



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERIA HIDRAULICA



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE
ALMACENAMIENTO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA
DEL RÍO UNARE, ESTADO ANZOATEGUI**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para
optar por el título de Ingeniero Civil

Tutor Académico:

Ing. Adriana Márquez.

C.I: 12.604.007

Autores:

Br. Lozada S, Rafael A.

C.I: 20.162.788

Br. Parente T, Fabio J.

C.I: 20.663.159

Naguanagua, Octubre 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 DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE, ESTADO ANZOATEGUI". Realizado por los bachilleres: PARENTE T. FABIO J. C.I. 20.663.159, LOZADA S. RAFAEL A. C.I. 20.162.788. Hacemos constar que hemos revisado y aprobado el mencionado trabajo.

Prof. Titul. Ing. Adriana Márquez
Presidenta del jurado



Prof. Ing. Gerardo Huguet
Miembro del jurado

Prof. Ing. Betty Farias
Miembro del jurado

Barbula, Octubre de 2015.



Certificado de aprobación



Los abajo firmantes miembros del jurado examinador para estudiar el trabajo Especial de Grado titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE, ESTADO ANZOATEGUI”, presentado por: Rafael Lozada, C.I. 20.162.788 y Fabio Parente, C.I. 20.663.159; para optar al Título de: Ingeniero Civil, estimamos que el mismo reúne los requisitos para ser considerado como: _____ a los _____ días del mes de _____ del año _____.

Presidente

Miembro Principal

Miembro Principal

Naguanagua, Octubre 2015

*Dios que nos guía de
su mano e ilumina nuestro camino.
A nuestros padres, por demostrar que todo
lo podemos lograr con esfuerzo, trabajo y dedicación.*

Rafael Lozada y Fabio Parente

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada a Dios, por darme la fuerza para continuar cada nuevo día y por todas las bendiciones que me ha brindado.

A mis padres, Evelin y Carlos, mi apoyo y mi guía. Gracias por el infinito amor que me han dado, porque con sus palabras de sabiduría y sus actos me enseñaron que en la vida se debe tener perseverancia y humildad para alcanzar lo que se quiere. Gracias por todo su esfuerzo y su paciencia para ayudarme a alcanzar mi sueño.

A mis hermanos, por darme ánimo y estar siempre allí cuando los necesito, por sus consejos, y sus ejemplos de triunfadores en esta vida que tanto deseo seguir.

A mis amigos de antes y de ahora, por las horas de conversaciones y risas que ayudaron a despejar mi mente, porque fueron colaboradores en muchos de los proyectos y sin ustedes no sería posible culminar esta fase.

A mi madrina Nathaly Moreno por el apoyo en la realización de este trabajo de grado sin tu apoyo esto no sería posible.

A mi compañera Valeria Delgado por ser de gran ayuda y brindar todo su apoyo.

A la profesora y tutora Adriana Márquez, que desde el primer momento nos guio y ayudó, por las oportunidades que nos brindó y por sus acertadas correcciones.

A mi casa de estudio, la solemne Universidad de Carabobo, en especial a la Facultad de Ingeniería que me brindo conocimientos más allá de lo académico y me forjaron como profesional, esta facultad me enseñó a insistir, resistir y nunca desistir.

Rafael Augusto Lozada Sampedro

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por esta vida, por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

Mi madre Nadia y a mi padre José, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Padres gracias por darme una carrera para mi futuro, por luchar conmigo, por ser padres y amigos, todo esto te lo debo a ustedes. Mami gracias por darme la ternura, el cariño y el amor, por entender, por tenerme paciencia, papi gracias por enseñarme a no rendirme, por acompañarme en las noches agotadoras, por la confianza y el respeto.

Mi abuela Adriana, por quererme y apoyarme siempre, por acompañarme en los momentos difíciles, por siempre ser mi compañera de vida, por darme fuerza para seguir adelante, por darme energía, gracias esto también te lo debo a ti.

Arhianny por llevarme de la mano en esta formación, por apoyarme en todos los retos que me ha tocado cumplir, por ser mi sostén y por darme tanto amor, tú eres gran parte de este logro, gracias por siempre estar para mí.

A la profesora Adriana Márquez por el apoyo, por darnos con tanto cariño, comprendernos, ayudarnos en nuestra formación profesional, como nuestra profesora, como nuestra tutora y especialmente por la confianza puesta en nosotras, muchísimas gracias profesora.

Fabio José Parente Toldo

INDICE

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Sistematización del problema	6
1.4 Objetivos de la Investigación.....	6
1.4.1 Objetivo General:	6
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	6
1.5 Justificación	7
1.6 Alcances y Limitaciones	7
CAPITULO II	10
FUNDAMENTOS TEORICOS	10
2.1. Antecedentes	10
2.2 Marco referencial	12
2.3 Bases teóricas	26
CAPITULO III	32
MARCO METODOLOGICO	32
3.1. Tipo de Investigación.....	32
3.2. Diseño de la Investigación.....	33
3.3 Población y Muestra	34
3.3.1 Población.....	34
3.3.2 Muestra.....	34
3.4 Metodología de la investigación	34
3.4.1 Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare.....	34

3.4.2 Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare.	34
3.4.3 Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare.....	40
3.4.4 Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare.....	47
3.4.5 Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare.	57
3.4.6 Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.	58
CAPITULO IV	61
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	61
4.1 Resultados de la investigación.....	61
4.1.1 Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare.....	61
4.1.2 Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare.	92
4.1.3 Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare.....	107
4.1.4 Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare.....	138
4.1.5 Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare.	153
4.1.6 Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.....	182
4.2 Análisis de los resultados.....	193
CAPITULO V	196
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	196
5.1 Conclusiones.....	196
5.2 Recomendaciones	199
REFERENCIAS	200
ANEXOS	203

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fuente obtención de información.....	35
Tabla 2. Recolección de información Topográfica.....	40
Tabla 3. Cartas topográficas.....	41
Tabla 4. Recolección de información parámetros de diseño.....	57
Tabla 5. Recolección de información para analizar la influencia de sedimentos.	59
Tabla 6. Niveles y capacidades El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB). ..	69
Tabla 7. Niveles y capacidades El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	73
Tabla 8. Niveles y capacidades La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB). ...	77
Tabla 9. Niveles y capacidades La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	81
Tabla 10. Niveles y capacidades Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB). ..	85
Tabla 11. Niveles y capacidades Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	90
Tabla 12. Tabla Variación temporal de volúmenes El Cigarrón, Estado Guárico.	92
Tabla 13. Tabla Variación temporal de volúmenes El Pueblito, Estado Guárico.	94
Tabla 14. Continuación.	95
Tabla 15. Tabla Variación temporal de volúmenes La Becerra, Estado Guárico.	97
Tabla 16. Tabla Variación temporal de volúmenes La Estancia, Estado Anzoátegui.	99
Tabla 17. Continuación.	100
Tabla 18. Tabla Variación temporal de volúmenes Tamanaco, Estado Guárico.	102
Tabla 19. Tabla Variación temporal de volúmenes Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	104
Tabla 20. Continuación.	105
Tabla 21. Batimetría Embalse El Cigarrón, Estado Guárico.	108
Tabla 22. Continuación.	109
Tabla 23. Continuación.	110
Tabla 24. Continuación.	111
Tabla 25. Batimetría Embalse El Pueblito, Estado Guárico.	113
Tabla 26. Continuación.	114
Tabla 27. Continuación.	115
Tabla 28. Batimetría Embalse La Becerra, Estado Guárico.....	117
Tabla 29. Continuación.	118
Tabla 30. Continuación.	119
Tabla 31. Continuación.	120
Tabla 32. Batimetría Embalse La estancia, Estado Anzoátegui.....	122
Tabla 33. Continuación.	123
Tabla 34. Continuación.	124
Tabla 35. Continuación.	125
Tabla 36. Continuación.	126

Tabla 37. Batimetría Embalse Tamanaco, Estado Guárico.....	128
Tabla 38. Continuación.	129
Tabla 39. Continuación.	130
Tabla 40. Continuación.	131
Tabla 41. Continuación.	132
Tabla 42. Continuación.	133
Tabla 43. Batimetría Embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	135
Tabla 44. Continuación.	136
Tabla 45. Continuación.	137
Tabla 46. Nivel – Área - Capacidad del Embalse El Cigarrón, Estado Guárico año 2015.....	139
Tabla 47. Nivel – Área - Capacidad del Embalse El Pueblito, Estado Guárico año 2015.....	141
Tabla 48. Nivel – Área - Capacidad del Embalse La Becerra, Estado Guárico año 2015.....	143
Tabla 49. Nivel – Área - Capacidad del Embalse La Estancia, Estado Anzoátegui año 2015.....	146
Tabla 50. Nivel – Área - Capacidad del Embalse Tamanaco, Estado Guárico año 2015.....	149
Tabla 51. Nivel – Área - Capacidad del Embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui año 2015.....	151
Tabla 52. Resultados influencia de sedimentos.	193

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del río Unare.	13
Figura 2. Curva de elevación-área-capacidad El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAM).	15
Figura 3. Curva de elevación-área-capacidad El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	17
Figura 4. Curva de elevación-área-capacidad La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	19
Figura 5. Curva de elevación-área-capacidad La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	21
Figura 6. Curva de elevación-área-capacidad Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	23
Figura 7. Curva de elevación-área-capacidad Vista alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	25
Figura 8. Elementos de una presa de tierra.	27
Figura 9. Niveles de un embalse.	31
Figura 10. Seleccionando zona de estudio.	36
Figura 11. Seleccionando archivo de datos.	37
Figura 12. Pre-visualización de imágenes satelitales.	37
Figura 13. Creando nueva capa.	38
Figura 14. Creando polígono.	38
Figura 15. Edición de polígono.	39
Figura 16. Calculando área.	39
Figura 17. Creación de curvas de nivel.	44
Figura 18. Agregar campo.	45
Figura 19. Iniciar edición.	45
Figura 20. Interpolar campo.	46
Figura 21. Perfiles transversales arcgis.	46
Figura 22. Exportar dato.	47
Figura 23. Fichero de puntos de entrada.	48
Figura 24. Fichero de puntos de salida.	49
Figura 25. Creando ruta del embalse.	50
Figura 26. Transformando extensión de archivo.	50
Figura 27. Añadiendo puntos en arcgis.	51
Figura 28. Convirtiendo puntos en línea.	52
Figura 29. Convirtiendo línea en polígono.	52
Figura 30. Creando TIN.	53
Figura 31. Transformando TIN en raster.	54
Figura 32. Reclassificando raster.	54
Figura 33. Eligiendo intervalos de raster.	55

Figura 34. Calculando área entre curvas de nivel.	55
Figura 35. Ubicación cuenca río Unare (Fuente: Centro de Estudios Integrales del Ambiente, CENAMB).	62
Figura 36. Municipios que conforman la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).	62
Figura 37. Hidrografía de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).	64
Figura 38. División de sub-cuencas por municipios de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).	65
Figura 39. Sub-cuencas de ríos y embalses de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).	66
Figura 40. Vista de planta El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	69
Figura 41. Vista de planta del aliviadero El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	70
Figura 42. Sección de presa El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	70
Figura 43. Vista de planta conjunto El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	73
Figura 44. Vista de planta de toma El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	74
Figura 45. Sección de toma El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	74
Figura 46. Vista de planta La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	77
Figura 47. Perfil aliviadero La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	78
Figura 48. Sección de la presa La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	78
Figura 49. Perfil aliviadero La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	81
Figura 50. Planta conjunto La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	82
Figura 51. Sección de la presa La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	82
Figura 52. Vista de planta Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	86
Figura 53. Vista de planta de aliviadero Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	86
Figura 54. Sección de presa Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).	87
Figura 55. Sección de presa Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	90
Figura 56. Vista de planta Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	91
Figura 57. Obra de toma Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).	91
Figura 58. Variación temporal de niveles El Cigarrón, Estado Guárico.	93
Figura 59. Variación temporal de capacidades El Cigarrón, Estado Guárico.	94
Figura 60. Variación temporal de niveles El Pueblito, Estado Guárico.	95
Figura 61. Variación temporal de capacidades El Pueblito, Estado Guárico.	96
Figura 62. Variación temporal de niveles La Becerra, Estado Guárico.	98
Figura 63. Variación temporal de capacidades La Becerra, Estado Guárico.	99
Figura 64. Variación temporal de niveles La Estancia, Estado Anzoátegui.	100
Figura 65. Variación temporal de capacidades La Estancia, Estado Anzoátegui.	101
Figura 66. Variación temporal de niveles Tamanaco, Estado Guárico.	103

Figura 67. Variación temporal de capacidades Tamanaco, Estado Guárico.....	104
Figura 68. Variación temporal de niveles Vista Alegre, Estado Anzoátegui.....	106
Figura 69. Variación temporal de capacidades Vista Alegre, Estado Anzoátegui....	107
Figura 70. Curva de elevación-área-capacidad actualizada El Cigarrón, Estado Guárico.....	140
Figura 71. Curva de elevación-área-capacidad actualizada El Pueblito, Estado Guárico.....	142
Figura 72. Curva de elevación-área-capacidad actualizada La Becerra, Estado Guárico.....	145
Figura 73. Curva de elevación-área-capacidad actualizada La Estancia, Estado Anzoátegui.	148
Figura 74. Curva de elevación-área-capacidad actualizada Tamanaco, Estado Guárico.....	150
Figura 75. Curva de elevación-área-capacidad actualizada Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	152
Figura 76. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad El Cigarrón, Estado Guárico.....	154
Figura 77. Curva de elevación-área-capacidad 1974 El Cigarrón, Estado Guárico – niveles de agua.	155
Figura 78. Curva de elevación-área-capacidad 2015 El Cigarrón, Estado Guárico – niveles de agua.	156
Figura 79. Niveles de sedimentos del embalse El Cigarrón, Estado Guárico.....	157
Figura 80. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad El Pueblito, Estado Guárico.....	159
Figura 81. Curva de elevación-área-capacidad 1976 El Pueblito, Estado Guárico – niveles de agua.	160
Figura 82. Curva de elevación-área-capacidad 2015 El Pueblito, Estado Guárico – niveles de agua.	161
Figura 83. Niveles de sedimentos del embalse El Pueblito, Estado Guárico.....	162
Figura 84. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad La Becerra, Estado Guárico.....	164
Figura 85. Curva de elevación-área-capacidad 1968 La Becerra, Estado Guárico – niveles de agua.	165
Figura 86. Curva de elevación-área-capacidad 2015 La Becerra, Estado Guárico – niveles de agua.	166
Figura 87. Niveles de sedimentos del embalse La Becerra, Estado Guárico.....	167
Figura 88. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad La Estancia, Estado Anzoátegui.	169
Figura 89. Curva de elevación-área-capacidad 1964 La Estancia, Estado Anzoátegui – niveles de agua.	170

Figura 90. Curva de elevación-área-capacidad 2015 La Estancia, Estado Anzoátegui – niveles de agua.	171
Figura 91. Niveles de sedimentos del embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.	172
Figura 92. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad Tamanaco, Estado Guárico.	174
Figura 93. Curva de elevación-área-capacidad 1964 Tamanaco, Estado Guárico – niveles de agua.	175
Figura 94. Curva de elevación-área-capacidad 2015 Tamanaco, Estado Guárico – niveles de agua.	176
Figura 95. Niveles de sedimentos del embalse Tamanaco, Estado Guárico.	177
Figura 96. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	179
Figura 97. Curva de elevación-área-capacidad 1976 Vista Alegre – niveles de agua, Estado Anzoátegui.	180
Figura 98. Curva de elevación-área-capacidad 2015 Vista Alegre – niveles de agua, Estado Anzoátegui.	181
Figura 99. Niveles de sedimentos del embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	182
Figura 100. Capacidad útil del embalse El Cigarrón, Estado Guárico.	183
Figura 101. Pérdida de la capacidad útil embalse El Cigarrón, Estado Guárico.	184
Figura 102. Capacidad útil del embalse El Pueblito, Estado Guárico.	185
Figura 103. Pérdida de la capacidad útil embalse El Pueblito, Estado Guárico.	185
Figura 104. Capacidad útil del embalse La Becerra, Estado Guárico.	187
Figura 105. Pérdida de la capacidad útil embalse La Becerra, Estado Guárico.	187
Figura 106. Capacidad útil del embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.	188
Figura 107. Pérdida de la capacidad útil embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.	189
Figura 108. Capacidad útil del embalse Tamanaco, Estado Guárico.	190
Figura 109. Pérdida de la capacidad útil embalse Tamanaco, Estado Guárico.	190
Figura 110. Capacidad útil del embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	192
Figura 111. Pérdida de la capacidad útil embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.	192

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse El Cigarrón.	204
Anexo 2. Curvas de nivel del embalse El Cigarrón.	205
Anexo 3. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse El Pueblito.	206
Anexo 4. Curvas de nivel del embalse El Pueblito.	207
Anexo 5. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse La Becerra.	208
Anexo 6. Curvas de nivel del embalse La Becerra.	209
Anexo 7. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse La Estancia.	210
Anexo 8. Curvas de nivel del embalse La Estancia.	211
Anexo 9. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse Tamanaco.	212
Anexo 10. Curvas de nivel del embalse Tamanaco.	213
Anexo 11. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse Vista Alegre.	214
Anexo 12. Curvas de nivel del embalse Vista Alegre.	215
Anexo 13. Perfiles transversales de los embalses El Cigarrón, El Pueblito y La Becerra.	216
Anexo 14. Perfiles transversales de los embalses La Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.	217
Anexo 15. Transporte de la lancha.	218
Anexo 16. Preparando lancha.	218
Anexo 17. Anotación de mediciones.	219
Anexo 18. Encerado del Winche.	219
Anexo 19. Encerado del Winche.	220
Anexo 20. Troncos en el embalse Vista Alegre.	220
Anexo 21. Troncos en embalse Vista Alegre.	221
Anexo 22. Orilla del embalse Vista Alegre.	221
Anexo 23. Árboles en el embalse Vista Alegre.	222
Anexo 24. Sacando lancha del embalse.	222
Anexo 25. Valla embalse Vista Alegre.	223
Anexo 26. Valla embalse La Estancia.	223
Anexo 27. Preparando lancha.	224
Anexo 28. Valla embalse El Pueblito.	224
Anexo 29. El Pueblito.	225
Anexo 30. El pueblito.	225
Anexo 31. Valla embalse Tamanaco.	226
Anexo 32. Presa ingeniero Guido Posewitz.	226
Anexo 33. Embalse Tamanaco.	227
Anexo 34. Ramas en el embalse Tamanaco.	227
Anexo 35. Ramas en el embalse Tamanaco.	228
Anexo 36. Ramas en el embalse Tamanaco.	228
Anexo 37. Valla embalse El Cigarrón.	229

Anexo 38. Grieta en el embalse El Cigarrón.....	229
Anexo 39. Erosión en el embalse El cigarrón.	230
Anexo 40. Erosión en el embalse El Cigarrón.	230



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERIA HIDRAULICA



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE, ESTADO ANZOATEGUI

Elaborado por: Rafael Lozada

Fabio Parente

Tutor: Adriana Márquez

Fecha: Octubre 2015

RESUMEN

El propósito de esta investigación se basa en la actualización de las curvas Área – Nivel – Capacidad de 6 embalses de la cuenca del río Unare, ubicados en el Estado Anzoátegui, para determinar si en los mismos se produjeron procesos significativos de sedimentación o socavación que puedan disminuir notoriamente su vida útil, capacidad de almacenamiento y calidad de agua, todo ello en atención a la necesidad que tienen los seres humanos de un líquido tan vital como es el agua. Para ello se obtuvieron las batimetrías de cada embalse para el año 2015 y las curvas Área – Nivel – Capacidad originales o de construcción de los mismos. A tales fines se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y no experimental, cuyos estudios fueron realizados mediante las observaciones y verificaciones de instrumentos como Planos de Batimetrías, Curvas de Nivel, Variaciones de las cotas del terreno, etc. Los resultados obtenidos mostraron que los embalses Tamanaco y Vista Alegre presentan sedimentación, mientras que, los embalses El Cigarrón, El Pueblito, La Becerra y La Estancia, socavación.

Palabras clave: Embalse, curva Área – Nivel – Capacidad, batimetría.

INTRODUCCIÓN

El hombre, desde la antigüedad, ha aprovechado el agua de los ríos y lagos porque provee los mayores caudales, brinda otros beneficios y no requiere consumir energía para su extracción, en tal sentido, se ha preocupado por establecer mecanismos que aprovechen y optimicen las reservas de agua dulce mediante diversas fuentes de abastecimiento.

Esto se debe principalmente a que el agua superficial se presenta en un modo determinado por las características climáticas y del ciclo hidrológico, en el caso venezolano, más específicamente en su región oriental, existe una intensa solarización todo el año y un clima seco, lo que se traduce en una secuencia anual de caudales de agua con valores altos en los meses de Octubre a Abril y bajos de Mayo a Septiembre. Esto no guarda correspondencia con la demanda de agua, por lo que los embalses se crean como una forma de aminorar y solucionar tal problemática.

Es así como se construyeron los embalses de la cuenca del río Unare, actuando como mecanismos para satisfacer las necesidades de agua de los municipios Miranda, Mac Gregor, Zaraza, Cagigal, Aragua, Piritu, Peñalver, Guaribe, Bruzual, Ribas.

En la actualidad dichos embalses presentan una serie de problemas estructurales, de infraestructura y falta de mantenimiento, que se traduce en la interrupción del suministro de agua a los sectores que se benefician, por tal motivo es necesario revisar los cambios que han ocurrido en la acumulación de sedimentos, en la capacidad operativa del embalse, partiendo de la capacidad total de dicho embalse, lo que representa el objeto de la presente investigación.

De lo expuesto, se plantea actualizar las curvas Área – Nivel – Capacidad de seis (6) embalses de la cuenca del río Unare, ubicados en el Estado Anzoátegui a través de una batimetría, con el objeto de cuantificar el volumen de sedimentos y la capacidad total de los embalses, utilizando para ello una investigación de tipo descriptiva y no experimental.

A tales fines, se desarrollaran 5 capítulos básicos que comprenden. Capítulo I: El problema, en este se define el problema de investigación, sus objetivos generales y específicos, delimitación, justificación. Capítulo II: Marco teórico, en este se da rigor científico al presente estudio al desarrollar sus bases teóricas, definiciones conceptuales, postulados, cifras, evaluaciones y explicaciones realizadas por expertos y doctrinarios sobre la materia, así como aspectos sobre los antecedentes de la investigación, su terminología básica, como las variables de estudio y su definición operacional. Capítulo III: Marco Metodológico, donde se desarrollan el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, así como las técnicas e instrumentos e recolección de información. Capítulo IV: Análisis de los resultados, en el que se presentan los resultados de la investigación y se analizan los mismos. Por último se finaliza, con el Capítulo V: las conclusiones y recomendaciones, que le dan un valor agregado al presente estudio.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El agua permite el desarrollo de todas las actividades y procesos que componen la vida, es un elemento necesario para la conservación de los seres vivos en el planeta, y por consiguiente, los mismos se establecen en zonas cercanas a fuentes de este recurso, con el propósito de disminuir las dificultades por ausencia de la misma, facilitando la convivencia entre los habitantes. El crecimiento acelerado de la población mundial consecuente al incremento de la demanda de agua, ha dado como resultado un colapso en las redes de distribución y fuentes de abastecimientos existentes, obligando al hombre a racionalizar su explotación utilizando su ingenio para planificar, controlar y administrar este elemento.

El deseo del hombre se hizo realidad y se inició un proceso de construcción de embalses o lagos artificiales, los cuales se logran represando los ríos con barreras de tierra compactada o de concreto. Estos embalses permiten almacenar los volúmenes de agua que sobran en el invierno y faltan en el verano. Estas barreras denominadas Presas se ubican en gargantas estrechas precedidas de un amplio valle y poseen dos (2) estructuras básicas de control, que permiten descargar sus aguas de acuerdo con ciertas reglas preestablecidas. Estas estructuras se denominan la obra de toma y el

aliviadero. Los aliviaderos permiten evacuar los excedentes de agua recibidos por los embalses cuando ocurren crecientes ordinarios y extraordinarios.

En Venezuela la población está concentrada en la zona Centro-Norte del país y los recursos hídricos se encuentran en el eje Apurinoco, comprendido entre Apure y Orinoco, que incluye los ríos más caudalosos del país como el Aro, el Caura y el Caroní. Esta situación repercute en grandes distancias de traslado y la pérdida de considerable cantidad de agua que hay que tener en cuenta, sumando además que la planificación establecida con respecto al abastecimiento de agua, ha sido insuficiente debido al aumento no controlado de la población. Ocasionando una deficiente prestación del servicio en la entidad. Al mismo tiempo la contaminación de los embalses que abastecen la mayor parte de la población junto con la falta de tratamiento del agua cruda son puntos de gran importancia, considerando que se compromete la comodidad y la salud de todas personas que se sirven de este sistema, principalmente por la propagación de enfermedades hídricas, como gastroenteritis, hepatitis A, fiebre tifoidea y cólera, causadas por el contenido de bacterias y de virus en el agua.

En sus 22.450 kilómetros de extensión, la cuenca del Unare cuenta con diecisiete (17) embalses, de los cuales seis (6) están a cargo de Hidroven, específicamente de Hidro-Caribe, y once (11) bajo administración del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, logrando así una capacidad de almacenamiento de agua de unos $1.485,1 \times 10^6 m^3$. Esta importante infraestructura hidráulica, ha beneficiado a la Cuenca de Unare, en los siguientes aspectos: a) Control de inundaciones durante el período de lluvias, de Julio a Noviembre. b) Dotación de agua a las poblaciones adyacentes, y c) Mantenimiento el caudal necesario para el abastecimiento de la población en épocas de sequía.

Aunque los embalses de la cuenca del río Unare cuentan con una importante infraestructura hidráulica, no se está aprovechando de una manera óptima o en su

totalidad el recurso que suministran. Debido al déficit de información hidrológica utilizada para su construcción y a sus escasos mantenimientos; aunado a esto el problema que enfrenta la mayoría de los embalses, la acumulación de sedimentos, lo cual disminuye la capacidad útil de almacenamiento, determinando así su vida útil.

El propósito de la actual investigación, es comparar la capacidad de almacenamiento de los embalses de la cuenca del río Unare, Estado Anzoátegui, con el fin de hacer aportes al conocimiento de la problemática de la Cuenca, y de esta manera mejorar su funcionamiento y aprovechamiento del agua.

En este trabajo de grado se describen los componentes y parámetros de diseños, se caracteriza la evolución temporal de las variables de operación, se aplica un método para medir el fondo de los embalses; y finalmente, se construye la curva área – nivel – capacidad actual, las cuales nos permitirán conocer gráficamente los volúmenes capaces de ser almacenados en el sitio y las áreas que serán inundadas para cualquier altura de la presa. Estas curvas nos permiten seleccionar entre varias alternativas, aquellas que presentan mayores capacidades para la misma altura de la presa.

A continuación, resulta fundamental la evaluación del estado físico de los embalses, el estudio del uso actual y el análisis de los criterios de operación, así como de los programas de mantenimiento, para luego analizar el uso potencial de estos embalses y llegar a la elaboración de propuestas para el mejoramiento del uso, como contribución al desarrollo armónico de la región.

1.2 Formulación del problema

Uno de los principales problemas con los que se enfrentan el estado, en la rama de los recursos naturales, viene siendo la falta de información o estudios relacionados a este tema. Causando de esta manera que la existencia de la infraestructura hidráulica construida, está siendo subutilizada por una población que requiere el óptimo aprovechamiento de los recursos existentes, a los fines de una mejor calidad de vida.

Ante esta situación surge la interrogante: ¿Se utilizara de una manera óptima la capacidad de almacenamiento de los embalses de la cuenca del río Unare, Estado Anzoátegui?

1.3 Sistematización del problema

- ¿Cuáles componentes y parámetros de diseño han sido considerados en la construcción de los embalses de la cuenca del río Unare?
- ¿Cómo es la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare?
- ¿Qué método es más efectivo para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare?
- ¿Habrá cambiado la curva área – nivel – capacidad de los embalses de la cuenca del río Unare?
- ¿Qué relación tiene la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos?
- ¿Se puede comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General:

Comparar la capacidad de almacenamiento de los embalses de la cuenca del río Unare, Estado Anzoátegui.

1.4.2 Objetivos Específicos:

1. Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare.

2. Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare.
3. Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare.
4. Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare.
5. Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare.
6. Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.

1.5 Justificación

Debido a la escasa información que se tiene sobre el comportamiento del fondo de los embalses de la cuenca del río Unare, Estado Anzoátegui, con respecto a la acumulación de sedimentos en el transcurso de su vida útil, surge la iniciativa de realizar el presente trabajo de investigación. Con la finalidad de obtener información actualizada sobre la capacidad de almacenamiento del embalse mediante la generación de curvas área – nivel - capacidad y conocer como se ha visto afectado por acumulación de sedimentos en el tiempo.

Al tener información actual de la capacidad útil de los embalses y el nivel de sedimentos, se puede estimar el tiempo de vida útil de cada embalse, generar soluciones con respecto al control de acumulación de sedimentos y mejora de la calidad de las aguas a las poblaciones de los Estados Guárico y Anzoátegui. Por lo que esta investigación se convierte en un aporte significativo para el organismo del estado

encargado de la administración de estos embalses; MINISTERIO DE ECO SOCIALISMO Y AGUA.

Académicamente hablando, el presente trabajo está 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 caribe, Hidrocaribe C.A, donde el instituto educativo aportara el personal, equipo y conocimiento técnicos para realización del estudio, y la empresa pública suministrando el traslado marítimo.

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.

