimiento del Sistema Regional del Centro, a continuación se presenta en la Figura 178 un esquema con los componentes que lo conforma y la distribución del sistema regional del centro I.



Figura 178. Sistema Regional Del Centro I

Fuente: HIDROCENTRO, C.A



Descripción del proyecto del Embalse Pao Cachinche

A continuación se hace la descripción del Embalse Pao – Cachinche, obtenida a partir del libro de Proyectos “*ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE VALENCIA*”, elaborado por la oficina de Ingeniería Antonio J. De Gurucea en Caracas, 1961; que a su vez citó textualmente ciertos aspectos de la memoria original del proyecto

Embalse Pao Cachinche

En el año de 1974 entró en funcionamiento el Embalse Pao – Cachinche. Con una capacidad de almacenamiento de ciento setenta y nueve millones de metros cúbicos (179,00 x106 m³). Este es alimentado por la cuenca del río Pao y sus principales afluentes son los ríos: Chirgua, Paito y Paya.

En la siguiente Figura 179, se observa que el embalse tiene como componentes una (1) presa de tierra zonificada que tiene como cota de cresta 376,00 m.s.n.m., un (1) aliviadero tipo de vertedero curvo en forma de abanico de descarga libre y una cota de alivio de 353.28 m.s.n.m. y una (1) obra de toma que permite suministrar agua a la zona regional del centro del país.

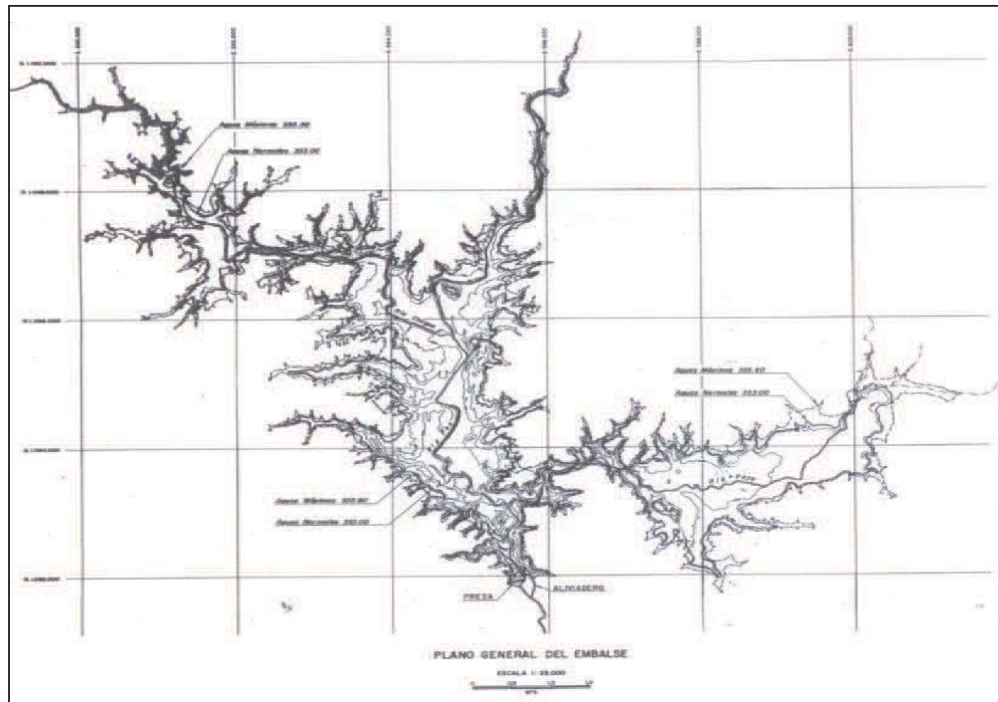


Figura 179. Plano General del Embalse Pao - Cachinche
Fuente: Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga. (1961)

El Embalse

El nivel máximo de las aguas en el embalse se tiene como límite el nivel 357.50 m.s.n.m. de manera no inundar a la poblaciones cercanas. Para esta cota el área inundada es de 1610 Ha, aproximadamente. El nivel de aguas normales quedó establecido a la cota 353.28 m.s.n.m. Para esta cota el área inundada es de 1335 Ha.

El volumen total almacenado a la cota de aguas normales es de $179 \times 10^6 \text{ m}^3$. de este volumen, $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ corresponden al volumen útil y $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ al volumen del aporte de sedimentos durante la vida útil de las obras 100 años estimados a partir del estudio ejecutado por la División Hidrología Dirección de Información Básica de la Dirección de Recursos Hidráulicos del M.O.P. Diciembre 1961.



El volumen almacenado permite la regulación de 7 m³/s para abastecimiento, riego y gasto ecológico en el río.

Además Los gastos regulados serán extraídos del embalse por medio de obras de toma ubicada agua arriba de la presa y los volúmenes en exceso al volumen almacenado a nivel normal, correspondiente a los aportes de las crecientes extraordinarias, serán evacuados a través de las obras de alivio ubicadas en el estribo izquierdo.

La diferencia de cotas entre el nivel de aguas normales y la cresta de la presa es de 7,00 m. El borde libre por encima del nivel de aguas máximas es de 2,50m.

Curva Nivel – Área – Capacidad

La curva original de capacidad y área inundación de diseño del embalse del año 1961, se muestra a continuación en la Figura 180. Donde se observa que nivel de agua mínimo del embalse es 310 msnm, y que los niveles donde se alcanzaran el mayor volumen y área de inundación están entre 350 y 360 msnm.

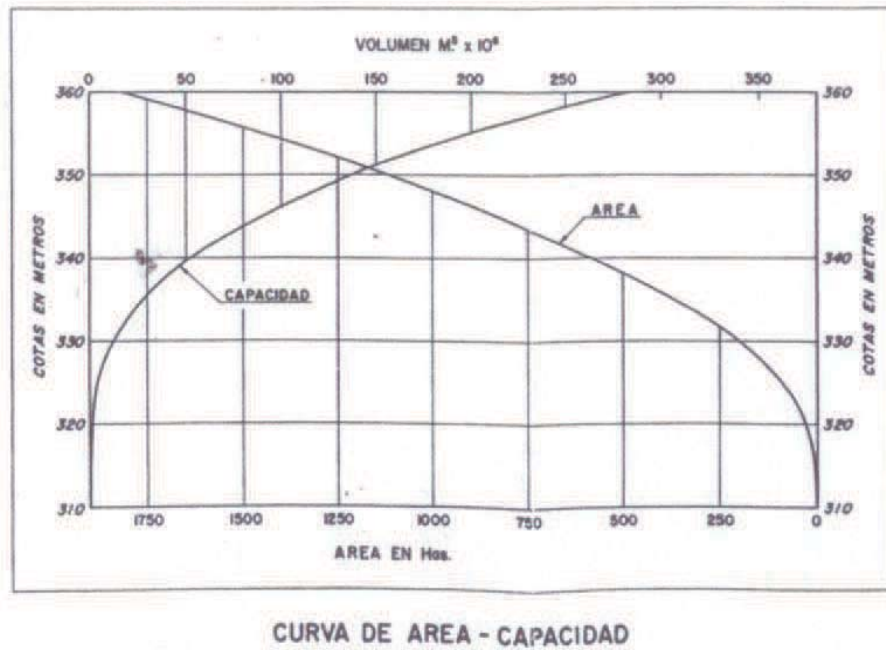


Figura 180. Curva Área-Capacidad De Diseño (1961) del Embalse Pao – Cachinche.
Fuente: Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga. (1961)

La Presa

En las Figuras 181. Se puede observar en que la presa es del tipo de tierra zonificada con núcleo impermeable de material areno-arcilloso impermeable y tiene su cota máxima en la 360,00 m.s.n.m, con una altura máxima de 52m. Según la Figura 182. La cota mínima de la presa es de 310msn de acuerdo con las curvas de nivel, el ancho de la cresta es de 11,00 m, suficiente para el paso cómodo de vehículos para operación y mantenimiento. La vía de acceso a la presa se ubica en el estribo izquierdo lo cual permite a su vez llegar a la cámara de válvulas de las obras de tomas, localizada en ese estribo.

Según el del libro de Proyectos *ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE VALENCIA*”, elaborado por la oficina de Ingenieria Antonio J. De



Guruceaga en Caracas, 1961; La estabilidad de la sección de la presa usada se estudió por el método corriente de superficie circular de falla y por el llamado “bloque deslizante”, encontrándose satisfactoria una sección con los taludes 3:1 aguas arriba, 2,5: 1 aguas abajo. Lo cual también se observa en la Figura 181.

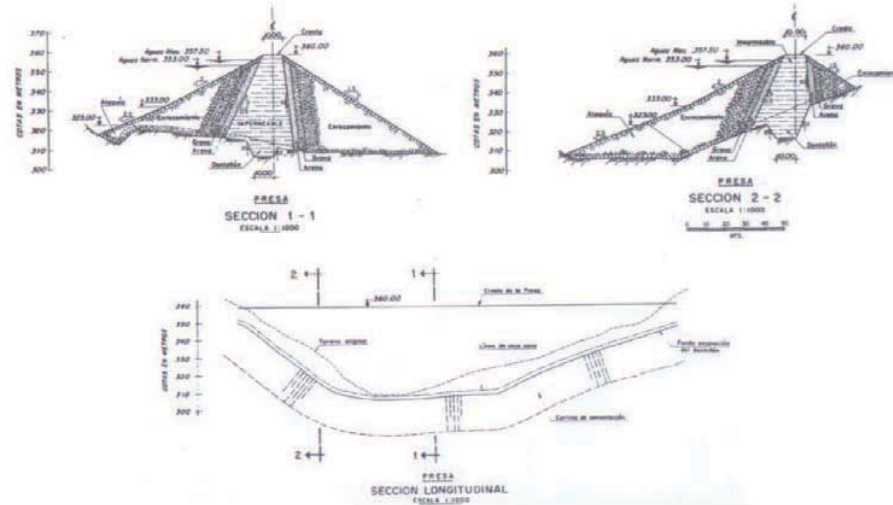


Figura 181. Sección Transversal Y Longitudinal de la presa

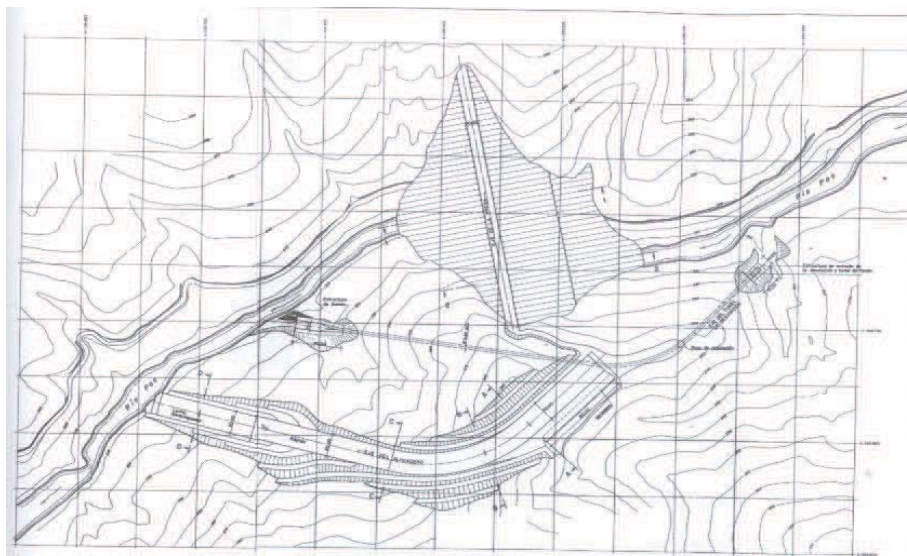


Figura 182. Ubicación de la Presa y Aliviadero
Fuente: Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga. (1961)



Obras de toma

Las obras de toma están ubicadas en el estribo izquierdo y constan de una Torre Toma, Túnel de desviación, Compuerta de Emergencia, Bifurcación de la Toma, obras de regulación y control y finalmente, un canal de descarga.

Torre Toma

En la figura 183. Se observa que la torre toma es un cilindro de concreto armado, de 5m de diámetro interno y 6,10 m de diámetro exterior. La plataforma de operación está ubicada a una cota de 360,43 msnm y la fundación a cota 306,93 msnm por lo que la altura total de esta estructura es de 53,50m. La base de la torre toma está formada por dos fustes de concreto armado, el inferior de 17m de diámetro y 6m de altura y el superior de 6,5 m de diámetro y 4m de altura.

La estructura esta provista por ocho compuertas planas deslizantes de 1,83m de altura por 0,91m de ancho, las cuales se identifican del N°1 al N°8, de arriba hacia abajo. Y los niveles medio de cada compuerta se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Nivel de los puntos medios de las compuertas de la Torre-Toma

Compuerta	Nivel(msnm)
1	349,93
2	346,43
3	342,93
4	339,43
5	335,93
6	332,43
7	328,93
8	320,43

Fuente: HIDROCENTRO C.A.



Cada compuesta está protegida por una reja plana de 4,70m de altura por 2,04m de ancho, formada por pletinas verticales de acero, separadas 10cm c/c. Las rejas deslizan en guías laterales que llegan a la plataforma superior de operación de la torre-toma.

En la plataforma superior, situada a una cota de 360,43 msnm, están instalados los sistemas de operación de las compuertas, las cuales son de tipo mecánico, accionados por motores eléctricos y/o manualmente.

En la base existe un codo vertical de 90° y 3,50m de diámetro interno que lo conecta con un conducto de concreto armado de 19m de longitud, el cual finaliza en el portal de entrada del túnel.

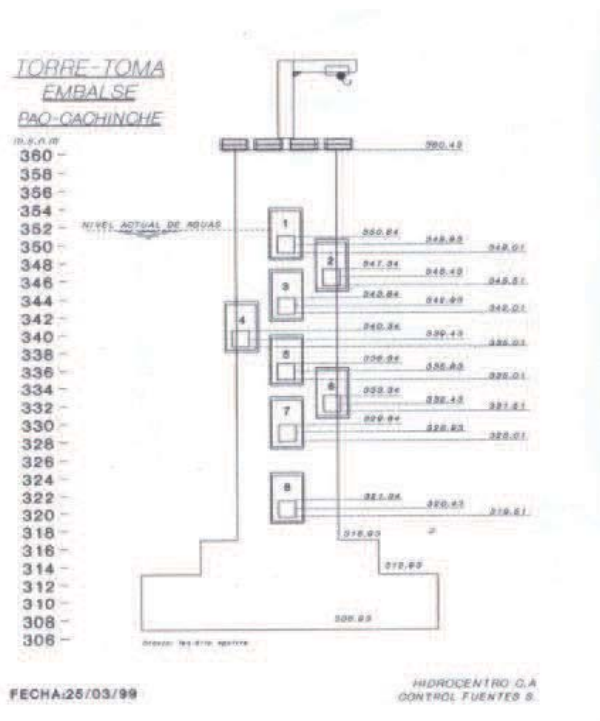


Figura 183. Esquema de la Torre Toma
Fuente: HIDROCENTRO C.A



Túnel De Desviación

El túnel está compuesto por dos tramos, el primero, aguas arriba de la compuerta de emergencia, tiene una longitud de 237 m, un diámetro interno de 3,50 m, revestido de concreto armado. Este tramo del túnel funciona a presión.

El segundo tramo, aguas debajo de la compuerta de emergencia, tiene una longitud de 144m, un diámetro interno de 3,50m, revestido en concreto armado. Se tiene una tubería visitable de acero de 1,83m (72") de diámetro, por lo que el túnel no está a presión.

La pendiente del túnel en toda su longitud de 377m, es constante e igual a 0,014.

Compuerta de Emergencia

Dentro del túnel, 144m aguas arriba del portal de salida, se encuentra una cámara excavada en roca, en la que se encuentra una compuerta de emergencia, plana, deslizante, cuadrada de 1,52m, de lado, accionada hidráulicamente. Aguas arriba de la compuerta hay una transición gradual, en forma de contracción, que pasa de la sección circular del túnel a la sección cuadrada de la compuerta. Aguas debajo de la compuerta existe otra transición gradual en forma de expansión para conducir el flujo a la tubería de acero del 1,83 m de diámetro.

Esta compuerta está equipada con varios accesorios como: by-pass, ventosas, junta dresser, etc.



Bifurcación de la toma

La tubería de toma se bifurca, 15m aguas abajo del portal de salida del túnel. Un ramal de la misma continua en forma rectilínea mediante una reducción gradual a 0,91(36") de diámetro, para determinar en la válvula de regulación de la descarga al cauce del rio pao. Otro ramal se desvía hacia la izquierda de la tubería principal y se reduce a un diámetro 1,37m (54"), para alimentar la estación de bombeo situada al pie de la presa, que hace la distribución del agua a valencia y otras regiones.

Descarga

El ramal rectilíneo de la tubería de toma termina en un válvula howell-Bunger de 0,91m (36") de diámetro accionada mecánicamente, mediante un motor eléctrico y/o un volante manual, Esta válvula regula el caudal que se va a descargar al cauce aguas debajo de la presa.

Tolos los antes descrito con respecto a los componentes de la obra de toma Túnel de desviación, Compuerta de Emergencia, Bifurcación de la Toma y la descarga. Se puede observar en la siguiente Figura 184.

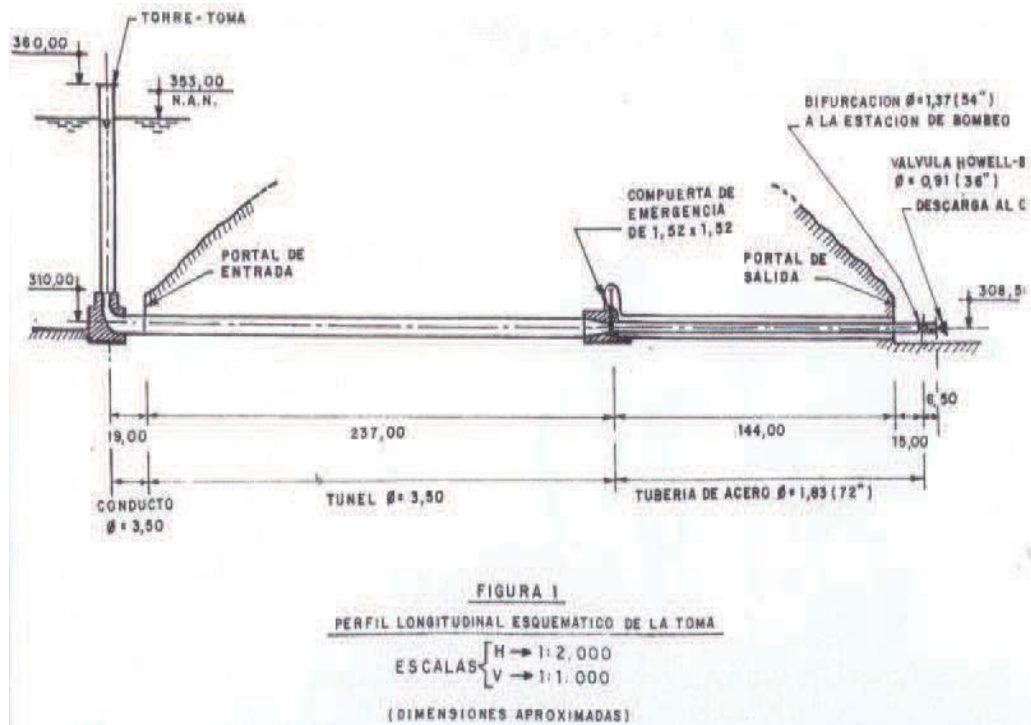


Figura 184. Perfil longitudinal Esquemático de la toma

Fuente : Proyectos Y Supervisión de Obras Hidráulicas (1999) Ing. Luis Miguel Suarez Villar.

Aliviadero

Para el diseño de esta obra se tomó en cuenta que la creciente máxima para frecuencia de 100 años, según un informe hidrológico del MOP fue de 1.900 m³, calculada por el hidrógrafo deducido del correspondiente al Paso de la Balsa. Sin embargo el caudal pico de la creciente de diseño es de 3898 m³/s, El paso de la creciente por el embalse disminuye el pico de salida a 740 m³/s, usando finalmente para el cálculo hidráulico del aliviadero un gasto máximo de 760 m³/s.



Las características de planta y perfil del aliviadero fueron objeto de números tanteos, ya que la topografía no ofrecía ninguna ventaja evidente para una solución determinada. La solución usada en definitiva fue la de un vertedero en abanico, de descarga libre ubicado en el estribo izquierdo de la presa, como se mostró en la figura ()

El vertedero lateral tiene una cota de la cresta de 353.28 msnm y longitud de la cresta de 38m, para una carga máxima de 4,5m. En la Figura 185. Se observa que es un vertedor de sección “ogee” que descarga en un canal de eje paralelo a su cresta, de sección trapezoidal, seguida de una transición rectangular inmediatamente aguas abajo del vertedero. La primera parte del canal descarga con una pendiente lenta (0,001) y se prolonga con alineamiento curvo hasta pasar la divisoria del estribo, donde comienza el canal rápido con una longitud de 234m de sección rectangular y alineamiento recto, con pendiente rápida de (0,368). El rápido termina en el lecho amortiguador de sección rectangular escalonada, donde se disipara la mayor parte de la energía antes de descargar finalmente al río.

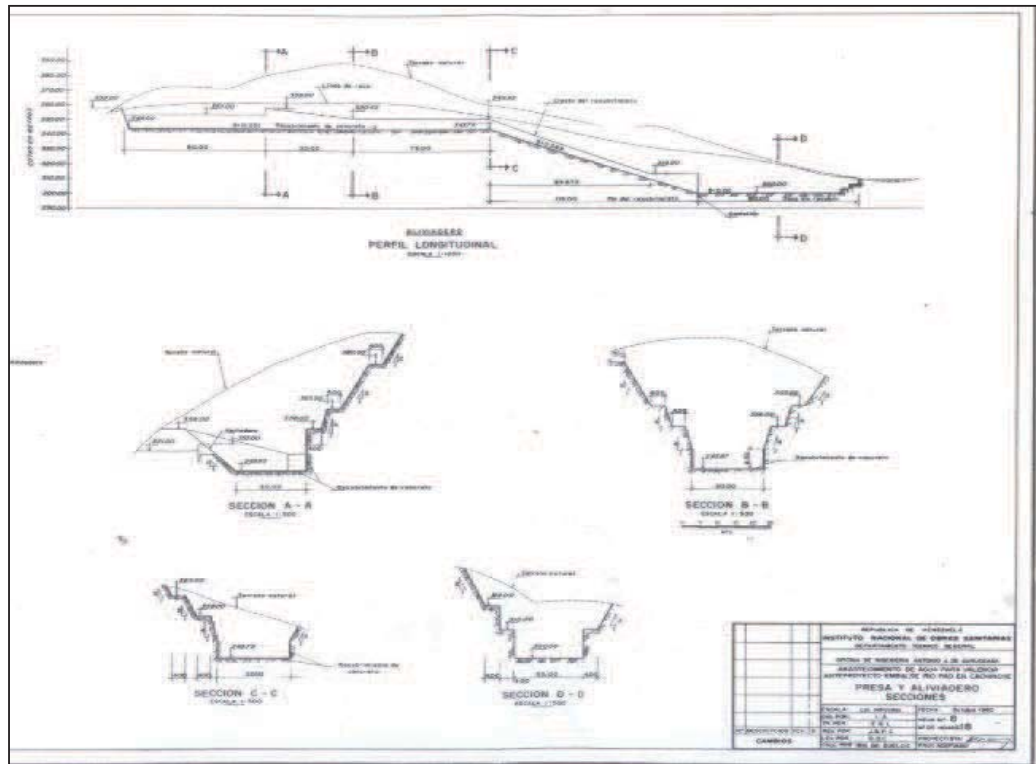


Figura 185. Secciones Transversales y Longitudinal del Aliviadero

Fuente: Oficina de Ingeniería Antonio J. Guruceaga. (1961)

Luego de conocer las obras de embalse y conocer sus respectivas características, se presenta la Tabla 14. Con las características principales del embalse.

Tabla 14. Características principales del Embalse Pao - Cachinche

Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> Sobre el Río Pao, a 4 Km aguas debajo de la confluencia de los ríos Paito y Chirgua, Estado Carabobo
Cronología	<ul style="list-style-type: none"> La obra se inició en 1971 y se terminó en marzo 1974



Tabla 14: (cont.)

Propósito	<ul style="list-style-type: none">▪ Abastecimiento de agua potable a la región del país, a través del Sistema Regional del Centro administrado por HIDROCENTRO▪ Riego de 6000ha.
Embalse	<ul style="list-style-type: none">▪ Nivel De Aguas Normales:353.28 M.S.N.M▪ Nivel De aguas Máximas:357.50 M.S.N.M▪ Volumen Embalsados :179 MMm³ (curva de área capacidad 1961)▪ Área De Inundación: 1610 ha. (curva de área capacidad 1961)▪ Caudal Regulado 7m³/s.
Presa	<ul style="list-style-type: none">▪ Tipo: De tierra zonificada con núcleo central de arcilla.▪ Altura Máxima: 52m▪ Longitud de la Cresta:160m▪ Elevación de la cresta: 360.00 M.S.N.M▪ Volumen del Terraplén: 676.715 m³▪ Pendiente de Talud: Aguas arriba: 3 : 1 Aguas abajo: 2,5 : 1



Tabla 14: (cont.)

Toma	<ul style="list-style-type: none">▪ Ubicación: Aguas arriba del talud de la presa.▪ Tipo: Torre toma sumergida y túnel por el estribo izquierdo▪ Altura de la torre Toma: 53,50▪ Diámetro interno de la torre toma: 5,00m▪ Compuertas de Captación: Ocho (8) Compuertas de captación, de tipo plana, deslizante. Con dimensiones H=1,83m, B=0,91m▪ La compuerta número ocho (8) trabaja como descarga de fondo.▪ Cota de la plataforma Superior de la torre toma: 360,43 m.s.n.m▪ Cota del centro de la compuerta inferior de la torre toma: 320,43 m.s.n.m▪ Diámetro y Longitud del túnel: 3,50 de diámetro y 381m de longitud.▪ Diámetro de la tubería de toma dentro del túnel: 1,83m(72")▪ Longitud de la tubería visitable dentro del túnel: 144m▪ Órgano de emergencia de la toma: compuerta plana deslizante, situada en la cámara dentro del túnel.▪ Dimensiones de la compuerta de Emergencia: 1,52 m x 1,52m▪ Órgano de regulación de la descarga del río: Válvula Howell- Bungler de 0,91m (36") de diámetro. Aducción a la estación de bombeo: 1,37m (54")
------	---



Tabla 14: (cont.)

Aliviadero	<ul style="list-style-type: none">▪ Tipo: De vertedero curvo en forma de abanico de descarga libre, una sección de control y un canal rápido de 234 m de longitud que descarga al río.▪ Ubicación: En el estribo izquierdo de la presa.▪ Longitud de Cresta: 38 Mts.▪ Cota Cimacio: 353.28 M.S.N.M▪ Capacidad Máxima: 760 m³/seg.▪ Carga Máxima: 4.5 Mts.
------------	---

Elaborado por: La Cruz Y Mijares

CARACTERIZAR LA EVOLUCION TEMPORAL DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN DEL EMBALSE PAO CACHINCHE.

Para la caracterización de las variables y la representación el comportamiento operacional en el tiempo del embalse Pao Cachinche se debe conocer las variables climatológicas y las variables operacionales del embalse.

Donde las variables climatológicas son: Precipitación, Evaporación, Aporte de ríos, y las variables operacionales; Gasto Ecológico, Bombeo, Alivio del embalse, Nivel de las aguas en el embalse, Volumen almacenado y Área inundada.

En el presente objetivo se caracterizara las variables que afectan significativamente el funcionamiento operacional del embalse, en cuanto a la



disminución de su capacidad útil de almacenamiento debido a la acumulación de sedimentos.

✓ Precipitación.

En Venezuela la precipitación obedece el sistema climatológico formado por la estación seca, comprendida desde el mes de noviembre hasta abril y la estación lluviosa desde el mes de mayo hasta el mes de octubre.

Las mediciones de lluvia del embalse son tomadas por medio de un pluviómetro instado en las adyacencias del embalse. En la siguiente Figura 186. Se observa el comportamiento en el tiempo de la precipitación en el embalse Pao Cachinche.

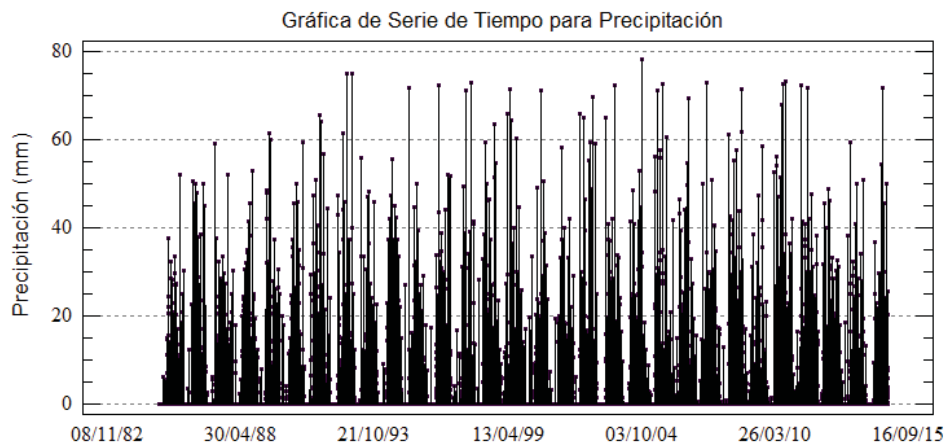


Figura 186: Serie de Tiempo de Precipitación del Embalse Pao Cachinche



Además, se aprecia que el aumento de la precipitación ocurre para los meses lluviosos y va disminuyendo para los inicios de mes de noviembre y ausentándose para los meses de estación seca. Además se observa que en los últimos 5 años la disminución de esta variable es notoria.

✓ Aportes de Ríos

Esta variable cuantifica el caudal que aportan los ríos o afluentes alimentadores del embalse, principalmente el Rio Pao. En la siguiente figura 187. Se destaca que desde enero de 1983 hasta diciembre de 2001 los mayores aportes que recibe el embalse ocurren en los meses de lluviosos, y que a partir del año 2002 hasta el año actual se resalta un aumento iterativo del caudal de aporte al embalse.

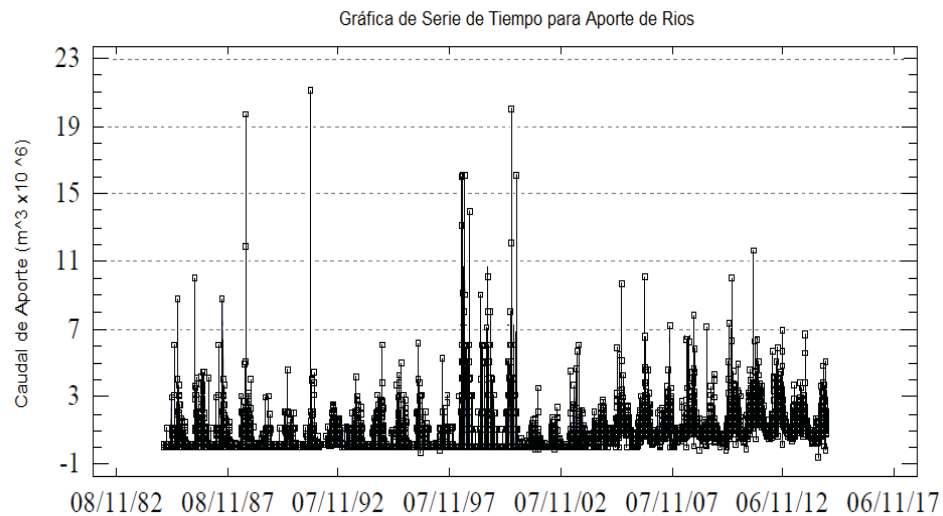


Figura 187: Serie de Tiempo de Aportes del Ríos al Embalse Pao Cachinche



✓ Gasto Ecológico

El gasto ecológico es el instrumento que gestiona la cantidad y régimen de flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos de los ecosistemas acuáticos; en nuestro caso el embalse. Se obtiene mediante un medición que se realiza a las aguas de los causes debajo del mismo.

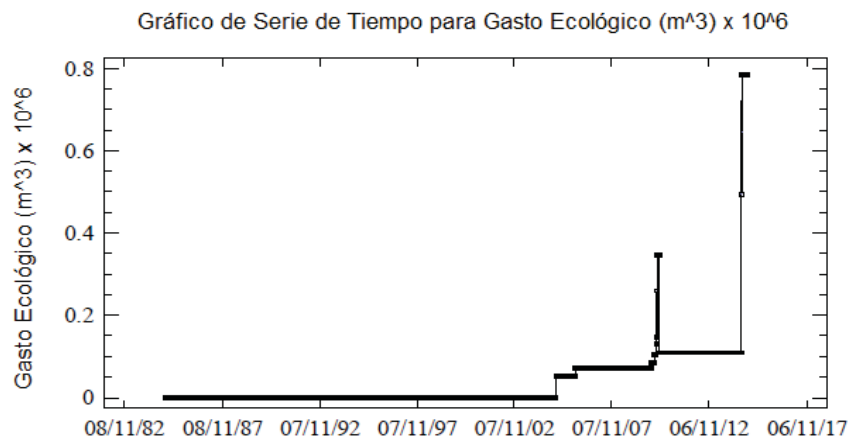


Figura 188: Serie de Tiempo para el gasto ecológico del Embalse Pao Cachinche

En la figura 188. Se logra observar que desde el año 1982 hasta aproximadamente el año 2003 el gasto ecológico tenía a cero, se detalla que el aumento significativo de esta variable ocurre en los últimos años, iniciando en el año 2003.

✓ Bombeo



El bombeo en el embalse depende de la capacidad de la estación de bombeo y la demanda de la población.

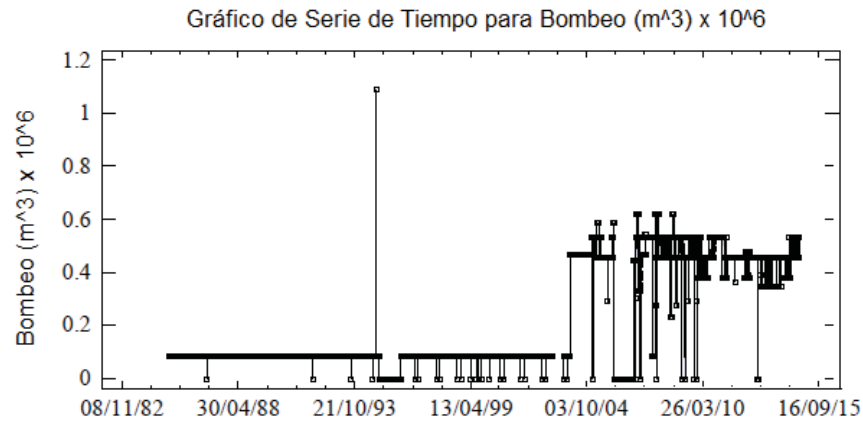


Figura 189: Serie de Tiempo del Bombeo en el Embalse Pao Cachinche

De acuerdo con la figura 189. El volumen de agua captado que posteriormente es enviado a la planta potabilizada Alejo Zuloaga, desde el años 1982 hasta aproximadamente el años 2004 este se mantiene alrededor de los 0,1 millones de metros cúbicos y del año 2004 en adelante ha aumentado esta variable hasta encontrarse entre 0,4 y 0,6 millones de metros cúbicos.

✓ Nivel de Las Aguas

El nivel de las aguas en el embalse depende de las variables climatológicas como lo son: la precipitación, evaporación, y los aportes de los ríos. En la figura 190. Se representara el registro diario de los niveles del embalse obtenido mediante una estación hidrométrica ubicada cerca de la presa del embalse, el cual inicia el 31 de diciembre de 1982 hasta el 19 de noviembre de 2014.

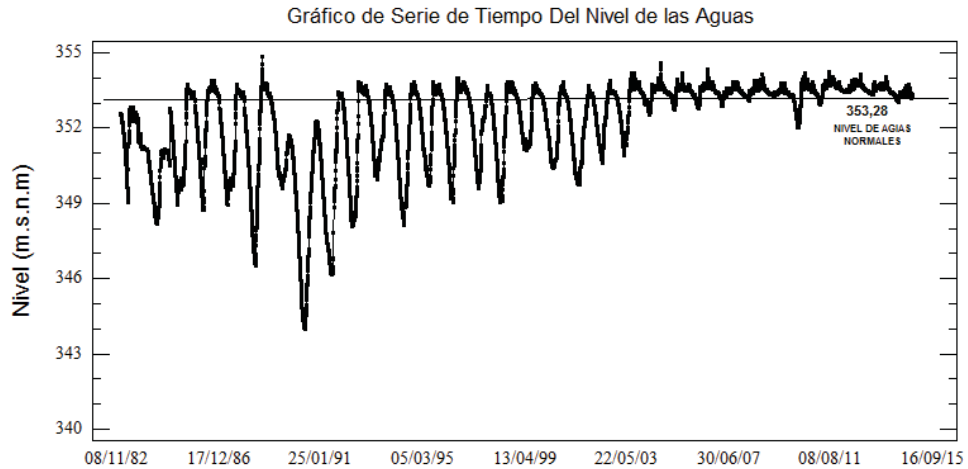


Figura 190: Serie de Tiempo del Nivel de Las Aguas en el Embalse Pao Cachinche

Al analizar el comportamiento del nivel de las aguas en un intervalo de tiempo, iniciando en enero de 1983 hasta noviembre de 2014, En la figura 190. se observa que el nivel de las aguas en el embalse varía notablemente en el tiempo desde el año 1983 hasta el año 2003, Llegando a un comportamiento más estable entre los años (2003-2014); manteniendo un nivel de las aguas entre (353 – 354) m.s.n.m, mayormente por encima del nivel de aguas normales.

✓ Caudal de Alivio

Este caudal está relacionado directamente con el nivel de las aguas, como se mencionó anteriormente, por lo observado en la Figura 191 a partir del año 2003 en adelante, el nivel de las aguas se encuentra mayormente por encima nivel de aguas normales (353,28 m.s.n.m); Siendo este el nivel del cimacio del aliviadero, se refleja



como el embalse desde ese mismo año se encuentra continuamente aliviando, con valores de caudal entre (0,5 y 4) millones de metros cúbicos.

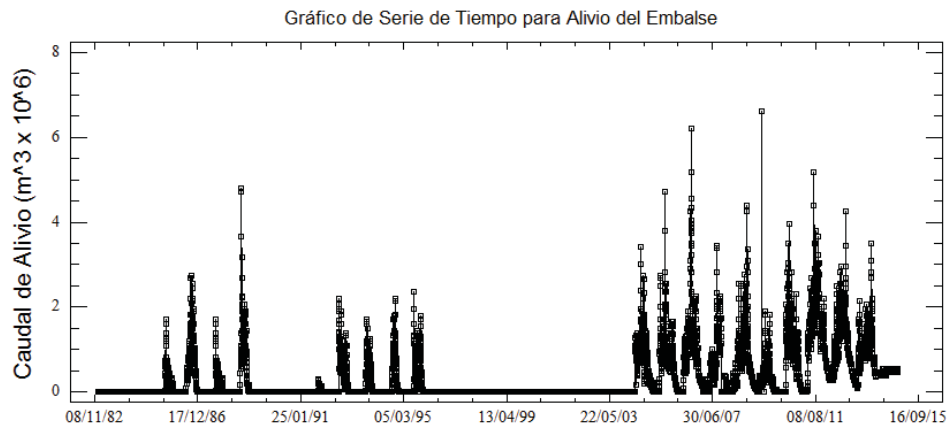


Figura 191: Evolución en tiempo del caudal de alivio en el Embalse Pao Cachinche

En lo referente a las variables como al área de inundación y el volumen almacenado en el vaso del embalse, dependen del nivel de las aguas, obtenido por medición directa de una estación hidrométrica y la relación de la curva nivel-área-capacidad de diseño del embalse observado en la figura 190.

Por ende el comportamiento en el tiempo del área de inundación observado en la Figura 191. Y el del volumen almacenado. Figura 192, son similares; debido a que mientras aumente el nivel de las aguas mayor será volumen almacenado en el embalse y el área de inundación

Con lo antes mencionado se muestra que en las siguientes graficas mostradas en las Figuras 192 y 193. Tanto el área de inundada como el volumen almacenado presentan poca variabilidad iniciando en el año 2003 hasta el año 2014.



✓ Área de Inundación

Gráfico de Serie de Tiempo del Area de Inundación

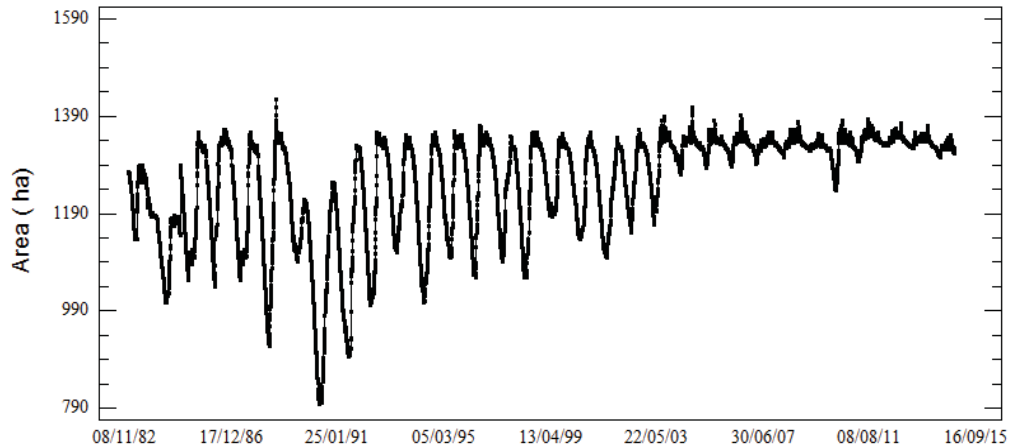


Figura 192: Serie de tiempo del Área de inundación del Embalse Pao Cachinche

✓ Volumen Almacenado

Gráfico de Serie de Tiempo para Volumen Almacenado

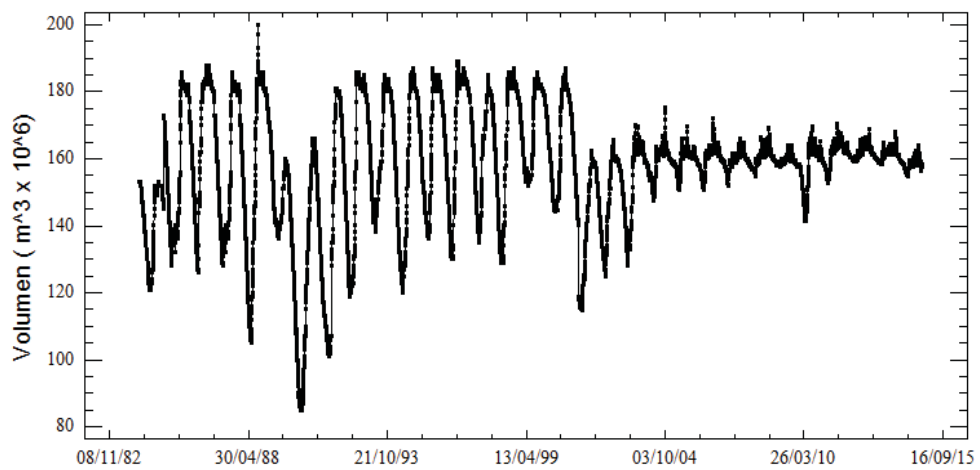


Figura 193: Serie de tiempo del Volumen De Agua Almacenado en el Embalse Pao Cachinche



APLICAR UN MÉTODO PARA MEDIR EL FONDO DEL EMBALSE PAO – CACHINCHE.

El método aplicado para medir el fondo del embalse Pao – Cachinche consiste en la realización de un levantamiento batimétrico que arroja la ubicación geográfica, el nivel de la superficie del agua y la profundidad de los puntos observados como se muestra a continuación:

- **Resultados de las mediciones obtenidas en la batimetría realizada al Embalse Pao - Cachinche:**

Los resultados de las mediciones obtenidas en la batimetría realizada se muestran en las Tablas 15, 16 y 17 como precede:

- **Tabla 15:** representa los resultados de las mediciones obtenidas en el embalse Pao – Cachinche el día 09 de Julio de 2015, donde se obtuvieron 108 puntos ubicados en un rango de coordenadas Norte desde 1096768 m hasta 1095574 m y Este desde 591285 m hasta 595025 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m, con elevación de superficie aguas máximas y mínimas entre 363,4 m y 348,5 m para un promedio de 355,95 m, en profundidades que varía entre 1 m y 21,7 m respecto a elevaciones del terreno mínimas y máximas de 332 m.s.n.m y 358 m.s.n.m.