Finalmente, se menciona que teóricamente se justifica la presente investigación, ya que se convierte en un antecedente valedero para investigaciones futuras que se realicen a los embalses, por otra parte se justifica metodológicamente ya que se cumple con todos los requisitos que el rigor de la investigación exige, siguiendo los pasos del proceso de investigación.

1.6 Alcances y Limitaciones

Este trabajo de investigación abarcara el análisis comparativo de la capacidad de almacenamiento actual con la capacidad de almacenamiento de diseño de los seis (6) embalses administrados por el MINISTERIO DE ECO SOLIALISMO Y AGUA de la cuenca del río Unare, Estado Anzoátegui, mediante un numero de 10 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 Hidrocaribe 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.

Además de la actualización de las curvas área - nivel - capacidad de diseño, para conocer el volumen de agua que es capaz de almacenar en la actualidad, que conste de la caracterización de la evolución temporal de las variables de operación, un método para medir el fondo, la influencia de la operación sobre la acumulación de sedimentos y adicionalmente realizar el estudio de las variables de operación que están asociadas con los parámetros de diseño y características del embalse.

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 a los embalses no son pobladas, por lo que no cuentan con una vialidad adecuada, dificultando así el traslado hacia el embalse. Aunado a esto la distancia aproximada de 456.5 km que separa el estado Barcelona del estado Carabobo.

En cuanto al tiempo, la empresa Hidrocaribe C.A solo podía suministrar el apoyo con el transporte marítimo tres (3) veces como máximo por semana. Otra limitante es el clima, ya que las visitas realizadas al embalse en época de lluvia; los días nublados y lluviosos impiden la navegación dentro del embalse y generan pérdida de recepción de los equipos utilizados como el GPS. Por ultimo pero no menos importante la limitante de recursos, debido al costo del traslado entre Valencia y Anzoátegui.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

En este capítulo se describe el sustento teórico y las investigaciones previas al presente trabajo. Se explicaron las teorías y conceptos que dan forma a la investigación. El marco teórico es la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo teórico epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para el estudio. (Blestrini, 1998).

2.1. Antecedentes de la investigación

“Los antecedentes reflejan los avances y el Estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones.” Según Fidias Arias (2004). Se refiere a todos los trabajos de investigación que anteceden a este, es decir, aquellos trabajos donde se hayan manejado las mismas variables o se hayan propuesto objetivos similares; además sirven de guía que permiten hacer comparaciones y tener ideas sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad.

Chávez, S. y col. (1997) realizaron un estudio del “Caso de la cuenca del río Palaja hasta el embalse el Nispero, en Tegucigalpa, Honduras”; en el cual se comprobó la disminución de la funcionabilidad del embalse, ya que se verificó a través de estudios batimétricos la alteración de la capacidad de este, y se observó la presencia de sedimentación que altera en forma significativa el funcionamiento del mismo.

Contribuyendo a esta investigación con la aplicación de un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare como lo es la batimetría, y un procedimiento de comparación de dichos resultados con los obtenidos a través del método de áreas medias.

Matinés Tirado, N. (2001) estudió “El proceso de ocupación en la cuenca del embalse la mariposa y sus efectos de deterioro en el embalse y sus aguas, en Caracas, Venezuela”. En los resultados se detectó un fuerte proceso de sedimentación que afecta el espacio receptor del embalse y sus aguas, lo que trajo como consecuencias la reducción de la vida útil del mismo. Dando como aporte al presente trabajo el cálculo de la capacidad de almacenamiento de los embalses afectados por el proceso de sedimentación.

Palao, A. (2006) evaluó “La sedimentación en embalses, medidas preventivas y correctoras”. Logró estimar la pérdida de capacidad en los embalses para el siglo XXI dando como resultado que la mayoría de estos tiene una pérdida de capacidad anual de uno a dos por ciento y desde el punto de vista de la pérdida de capacidad absoluta se pudo observar que en una década pierden entre el 10 y el 50 por ciento de la capacidad del embalse, se supone que los aportes de sedimentos se van a mantener a lo largo de este período, como consecuencia de cambios climáticos que puede ser compensada por la mayor intensidad de los procesos. Dando como aporte al presente trabajo el cálculo de la pérdida de capacidad de almacenamiento de los embalses de la cuenca del río Unare a partir del volumen muerto o de sedimentos que presentan y un rango de valores aproximados de estos porcentajes de pérdida.

Mengual, P. y col. (2006) analizaron “La evolución del fondo del embalse pueblo viejo en Maracaibo, Venezuela”; mediante la observación y el estudio de la batimetría del embalse para los años 1956 y 2002, se verificó de esta manera que en los planos de batimetría existía una variación significativa en las curvas de nivel y variaciones de las cotas de terreno lo que afecta significativamente la vida útil y mantenimiento

del embalse. Contribuyendo en la investigación a establecer criterios al momento de comparar batimetrías anteriores con las de estudios recientes, obtenidas para actualizar las curvas área – nivel – capacidad de los embalses de la cuenca del río Unare.

Laiz, O. y col. (2013) buscaron analizar “La pérdida de la capacidad de almacenamiento debido a los procesos de sedimentación en embalses de La Habana, Cuba”. Se realizó una investigación de campo analizando las distintas causas y sumando datos referidos al proceso de sedimentación tales como: la edad promedio de los embalses, la pérdida de su capacidad anual y la tasa de sedimentación de las cuencas lo que dio como resultado una significativa pérdida en la capacidad del embalse y el adecuado funcionamiento de los mismos. Contribuyendo a esta investigación con el cálculo de la tasa de sedimentación y la pérdida de la capacidad anual de los embalses de la cuenca del río Unare.

2.2 Marco referencial

La cuenca hidrográfica del río Unare abarca los municipios Miranda, Mac Gregor, Zaraza, Cagigal, Aragua, Piritu, Peñalver, Guaribe, Bruzual y Ribas, en una superficie de 3.200 km² que representa el 2,4% de la extensión territorial Venezolana. Su principal punto hidráulico el río Unare, nace a 5 km de Pariaguán y toda la longitud de su sinuoso recorrido constituye el límite entre el estado Guárico y el estado Anzoátegui. También destacan el río Ipire, Quebrada Honda, Quebrada El Pescado, Quebrada Salsipuedes, entre otras. Véase figura 1.

El Río Unare

En este río desaguan varios ríos: río Aragua, río Guerre, río Quebrada Honda, río Ipire, río Guanape, río Guaribe y el río La Encantada.

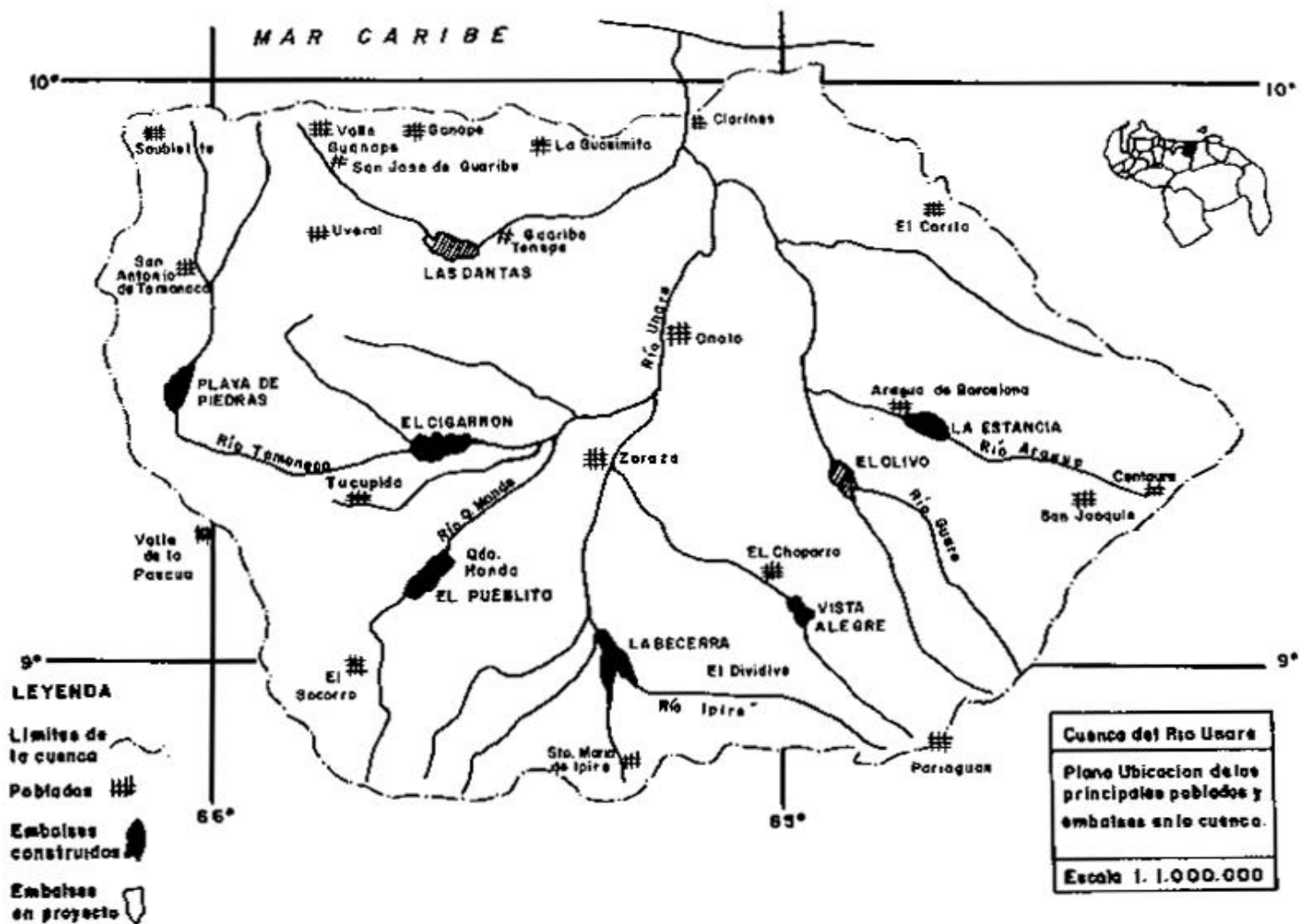


Figura 1. Cuenca del río Unare.

A continuación se expone la información recolectada sobre los embalses El Cigarrón, El Pueblito, La Becerra, La Estancia, Tamanaco, y Vista Alegre.

2.2.1 Embalse El Cigarrón

Este embalse está ubicado a 26 Kms, al oeste de Zaraza, Estado Guárico, el cual tiene como propósito el abastecimiento de agua potable, riego y control de inundaciones. El propietario de este embalse es M.A.R.N.R. Proyectista: Ing. Hipólito Kwiers R. M.O.P. El constructor fue CANELSA C. A. para la fecha 1974-1978. Devengado un costo de la obra de Bs. 33.000.000,00. Las características de la cuenca son las siguientes: la cuenca principal es el río Unare, el afluente principales es el río Tamanaco, con un área de la cuenca de 3.427 Kms², un escurrimiento medio anual de 155.10 Mm³. El embalse cuenta con una capacidad total de 246.00 Mm³ y capacidad útil 237.88 Mm³, una superficie de embalse de 5.080.00 Has, una vida útil de 100 años. En la presa la tierra es homogénea, una altura de 20.00mts, una longitud de la cresta de 435.00 mts., una pendiente de talud aguas arriba de (4.5:1 y 3.5:1) y aguas abajo de (3.0:1), con un volumen de terraplén de 600.000 m³. El aliviadero es tipo canal de descarga libre, perfil tipo Creager, una longitud de cresta de 25.00 mts., una carga sobre el vertedero de 2.50 mts. Y una descarga máxima de 221.50 m³/seg. Con una obra de toma tipo sumergida con rejilla, conducto, estructura de control, conducto rápido, dissipador y transición y un gasto máximo de 42.30 m³/seg. Los beneficios de este embalse es riego de 2000 Has., mitigación de crecientes y uso recreacional.

Figura 2: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse El Cigarrón ubicada en el estado Guárico en el año 1974, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 350.00 Hm³, un nivel de 57 a 75 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 6000.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 59 m.s.n.m.

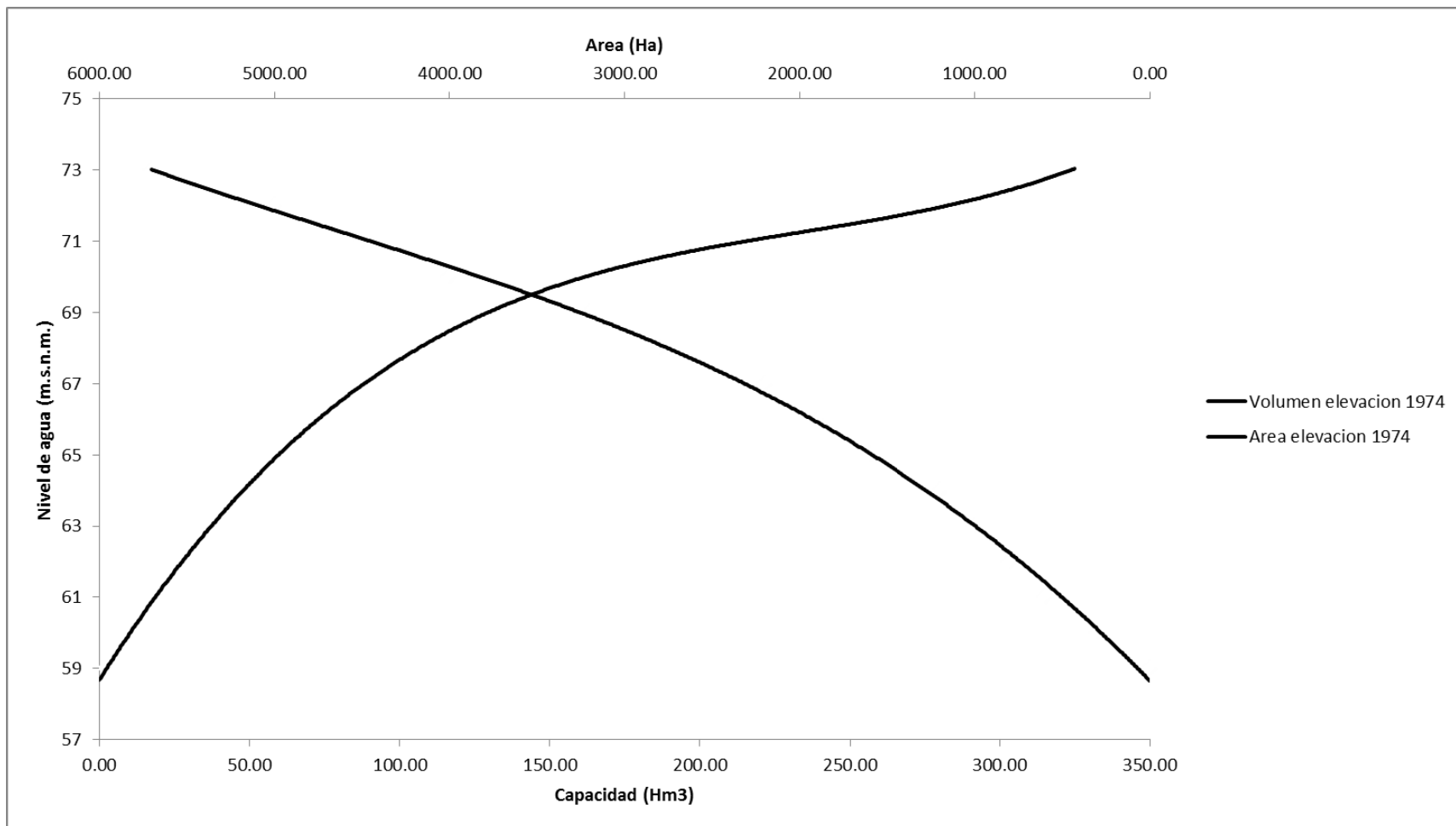


Figura 2. Curva de elevación-área-capacidad El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAM).

2.2.2 Embalse El Pueblito

Este embalse está ubicado a 42 Kms, al oeste de Zaraza, Estado Guárico, con un propósito de riego y control de inundaciones, el propietario es M.A.R.N.R., el proyectista M.A.R.N.R., el constructor es CANELSA- EMEPECA- VIALPA. Para la fecha de 1976-1983 y un costo inicial de la obra de Bs. 114.728.000,00. Las Características de la cuenca son las siguientes, la cuenca principal es el río Unare, el afluente principal es la quebrada Honda, con una area de la cuenca de 1600.00 Kms²., y un escurrimiento medio anual de 159.6 Mm³. El embalse cuenta con la capacidad total de 314.98 Mm³., una capacidad útil de 254.23 Mm³., una superficie de embalse: 4950.00 Has., y una vida útil de 100 años. La presa tiene un tipo de tierra homogénea, la altura máxima de 20.00 mts., una longitud de la cresta de 2160.00 mts., una pendiente de talud de aguas arriba (6.0:1 y 3.0:1) y aguas abajo (6.0:1 y 2.5:1) y un volumen del terraplén de 2.400.000 m³. Aliviadero de tipo vertedero de descarga libre, Perfil OGEE, con una longitud de cresta de 20.00 mts. Carga sobre el vertedero de 1.37 mts. Descarga máxima de 68.20 m³/seg. Con una obra de Toma tipo sumergida con rejilla, conducto a presión, estructura de control, conducto doble, dissipador, transición y canal de salida y un gasto máximo de 65.00 m³/seg. Beneficio de este embalse riesgo de 2030 Has., mitigación de crecientes.

Figura 3: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse El Pueblito ubicado en el estado Guárico en el año 1976, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 400.00 Hm³, un nivel de 60 a 85 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 6000.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 64 m.s.n.m.

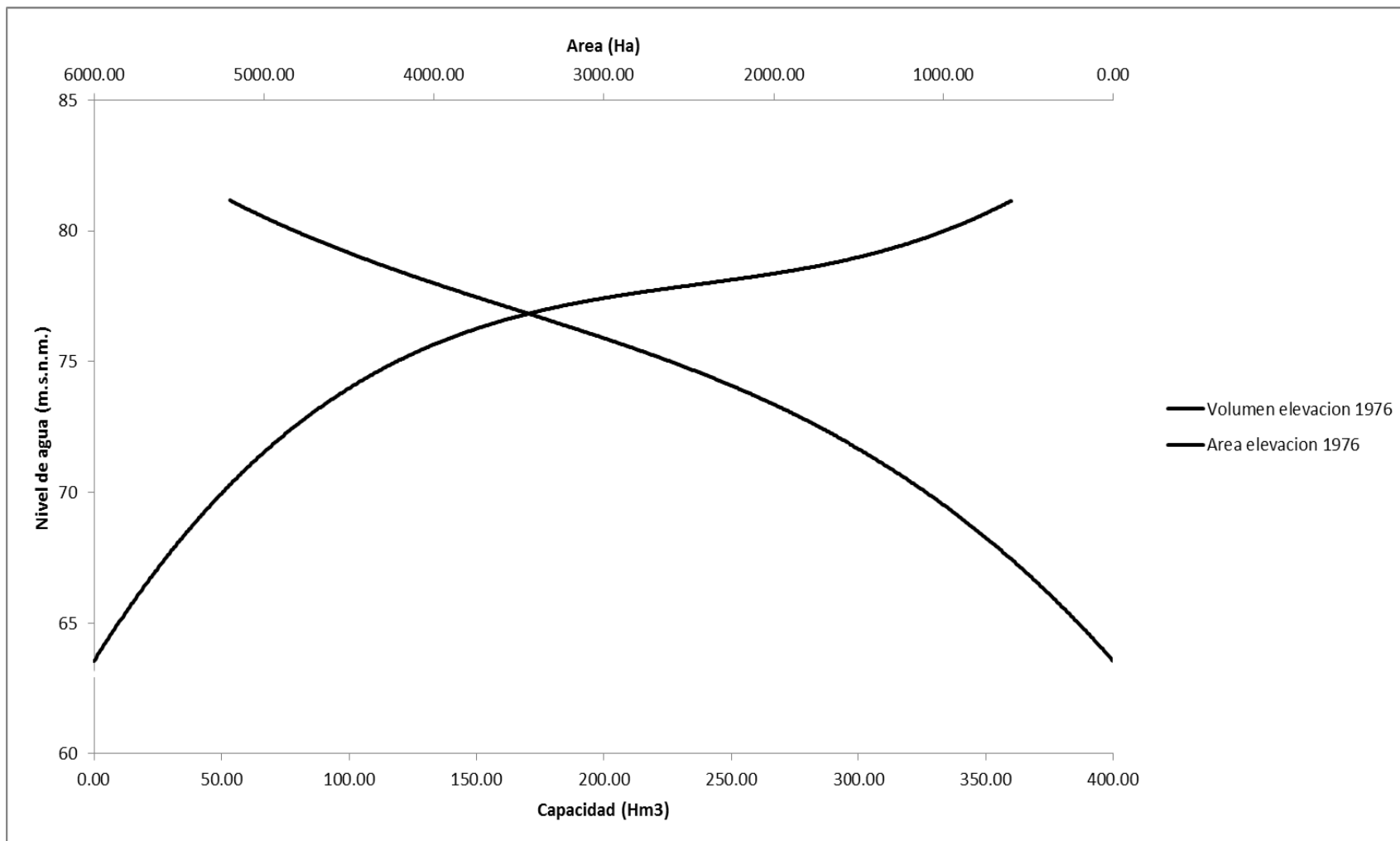


Figura 3. Curva de elevación-área-capacidad El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

2.2.3 Embalse La becerra

Este embalse está ubicado a 36 Kms, de la población de Zaraza, Estado Guárico, el propósito es riego, abastecimiento de agua potable y control de inundaciones, el propietario es M.A.R.N.R. el proyectista fue el Ing. Hipólito Kwiers. El constructor fue PECCA desde el año 1968 hasta el año 1973 con un costo de costo inicial de la obra: Bs. 43.294.000,00. Las características de la Cuenca, cuenta con una cuenca principal Río Unare. Los Afluentes principales son el Río Ipire, Qda. Santa Inés y Santa Lucía, un área de la cuenca de 1637.00 Kms² y un escurrimiento medio anual: 219.90 Mm³. Este embalse tiene la capacidad total de 468.99 Mm³. Una capacidad útil de 456.49 Mm³. Una superficie de embalse de 6624.00 Has. Y una vida útil de 100 años. Esta presa es tipo zonificada de tierra, con una altura máxima de 26.00 mts. Una longitud de la cresta de 2250.00 mts., con una pendiente de talud aguas arriba de 3.5:1 y aguas abajo 3.0:1 y por ultimo un volumen del terraplen de 3.000.000 m³. El Aliviadero es de tipo vertedero libre, de perfil OGEE, longitud de cresta de 30.00 mts. Una carga sobre el vertedero de 1.85 mts. Y una descarga máxima de 171.00 m³/seg. La obra de toma es de tipo Toma sumergida con rejilla, conducto doble y estructura de control. Y un gasto máximo: 35.50 m³/seg. Los beneficios son el abastecimiento de agua potable para las poblaciones de Zaraza y Santa María de Ipire, riego de 2504 Has.

Figura 4: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse La Becerra ubicada en el estado Guárico en el año 1968, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 600.00 Hm³, un nivel de 60 a 80 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 8000.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 61 m.s.n.m.

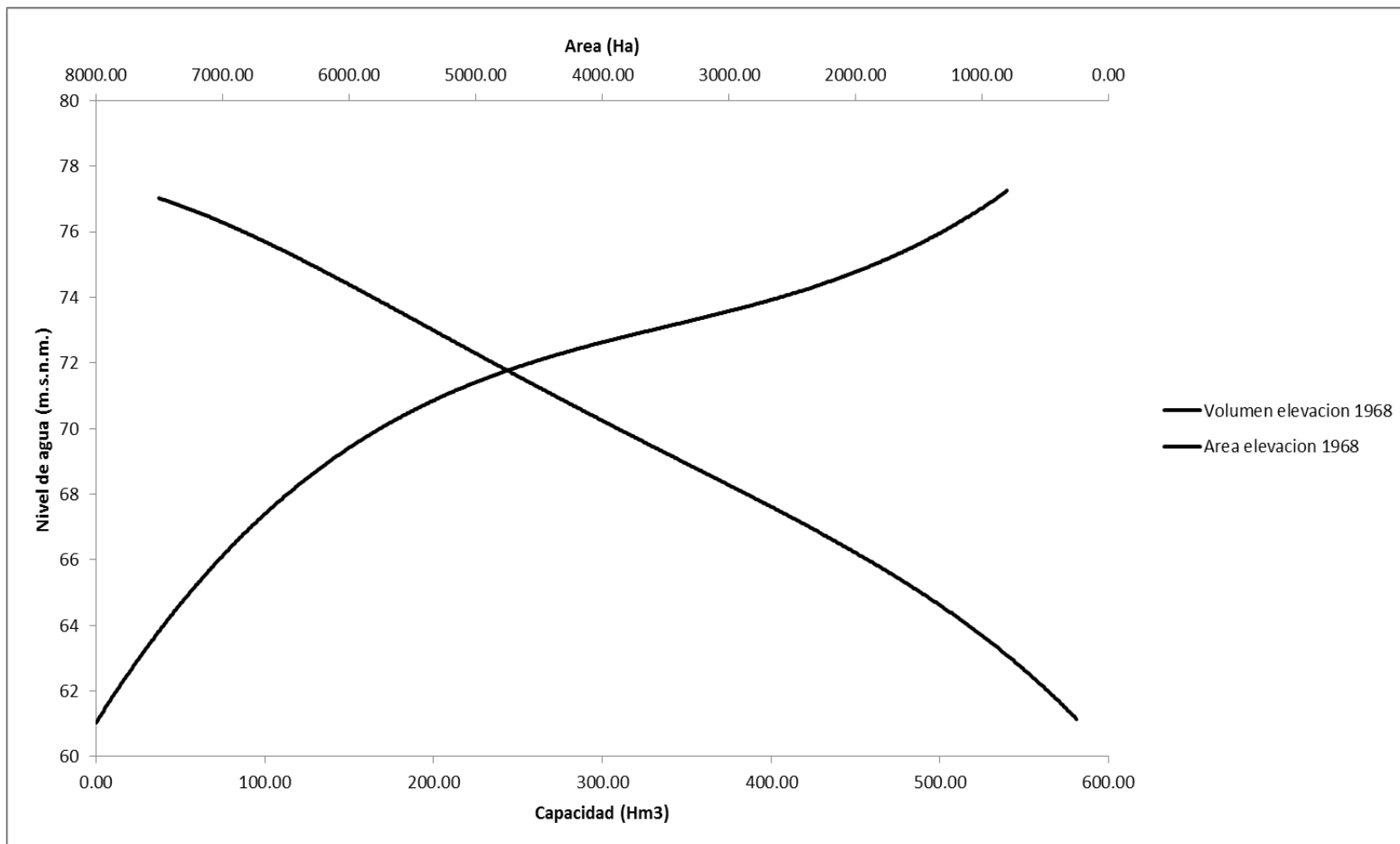


Figura 4. Curva de elevación-área-capacidad La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

2.2.4 Embalse La Estancia

Este embalse se encuentra a 5,5 Kms, sureste de Aragua de Barcelona Estado Anzoátegui, tiene un propósito de riego, control de crecientes, abastecimiento de agua potable para Aragua de Barcelona y recreación, el propietario es M.A.R.N.R., el proyectista es M.O.P. D.G.R.H., el constructor es INTEVEN S.A., este fue construido en el año 1964 hasta la culminación en el año 1967 con un costo inicial de la obra de Bs. 22.500.000,00. Las características de la cuenca son las siguientes: la cuenca principal es el río Unare, los afluentes principales son el río Aragua, Qda. Anaco, el área de la cuenca es de 1.935 Kms². Con un escurrimiento medio anual de 35.40 Mm³. Este embalse tiene una capacidad total de 110.50 Mm³., una capacidad útil de 88.20 Mm³., una superficie de 1.474 Has. Y una vida útil de 100 años. La presa es de tipo Zonificada de tierra, con una altura máxima de 20.00 mts., una longitud de la cresta de 1.462 mts. una pendiente de talud de aguas arriba de 3.0:1, aguas abajo 2.0:1 y un volumen de terraplén de 2.000.000 m³. El Aliviadero es de tipo batea libre perfil OGEE, con una longitud de cresta de 65.00 mts. una carga sobre el vertedero: 3.01 mts. y descarga máxima de 661.00 m³/seg. La obra de toma es de tipo Sumergida con rejilla, conducto a presión, torre de control, conducto disipador y canal de descarga, con un gasto máximo de 5.25 m³/seg. Los beneficios de este son abastecimiento de agua potable para Aragua de Barcelona y Santa Ana, riego, mitigación de crecientes y recreación.

Figura 5: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse La Estancia ubicada en el estado Anzoátegui en el año 1964, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 160.00 Hm³, un nivel de 88 a 106 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 2000.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 90 m.s.n.m.

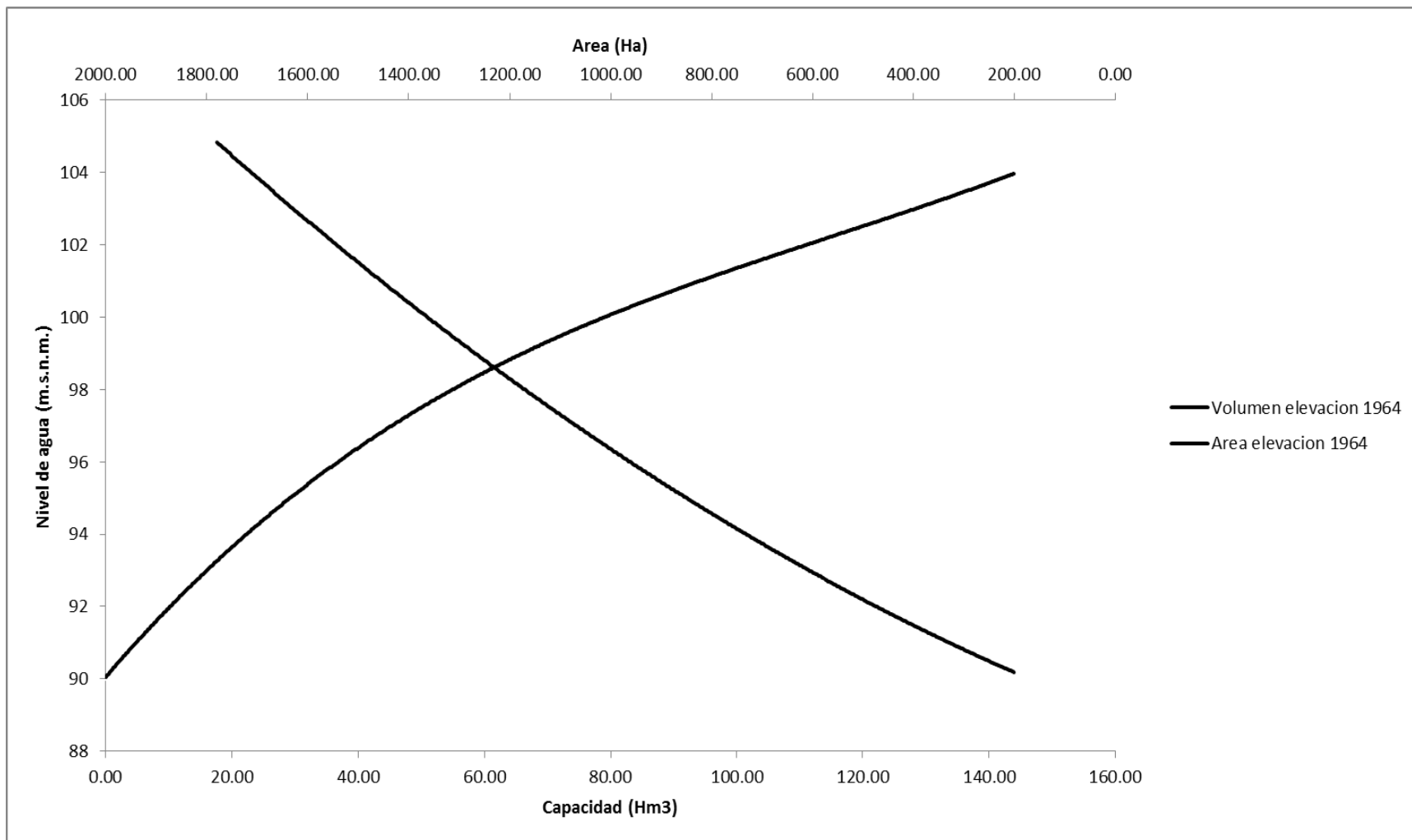


Figura 5. Curva de elevación-área-capacidad La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

2.2.5 Embalse Tamanaco

Este embalse está ubicado a 30 Kms, al noreste de Valle de la Pascua, Estado Guárico, con un propósito de abastecimiento de agua potable, riego y control de inundaciones. El propietario es M.A.R.N.R., el proyectista es M.O.P. y el constructor es ERMO- SANOJA VALLADARES EXCAVADORA a partir del año 1964 hasta el año 1966 que culmina la obra devengando un costo inicial de la obra: Bs. 10.300.000,00. Las características de la cuenca son: la cuenca principal es el río Unare, el afluente principal es el río Tamanaco, el área de la cuenca es de 1054 Kms²., con un escurrimiento medio anual de 129.4 Mm³. Este embalse tiene una capacidad total de 141.06 Mm³, una capacidad útil de 93.07 Mm³, una superficie de embalse de 3628 Has. Y una vida útil de 100 años. La Presa es de tipo tierra homogénea, con una altura máxima de 16.00 mts., una longitud de la cresta de 426.00 mts., una pendiente de talud de aguas arriba de 3.5:1, aguas abajo 3:1 y un volumen del terraplén de 340.000 m³. El Aliviadero es de tipo vertedero de cresta recta, con una longitud de cresta de 30.00 mts., una carga sobre el vertedero de 2.43 mts., y una descarga máxima de 260.00 m³/seg. La obra de toma es de tipo sumergida con rejilla, dos conductos paralelos, con un gasto máximo de 13.00 m³/seg. Con un beneficio de abastecimiento de agua potable a Valle de la Pascua, Tucupido, Chaguaramas y el Socorro. Riego de 688 Has., mitigación de crecientes y uso recreacional.

Figura 6: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse Tamanaco ubicada en el estado Guárico en el año 1964, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 120.00 Hm³, un nivel de 130 a 137 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 3500.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 130 m.s.n.m.

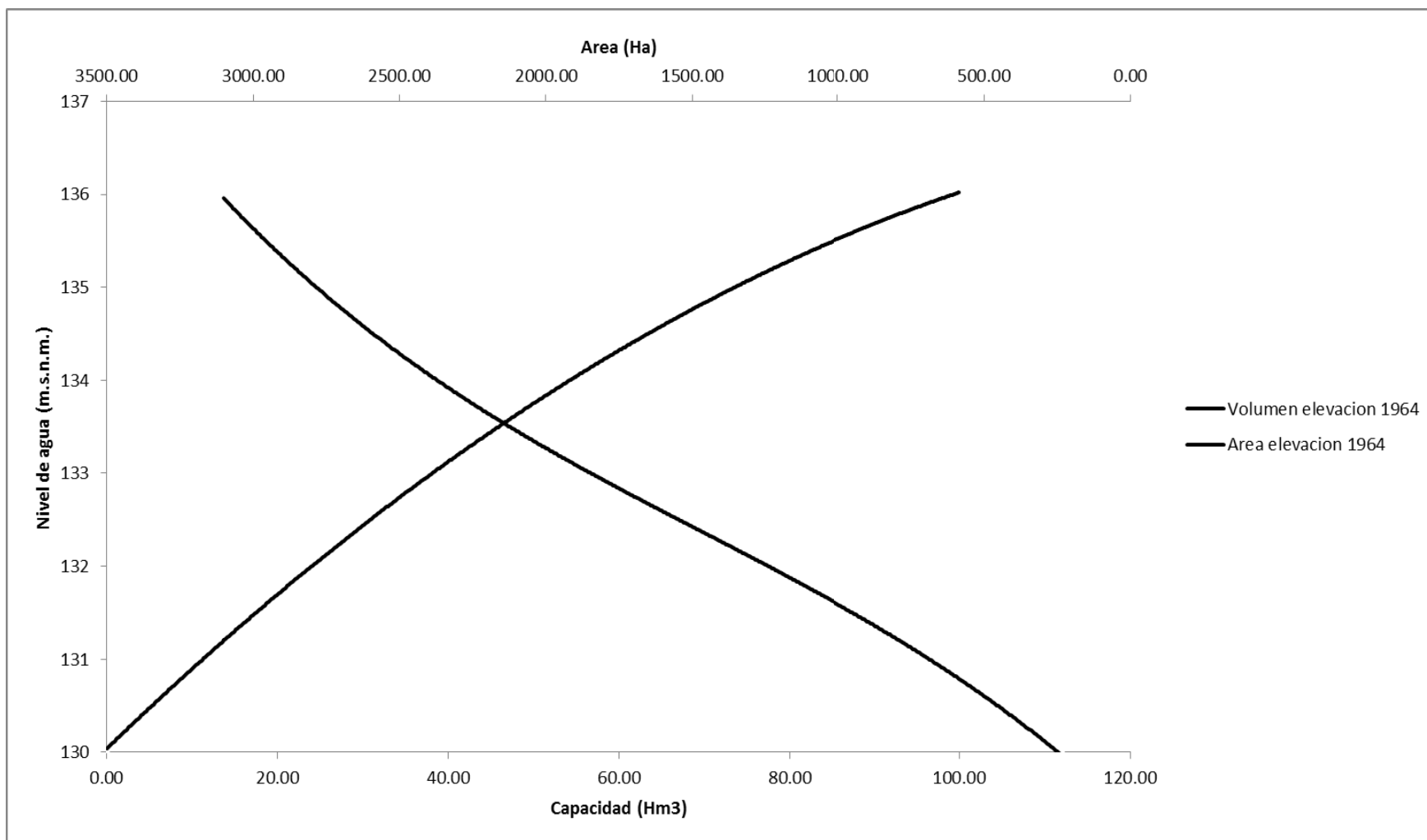


Figura 6. Curva de elevación-área-capacidad Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

2.2.6 Embalse Vista alegre

Este embalse se encuentra a 10.5 Kms, del suroeste de El Chaparro, y a 50 Kms, de Zaraza, Estado Anzoátegui, con un propósito de control de crecientes, abastecimiento de agua potable para El Chaparro y saneamiento de tierras agrícolas, el propietario es M.A.R.N.R., el proyectista es el Ing. Edmundo Ruff, M.O.P. D.G.R.H., el constructor fue RAISA., desde la fecha 1976 hasta su culminación en el año 1978. Co un costo inicial de la obra de Bs. 61.973.000,00. Las Características de la Cuenca son las siguientes: la cuenca principal es el río Unare, el afluente principal es el río Unare, con un area de la cuenca de 354 Kms² y un escurrimiento medio anual de 42.9 Mm³. El Embalse tiene una capacidad total: 49.04 Mm³., una capacidad útil de 36.74 Mm³., un superficie de embalse de 972.50 Has. Y una vida útil de 100 años. La Presa es tipo de tierra homogenea tiene una altura máxima de 19.21 mts., una longitud de la cresta de 1.368.80 mts., una pendiente de talud de aguas arriba 3.0:1 y 4:1; aguas abajo 2.5:1 y un volumen del terraplén de 1.736.500 m³. El aliviadero es de tipo vertedero recto de cresta libre, con una longitud de cresta de 20.00 mts., una carga sobre el vertedero de 1.77 mts., y una descarga máxima de 94.42 m³/seg. La obra de toma es de tipo de toma sumergida tipo jaula con rejillas, conducto circular a presión y válvulas de compuerta, con un gasto máximo de 30.00 m³/seg. Y con unos beneficios de abastecimiento de agua potable a la población de El Chaparro, riego de 384 Has y mitigación de crecientes.

Figura 7: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse Vista Alegre ubicada en el estado Anzoátegui en el año 1976, la cual está comprendida entre una capacidad de 0.00 a 70.00 Hm³, un nivel de 80 a 105 m.s.n.m y un área entre 0.00 a 1200.00 Ha. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 82 m.s.n.m.

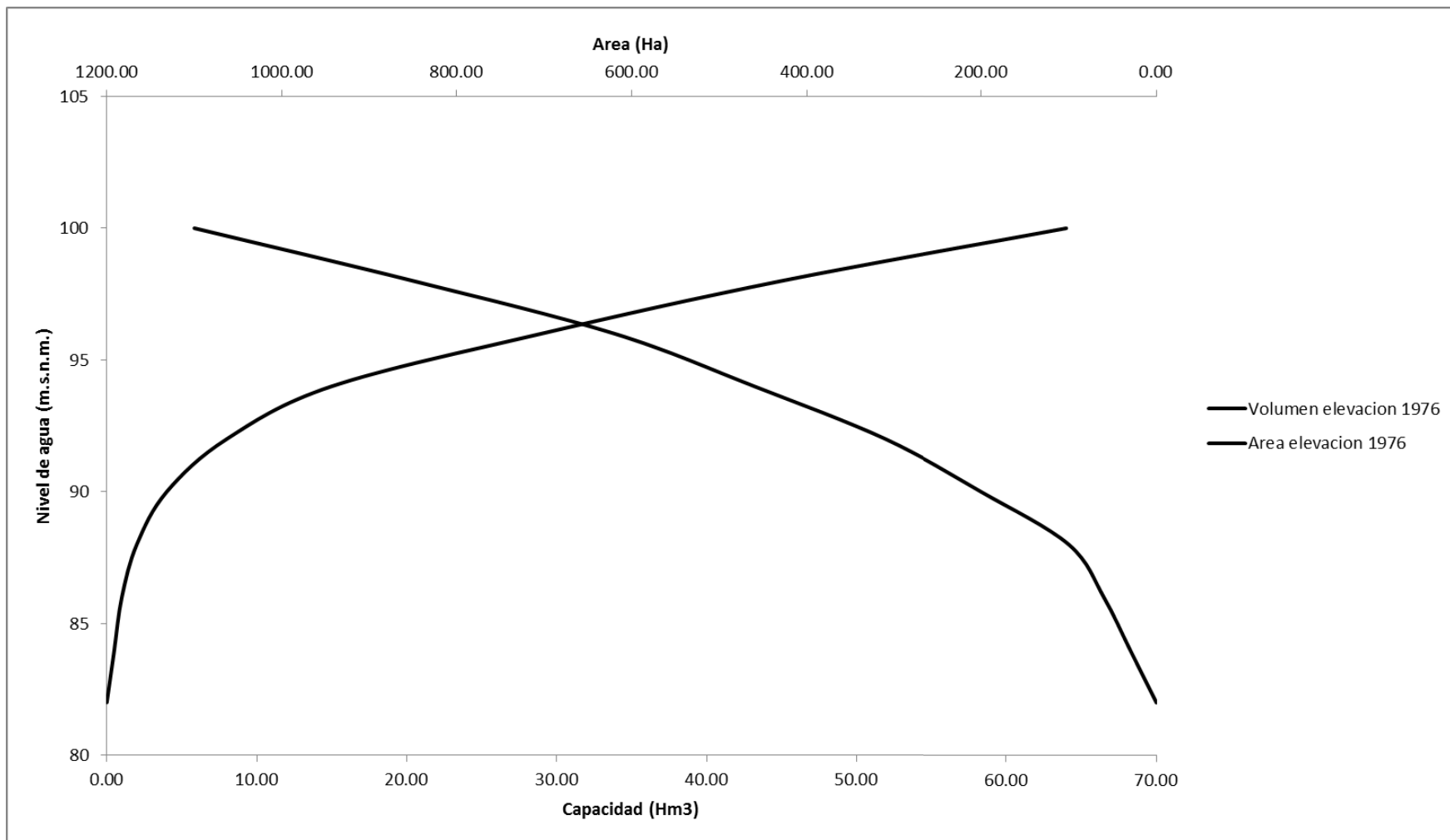


Figura 7. Curva de elevación-área-capacidad Vista alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

2.3 Bases teóricas

Con el objeto de dar rigor científico a la presente investigación se desarrollan sus bases teóricas, a través de la exposición de las definiciones conceptuales, teorías, postulados, cifras, evaluaciones y explicaciones realizadas por expertos y doctrinarios sobre la materia, enfatizando sobre los elementos claves del estudio, los cuales se desglosaran a continuación:

Una Presa es una estructura hidráulica que tiene como finalidad crear un embalse para regular los escurrimientos de un río, o bien, con el propósito de desviar sus aguas fuera de su cauce natural.

2.3.1 Clasificación de las presas

Las Presas se clasifican según su material predominante en:

- **Presas de concreto**
 - Presas de gravedad
 - Presas de arco
- **Presas de Tierra**
 - Presas homogéneas
 - Presas zonificadas
- **Presas de Enrocado**

2.3.2 Elementos de una presa de tierra

- **El dentellón:** Es la fundación de la presa.
- **La pantalla:** Evitan el paso excesivo de agua a través de la fundación.
- **La base:** Extremo inferior que se encuentra en contacto con la fundación.

- **El pie de la presa:** Que es la intersección del talud con la fundación.
- **El núcleo impermeable:** Elemento que evita el paso excesivo del agua a través del cuerpo de la presa.
- **Los espaldones:** Cuerpo de la presa que confina el núcleo y proporciona peso y estabilidad.
- **Los taludes exteriores:** Que pueden ser continuos o interrumpidos por una berma.
- **La cresta:** Extremo superior de la presa, que funciona también como vía vehicular para inspecciones o simplemente como paso.
- **Los filtros:** Elementos que garantizan la transición entre dos materiales con granulometrías diferentes; su funcionamiento es vital para la integridad de la presa.

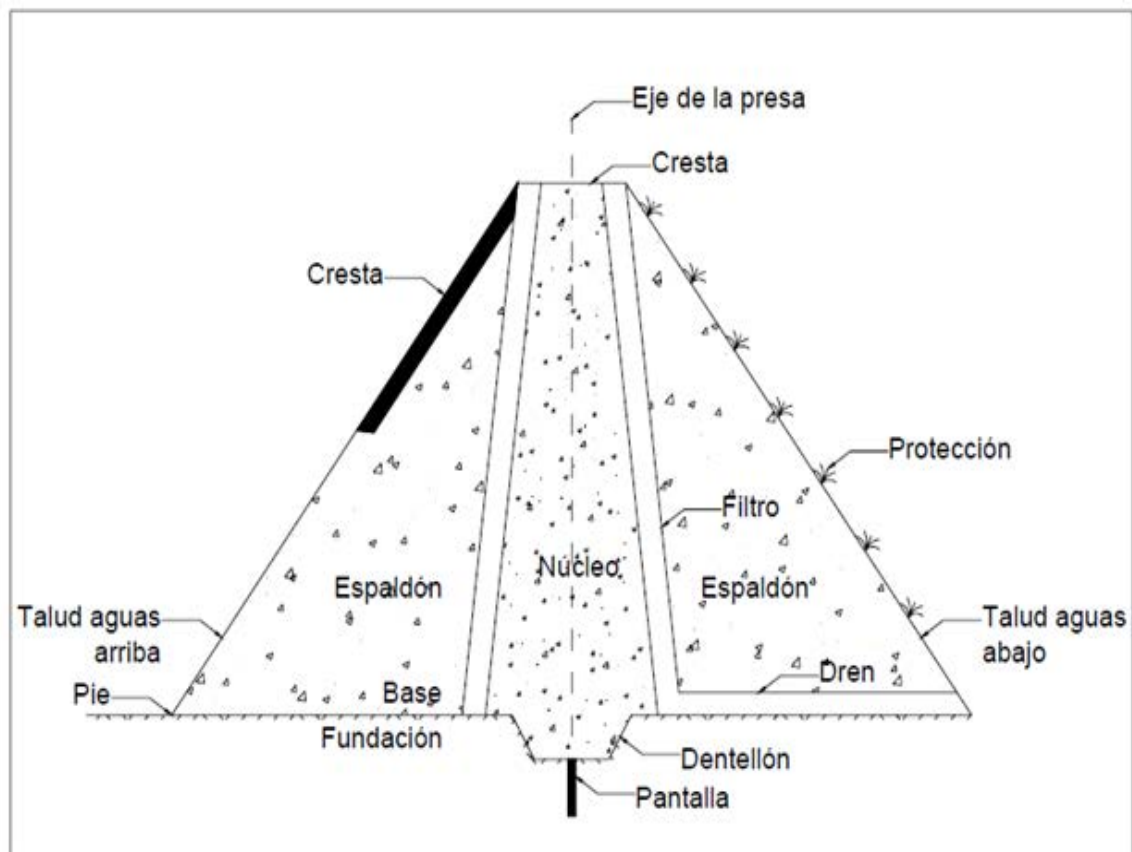


Figura 8. Elementos de una presa de tierra.

2.3.3 Alturas de las presas

En todo embalse existen dos alturas determinadas en las curvas de capacidades, así:

- La altura de aguas muertas, h_1
- La altura de aguas normales, h_2 .

Pero no es aceptable que el agua vierta sobre la presa misma y por lo tanto debemos añadir una altura h_3 que llamaremos borde libre. Entonces la altura total de la presa será:

$$H = h_1 + h_2 + h_3.$$

Ecuación 1. Altura de las presas.

2.3.4 Capacidad total de embalses

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:

$$CT = CS + CMA + CN + CC$$

Ecuación 2. Capacidad total de embalses desglosada.

$$CM = CS + CMA$$

Ecuación 3. Capacidad muerta.

$$CO = CN + CC$$

Ecuación 4. Capacidad total de operación.

$$CT = CM + CO$$

Ecuación 5. Capacidad total de embalses.

Dónde:

- **Capacidad total de operación (CO):** Es el espacio dentro del cual se mueven las aguas y está constituida por las dos componentes siguientes:
 - **La capacidad de control (CO):** 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.
- **Capacidad muerta (CM):** Es 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. está constituida por las dos componentes siguientes:
 - **Capacidad para sedimentos (CS):** 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.

- **Método de las áreas medias**

Este método consiste en multiplicar las áreas entre 2 secciones transversales, por el promedio de sus áreas para obtener el volumen y da muy buenos resultados cuando se trata de caminos, diques, presa, canales, etc. (B. Austin Barry, pág. 306).

$$V = L \frac{(A_1 + A_2)}{2}$$

Ecuación 6. Volumen mediante áreas medias.

Dónde:

- V = Volumen (m³)
- A = Áreas de las secciones transversales (m²)
- L = Distancia entre las secciones (m)

2.3.5 Niveles de un embalse

- **Nivel de aguas normales (NAN):** Corresponde al nivel al cual se almacena el volumen requerido para lograr la regulación necesaria del río embalsado. Coincide con la coronación del cimacio o vertedero; los excedentes de aguas a no embalsar serán vertidos a través de esta estructura.
- **Nivel de aguas máximas (NA Max):** Es el máximo nivel que en condiciones seguras pueden alcanzar las aguas en el embalse. Este nivel se obtiene al transitar por el embalse la creciente de diseño.
- **Nivel de aguas muertas (NAM):** Es el nivel máximo estimado que alcanzan los sedimentos a pie de presa, y el cual indica la vida útil de la presa. Las

descargas de fondo contribuyen a alargar la vida útil del embalse, extrayendo los sedimentos (V_m) depositados al pie del talud.

- **Borde libre (BL):** Es la altura entre el nivel de aguas normales y el nivel de cresta, que se le proporciona a la presa, como factor de seguridad para crecientes mayores a las proyectadas, y también para evitar que el oleaje producido por el viento supere la altura de la presa.

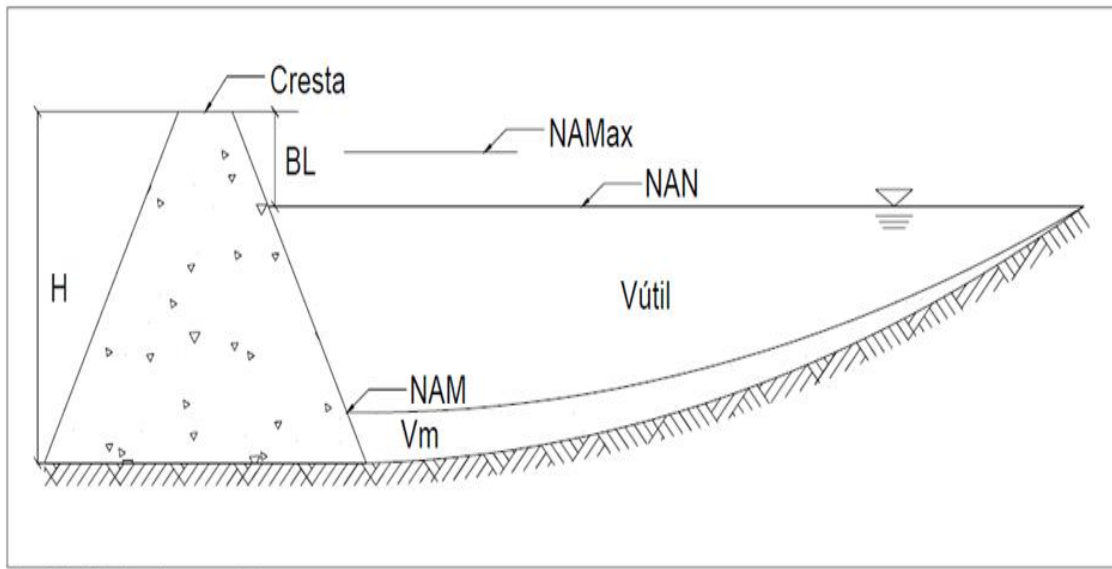


Figura 9. Niveles de un embalse.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

El marco metodológico incluye los procesos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos. (Balestrini, 1998; Hernández et al 2010).

En el presente capítulo se definirá cual es el proceso a seguir en cuanto al abordaje del objeto de estudio, se planteará el tipo de investigación y el diseño de la misma, la recolección de los datos y que tipo de instrumentos se utilizarán con el fin de determinar qué estrategia de enseñanza logran un aprendizaje significativo sobre la capacidad de almacenamiento de los embalses a los estudiantes de Ingeniería civil de la Universidad de Carabobo.

3.1. Tipo de Investigación

La investigación de tipo descriptivo es la que tiene como propósito describir situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

La presente investigación se realizó de tipo descriptiva ya que busca especificar las propiedades relevantes de los 6 embalses del ministerio de eco socialismo y agua de la cuenca del río Unare. Evalúa los diversos aspectos como lo son los componentes y parámetros de diseños, la evolución temporal de las variables de operación, el método para medir el fondo, la curva área – nivel – capacidad actual, la influencia de la acumulación de sedimentos y comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los 6 embalses del ministerio de eco socialismo y agua de la cuenca del río Unare. Desde el punto de vista científico se seleccionaron una serie de embalses para medir cada uno sus características de forma independiente y así lograr describir los aspectos más relevantes en un determinado momento.

3.2. Diseño de la Investigación

La investigación no experimental es la que se utiliza para observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En esta investigación no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los objetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

En una investigación no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En esta investigación las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

El diseño de la presente investigación será de tipo no experimental ya que se busca identificar y comparar la capacidad de almacenamiento de los 6 embalses del ministerio de eco socialismo y agua de la cuenca del río Unare, también se habla de este tipo de diseño, ya que se midieron los embalses sin alterar las variables de funcionamiento del mismo.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

La totalidad de la investigación está integrada por los diecisiete (17) embalses de la cuenca del río Unare que se encuentra en la región centro-nororiental de Venezuela, abarcando parte importante de los Estados Guárico y Anzoátegui, que incluye los embalses el Medano, el Guayacal, Taparito, el Andino, el Cuji, Santa Clara, Guayamacal, Santa Rosa, Tucupido, el Corozo, la Tigrita, el Cigarrón, el Pueblito, la Becerra, la Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.

3.3.2 Muestra

Con la finalidad de recoger información cuidadosamente seleccionada, como subconjunto de la población se aplicara el método de selección de muestreo de tipo no probabilístico, ya que la elección de los elementos no va a depender de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de los que hacen la muestra. (Hernández, Fernández y Baptista 2010).

La muestra a estudiar consta de seis (6) embalses administrados por el ministerio de eco socialismo y agua de la cuenca del río Unare en Venezuela los cuales son: el Cigarrón, el Pueblito, la Becerra, la Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.

3.4 Fases de la investigación

A continuación se describe el conjunto de fases o etapas que se seguirán para el desarrollo de este trabajo de investigación.

3.4.1 Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare.

Para dar respuesta a esta fase se lleva a cabo una serie de estrategias de investigación, con la intención de incrementar los conocimientos sobre los aspectos y

parámetros de construcción de cada uno de los embalses en estudio. Mediante la solicitud de información a organismos públicos; tales como, oficinas del Ministerio del Poder Popular para Eco socialismo y Aguas, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Frente Nacional Hidrológico Simón Bolívar, Ministerio del Poder Popular de Planificación, Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, Hidro Caribe, Geo-portal Simón Bolívar, además de visitas a los embalses. La información a recopilar se muestra en la siguiente tabla. 1.

Tabla 1. Fuente obtención de información.

FUENTE	INFORMACIÓN	CONTENIDO	USO
Hidrocaribe C.A (2014)	Mapa Geográfico	Mapa referencial de la cuenca del río Unare.	Detallar la ubicación geográfica y los límites de los embalses.
Ministerio del ambiente (MINAM) (1977)	Embalses adscritos al ministerio del ambiente	Información específica de cada embalse.	Obtener las curvas área - nivel - capacidad
Hidrocaribe C.A. (2014)	Embalses hidrológicas	Información específica de cada embalse.	Conocer los detalles de los embalses
Ministerio del ambiente (MINAM) (1977)	Embalses adscritos al ministerio del ambiente	Información específica sobre los componentes que forman parte de los embalses como la presa, el aliviadero y la Obra de toma.	Identificar las los parámetros de diseño de los componentes del embalse.
Ministerio del ambiente (MINAM) (1977)	Embalses adscritos al ministerio del ambiente	Curva Área-Capacidad De Diseño de los Embalse.	Análisis de volúmenes de diseño.
Ministerio del Poder Popular para el ambiente.	Ficha Técnica	Detalles Técnicos-Históricos de los Embalse.	Datos de referencia de diseño de los embalse
Hidrocaribe C.A. (2001)	Ficha Técnica	Información Actualizada de los Embalse.	Comparar información de diseño y la actual.

3.4.2 Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare.

En esta fase de la investigación se elabora la curva de variación temporal de capacidades de los embalses de la cuenca del río Unare, la cual consiste en graficar la capacidad de cada embalse entre los años 1999 y 2015.

A través del satélite landsat 7 se obtienen las imágenes de cada embalse en los años de estudio, para luego calcular con el programa arcgis su área e ingresar con esta en su curva área – nivel – capacidad de diseño y así adquirir las capacidades de cada embalse. A continuación se muestra un procedimiento detallado para la realización de esta fase.

- **Elaboración de las Curvas de variación temporal de volúmenes.**

Para realizar estas curvas, se cuenta con una aplicación distribuida por Microsoft Office para hojas de cálculo, llamada Excel. A continuación se describen los pasos para realizar el procedimiento:

- En la página web <http://earthexplorer.usgs.gov/>, buscar la zona de estudio en el mapa terrestre, una vez encontrada dar clic para marca esta zona.