Tabla 15. Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (09/07/2015).

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
1	1096768	591285	356,1	1,0	355,1
2	1096820	591318	357,7	1,0	356,3
3	1096777	591324	354,4	1,0	353,4
4	1096792	591358	354,6	1,5	353,1
5	1096851	591373	357,1	2,4	354,7
6	1096903	591397	359,0	2,2	356,8
7	1096952	591412	357,9	1,0	356,9
8	1096900	591443	353,2	2,4	350,8
9	1096857	591464	353,4	3,3	350,1
10	1096774	591486	352,0	5,0	347,0
11	1096688	591498	352,7	5,2	347,5
12	1096624	591480	354,2	5,1	349,1
13	1096535	591465	351,3	2,2	349,1
14	1096609	591526	354,8	6,4	348,4
15	1096676	591583	354,1	6,1	348,0
16	1096738	591647	357,2	5,5	351,7
17	1096815	591699	357,3	3,7	353,6
18	1096932	591775	355,0	2,4	352,60
19	1096855	591763	355,9	3,1	352,8
20	1096753	591726	357,0	5,2	351,8
21	1096624	591708	355,9	6,8	349,1
22	1096511	591702	354,5	7,4	347,1
23	1096455	591697	355,5	5,1	350,4
24	1096532	591745	356,1	7,3	348,8
25	1096560	591815	355,5	6,5	349,0
26	1096637	591827	356,1	7,1	349,0
27	1096729	591842	353,7	6,3	347,4
28	1096781	591827	352,6	4,7	347,9
29	1096655	591833	348,5	7,0	341,5
30	1096867	591830	355,3	3,2	352,1



Tabla 15. (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
31	1096907	591839	353,7	1,8	351,90
32	1096825	591891	354,2	3,9	350,3
33	1096754	591927	353,4	6,8	346,6
34	1096739	591949	352,5	8,7	343,8
35	1096702	591979	355,2	7,9	347,3
36	1096742	591994	354,0	9,5	345,5
37	1096800	591988	354,7	7,9	346,8
38	1096831	592015	355,6	2,3	353,3
39	1096803	592022	355,0	9,0	346,0
40	1096751	592034	358,2	9,5	348,7
41	1096733	592067	357,2	1,9	355,3
42	1096739	592058	349,5	9,5	340,0
43	1096764	592101	356,5	11,0	345,5
44	1096782	592119	354,1	2,20	351,9
45	1096736	592150	351,9	10,8	341,1
46	1096687	592174	363,4	8,6	354,8
47	1096715	592186	351,6	10,6	341,0
48	1096752	592204	353,2	4,1	349,1
49	1096718	592235	355,4	10,7	344,7
50	1096671	592269	357,4	4,3	353,1
51	1096721	592244	352,9	10,6	342,3
52	1096715	592302	353,9	11,2	342,7
53	1096733	592305	353,3	1,4	351,9
54	1096674	592269	351,1	12,1	339,0
55	1096675	592350	352,4	5,2	347,2
56	1096718	592399	355,3	12,30	343,0
57	1096738	592415,	353,3	4,1	349,2
58	1096679	592473	353,4	12,3	341,1
59	1096633	592518	354,4	5,2	349,2
60	1096682	592546	355,0	13,2	341,8



Tabla 15: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
61	1096743	592576	353,0	9,6	343,4
62	1096777	592609	352,4	4,7	347,0
63	1096710	592664	351,9	9,8	342,1
64	1096630	592704	351,0	14,2	336,8
65	1096584	592756	350,9	10,8	340,1
66	1096664	592823	352,2	15,2	337,0
67	1096713	592890	351,7	15,0	336,7
68	1096637	592914	355,3	15,6	339,7
69	1096581	592948	355,9	9,3	346,6
70	1096615	593006	356,4	16,4	340,0
71	1096683	593030	356,2	5,6	350,6
72	1096625	593060	356,3	15,9	340,4
73	1096560	593094	354,4	13,4	341,0
74	1096622	593121	356,1	15,4	340,7
75	1096650	593197	356,2	11,6	344,6
76	1096644	593243	354,6	4,3	350,3
77	1096585	593240	354,0	18,5	335,5
78	1096536	593268	361,5	3,5	358,0
79	1096558	593560	349,1	9,1	340,0
80	1096599	593653	351,1	11,6	339,5
81	1096657	593789	357,2	5,2	352,0
82	1096705	593813	362,1	4,1	358,0
83	1096731	593679	359,4	2,4	357,0
84	1096300	594006	357,7	5,7	352,0
85	1096328	594035	361,7	3,7	358,0
86	1096223	593845	356,7	21,7	335,0
87	1096072	593551	352,8	9,8	343,0
88	1096004	593387	357,2	1,2	356,0
89	1095965	593317	361,4	3,4	358,0
90	1095956	593444	355,8	2,8	353,0



Tabla 15: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
91	1095961	593595	352,3	7,3	345,0
92	1095990	593753	357,0	20,0	337,0
93	1096002	593845	349,4	17,4	332,0
94	1096009	593958	350,6	16,6	334,0
95	1096034	594052	359,4	3,4	356,0
96	1095984	593950	348,6	15,6	333,0
97	1095918	593806	348,8	11,8	337,0
98	1095877	593689	356,7	12,7	344,0
99	1095805	593462	362,3	5,3	357,0
100	1095817	593620	351,4	2,4	349,0
101	1095838	593801	349,5	9,5	340,0
102	1095859	594058	353,1	10,1	343,0
103	1095898	594179	361,7	4,7	357,0
104	1095833	594091	349,4	3,4	346,0
105	1095652	593851	353,9	6,9	347,0
106	1095522	593626	362,5	4,5	358,0
107	1096029	594369	360,9	2,9	358,0
108	1095574	595025	357,3	1,3	356,0

- **Tabla 16:** representa los resultados de la mediciones obtenidas de la batimetría realizada al en el embalse Pao – Cachinche el día el 11 de Agosto de 2015, donde se obtuvieron 108 puntos ubicados en un rango de coordenadas Norte desde 1096618 m hasta 1094496 m y Este desde 593529 m hasta 594842 m, separados entre sí a una distancia promedio de 390 m, con elevación de superficie aguas máximas y mínimas entre 367.5 m y 346.8 m para un promedio de 357.15 m, en profundidades que varía



entre 1,5 m y 31,7 m respecto a elevaciones del terreno mínimas y máximas de 328.3 m.s.n.m y 358m.s.n.m.

Tabla 16: Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (11/08/2015).

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
1	1096618	593529	359,3	21,3	338,0
2	1096633	593735	359,6	18,4	341,2
3	1096442	593719	356,8	18,3	338,5
4	1096253	593671	351,2	20,3	330,9
5	1096274	593939	356,4	16,7	339,7
6	1096094	593952	355,0	21,4	333,6
7	1096082	594024	355,9	7,2	348,7
8	1095840	593959	354,6	22,1	332,5
9	1095590	593983	353,4	25,1	328,3
10	1095199	594076	354,3	8,9	345,4
11	1095557	594433	355,3	22,9	332,4
12	1095822	594623	356,8	19,9	336,9
13	1096046	594760	358,3	20,1	338,2
14	1096357	594945	357,5	16,4	341,1
15	1096435	594918	356,2	6,9	349,3
16	1096296	595106	356,1	16,8	339,3
17	1096450	595098	357,8	18,4	339,4
18	1096603	594994	358,3	10,4	347,9
19	1096668	595120	356,6	13,8	342,8
20	1096737	595204	358,5	6,3	352,2
21	1096852	595168	356,5	14,9	341,6
22	1096987	595114	356,2	14,4	341,8
23	1097048	595100	356,5	5,0	351,5
24	1097045	595196	356,1	15,7	340,4
25	1097012	595313	356,7	6,4	350,3
26	1097113	595343	355,5	14,0	341,5
27	1097163	595311	357,1	14,2	342,9
28	1097145	595360	356,0	14,1	341,9
29	1097109	595442	355,1	6,2	348,9
30	1097155	595489	356,6	12,9	343,7



Tabla 16: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
31	1097210	595515	355,1	12,0	343,1
32	1097200	595586	352,8	11,8	341,0
33	1095937	594628	359,9	8,4	351,5
34	1095667	594498	359,1	22,7	336,4
35	1095581	594556	358,6	24,4	334,2
36	1095323	594461	357,3	23,6	333,7
37	1095111	594290	355,5	11,0	344,5
38	1094864	594119	356,6	5,3	351,3
39	1094782	594411	362,1	22,4	339,7
40	1094640	594740	356,9	26,8	330,1
41	1094575	594925	357,5	12,2	345,3
42	1094079	594817	356,3	24,8	331,5
43	1093969	594706	359,1	27,7	331,4
44	1093704	594344	362,5	28,8	333,7
45	1093416	594162	363,2	24,8	338,4
46	1093314	594444	364,0	29,2	334,8
47	1093234	594632	361,4	31,7	329,7
48	1093704	594344	362,5	28,8	333,7
49	1093416	594162	363,2	24,8	338,4
50	1093314	594444	364,0	29,2	334,8
51	1093234	594632	361,4	31,7	329,7
52	1094576	594948	355,6	2,6	353,0
53	1094209	594247	354,6	1,5	351,3
54	1094035	594995	355,4	2,4	353,0
55	1093834	594222	354,6	1,5	351,3
56	1093709	594157	354,6	1,5	351,3
57	1093550	595104	355,2	2,2	353,0
58	1093596	594981	355,4	2,4	353,0
59	1093473	594033	354,6	1,5	351,3
60	1093071	595051	355,3	2,3	353,0



Tabla 16: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
61	1092917	594521	352,2	5,2	347,0
62	1092981	595029	355,7	2,7	353,0
63	1092740	594868	352,2	5,2	347,0
64	1092884	595028	355,5	2,5	353,0
65	1092884	595028	355,1	2,1	353,0
66	1092415	595121	356,3	15,8	340,5
67	1092626	597604	353,1	11,1	342,0
68	1093265	597191	354,5	10,5	344,0
69	1093110	597431	354,8	10,8	344,0
70	1093160	597335	356,9	12,9	344,0
71	1092688	598043	348,9	6,9	342,0
72	1092688	598043	346,8	4,8	342,0
73	1092810	598625	354,3	4,3	350,0
74	1093088	599262	355,1	5,1	350,0
75	1093081	599273	353,9	3,9	350,0
76	1093668	598872	364,5	12,5	352,0
77	1093812	599658	357,2	5,2	352,0
78	1093875	599744	355,8	3,8	352,0
79	1096714	592585	348,7	6,6	342,1
80	1096676	593140	361,4	3,4	358,0
81	1096676	593161	367,0	10,0	357,0
82	1096513	593393	361,2	3,2	358,0
83	1096738	593226	361,6	3,6	358,0
84	1096715	593241	359,1	2,1	357,0
85	1096703	593250	357,8	1,8	356,0
86	1096675	593280	360,4	6,4	354,0
87	1096567	593354	355,4	3,4	352,0
88	1096599	593327	354,3	5,3	349,0
89	1096602	593362	356,1	10,1	346,0
90	1096653	593354	356,3	14,3	342,0



Tabla 16: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
91	1096709	593334	361,3	3,3	358,0
92	1096367	593444	363,3	5,3	358,0
93	1096398	593580	351,2	2,2	349,0
94	1096418	593644	355,3	6,3	344,0
95	1096444	593683	352,1	11,1	341,0
96	1096448	593772	355,7	11,7	344,0
97	1096497	593834	356,3	2,3	354,0
98	1096513	593566	361,4	3,4	358,0
99	1096519	593776	367,5	19,5	348,0
100	1096509	593641	353,6	14,6	33,0
101	1096525	593534	356,1	7,1	349,0
102	1096514	593450	358,8	2,8	356,0
103	1096082	595089	357,6	4,6	353,0
104	1096374	594829	353,2	3,2	350,0
105	1096513	595214	359,9	2,9	357,0
106	1094692	593966	361,8	3,8	358,0
107	1094414	594689	353,7	19,7	334,0
108	1094496	594842	356,3	15,3	341,0

- **Tabla 17:** representa los resultados de la mediciones obtenidas de la batimetría realizada al en el embalse Pao – Cachinche el día el 21 de Agosto de 2015, donde se obtuvieron 84 puntos ubicados en un rango de coordenadas Norte desde 1092978 m hasta 1091588 m y Este desde 594475 m hasta 595368 m, separados entre sí a una distancia promedio de 208 m, con elevación de superficie aguas máximas y mínimas entre 361.3 m y 348.7 m para un promedio de 355 m, en profundidades que varía entre 2,1 m y 38,8 m respecto a elevaciones del terreno mínimas y máximas de 318 m.s.n.m y 355.6 m.s.n.m.



Tabla 17: Resultado de las mediciones obtenidas en la Batimetría al Embalse Pao – Cachinche (21/08/2015).

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
1	1092978	594475	354,8	7,6	347,2
2	1093014	594825	356,1	35,8	320,3
3	1092982	595016	355,1	25,7	329,4
4	1092947	595092	357,1	7,9	349,2
5	1092829	595183	357,7	33,0	324,7
6	1092822	595291	353,5	30,2	323,3
7	1092750	595476	350,5	12,4	338,1
8	1092837	595520	352,1	17,3	334,8
9	1092897	595587	355,7	3,0	352,7
10	1092837	595655	355,1	15,2	339,9
11	1092760	595736	358,8	15,3	343,5
12	1092848	595982	354,1	14,2	339,9
13	1092920	595886	355,9	21,7	334,2
14	1092995	595781	353,3	30,9	322,4
15	1093055	595667	352,9	12,7	340,2
16	1093115	595742	353,1	19,5	333,6
17	1093189	595813	352,9	6,8	346,1
18	1093263	595848	351,0	33,0	318,0
19	1093384	595892	352,8	10,9	341,9
20	1093322	596019	358,0	22,6	335,4
21	1093264	596096	353,5	9,8	343,7
22	1093323	596171	358,1	29,3	328,8
23	1093438	596282	355,6	7,3	348,3
24	1093435	596384	351,5	28,2	323,3
25	1093407	596444	354,2	5,5	348,7
26	1093422	596536	352,2	21,9	330,3
27	1093419	596709	353,3	18,0	335,3
28	1093287	596749	353,9	24,4	329,5
29	1093064	596902	351,6	8,5	343,1
30	1093132	597022	354,9	26,2	328,7



Tabla 17: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
31	1093326	597041	354,4	11,2	343,2
32	1093233	597179	354,4	10,8	343,6
33	1093050	597398	352,5	13,2	339,3
34	1092753	597501	348,9	15,7	333,2
35	1092980	597617	350,1	21,4	328,7
36	1093208	597823	348,7	20,9	327,8
37	1093390	597981	351,3	6,9	344,4
38	1093269	598093	353,8	17,7	336,1
39	1092963	598396	353,7	13,7	340,0
40	1092812	598598	354,2	12,6	341,6
41	1093088	598642	354,8	14,8	340,0
42	1093374	598604	354,5	14,9	339,6
43	1093586	598616	354,4	2,3	352,1
44	1093495	598805	352,7	14,4	338,3
45	1093111	599238	355,3	10,5	344,8
46	1093313	599352	356,9	10,8	346,1
47	1093835	599562	359,4	5,2	354,2
48	1093793	599708	357,8	8,1	349,7
49	1093723	599976	356,4	4,7	351,7
50	1093862	599961	355,1	6,6	348,5
51	1094021	599892	355,7	6,4	349,3
52	1094183	599826	357,3	5,7	351,6
53	1094200	599984	356,0	5,2	350,8
54	1094158	600109	354,4	3,1	351,3
55	1094260	600100	355,6	3,8	351,8
56	1094426	600035	355,2	2,6	352,6
57	1094388	600164	358,5	3,0	355,5
58	1094364	600283	356,3	2,6	353,7
59	1094385	600302	354,6	2,1	352,5
60	1092729	595473	356,3	4,0	352,3



Tabla 17: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
61	1092630	595380	356,8	36,2	320,6
62	1092397	595135	357,2	16,7	340,5
63	1092397	595270	358,9	23,4	335,5
64	1092414	595429	358,7	31,5	327,2
65	1092324	595375	356,7	35,0	321,7
66	1092209	595276	357,1	12,0	345,1
67	1092069	595151	361,3	33,4	327,9
68	1092089	595273	358,7	16,8	341,9
69	1092091	595437	357,6	30,2	327,4
70	1091971	595365	359,8	35,2	324,6
71	1091865	595270	359,9	19,6	340,3
72	1091876	595395	358,7	38,8	319,9
73	1091903	595493	361,0	8,7	352,3
74	1091883	595585	357,6	7,6	350,0
75	1091797	595586	356,4	21,9	334,5
76	1091703	595575	360,2	6,1	354,1
77	1091698	595595	359,9	10,0	349,9
78	1091758	595528	359,1	9,5	349,6
79	1091762	595464	361,0	31,8	329,2
80	1091753	595375	357,2	18,5	338,7
81	1091713	595439	359,8	31,2	328,6
82	1091654	595533	360,2	11,7	348,5
83	1091616	595460	359,7	7,3	352,4
84	1091588	595368	358,2	2,6	355,6



- **Representación de las mediciones obtenidas en la batimetría realizada al Embalse Pao - Cachinche:**

Los resultados de la representación de las mediciones de la batimetría se presentan en los planos de ubicación, secciones transversales y nivel del terreno actual que indican el estado del embalse Pao – Cachinche respecto a su topografía y son mostrados a continuación:

- ***Plano de ubicación:*** representa la ubicación de los puntos de la batimetría a escala 1:50.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 300 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte que varía desde 1096768 m hasta 1091588 m y Este entre 591285m y 595368 m, dentro 1210,16 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1091512 m y 1098188 m, y Este 590623 m y 600460 m. (Ver Anexo 3).

- ***Plano de secciones transversales:***

Las secciones transversales serán presentadas en planos divididos por sectores para obtener una mejor visualización; de igual manera, serán representadas una a una para observar la elevación del terreno y la superficie del agua obtenida del itinerario de navegación realizado en la batimetría del Embalse Pao – Cachinche, como sigue:



Plano de sección transversal - sector 1: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 1 hasta la sección 17 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 1D: Sección 1 - Margen Derecho y 1I: Sección 1 - Margen Izquierdo, conformadas por 56 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1096768 m y 1096738 m y Coordenadas Este desde 591285 m hasta 592415 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal – sector 2: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 18 hasta la sección 39 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 19D: Sección 19 - Margen derecho y 19I: Sección 19 - Margen Izquierdo, conformadas por 78 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1096738 m y 1095859 m, y Coordenadas Este desde 592415 m hasta 594058 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 3: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 42 hasta la sección 55 identificadas respecto al



margen izquierdo y derecho del río como 43D: Sección 43 - Margen derecho y 43I: Sección 43 - Margen Izquierdo, conformadas por 27 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1095574 m y 1097200 m y Coordenadas Este desde 595025 m y 595586 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 4: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observa la sección 41 y desde la sección 56 hasta la sección 60 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 41D: Sección 41 - Margen derecho y 41I: Sección 41 - Margen Izquierdo, conformadas por 21 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1095522 m y 1093834 m y Coordenadas Este desde 593626 m y 594222 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 5: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 61 hasta la sección 74 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 63D: Sección 63 - Margen derecho y 63I: Sección 63 - Margen Izquierdo, conformadas por 30 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1093596 m y 1091971 m y Coordenadas Este desde 594981 m y 595365 m. (Ver Anexo 4).



Plano de sección transversal - sector 6: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 64 hasta la sección 88 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 64D: Sección 64 - Margen derecho y 64I: Sección 64 - Margen Izquierdo, conformadas por 30 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1093234 m y 1093323 m y Coordenadas Este desde 594632 m y 596171 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 7: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 89 hasta la sección 97 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 89D: Sección 89 - Margen derecho y 89I: Sección 89 - Margen Izquierdo, conformadas por 18 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1093438 m y 1093208 m y Coordenadas Este desde 596282 m y 597823 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 8: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 95 hasta la sección 101 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 95D: Sección 95 - Margen derecho y 95I:



Sección 95 - Margen Izquierdo, conformadas por 16 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1092980 m y 1093313 m y Coordenadas Este desde 597617 m y 599352 m. (Ver Anexo 4).

Plano de sección transversal - sector 9: representado a escala 1:10.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan desde la sección 99 hasta la sección 109 identificadas respecto al margen izquierdo y derecho del río como 99D: Sección 99 - Margen derecho y 99I: Sección 99 - Margen Izquierdo, conformadas por 21 puntos ubicados entre una rango de Coordenadas Norte que varía entre 1093495 m y 1094364 m y Coordenadas Este desde 598805 m y 600283 m. (Ver Anexo 4).

Plano de representación de secciones transversales sector 1 - desde sección 1 hasta sección 6: donde se observa que para la sección 1 la elevación del terreno del embalse varía ente 356,12 m.s.n.m y 358,59 m.s.n.m para una profundidad de 2,47 m; de igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 18.



Tabla 18: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 1 hasta Sección 6.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
1D - 1I	356,12	358,59	2,47
2D - 2I	354,57	358,47	3,90
3D - 3I	353,26	358,42	5,16
4D - 4I	349,04	357,99	8,95
5D - 5I	348,07	358,07	10,00
6D - 6I	347,91	358,07	10,16

Plano de representación de secciones transversales sector 1 - desde sección 7 hasta sección 12: donde se observa que para la sección 7 la elevación del terreno del embalse varía ente 344,34 m.s.n.m y 357,45 m.s.n.m para una profundidad de 13,11 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 19. (Ver Anexo 5).

Tabla 19: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 7 hasta Sección 12.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
7D - 7I	344,34	357,45	13,11
8D - 8I	345,97	357,74	11,77
9D - 9I	345,88	357,40	11,52
10D - 10I	346,74	357,33	10,60
11D - 11I	348,74	355,43	6,70
12D - 12I	343,73	356,21	12,48



Plano de representación de secciones transversales sector 1 - desde sección 13 hasta sección 17: donde se observa que para la sección 13 la elevación del terreno del embalse varía ente 346,21 m.s.n.m y 357,62 m.s.n.m para una profundidad de 11,41 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 20. (Ver Anexo 5).

Tabla 20: Representación de Secciones Transversales Sector 1 – Desde Sección 13 hasta Sección 17.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
13D – 13I	346,21	357,62	11,41
14D – 14I	343,87	353,46	9,59
15D – 15I	350,09	354,53	4,45
16D – 16I	350,10	354,74	4,64
17D – 17I	347,37	355,78	8,40

Plano de representación de secciones transversales sector 2 - desde sección 18 hasta sección 23: donde se observa que para la sección 18 la elevación del terreno del embalse varía ente 347,37 m.s.n.m y 355,78 m.s.n.m para una profundidad de 8,40 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 21. (Ver Anexo 5).



Tabla 21: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 18 hasta Sección 23.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
18D – 18I	347,37	355,78	8,40
19D – 19I	343,29	352,44	9,15
20D – 20I	339,46	352,44	12,98
21D – 21I	338,13	345,49	7,35
22D – 22I	342,02	350,65	8,62
23D – 23I	342,74	350,65	7,91

Plano de representación de secciones transversales sector 2 - desde sección 24 hasta sección 29: donde se observa que para la sección 24 la elevación del terreno del embalse varía ente 343,99 m.s.n.m y 356,78 m.s.n.m para una profundidad de 12,79 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 22. (Ver Anexo 5).

Tabla 22: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 24 hasta Sección 29.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
24D – 24I	343,99	356,78	12,79
25D – 25I	345,02	357,22	12,21
26D – 26I	342,97	358,78	15,81
27D – 27I	342,92	358,78	15,86
28D – 28I	349,44	358,49	9,05
29D – 29I	343,53	356,81	13,27



Plano de representación de secciones transversales sector 2 - desde sección 30 hasta sección 35: donde se observa que para la sección 30 la elevación del terreno del embalse varía ente 340,77 m.s.n.m y 356,88 m.s.n.m para una profundidad de 16,11 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 23. (Ver Anexo 5).

Tabla 23: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 30 hasta Sección 35.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
30D – 30I	340,77	356,88	16,11
31D – 31I	356,20	358,51	2,31
32D – 32I	339,67	358,20	18,53
33D – 33I	340,57	356,75	16,19
34D – 34I	339,88	357,77	17,89
35D – 35I	331,80	358,41	26,61

Plano de representación de secciones transversales sector 2 - desde sección 36 hasta sección 40: donde se observa que para la sección 36 la elevación del terreno del embalse varía ente 333,28 m.s.n.m y 358,95 m.s.n.m para una profundidad de 25,67 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 24. (Ver Anexo 5).



Tabla 24: Representación de Secciones Transversales Sector 2 – Desde Sección 36 hasta Sección 40.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
36D – 36I	333,28	358,95	25,67
37D – 37I	332,71	358,93	26,22
38D – 38I	333,34	358,41	25,08
39D – 39I	333,90	356,71	22,81
40D – 40I	333,08	357,93	24,86

Plano de representación de secciones transversales sector 3 - desde sección 42 hasta sección 47: donde se observa que para la sección 42 la elevación del terreno del embalse varía ente 338,07 m.s.n.m y 357,60 m.s.n.m para una profundidad de 19,53 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 25. (Ver Anexo 5).

Tabla 25: Representación de Secciones Transversales Sector 3 – Desde Sección 42 hasta Sección 47.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
42D – 42I	338,07	357,60	19,53
43D – 43I	339,35	357,60	18,25
44D – 44I	341,66	353,30	11,64
45D – 45I	340,26	350,23	9,97
46D – 46I	339,87	353,97	14,10
47D – 47I	340,70	357,59	16,89



Plano de representación de secciones transversales sector 3 - desde sección 48 hasta sección 52: donde se observa que para la sección 48 la elevación del terreno del embalse varía ente 342,95 m.s.n.m y 356,61 m.s.n.m para una profundidad de 13,66 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 26. (Ver Anexo 5).

Tabla 26: Representación de Secciones Transversales Sector 3 – Desde Sección 48 hasta Sección 52.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
48D – 48I	342,95	356,61	13,66
49D – 49I	343,27	357,43	14,16
50D – 50I	342,89	357,31	14,42
51D – 51I	341,79	356,93	15,15
52D – 52I	342,80	351,92	9,12

Plano de representación de secciones transversales sector 3 y sector 4 – sección 41 y desde la sección 53 hasta sección 57: donde se observa que para la sección 41 la elevación del terreno del embalse varía ente 330,88 m.s.n.m y 357,93 m.s.n.m para una profundidad de 27,05 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 27. (Ver Anexo 5).



Tabla 27: Representación de Secciones Transversales Sector 3 y Sector 4 – Sección 41 y desde Sección 53 hasta Sección 57.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
41D – 41I	330,88	357,93	27,05
53D – 53I	346,63	354,95	8,31
54D – 54I	348,38	354,95	6,56
55D – 55I	344,84	358,17	13,33
56D – 56I	334,24	357,90	23,66
57D – 57I	331,21	357,90	26,69

Plano de representación de secciones transversales sector 5 - desde sección 58 hasta sección 63: donde se observa que para la sección 58 la elevación del terreno del embalse varía ente 334,15 m.s.n.m y 351,72 m.s.n.m para una profundidad de 17,57 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 28. (Ver Anexo 5).

Tabla 28: Representación de Secciones Transversales Sector 5 – Desde Sección 58 hasta Sección 62.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
58D – 58I	334,15	351,72	17,57
59D – 59I	331,75	352,99	21,24
60D – 60I	332,33	352,99	20,65
61D – 61I	334,05	353,38	19,33
62D – 62I	334,12	353,38	19,26



Plano de representación de secciones transversales sector 5 - desde sección 64 hasta sección 69: donde se observa que para la sección 64 la elevación del terreno del embalse varía ente 329,82 m.s.n.m y 353,45 m.s.n.m para una profundidad de 23,63 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 29. (Ver Anexo 5).

Tabla 29: Representación de Secciones Transversales Sector 5 – Desde Sección 64 hasta Sección 69.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
64D – 64I	329,82	353,45	23,63
65D – 65I	323,34	353,45	30,12
66D – 66I	327,98	349,58	21,59
67D – 67I	343,93	348,88	4,95
68D – 68I	347,77	355,75	7,98
69D – 69I	325,90	355,75	29,84

Plano de representación de secciones transversales sector 5 y sector 6 - desde sección 70 hasta sección 75: donde se observa que para la sección 70 la elevación del terreno del embalse varía ente 322,40 m.s.n.m y 349,2 m.s.n.m para una profundidad de 27,52 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 30. (Ver Anexo 5).



Tabla 30: Representación de Secciones Transversales Sector 5 y Sector 6 – Desde Sección 70 hasta Sección 75.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
70D – 71	322,40	349,92	27,52
71D – 71I	328,34	342,29	13,95
72D – 72I	325,56	348,80	23,23
73D – 73I	329,94	342,78	12,84
74D – 74I	327,64	342,57	14,93
75D – 75I	324,06	355,67	31,61

Plano de representación de secciones transversales sector 6 - desde sección 76 hasta sección 80: donde se observa que para la sección 76 la elevación del terreno del embalse varía ente 341,44 m.s.n.m y 355,67 m.s.n.m para una profundidad de 14,23 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 31. (Ver Anexo 5).

Tabla 31: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 76 hasta Sección 80.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
76D – 76I	341,44	355,67	14,23
77D – 77I	346,20	356,63	10,43
78D – 78I	331,71	351,31	19,60
79D – 79I	332,31	357,44	25,12
80D – 80I	353,99	357,44	3,45



Plano de representación de secciones transversales sector 6 - desde sección 81 hasta sección 86: donde se observa que para la sección 81 la elevación del terreno del embalse varía ente 340,35 m.s.n.m y 353,67 m.s.n.m para una profundidad de 13,32 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 32. (Ver Anexo 5).

Tabla 32: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 81 hasta Sección 86.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
81D - 81I	340,35	353,67	13,32
82D – 82I	341,88	354,49	12,61
83D – 83I	345,78	355,87	10,09
84D – 84I	325,98	346,09	20,11
85D – 85I	338,64	354,05	15,42
86D – 86I	329,22	354,05	24,83

Plano de representación de secciones transversales sector 6 - desde sección 87 hasta sección 91: donde se observa que para la sección 87 la elevación del terreno del embalse varía ente 342,90 m.s.n.m y 357,02 m.s.n.m para una profundidad de 14,12 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 33. (Ver Anexo 5).



Tabla 33: Representación de Secciones Transversales Sector 6 – Desde Sección 87 hasta Sección 91.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
87D – 87I	342,90	357,02	14,12
88D – 88I	342,70	358,51	15,81
89D – 89I	346,25	358,70	12,44
90D – 90I	335,72	354,45	18,73
91D - 91I	341,01	358,40	17,39

Plano de representación de secciones transversales sector 7 y sector 8 - desde sección 92 hasta sección 97: donde se observa que para la sección 92 la elevación del terreno del embalse varía ente 340,91 m.s.n.m y 349,73 m.s.n.m para una profundidad de 8,82 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 34. (Ver Anexo 5).



Tabla 34: Representación de Secciones Transversales Sector 7 y Sector 8 – Desde Sección 92 hasta Sección 97.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
92D – 92I	340,91	349,73	8,82
93D – 93I	334,97	348,16	13,19
94D – 94I	333,47	345,09	11,63
95D – 95I	329,38	345,09	15,71
96D – 96I	328,71	344,04	15,33
97D – 97I	332,66	348,49	15,83

Plano de representación de secciones transversales sector 8 y sector 9 - desde sección 98 hasta sección 103: donde se observa que para la sección 98 la elevación del terreno del embalse varía ente 339,93 m.s.n.m y 352,70 m.s.n.m para una profundidad de 12,77 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 35. (Ver Anexo 5).



Tabla 35: Representación de Secciones Transversales Sector 8 y Sector 9 – Desde Sección 98 hasta Sección 103.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
98D - 98I	339,93	352,70	12,77
99D – 99I	339,36	353,36	14,00
100D – 100I	345,91	353,36	7,45
101D – 101I	346,43	351,45	5,02
102D – 103I	346,43	354,21	7,78
103D – 103I	350,20	354,21	4,02

Plano de representación de secciones transversales sector 9 - desde sección 104 hasta sección 109: donde se observa que para la sección 104 la elevación del terreno del embalse varía ente 351,30 m.s.n.m y 353,31 m.s.n.m para una profundidad de 2,01 m. De igual manera para el resto de las secciones representadas se observan los valores de las variables antes descritas y se muestran en la Tabla 36. (Ver Anexo 5).



Tabla 36: Representación de Secciones Transversales Sector 8 y Sector 9 – Desde Sección 104 hasta Sección 109.

SECCIÓN	ELEVACION MINIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACION MAXIMA DEL TERRENO (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)
104D – 104I	351,30	353,31	2,01
105D – 105I	349,28	352,25	2,96
106D – 106I	349,20	352,98	3,78
107D – 107I	350,68	352,98	2,30
108D – 108I	351,61	353,14	1,52
109D – 109I	353,13	355,99	2,86

- **Plano de nivel del terreno actual del embalse Pao – Cachinche:** donde se muestra el nivel de fondo actual a escala 1:50.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan las curvas de nivel que constituyen el terreno del embalse con una variación entre sí igual 1,00 m de profundidad, siendo el más profundo igual a 319 m.s.n.m, y delimitadas hasta un nivel de 359 m.s.n.m que representa el límite del agua basado en la topografía de diseño. Estas curvas se encuentran ubicadas entre las Coordenadas Norte 1091512 m y 1098188 m, y Coordenadas Este 590623 m y 600460 m; con un área de inundación igual 1210,16 Ha. (Ver Anexo 6).

Desde el Plano 4.1 hasta el Plano 4.14, se observan las curvas antes mencionadas representando el embalse por sectores a escalas de 1:1000 y 1:5000 para obtener una mejor visualización de ellas. (Ver Anexo 6).



CONSTRUIR LA CURVA NIVEL – AREA – CAPACIDAD ACTUAL DEL EMBALSE PAO – CACHINCHE:

La construcción de la Curva Nivel - Área - Capacidad implica obtener los siguientes resultados:

- **Estimación de áreas y volúmenes de inundación del Embalse Pao - Cachinche:**

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 37, que permite observar una variación de nivel o elevación del terreno entre 320,00 m.s.n.m y 358,00 m.s.n.m, para un área de inundación mínima de 0 m² y máxima de 9738929,85 m² correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 m³ y 109555157,82 m³. De igual manera permite evidenciar que la elevación del terreno promedio en el embalse se encuentra a 338,50 m.s.n.m y representa un área inundable de 2933964.686 m² para una capacidad de inundación igual a 25936123.748m³.

Tabla 37: Nivel – Área - Capacidad de el Embalse Pao - Cachinche, año 2015.

BATIMETRIA 2015		
NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (m²)	CAPACIDAD DE INUNDACION (m³)
320,00	0,001	0,000
321,00	1560,726	780,363
322,00	7803,630	5462,541
323,00	21850,163	20289,437
324,00	35896,696	49162,867
325,00	54625,407	94423,918



Tabla 37: (cont.)

BATIMETRIA 2015		
NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (m ²)	CAPACIDAD DE INUNDACION (m ³)
326,00	74914,845	159194,044
327,00	101447,186	247375,060
328,00	121736,624	358966,965
329,00	170119,128	504894,841
330,00	240351,792	710130,301
331,00	330873,893	995743,143
332,00	429199,628	1375779,904
333,00	604000,940	1892380,188
334,00	811577,487	2600169,402
335,00	1050368,550	3531142,420
336,00	1271991,628	4692322,509
337,00	1524829,237	6090732,941
338,00	1771423,940	7738859,530
339,00	2049233,159	9649188,080
340,00	2380107,065	11863858,192
341,00	2684448,628	14396136,038
342,00	2988790,190	17232755,448
343,00	3272842,315	20363571,700
344,00	3572501,690	23786243,703



Tabla 37: (cont.)

BATIMETRIA 2015		
NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (m ²)	CAPACIDAD DE INUNDACION (m ³)
345,00	3861236,003	27503112,550
346,00	4139045,222	31503253,162
347,00	4465236,940	35805394,243
348,00	4835129,003	40455577,214
349,00	5195656,690	45470970,061
350,00	5593641,815	50865619,314
351,00	5994748,378	56659814,410
352,00	6427069,472	62870723,335
353,00	6842222,565	69505369,353
354,00	7258936,378	76555948,825
355,00	7714668,347	84042751,187
356,00	8162596,690	91981383,706
357,00	8623010,847	100374187,474
358,00	9738929,847	109555157,821

Del mismo modo, en la Tabla 38 se observan las áreas y volúmenes en unidades correspondientes a las requeridas para la representación de la construcción de dicha curva; donde el nivel o elevación del terreno varía entre 319,00 m.s.n.m y 358,00 m.s.n.m, con un



área de inundación máxima de 973,893 Ha correspondiente a una capacidad de inundación de $109,555 \times 10^6 \text{ m}^3$. Además, permite evidenciar que la elevación del terreno promedio en el embalse se encuentra a 338,50 m.s.n.m y representa un área inundable de 286,062 Ha para una capacidad de inundación igual a $25,288 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Tabla 38: Valores en unidades correspondientes a la creación de la Nivel – Área - Capacidad de el Embalse Pao - Cachinche, año 2015.

BATIMETRIA 2015		
NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (Ha)	CAPACIDAD DE INUNDACION (10^6 m^3)
319,9	0,000	0.000
320,00	0,000	0,000
321,00	0,156	0,001
322,00	0,780	0,005
323,00	2,185	0,020
324,00	3,590	0,049
325,00	5,463	0,094
326,00	7,491	0,159
327,00	10,145	0,247
328,00	12,174	0,359
329,00	17,012	0,505
330,00	24,035	0,710
331,00	33,087	0,996



Tabla 38: (cont.)

NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (Ha)	CAPACIDAD DE INUNDACION ($10^6 m^3$)
332,00	42,920	1,376
333,00	60,400	1,892
334,00	81,158	2,600
335,00	105,037	3,531
336,00	127,199	4,692
337,00	152,483	6,091
338,00	177,142	7,739
339,00	204,923	9,649
340,00	238,011	11,864
341,00	268,445	14,396
342,00	298,879	17,233
343,00	327,284	20,364
344,00	357,250	23,786
345,00	386,124	27,503
346,00	413,905	31,503
347,00	446,524	35,805
348,00	483,513	40,456
349,00	519,566	45,471



Tabla 38: (cont.)

BATIMETRIA 2015		
NIVEL (m.s.n.m)	AREA DE INUNDACION (Ha)	CAPACIDAD DE INUNDACION ($10^6 m^3$)
350,00	559,364	50,866
351,00	599,475	56,660
352,00	642,707	62,871
353,00	684,222	69,505
354,00	725,894	76,556
355,00	771,467	84,043
356,00	816,260	91,981
357,00	862,301	100,374
358,00	973,893	109,555

- **Resultados de la construcción de la Curva Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao – Cachinche:**

Los resultados de la construcción de la Curva Nivel – Área – Capacidad actual del Embalse Pao-Cachinche se muestran en la Figura 133 y 194, donde se observa la variación de volumen y área inundada respecto al nivel mínimo y máximo del terreno. En la Curva Nivel – Área indicada en trazos continuos de color gris, se observa una variación desde 0,000 Ha para un nivel mínimo de 319,90 m.s.n.m hasta 973,893 Ha para 358,00 m.s.n.m de nivel máximo; mientras que, en la Curva Nivel – Capacidad indicada en trazos continuos de color negro para los niveles antes mencionados la variación es desde $0 \cdot 10^6 m^3$, a $109,555 \cdot 10^6 m^3$. De allí pues, se representan sobre la curva construida los niveles de diseño de: aguas máximas, aguas normales y sedimentos como se observan en la Figura 195.

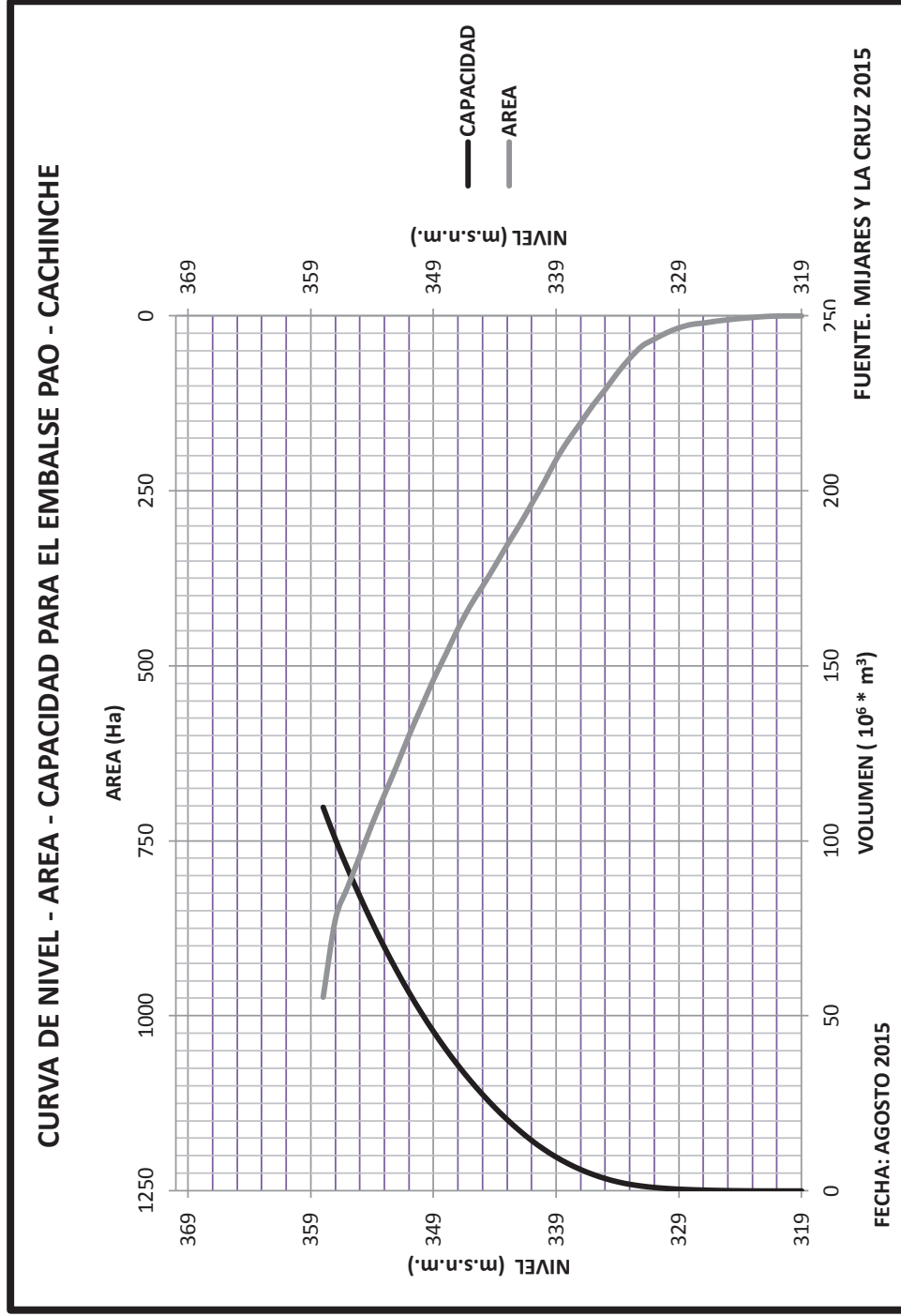


Figura 133: Curva de Nivel – Área - Capacidad Actual del Embalse Pao–Cachinche, año 2015.