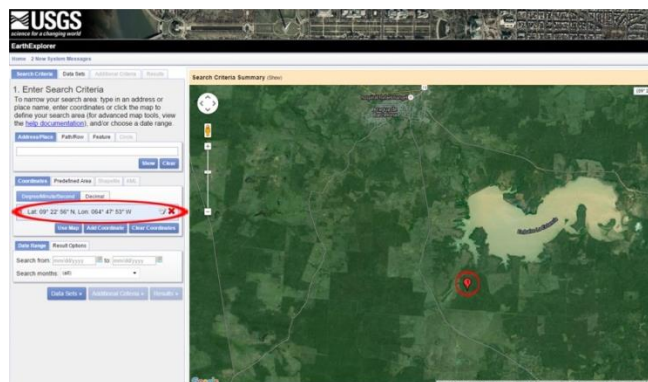


Figura 10. Seleccionando zona de estudio.

- En la pestaña de la parte superior, seleccionar data sets, buscar landsat archive y tildar las 2 casillas de L7 ETM, por ultimo dar clic en results.

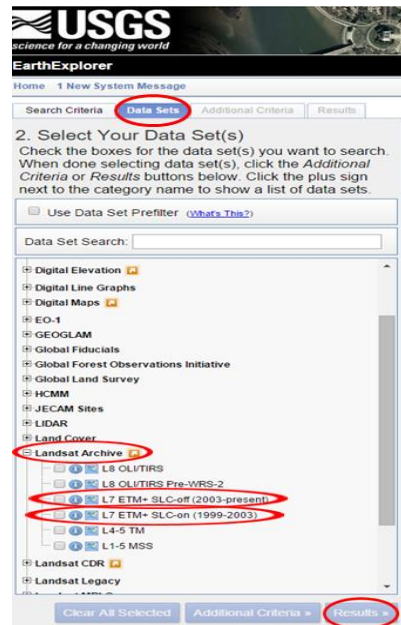


Figura 11. Seleccionando archivo de datos.

- Buscar una imagen en la cual se visualice la zona de estudio, descargarla con la opción descargar.



Figura 12. Pre-visualización de imágenes satelitales.

- Iniciar arcmap, en la ventana de catálogo buscar la imagen satelital y arrastrarla hasta la tabla de contenido.
- En la ventana de catálogo, dar clic izquierdo sobre la carpeta destinada para los polígonos de los embalses, seguido de new-shapefile.

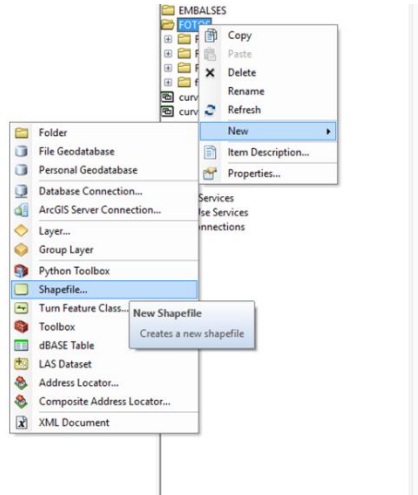


Figura 13. Creando nueva capa.

- En la ventana emergente colocar nombre del polígono, cambiar de punto a polígono y elegir el sistema de coordenada de trabajo, para crear el polígono dar clic en ok.

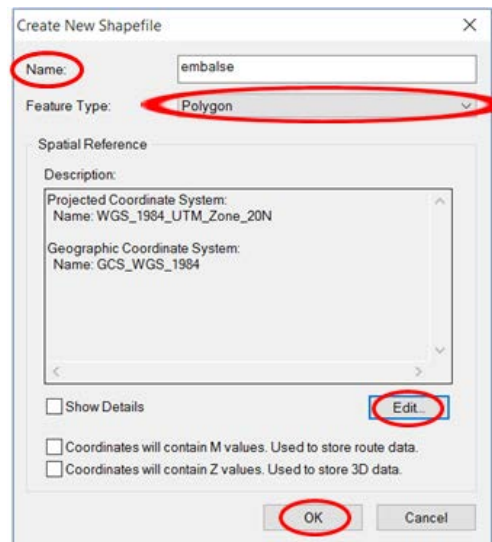


Figura 14. Creando polígono.

- En la barra del editor, seleccionar iniciar edición. Aparecerá una ventana, seleccionar el nombre de nuestro de polígono y en la parte inferior de esta seleccionar polígono.

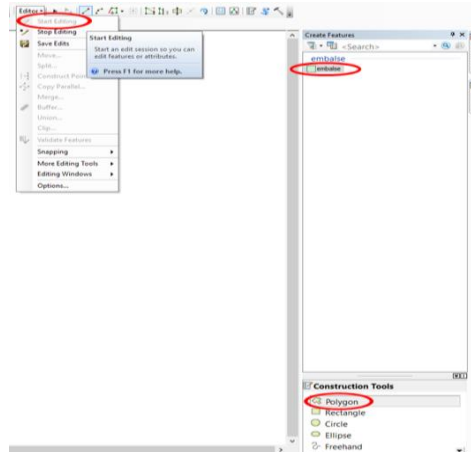


Figura 15. Edición de polígono.

- Crear el polígono dando clic sobre el borde del embalse en la foto satelital. Una vez terminado, con clic izquierdo seleccionar la opción finish sketch, para luego en la barra de edición terminar la edición.
- En arctoolbox-spatialstatisticstools- utilities- calculateareas, aparecerá una ventana, seleccionar el polígono y el destino donde se quiere guardar la tabla de área, dar clic en ok.

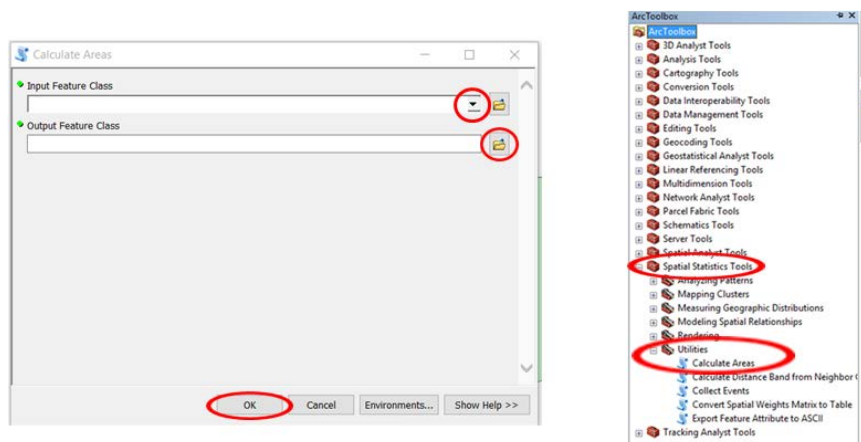


Figura 16. Calculando área.

- Buscar la tabla de área en la tabla de contenido, con clic izquierdo seleccionar abrir tabla de atributos y copiar el área.
- En Excel crear una tabla de 4 columnas (año, área, nivel, volumen). Copiar el área en la columna de áreas correspondiente a cada año.
- Entrar en la gráfica área-nivel-capacidad original con el área calculada, buscar el nivel que corresponde a esta, para posteriormente con este nivel buscar el volumen del embalse para cada año.
- Crear un gráfico, colocar en el eje “x” los años y en el eje “y” su correspondiente volumen.

3.4.3 Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare.

Para medir el fondo de los embalses de la cuenca de río Unare 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
Hidrocaribe C.A.	Sistema de Estratificación cuenca del río Unare	Escala 1:10.000. Coordenadas UTM	Para planificar el itinerario de navegación sobre los embalses
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 de los embalses
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 de los embalses

3.4.3.1 Cartas topográficas

Las cartas topográficas empleadas para delimitar el área de inundación de los embalses 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, las cuales se señalan en la tabla 3.

Tabla 3. Cartas topográficas.

Cartas topográficas			
6943	7044	7145	7245
6944	7045	7146	7343
9645	7142	7242	7344
7042	7143	7243	
7043	7144	7244	

3.4.3.2 Método aplicado

El método aplicado para medir el fondo de los embalse en estudio fue la realización de un levantamiento batimétrico que arroja la ubicación geográfica, el nivel de la superficie del agua y la profundidad de los puntos. Para luego mediante arcgis crear un plano batimétrico, las curvas de nivel del fondo del embalse y 2 perfiles transversales en los 2 alineamientos más significativos, correspondiente a cada uno de los embalses. A continuación se describen los equipos y pasos a seguir para su obtención:

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 Hidrocaribe).
- Guantes.

3.4.3.3 Metodología empleada

Mediante los planos de los embalses suministrados por Hidrocaribe se realizó la planificación del itinerario de navegación, con la finalidad de realizar las mediciones de la manera más óptima; midiendo los puntos más estratégicos ahorrando el mayor tiempo posible, procediendo a seguir los pasos descritos a continuación:

Con la utilización del GPS ubicar el punto donde se desea realizar la medición a través de su coordenada geográfica, se toma anotación de dichas coordenadas y la elevación de la superficie del agua indicada de igual manera por el GPS. Encerar el contador bajando el winche hasta que la barriga de la pesa toque a penas el agua; luego se continúa bajando hasta que la guaya del winche se afloje indicando que la pesa tocó fondo y se toma la anotación de la profundidad registrada.

3.4.3.4 Itinerario de campo

Se realizaron 8 visitas a los embalses de las cuales se descartaron dos (2) por inconvenientes de campo, obteniéndose así un total de 654 mediciones. El itinerario se muestra a continuación:

- Primera visita: Realizada el día 10 de Septiembre del año 2014 al embalse La Estancia en el estado Anzoátegui, se observó un día soleado y caluroso, se iniciaron las mediciones a los 8:40 am lográndose obtener un total de 136.

- Segunda visita: Realizada el día 11 de Septiembre del año 2014 a las 8:30 am al embalse La Becerra en el estado Guárico, se observó un día entre nublado y lluvioso, lográndose medir 104 puntos.
- Tercera visita: Efectuada el día 13 de Septiembre de 2014 a las 10:00 am por problemas de clima, pero finalmente fue un día soleado, midiendo 91 en el embalse El pueblito en el estado Guárico.
- Cuarta visita: Efectuada el 29 de septiembre de 2014 a las 9:00 am con un día soleado se midieron 97 puntos del embalse El Cigarrón en el estado Guárico.
- Quinta visita: Día 30 de Septiembre de 2014 a las 8:45 am al embalse Tamanaco en el estado Guárico, obteniéndose 150 puntos con un día soleado.
- Sexta visita: Día 2 de noviembre de 2014 a las 9:10 am al embalse Vista alegre en el estados Anzoátegui, donde se obtuvieron los 76 puntos restantes de un día parcialmente nublado.

3.4.3.5 Creación de curvas de nivel

Para este paso se hace necesario el uso del software arcmap. A continuación se describen los pasos para realizar este procedimiento:

- Se inicia arcmap, después debe hacer click en “add XY data”, en la ventana emergente, debe buscar nuestro archivo con la batimetría y abrir la hoja en la cual están las coordenadas. Elija el sistema de referencia “WGS84 zona 20”.
- Con la herramienta “createtin” (arctoolbox-3d analysttools–data management-tin-createtin) se crea el modelo de elevación del embalse. En el icono de la carpeta, se coloca la dirección y nombre del tin. Se debe colocar el sistema de referencia geográfico en el segundo icono. Por último se agrega con el símbolo de mas los puntos de la batimetría.
- Con la herramienta “surfacecontour” (arctoolbox-3d analysttools–triangulatesurface- surfacecontour) se crean las curvas de nivel. En el

primer recuadro cargar el TIN, en el segundo donde se guardaran las curvas y por último, en el tercer cuadro colocar el intervalo entre curvas de nivel.

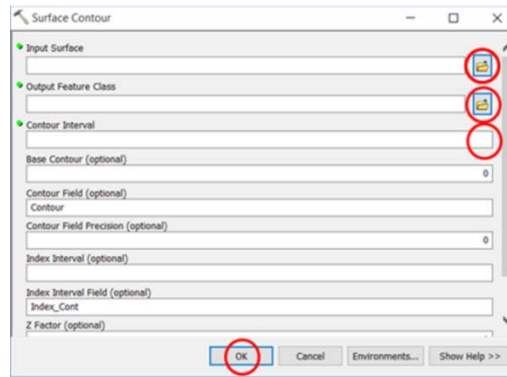


Figura 17. Creación de curvas de nivel.

3.4.3.6 Creación de perfiles transversales

Para representar la elevación del terreno de los embalses de la cuenca del río Unare, se crearon secciones transversales en 2 alineamientos 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. Como se muestra a continuación:

- Abrir el archivo de Arcgis de las curvas de nivel de cada embalse, dando clic derecho en el panel de catálogo crear un nuevo shapefile de poli línea con nombre perfiles.
- En el panel contenido ubicar el shapefile perfiles y con clic derecho seleccionar open attribute table.
- Agregar un campo a la tabla dando clic en “add field”, en la ventana emergente colocar el nombre de perfiles, en tipo seleccionar “text” y en precisión dieciocho (18).

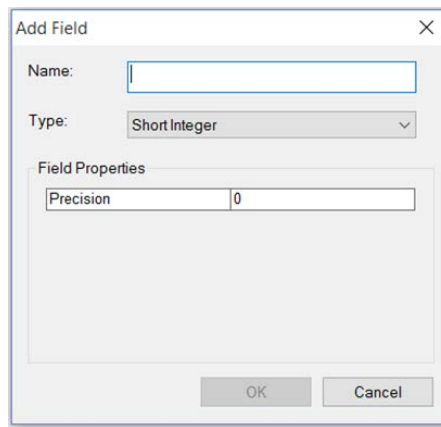


Figura 18. Agregar campo.

- Nuevamente dando clic derecho sobre perfiles seleccionar “edit features” y luego “stat editing”.

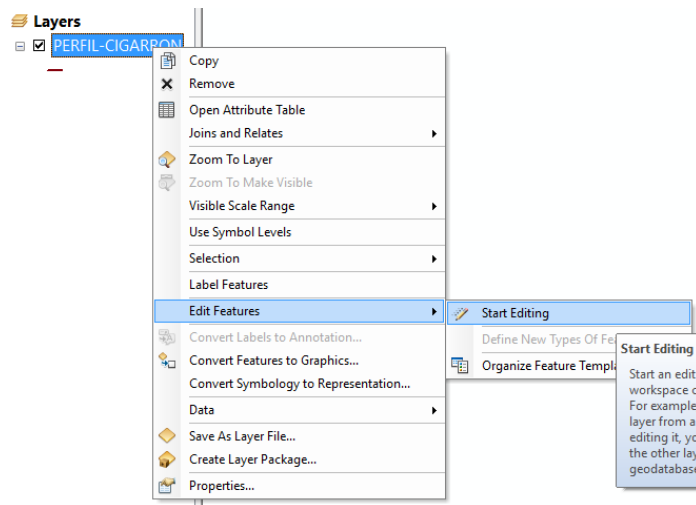


Figura 19. Iniciar edición.

- Crear los alineamientos en los lugares que se desea realizar el perfil transversal y finalizar la edición.
- Hacer clic en el icono “ArcToolBox”, seleccionar “3D Analyst Tools”
 - “Functional Surface” y clic en la herramienta “Interpolate Shape”.

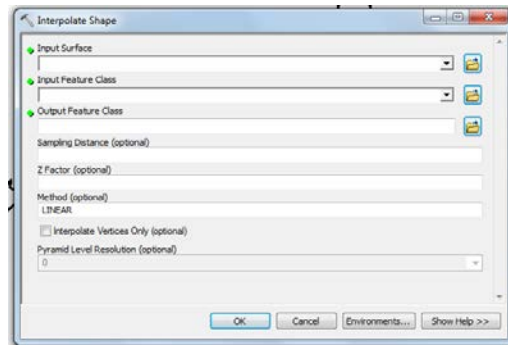


Figura 20. Interpolador campo.

- Añadir la superficie de curvas de nivel y la capa de perfiles, guardar en la Carpeta de disco local C y seleccionar OK.
- Seleccionar el perfil del cual se desea obtener la representación de la sección transversal y hacer clic en el icono “Profile Graph”.
- Hacer clic derecho sobre la sección generada y seleccionar la opción “Export”.

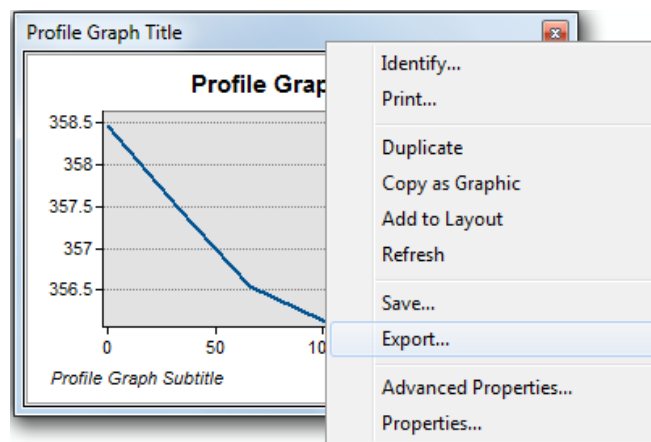


Figura 21. Perfiles transversales arcgis.

- 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.

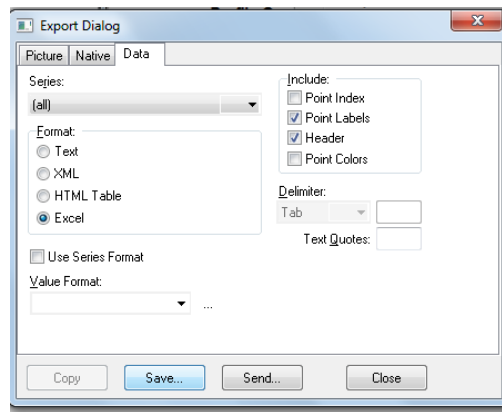


Figura 22. Exportar dato.

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 perfil.

3.4.4 Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare.

- **Transformación de Coordenadas Geográficas a Coordenadas XY UTM**

Existen algoritmos ya programados con las ecuaciones de proyección. Entre los software que se encuentran disponibles, se utilizará UTMv.2007.12. A continuación se describirán los pasos para el uso del programa:

- Se debe crear un fichero de puntos de entrada en formato .txt. En el cual deben digitarse los datos, separándolos por espacios o punto y coma. Cuando se trata de SCG en grados, minutos y segundos, deben tener el siguiente orden: <NºPunto><+/- long_grado><long_min><long_seg><+/- lat_grado><lat_min><lat_seg><+/- para E/W y +/- para N/S y añadir el valor <Nº Huso>.

Sin título: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
1	-64	47	50.9	+9 25 6.8 20
2	-64	47	49.7	+9 25 7.8 20
3	-64	47	46.7	+9 25 6.7 20
4	-64	47	42.4	+9 25 4.4 20
5	-64	47	37.3	+9 25 0.9 20
6	-64	47	30.8	+9 24 57 20
7	-64	47	26.2	+9 24 54.3 20
8	-64	47	22.5	+9 24 51.7 20
9	-64	47	17.2	+9 24 49.9 20

Figura 23. Fichero de puntos de entrada.

- En el menú Sistemas de Referencia de la ventana de cálculo del programa, es necesario elegir el elipsoide de referencia para los cálculos. Para este caso se seleccionará WGS84.
- En el menú Configurar, de la ventana de cálculo del programa, se hace clic en Formato de salida de ficheros. Posteriormente en el cuadro Separador de Valores, se debe activar la opción Ancho fijo, con espacios. En el cuadro Incluir, hay que activar Cabecera y factor de escala. Y luego en el cuadro Decimales, se deja la configuración por defecto.
- En el menú Archivo, se hace clic en la opción Transformar entre UTM/Geo/XYZ.
- En la ventana emergente Transformar Ficheros; en el Cuadro Coordenadas de Entrada, se debe activar Geográficas y en Coordenadas de Salida se debe activar UTM. Posteriormente se hace clic en Continuar.
- En la ventana Geo a UTM, seleccione aceptar la configuración preestablecida relacionada con el elipsoide de referencia y los decimales de salida.
- En la ventana Geo a UTM: Debe seleccionar fichero de coordenadas Geo en WGS84, para luego navegar hasta la carpeta donde se encuentra el archivo "Puntos.txt", Seleccione Abrir.

- En la ventana Geo a UTM: Se debe guardar el fichero de coordenadas UTM en WGS84, digite un nombre para el fichero de salida, por ejemplo “PuntosWGS84.txt”, y presione el botón Guardar. El fichero de salida lucirá como sigue:

	A	B	C	D	E	F	G
	N	Xutm(m.)	Yutm(m.)	Zutm(m.)	Factor escala	N Huso	Norte(1)/Sur(-1)
1	1	302634.1475	1041633.793	94.3	1.000081865	20	1
2	2	302670.9173	1041664.331	90.21	1.000081686	20	1
3	3	302762.2739	1041630.063	90.49	1.00008124	20	1
4	4	302893.1047	1041558.721	92.9	1.000080602	20	1
5	5	303048.155	1041450.385	94.1	1.000079847	20	1
6	6	303245.8575	1041329.54	93.35	1.000078884	20	1
7	7	303385.7802	1041245.864	93.36	1.000078203	20	1
8	8	303498.2598	1041165.401	92.74	1.000077657	20	1
9	9	303659.682	1041109.269	92.72	1.000076872	20	1
10	10	303817.9437	1041031.646	93.59	1.000076104	20	1

Figura 24. Fichero de puntos de salida.

- **Creación de poligonal del embalse**

Para realizar este procedimiento se utilizó un programa informático que muestra un globo virtual el cual permite visualizar cartografía múltiple, con base en la fotografía satelital, En este caso Google Earth. Además de una página que convierte archivos de .kmz a .gpx. Así como Mapsource un software que convierte archivos de .gpx a .txt, para poder ser abierto en Excel. Y por último arcgis para de esta manera crear el polígono. A continuación se describen los pasos a realizar:

- Debe crear una ruta en Google Earth con el borde del embalse, se guardara un archivo .kmz, por ejemplo “La estancia.kmz”.

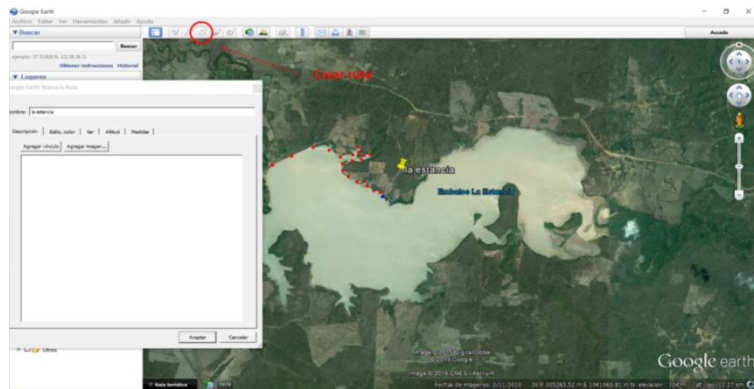


Figura 25. Creando ruta del embalse.

- Luego debe colocar en el navegador de su preferencia la dirección http://www.gpsvisualizer.com/convert_input?form=elevation, en el siguiente cuadro, debe elegir el elipsoide de GPX, hacer click en la opción seleccionar archivo y buscar nuestro archivo “La estancia.kmz”, por ultimo debe dar click en covert.

Figura 26. Transformando extensión de archivo.

- Posteriormente debe descargar el archivo .gpx.
- Debe abrir este archivo con Mapsource y guardarlo en archivo de texto .txt.

- Luego abra el archivo “la estancia.txt” en Excel y seleccione guardar en formato Excel 2003 o menor, para que el programa arcgis pueda leerlo.
- Se inicia arcmap, después debe hacer click en “add XY data”, en la ventana emergente, debe buscar nuestro archivo “la estancia.xls” y abrir la hoja en la cual están las coordenadas. Elija el sistema de referencia “WGS84 zona 20”.

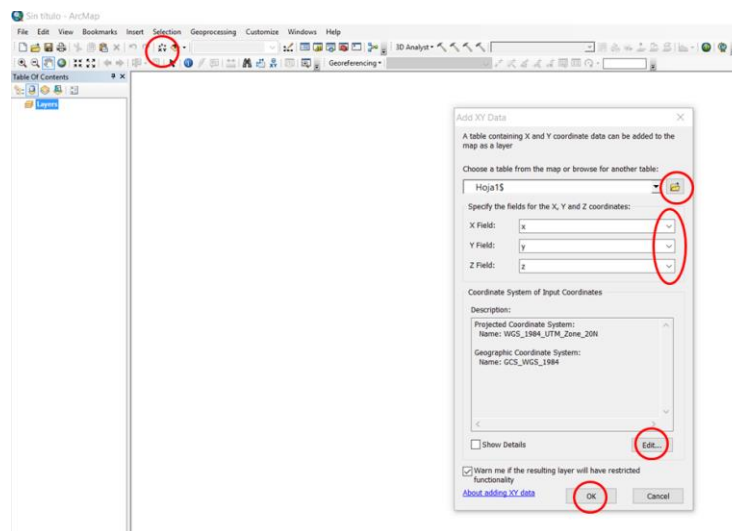


Figura 27. Añadiendo puntos en arcgis.

- En arctoolbox-data manager tool-features-pointstoline, seleccione de la lista desplegable el archivo con los puntos y tilde la opción “close line”.

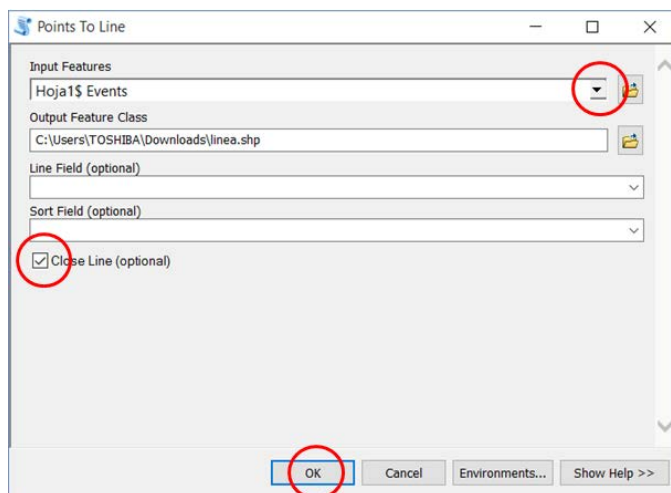


Figura 28. Convirtiendo puntos en línea.

- arctoolbox-data manager tool-features-featuretopolygon, seleccione de la lista desplegable el archivo de línea. Para obtener el polígono de embalse.

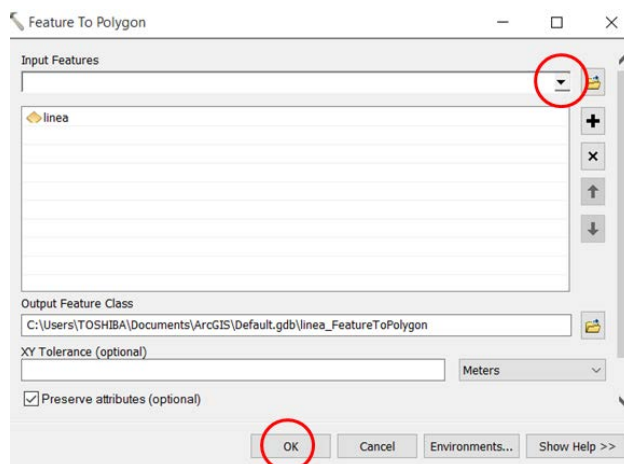


Figura 29. Convirtiendo línea en polígono.

- **Obtención de las áreas entre curvas de nivel.**

Para este paso se hace necesario el uso del software arcmap. A continuación se describen los pasos para realizar este procedimiento:

- Primero se debe insertar el polígono del embalse y los puntos de la batimetría en la hoja de trabajo de arcgis.
- Con la herramienta “createtin” (arctoolbox-3d analysttools-data management-tin-createtin) se crea el modelo de elevación del embalse. En el icono de la carpeta, se coloca la dirección y nombre del tin. Se debe colocar el sistema de referencia geográfico en el segundo icono. Por último se agrega con el símbolo de mas, tanto los puntos de la batimetría como el polígono del embalse.

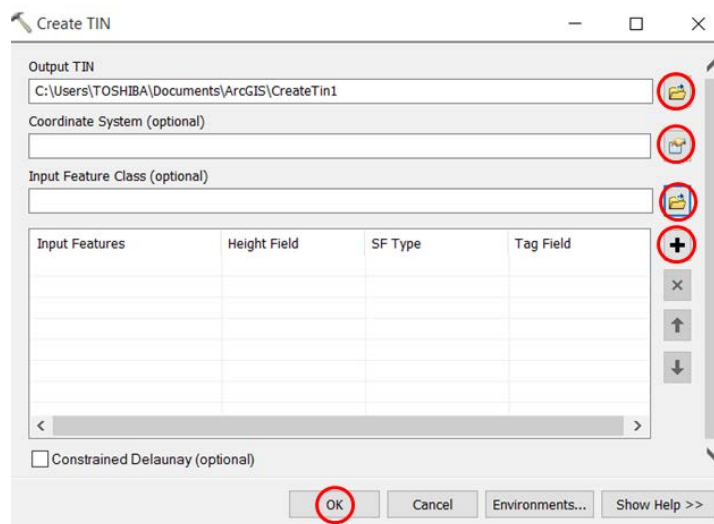


Figura 30. Creando TIN.

- Una vez creado el tin, con la herramienta “tintoraster” (arctoolbox-3d analysttools-conversion-fromtin-tintoraster) se convierte el tin en un raster. En la primera carpeta se escoge el tin y en la segunda se coloca el nombre y el lugar de salida del raster.

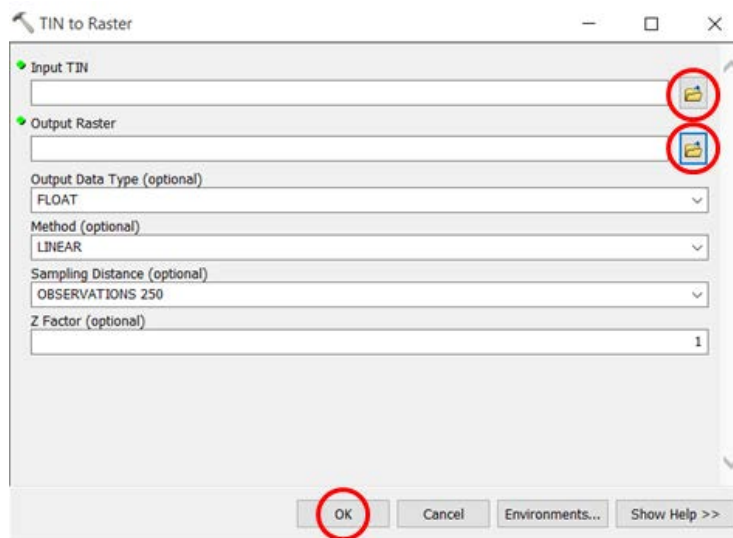


Figura 31. Transformando TIN en raster.

- Se debe reclasificar el raster entre los niveles que se desea estudiar con la herramienta `reclassify(arctoolbox-3d analysttools-rasterreclass-reclassify)`. En el icono de la carpeta se selecciona el raster, luego se procede a dar click en classify.

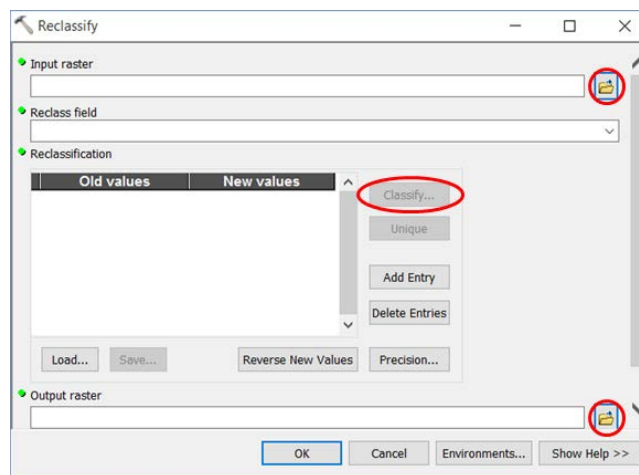


Figura 32. Reclasificando raster.

- En la pantalla, debe seleccionar equalinterval de la lista emergente, en clases debe elegir el número de intervalos y en la parte derecha escribir el valor de las cotas.

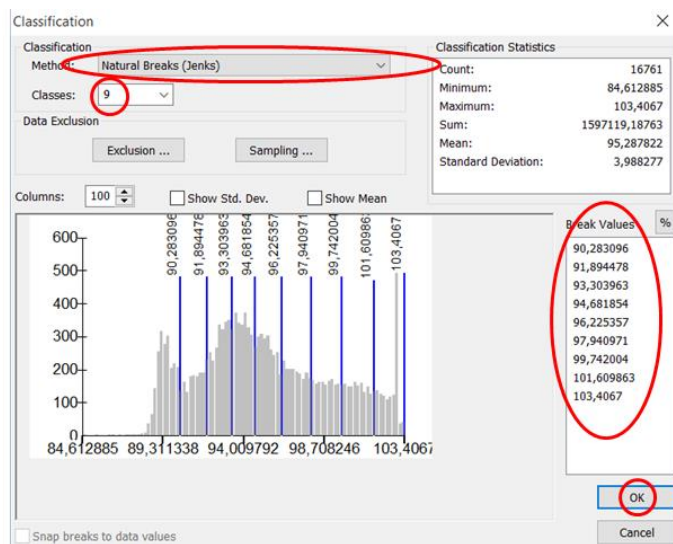


Figura 33. Eligiendo intervalos de raster.

- Para obtener una tabla con las áreas deseadas, se debe utilizar la herramienta de zonal statistics as table (arctoolbox-spatialanalysttools-zonal-zonal statistics as table). En la primera carpeta se selecciona el raster reclasificado y en la segunda se coloca el raster.

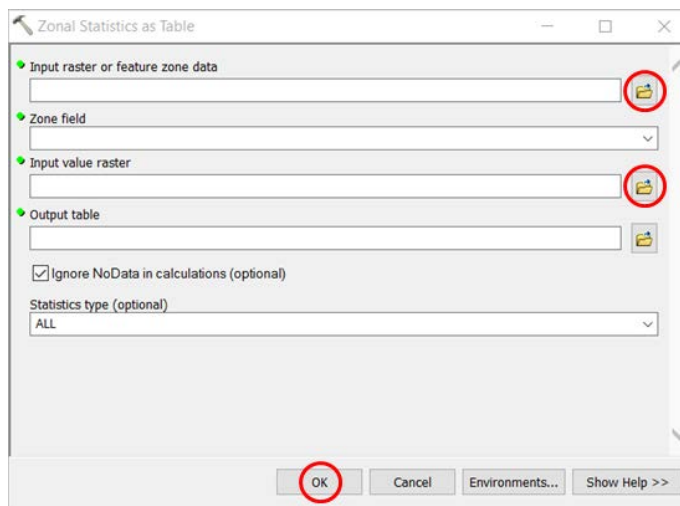


Figura 34. Calculando área entre curvas de nivel.

- En la tabla de contenido busque el archivo de la tabla, con click derecho sobre este, seleccione data-export. Para finalizar, en la ventana emergente elija archivo de texto, nombre, dirección.

- **Elaboración de las Curvas Área-Nivel-Capacidad.**

Para realizar estas curvas, se cuenta con una aplicación distribuida por Microsoft Office para hojas de cálculo, llamada Excel. A continuación se describen los pasos para realizar el procedimiento:

- Primero debe construir una tabla con 6 columnas. (Cota, área parcial, área acumulada, área promedio, volumen parcial, volumen acumulado).
 - Cota: Tabla de arcgis (m.s.n.m.)
 - Área parcial: Tabla de arcgis (m²)
 - Área acumulada: Área de inicio a cada cota (m²)
 - Área promedio: Área promedio de inicio a cada cota (m²)
 - Volumen parcial: Volumen entre curva de nivel (m³)
 - Volumen acumulado: Volumen de inicio a cada cota (m²)
- Luego construir la tabla de la curva Área-Nivel
 - Nivel: Cotas (m.s.n.m.)
 - Área: Área acumulada (Ha)
- Seguidamente construir la tabla de la curva Capacidad-Nivel
 - Nivel: Cotas (m.s.n.m.)
 - Área: Volumen acumulada (Hm³)
- Por último se inserta un gráfico de dispersión y se agregan las 2 curvas.

3.4.5 Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare.

En este objetivo es en donde se le da respuesta en si al objetivo general de la investigación, obteniendo las diferencias entre las distintas curvas área - nivel - capacidad de los embalses de la cuenca del río Unare, mediante una superposición de las mismas. Para visualizar las modificaciones que han sufrido con el transcurrir del tiempo.

Se requirió la recolección de información referida a los parámetros de diseño de los embalses, obtenidos de fuentes como organismos públicos y empresas, mostrados en la tabla 4 como sigue:

Tabla 4. Recolección de información parámetros de diseño.

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
Hidrocaribe C.A	Curva Nivel - Área – Capacidad de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare	Gráfico de representación del nivel, área y capacidad de diseño inundables de los embalses	Para comprarla con la Curva – Nivel – Área–Capacidad actual de los embalses
Ministerio del Ambiente (MINAM)	Data Técnica de los embalses de la cuenca del río unare	Descripción resumida de los componentes y parámetros de diseño de los embalses	Para comprarla con la Curva – Nivel – Área–Capacidad actual de los embalses

Se comparan las curvas nivel - área – capacidad de diseño suministradas por Hidrocaribe C.A. con 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. Como se muestra a continuación:

- Se busca la diferencia existente entre los puntos más bajo de la curva o de intersección con el eje de nivel de agua. Si la curva de diseño está por encima de la actualizada ocurre un proceso de socavación; al ser de manera contraria ocurre un proceso de sedimentación.
- Con el valor de la diferencia se ingresa en la curva de diseño para buscar el volumen muerto.
- Se grafican en las curvas de área – nivel – capacidad los niveles máximo, normal y mínimo de agua.
- Se obtienen los valores de área inundable normal y capacidad normal del embalse, interceptando el nivel normal de agua con la curva de área vs nivel y capacidad vs nivel.
- Se construye un gráfico de barra con los niveles de agua normal.

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 la batimetría realizada y el determinado para el diseño.

3.4.6 Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.

Para dar respuesta a este objetivo, se obtuvo el volumen de sedimento o volumen muerto de la actualidad en cada uno de los embalses de la cuenca del río Unare, con ayuda de las curvas área – capacidad - volumen actualizadas y de diseño. Este se compara con el volumen muerto anterior o de construcción; para luego obtener la capacidad de almacenamiento actual y realizar un análisis comparativo de las distintas variables de operación. De esta manera se obtiene el porcentaje de reducción de la capacidad útil de almacenamiento de cada uno de los embalses.

La recolección de información referida a los parámetros de diseño y la información topográfica; obtenidos de fuentes como organismos públicos y programas informáticos, es mostrada en la tabla 5:

Tabla 5. Recolección de información para analizar la influencia de sedimentos.

FUENTE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO
Hidrocaribe C.A.	Curva Nivel - Área – Capacidad de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare	Gráfico de representación del nivel, área y capacidad de diseño inundables de los embalses.	Para compararla con la Curva – Nivel – Área–Capacidad actual de los embalses y obtener el volumen de sedimentos acumulados actualmente.
Ministerio del Ambiente (MINAM)	Data Técnica de los embalses de la cuenca del río Unare.	Descripción resumida de los componentes y parámetros de diseño de los embalses	Para comparar la capacidad útil de diseño con la obtenida en la batimetría actual del año 2015.
Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).	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 de los embalses
Programa Informático Virtual GOOGLE EARTH.	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 de los embalses

Para obtener la comparación de la capacidad útil de diseño y la del año 2015 de los embalses de la cuenca del río Unare, se realizó el cálculo de su capacidad útil actual; restando en el caso de sedimentación o sumando en caso de socavación, a la capacidad útil de diseño el volumen muerto, obtenido de la comparación de la curva nivel – área - capacidad diseño – 2015.

Luego, se calcula el porcentaje de capacidad útil actual respecto al de diseño, relacionando la capacidad útil de diseño y la capacidad útil actual. Obteniéndose así el porcentaje de afectación de los sedimentos sobre la capacidad de almacenamiento de los embalses.

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Resultados de la investigación.

Los resultados de la presente investigación se muestran a continuación, siguiendo la estructura aquí desplegada: 1) Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare. 2) Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare. 3) Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare. 4) Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare. 5) Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare. 6) Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.

4.1.1 Describir los componentes y parámetros de diseños de los embalses de la cuenca del río Unare.

La cuenca del río Unare cuenta con una superficie de 22.371 km², está localizada en depresión de Unare abarcando 22 municipios, 14 del estado Anzoátegui y 8 del estado Guárico; con clima predominante de bosque seco tropical, relieve de colinas bajas; en dicha región se han construido 17 embalses y 2000 lagunas artificiales; destacandose como actividades humanas la agrícola, urbana, petrolera, minera,

turística y la forestal; las aguas del río Unare drenan hacia el mar caribe y a las lagunas costeras de Unare y Piritu sobre la cuales desembocan otros ríos y quebradas.



Figura 35. Ubicación cuenca río Unare (Fuente: Centro de Estudios Integrales del Ambiente, CENAMB).

Estado Anzoátegui		Estado Guárico	
Municipio	Capital	Municipio	Capital
Anaco	Anaco	Ribas	Tucupido
Bolívar	Barcelona *	Infante ¹	Valle de la Pascua +
Cajigal	Onoto	- Chaguaramas	Chaguaramas *
Freites	Cantaura	Monagas ¹	Altigracia de Orituco*
Libertad	San Mateo *	- San José de Guaribe	SJ Guaribe
Miranda	Pariaguan +	Zaraza ¹	Zaraza
Aragua(A) ¹	A de Barcelona	- El Socorro	El Socorro
- Santa Ana	Santa Ana	- Santa María de Ipire	SM Ipire
- Mac Gregor	El Chaparro		
Bruzual ¹	Clarines		
- Carvajal	Valle Guanape		
Peñalver ¹	Puerto Piritu+		
- San Juan de Capistrano	Boca de Uchire +		
- Piritu	Piritu *		

- Municipios creados de aquellos que antes 1990 eran Distritos (¹).

* Capital de Municipio (5) localizada fuera del límite de la Región Unare-Piritu.

+ Capital de Municipio (4) ubicada en el límite de la Región Unare-Piritu.

Fuente: MARNR. Mapas de Cartografía Nacional a escala 1: 250.000 y Nomenclador de centros poblados (OCEI).

Figura 36. Municipios que conforman la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).

Los afluentes más importante del río Unare son: por la margen izquierda el Guanape, Guaribe, Tamanaco e Ipire y siete quebradas de menor magnitud, una de

ellas la Taquima alimenta el embalse el Cují lo que indica que no todos los embalses están ubicados en los cauces principales de los afluentes del río Unare; por la margen derecha río Güere; y siete quebradas de menor magnitud, entre ellas el Corozo y Arena que suministran agua respectivamente a los embalses El Andino y Santa Clara. Los principales y pequeños afluentes del río Unare son de régimen estacional; se encuentran secos durante la época de verano pero gracias a la descarga de los embalses fluye agua en ellos durante todo el año. Véase figura 37, 38 y 39.

El río Unare desde su nacimiento (cerca de Pariaguan) hasta su desembocadura en el mar tiene un recorrido muy sinuoso por la poca pendiente de su cauce, razón por la cual ocurren inundaciones en los periodos lluviosos. Los ríos Guanape, Guaribe y Tamanaco nacen en la Serranía del interior y son los que tienen altitudes superiores a las de los otros afluentes y en consecuencia mayores pendientes en sus nacientes; por otra parte, el área más extensa de las sub-cuencas del río Unare es la del Tamanaco y la de menor área es la del Guanape. Los cauces de los afluentes principales tienden a converger alrededor de dos (2) sitios, uno cercano a clarines y los otros en Zaraza. Véase figura 37, 38 y 39.

La mayoría de los diecisiete (17) embalses de la cuenca del río Unare fueron contruidos con fines de abastecimiento y riego, pero hasta el momento no se aprovecha lo segundo; además, el MARNR-MAC (1986) cita 10 embalses más que pudieran llevarse a cabo en la zona. Algunos centros poblados urbanos (Anaco, San Joaquín, etc.) se alimentan de pozos de agua subterráneas; y dos (2) de ellos (Zaraza y Clarines) se abastecen directamente del río Unare. En los meses de agosto y septiembre los caudales del río Unare superan los 150m³/s.

Entre los embalses más extensos se mencionan en el siguiente orden descendente: La Becerra, El Cigarrón, Playa de Piedra o Tamanaco, La Estancia y El Pueblito, pero el correspondiente orden para las áreas de captación de esos mismos embalses sería: La Estancia, La Becerra, El Pueblito, Tamanaco y El Cigarrón.

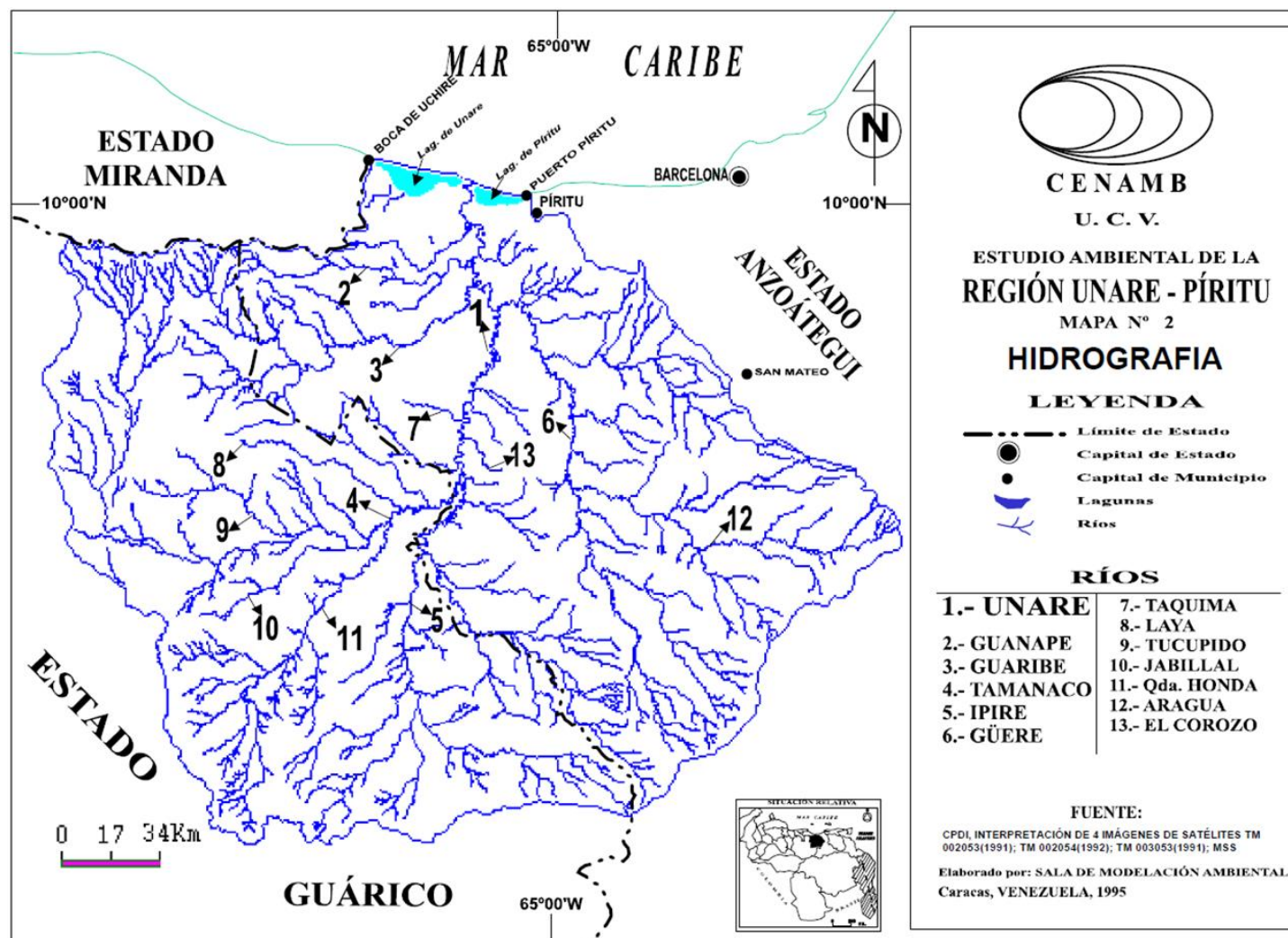


Figura 37. Hidrografía de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).

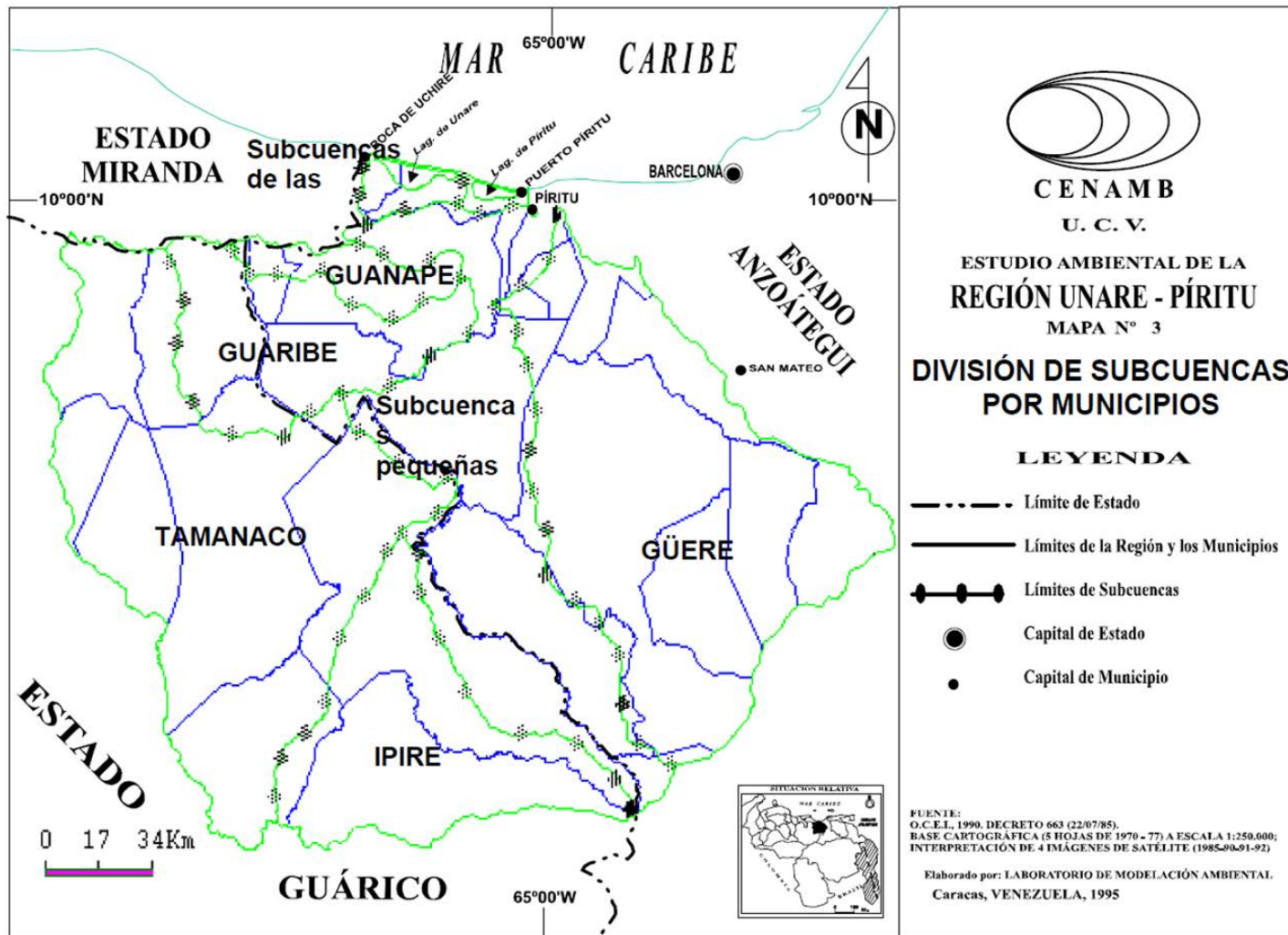


Figura 38. División de sub-cuencas por municipios de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).

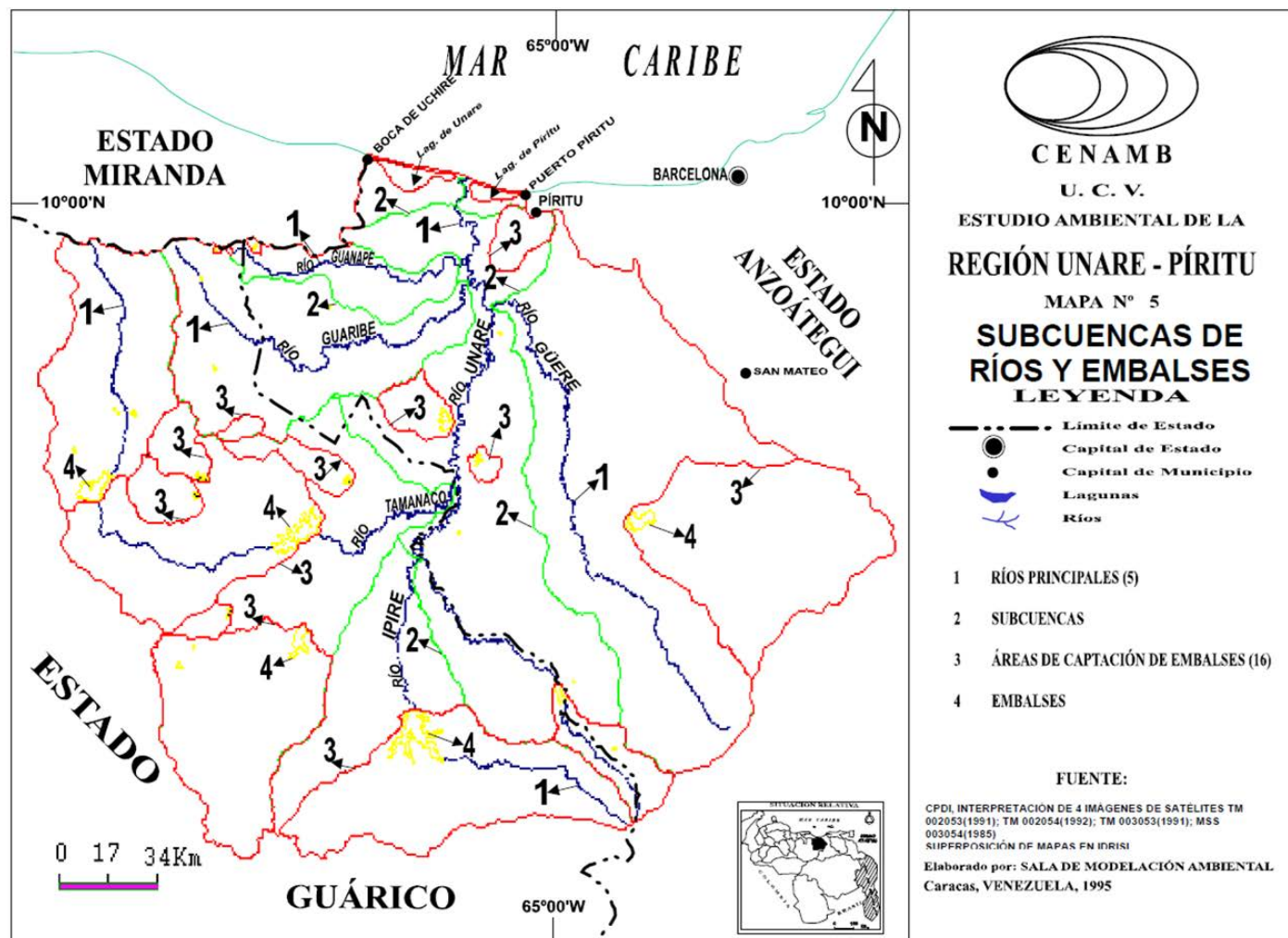


Figura 39. Sub-cuencas de ríos y embalses de la cuenca del río Unare (Fuente: CENAMB).

4.1.1.1 Embalse El Cigarrón

Nombre de la Presa: El Cigarrón

ESTADO GUARICO

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Tamanaco, a unos 26 Km de Zaraza Municipio Pedro Zaraza, Distrito José Félix Ribas, Estado Guárico.

Propósito: Riego y control de inundaciones.

Proyectista: Ing. Hipólito Kwiers R. - MOP

Constructor: CANELSA C. A.

Cronología: 1974 - 1978

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Río Tamanaco

Área de la cuenca: 3.427 Km²

Escorrentamiento medio anual: 155,10 Hm³

EMBALSE:

Capacidad máxima: 387,99 Hm³

Capacidad normal: 246 Hm³

Capacidad mínimo: 8,12 Hm³

Capacidad útil: 357,70 Hm³

Superficie del embalse: 5.050 Ha

Vida útil: 100 años

PRESA:

Tipo: Homogénea de tierra

Altura máxima: 20 m

Cota de la cresta: 76 msnm

Ancho de cresta: 5 m

Longitud de cresta: 435 m

Pendiente de talud:

- Aguas arriba 4,50 : 1 y 3,5 : 1
- Aguas abajo 3 : 1

Volumen del terraplén: 600.000 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo izquierdo de la presa

Tipo: Perfil Creager

Longitud de cresta: 25 m

Carga sobre el vertedero: 2,50 m

Descarga máxima: 221,50 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: En el estribo izquierdo de la presa

Tipo: Toma sumergida con rejilla a un solo nivel, conducto enterrado bajo la presa de concreto armado de sección circular 59 m de longitud y 2,60 m diámetro, enterrado bajo la presa, rápido, dissipador y transición. Estructura de control 2 compuertas planas deslizantes 78" x 78" (1.981 x 1.981 m) compuertas de emergencia y de regulación.

Gasto máximo: 18 m³/s

BENEFICIOS: Riego de 2.000 Ha, mitigación de crecientes y uso recreacional.

- Figura 40: Muestra la vista de planta del embalse, comprendida entre las coordenadas Norte 1.039.100 y 1.038.800 y entre las coordenadas Este

221.100 y 220.700, con su respectiva curva de nivel de terreno y pendientes del embalse.