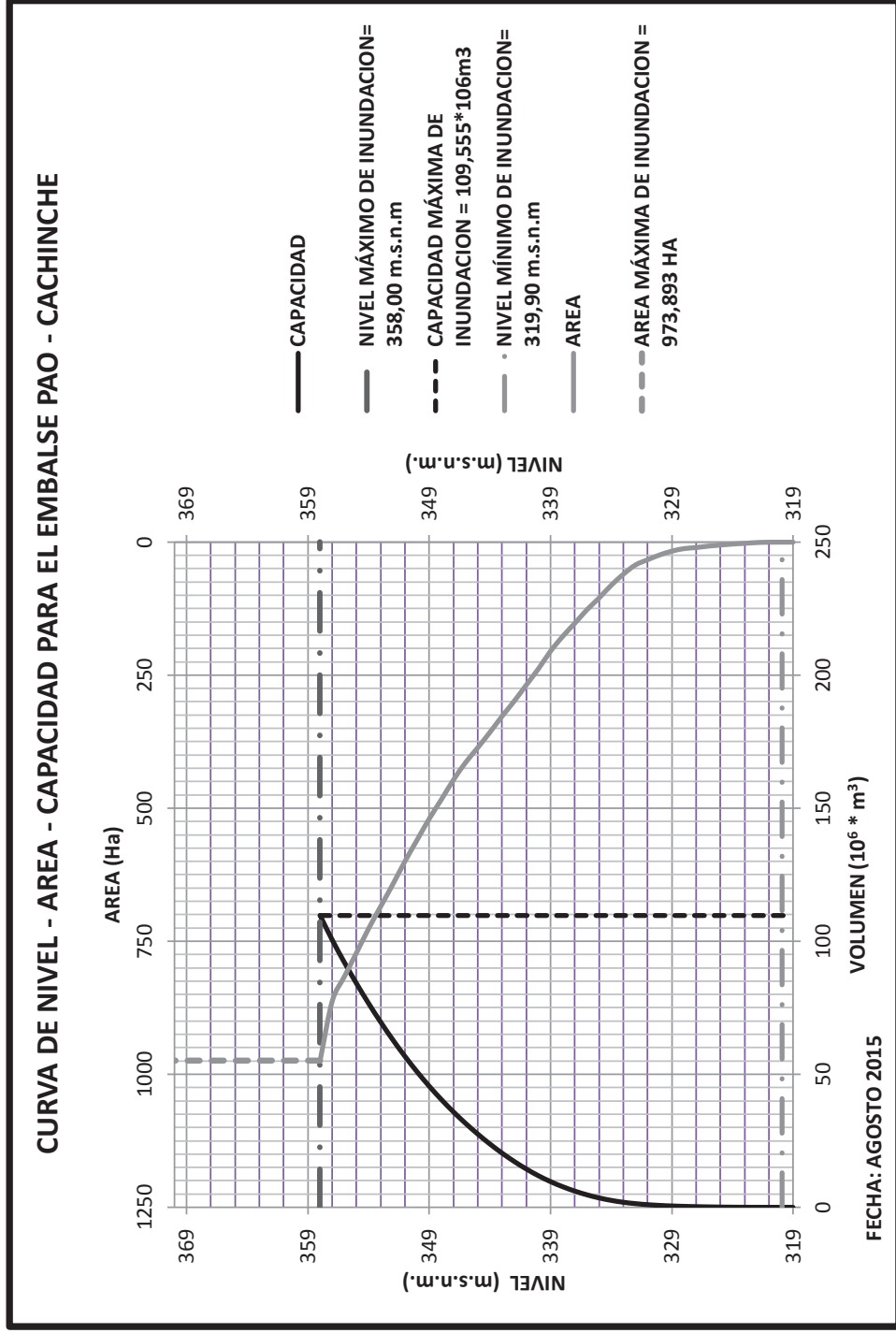


Figura 194: Variables observadas en la Curva de Nivel – Área - Capacidad Actual del Embalse Pao –Cachinche, año 2015.

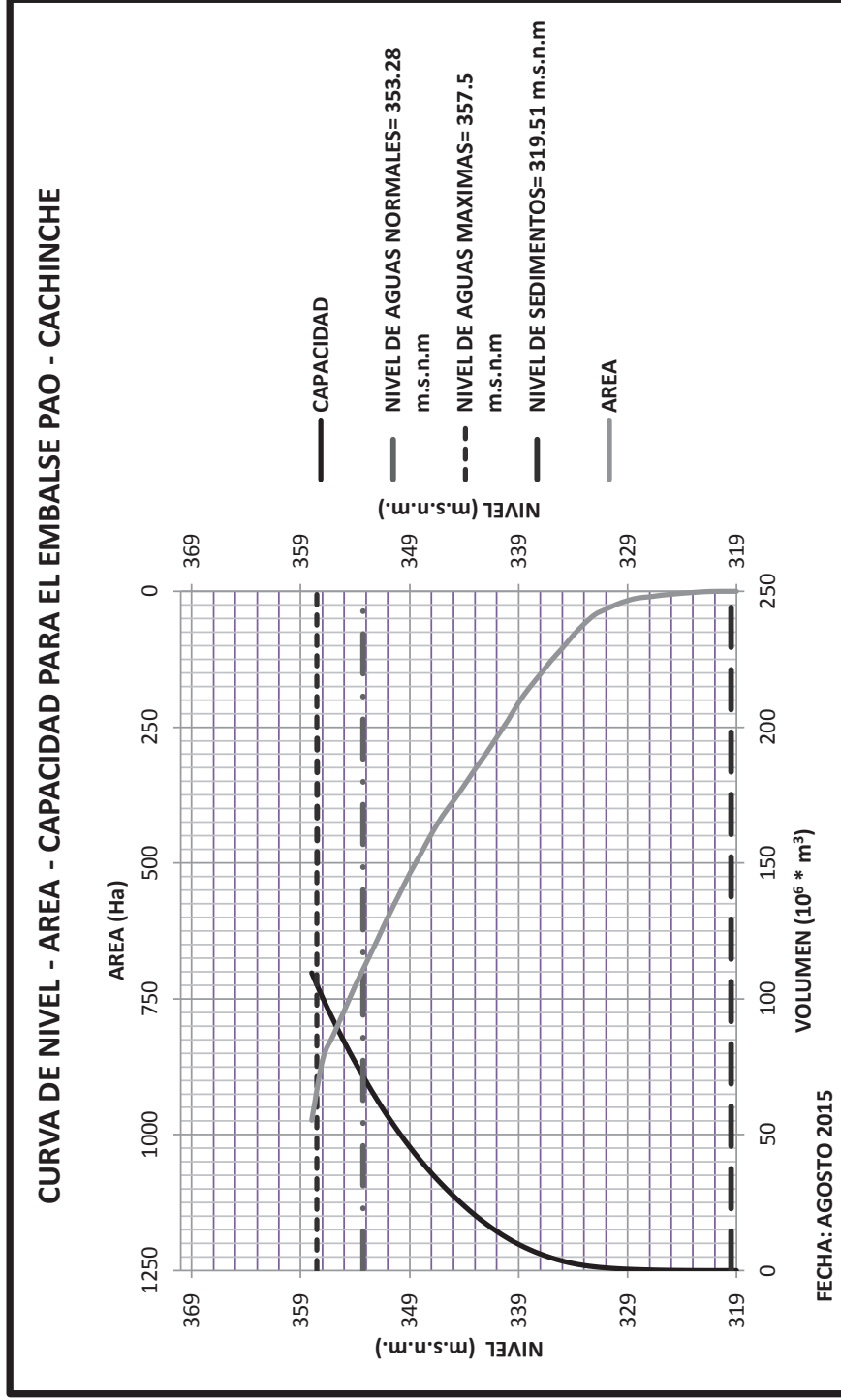


Figura 195: Niveles de Diseño representados sobre la Curva de Nivel – Área - Capacidad Actual del Embalse Pao – Cachinche, año 2015.



COMPARAR LA CURVA NIVEL – ÁREA – CAPACIDAD ACTUAL CON LA DE DISEÑO DEL EMBALSE PAO – CACHINCHE:

La comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao - Cachinche arroja los siguientes resultados:

- **Comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao – Cachinche 1973 – 2015:**

Los resultados de la comparación de las Curvas Nivel – Área - Capacidad obtenidos entre la batimetría realizada al embalse en el año 1973 y la del 2015, se muestran en la Figura 136 y 196; donde se observa que el nivel del terreno mínimo actualmente presenta una elevación de 319,90 m.s.n.m, un nivel más alto en comparación con el del año 1973 igual 310,00 m.s.n.m. Además, se observa que en 1973 el área inundable máxima era de 1806,45 Ha con una capacidad máxima igual a $284,38 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ para el nivel máximo de 360,00 m.s.n.m, mientras que en el 2015, tanto el nivel como el área y la capacidad máxima de inundación han disminuido a 358,00 m.s.n.m, 973,893 Ha y $109,555 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; además, se evidencia el nivel de sedimentos de diseño y actual del embalse iguales a 319,51 m.s.n.m y 319,90 m.s.n.m.

- **Comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao – Cachinche 1973 – 2001:**

Del mismo modo, al comprar la curva de diseño con la obtenida en la batimetría del 2001 mostrada en la Figura 137, los resultados permitieron observar que la elevación del terreno del embalse se ha mantenido constante a lo largo de 28 años



en un nivel igual a 310,00 m.s.n.m, pero tanto el área como la capacidad máxima de inundación han disminuido a 1500,00 Ha y $242,55 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

- **Comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao – Cachinche 1973 – 2001 - 2015:**

La comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad obtenidas de las tres batimetrías realizadas al embalse Pao – Cachinche, comprenden el área y la capacidad en aguas normales, el nivel de sedimentos y el volumen muerto estimado; como se sigue:

- *Área y capacidad de inundación del Embalse Pao – Cachinche en nivel del aguas normales:*

La comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad del embalse obtenida de las batimetrías realizadas en los años 1973, 2001 y 2015 respecto a un nivel de aguas normales de 353,28 m.s.n.m se muestran en las Figura 197, 198 y 199. Donde en la Curva Nivel – Área - Capacidad 1973 – Agua Normales, se observa una capacidad normal de $174 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ y un área de inundación normal de 1.300 Ha; disminuyendo hasta una capacidad de $156 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ con un área de inundación de 1.423 Ha en el 2001 representadas en la Figura 198, hasta alcanzar a 693,95 Ha de área de inundación normal y $65,00 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de capacidad normal en el presente año como se evidencia en la Figura 199.

- *Nivel de sedimentos del embalse Pao – Cachinche :*



Los resultados de la comparación de niveles de sedimentos estimados en las batimetrías realizadas al embalse se muestran en la Figura 200; donde se observa que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 319,51 m.s.n.m, y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico del año 2015, el nivel de sedimentos se encuentra a una elevación de 319,90 m.s.n.m para una diferencia de 0,31m superior al diseño.

- ***Volumen muerto estimado del embalse Pao – Cachinche:***

En lo referente a los resultados obtenidos de la comparación del volumen muerto del embalse estimado en las tres batimetrías realizadas, en la Figura 201, se observa que en el año 1973 no hay acumulación de sedimentos, mientras que en el año 2001 estos ocuparon un volumen de 100.000 m³ y en el año 2015 dicho volumen ha superado el estimado en el diseño al ser igual a $2 \cdot 10^6$ m³.

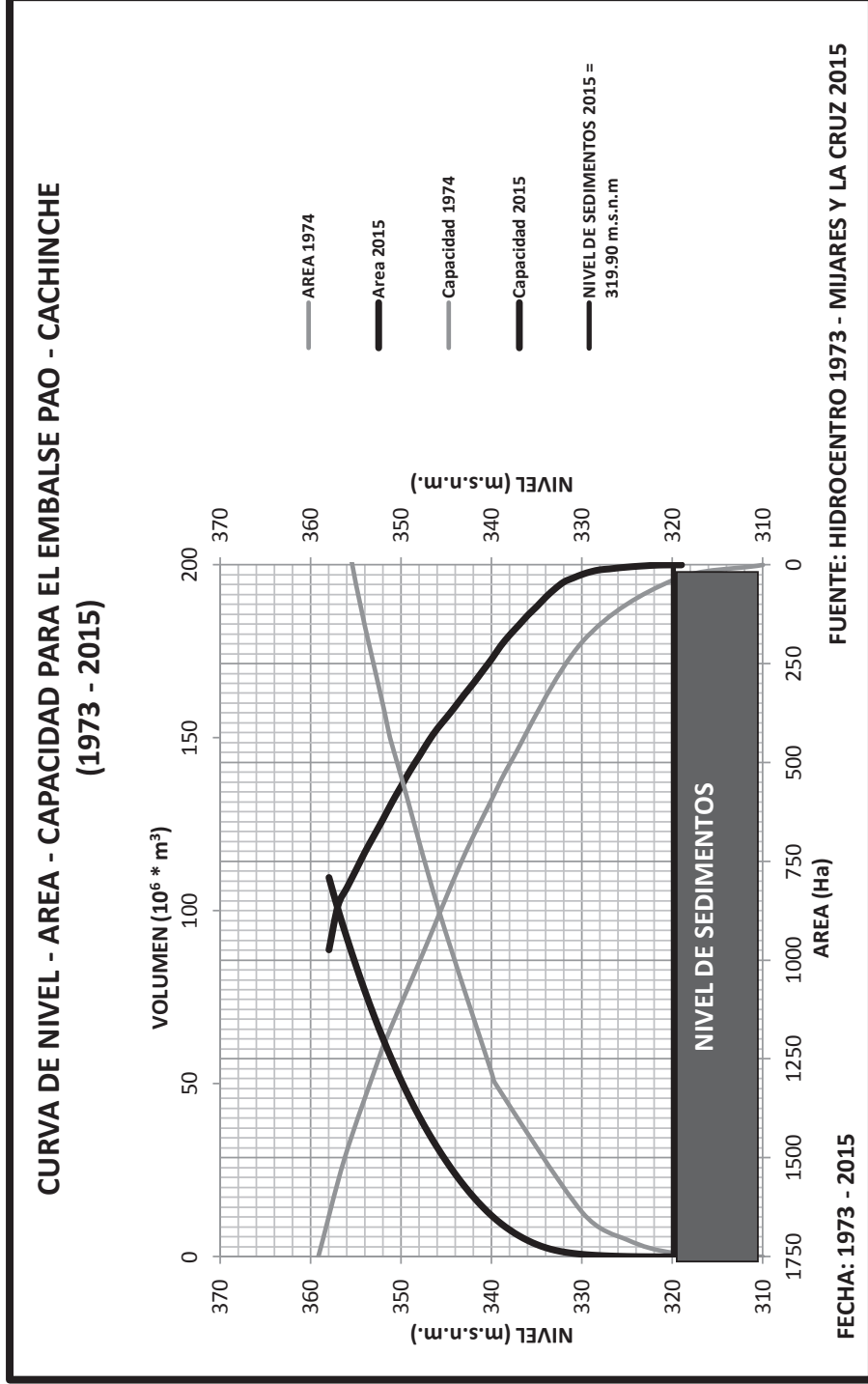


Figura 136: Comparación de Curvas Nivel – Área - Capacidad 1973-2015.

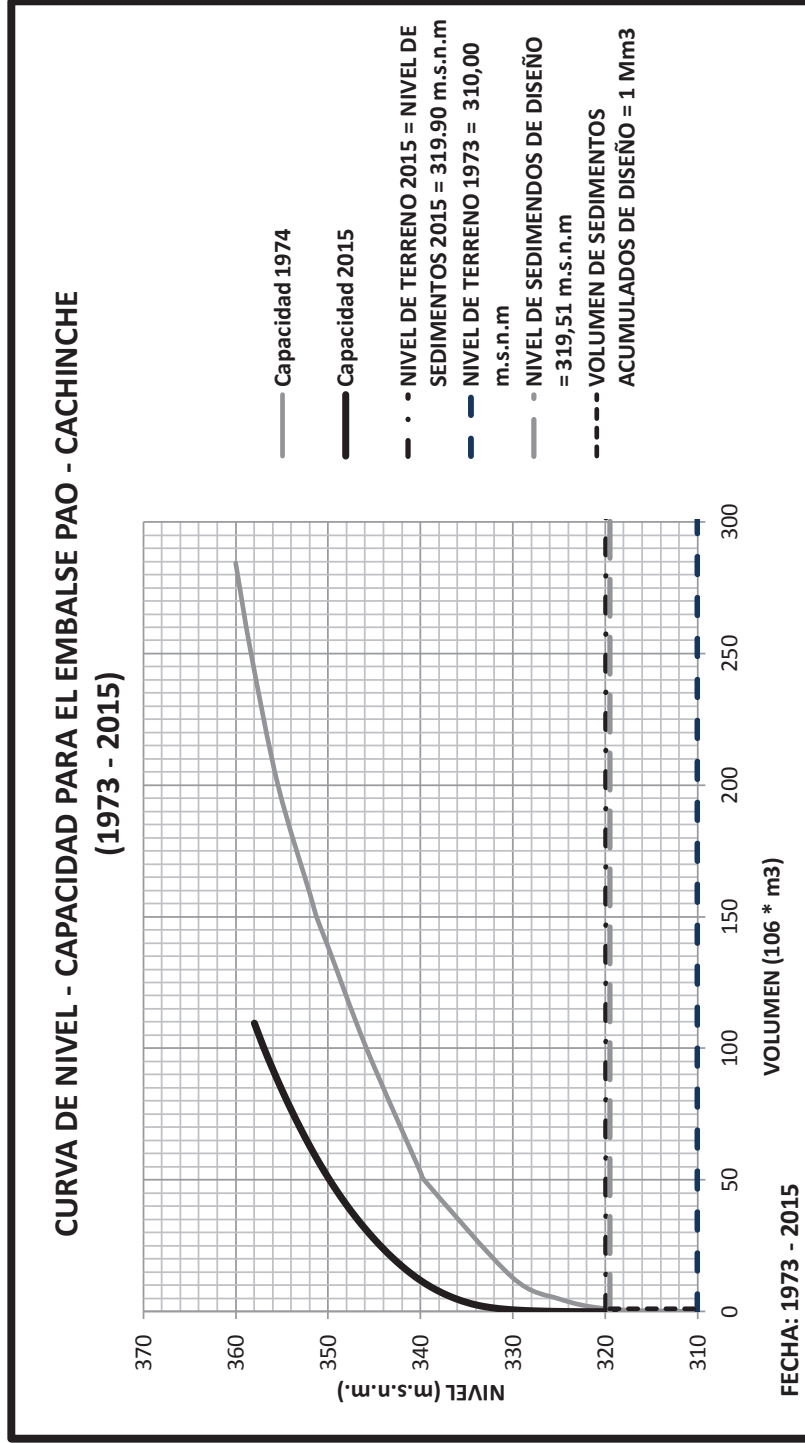


Figura 196: Comparación de Curvas Nivel – Capacidad 1973 - 2015.

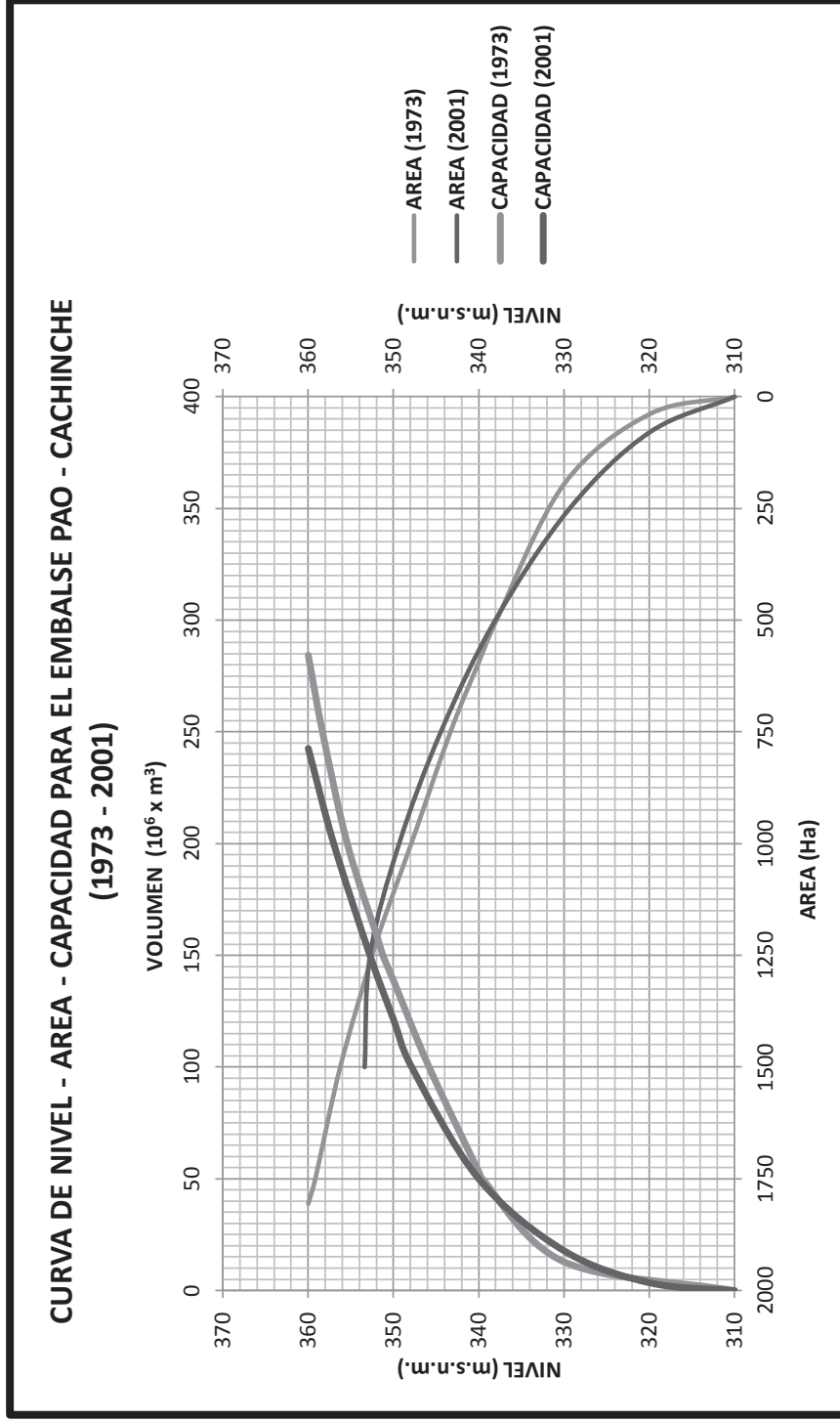


Figura 137: Comparación de Curvas Nivel – Área - Capacidad 1973-2001.

Fuente. HIDROCENTRO (1973-2001).

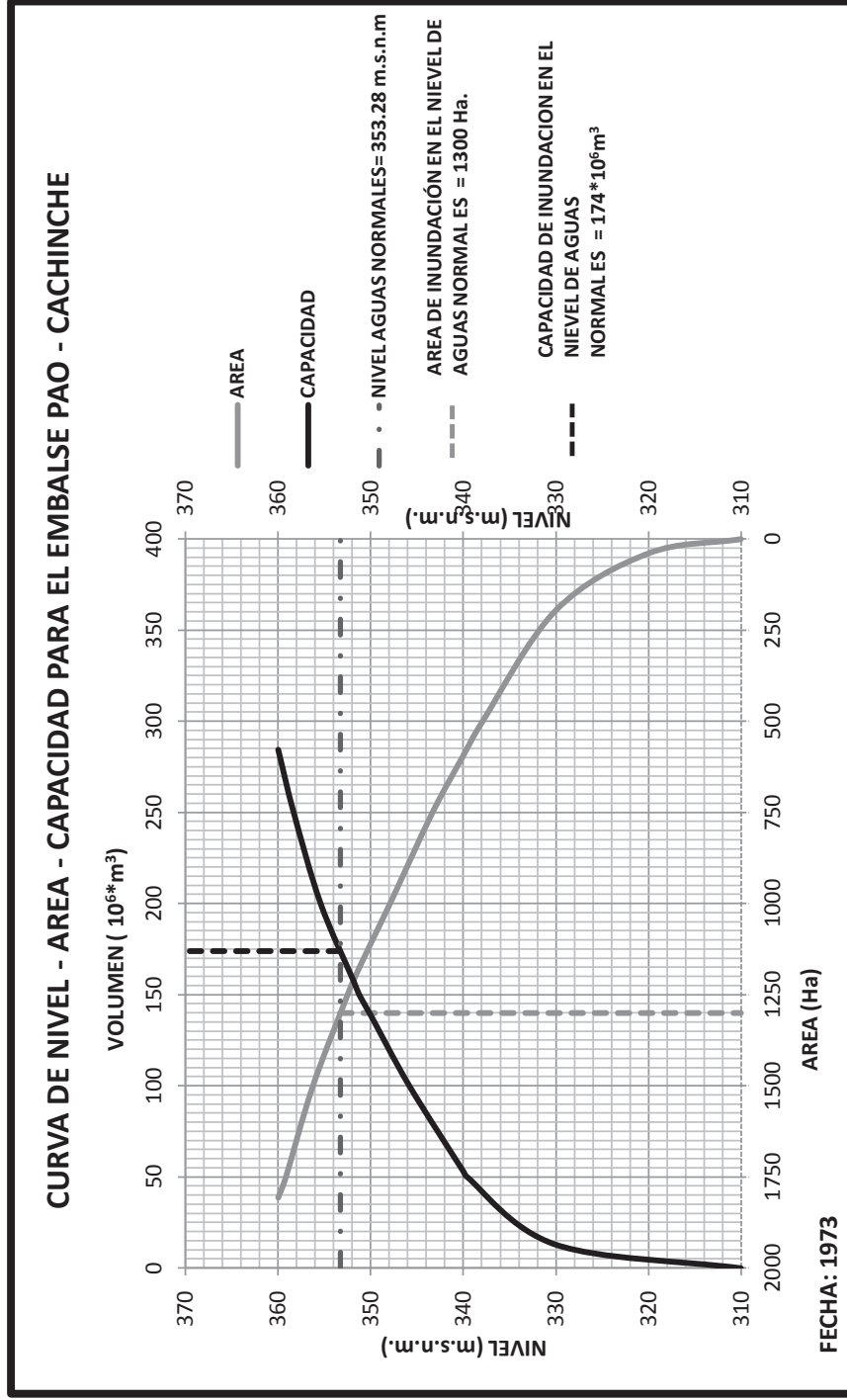


Figura 197: Curva Nivel – Área - Capacidad 1973 – Agua Normales.

Fuente. HIDROCENTRO (1973).

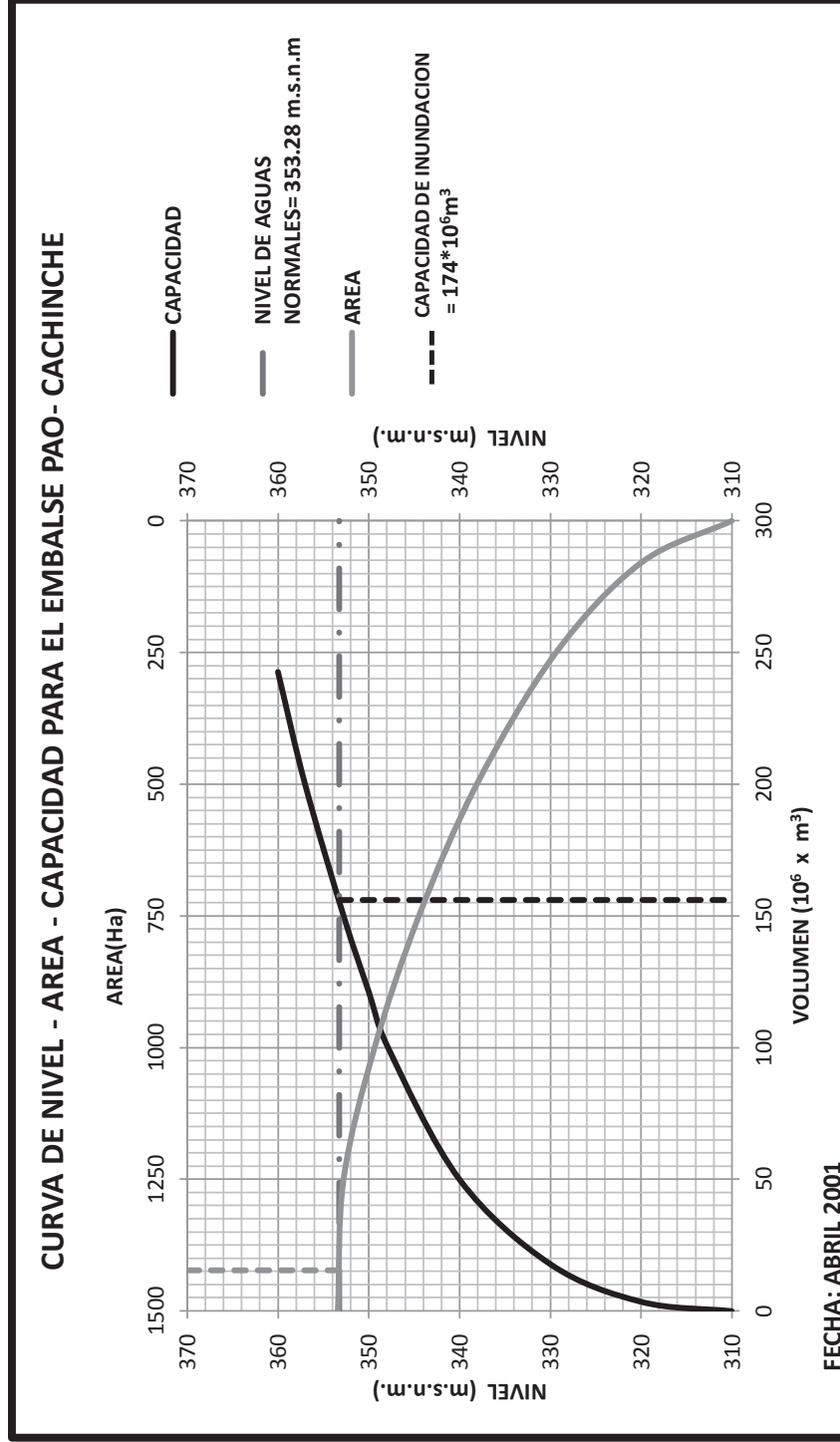


Figura 198: Curva Nivel – Área - Capacidad 2001 – Agua Normales.

Fuente. HIDROCENTRO (2001).

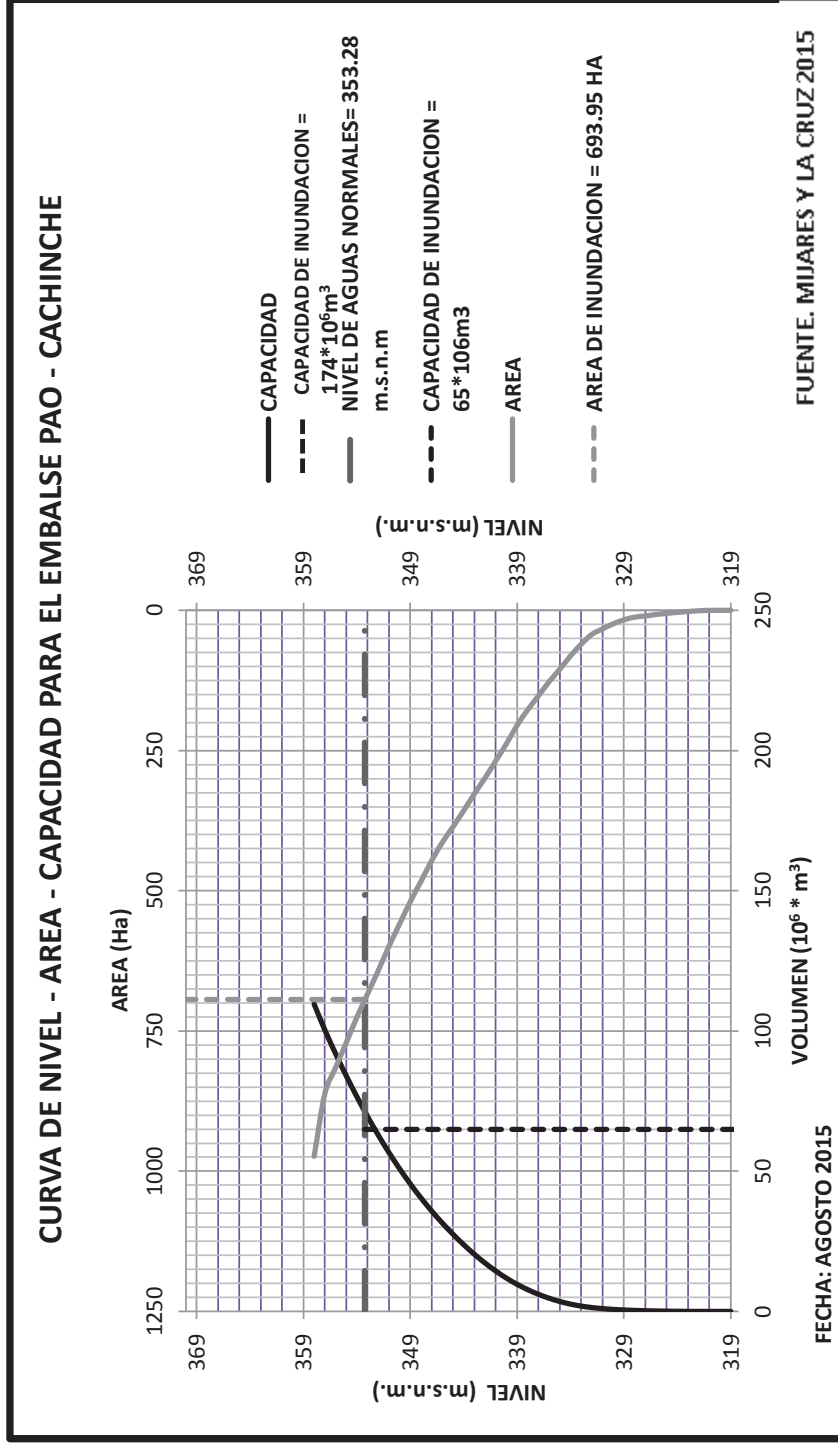


Figura 199: Curva Nivel – Área - Capacidad 2015 – Agua Normales.

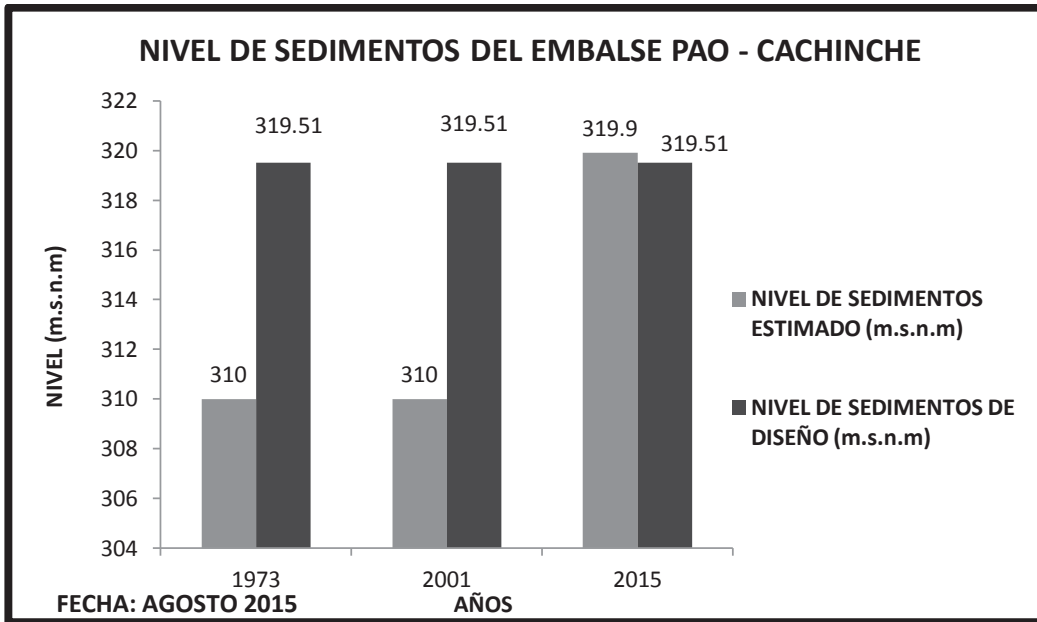


Figura 200: Nivel de Sedimentos del Embalse Pao – Cachinche.

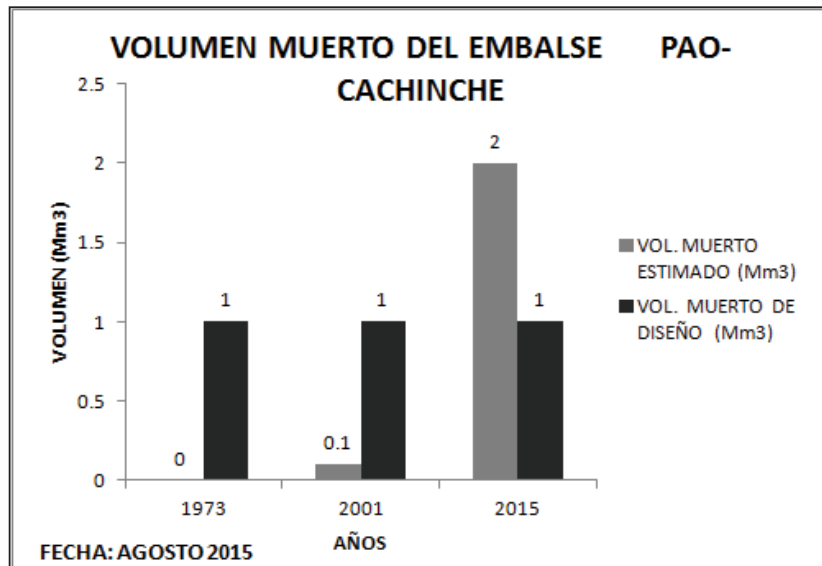


Figura 201: Volumen Muerto del Embalse Pao – Cachinche.



ANALIZAR LA INFLUENCIA DE LA OPERACIÓN DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE SOBRE LA ACUMULACION DE SEDIMENTOS:

Los resultados del análisis de la influencia de sedimentos sobre la operación del embalse Pao – Cachinche, comprenden: la comparación de la capacidad útil de diseño con la actual, influencia de los sedimentos acumulados sobre las compuertas de la Torre – Toma, el desplazamiento del área de inundación del embalse, la estimación de acumulación de sedimentos en el desarrollo de su vida útil y actualización de la data técnica, como se describen a continuación:

- **Comparación de la Capacidad Útil de Diseño Vs 2015:**

Analizando los resultados entre la comparación de la capacidad útil de diseño y la del año 2015 del Embalse Pao – Cachinche, mostrados en las Figura 202 y 203; se observa una disminución del 0,667% respecto a la capacidad útil de diseño, al ser igual a $149 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en el año 2015 debido a que la acumulación de sedimentos ha superado el volumen estimado en el diseño, ocupando en el año 2015 un volumen muerto de $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ que le restan capacidad útil al embalse.

- **Influencia de los sedimentos acumulados sobre las compuertas de la Torre – Toma del Embalse Pao - Cachinche:**

Analizando la influencia de los sedimentos acumulados sobre la operación del embalse, el estudio de La Operación de la Toma del Embalse Pao – Cachinche, realizado por Suárez, (1999): ha determinado que la superficie del sedimento no afectaba su funcionamiento, encontrándose por debajo del fuste superior de la base de la torre – toma, al cual corresponde en el nivel de 316,70 m.s.n.m;



mientras que, la compuerta más baja N⁸ tiene su umbral de entra a un nivel de 319,51 m.s.n.m.

Igualmente, el levantamiento batimétrico realizado en el 2015 demuestra que el nivel de sedimento en la torre – toma es 319,90 m.s.n.m, con lo cual se evidencia que se encuentra a 0,39 m por encima del umbral de entrada de la compuerta N⁸ como se observa en la Figura 204; afectando de esta manera su operación y permitiendo considerar que para un corto lapso de tiempo la torre – toma habrá perdido su compuerta más baja debido a que su tamaño es de 1,83 m y solo le faltan 1,44 m para que los sedimentos la colmen por completo.

- **Desplazamiento del área de inundación del embalse Pao – Cachinche:**

De los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación, se observa un desplazamiento del área de inundación del embalse en comparación con la del año 1977, obtenida (IGVSB); determinándose una pérdida de área 480,6 Ha del espejo de agua, mostrada en el Plano 5, como consecuencia de la acumulación de sedimentos en el fondo del embale.

El Plano 5, representa la superposición del área de inundación del embalse entre 1977 y 2015 a escala 1:50.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 19N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observa un área de inundación del embalse para el presente año de 1210,16 Ha ubicada entre una rango de coordenadas Norte que varía entre 1096768 m y 1091588 m y Coordenadas Este entre 591285 m y 595368 m, y para el año 1977 un área de inundación de 1690,76 Ha ubicada entre las Coordenadas Norte 1098886 m y 1094315) m y Coordenadas Este entre 589683m y 601514 m. (Ver Anexo 7).



El desplazamiento del área de inundación observado en el embalse actualmente, ha orientado a indagar más sobre la aparición de este evento; sustentándose en la batimetría realizada por DEL MONTE, 2001; se obtiene la comparación entre ella y la representada en la imagen satelital de LANDSAT 7 para el mismo año como se muestra en el Plano 6, arrojando una diferencia de área inundable entre sí de 262,22 Ha , mientras que respecto a la comparación obtenida entre las cartas topográficas del IGVSB y la imagen Satelital de LANDSAT 7 se logra determinar que este desplazamiento de área ha venido ocurriendo desde el 2001 presentado una disminución de 538,39 Ha con respecto a la ocupada por el espejo de agua en su diseño.

El Plano 6, representa la superposición del área de inundación del embalse real Vs. batimetría 2001 a escala 1:50.000, en Sistema de Coordenadas Projectadas UTM. Huso 19N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización del Plano de Levantamiento Batimétrico y Geofísico del Embalse Pao Cachinche realizado por DEL MONTE, y la Imagen Satelital de LANDSAT 7 2001 como fuente. Donde se observa que el área de inundación del embalse para el año 2001 evidenciada en LANDSAT es de 1152,37 Ha ubicada entre una rango de coordenadas Norte que varía entre 1096970 m y 1094575 m y Coordenadas Este entre 590925 m y 600194 m, y el área inundada para el mismo año reflejada en la batimetría es de 1414,59 Ha ubicada entre las Coordenadas Norte 1098886 m y 1098019 m y Coordenadas Este entre 591103 m y 600522 m., reflejando una pérdida de área inundable igual a 262,22 Ha. (Ver Anexo 8)

En consecuencia, se evidencia que el desplazamiento del embalse ha influido en la pérdida del 31.84 % del área inundable de diseño en los primeros 28 años



de desarrollo; mientras que en los 14 años siguientes, la batimetría realizada para la presente investigación con un itinerario de navegación tipo “zigzagueante” que genera una densificación de puntos y mejor definición del terreno del embalse, refleja que aunque el área de igual manera ha disminuido 28.43% respecto a su diseño , el aumento del caudal de aporte de los ríos que lo alimentan a partir del 2002 ha logrado incrementarla en un 5% en relación al área pérdida del 2001.

Estudiando la Curva Nivel – Área – Capacidad del Embalse Pao – Cachinche en el año 2001 realizada por DEL MONTE , mostrada en la Figura 205, se observa que para el área inundable estimada igual a 1414,59 Ha el nivel de aguas corresponde a 353,3 m.s.n.m, mientras que para 1152,37 Ha de área inundable estimada de la imagen satelital de LANDSAT 7 el nivel de aguas corresponde a 351,7 m.s.n.m, reflejándose e una diferencia de 1,6 m de profundidad, evidenciándose que para ese año el Embalse Pao- Cachinche se encontraba por debajo del nivel de alivio igual a 353,28 m.s.n.m como se muestra en los datos obtenidos por HIDROCENTRO sobre el balance hídrico del embalse en esa fecha.

De igual manera esta diferencia de 1,6 m de aguas de inundación observada anteriormente, permite analizar que existe una discrepancia considerable de capacidad inundable estimada entre DEL MONTE y la real; ya que, para un nivel de 353,3 m.s.n.m estimado por DEL MONTE, la capacidad de inundación era de 156.7 Mm³, siendo realmente igual a 139.2 Mm³ para el nivel de aguas inundables de 351,7 m.s.n.m.



- **Estimación de acumulación de sedimentos en el desarrollo de la vida útil del Embalse Pao - Cachinche:**

Los resultados del volumen de sedimentos acumulado obtenido de las tres batimetrías realizadas al embalse se muestran en la Figura 206; donde se evidencia que en los primeros 28 años de vida útil, la batimetría del 2001 arroja un volumen 850.000 m^3 , mientras que en los 14 años siguientes la batimetría del año 2015 permite estimar $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de sedimentos acumulados para una tasa anual de $0,143 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para año 2073 este volumen será igual a $10,429 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

- **Actualización de la data técnica del embalse Pao – Cachinche, año 2015:**

Finalmente, el análisis de la acumulación de sedimentos, permite obtener la actualización de la data técnica del embalse Pao – Cachinche como se muestra en la Tabla 39; donde se observa que en el año 1973 el embalse es puesto en funcionamiento y construido en el año 1972, con una presa de tierra zonificada cuyo nivel es igual a 360,40 m.s.n.m, un nivel de aguas normales de 353,28 m.s.n.m con área inundada de diseño de 1300 Ha, nivel de aguas máximas igual a 357,50 m.s.n.m, área inundada actual de 693,95 Ha, nivel de terreno de diseño de 310,00 m.s.n.m y actual igual a 319,90 m.s.n.m, un nivel de sedimentos actual de 319,90 m.s.n.m y de diseño igual a 319,51, un volumen útil de diseño de 150 Mm^3 y actual igual a 147 Mm^3 , volumen muerto de diseño igual a 1 Mm^3 y actual de 2 Mm^3 , aliviadero de eje curvo con doble tracción con un nivel de alivio igual a 353,28 m.s.n.m, una torre- toma de 8 compuertas con la pérdida de funcionamiento de la N°8, una válvula Howell Bungler de 36” como mecanismo de emergencia, así como una Torre – Toma y Presa como mecanismo de regulación para Embalse.