- Figura 41: Muestra la vista de planta del aliviadero, comprendida entre las coordenadas Norte 1.039.000 y 1.039.400 y entre las coordenadas Este 220.900 y 22.100, con su respectiva progresivas y dimensiones.
- Figura 42: Muestra la sección de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 6. Niveles y capacidades El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

El Cigarrón			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	60.24	Capacidad máxima (Hm3)	387.99
Nivel normal (m.s.n.m)	71.5	Capacidad normal (Hm3)	246
Nivel máximo (m.s.n.m)	74	Capacidad mínima (Hm3)	8.12

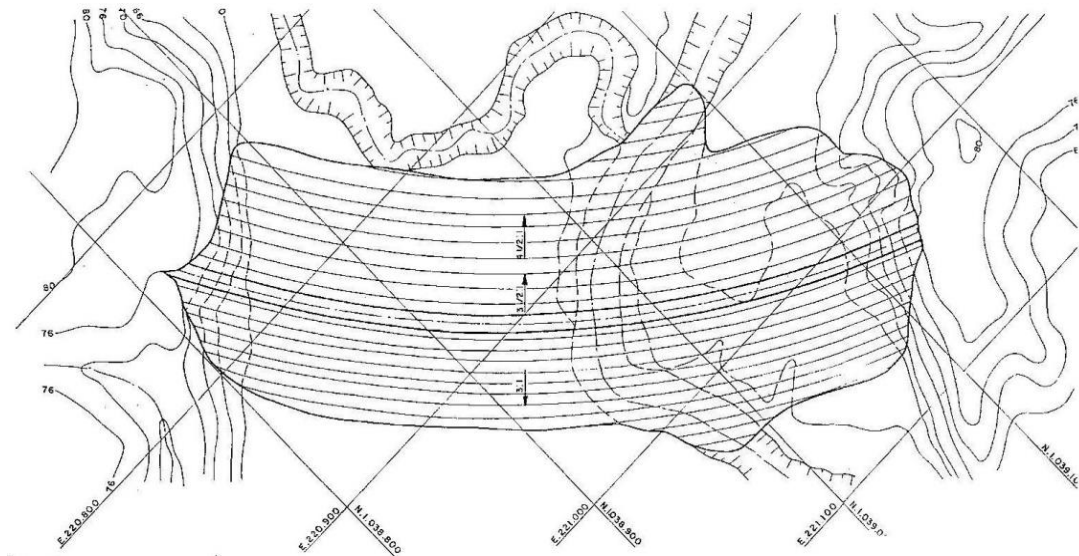
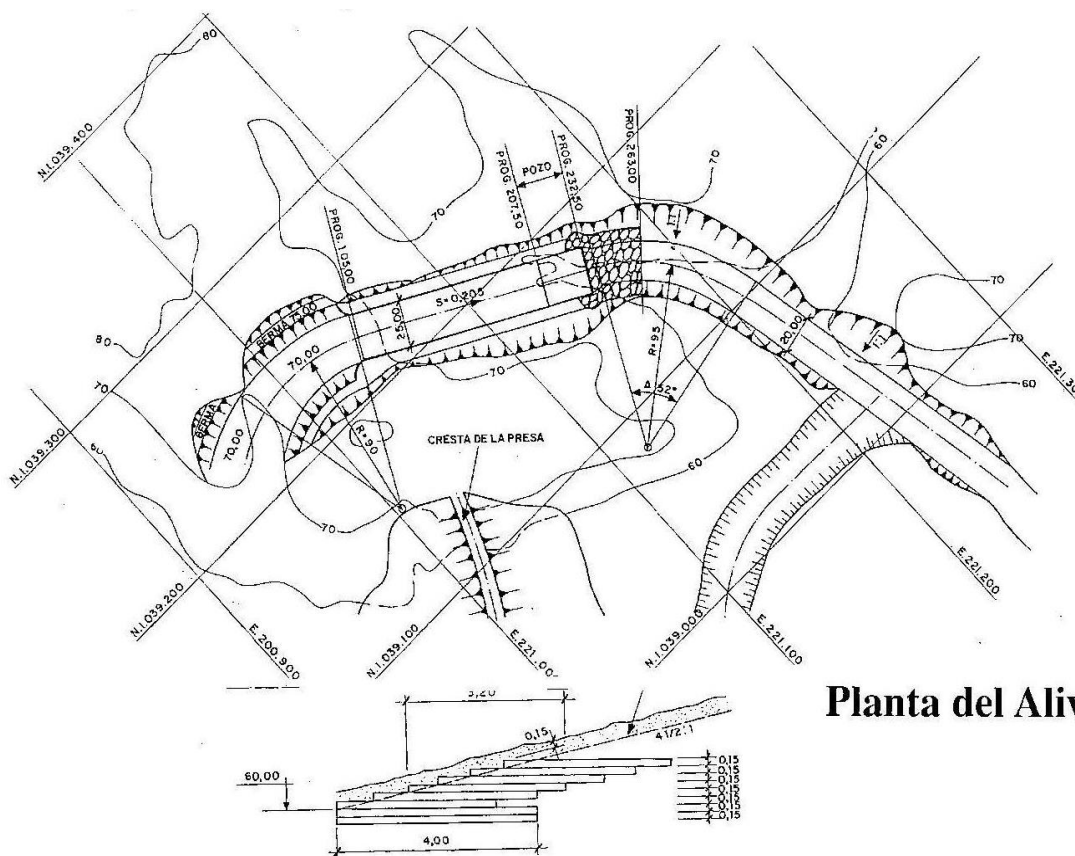


Figura 40. Vista de planta El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).



Planta del Aliviader

Figura 41. Vista de planta del aliviadero El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

Sección de Presa

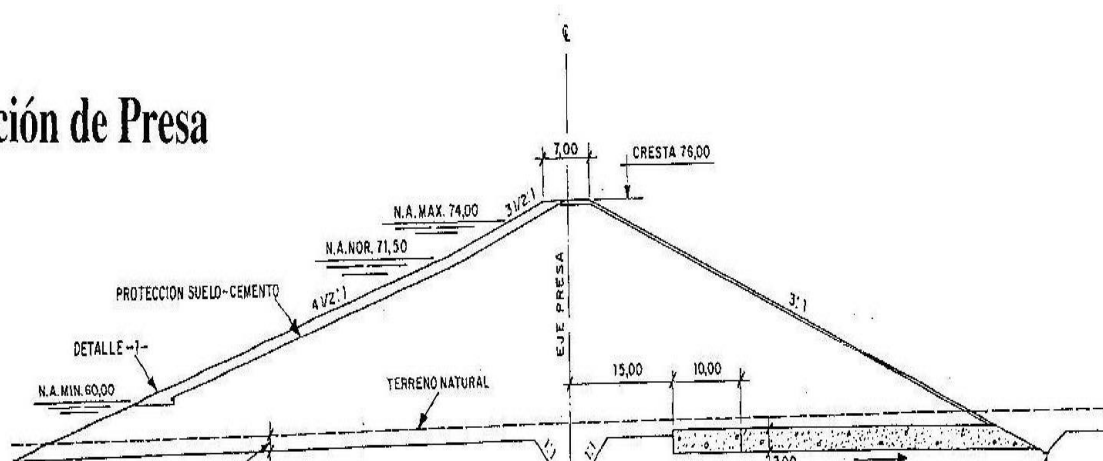


Figura 42. Sección de presa El Cigarrón, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

4.1.1.2 Embalse El Pueblito

Nombre de la Presa: Ing. Juan Félix Ledezma

ESTADO GUARICO

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Quebrada Honda a 42 Km. al Oeste de Zaraza, Municipio José Félix Ribas Estado Guárico.

Propósito: Abastecimiento agua potable, riego y control de inundaciones.

Proyectista: Ing. Hipólito Kwiers R. Div. de Proyecto (D.G.R.H.)

Constructor: CANELSA-EMEPECA- VIALPA

Cronología: 1976 - 1983

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Quebrada Honda

Área de la cuenca: 1.600 Km²

Escorrentamiento medio anual: 159,6 Hm³

IDENTIFICACION:

Capacidad máxima: 451,50 Hm³

Capacidad normal: 314,98 Hm³

Capacidad mínima: 60,75 Hm³

Capacidad útil: 254,23 Hm³

Superficie del embalse: 4950 Ha

Vida útil: 100 años

PRESA:

Tipo: Homogénea de tierra

Altura máxima: 20 m

Cota de cresta: 84 msnm

Longitud de cresta: 2.160 m

Pendiente de talud:

- Aguas arriba 6 : 1 y 3 : 1
- Aguas abajo 6 : 1 y 2,5 : 1

Volumen del terraplén: 2.400.000 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo izquierdo

Tipo: Vertedero de descarga libre Perfil OGEE

Longitud de cresta: 20 m

Cota cimacio: 80 msnm

Carga sobre el vertedero: 1,37 m

Descarga máxima: 68,20 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: En el estribo derecho, cruzando su eje perpendicularmente al de la presa.

Tipo: Se compone de una estructura de rejillas de concreto armado que soporta diez rejas metálicas, sumergido y de emplazamiento rectangular. Conducto doble de sección circular de 2,30 m de diámetro interior cada uno y de unos 58,65 m de longitud, el cual trabajara a sección plena. Una estructura de compuertas formada por una torre toma de 18 m de altura. Conducto doble de sección interna circular D= 2,30 m y 65 m de longitud. Estructura disipadora de impacto doble y de tipo USBR, la cual descarga mediante una transición empedrada al canal de salida no revestido de 75 m de longitud.

Gasto máximo: 65 m³/s

BENEFICIOS: Abastece a El Socorro y próximamente la población de Tucupido, riego de 2.030 Ha y mitigación de crecientes.

- Figura 43: Muestra la vista de planta conjunto, comprendida entre las coordenadas Norte 1.018.600 y 1.017.800 y entre las coordenadas Este 217.900 y 215.500, con su respectiva curva de nivel de terreno y dimensiones.
- Figura 44: Muestra la vista de planta de la toma del embalse, comprendida entre las coordenadas Norte 1.017.950 y 1.018.150 y entre las coordenadas Este 217.275 y 217.375, con su respectiva curva de nivel de terreno y pendientes; además de las distintas dimensiones del conjunto de toma.
- Figura 45: Muestra la sección de toma de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 7. Niveles y capacidades El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

El Pueblito			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	71.5	Capacidad máxima (Hm3)	451.5
Nivel normal (m.s.n.m)	80	Capacidad normal (Hm3)	314.98
Nivel máximo (m.s.n.m)	82.5	Capacidad mínima (Hm3)	60.75

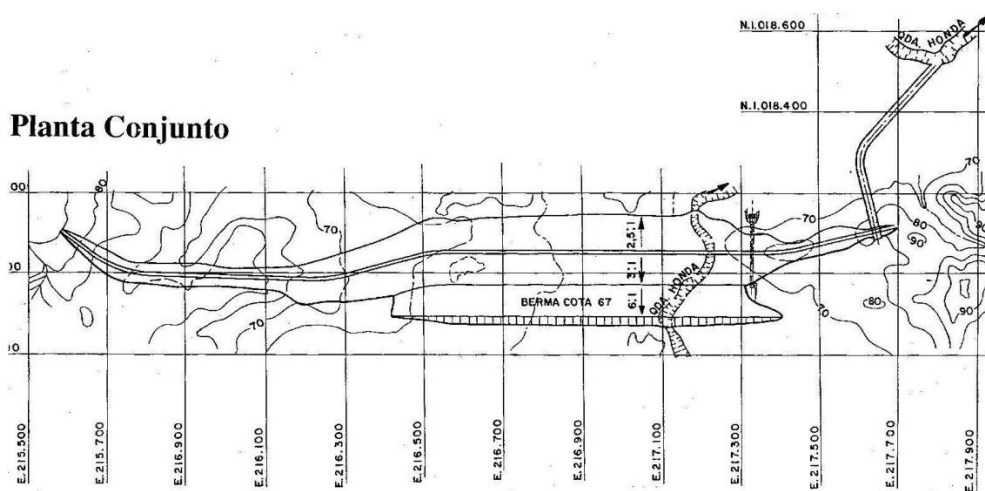


Figura 43. Vista de planta conjunto El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

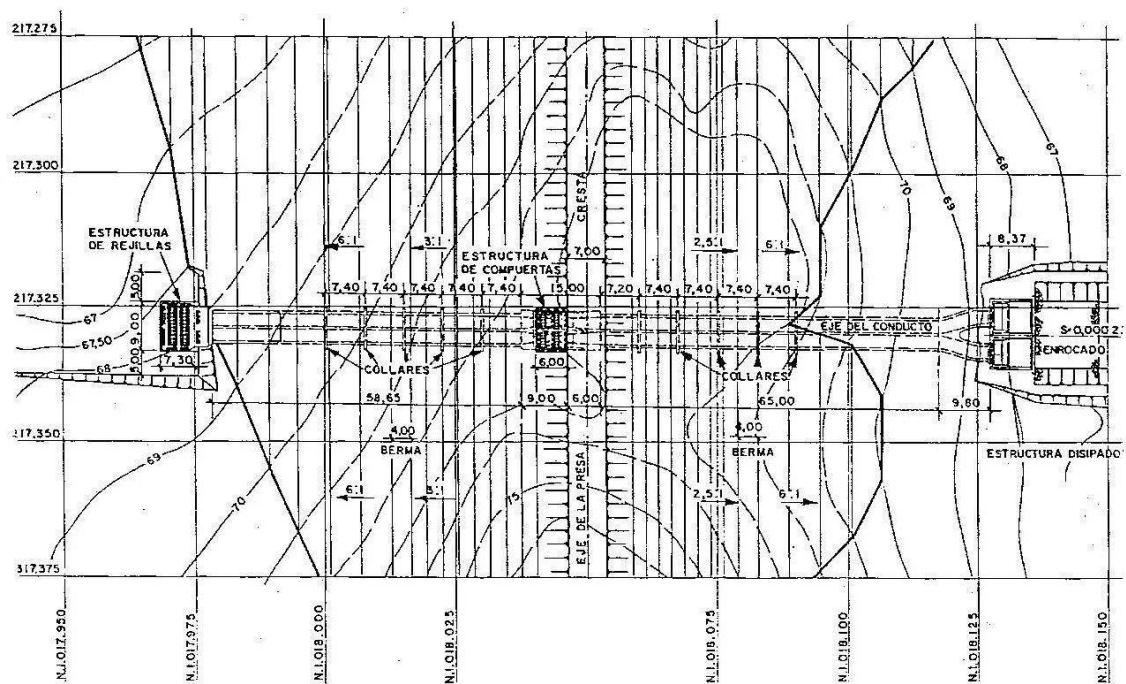


Figura 44. Vista de planta de toma El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

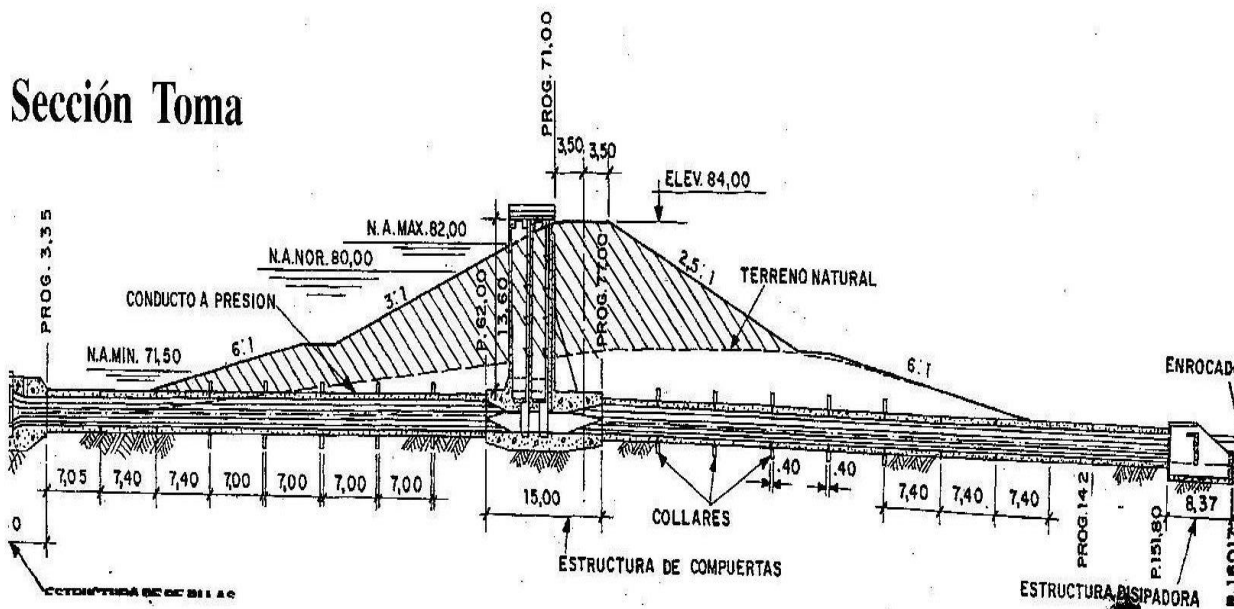


Figura 45. Sección de toma El Pueblito, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

4.1.1.3 Embalse La Becerra

Nombre de la Presa: Ing. Judson B. Bond

ESTADO GUARICO

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Ipire, a 52 Km al Sur de la población de Zaraza, Municipio Autónomo Pedro Zaraza, Estado Guárico

Propósito: Riego, abastecimiento de agua potable a la población de Zaraza y control de crecientes.

Proyectista: Ing. Hipólito Kwiers

Constructor: CAMINOS S.A. (contrato rescindido), PECCA.

Cronología: Enero 1968 - Noviembre 1973

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Río Ipire, Quebradas Santa Ines y Santa Lucia

Área de la cuenca: 1.637 Km²

Escurrimiento medio anual: 219,90 Hm³

EMBALSE:

Capacidad máxima: 575 Hm³

Capacidad normal: 469 Hm³

Capacidad mínima: 12,50 Hm³

Capacidad útil: 456,49 Hm³

Superficie del embalse: 6.624 Ha

Vida útil: 100 años

PRESA:

Tipo: De tierra compacta, Zonificada, ancho de cresta 6 m

Altura máxima: 26 m

Longitud de cresta: 2.250 m

Cota cresta: 79 msnm

Pendiente de Talud:

- Aguas arriba 3,5 : 1
- Aguas abajo 3 : 1

Volumen del terraplén: 3.000.000 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo derecho de la presa

Tipo: Vertedero de perfil OGEE. Transición de salida enrocada y canal de descarga en tierra de sección trapecial 20 m ancho y 1.050 m largo.

Longitud de cresta: 30 m

Carga sobre el vertedero: 1,85 m

Descarga máxima: 171 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: Localizada aguas arriba del talud derecho de la presa.

Tipo: Estructura de rejilla de tipo sumergida, conducto doble y estructura de control, dos compuertas de emergencia y dos de regulación tipo planas deslizantes 60"x 84"

Gasto máximo: 35,50 m³/s P/c.

BENEFICIOS: Abastecimiento de agua potable para las poblaciones de Zaraza, Santa María de Ipire y riego de 2.504 Ha y control de crecientes.

- Figura 46: Muestra la vista de planta, comprendida entre las coordenadas Norte 900.000 y 1.000.000 y entre las coordenadas Este 245.00 y 247.000, con su respectiva curva de nivel de terreno.

- Figura 47: Muestra el perfil del aliviadero, comprendida entre las progresivas 0+288.40 y 0+314.00, con su respectiva dimensiones de componentes y cotas de cada uno.
- Figura 48: Muestra la sección de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 8. Niveles y capacidades La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

La Becerra			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	62	Capacidad máxima (Hm3)	575
Nivel normal (m.s.n.m)	75.6	Capacidad normal (Hm3)	469
Nivel máximo (m.s.n.m)	77.5	Capacidad mínima (Hm3)	12.5

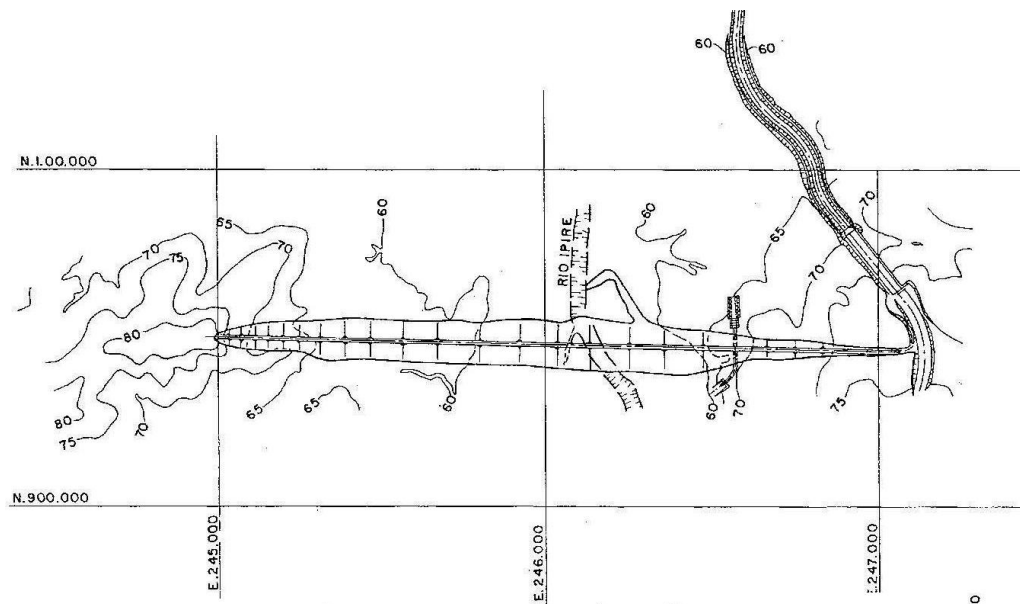


Figura 46. Vista de planta La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

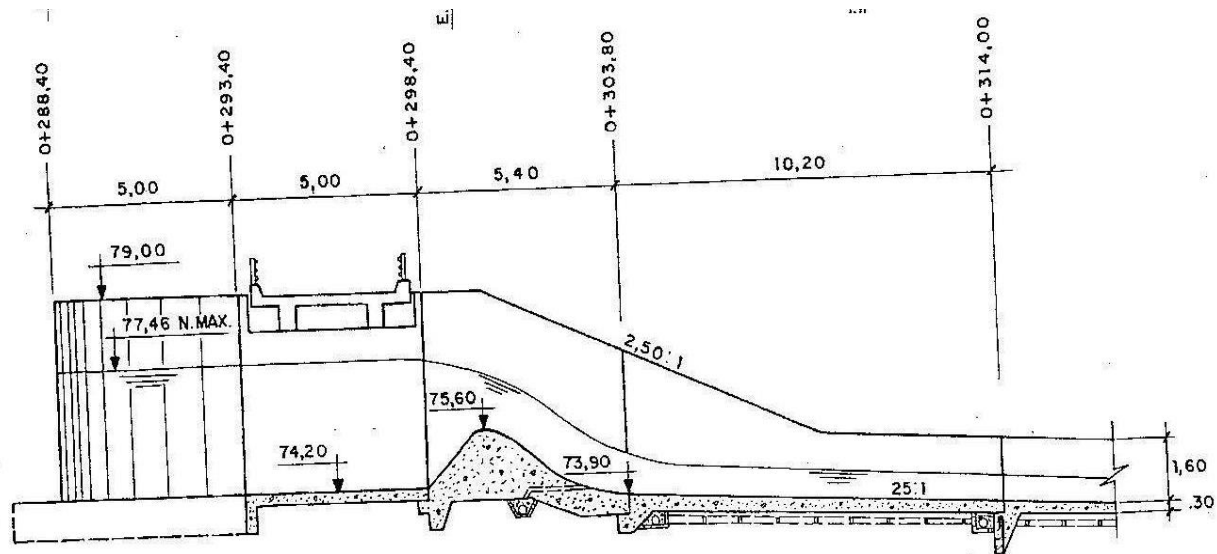
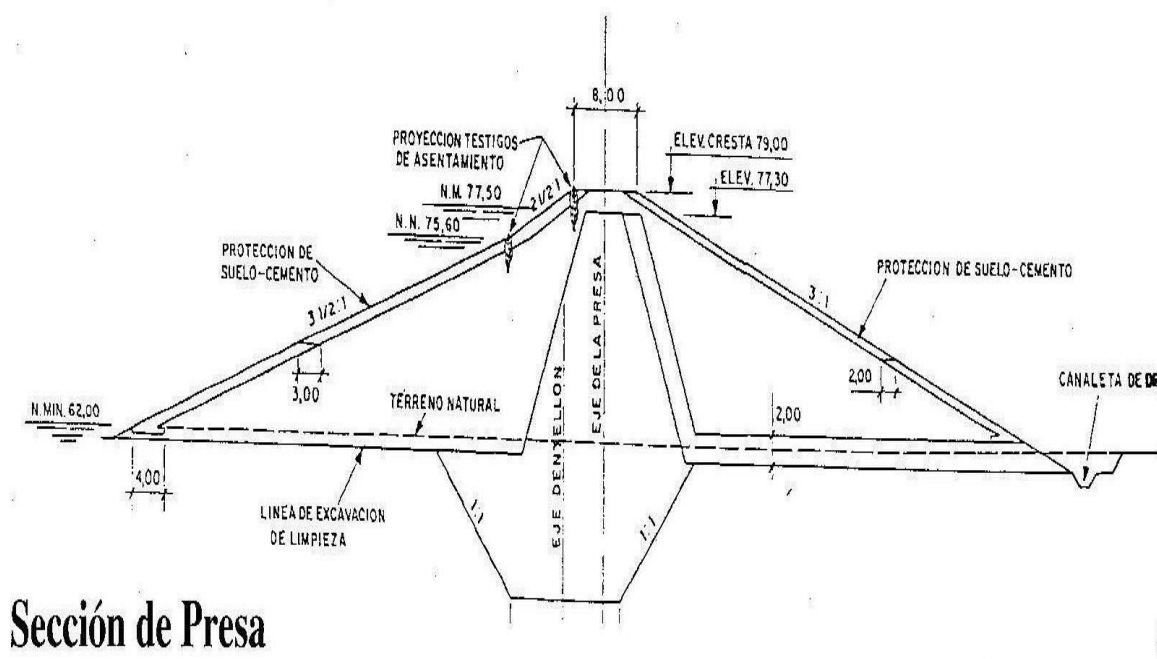


Figura 47. Perfil aliviadero La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).



Sección de Presa

Figura 48. Sección de la presa La Becerra, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

4.1.1.4 Embalse La Estancia

Nombre de la Presa: La Estancia
ESTADO ANZOATEGUI

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Aragua, a 5,5 Km al Sur-Oeste de la población de Aragua de Barcelona, Municipio Aragua de Barcelona, Estado Anzoátegui.

Propósito: Riego, recreación, control de crecientes y abastecimiento de agua potable para Aragua de Barcelona.

Proyectista: M.O.P (D.G.R.H.)

Constructor: INTEVEN S.A.

Cronología: Noviembre 1.964 - Noviembre 1.967

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Río Aragua y Quebrada Anaco.

Área de la cuenca: 1.935 km²

Escorrentamiento medio anual: 35,40 Hm³

EMBALSE:

Capacidad máxima: 184 Hm³

Capacidad normal: 110,50 Hm³

Capacidad mínimo: 22,30 Hm³

Capacidad útil: 88,20 Hm³

Superficie del embalse: 1474 Ha

Rendimiento garantizado:

- 3,8 Hm³ Consumo humano
- 0,2 Hm³ Riego

Vida útil: 100 años.

PRESA:

Tipo: Zonificada de tierra.

Altura máxima: 20 m

Longitud de cresta: 1.462 m

Ancho de cresta: 8 m

Cota de cresta: 106,50 msnm

Pendiente de talud:

- Aguas arriba 3:1
- Aguas abajo 2:1

Volumen del terraplén: 2.000.000 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo izquierdo de la presa

Tipo: Batea libre perfil OGEE.

Longitud de cresta: 65 m

Carga sobre el vertedero: 3,01 m

Descarga máxima: 661 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: En el estribo derecho de la presa

Tipo: Sumergida con rejilla, conducto a presión, torre de control, conducto disipador y canal de descarga; Una compuerta plana deslizante de emergencia de 36" x 48" y una compuerta plana deslizante de regulación de 36" x 48", disipador de energía.

Gasto máximo: 5,25 m³/s

BENEFICIOS: Abastecimiento de agua potable para Aragua de Barcelona y Santa Ana, riego, mitigación de crecientes y recreación.

- Figura 49: Muestra el perfil del aliviadero, comprendida entre las progresivas 0+000 y 0+155, con su respectiva dimensiones, cotas y componentes.
- Figura 50: Muestra la vista de planta, comprendida entre las coordenadas Norte 1.041.800 y 1.042.500 y entre las coordenadas Este 302.300 y 303.100, con su respectiva curva de nivel de terreno y dimensiones.
- Figura 51: Muestra la sección de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 9. Niveles y capacidades La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

La Estancia			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	94	Capacidad máxima (Hm3)	184
Nivel normal (m.s.n.m)	102	Capacidad normal (Hm3)	110.5
Nivel máximo (m.s.n.m)	105	Capacidad mínima (Hm3)	22.3

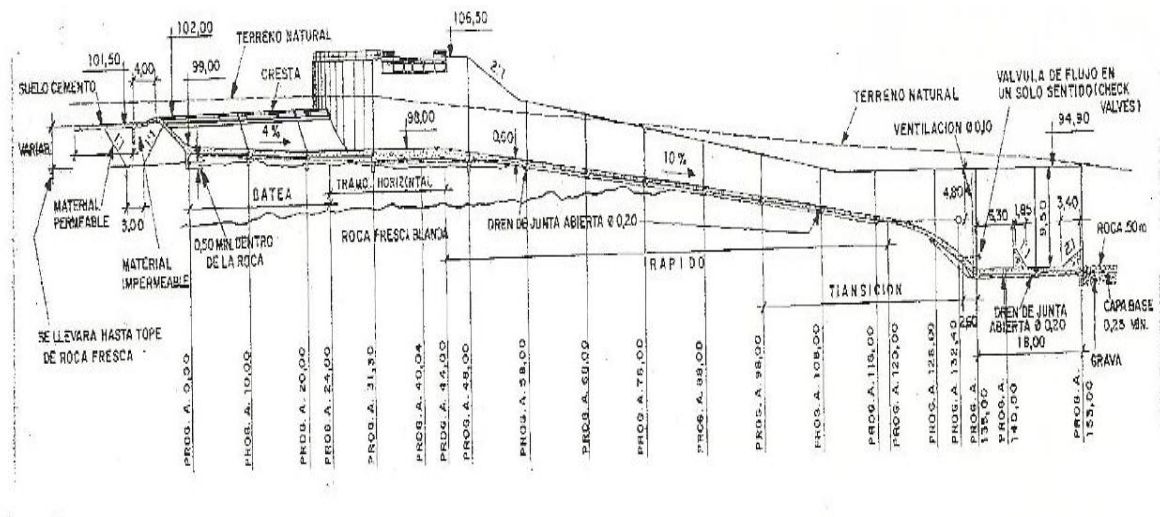
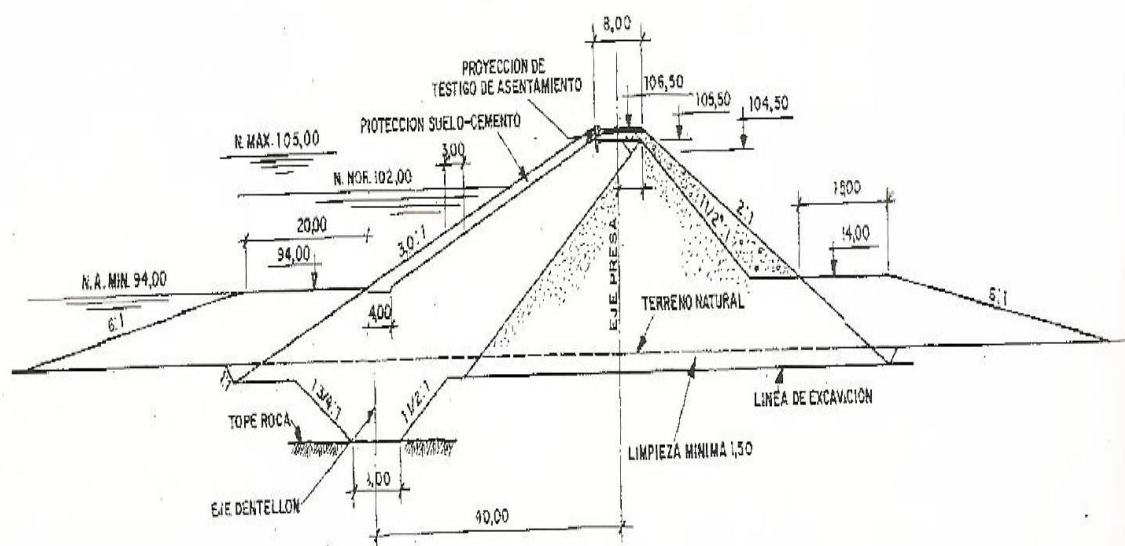
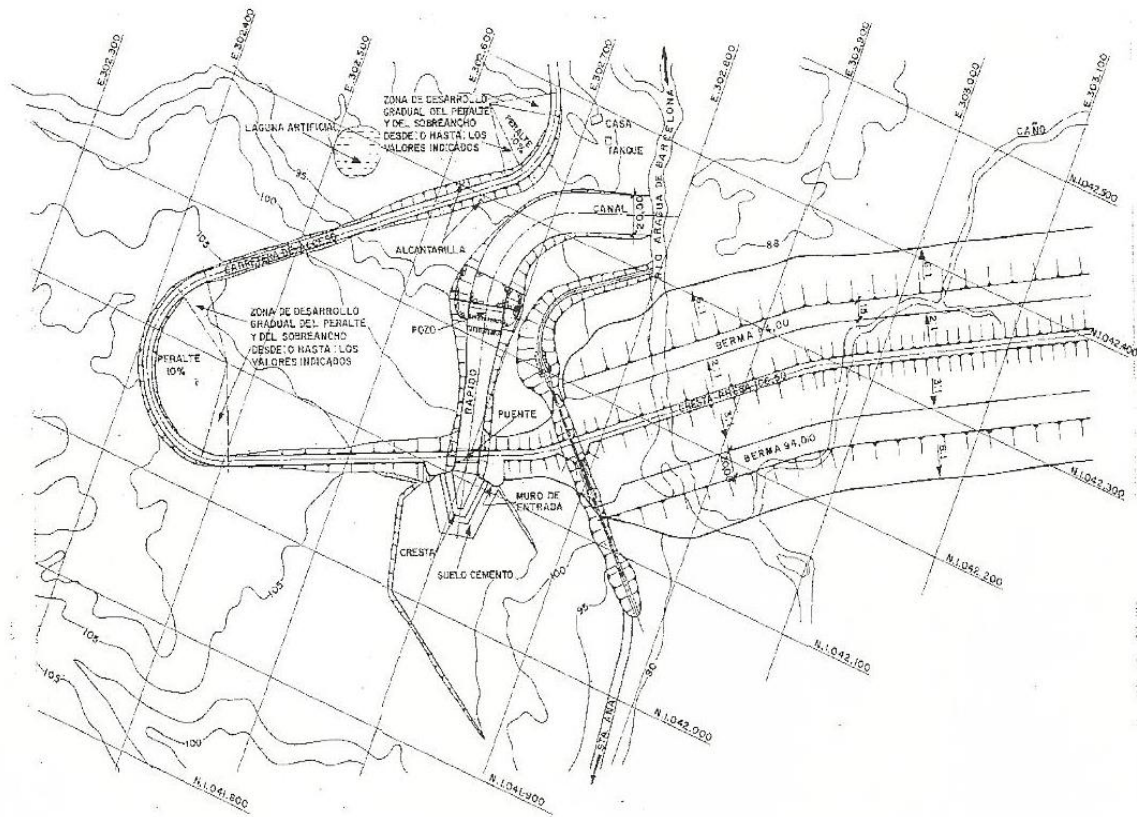


Figura 49. Perfil aliviadero La Estancia, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).



4.1.1.5 Embalse Tamanaco

Nombre de la Presa: Ing. Guido Posewits

ESTADO GUARICO

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Tamanaco, en sitio denominado Playa de Piedra, a 30 Km al Noreste de Valle de La Pascua, en el Municipio Chaguaramas del Distrito Leonardo Infante, Estado Guárico

Propósito: Abastecimiento de la población de Valle de La Pascua, regulación del río y riego 6.000 Ha

Proyectista: M.O.P. - D.G.R.H.

Constructor: ERMO - SANOJA VALLADARES, EXCAVADORA

Cronología: 1964 - 1966

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Río Tamanaco

Área de la cuenca: 1.054 Km²

Escorrentamiento medio anual: 129,4 Hm³

EMBALSE:

Capacidad máxima: 248,49 Hm³

Capacidad normal: 141,06 Hm³

Capacidad mínimo: 47,99 Hm³

Capacidad útil: 93,07 Hm³

Superficie del embalse: 3.628 Ha

Vida útil: 100 años

PRESA:

Tipo: Homogénea de tierra, impermeable.

Altura máxima: 16 m

Longitud de cresta: 426 m

Ancho de cresta: 8 m

Pendiente de talud:

- Aguas arriba 3.50 : 1
- Aguas abajo 3 : 1

Volumen del terraplén: 340.000 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo derecho a 2 Km del sitio de presa.

Tipo: Vertedero cresta libre.

Longitud de cresta: 30 m

Cota cimacio: 137,20 msnm

Carga sobre el vertedero: 2,43 m

Descarga máxima: 260 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: En el estribo izquierdo aguas arriba de la presa

Tipo: Estructura sumergida situada a la cota 131.20, con rejilla protectora y compuertas de emergencia y control a la entrada. A continuación dos conductos paralelos de salida lock joint de 72 “cubiertos por un cajón de concreto de 5,66 x 3,03 m con collares empotrado en el estribo de la presa. Los conductos descargan en pozos disipadores de impacto tipo USBR. Existe un puente de acceso a la Torre Toma de 12,50 m de longitud y 2 m de ancho. Estructuras de control dos compuertas de emergencia y dos de regulación tipo planas deslizantes D=72”

Gasto máximo: 13 m³/s por cada conducto

BENEFICIOS: Abastecimiento de agua potable a Valle de La Pascua, Chaguaramas y El

Socorro, riego de 688 Ha, mitigación de crecientes y uso recreacional.

- Figura 52: Muestra la vista de planta de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes y curvas de nivel del terreno.
- Figura 53: Muestra la vista de planta el aliviadero, comprendida entre las progresivas 0+000 y 0+103.20, con su respectiva curva de nivel de terreno y dimensiones.
- Figura 54: Muestra la sección de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 10. Niveles y capacidades Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

Tamanaco			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	133.66	Capacidad máxima (Hm3)	248.49
Nivel normal (m.s.n.m)	137.2	Capacidad normal (Hm3)	141.06
Nivel máximo (m.s.n.m)	139.63	Capacidad mínima (Hm3)	47.99

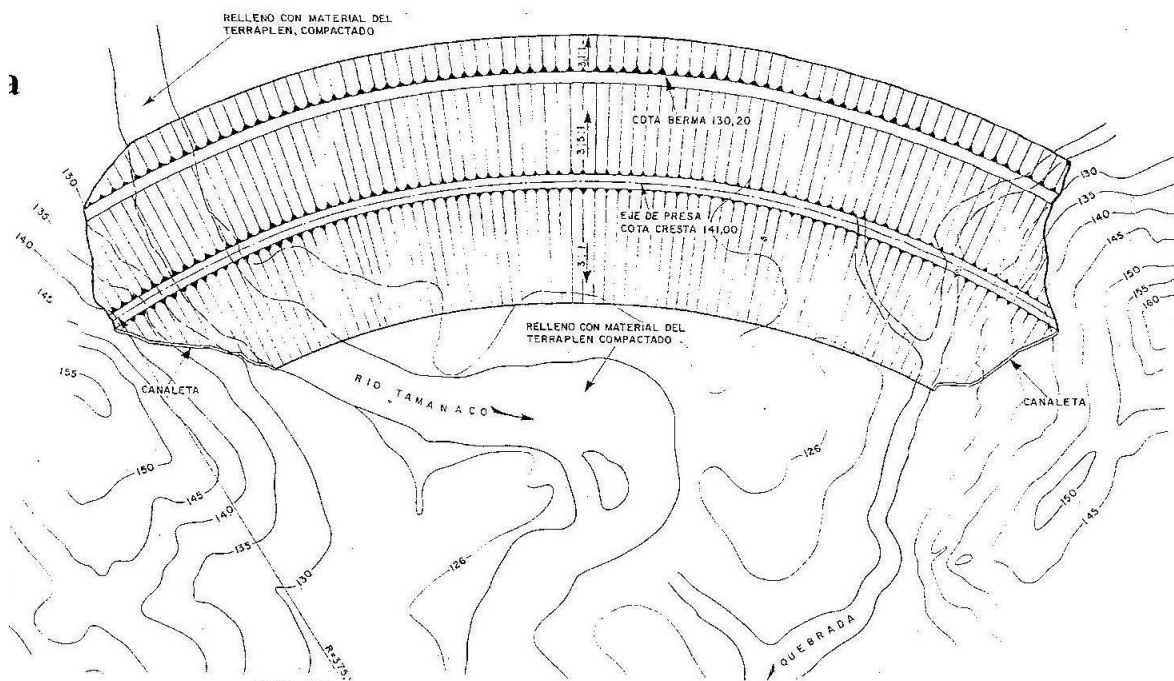


Figura 52. Vista de planta Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

Planta Aliviadero

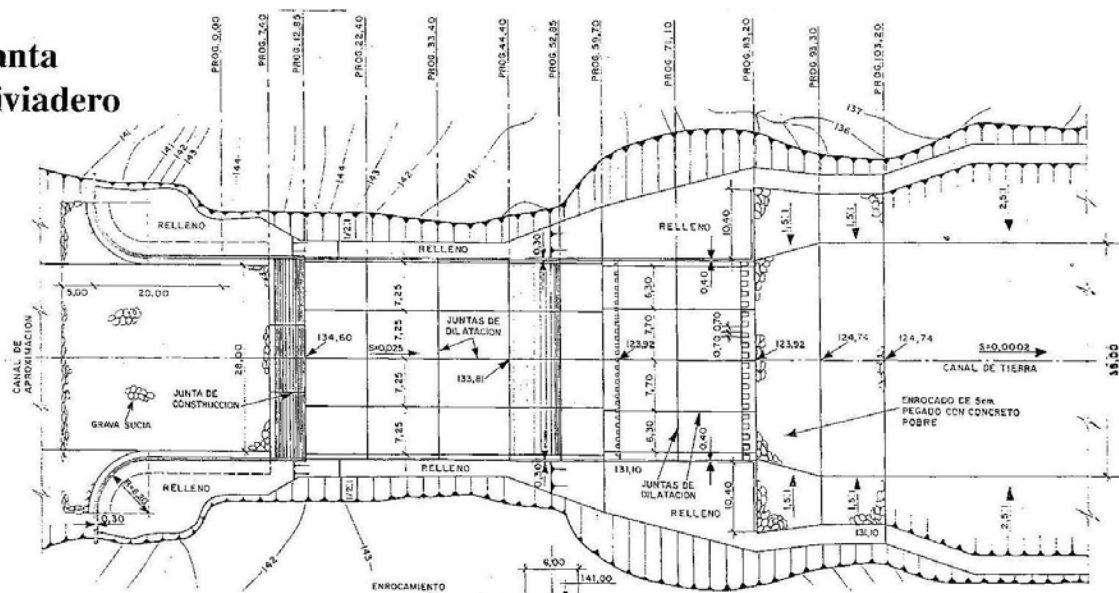


Figura 53. Vista de planta de aliviadero Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

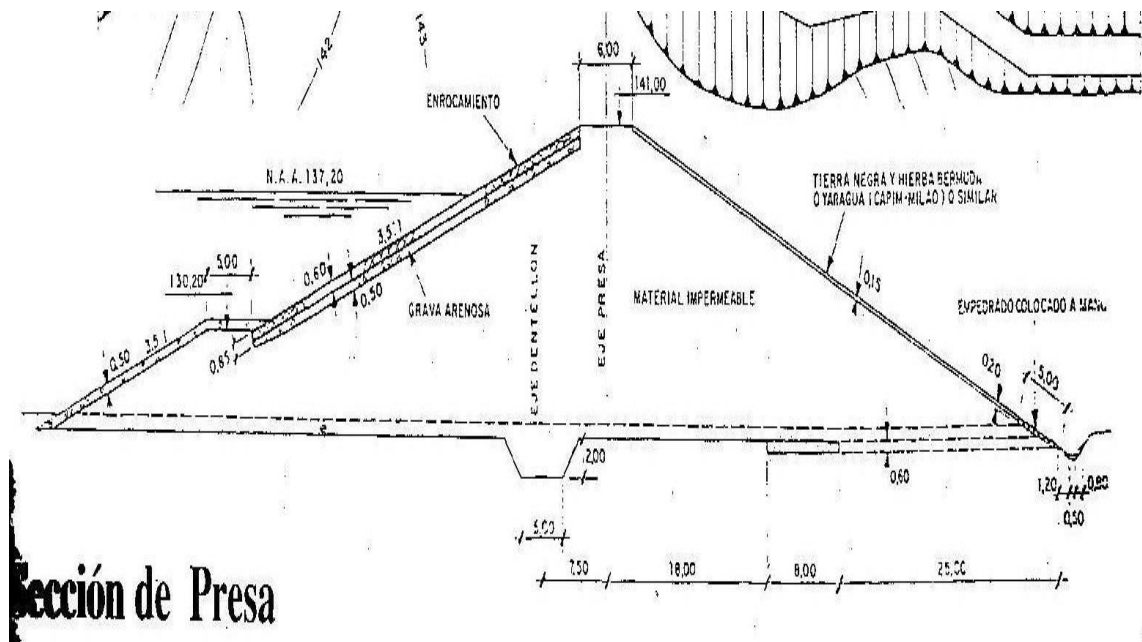


Figura 54. Sección de presa Tamanaco, Estado Guárico (Fuente: MINAMB).

4.1.1.6 Embalse Vista Alegre

Nombre de la Presa: Ing. Oscar Ovalles Colina

ESTADO ANZOATEGUI

IDENTIFICACION:

Ubicación: Sobre el río Unare a 10,5 Km al Sur-Oeste de El Chaparro, Municipio Mag Gregor y a 50 Km de Zaraza, Estado Anzoátegui.

Propósito: Abastecimiento de agua potable, control de crecientes, saneamiento de tierras agrícolas y riego.

Proyectista: Ing. Edmundo Ruff; (M.O.P); (D.G.R.H.)

Constructor: M.O.P - R.A.I.S.A.

Cronología: 1976 - 1978

Operación: MinAmb

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

Cuenca principal: Río Unare

Afluentes principales: Río Unare

Área de la cuenca: 354 km²

Escorrimento medio anual: 42,9 Hm³

EMBALSE:

Capacidad máxima: 67,05 Hm³

Capacidad normal: 49,04 Hm³

Capacidad mínima: 22,30 Hm³

Capacidad útil: 26,70 Hm³

Superficie del embalse: 972,50 Ha

Rendimiento garantizado

- 1,9 Hm³ Consumo humano
- 15,9 Hm³ Riego

Vida útil: 100 años

PRESA:

Tipo: Homogénea de tierra.

Altura máxima: 19,21 m

Longitud de cresta: 1368,80 m

Cota de cresta: 101,90 msnm

Pendiente de talud:

- Aguas arriba 3 : 1 y 4 : 1
- Aguas abajo 2,5 : 1

Volumen del terraplén: 1.736.500 m³

ALIVIADERO:

Ubicación: En el estribo izquierdo de la presa.

Tipo: Vertedero recto de cresta libre, con dos caídas sucesivas en forma de rápidos dentados.

Longitud de cresta: 23,65 m

Carga sobre el vertedero: 1,77 m

Descarga máxima: 94,42 m³/s

OBRA DE TOMA:

Ubicación: Cerca del estribo izquierdo de la presa hacia el lado Este.

Tipo: Toma sumergida tipo jaula con rejillas, a nivel de fondo del embalse y conducto circular a presión enterrado bajo la presa. Diámetro del conducto: 0,61 m en el extremo aguas abajo: una válvula de emergencia de compuerta deslizante de 75 cm de diámetro y una válvula de regulación de compuerta deslizante de 75 cm de diámetro. (Entre las dos válvulas está acoplada la toma de acueducto). Disipador de energía de impacto.

Gasto máximo: 3,60 m³/s

BENEFICIOS: Abastecimiento de agua potable a la población de El Chaparro, riego de 384 Ha y mitigación de crecientes.

- Figura 55: Muestra la sección de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.
- Figura 56: Muestra la vista de planta, comprendida entre las coordenadas Norte 1.005.700 y 1.005.100 y entre las coordenadas Este 283.500 y 284.900, con su respectiva curva de nivel de terreno y dimensiones.
- Figura 57: Muestra la sección del toma de la presa con todas sus dimensiones y variables de operación, además de sus componentes.

Tabla 11. Niveles y capacidades Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

Vista Alegre			
Nivel mínimo (m.s.n.m)	93.06	Capacidad máxima (Hm3)	67.05
Nivel normal (m.s.n.m)	98.5	Capacidad normal (Hm3)	49.04
Nivel máximo (m.s.n.m)	100.27	Capacidad mínima (Hm3)	22.3

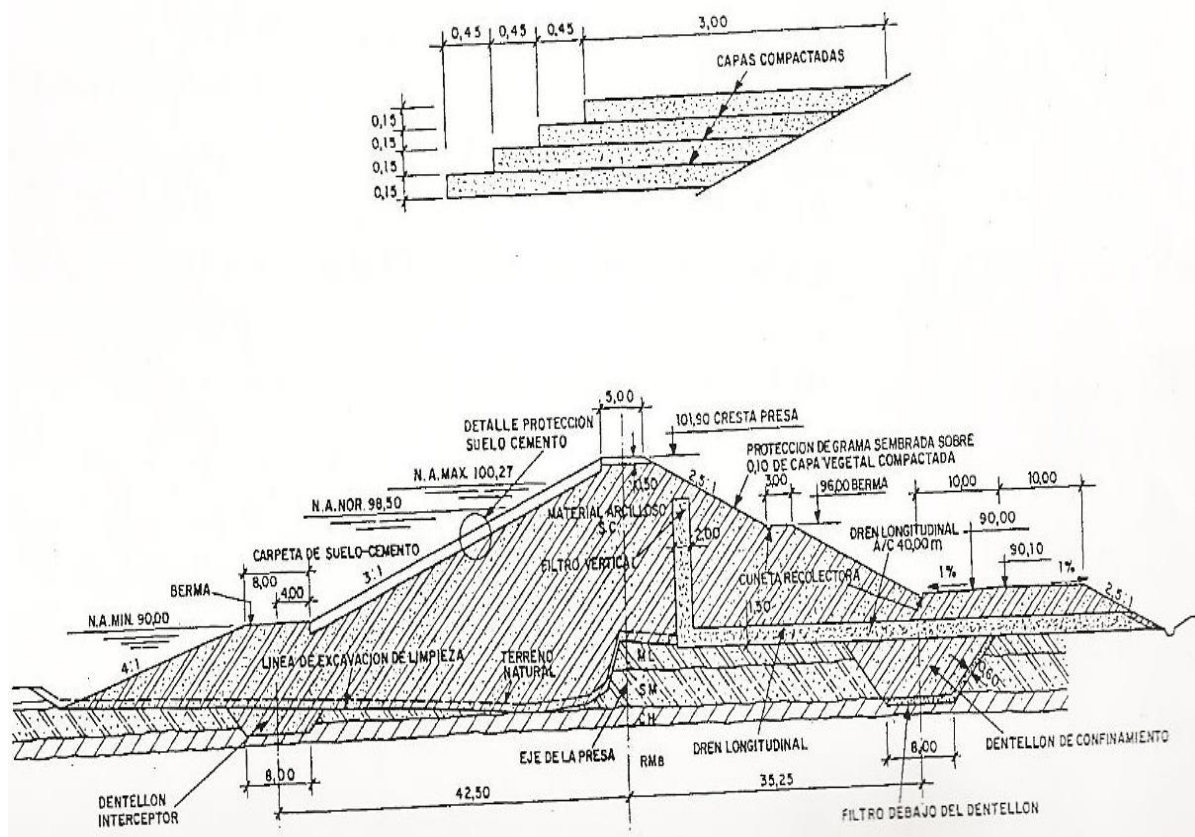
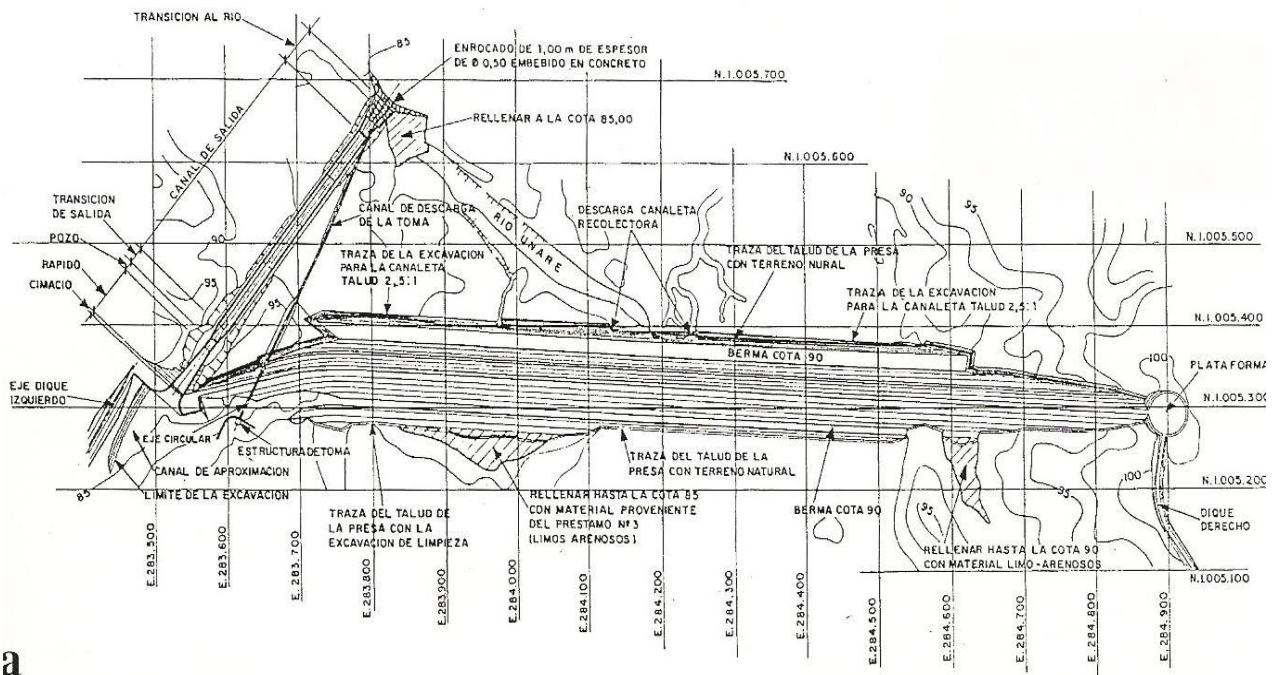


Figura 55. Sección de presa Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).



a

Figura 56. Vista de planta Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

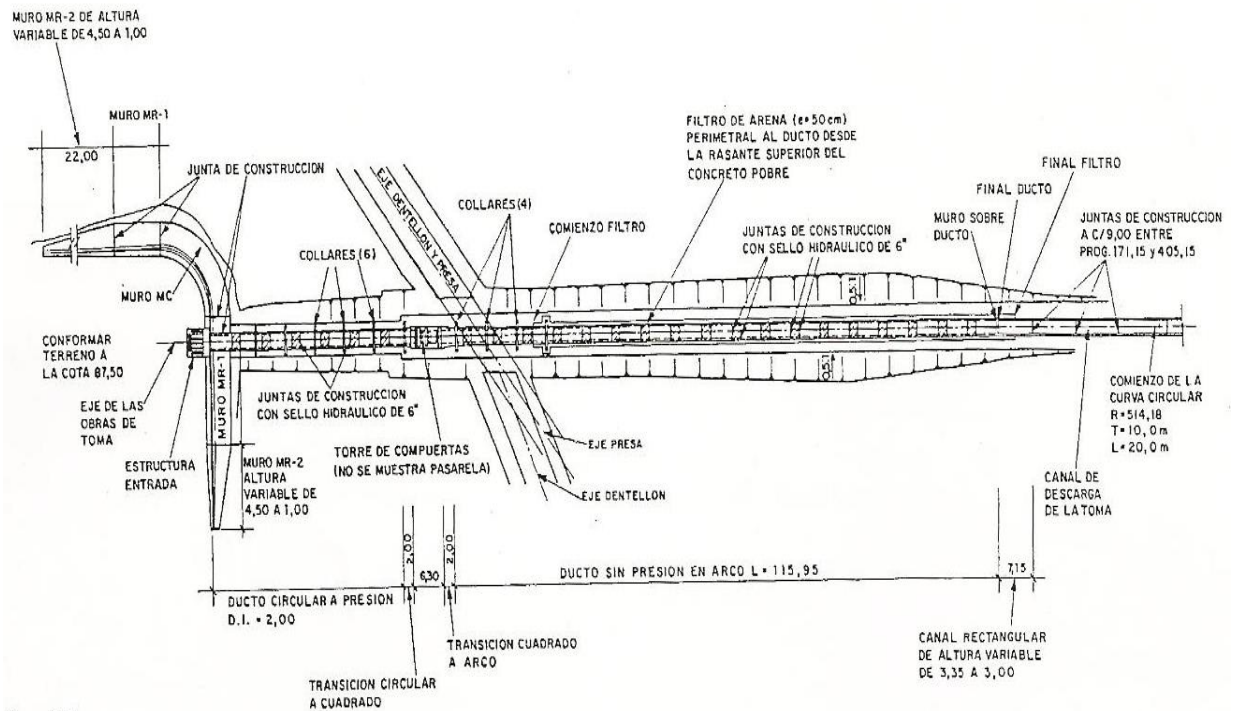


Figura 57. Obra de toma Vista Alegre, Estado Anzoátegui (Fuente: MINAMB).

4.1.2 Caracterizar la evolución temporal de las variables de operación de embalses de la cuenca del río Unare.

Para responder este objetivo se construyeron tablas y graficas de la evolución del volumen y nivel de los embalses con el transcurrir del tiempo; además de agregar los niveles mínimos, máximos y normales de cada embalse, los cuales se detallan por separado a continuación:

4.1.2.1 Embalse El Cigarrón

En la Tabla 13 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 44 y 175 Hm³.

Tabla 12. Tabla Variación temporal de volúmenes El Cigarrón, Estado Guárico.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	4046.13	70.09	175.07
2000	2452.20	67.42	91.31
2001	2244.08	67.07	86.10
2002	2154.41	66.85	82.72
2003	1601.57	65.01	60.05
2004	1305.44	64.26	52.64
2005	1154.71	63.77	47.74
2006	1085.61	63.43	44.28
2007	1086.19	63.43	44.31
2008	1144.50	63.72	47.23
2009	1248.61	64.12	51.22
2010	1386.56	64.47	54.66
2011	1546.42	64.87	58.66
2012	1716.23	65.39	63.87
2013	2077.05	66.59	78.85
2014	1590.18	64.98	59.75
2015	2404.13	67.34	90.10

En la figura 58 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse el Cigarrón ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel normal y mínimo de diseño, con su nivel máximo en el año de 1999 de 70 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2006 de 63 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2006 de aproximadamente 7 m y un aumento entre los años 2006 y 2015 de aproximadamente 5 m. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 2 m en su nivel de agua.