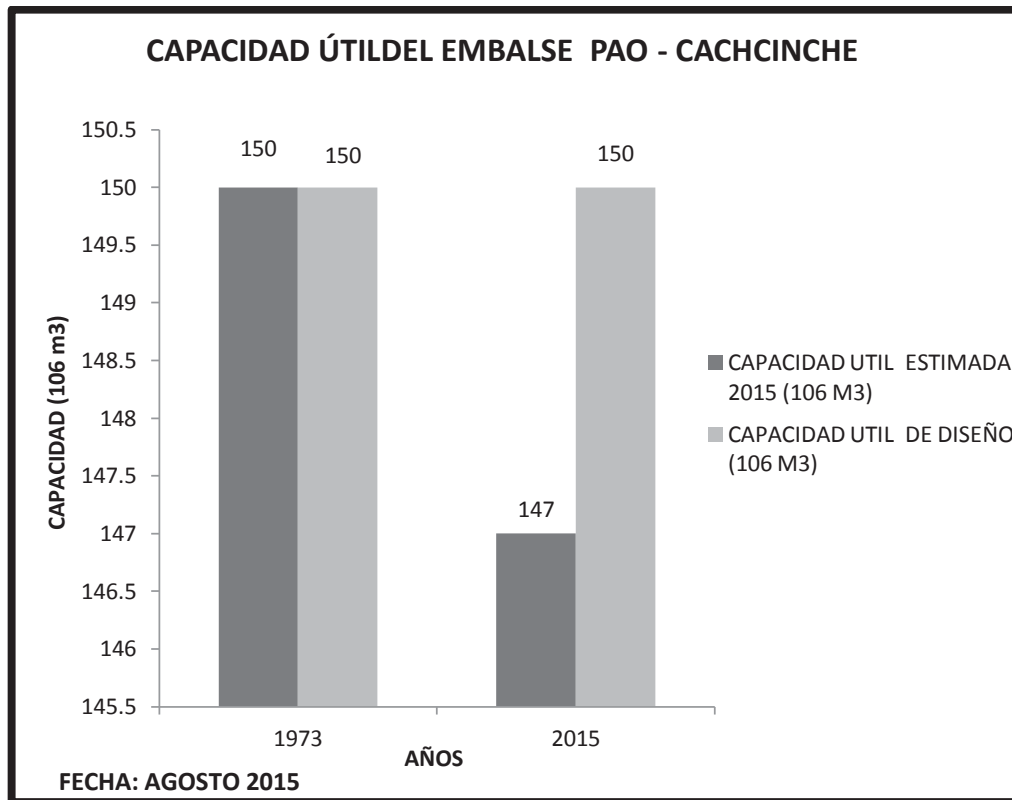


Figura 202: Capacidad Útil del embalse Pao – Cachinche.

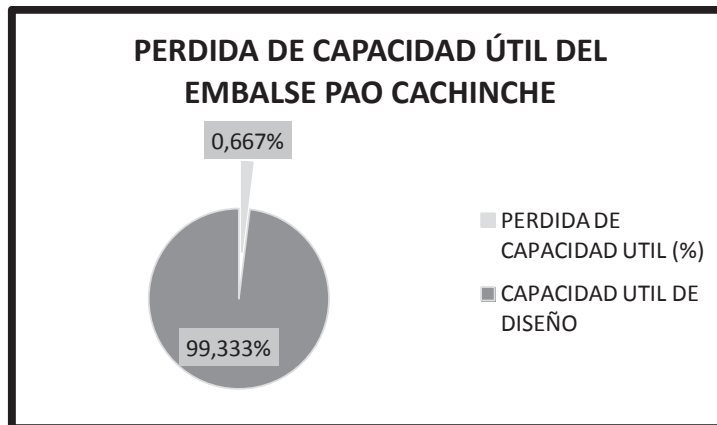


Figura 203: Pérdida de la Capacidad Útil del Embalse Pao – Cachinche.

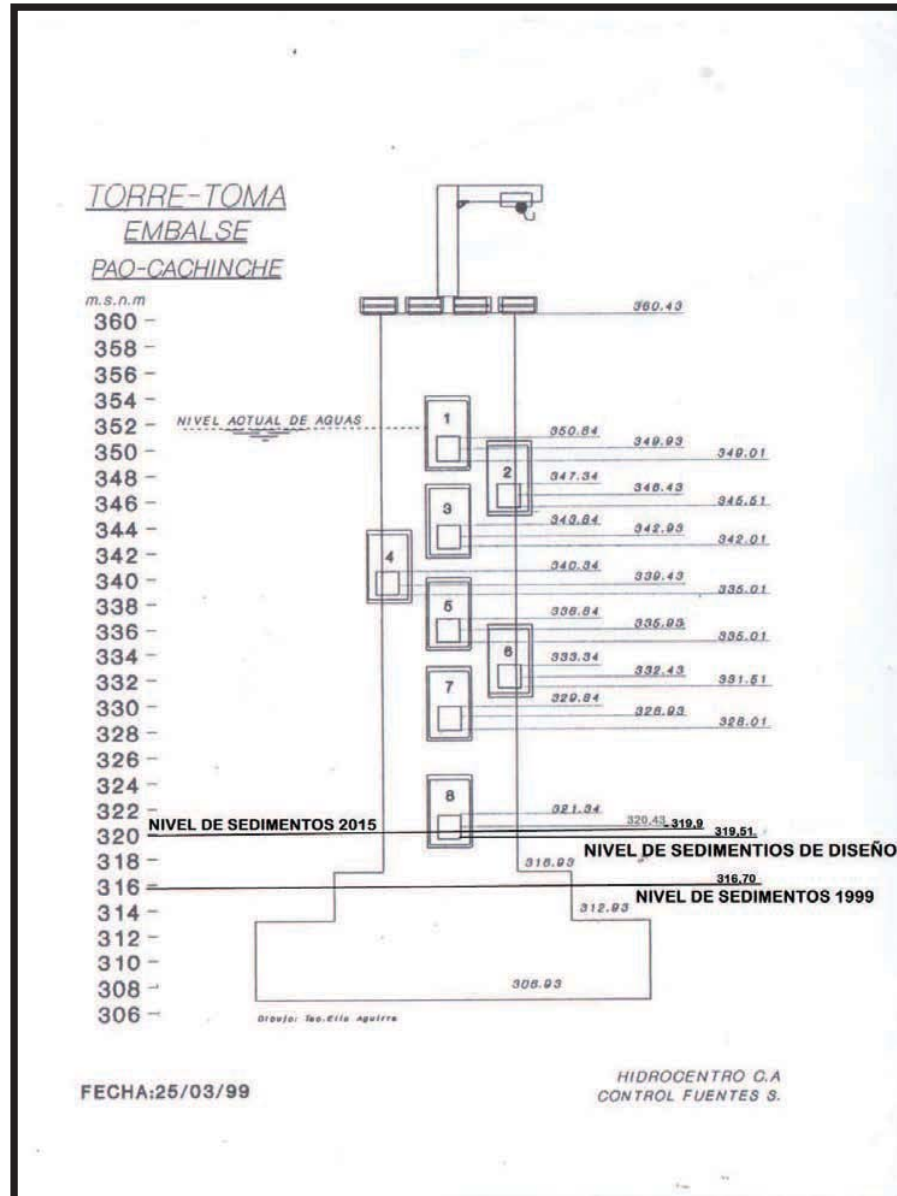


Figura 204: Comparación del nivel de sedimentos de la Torre – Toma del embalse Pao – Cachinche.

Fuente. HIDROCENTRO (1999).

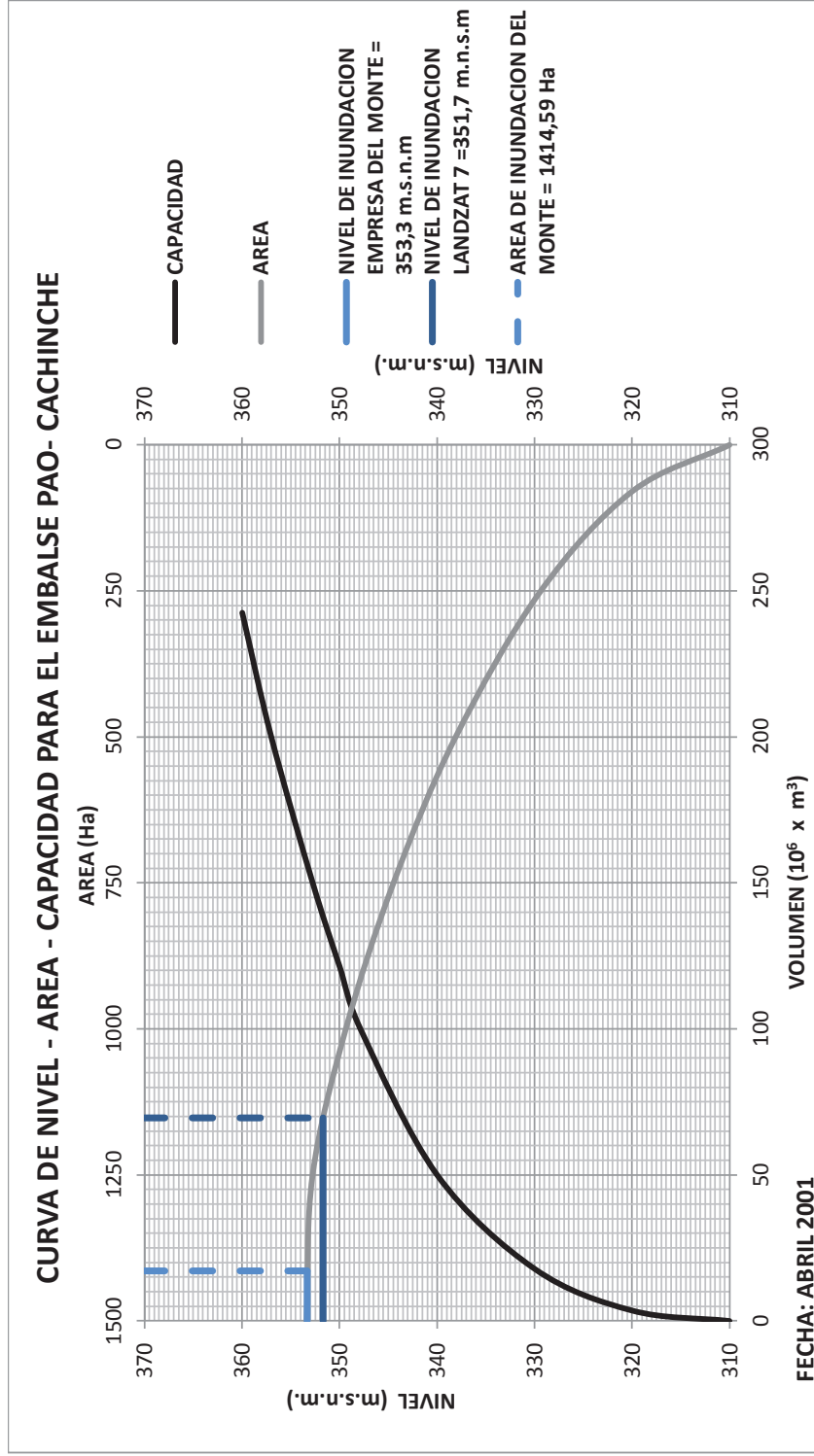


Figura 205: Curva Nivel – Área – Capacidad DEL MONTE 2001.

Fuente: HIDROCENTRO – DEL MONTE S.G.A C.A (2001).

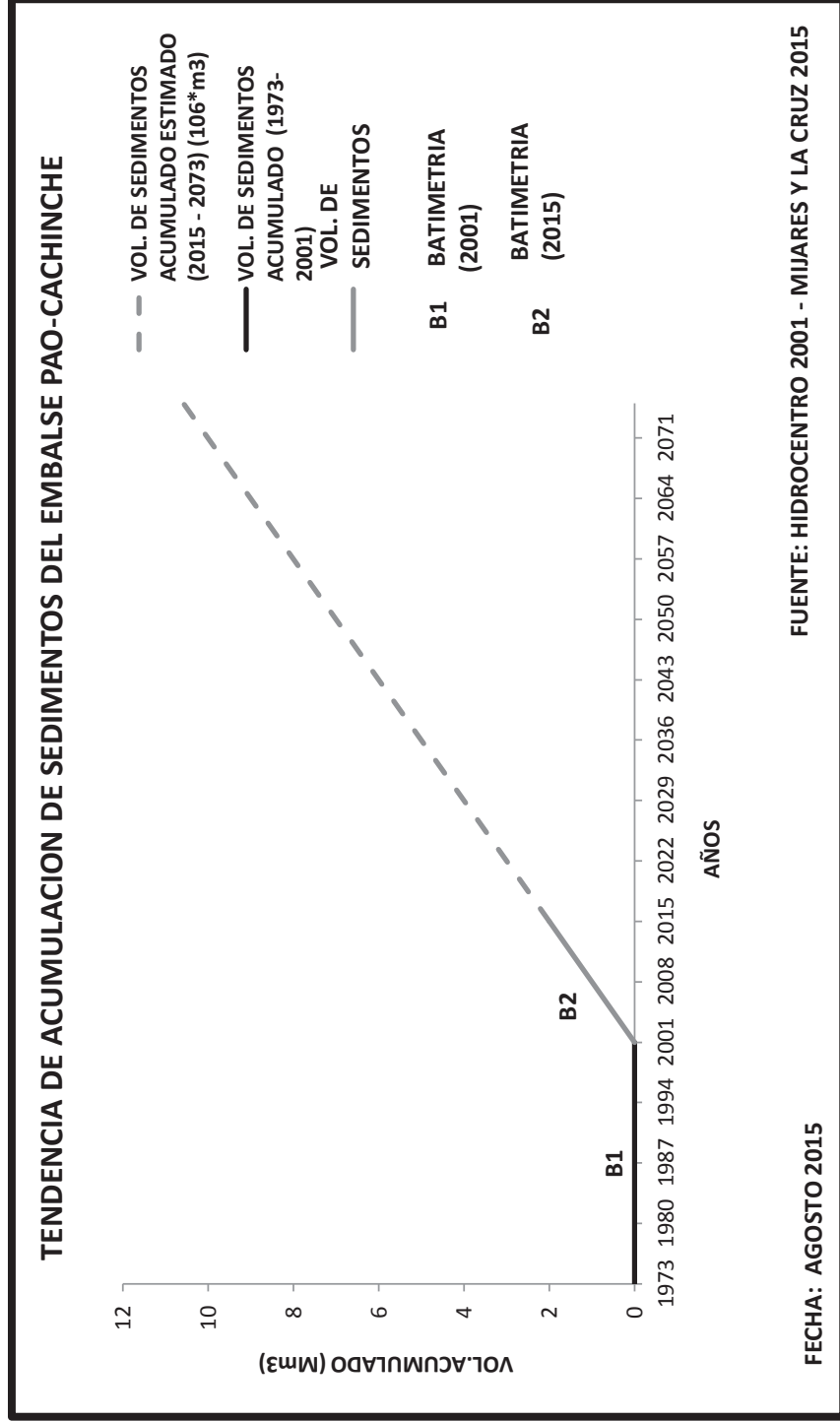


Figura 206: Tendencia de Acumulación de Sedimentos del Embalse Pao - Cachinche (1973 – 2073).



Tabla 39: Data técnica del embalse Pao – Cachinche (2015)

EMBALSE PAO - CACHINCHE BATIMETRIA 2015	
PUESTA EN FUNCIONAMIENTO	1973
CONSTRUCCION	1972
TIPO DE PRESA	TIERRA ZONIFICADA
NIVEL DE CRESTA (PRESA)	360,40 m.s.n.m.
NIVEL DE AGUAS NORMALES	353,28 m.s.n.m.
AREA INUNDADA DE DISEÑO	1300,00 Ha
NIVEL DE AGUAS MAXIMAS	357,50 m.s.n.m.
AREA INUNDADA ACTUAL	693,95 Ha
NIVEL DE FONDO DE DISEÑO	310,00 m.s.n.m
NIVEL DE FONDO ACTUAL	319,90 m.s.n.m
NIVEL DE SEDIMENTOS ACTUAL	319,90 m.s.n.m.
NIVEL DE SEDIMENTOS DE DISEÑO	319,51 m.s.n.m.
VOLUMEN UTIL DE DISEÑO	150 M m3
VOLUMEN UTIL ACTUAL	149 M m3
VOLUMEN MUERTO DE DISEÑO	1,00 M m3
VOLUMEN MUERTO ACTUAL	2,00 M m3
TIPO DE ALIVIADERO	EJE CURVO CON DOBLE CONTRACCION
NIVEL DE ALIVIO	353,28 m.s.n.m.
OBRA DE TOMA	TORRE TOMA DE 08 COMPUERTAS, SIN OPERACIÓN DE LA N°8
MECANISMO DE EMERGENCIA	VÁLVULA HOWELL BUNGER, 36"
MECANISMO DE REGULACIÓN	Embalse, Torre-Toma y presa



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Base a los resultados obtenidos la información esta validada, ya que se obtuvo directamente de la memoria descriptiva del proyecto del embalse; donde se detalla la presa, el aliviadero, la torre toma compuesta por ocho compuerta y una descarga de fondo que se denomina a la compuerta más baja de la torre toma.

En la inspección de campo realizada a la operación de la toma en 1999, se indica que en el embalse no existe una descarga de fondo independiente, por lo cual no realiza las funciones generales que cumplen este tipo de descargas, ya que si se abriera la compuerta más baja de la torre toma para expulsar el agua de la franja inferior del embalse se estaría enviando esa agua de calidad objetable al acueducto.

- De acuerdo con resultados obtenidos al realizar la caracterización de las variables de operación de la base de años desde el año 1982 hasta 2014, se observa que la precipitación en el embalse tiene un comportamiento secuencial al pasar de los años y se encuentra entre 20mm y 50mm, donde los mayores valores se localizan en los meses lluvioso y los mínimos en meses de verano.

En cuanto al comportamiento del caudal de aporte, resulta que desde el año 82 hasta el año 2003 se encuentra entre 1 y 2 millones de metros cúbicos, y a partir del 2002 ha aumentado arrojando valores de 2 millones de metros cúbicos hasta un máximo de 4 millones de metros cúbicos. Por lo que a partir de este mismo año



el gasto ecológico ha aumentado significativamente desde 0 hasta 0,8 millones de metros cúbicos valor obtenido en el 2014.

El nivel de las aguas, muestra un comportamiento estable a partir del año 2003 donde este nivel se encuentra variando por encima del nivel 353,28 m.s.n.m, hasta niveles de 354,5 m.s.n.m. Comportamiento similar que arroja el área de inundación que se mantiene entre 1.290 hectáreas y 1.340 hectáreas. Y el volumen almacenado en el embalse entre 150 y 165 millones de metros cúbicos.

- El levantamiento batimétrico aplicado como método para medir el fondo del embalse, ha permitido apreciar un desfase entre la ubicación geográfica de los puntos medidos y la cartografía suministrada por el (IGVSB); donde en la Tabla 40 se muestran los puntos que se han encontrado ubicados en el terreno y no dentro del área de inundación del embalse reflejada en la topografía de diseño. Observándose además, que el área de inundación en el año 2015 igual a 1210,16 Ha se ha desplazado y disminuido en 480,6 Ha en comparación con la del año 1977 correspondiente a 1690,76 Ha; razón por la cual se ha utilizado una imagen satelital del año 2015, obtenida de GOOGLE EARTH para representar la topografía actual del embalse.



Tabla 40: Puntos medidos en la batimetría, desfasados respecto a cartografía.

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
18	1096932	591775	355,0	2,4	352,60
30	1096867	591830	355,3	3,2	352,1
31	1096907	591839	353,7	1,8	351,90
32	1096825	591891	354,2	3,9	350,3
38	1096831	592015	355,6	2,3	353,3
39	1096803	592022	355,0	9,0	346,0
43	1096764	592101	356,5	11,0	345,5
44	1096782	592119	354,1	2,20	351,9
45	1096736	592150	351,9	10,8	341,1
47	1096715	592186	351,6	10,6	341,0
48	1096752	592204	353,2	4,1	349,1
49	1096718	592235	355,4	10,7	344,7
51	1096721	592244	352,9	10,6	342,3
52	1096715	592302	353,9	11,2	342,7
53	1096733	592305	353,3	1,4	351,9
56	1096718	592399	355,3	12,30	343,0
57	1096738	592415,	353,3	4,1	349,2
67	1096713	592890	351,7	15,0	336,7
71	1096683	593030	356,2	5,6	350,6
84	1096300	594006	357,7	5,7	352,0
85	1096328	594035	361,7	3,7	358,0
98	1095877	593689	356,7	12,7	344,0



Tabla 40: (cont.)

N°	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA	PROFUNDIDAD	ELEVACION DEL TERRENO
	(m)	(m)	(m.s.n.m)	(m)	(m.s.n.m)
110	1096633	593735	359,6	18,4	341,2
119	1095557	594433	355,3	22,9	332,4
129	1096852	595168	356,5	14,9	341,6
137	1097109	595442	355,1	6,2	348,9
138	1097155	595489	356,6	12,9	343,7
139	1097210	595515	355,1	12,0	343,1
144	1095323	594461	357,3	23,6	333,7
152	1093704	594344	362,5	28,8	333,7
189	1096676	593161	367,0	10,0	357,0
190	1096513	593393	361,2	3,2	358,0
194	1096675	593280	360,4	6,4	354,0
195	1096567	593354	355,4	3,4	352,0
197	1096602	593362	356,1	10,1	346,0
198	1096653	593354	356,3	14,3	342,0
199	1096709	593334	361,3	3,3	358,0
200	1096367	593444	363,3	5,3	358,0
201	1096398	593580	351,2	2,2	349,0
202	1096418	593644	355,3	6,3	344,0
203	1096444	593683	352,1	11,1	341,0
204	1096448	593772	355,7	11,7	344,0
206	1096513	593566	361,4	3,4	358,0
207	1096519	593776	367,5	19,5	348,0
211	1096082	595089	357,6	4,6	353,0
212	1096374	594829	353,2	3,2	350,0
227	1092760	595736	358,8	15,3	343,5
228	1092848	595982	354,1	14,2	339,9
230	1092995	595781	353,3	30,9	322,4
236	1093322	596019	358,0	22,6	335,4
237	1093264	596096	353,5	9,8	343,7
240	1093435	596384	351,5	28,2	323,3
250	1092753	597501	348,9	15,7	333,2
255	1092963	598396	353,7	13,7	340,0



Aunado a ello, el itinerario de navegación de tipo “zigzagante” realizado en todo el embalse para obtener una densificación de puntos y mejor representación de su topografía, ha permitido observar la elevación del terreno y superficie del agua en cada una de las transectas o secciones realizadas. Donde se evidencia, que la elevación de la superficie del agua permanece por encima del nivel de aguas normales igual a 353,28 m.s.n.m desde el año 2003 representado en la serie de tiempo del nivel de aguas del embalse, como consecuencia del aumento del caudal del aporte de los ríos que lo alimentan y justificando el hecho de que se encuentre aliviando regularmente.

Del mismo modo, la batimetría realizada ha permitido observar que la profundidad máxima a la cual se encuentra el embalse, es de 38,8 m ubicada en la Torre – Toma para una coordenada Norte de 1091758 m y coordenada Este de 595528 m, con un nivel de fondo igual a 319,9 m.s.n.m cuya transecta representada por la sección 75D – 75I evidencia de igual manera la mayor profundidad entre todas, siendo igual a 31,61 m obtenida entre una elevación mínima y máxima del terreno igual a 324,06m.s.n.m y 355,67 m.s.n.m.

- En la construcción de la Curva Nivel – Área – Capacidad del embalse Pao – Cachinche del año 2015, se logra evidenciar que la mínima elevación del terreno es igual a 319,90 m.s.n.m, la cual supera el nivel de sedimentos de diseño igual a 319,51 m.s.n.m debido al volumen de sedimentos acumulados. Del mismo modo, permite observar que existen sectores del embalse donde el nivel del agua es superior al nivel de aguas normales, lo cual ocurre en las entradas del mismo donde su topografía es más elevada y se encuentra entre niveles de 348,00 m.s.n.m y 358,00 m.s.n.m.



- La comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad obtenida del diseño y de la batimetría realizada al embalse en el año 2015, permite observar que ha ocurrido una pérdida de profundidad y área inundable que afecta la capacidad útil del embalse como consecuencia de la acumulación de sedimentos; esto se debe a que el nivel mínimo del terreno se encuentra actualmente a una elevación de 319,90 m.s.n.m mientras que en el diseño es igual a 310,00 m.s.n.m. A ello se le añade, que el nivel mínimo del terreno en el 2105 ha superado en 0,31 m el nivel de sedimentos determinado en el de diseño para 1 Mm³ de volumen muerto, al ocupar un volumen actualmente de 2 Mm³ en tan solo 42 años.

De la misma manera, la comparación entre las curvas obtenidas del diseño y los dos levantamientos batimétricos realizados en el año 2001 y 2015, demuestran que respecto al diseño, en el año 2001 el área y capacidad de inundación disminuyeron en 306,45 Ha y 41,83 Mm³ y por consecuente la capacidad de inundación en aguas normales en 18Mm³; mientras que en el año 2015 la capacidad y área de inundación máxima continuaron disminuyendo en 836,52 Ha y 174,83 Mm³, al igual que la capacidad en aguas normales en 109 Mm³.

- La acumulación de los sedimentos evidenciada en el embalse en el año 2015, ha originado principalmente la pérdida de capacidad útil determinada en el diseño; pues estos han ocupado un volumen de 1 Mm³ adicional, disminuyéndola en un 0,667% al encontrarse actualmente en 149 Mm³. Aunado a ello, se ha observado que el nivel ocupado por dichos sedimentos, afecta directamente la operación de la compuerta N°8 de la Torre – Toma, superando en 0,39 m su umbral de entrada y pudiendo colmarla por completo en un corto lapso de tiempo; ya que los sedimentos acumulados ocuparan un volumen de 10,429 Mm³ para el año 2073 de



mantenerse constante una tasa anual de $0,143 \text{ Mm}^3$ al no existir cambios climáticos fuertes sobre el embalse.

Respecto al desplazamiento del área de inundación del embalse obtenida entre el diseño y la observada en la realización de la batimetría del año 2015 por la acumulación de sedimentos, se evidencia que dicha situación ha venido ocurriendo desde el año 2001 basado en los resultados de la batimetría realizada por DEL MONTE, 2001; obteniéndose una pérdida de área inundable igual a 31,84% en el año 2001 que disminuye en un 5% para el año 2015 debido al aporte del caudal de los ríos que lo alimentan. Esta investigación, de igual manera permite estimar una discrepancia de 1,6 m de profundidad sobre el nivel de inundación estimado por la empresa DEL MONTE y el real, que se extiende hasta una capacidad de inundación de 156.7 Mm^3 para el nivel de 353,3 m.s.n.m estimado por DEL MONTE, siendo realmente igual a 139.2 Mm^3 para el nivel de aguas inundables de 351,7 m.s.n.m.

Por último, los resultados obtenidos del análisis de la influencia de los sedimentos desarrollado en esta investigación, permiten actualizar algunos parámetros de la data técnica del embalse Pao – Cachinche suministrada por HIDROCENTRO , como lo son: el área de inundación actual igual a 693,95 Ha, un nivel de fondo igual al nivel de sedimentos actual de 319,90 m.s.n.m, volumen útil igual a 149 Mm^3 , volumen muerto igual a 2 Mm^3 e indicación de la inoperatividad de la compuerta N°8 de la Torre – Toma.



CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Es importante tener una entidad o empresa que se encargue de recopilar toda la información sobre el diseño de los embalses y llevar un seguimiento a su funcionamiento y si cumple con los parámetros de diseño.

La descarga de Fondo del embalse Pao Cachinche no se encuentra operativa actualmente.

- Al analizar el comportamiento de las variables en el tiempo entre los años 1983 y 2014, se observa que las variables climáticas tienen un compartimiento estacional con un periodo de frecuencia anual, reflejando que los máximos aportes de volumen de agua para el embalse se dan en los meses lluviosos. Y que a partir del 2002 en adelante existe un aumento significativo en el caudal de los ríos que alimenta el embalse y desde entonces el gasto ecológico ha venido aumentando en los últimos años.



El nivel de las aguas a partir del año 2003 presenta comportamiento estable a niveles mayores al nivel de aguas normal de diseño del embalse, por lo que el embalse se encuentra aliviando constantemente a partir de ese año. A esto se atribuye al comportamiento que ha tenido la variable caudal de aporte.

La caracterización del comportamiento del área de inundación y volumen almacenado este depende directamente del nivel del agua y la curva área capacidad de diseño del embalse, la cual no considera volumen de sedimentos que pueda almacenar en el tiempo. Por eso la importancia de actualizar dichas curvas mediante la realización de levantamientos batimétricos.

- El levantamiento batimétrico realizado en el embalse mediante la utilización del itinerario de navegación tipo “zigzagante”, permite concluir que el embalse regularmente se encuentra aliviando, y que el fondo o la elevación mínima del terreno supera el nivel de sedimentos de diseño como consecuencia del volumen de sedimentos acumulados en el, siendo igual a 319,90 m.s.n.m correspondiente a una profundidad de 38,8 m ubicada en la Torre – Toma.
- Al construir la Curva Nivel – Área – Capacidad del año 2015 se llega a la conclusión de que el embalse ha perdido considerablemente tanto área como capacidad de inundación correspondientes a 832,557 Ha y 174,83 Mm³, debido a que su nivel mínimo de terreno supera al nivel de sedimentos diseñado en 0.39 m .
- La comparación entre las curvas Nivel – Área – Capacidad 1973- 2015, orienta a concluir que el volumen de sedimentos acumulados para el año 2015 igual 2 Mm³ supera el estimado en el diseño para el desarrollo de su vida útil, ocasionando la



disminución de la capacidad útil del embalse a 149 Mm^3 y ocupando el 0,667% de la capacidad útil de diseño; del mismo modo las comparaciones realizadas con la curva Nivel – Área – Capacidad del año 2001 evidencian además de esta pérdida de capacidad, la disminución del área y capacidad de inundación máxima.

- La acumulación de sedimentos ha influido sobre la operación del embalse, superando el nivel del umbral de entrada de la compuerta más baja de la Torre - Toma ocasionando su inoperatividad y dejándola expuesta a su colmatación en muy poco tiempo de mantenerse constante la tasa anual de sedimentos igual a $0,143 \text{ Mm}^3$ estimada según la batimetría del año 2015; la cual ha permitido llegar a la conclusión de que el área de inundación del embalse se ha desplazado al compararla con la observada en el año 1977, evento que viene ocurriendo desde el año 2001 perdiendo el 31,84% de área inundable, lo cual aunque aumenta en un 5% 14 años después, sigue siendo apreciable tanto el desplazamiento como la pérdida de área y capacidad.

Con esta batimetría se logró actualizar la data técnica que posee HIDROCENTRO sobre el Embalse Pao – Cachinche; por lo tanto, de mantenerse la estimación de sedimentos definida en el presente estudio, el embalse continuaría perdiendo la operación de sus compuertas inferiores.



RECOMENDACIONES

Dada la importancia de este embalse como regulador y abastecedor de agua a gran parte de la región Central del país, se recomienda:

- Realizar inspecciones de campo frecuentes que estudien los aspectos básicos del funcionamiento del embalse.
- Las descargas de fondo deben ser diseñadas como una tubería totalmente independiente de la torre toma, donde la entrada sea directamente del embalse en la base de la torre toma.
- Realizar estudios específicos que estudien el comportamiento de las variables de operación el embalse Pao Cachinche, donde se indague por qué el cambio progresivo en los últimos, en que pueden afectar o contribuir con el tiempo de vida útil del embalse.
- Realizar estudios e investigaciones sobre la hidrología de la cuenca del Río Pao a la cual pertenece el embalse Pao – Cachinche, al igual que un levantamiento topográfico y estudio de suelos del terreno para actualizar las cartas topográficas y conocer la condición del mismo.
- Crear pequeñas represas aguas arriba del embalse que permitan acumular los sedimentos transportados que restan la capacidad del embalse.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL
EMBALSE PAO CACHINCHE ESTADO CARABOBO

- Realizar levantamientos batimétricos periódicamente sobre el embalse que permitan llevar un control y estadística del proceso de sedimentación, utilizando el mismo método de navegación para la obtención de densificación de puntos sobre las mismas transectas para la realización de comparaciones.
- Realizar un levantamiento batimétrico anual en el sitio de la Torre – Toma para obtener un control de la situación de sus compuertas más bajas respecto a la acumulación de sedimentos.
- Realizar un estudio sedimentológico para analizar los diferentes estratos y tipos de materiales encontrados en el fondo del embalse, ya que el método utilizado para determinar profundidades no permite obtener esta característica.
- De igual manera aunque no muy factible por su economía se recomienda hacer un dragado como caso extremo, ya que no cuenta con una descarga de fondo independiente sino un solo conducto único que es el túnel que conduce el flujo captado en la Torre - Toma, por ser este embalse un caso correspondiente al tipo de diseño antiguo utilizado en el país cuando se proyectó la obra.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arias, F (2006). El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. (Pp. 24, 83, 81.).
2. Bolinaga y col. (1996). Proyectos de Ingeniería Hidráulica. Volumen I. Caracas Venezuela: Fundación Polar.
3. Guruceaga (1961) Abastecimiento De Agua Para La Ciudad De Valencia. Caracas, Venezuela.
4. Hernández et al (2010). Metodología de la Investigación. Quinta edición. Editorial McGraw-Hill. México. (Pp. 80, 149, 175).
5. HIDROCENTRO, DPT. CONTROL FUENTES SUPERFICIALES. (1973). Data técnica del embalse Pao – Cachinche.
6. HIDROCENTRO, MARNR. (1998, Octubre). Sistema de destratificación conjunto general: embalse Pao – Cachinche.
7. HIDROCENTRO, Oficina Técnica DEL MONTE S.G.A. C.A. (2001, Abril). Curva de área vs capacidad para el embalse Pao – Cachinche.
8. HIDROCENTRO, Oficina Técnica DEL MONTE S.G.A. C.A. (2001, Abril). Plano de levantamiento batimétrico y geofísico del embalse Pao – Cachinche.
9. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. (1977). Cartas topográficas 6545-I-NO, 6545-I-NE, 6545-I-SO, 6545-I-SE.
10. Lecaros Matías (2011), Estudio De Sedimentación En El Embalse Rapel. Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Chile.
11. López y Mengual (2006) Analizar la evolución del fondo del embalse de Pueblo Viejo, Universidad Rafael Urdaneta. Zulia.
12. Olmos y colaboradores (2011) Estudio Batimétrico de un embalse de montaña de morfología compleja, Cabra Corral, Salta. Instituto de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.



13. Proyecto y Supervisión de Obras Hidráulicas (1999). Estudio de la operación de la toma del embalse Pao Cachinche, Edo Cojedes. Caracas. Suarez, M.
14. EARTH EXPLORERT: [Programa Satelital en línea]. Disponible: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. [Consulta: 2015, Septiembre 12].
15. GPS VISUALIZER. (2002). [Herramienta topográfica en línea]. Disponible: www.gpsvisualizer.com. [Consulta: 2015, Septiembre 03].
16. GOOGLE EARTH: [Programa informático virtual]. Disponible: <https://www.google.es/earth/download/ge/agree.html> [Consulta: 2015, Septiembre 03].
17. Ortiz,Z y col. (2004) Características e información de los embalses principales en Puerto Rico. Oficina de embalses y presas, PRASA. Disponible:http://www.recursosaguapuertorico.com/INFORME_EMBALSES_2_MAR04_1_.pdf [Consulta: 2015, Enero 01].
18. Ortiz Gabriel: [Calculadora Geodésica en línea]. Disponible: <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a> [Consulta: 2015, Agosto 15]
19. Palau, A (2001). Sedimentacion En Embalses. [Documento en Línea] Disponible:[http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/comunicaciones/Tomo_I/T1p847.pdf].
20. Sumapa: [Calculadora Geodésica en línea]. Disponible: <http://www.sumapa.com/geocalc/geocalc.cfm?ai=Venezuela&ao=Venezuela> [Consulta: 2015, Septiembre 01].



ANEXO 1

IMÁGENES DEL PROCESO DE MEDICION Y SITUACION OBSERVADA DEL EMBALSE PAO CACHINCHE.



PROCESO DE MEDICIÓN DEL LEVANTAMIENTO BATIMETRICO.



Figura 207: Colocación de los equipos utilizados sobre la lancha.



Figura 208: Colocación de la grúa sobre la lancha.



Figura 209: Ajuste de la grúa sobre la lancha.



Figura 210: Finiquitando Ajustes de la grúa sobre la lancha.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL
EMBALSE PAO CACHINCHE ESTADO CARABOBO



Figura 211: Navegación por el Embalse.



Figura 212: Embalse Pao - Cachinche



Figura 213: Plan de navegación y anotación de datos obtenidos del GPS.



Figura 214: Encerado del Winche.



Figura 215: Encerado del Winche, barriga de la pesa tocando el agua.



Figura 216: Descenso de la pesa hasta aflojar la guaya.



Figura 217: Anotación de mediciones.



Figura 218: Limitante encontrada: Presencia de Bora.



SITUACIÓN ACTUAL OBSERVADA DEL EMBALSE PAO CACHINCHE.



Figura 219: Aguas del embalse.



Figura 220: Presencia de Bora.



Figura 221: Presa de Tierra Zonificada del Embalse Pao - Cachinche.



Figura 222: Torre – Toma del Embalse Pao – Cachinche.



Figura 223: Sistema de Aireación del Embalse Pao – Cachinche.



Figura 224: Aliviadero de eje curvo del Embalse Pao – Cachinche.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL
EMBALSE PAO CACHINCHE ESTADO CARABOBO

ANEXO 2

SUPERFICIE 3D DEL EMBALSE PAO – CACHINCHE.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 7

SUPERFICIE 3D DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE

ESCALA: 1:50.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE

SUPERFICIE 3D DEL EMBALSE

ELEVACION MAXIMA : 359 m.s.n.m

ELEVACION MINIMA : 321.234 m.s.n.m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

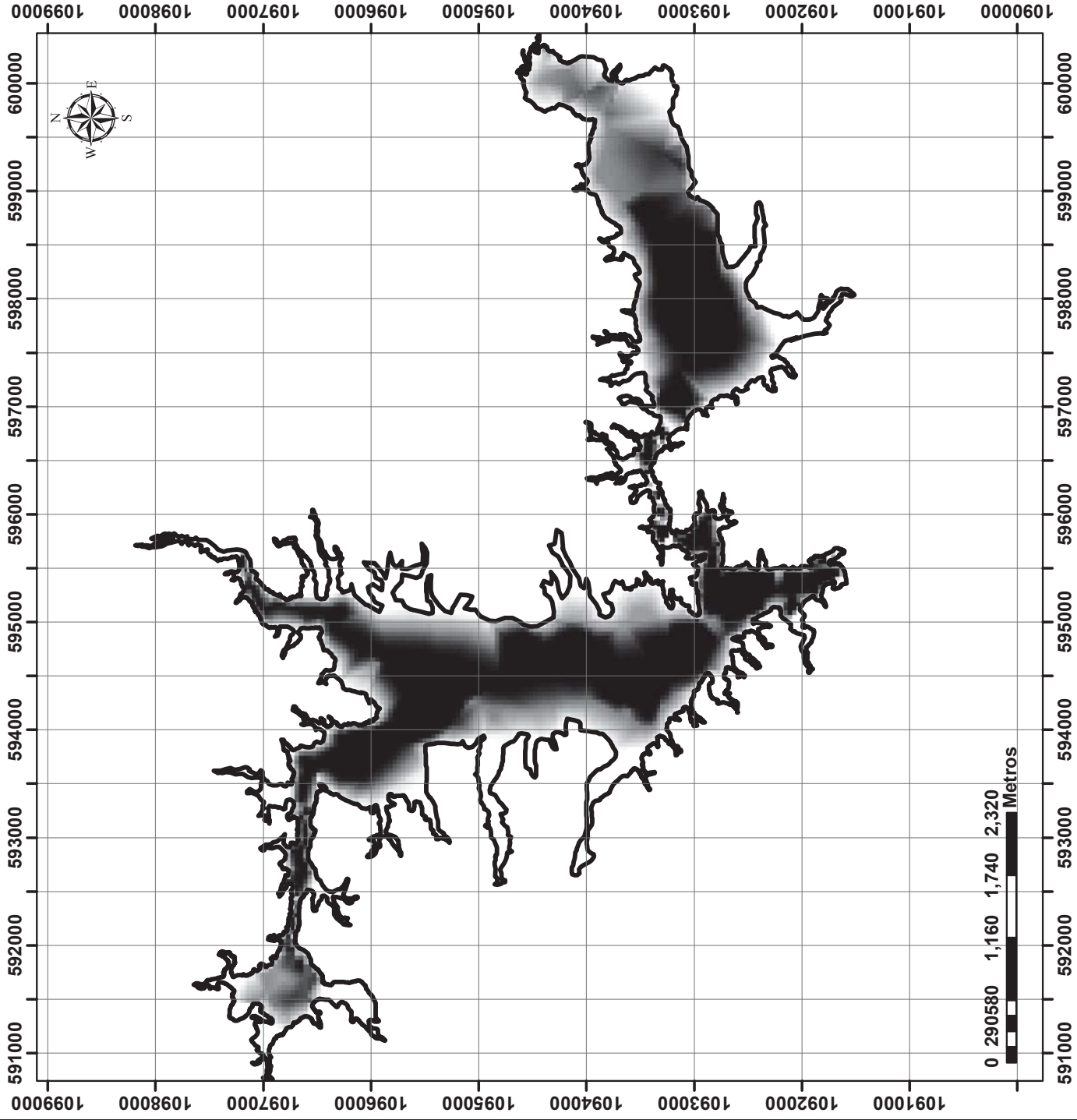
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





ANEXO 3

REPRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA BATIMETRÍA REALIZADA AL EMBALSE PAO – CACHINCHE

**(PLANO DE UBICACIÓN DEL LOS PUNTOS DE LA
BATIMETRÍA)**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

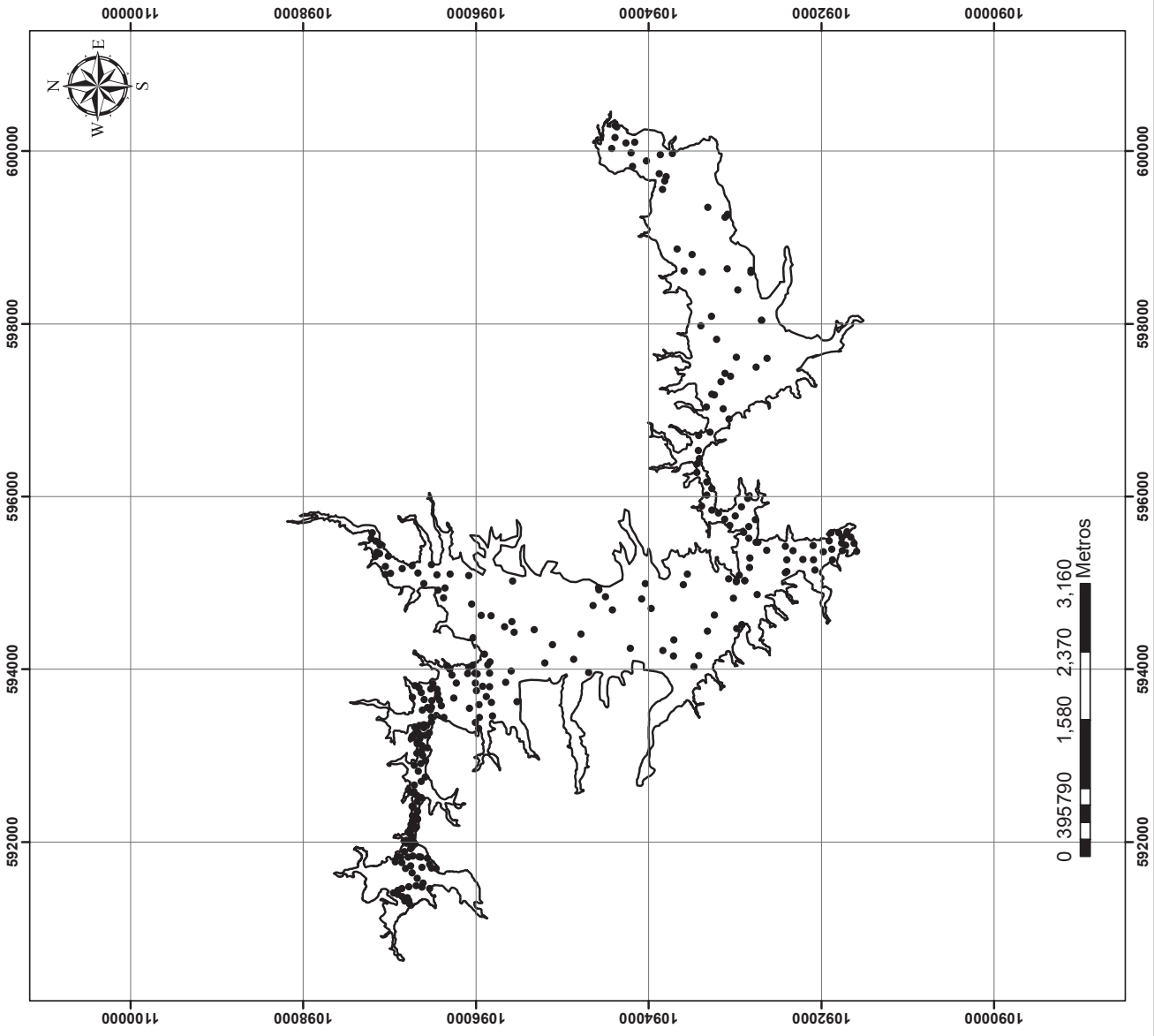
PLANO N° 1

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LA BATIMETRIA

ESCALA: 1:50.000. DATUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- PERIMETRO DEL EMBALSE



PUNTO	Easting (m)	Northing (m)	Elevación (m)	Cálculos	
				Distancia (m)	Área (m²)
1	592000	1090000	100	0	0
2	592100	1090100	100	100	10000
3	592200	1090200	100	200	40000
4	592300	1090300	100	300	90000
5	592400	1090400	100	400	160000
6	592500	1090500	100	500	250000
7	592600	1090600	100	600	360000
8	592700	1090700	100	700	490000
9	592800	1090800	100	800	640000
10	592900	1090900	100	900	810000
11	593000	1091000	100	1000	1000000
12	593100	1091100	100	1100	1210000
13	593200	1091200	100	1200	1440000
14	593300	1091300	100	1300	1690000
15	593400	1091400	100	1400	1960000
16	593500	1091500	100	1500	2250000
17	593600	1091600	100	1600	2560000
18	593700	1091700	100	1700	2890000
19	593800	1091800	100	1800	3240000
20	593900	1091900	100	1900	3610000
21	594000	1092000	100	2000	4000000

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO 19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015



ANEXO 4

REPRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA BATIMETRÍA REALIZADA AL EMBALSE PAO – CACHINCHE

(PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES)



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.1

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 1)

ESCALA: 1:10.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM). HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 1D MARGEN DERECHO DEL RIO
- 1I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

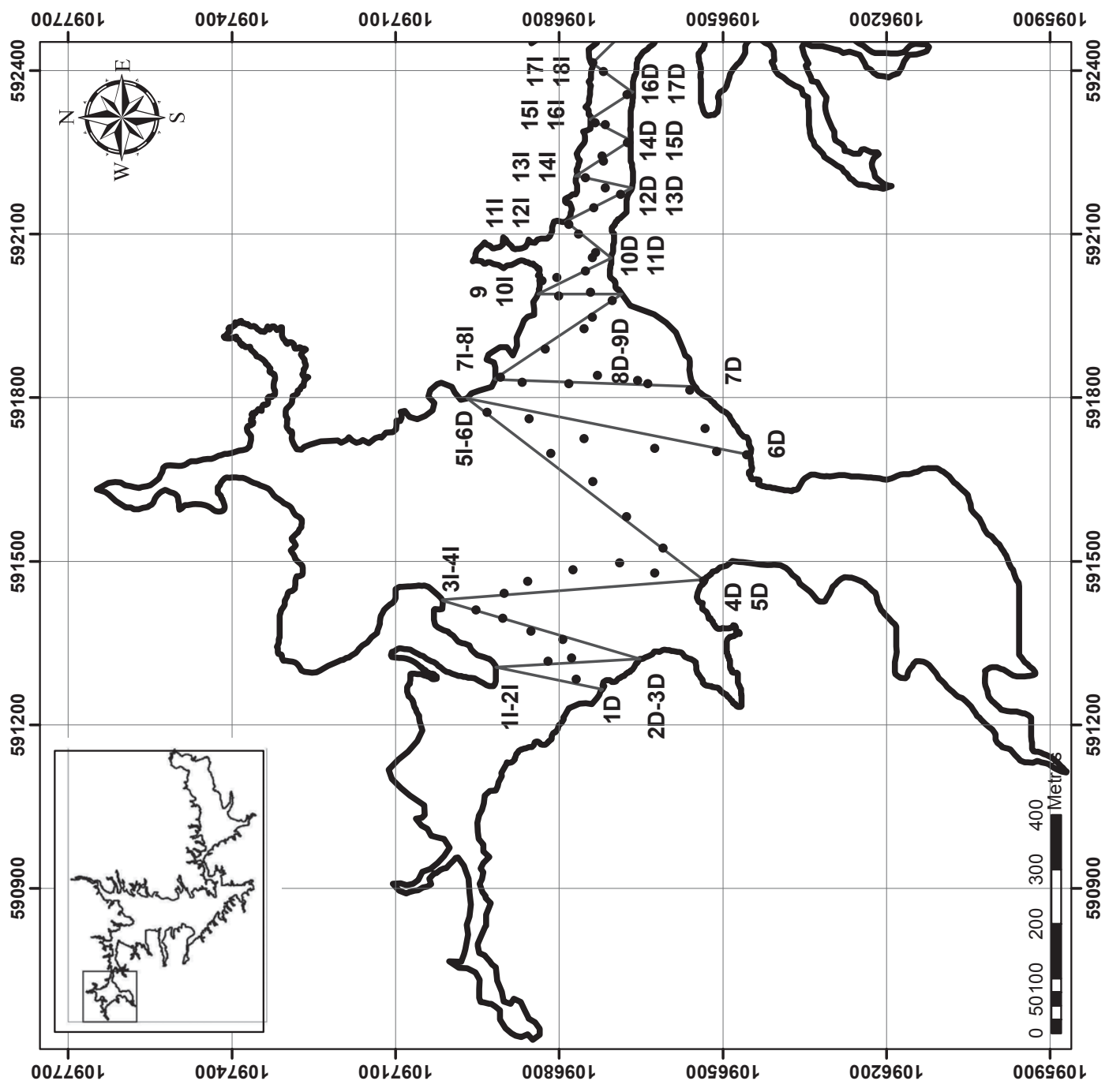
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.2

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 2)

ESCALA: 1:10.000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 19D MARGEN DERECHO DEL RIO
- 19I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

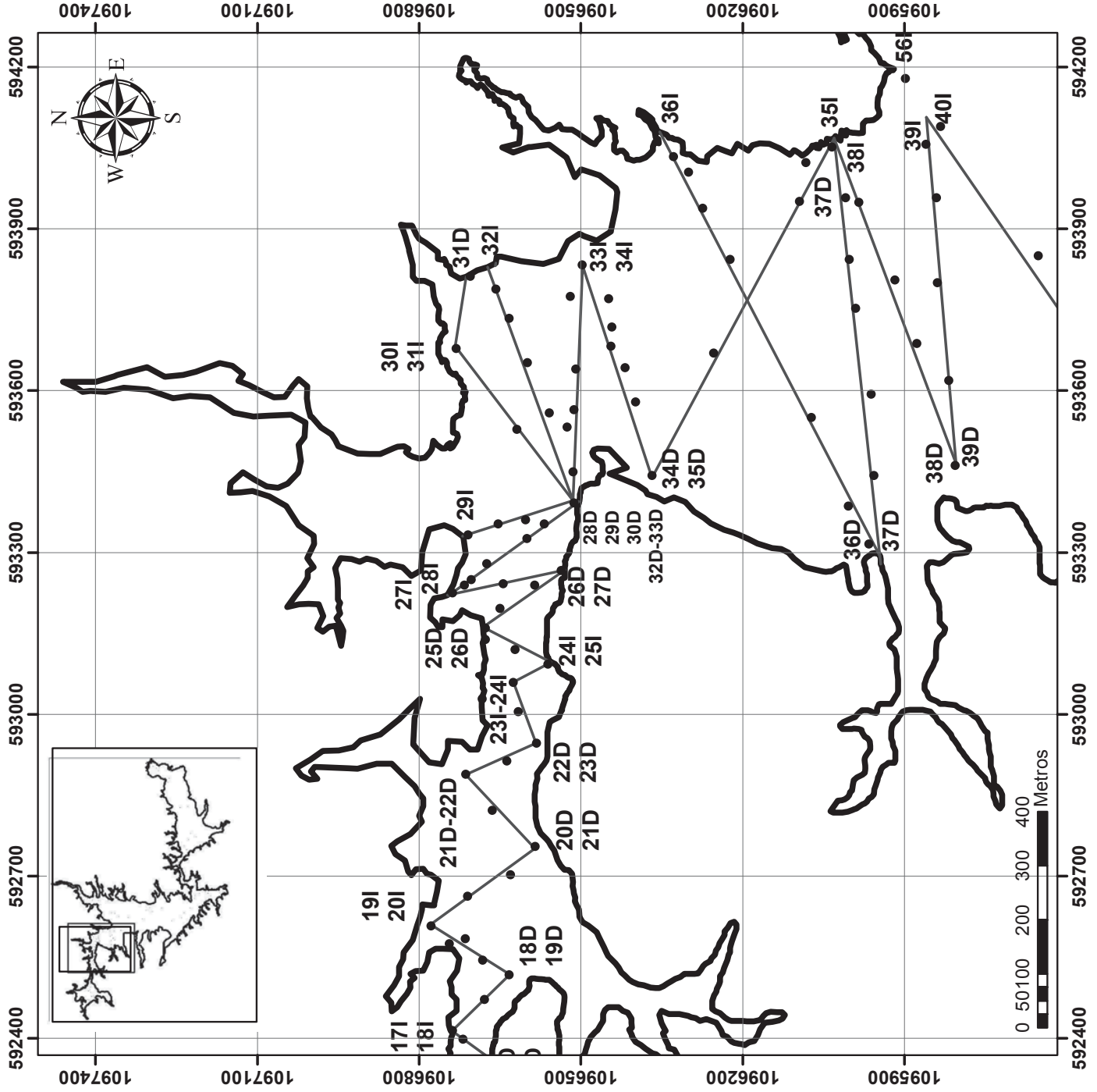
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.3

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ESCALA: 1:10.000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM). HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 43D MARGEN DERECHO DEL RIO
- 43I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

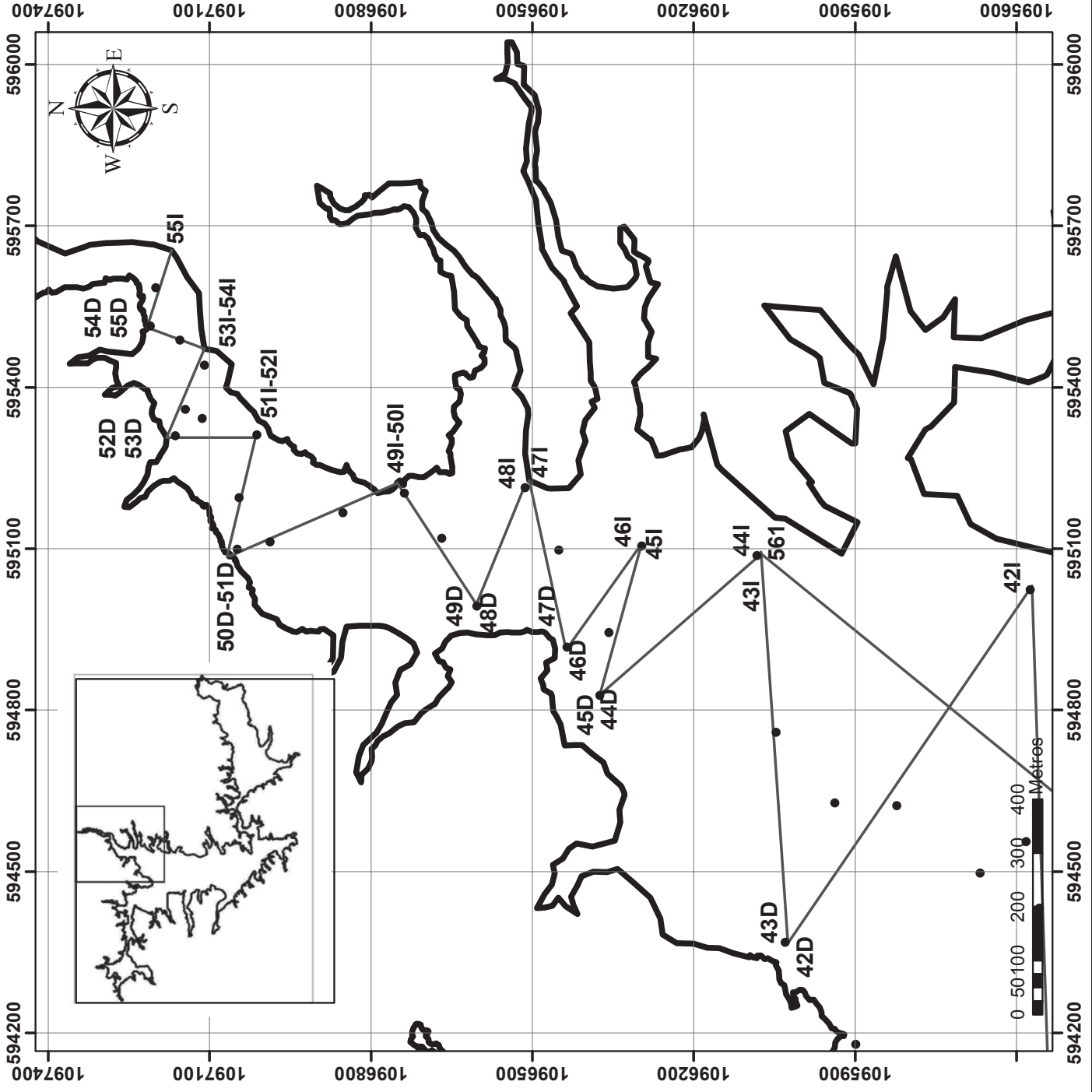
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.4

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 4)

ESCALA: 1:10.000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 41D MARGEN DERECHO DEL RIO
- 41I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

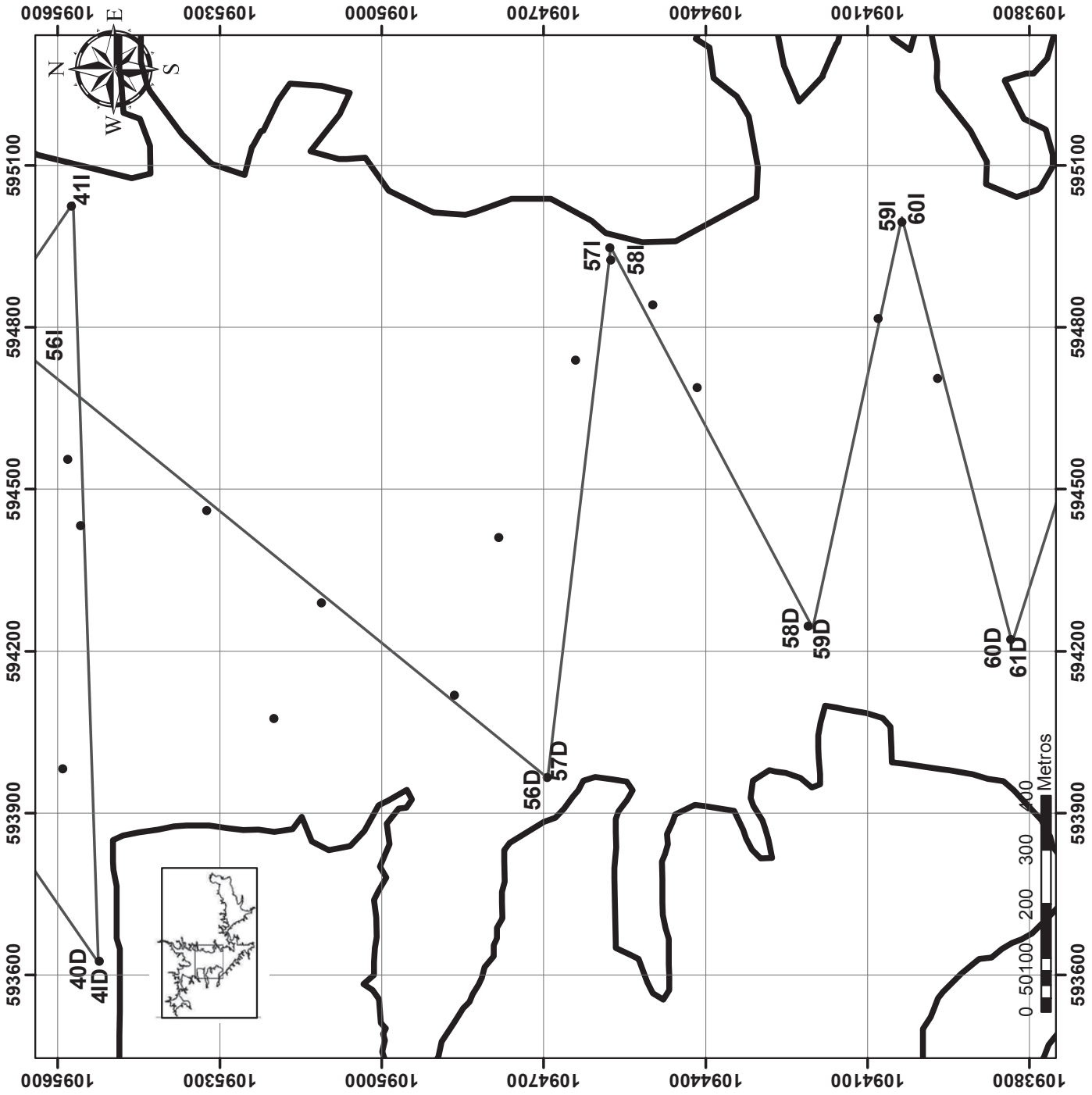
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.5

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 5)

ESCALA: 1:10.000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM). HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE

61|MARGEN DERECHO DEL RIO

61|MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

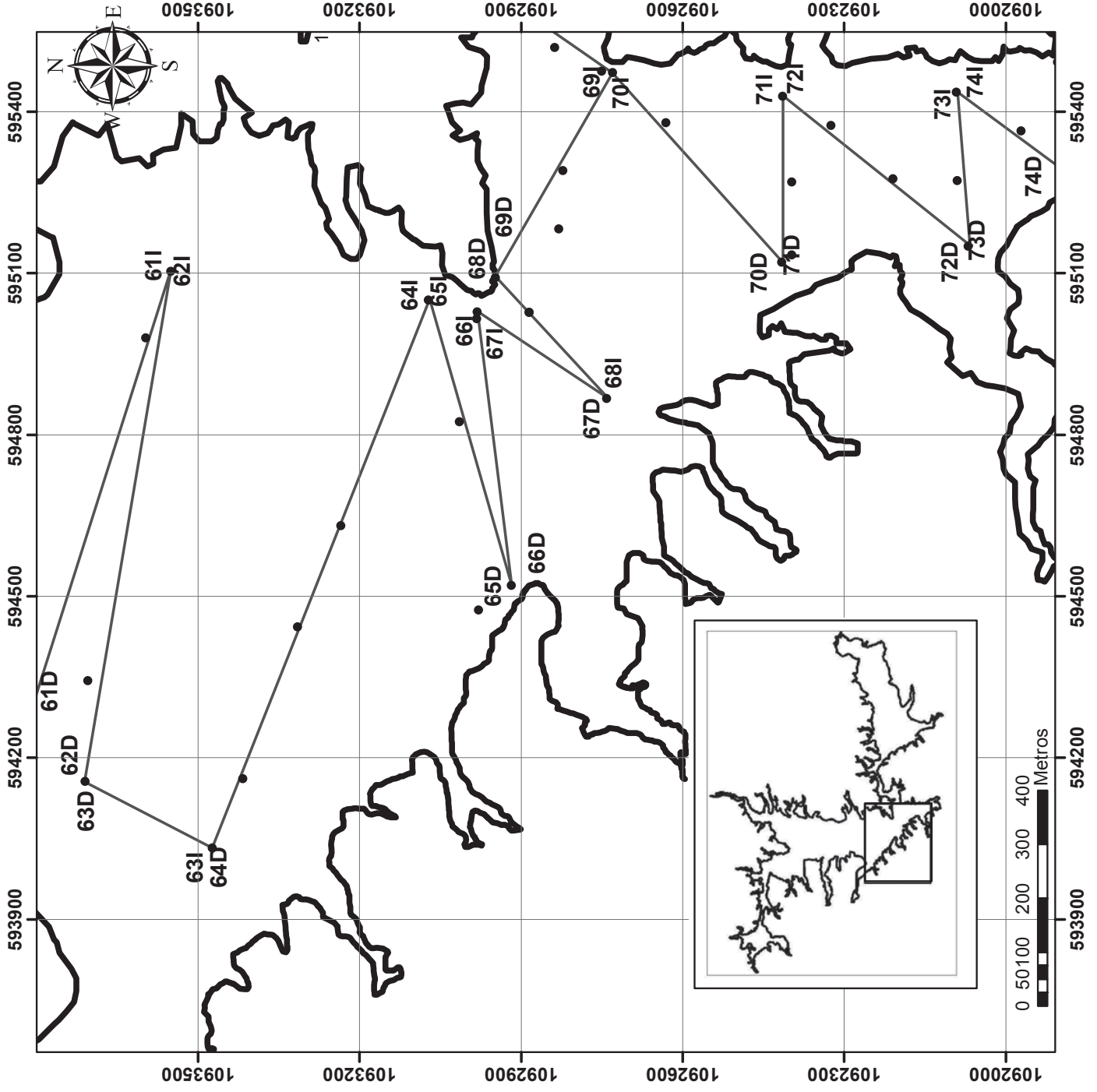
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.6

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 6)

ESCALA: 1:10.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS:
PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

● PUNTOS MEDIDOS

— TRANSECTAS

— PERIMETRO DEL EMBALSE

69D|MARGEN DERECHO DEL RIO

69I|MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO 19N

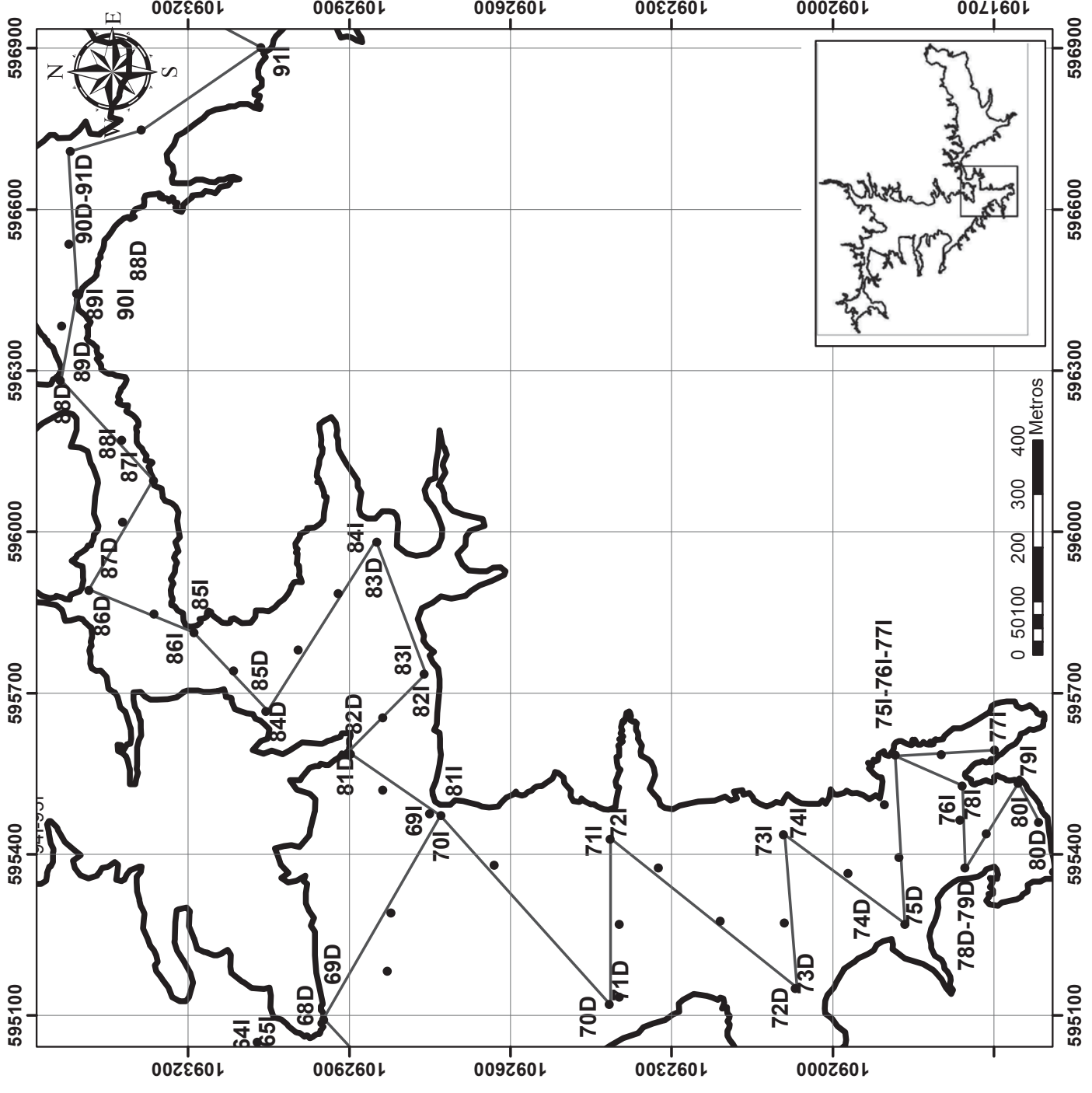
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.7

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 7)

ESCALA: 1:10.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 89D MARGEN DERECHO DEL RIO
- 89I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

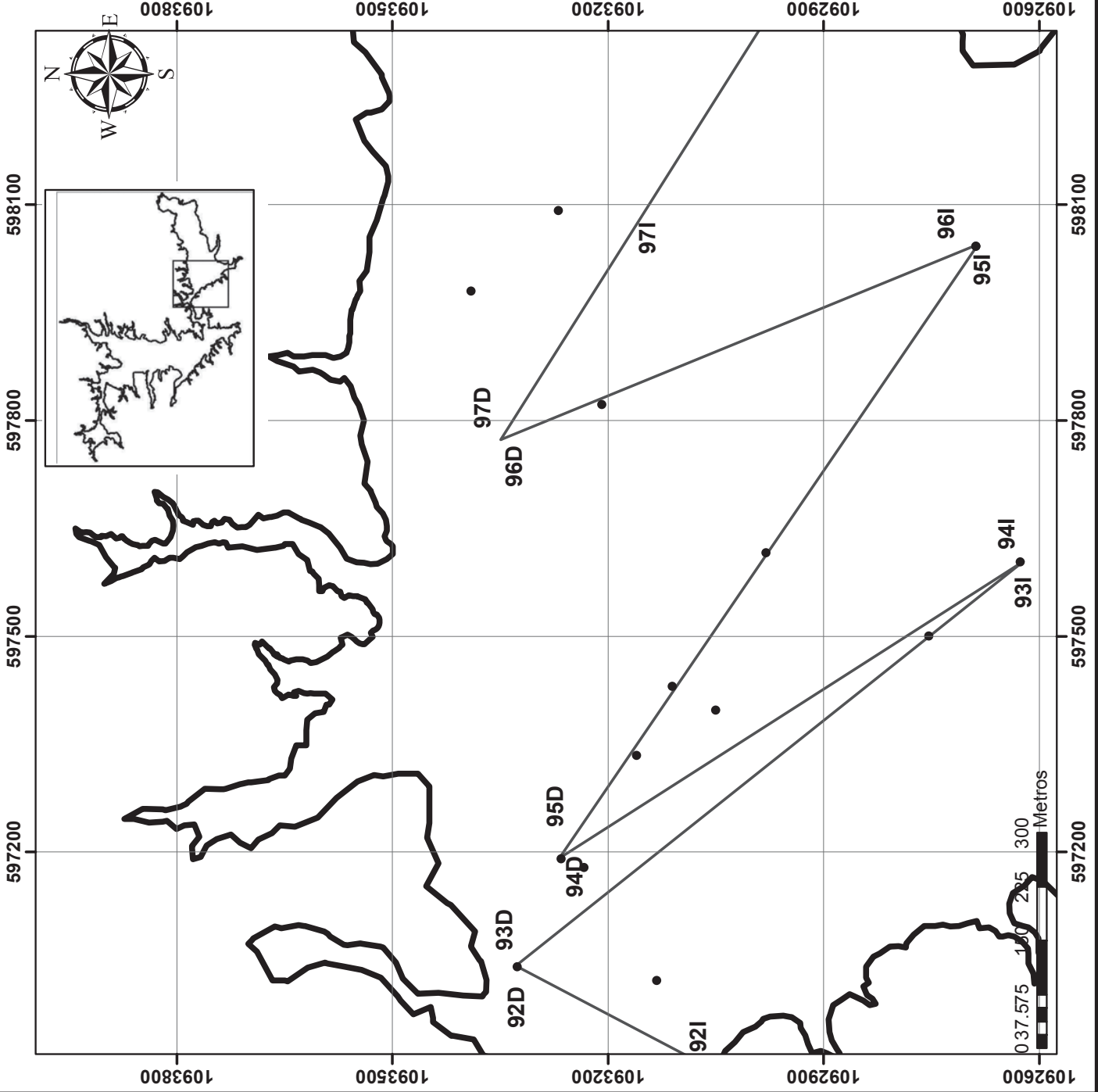
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 2.8

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 8)

ESCALA: 1:10.000
 DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
 SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- 95DMARGEN DERECHO DEL RIO
- 95IMARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

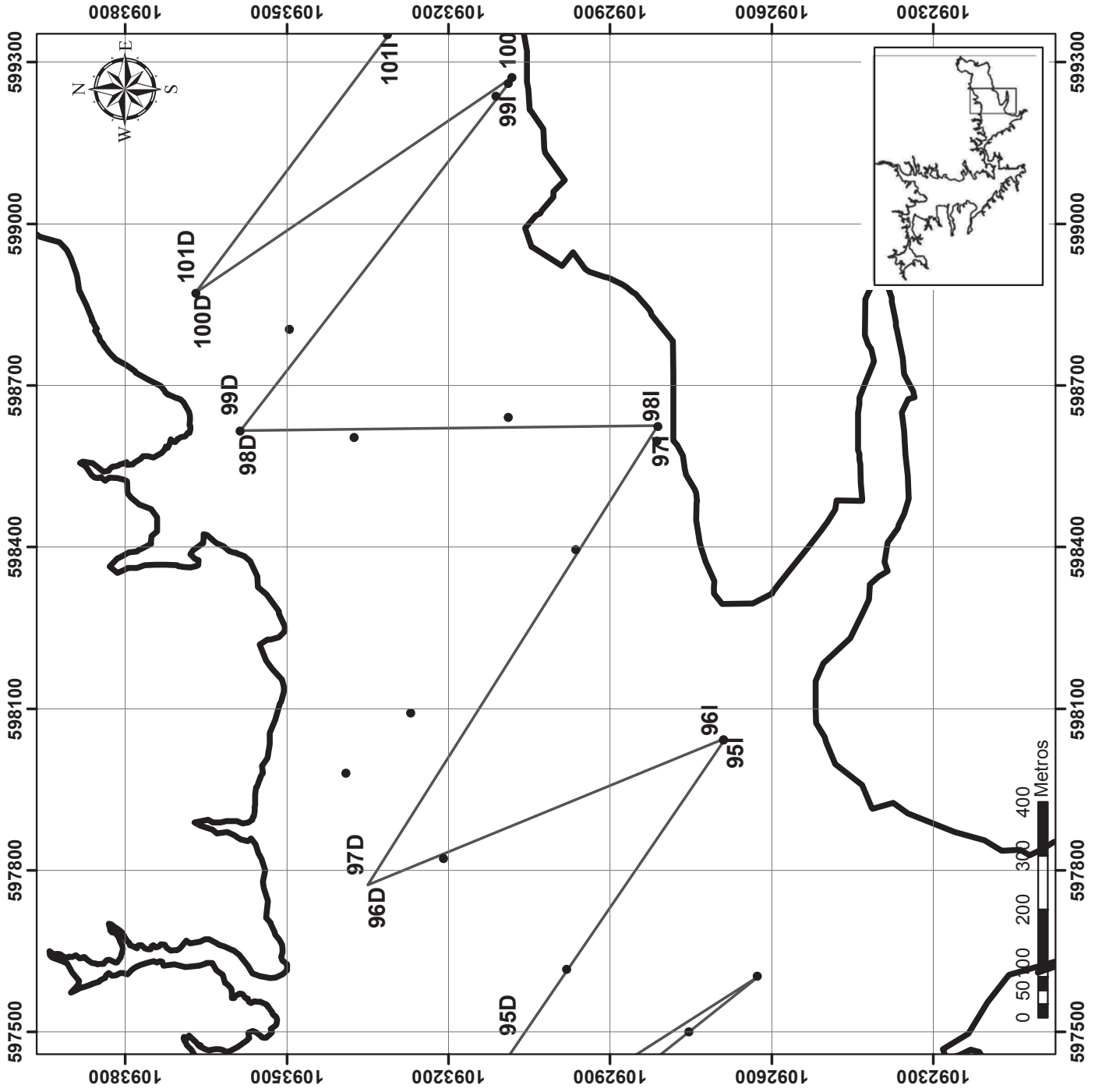
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

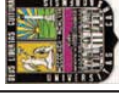
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANON° 2.9

SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 9)

ESCALA: 1:10.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS:
PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

- PUNTOS MEDIDOS
- TRANSECTAS
- PERIMETRO DEL EMBALSE

99D MARGEN DERECHO DEL RIO
99I MARGEN IZQUIERDO DEL RIO

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

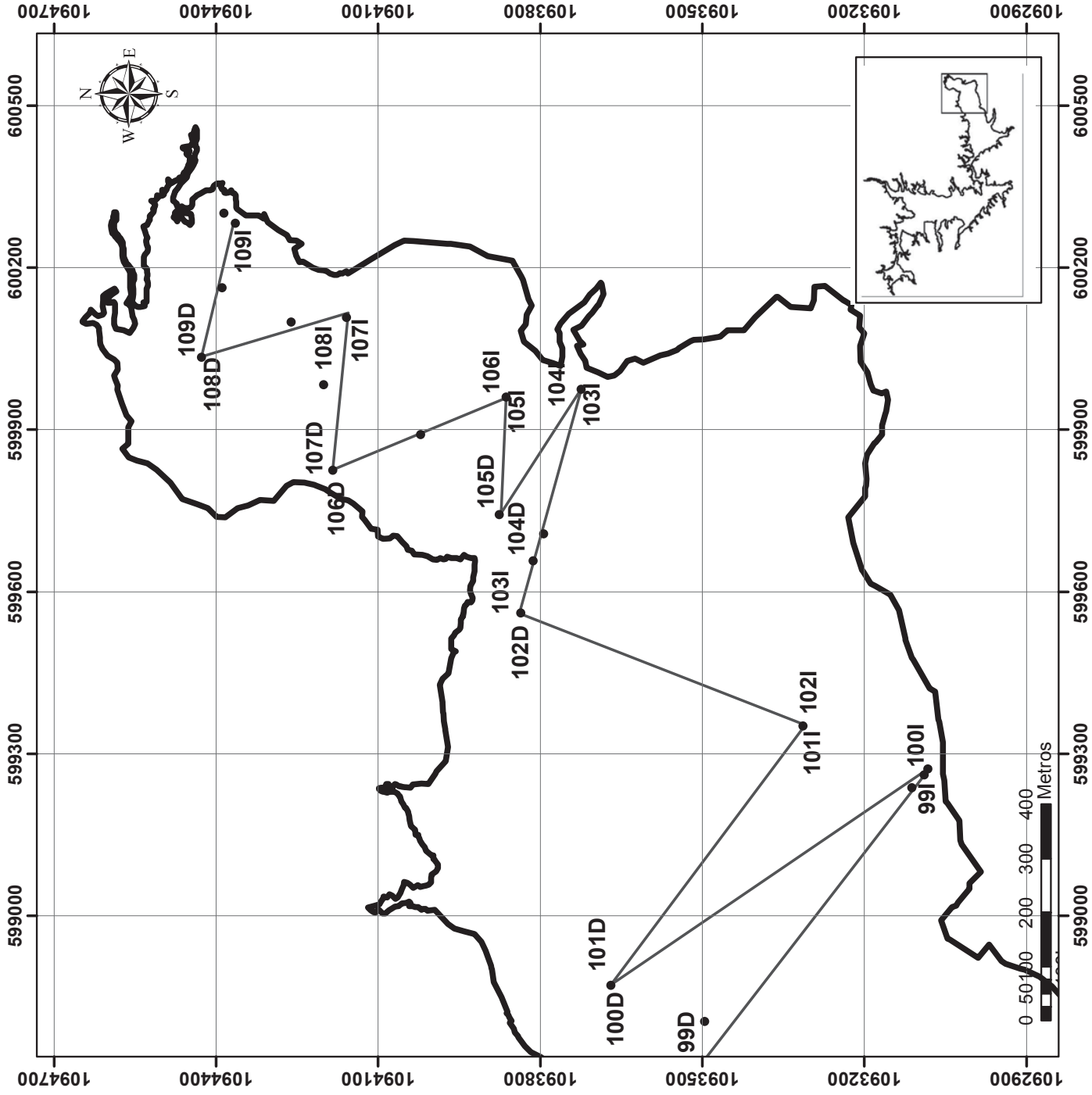
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





ANEXO 5

REPRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA BATIMETRÍA REALIZADA AL EMBALSE PAO – CACHINCHE

**(PLANOS DE REPRESENTACIÓN DE SECCIONES
TRANSVERSALES)**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.1

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (1-6)

ESCALA: 1:1000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

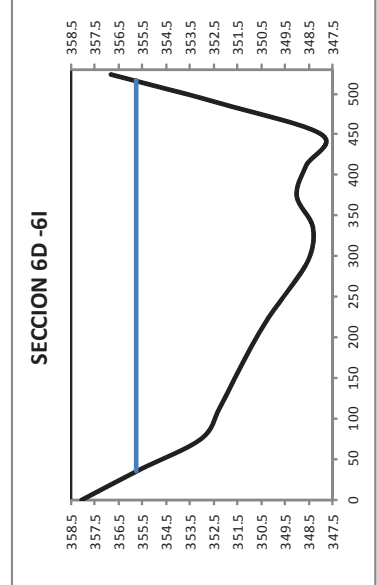
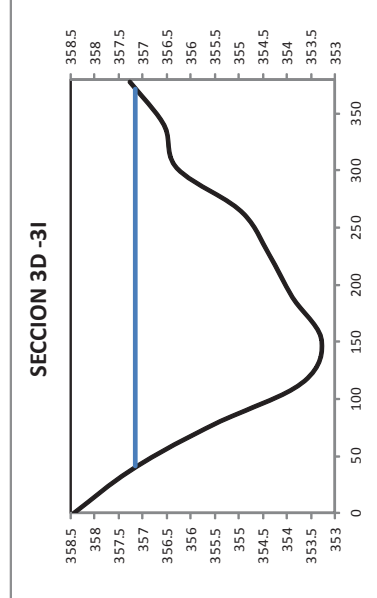
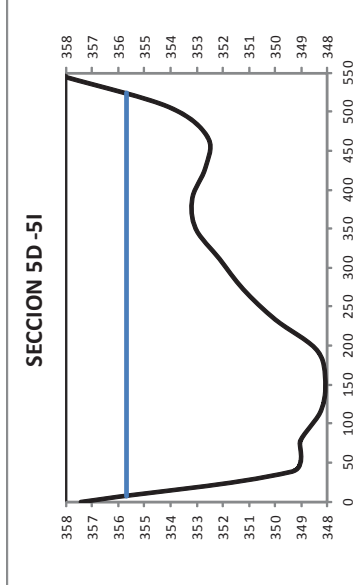
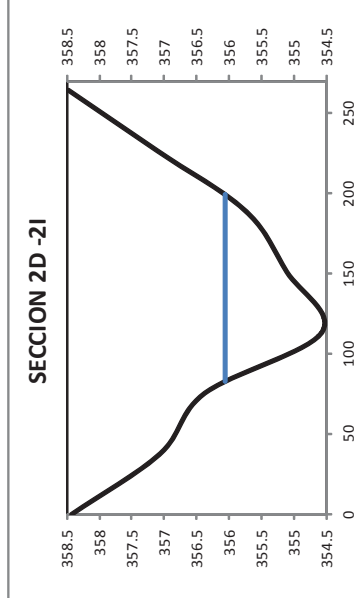
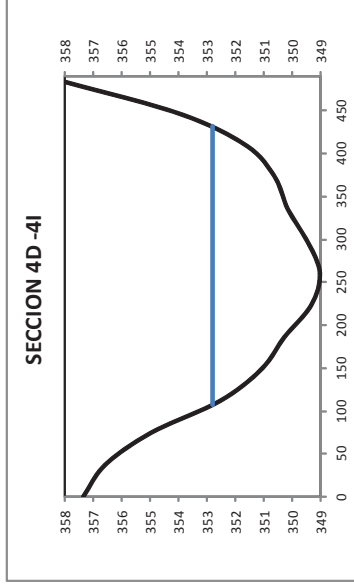
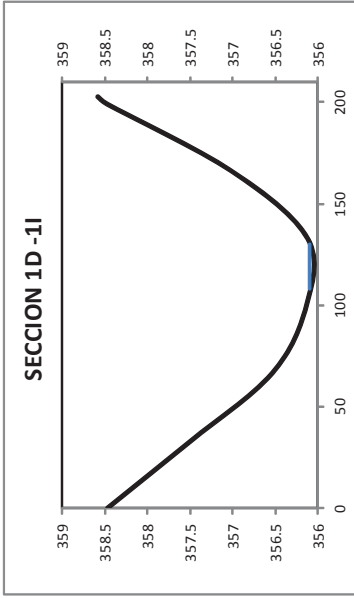
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.2

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (7-12)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

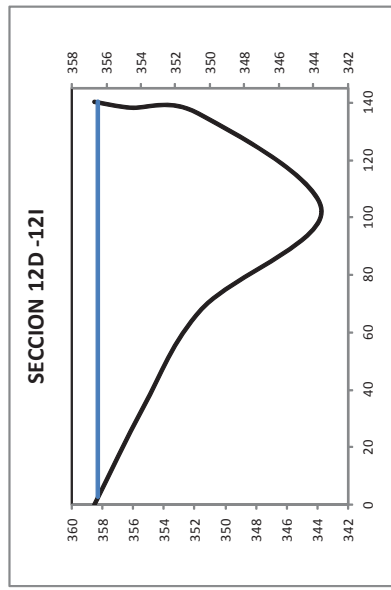
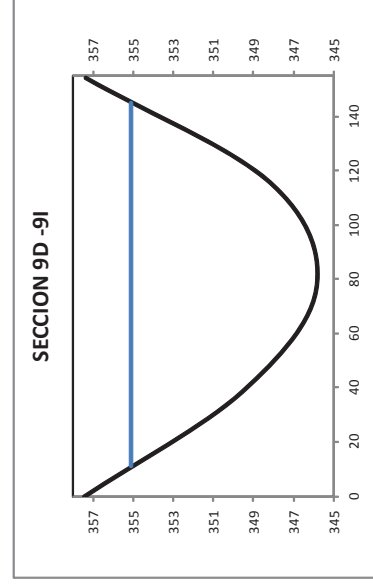
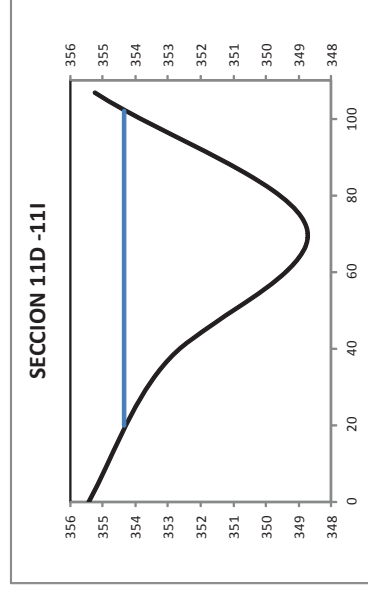
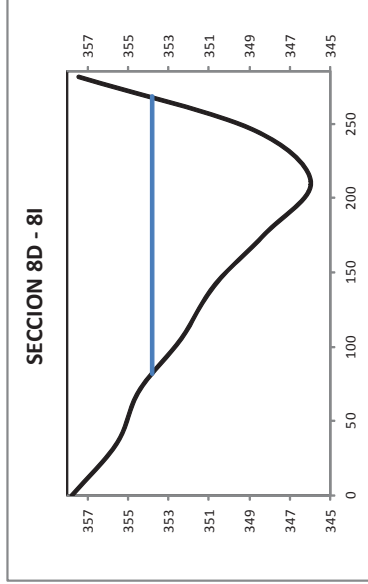
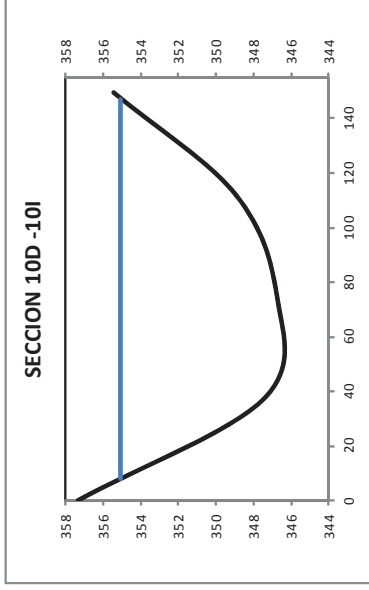
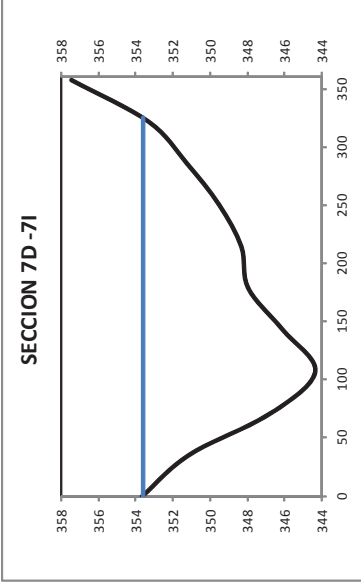
✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.3

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (13 - 17)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

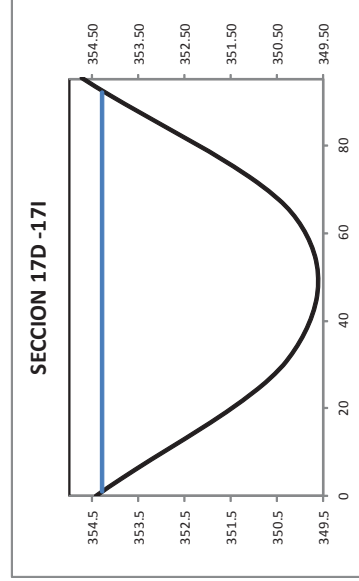
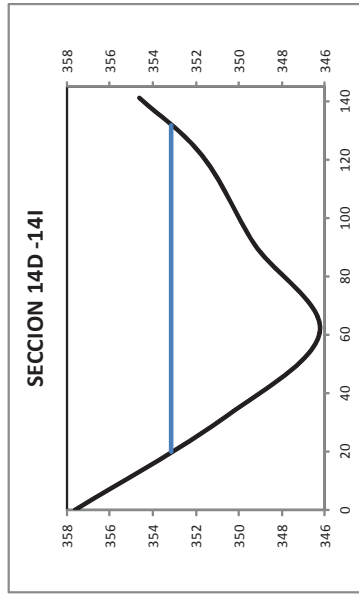
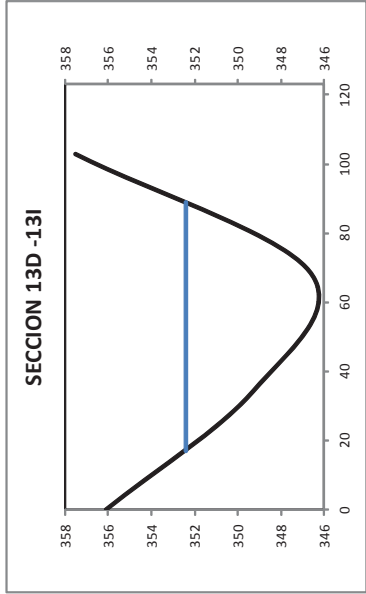
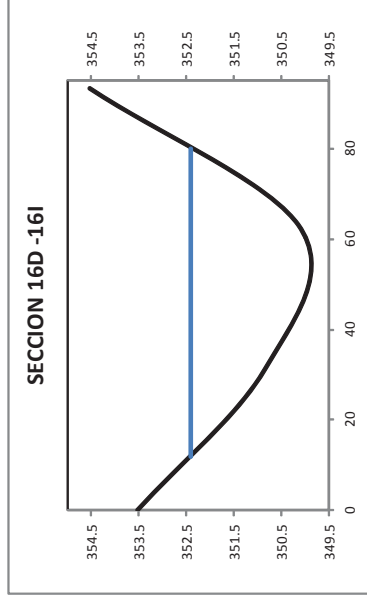
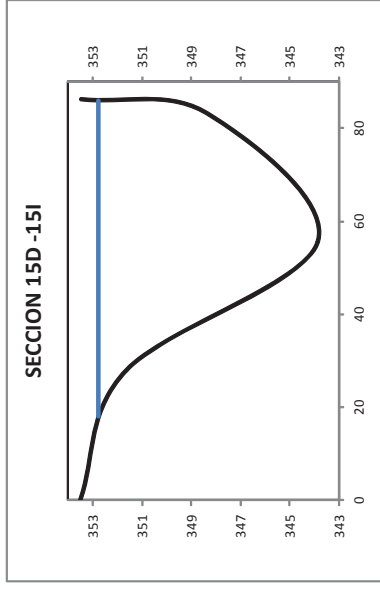
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.4

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (18 - 23)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

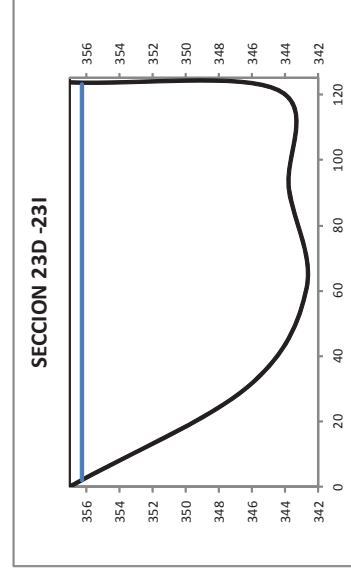
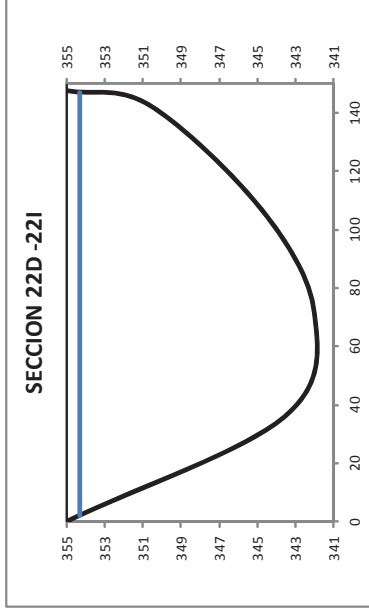
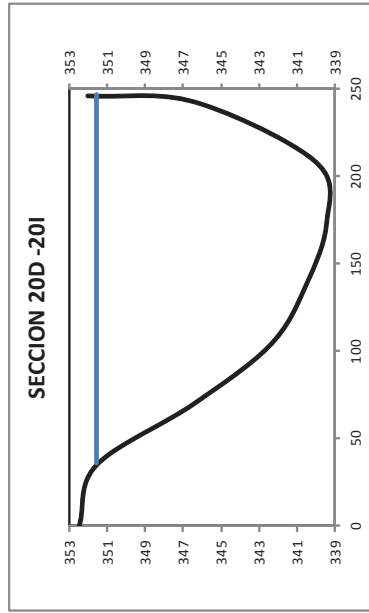
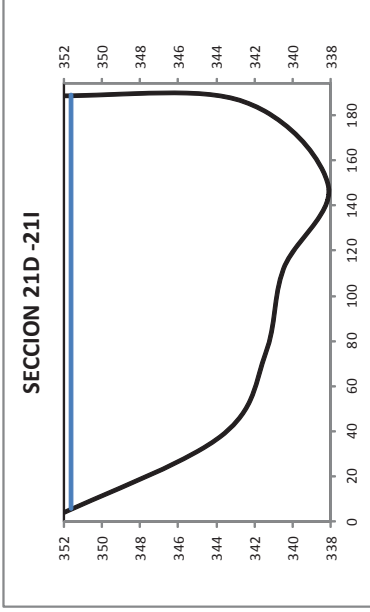
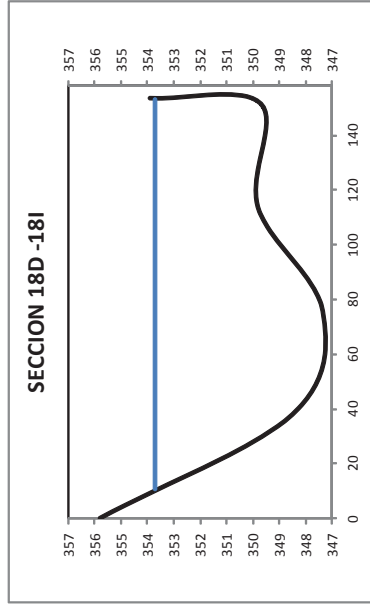
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.5

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (24 - 29)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

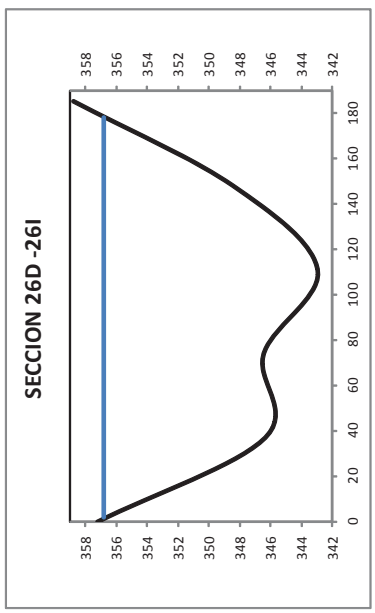
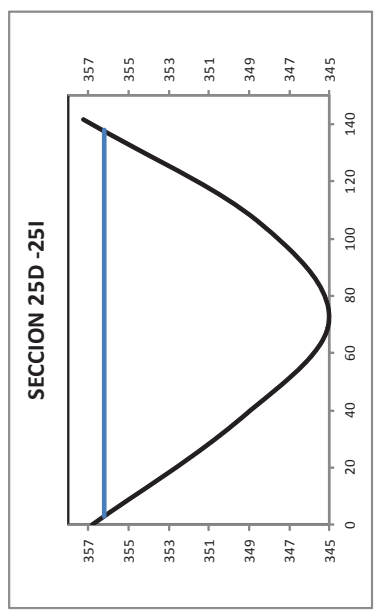
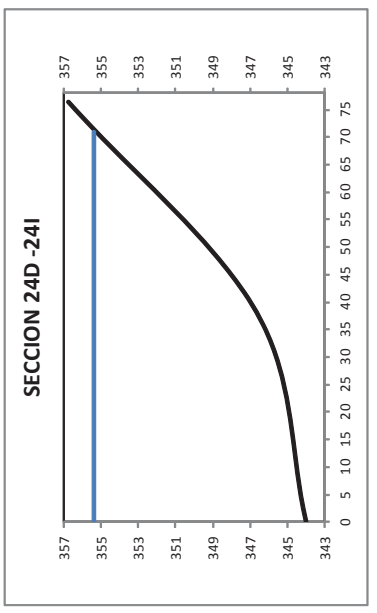
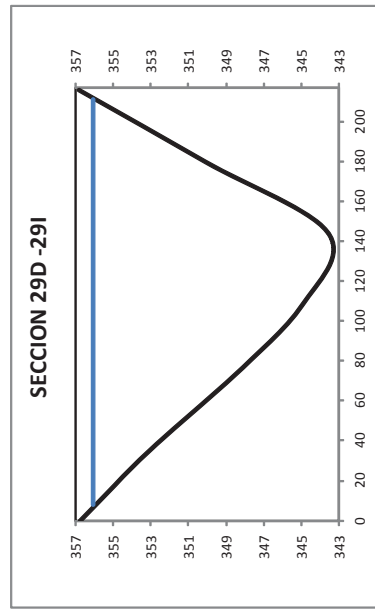
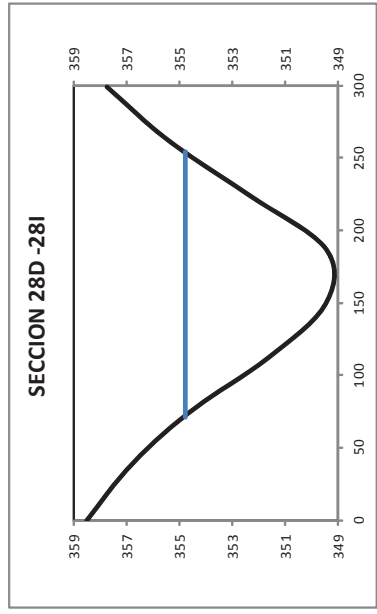
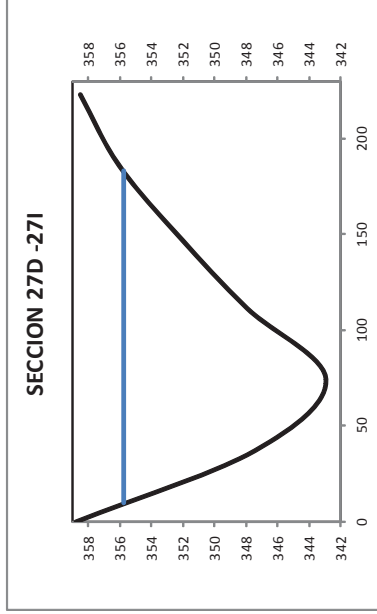
✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.6

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (30 - 35)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

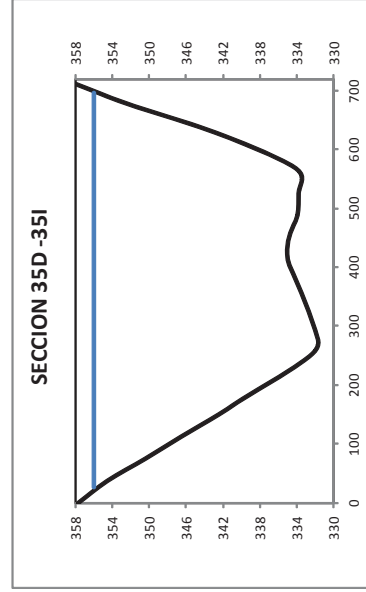
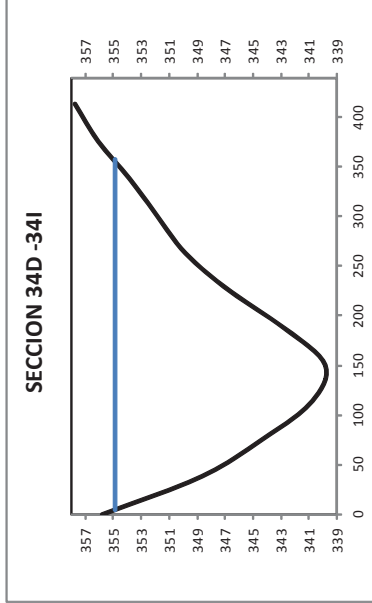
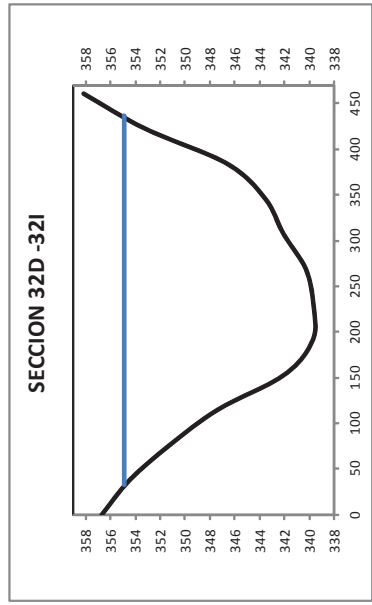
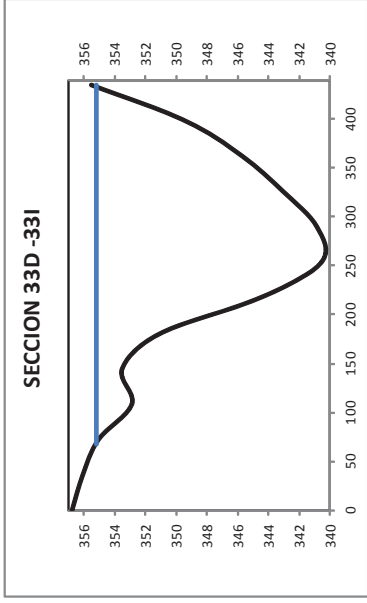
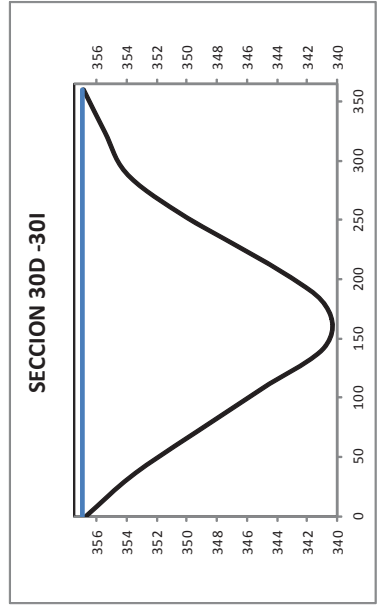
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.7

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (36 - 40)

ESCALA: 1:1000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

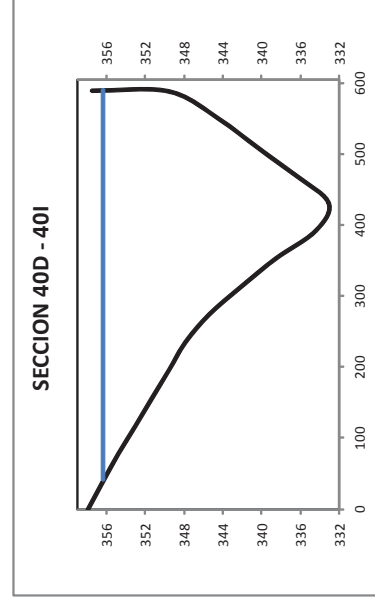
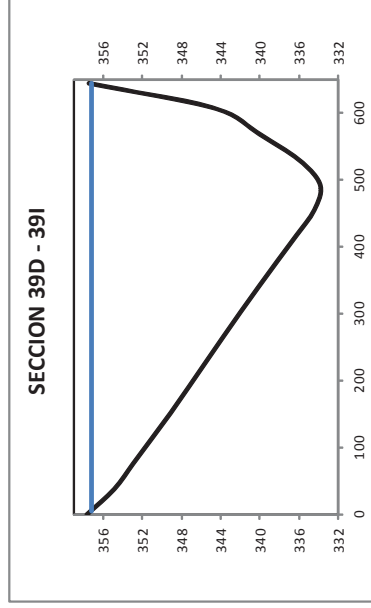
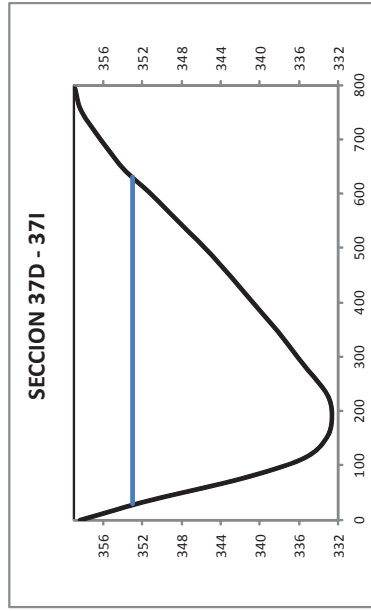
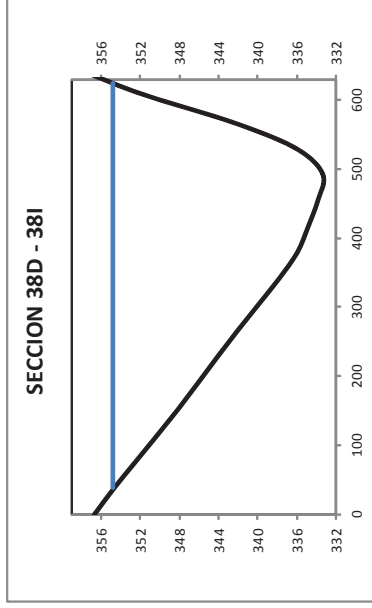
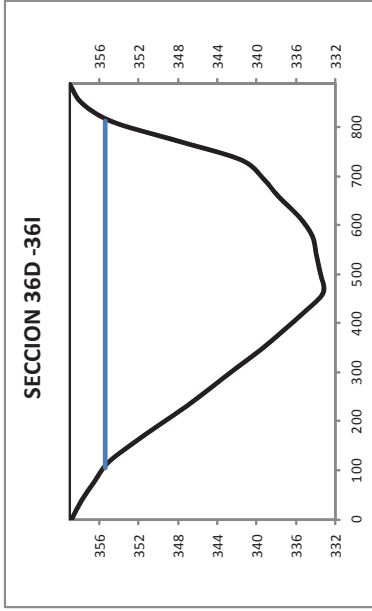
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.8

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (42 - 47)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM),HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

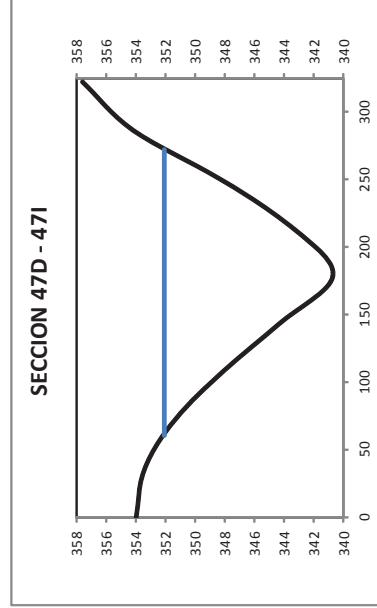
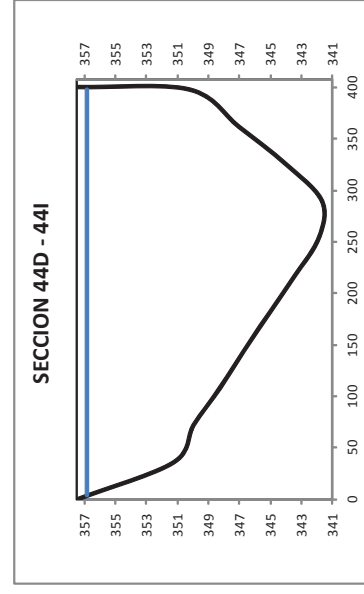
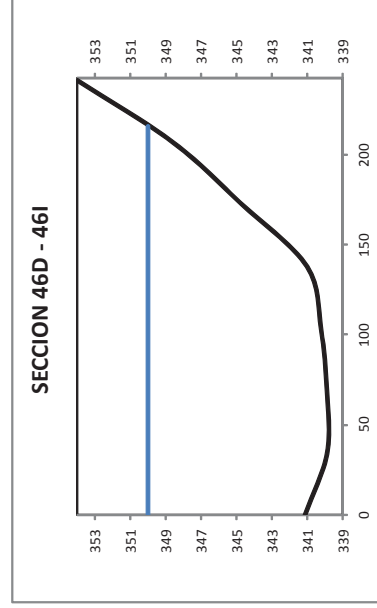
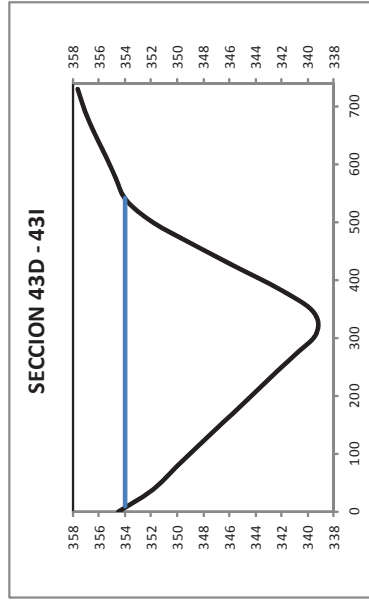
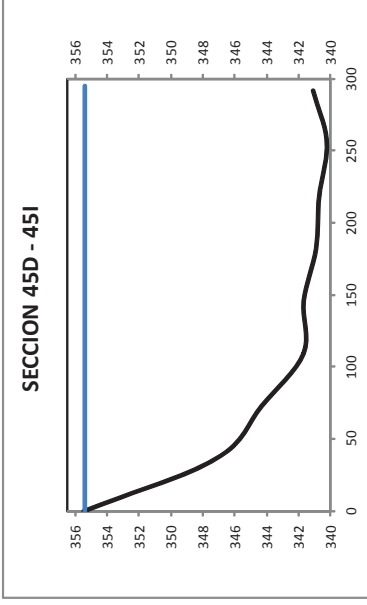
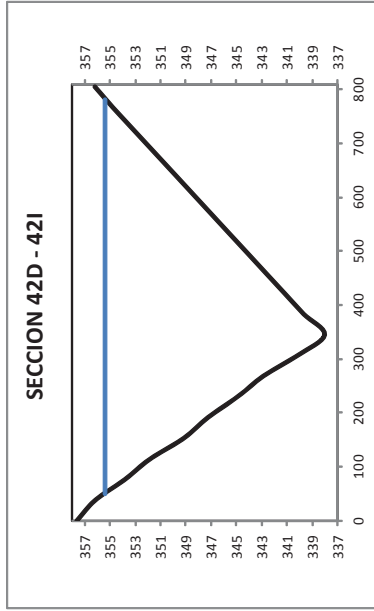
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.9

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (48 - 52)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

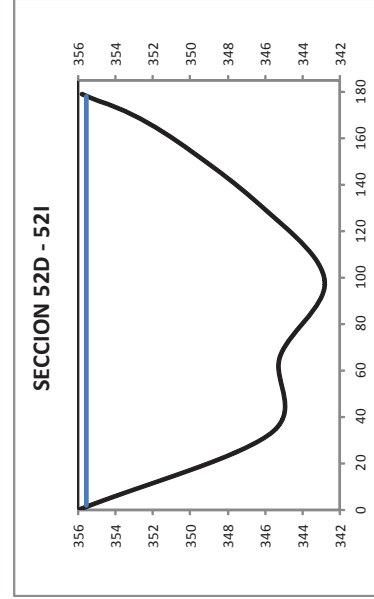
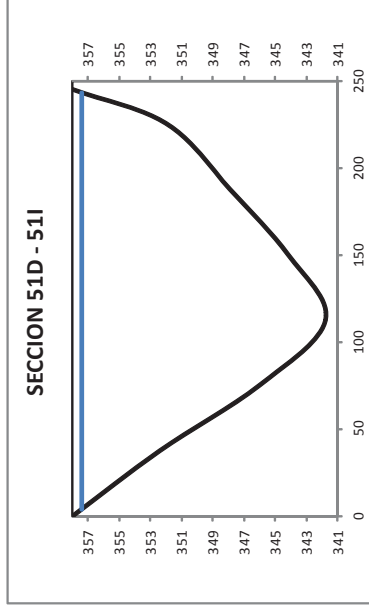
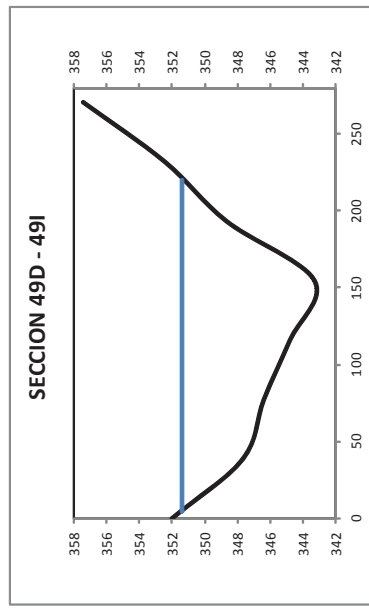
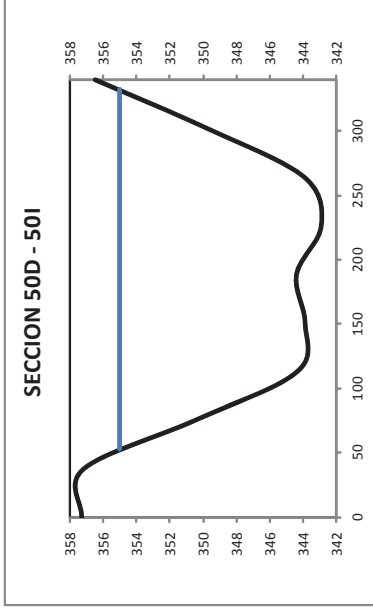
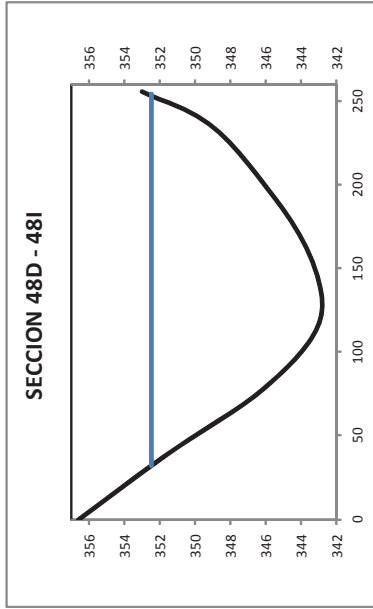
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.10

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (53 - 55, 41, 56 - 57)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

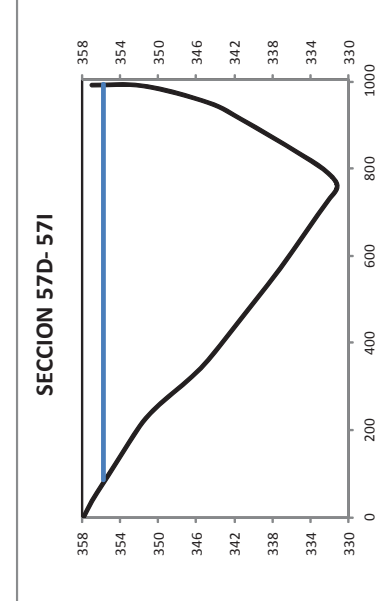
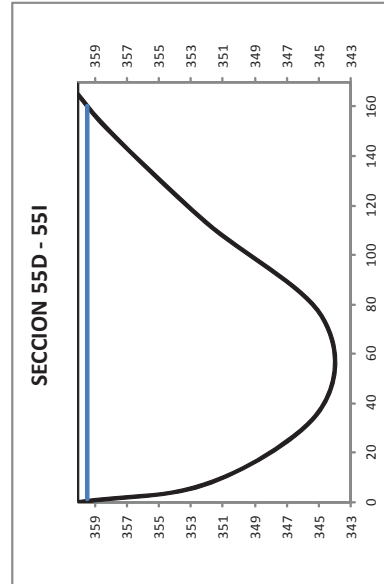
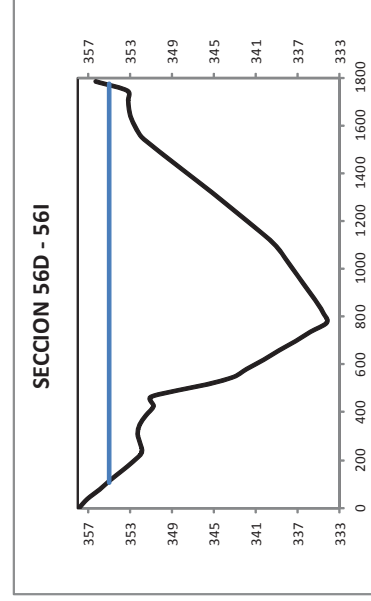
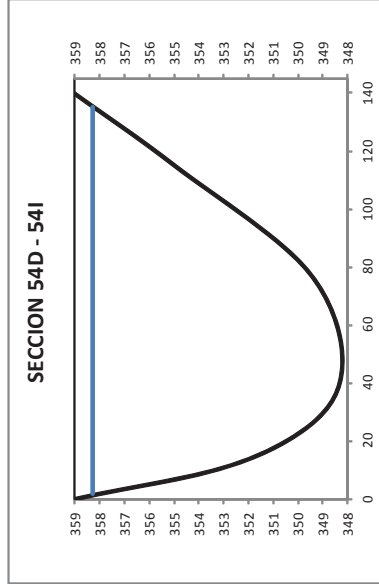
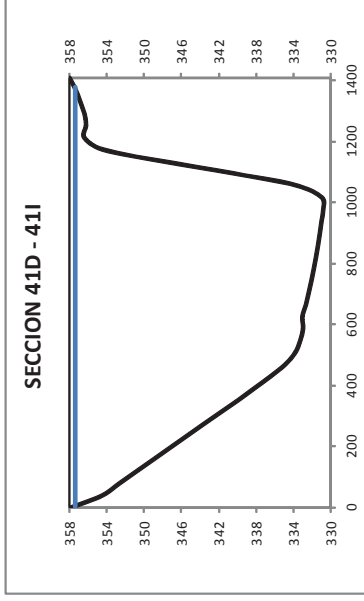
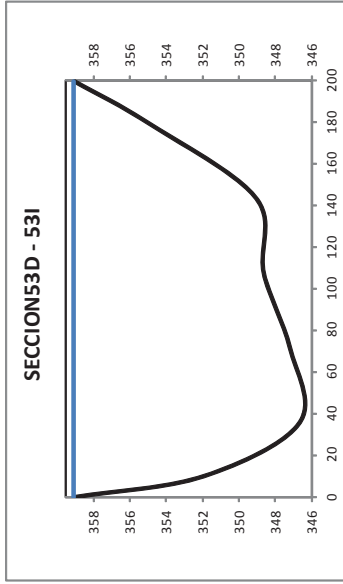
✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.11

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (58 - 62)

ESCALA: 1:1000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

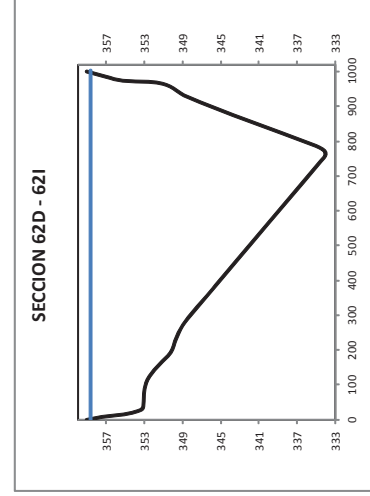
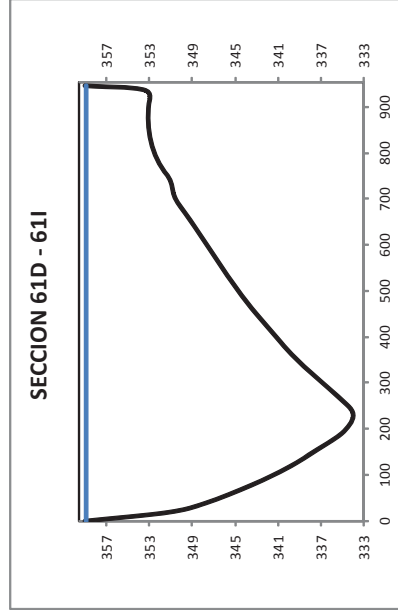
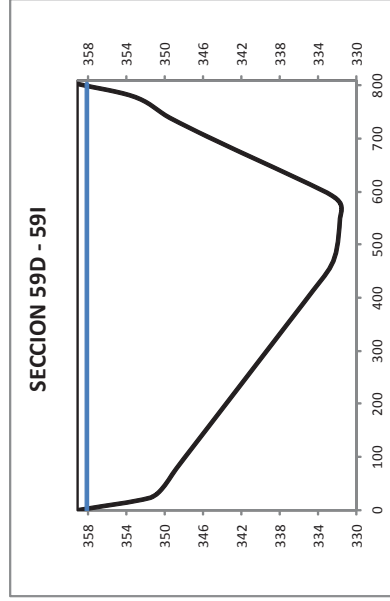
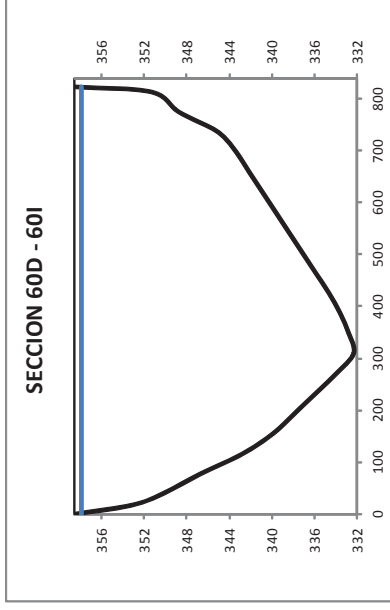
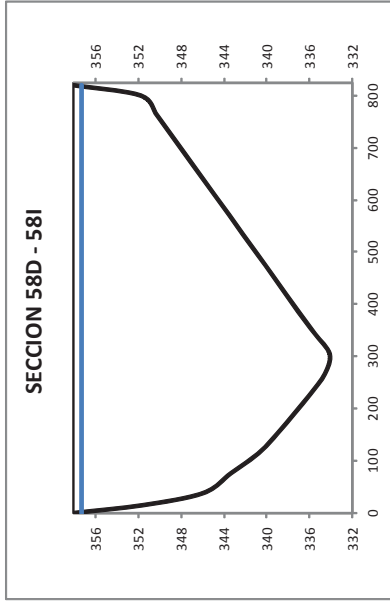
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.12

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (64 - 69)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

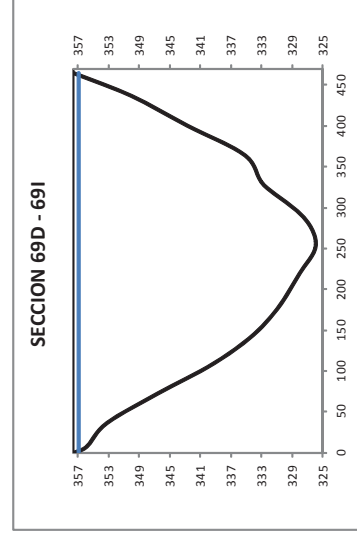
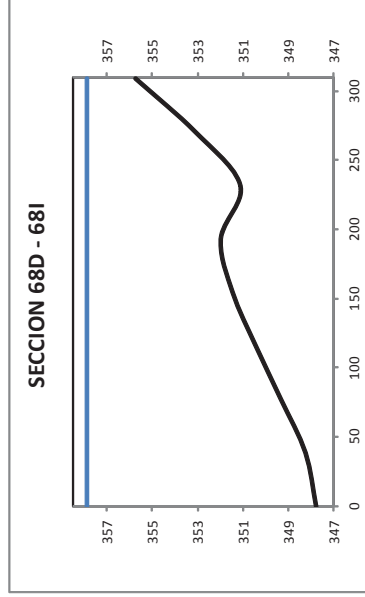
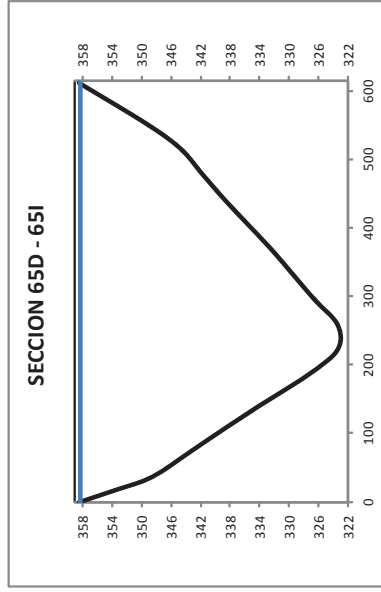
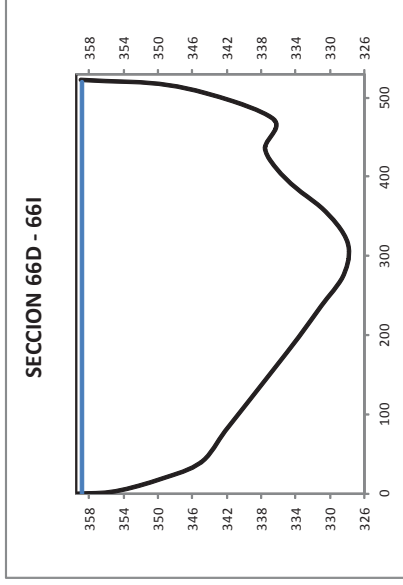
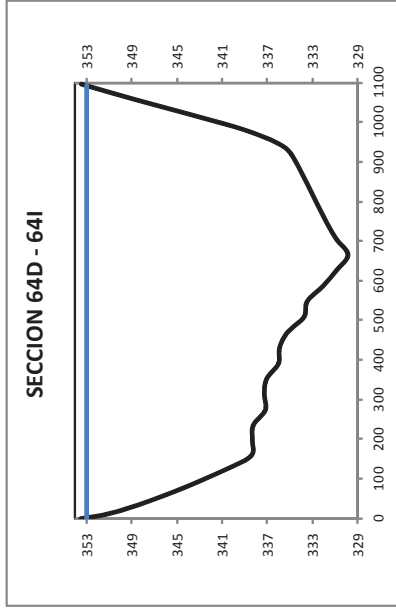
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.13

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (70 - 75)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

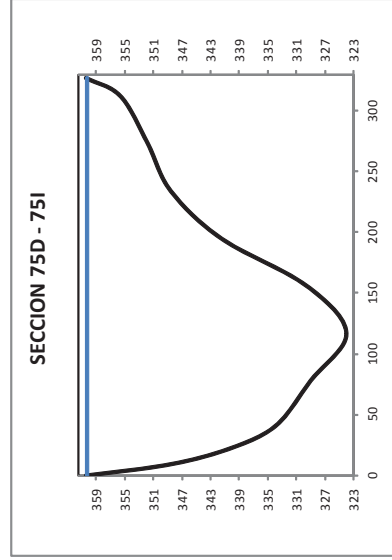
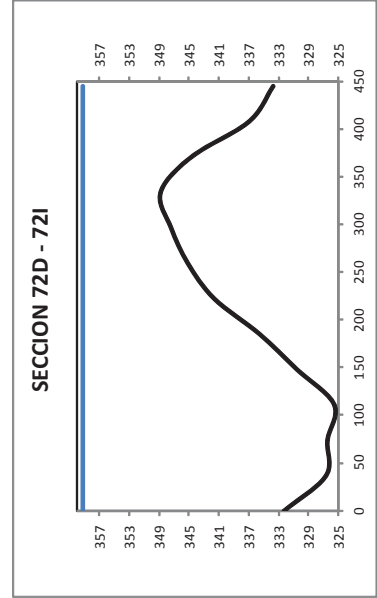
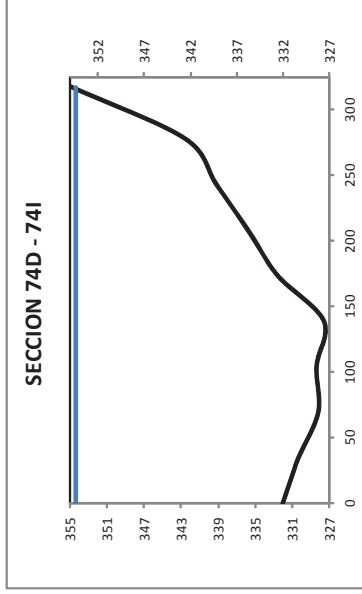
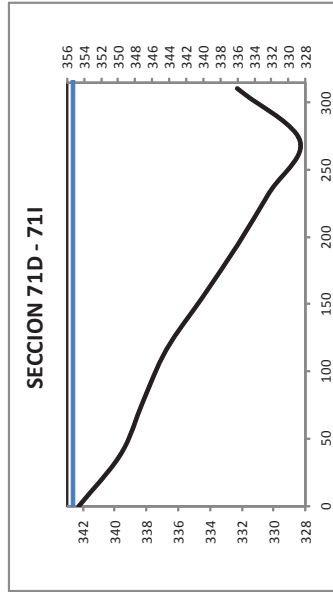
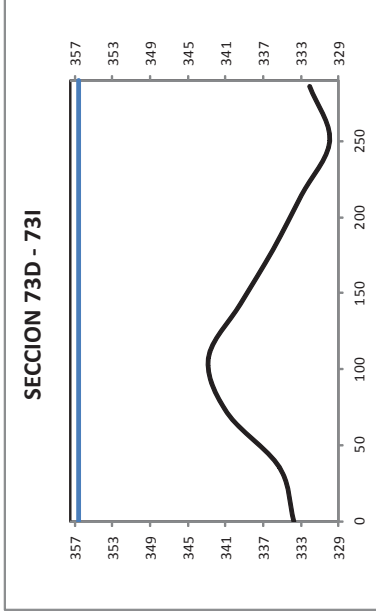
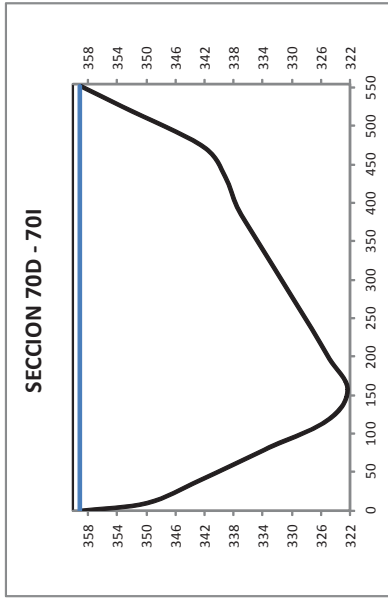
✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.14

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (76 - 80)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

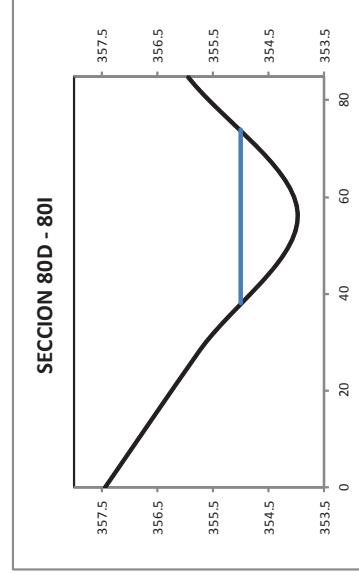
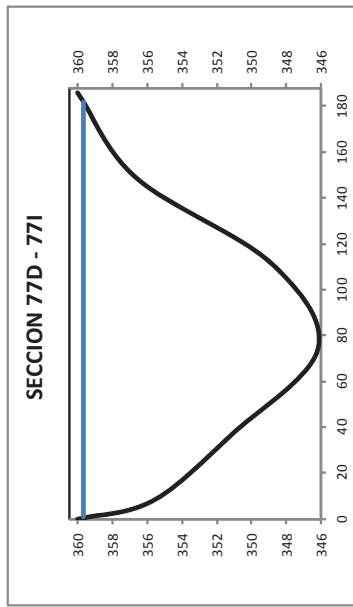
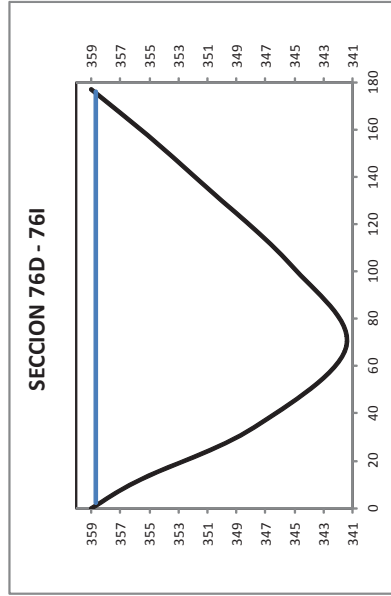
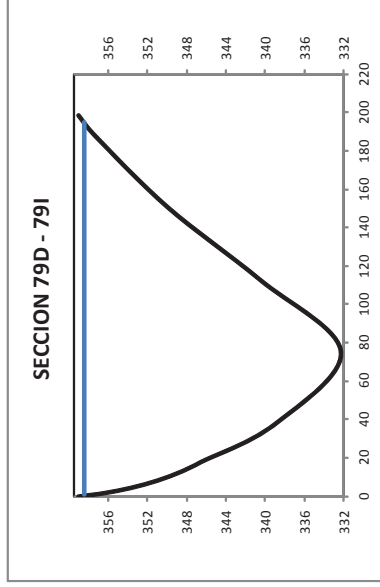
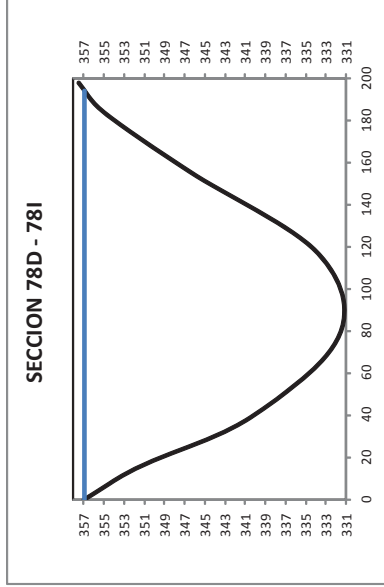
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.15

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (81 - 86)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

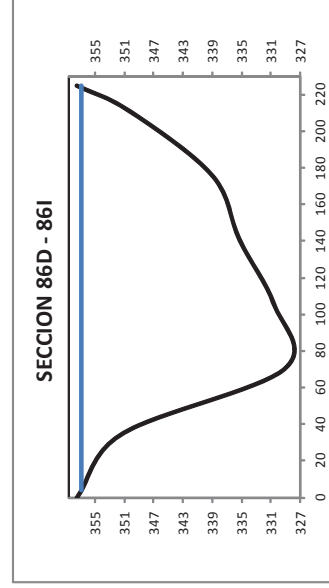
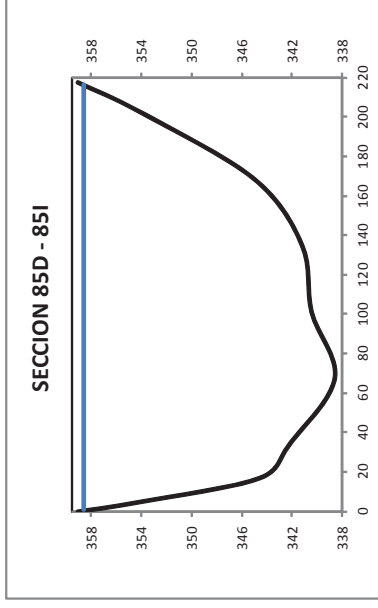
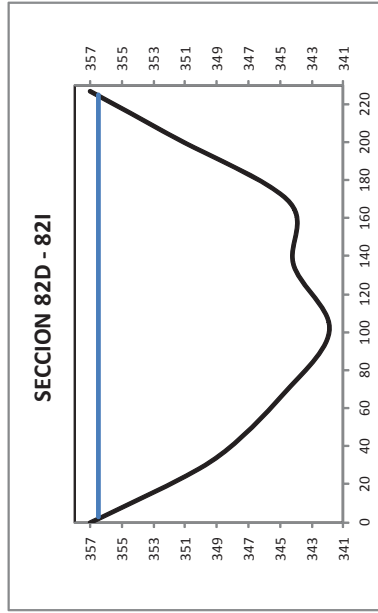
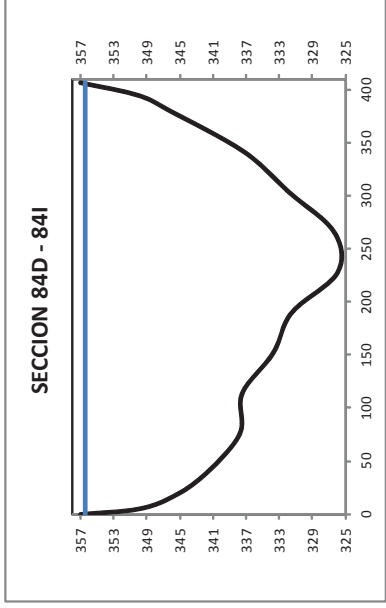
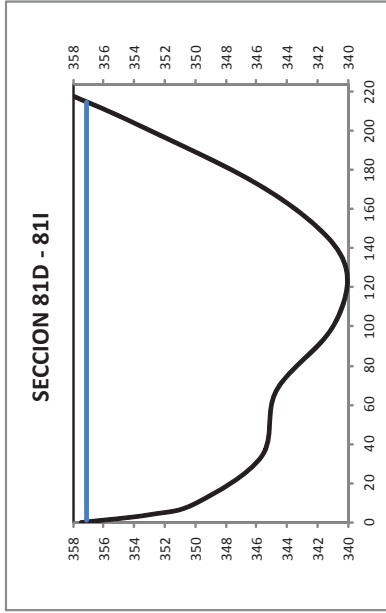
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.16

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (87 - 91)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

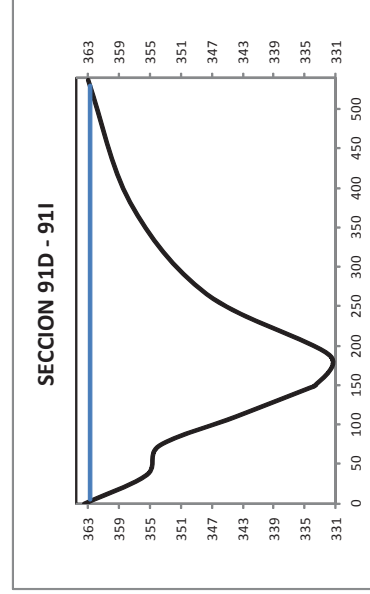
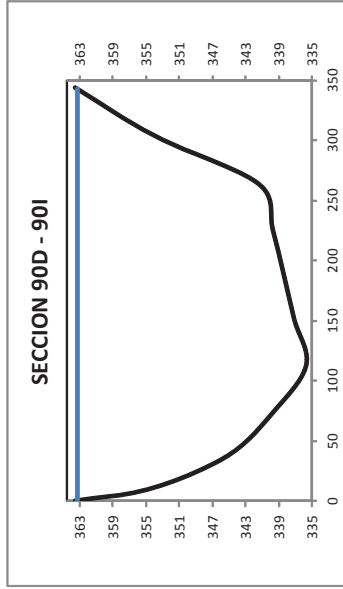
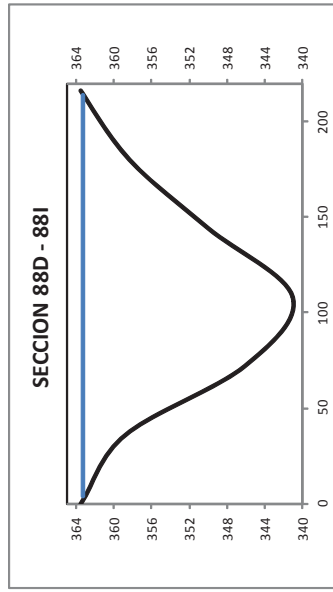
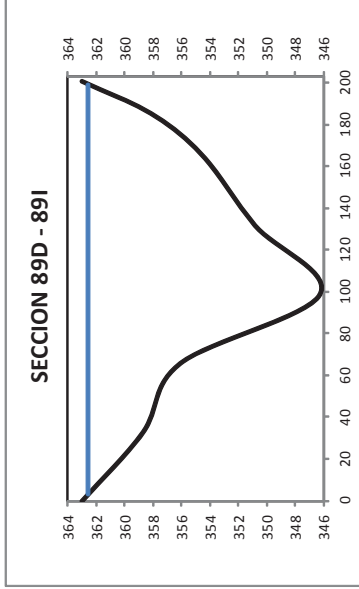
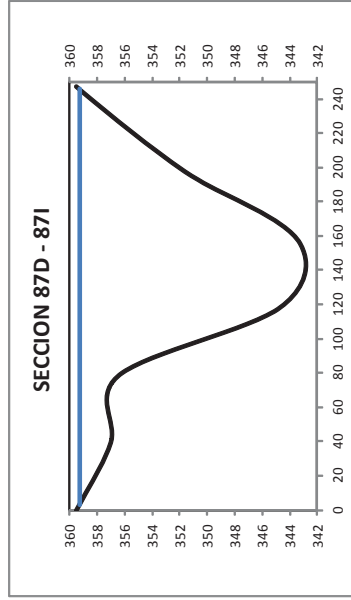
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.17

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (92 - 97)

ESCALA: 1:1000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

✓ NIVEL DEL TERRENO
— NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

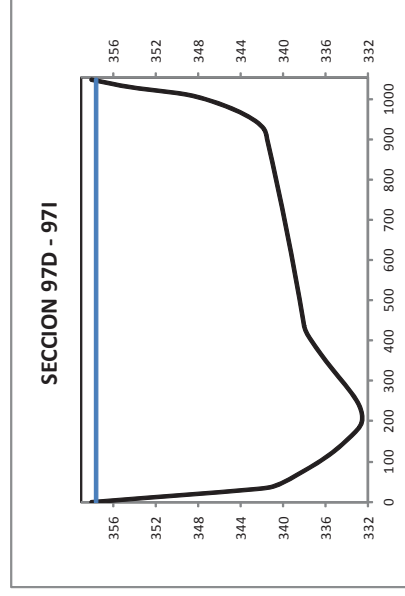
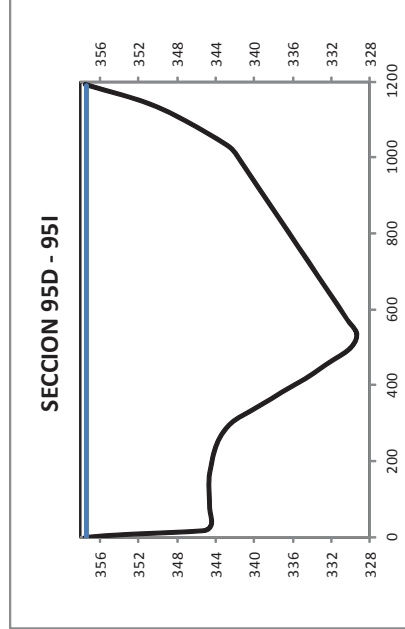
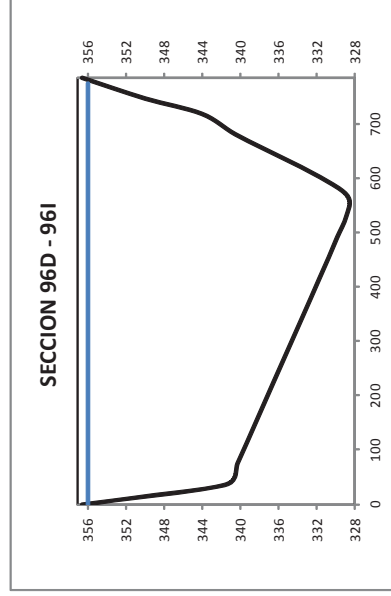
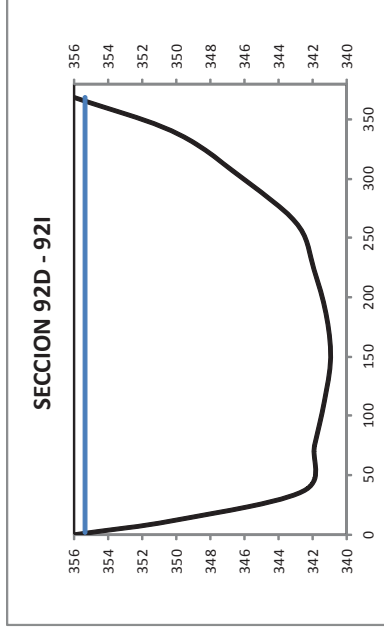
FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL EMBALSE PAO - CACHINCHE
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.18

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (98 - 103)

ESCALA: 1:1000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM),HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL EMBALSE PAO - CACHINCHE

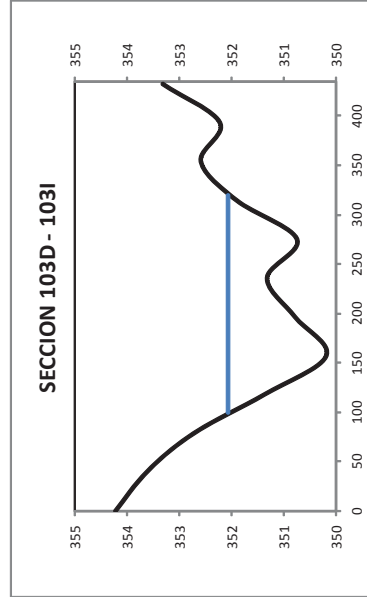
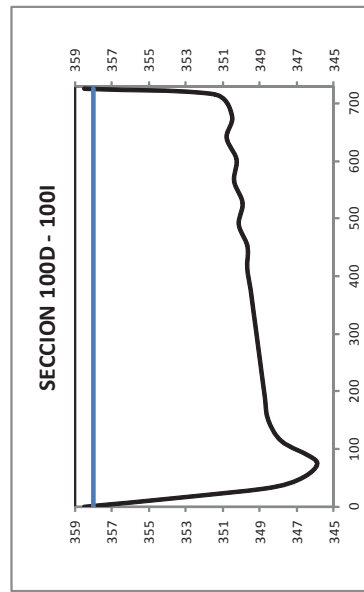
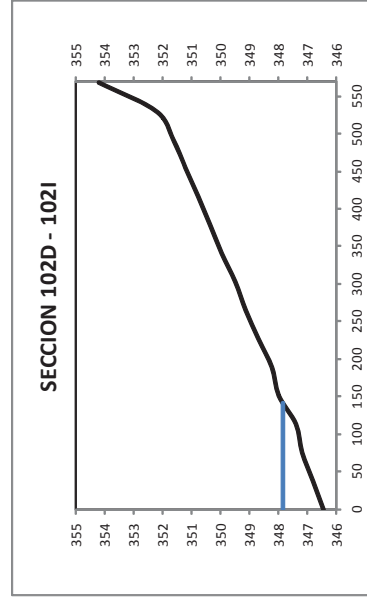
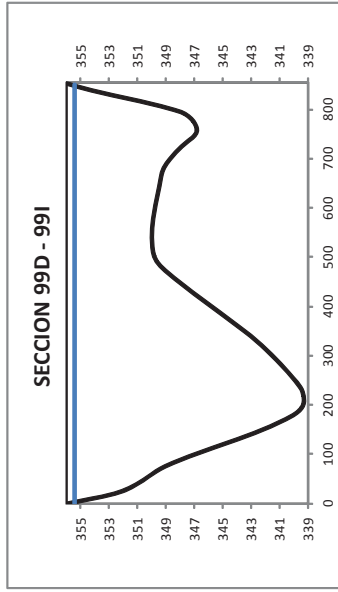
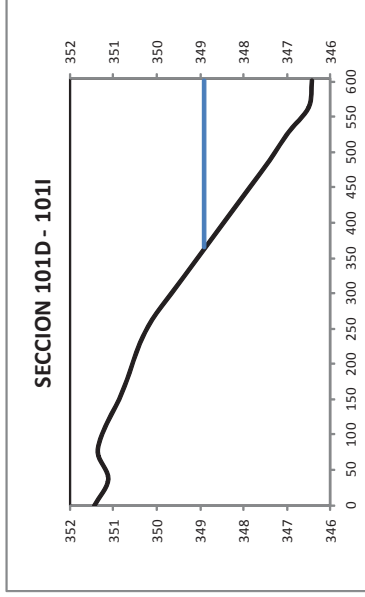
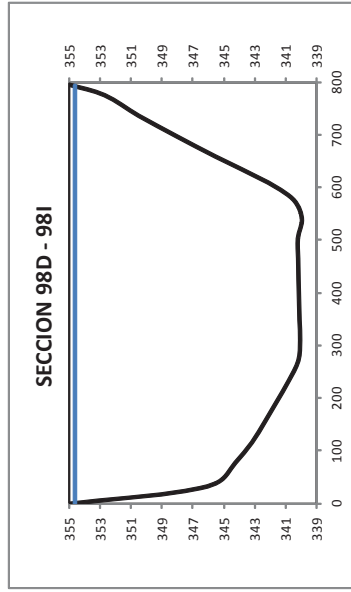
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 3.19

REPRESENTACION DE SECCIONES TRANSVERSALES (103 - 109)

ESCALA: 1:1000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA



NIVEL DEL TERRENO



NIVEL DE SUPERFICIE DEL AGUA

FUENTES:

NIVEL DE TERRENO ACTUAL
EMBALSE PAO - CACHINCHE

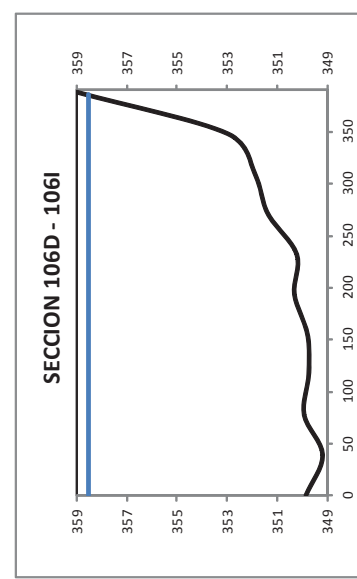
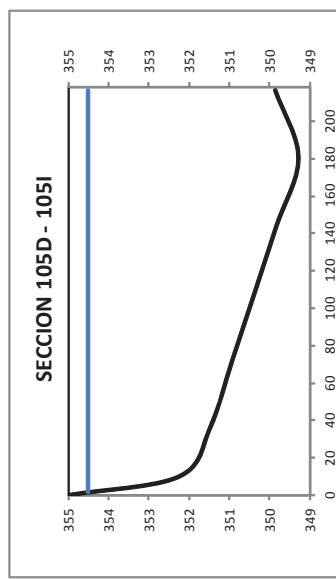
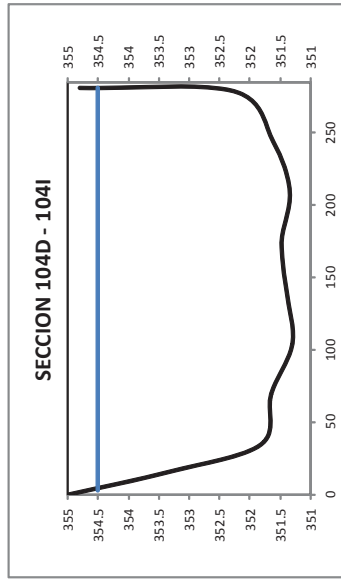
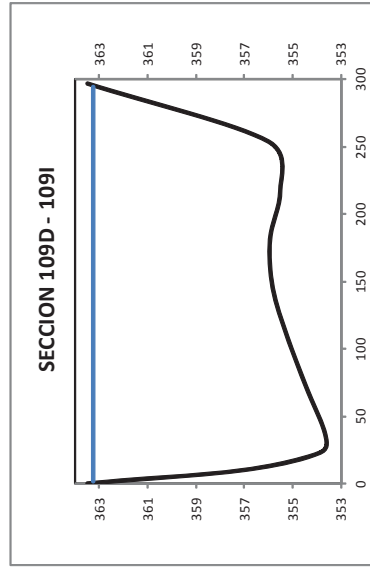
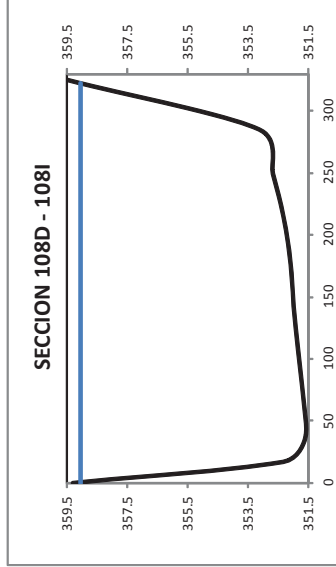
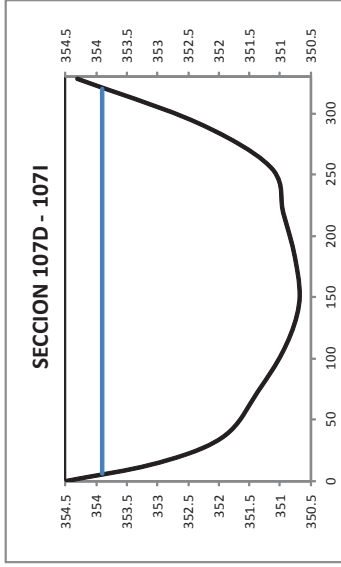
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES (SECTOR 3)

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





ANEXO 6

REPRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA BATIMETRÍA REALIZADA AL EMBALSE PAO – CACHINCHE

**(PLANO DE ELEVACIÓN DEL TERRENO ACUAL DEL
EMBALSE PAO – CACHINCHE)**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO-CACHINCHE

ESCALA: 1:50.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

PERIMETRO DEL EMBALSE
CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m

- 319m - 335m
- 336m - 347m
- 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSb) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

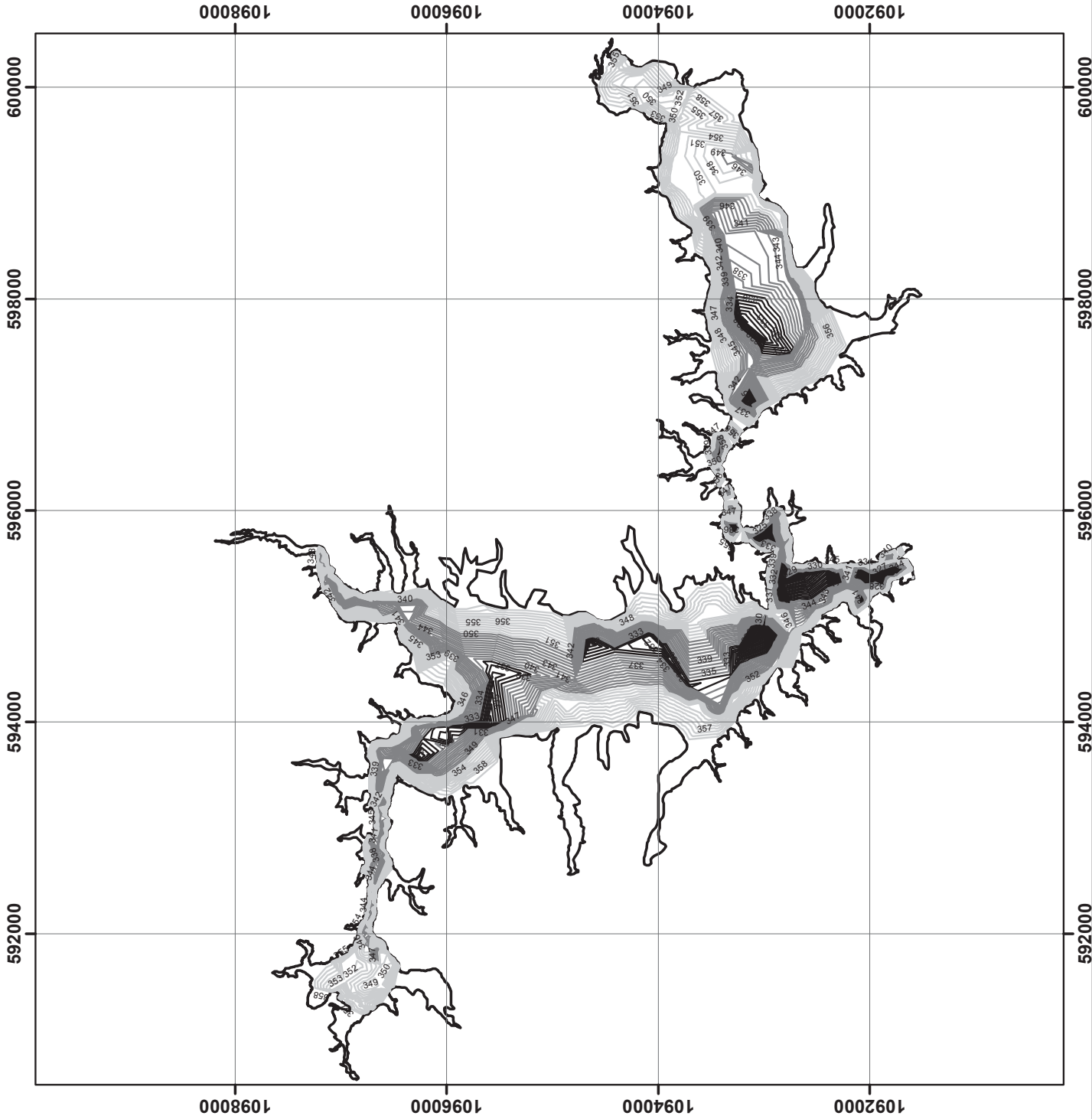
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.1

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 1)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM); HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE
— CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1,00 m
— 319m - 335m
— 336m - 347m
— 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

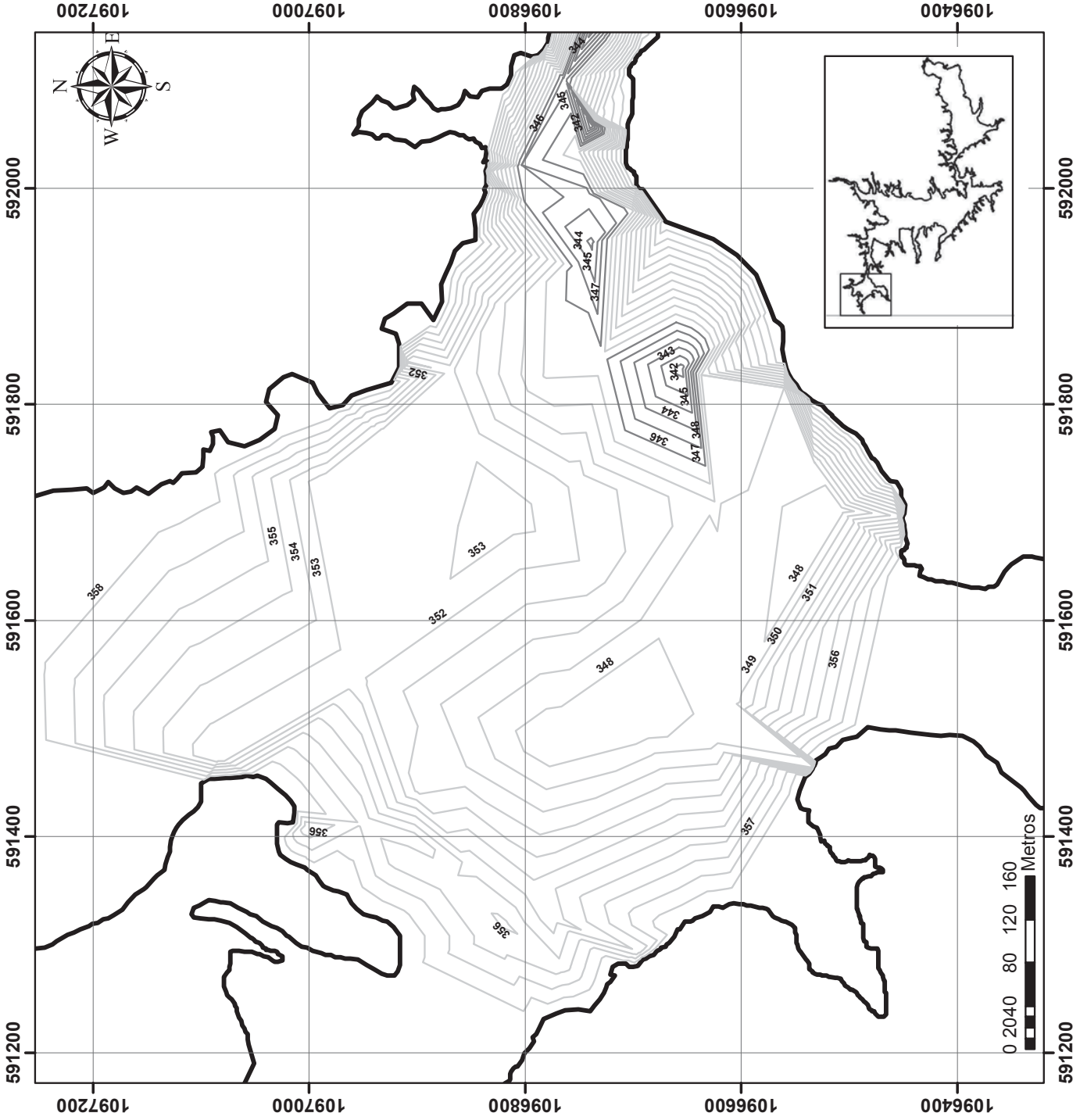
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.2

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 2)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS:
PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE

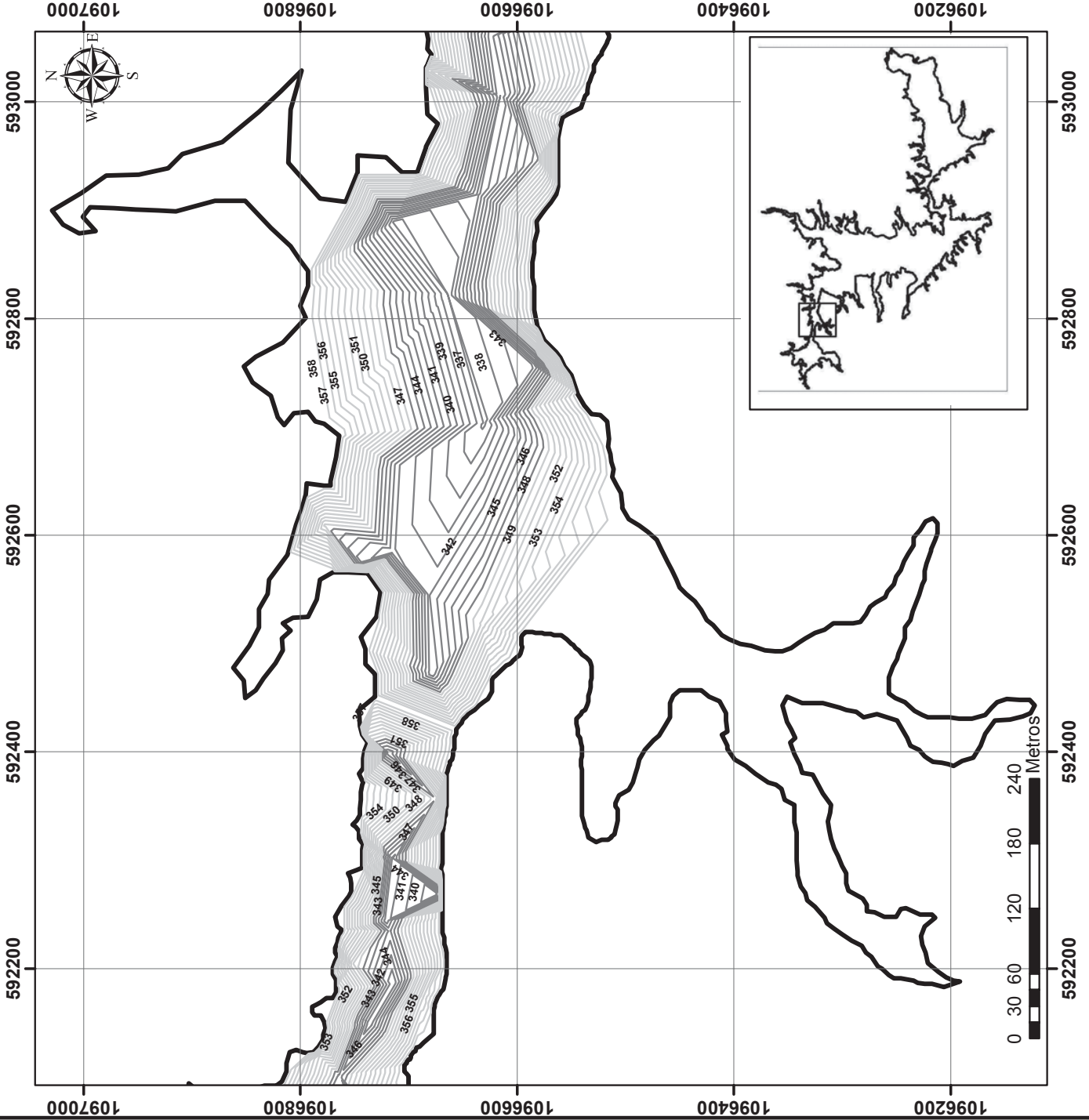
— CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m
— 319m - 335m
— 336m - 347m
— 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB)
REGVEN. HUSO19N
IMAGEN SATELITAL
GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.3

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 3)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

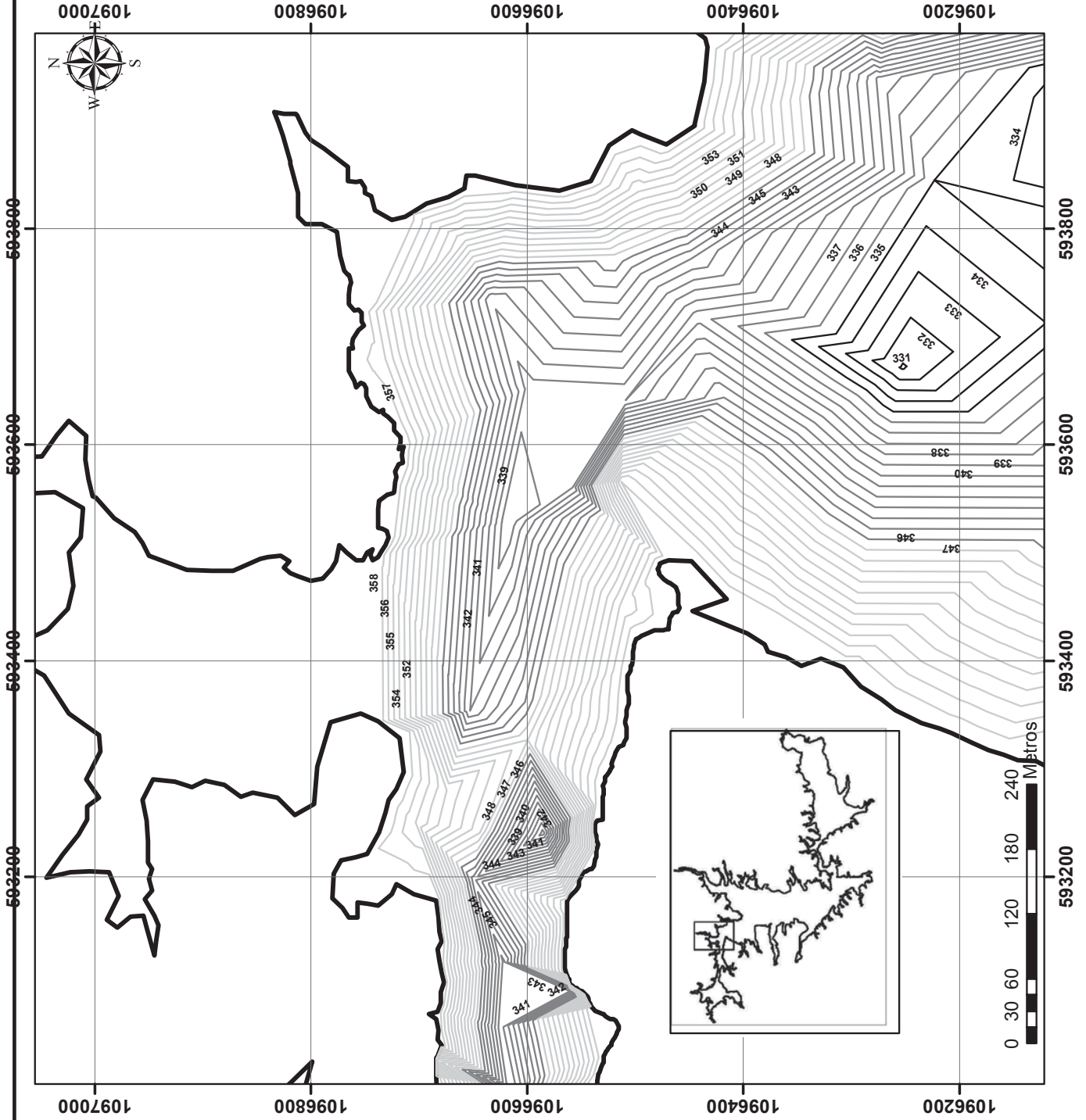
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N
 IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:
 NAIROBI MIJARES Y
 SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.4

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 4)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PERIMETRO DEL EMBALSE
- CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

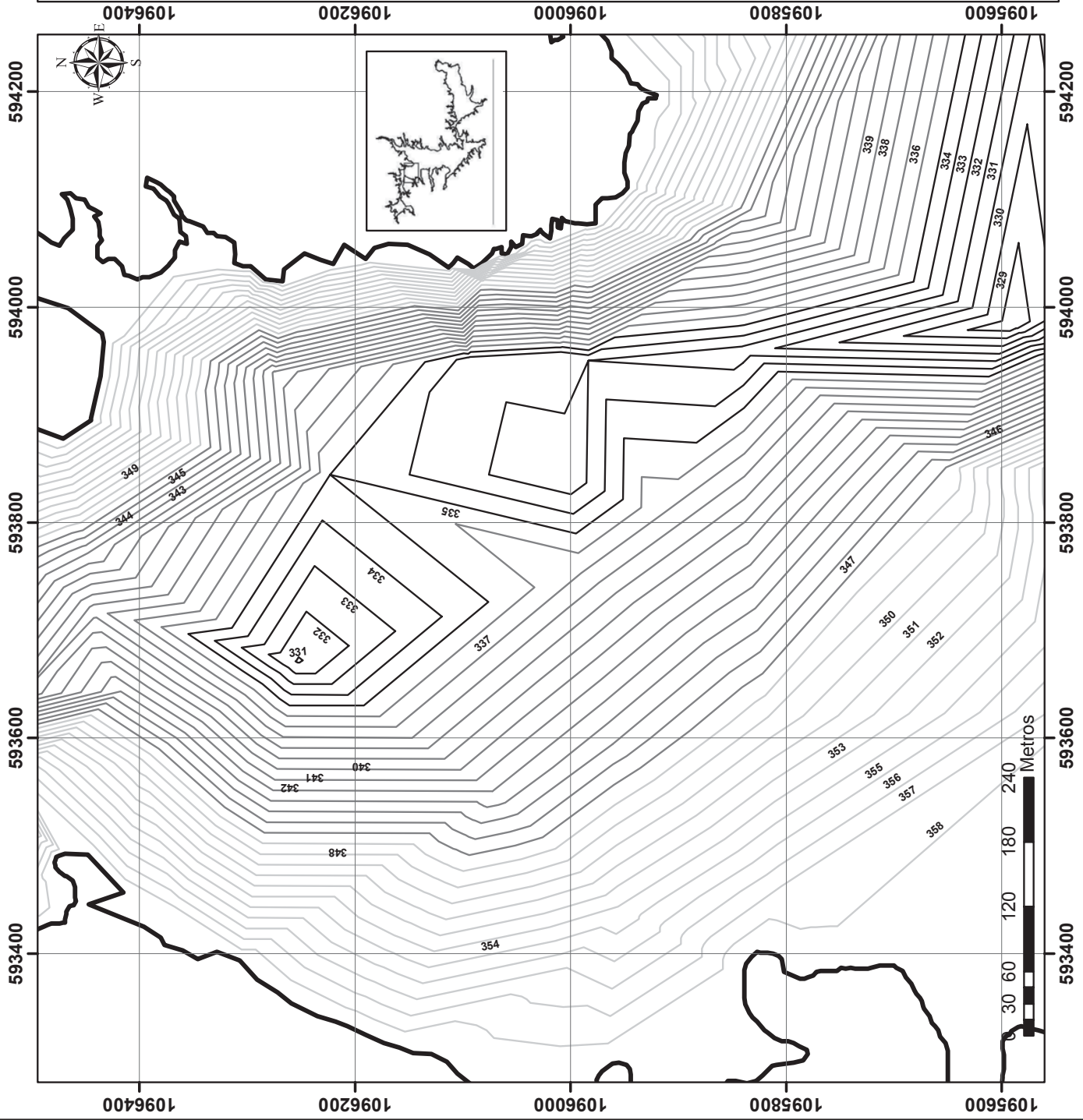
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.5

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 5)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM),HUSO: 19 N

LEYENDA

PERIMETRO DEL EMBALSE

CURVAS DE NIVEL, A INTERVALOS DE 1,00 m

319m - 335m

336m - 347m

348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN, HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

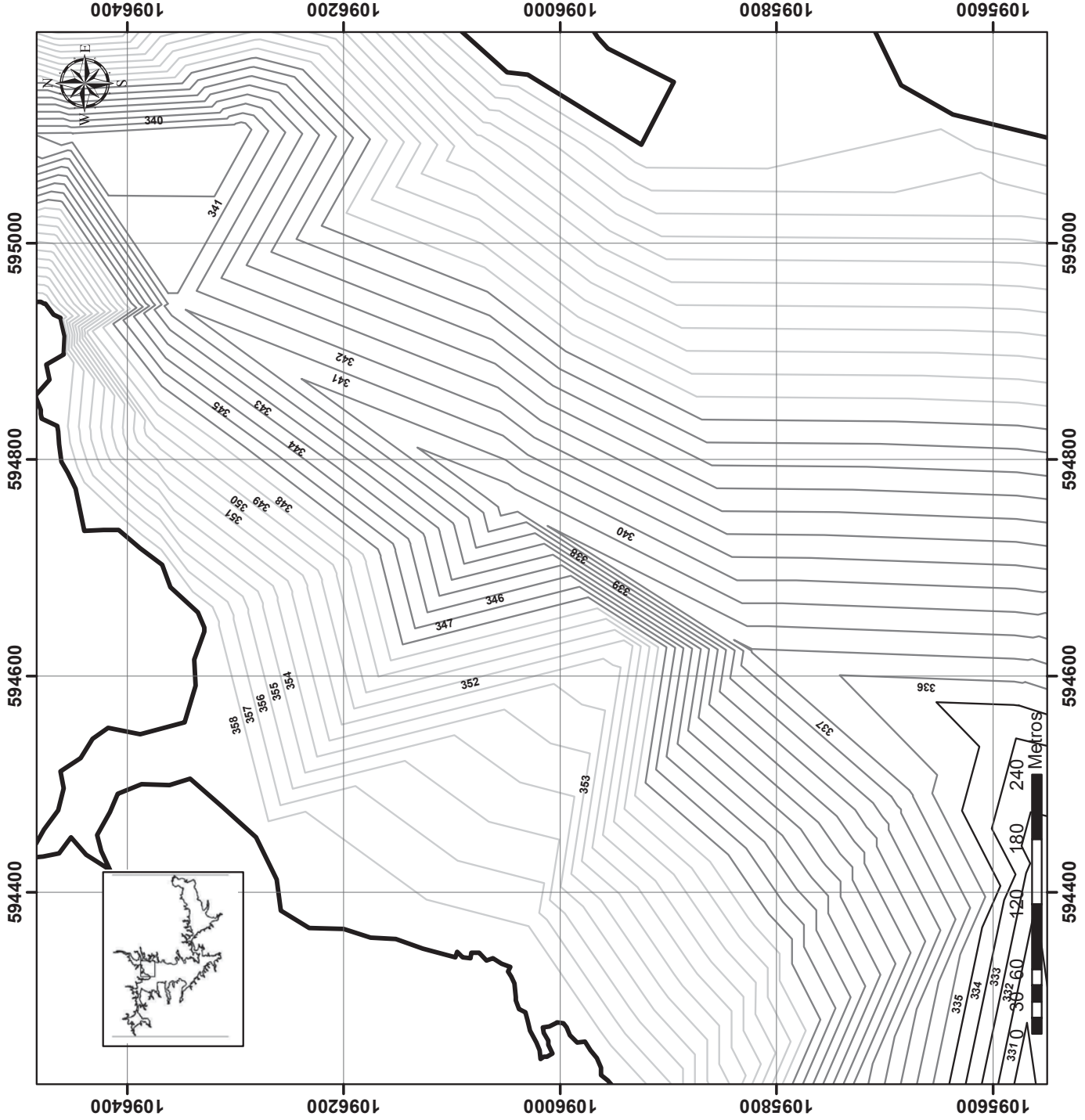
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.6

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 6)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS:
PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PERIMETRO DEL EMBALSE
- CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m
- FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

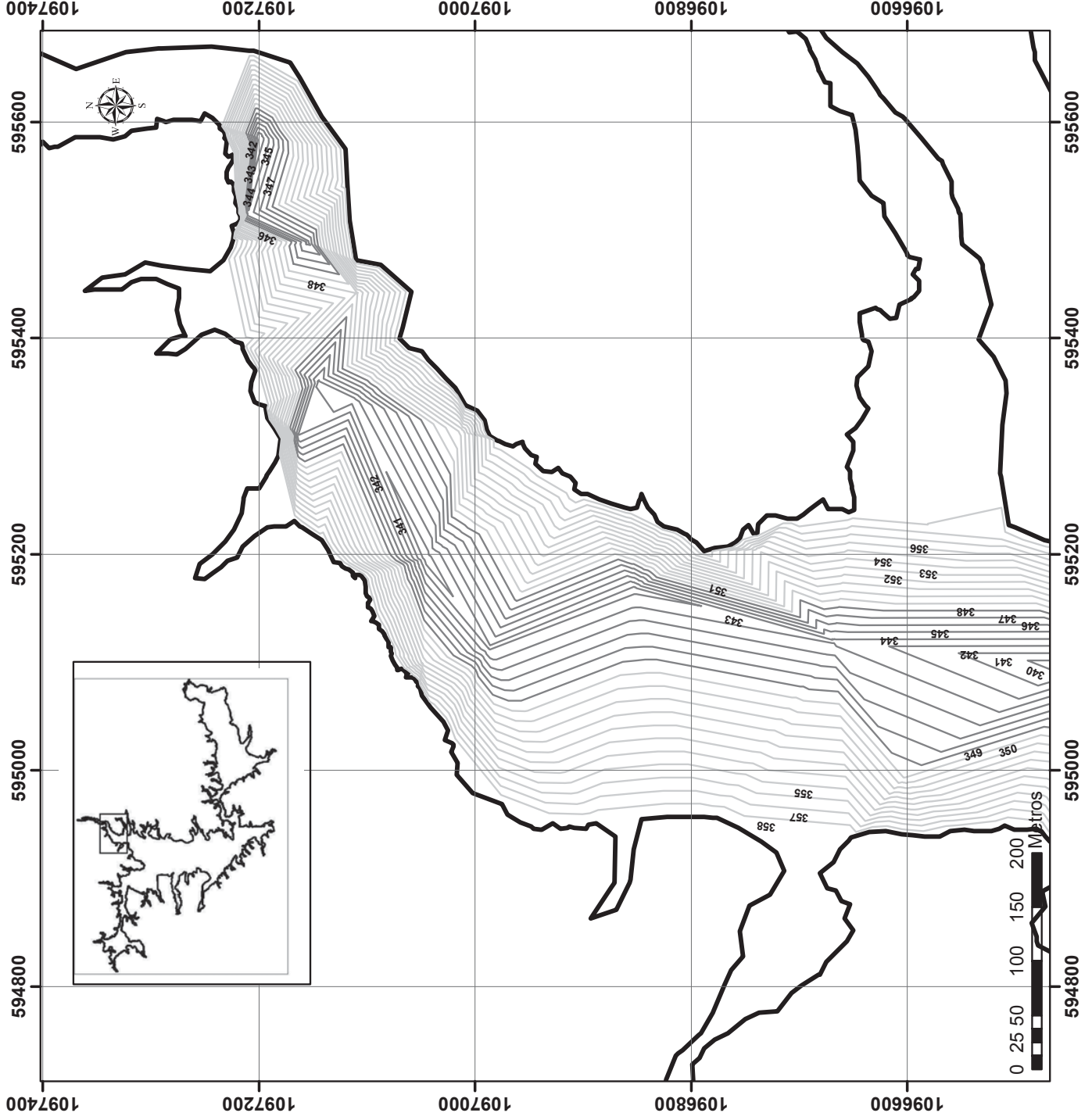
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.7

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 7)

ESCALA: 1:10.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE
CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1,00 m

— 319m - 335m

— 336m - 347m

— 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO 19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

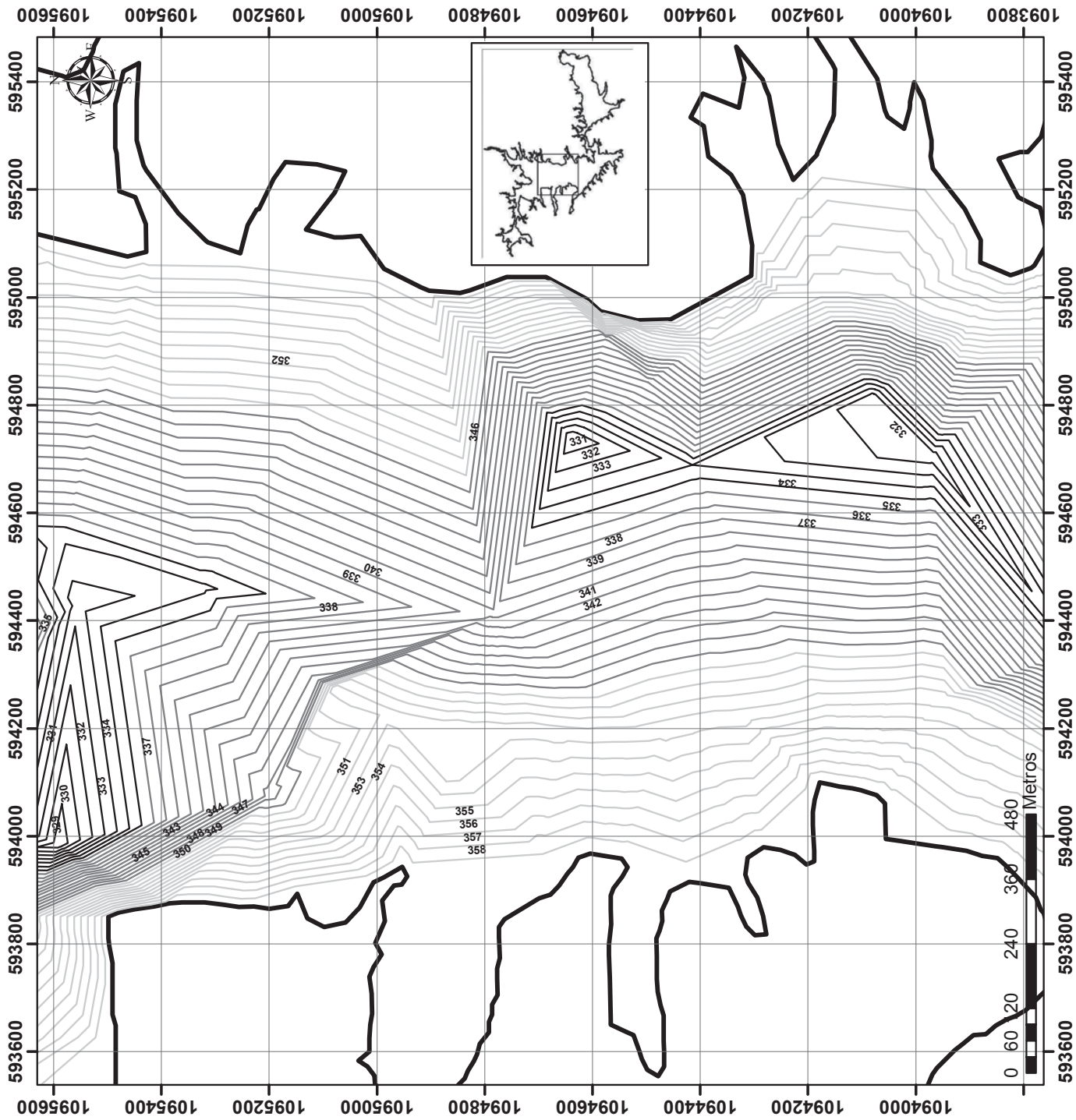
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.8

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 8)

ESCALA: 1:10.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE

CURVAS DE NIVEL ANTERVALOS DE 1,00 m

— 319m - 335m

— 336m - 347m

— 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

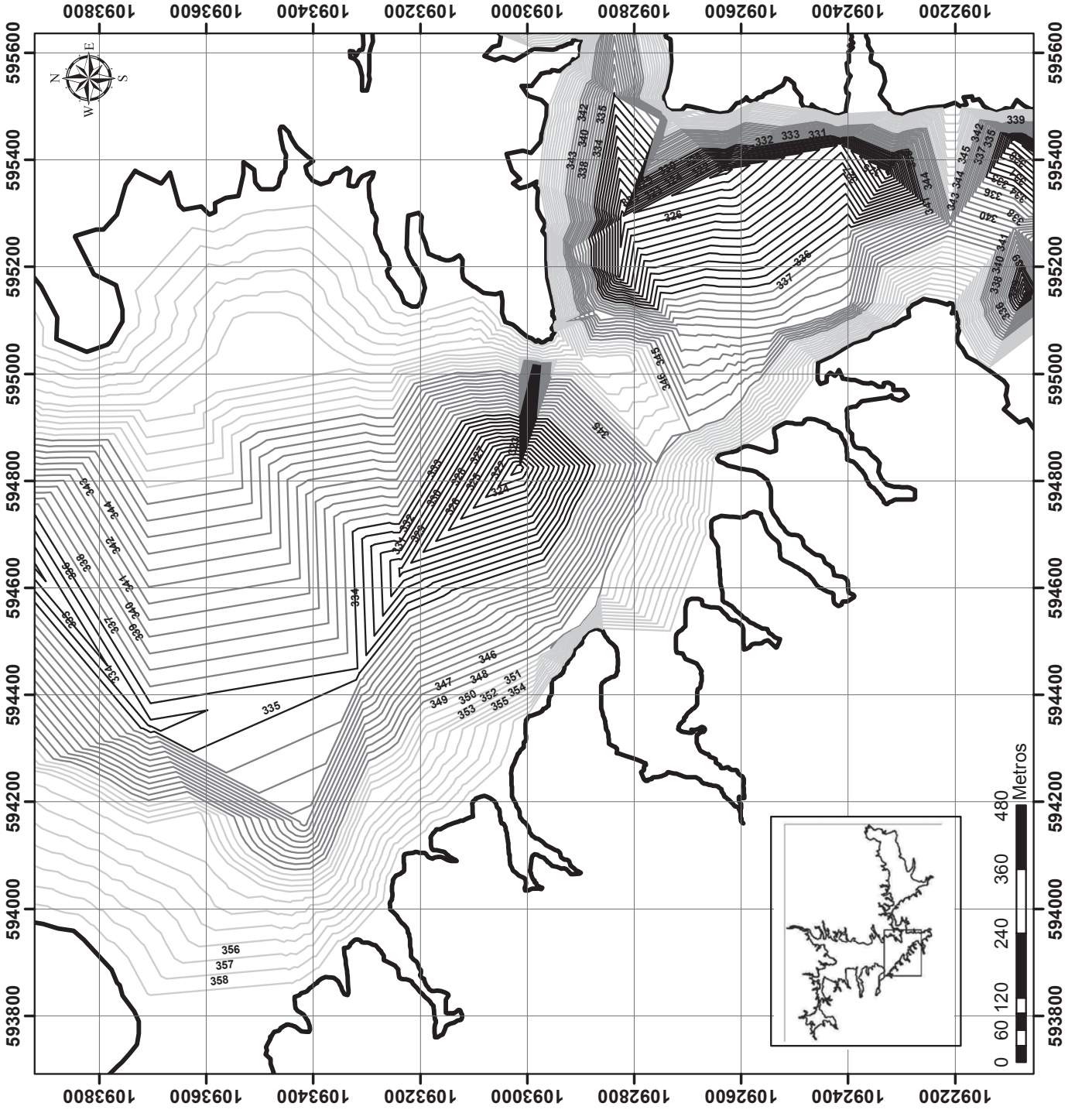
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.9

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 9)

ESCALA: 1:5.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PERIMETRO DEL EMBALSE
 - CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m
- FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

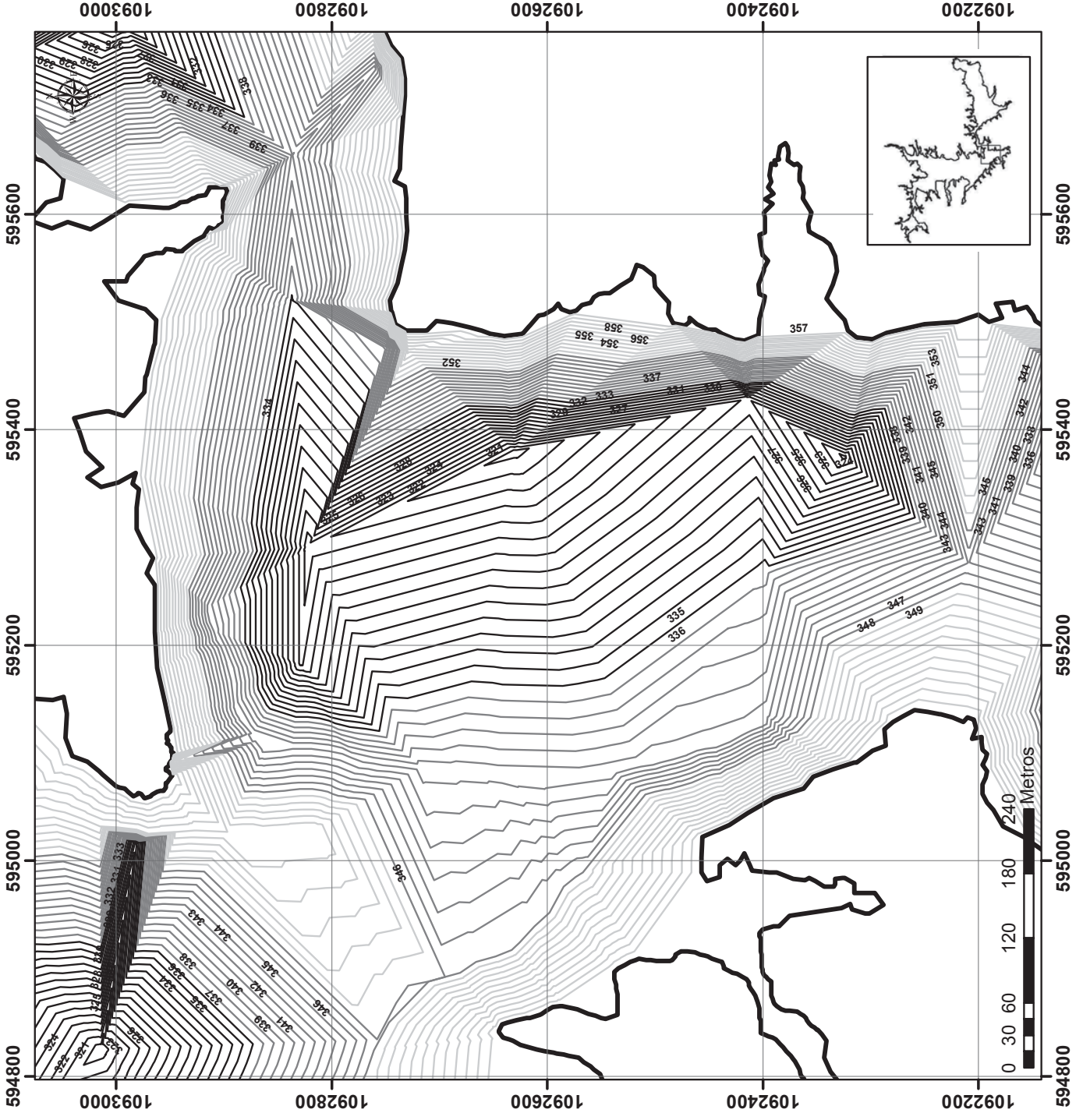
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.10

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 10)

ESCALA: 1:5.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM), HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE
CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1,00 m

— 319m - 335m

— 336m - 347m

— 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

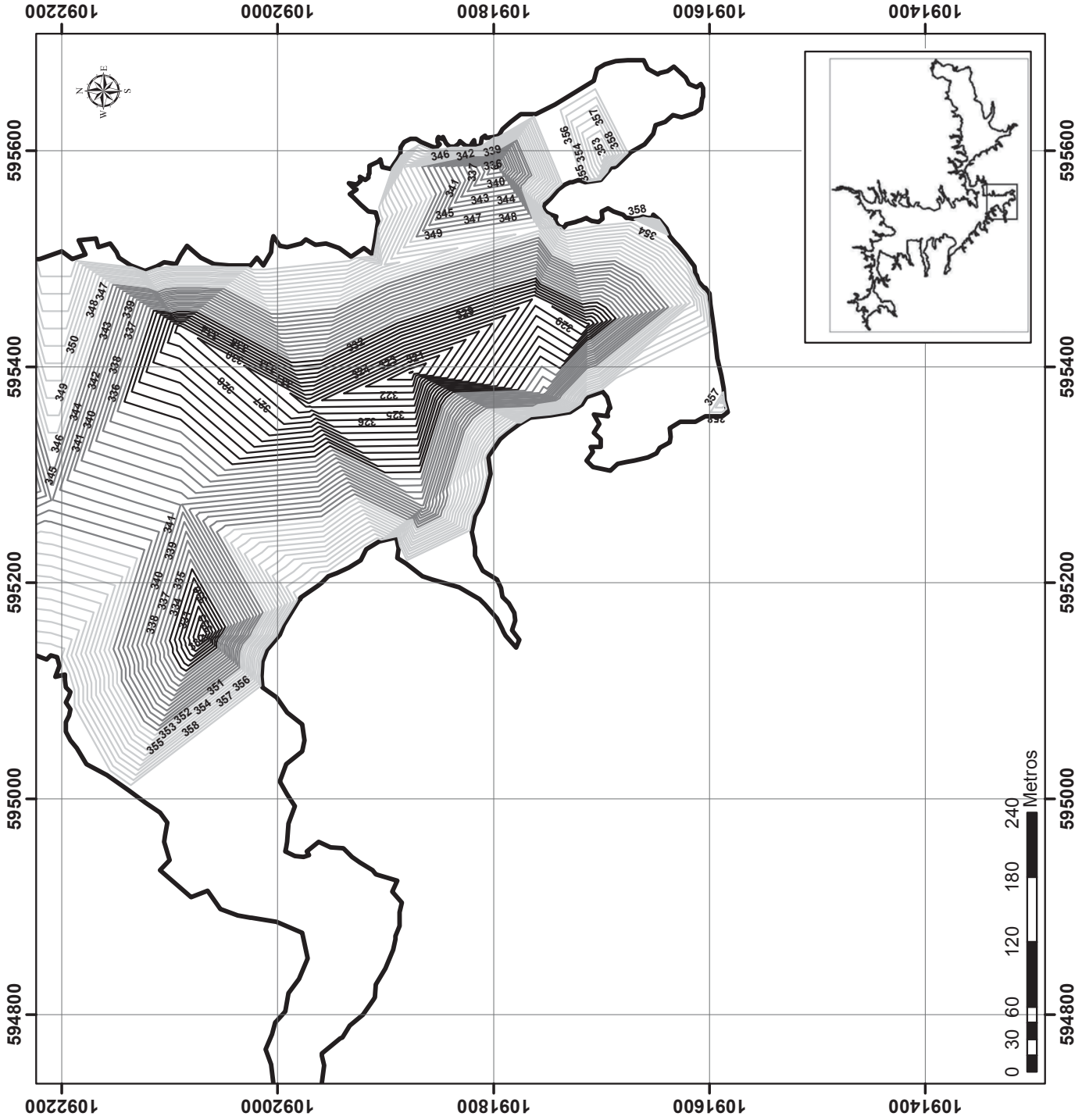
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.11

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 11)

ESCALA: 1:5.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE
CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m

- 319m - 335m
- 336m - 347m
- 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

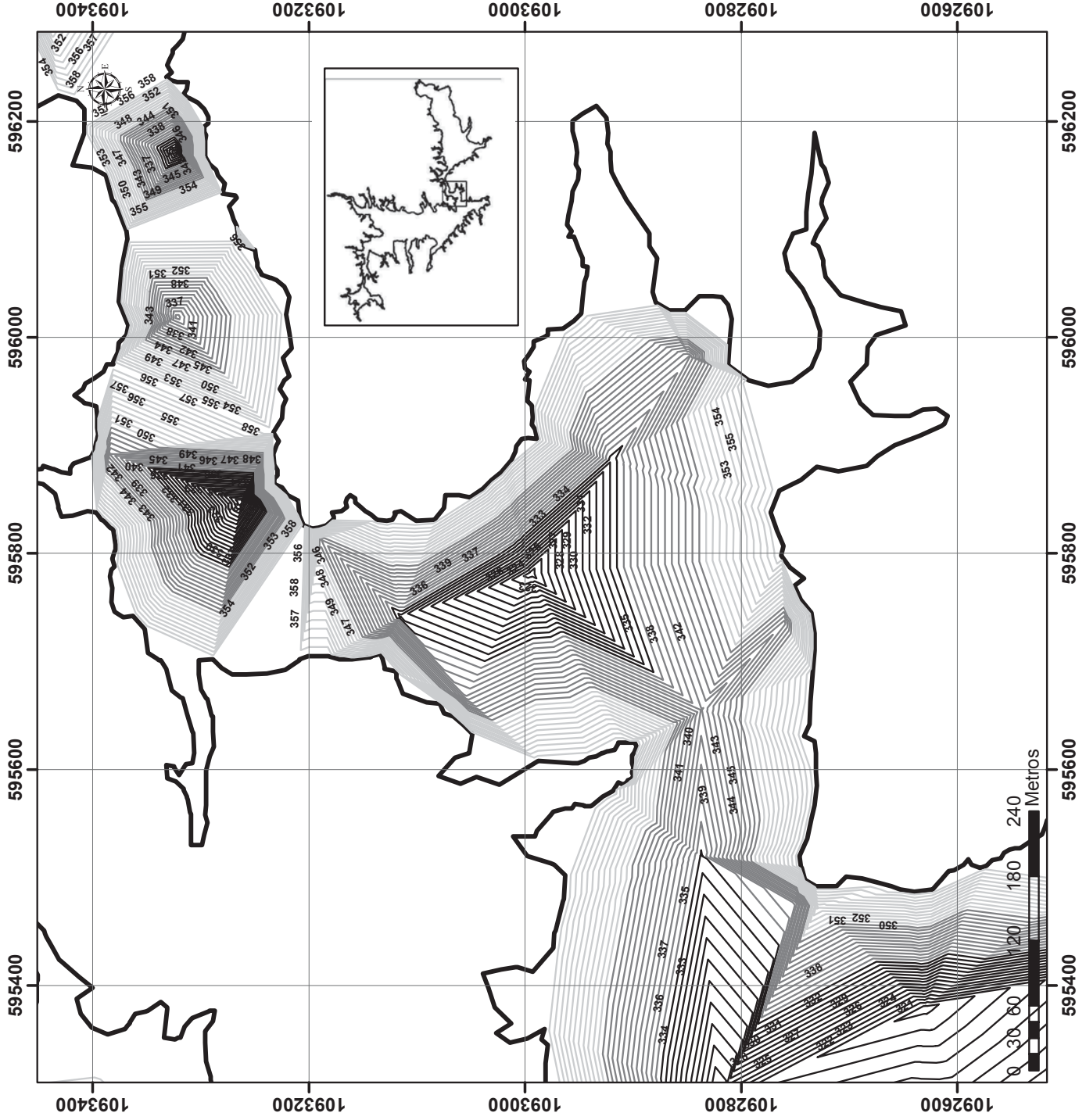
IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.12

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 12)

ESCALA: 1:5.000
 DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
 SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

- PERIMETRO DEL EMBALSE
- CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1,00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m

FUENTES:

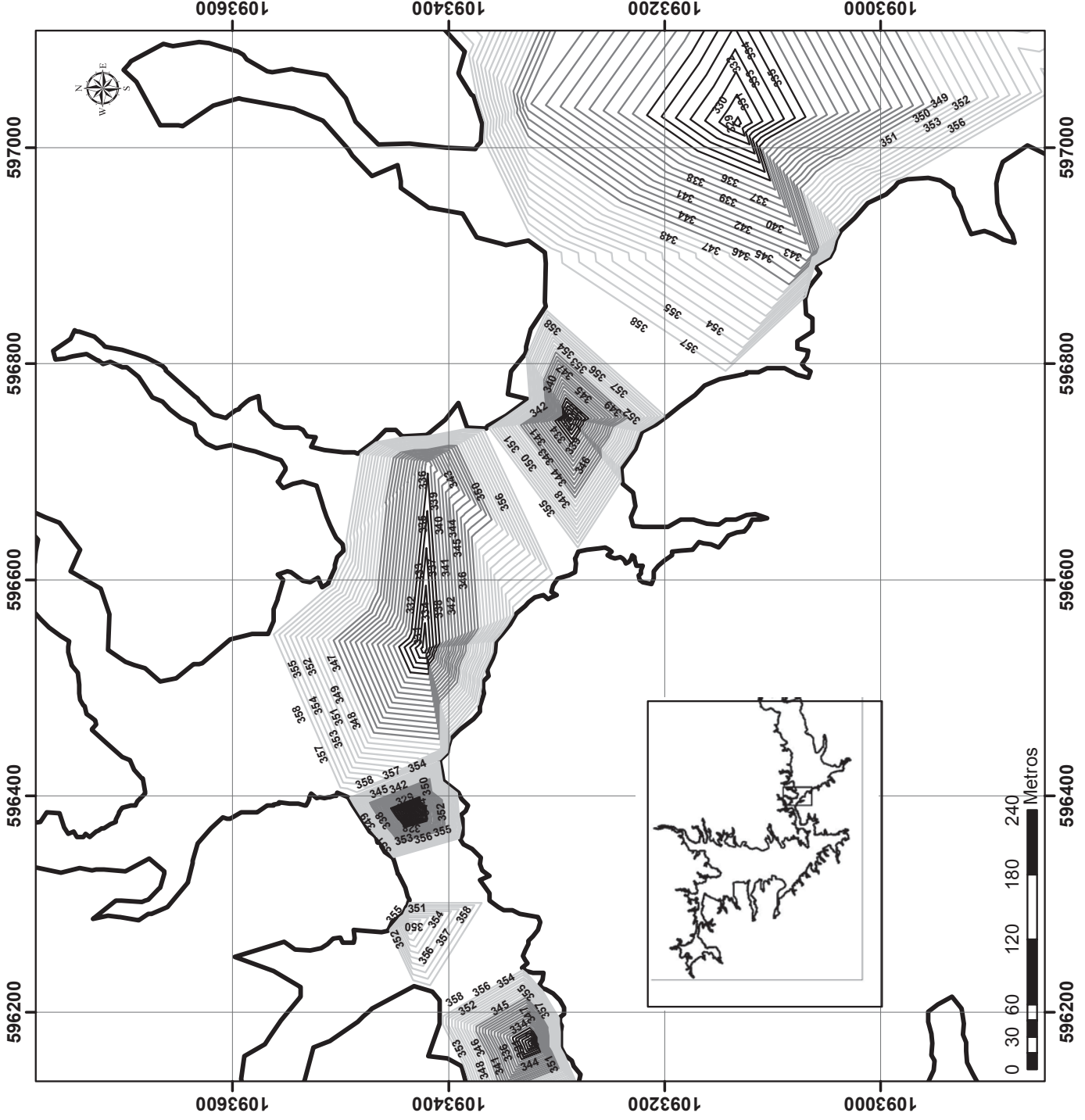
CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES
 Y
 SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.13

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 13)

ESCALA: 1:10.000

DATAUM HORIZONTAL: REGVEN SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

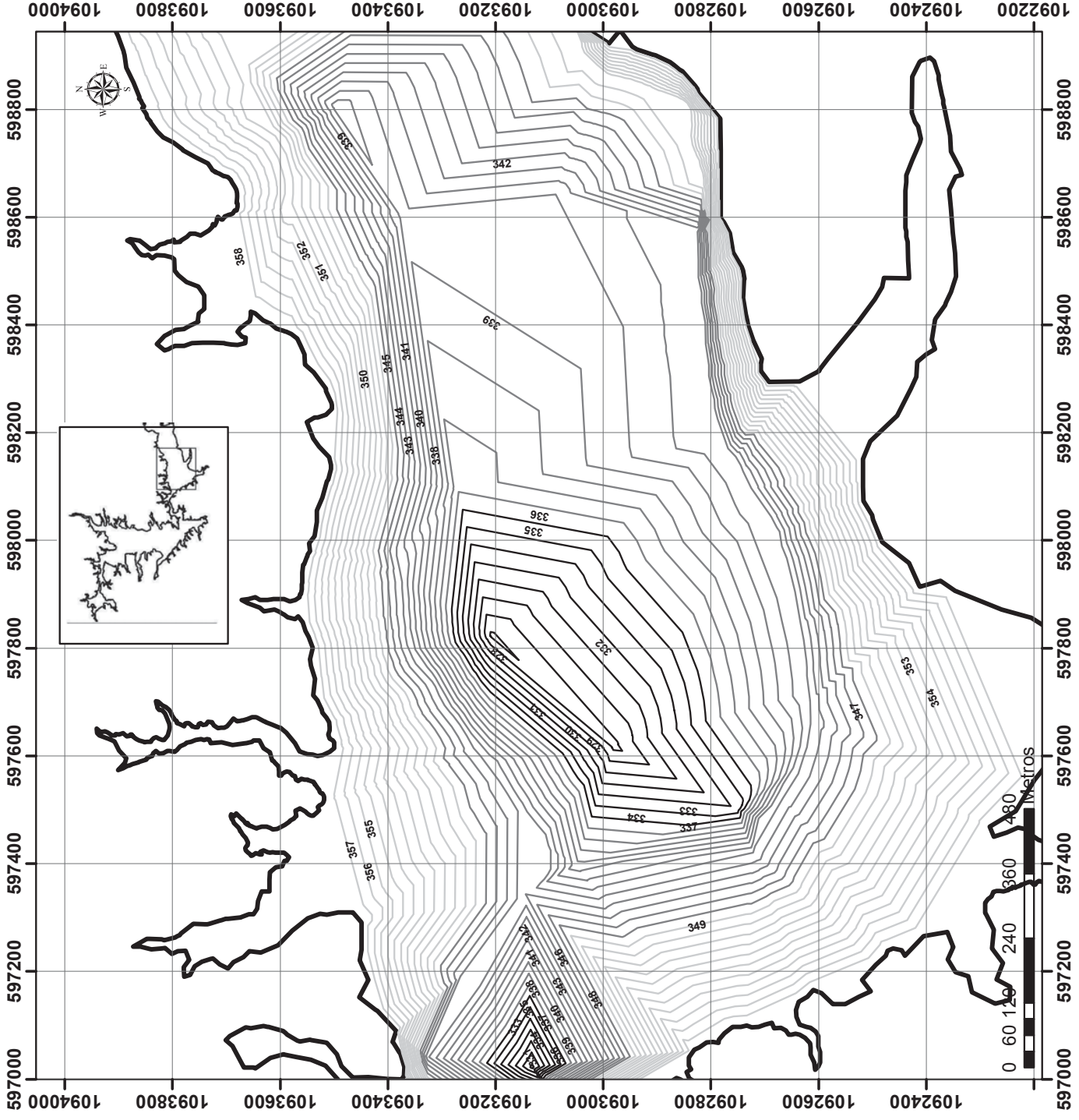
- PERIMETRO DEL EMBALSE
- CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1,00 m
 - 319m - 335m
 - 336m - 347m
 - 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB)
REGVEN. HUSO19N
IMAGEN SATELITAL
GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:
NAIROBI MIJARES
Y
SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 4.14

ELEVACION DEL TERRENO ACTUAL DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE (SECTOR 14)

ESCALA: 1:10.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM).HUSO: 19 N

LEYENDA

— PERIMETRO DEL EMBALSE
— CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 1.00 m

- 319m - 335m
- 336m - 347m
- 348m - 358m

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB) REGVEN. HUSO19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

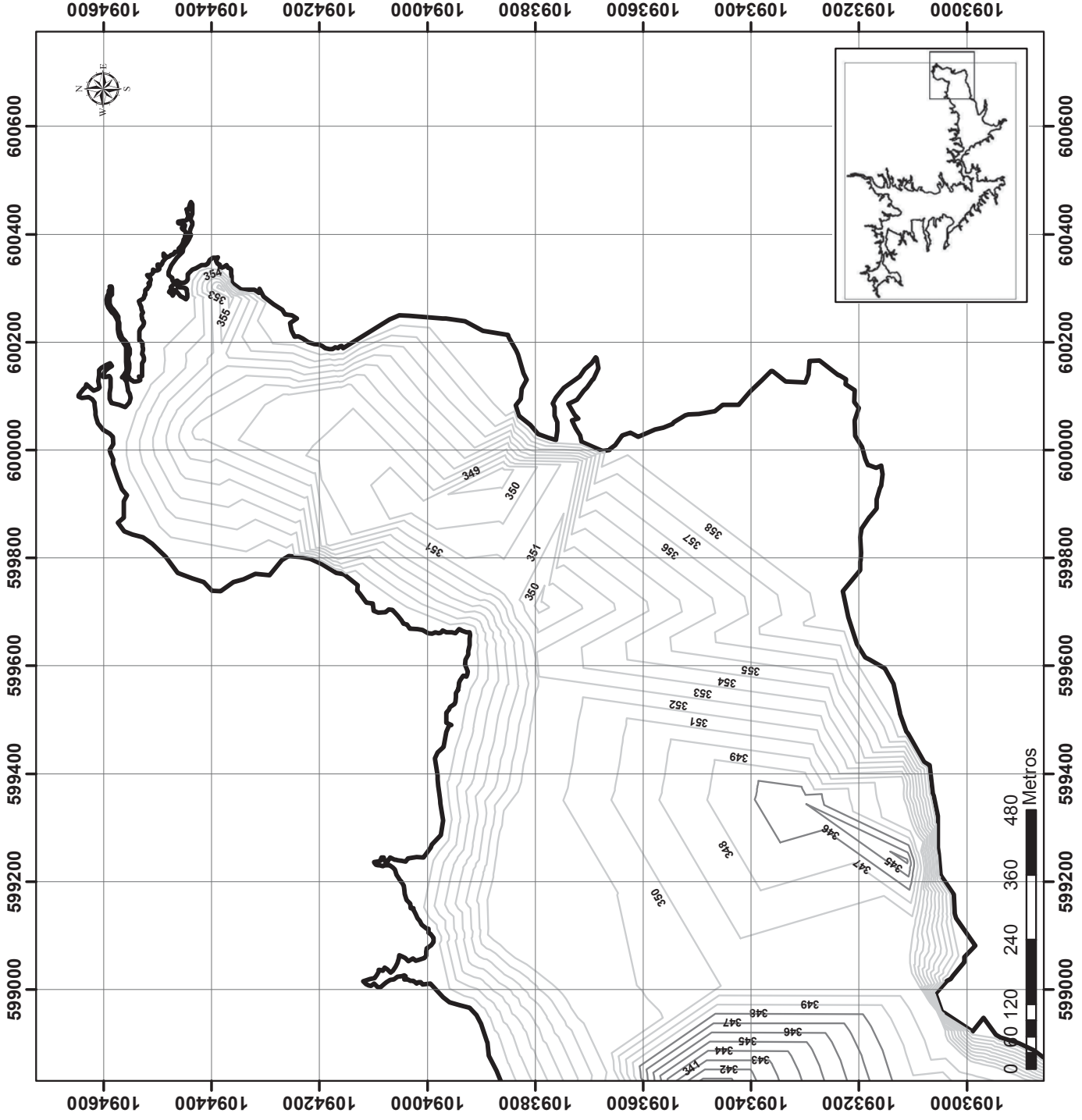
ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES

Y

SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





ANEXO 7

SUPERPOSICION DEL ÁREA DE INUNDACION DEL EMBALSE (1977 – 2015).



FACULTAD DE INGENIERIA



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 5

SUPERPOSICION DEL AREA DE INUNDACION DEL EMBALSE (1977 - 2015)

ESCALA: 1:50.000
DATAUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM). HUSO: 19 N

LEYENDA



ÁREA DE INUNDACIÓN 2015

ÁREA DE INUNDACIÓN 1977

FUENTES:

CARTAS TOPOGRAFICAS DEL (IGVSB)

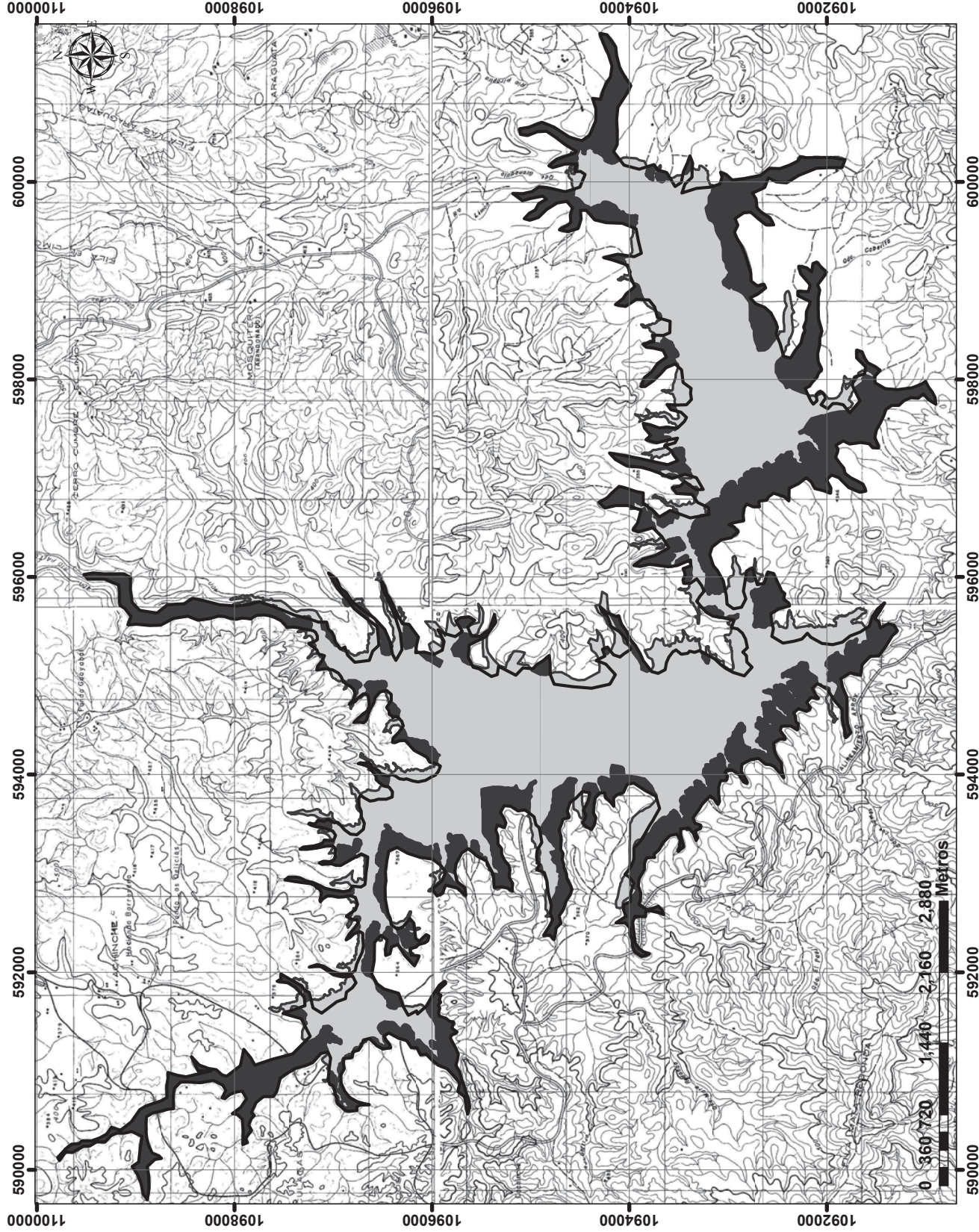
REGVEN. HUSO 19N

IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH 2015

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y SARA LA CRUZ

CARABOBO, VENEZUELA, 2015





ANEXO 8

SUPERPOSICION DEL ÁREA DE INUNDACION DEL EMBALSE 2001

(LANSAT 7 Vs. BATIMETRIA DEL MONTE S.G.A C.A).



UNIVERSIDAD DE CARABOBO


"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE PAO - CACHINCHE"

PLANO N° 6

SUPERPOSICION DEL AREA DE INUNDACION DEL EMBALSE 2001 (LANDZAT 7 Vs. BATIMETRIA DEL MONTE S.G.A C.A)

ESCALA: 1:50.000
DATUM HORIZONTAL: REGVEN
SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECTADAS (UTM). HUSO 19 N

LEYENDA

-  AREA DE INUNDACION LANDZAT 7 - 2001
-  AREA DE INUNDACION BATIMETRIA 2001
-  AREA CON VEGETACION

FUENTES:

PLANO LEVANTAMIENTO BATIMETRICO Y GEOFISICO DEL EMBALSE PAO CACHINCHE EN EL ESTADO CARABOBO (DEL MONTE S.G.A. C.A)

IMAGEN SATELITAL LANDSAT 7 2001

ELABORADO POR:

NAIROBI MIJARES Y SARA LA CRUZ
CARABOBO, VENEZUELA, 2015