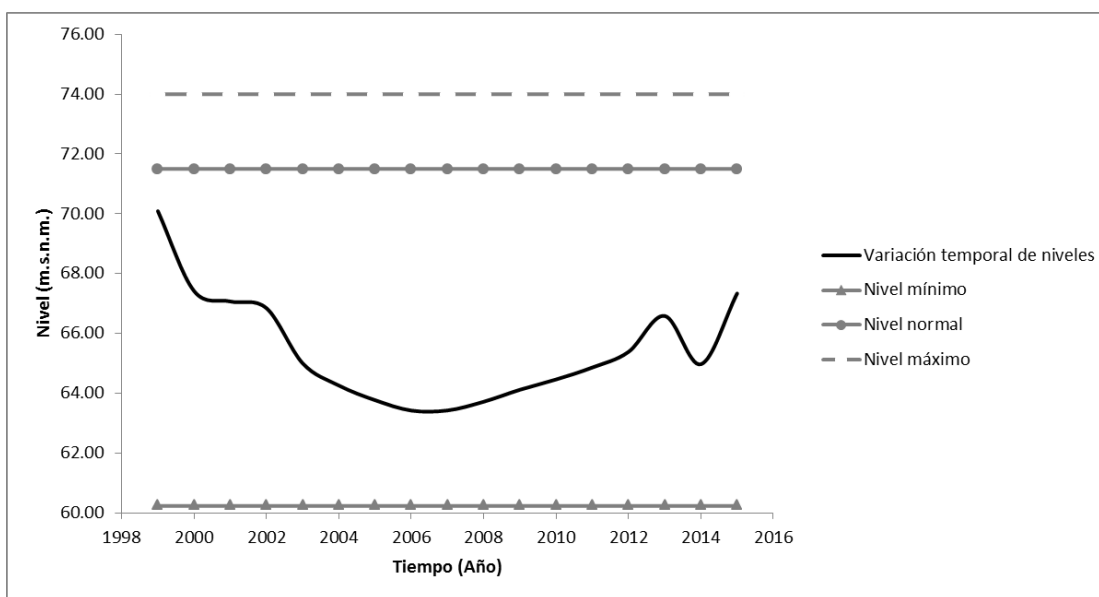


Figura 58. Variación temporal de niveles El Cigarrón, Estado Guárico.

En la figura 59 se observa la variación temporal de Capacidad de agua del embalse el Cigarrón ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre la capacidad normal y mínimo de diseño, con su capacidad máxima en el año de 1999 de 175 Hm³. y su mínimo en el año 2006 de 44 Hm³., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de capacidad entre el año 1999 y 2006 de aproximadamente 131 Hm³ y un aumento entre los años 2006 y 2015 de aproximadamente 46 Hm³. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 85 Hm³ de su capacidad de agua.

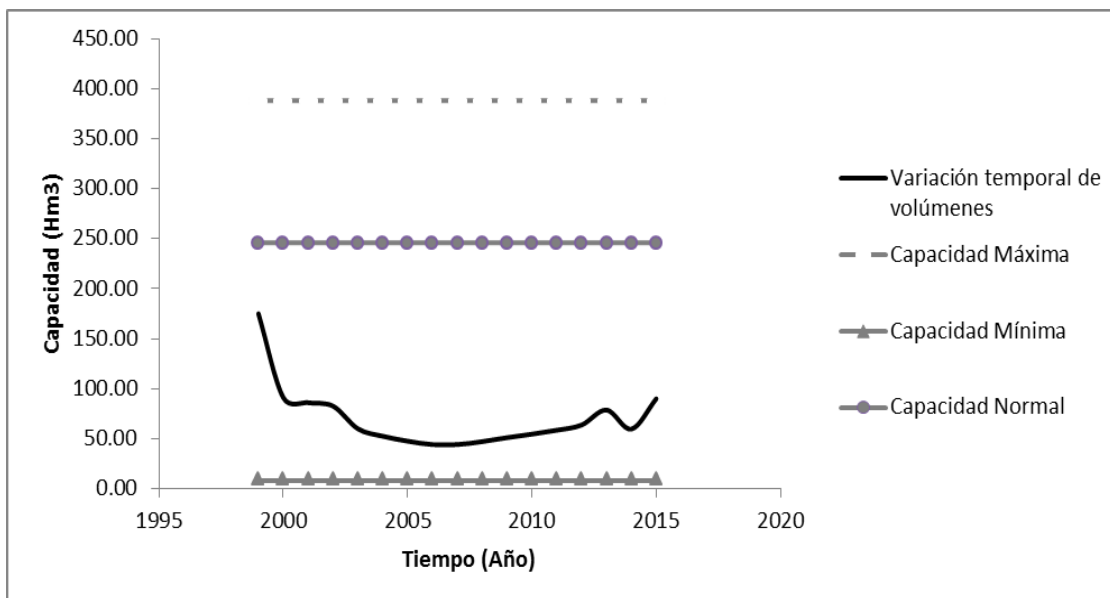


Figura 59. Variación temporal de capacidades El Cigarrón, Estado Guárico.

4.1.2.2 Embalse El Pueblito

En la Tabla 14 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 66 y 241Hm³.

Tabla 13. Tabla Variación temporal de volúmenes El Pueblito, Estado Guárico.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	3970.69	78.18	241.19
2000	2886.92	75.47	146.36
2001	2341.34	73.98	104.38
2002	2192.31	73.55	93.74
2003	1542.77	71.69	66.94
2004	1663.83	72.04	70.40
2005	1744.16	72.27	72.69
2006	1924.04	72.78	77.83
2007	2170.01	73.49	92.14
2008	2448.60	74.28	112.04

Tabla 14. Continuación.

año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
2009	2726.34	75.07	132.30
2010	2969.75	75.67	153.60
2011	3145.37	76.11	168.97
2012	3219.74	76.30	175.48
2013	3222.37	76.31	175.71
2014	2847.73	75.37	142.93
2015	2528.59	74.51	117.76

En la figura 60 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse el Pueblito ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel normal y mínimo de diseño, con su nivel máximo en el año de 1999 de 78 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2003 de 71 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 7 m y un aumento entre los años 2003 y 2015 de aproximadamente 3 m. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 4 m en su nivel de agua.

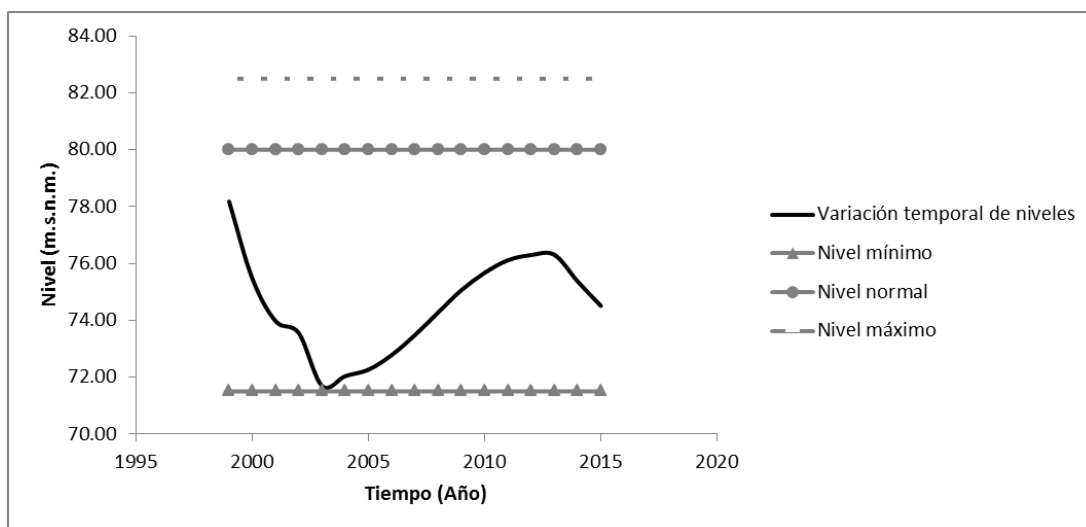


Figura 60. Variación temporal de niveles El Pueblito, Estado Guárico.

En la figura 61 se observa la variación temporal de Capacidad de agua del embalse el Pueblito ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre la capacidad normal y mínimo de diseño, con su capacidad máxima en el año de 1999 de 241 Hm³. y su mínimo en el año 2003 de 66 Hm³., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de capacidad entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 175 Hm³ y un aumento entre los años 2003 y 2015 de aproximadamente 51 Hm³. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 124 Hm³ de su capacidad de agua.

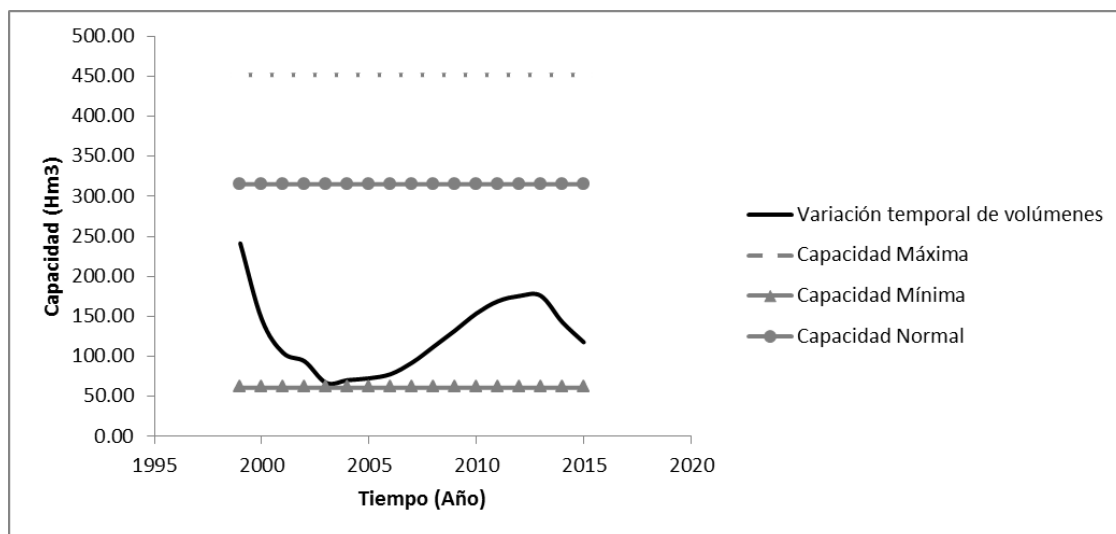


Figura 61. Variación temporal de capacidades El Pueblito, Estado Guárico.

4.1.2.3 Embalse La becerra

En la Tabla 15 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 59 y 287 Hm³.

Tabla 15. Tabla Variación temporal de volúmenes La Becerra, Estado Guárico.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	4962.05	72.12	287.45
2000	4011.71	70.28	190.36
2001	2487.89	67.18	83.52
2002	3040.85	68.40	118.11
2003	1744.40	65.49	59.78
2004	1841.09	65.68	63.64
2005	1794.11	65.59	61.76
2006	1861.55	65.72	64.46
2007	2009.81	66.02	70.25
2008	2205.30	66.51	75.13
2009	2414.43	67.03	80.58
2010	2603.62	67.41	88.14
2011	2739.26	67.68	93.57
2012	2787.78	67.78	95.51
2013	3188.58	68.82	137.10
2014	1708.16	65.42	58.33
2015	2405.82	67.01	80.23

En la figura 62 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse la Becerra ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel normal y mínimo de diseño, con su nivel máximo en el año de 1999 de 72 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2014 de 65 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 7 m, un aumento entre los años 2003 y 2013 de aproximadamente 3 m y por ultimo vuelve a perder aproximadamente de 3 m en un solo año. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 5 m en su nivel de agua.

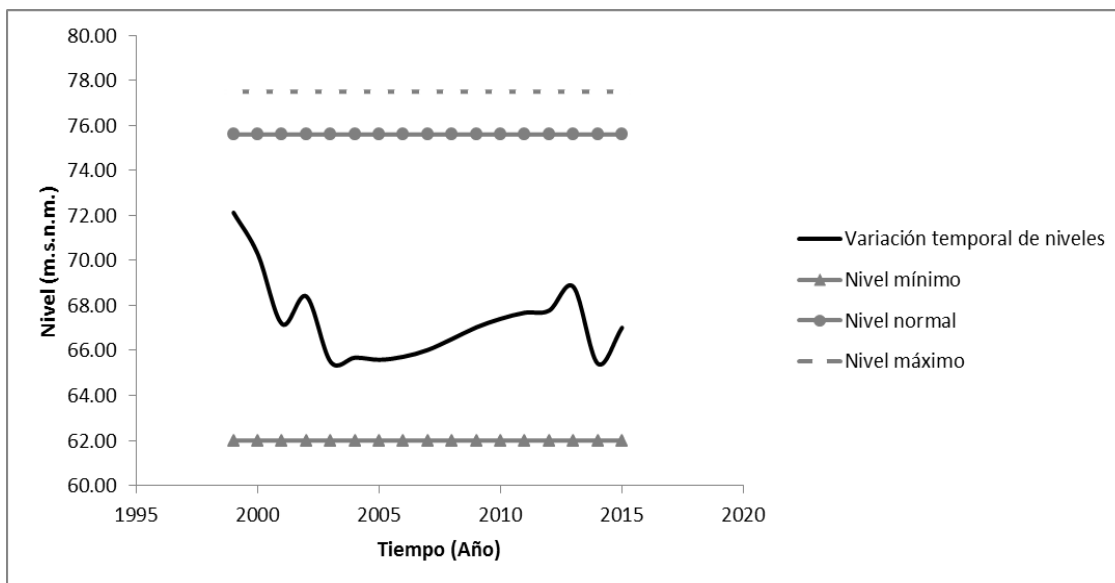


Figura 62. Variación temporal de niveles La Becerra, Estado Guárico.

En la figura 63 se observa la variación temporal de Capacidad de agua del embalse la Becerra ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre la capacidad normal y mínimo de diseño, con su capacidad máxima en el año de 1999 de 287 Hm³ y su mínimo en el año 2014 de 58 Hm³, también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de capacidad entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 228 Hm³, un aumento entre los años 2003 y 2013 de aproximadamente 78 Hm³ y por ultimo vuelve a perder aproximadamente de 79 Hm³ en un solo año. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 207 Hm³ en su capacidad de agua.

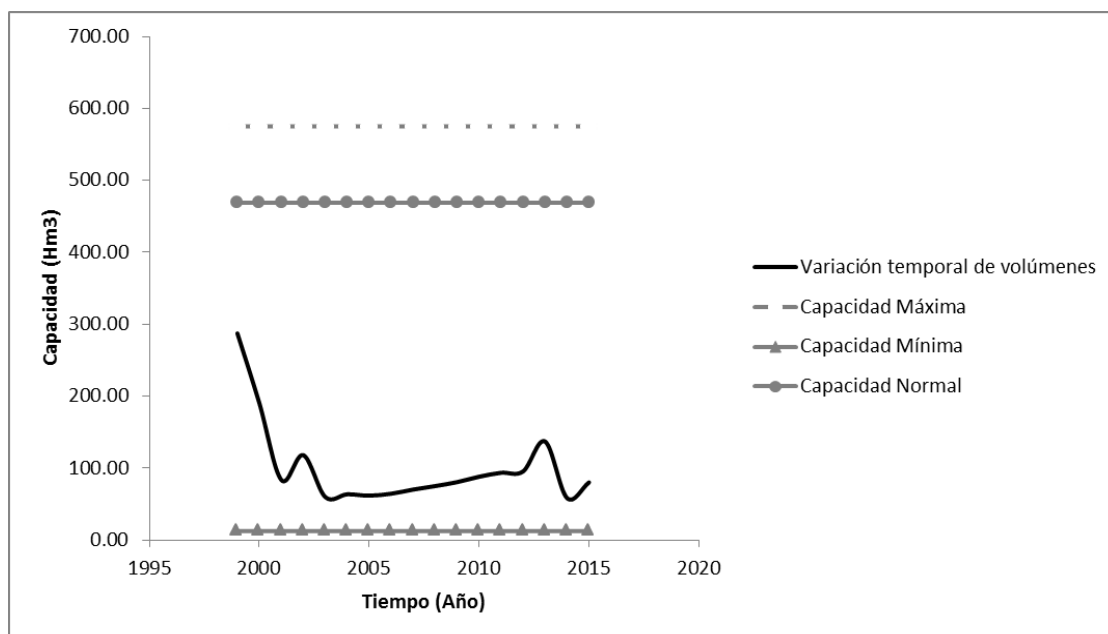


Figura 63. Variación temporal de capacidades La Becerra, Estado Guárico.

4.1.2.4 Embalse La Estancia

En la Tabla 16 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 25 y 139 Hm³.

Tabla 16. Tabla Variación temporal de volúmenes La Estancia, Estado Anzoátegui.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	1726.29	103.66	139.30
2000	1656.47	103.23	133.19
2001	1429.77	101.44	101.07
2002	1259.26	98.99	64.89
2003	848.90	94.49	25.91
2004	1023.01	96.23	39.61
2005	1027.49	96.27	39.92
2006	1068.93	96.69	42.82
2007	1138.73	97.43	49.30

Tabla 17. Continuación.

año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
2008	1228.30	98.55	60.47
2009	1329.06	100.13	81.81
2010	1432.42	101.47	101.54
2011	1529.80	102.36	117.11
2012	1649.16	103.18	132.55
2013	1667.93	103.30	134.19
2014	1721.78	103.64	138.91
2015	1655.71	103.22	133.12

En la figura 64 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse la Estancia ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel máximo y mínimo de diseño, con su nivel máximo en los años 1999 y 2014 de 103 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2003 de 94 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 9 m y un aumento entre los años 2003 y 2014 de aproximadamente 9 m, manteniendo su nivel hasta el año 2015. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió nivel de agua pero de la misma manera lo recupero.

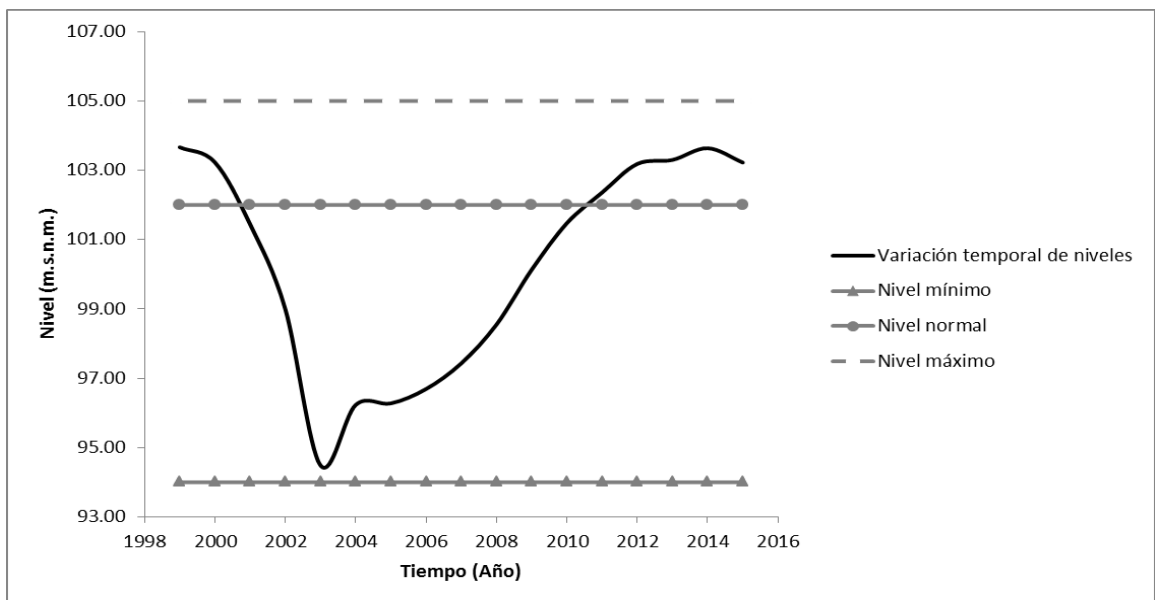


Figura 64. Variación temporal de niveles La Estancia, Estado Anzoátegui.

En la figura 65 se observa la variación temporal de capacidad de agua del embalse la Estancia ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel máximo y mínimo de diseño, con su nivel máximo en los años 1999 y 2014 de 139 Hm³ y su mínimo en el año 2003 de 25 Hm³, también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 114 Hm³ y un aumento entre los años 2003 y 2014 de aproximadamente 114 Hm³, manteniendo su nivel hasta el año 2015. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió capacidad de agua pero de la misma manera lo recupero.

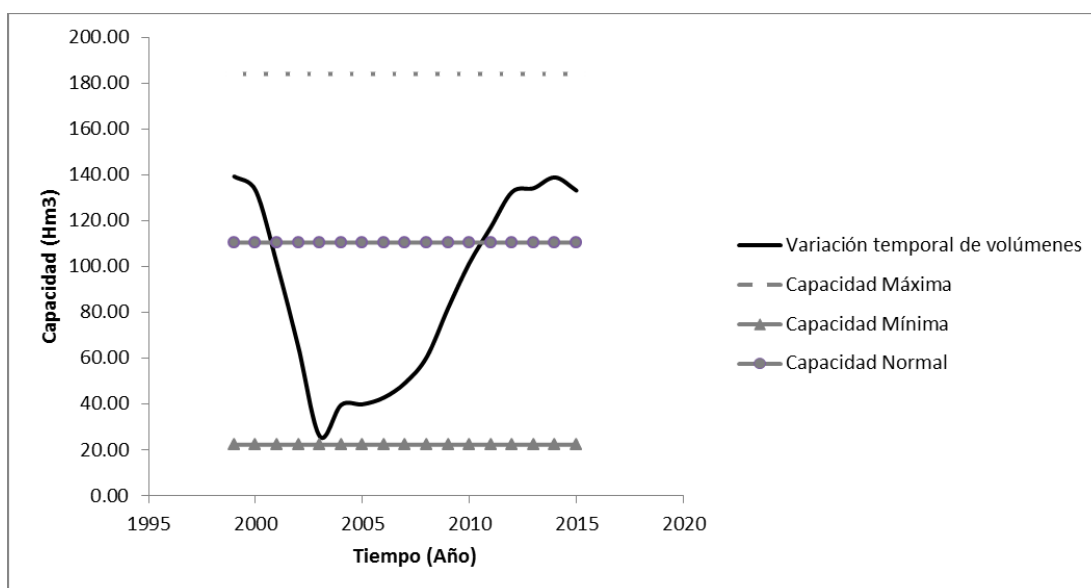


Figura 65. Variación temporal de capacidades La Estancia, Estado Anzoátegui.

4.1.2.5 Embalse Tamanaco

En la Tabla 17 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 33 y 67 Hm³.

Tabla 18. Tabla Variación temporal de volúmenes Tamanaco, Estado Guárico.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	2685.64	134.71	67.14
2000	2359.15	133.93	53.84
2001	2172.19	133.62	48.55
2002	2289.07	133.82	51.86
2003	1611.15	132.69	33.91
2004	1845.71	133.08	39.30
2005	1847.46	133.08	39.34
2006	1884.37	133.14	40.39
2007	1946.37	133.24	42.15
2008	2023.40	133.37	44.33
2009	2105.38	133.51	46.65
2010	2182.24	133.64	48.83
2011	2243.91	133.74	50.58
2012	2280.32	133.80	51.61
2013	2473.60	134.18	58.13
2014	1979.46	133.30	43.08
2015	2222.57	133.70	49.97

En la figura 66 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse Tamanaco ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel normal y mínimo de diseño, con su nivel máximo en el año de 1999 de 134 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2003 de 132 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 2 m y un aumento entre los años 2003 y 2015 de aproximadamente 1 m. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 1 m en su nivel de agua.

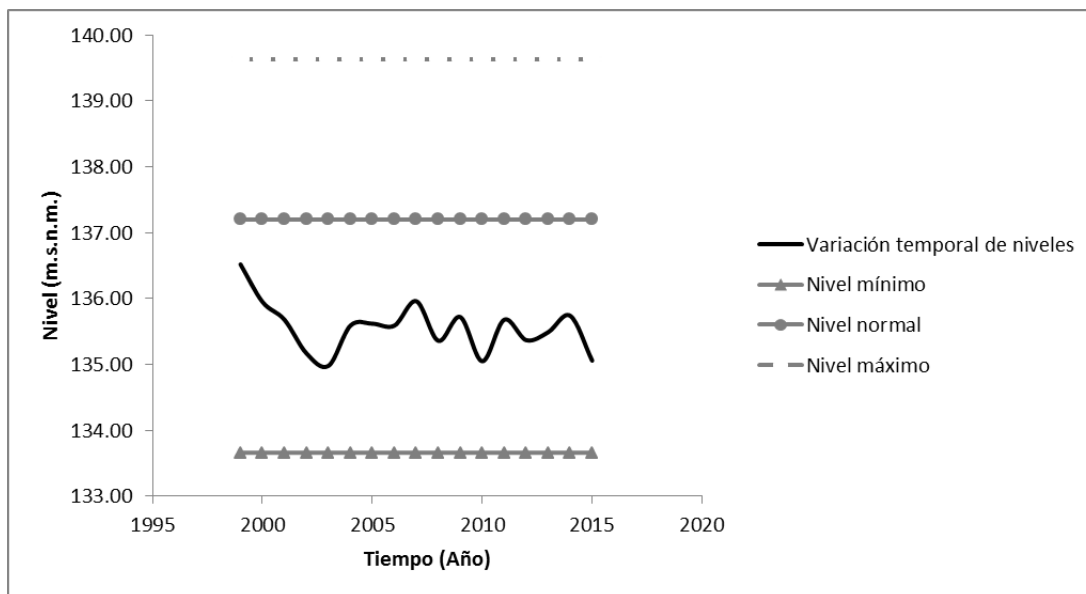


Figura 66. Variación temporal de niveles Tamanaco, Estado Guárico.

En la figura 67 se observa la variación temporal de capacidad de agua del embalse Tamanaco ubicado en el Estado Guárico, comprendida entre los años 1999 al 2015; se ubica entre la capacidad normal y mínima de diseño, con su capacidad máxima en el año de 1999 de 67 Hm³. y su mínimo en el año 2003 de 33 Hm³., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de capacidad entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 34 Hm³ y un aumento entre los años 2003 y 2015 de aproximadamente 16 Hm³. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse ha perdido 18 Hm³ de su capacidad de agua.

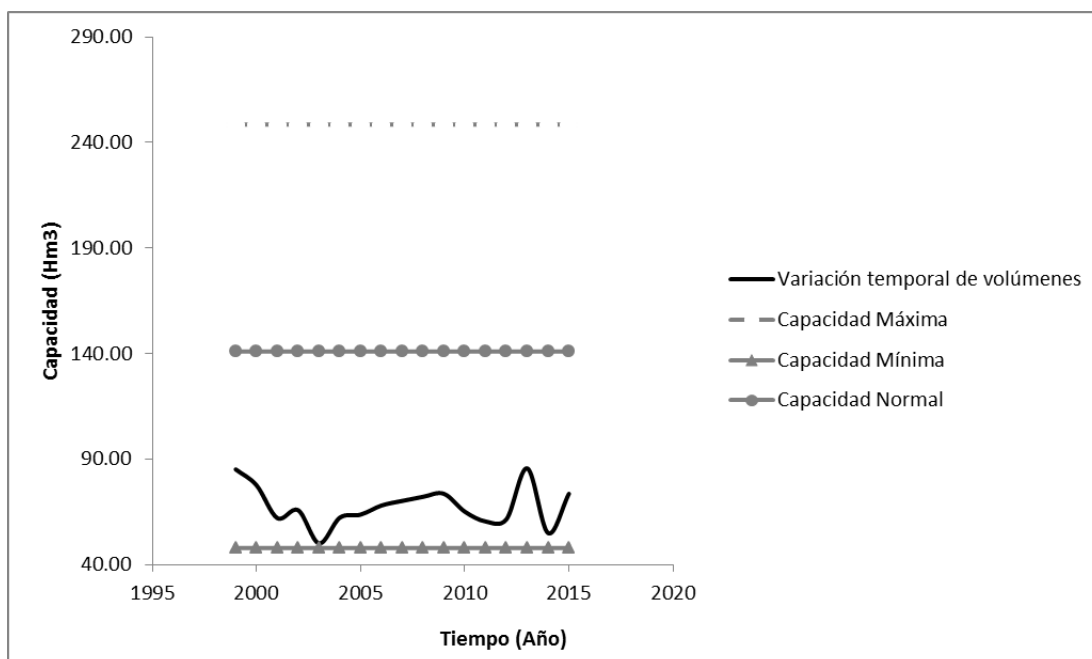


Figura 67. Variación temporal de capacidades Tamanaco, Estado Guárico.

4.1.2.6 Embalse Vista Alegre

En la Tabla 18 se observan los años estudiados que van desde 1999 hasta 2015, las áreas y cotas datos obtenidos que se utilizaron para obtener el volumen, el cual fluctúa entre 25 y 139 Hm³.

Tabla 19. Tabla Variación temporal de volúmenes Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

Variación temporal de volúmenes			
año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
1999	932.66	98.66	51.28
2000	728.11	96.94	36.52
2001	662.49	96.37	31.96
2002	631.94	96.10	29.83
2003	500.13	94.50	24.08
2004	537.93	94.97	26.24
2005	552.51	95.16	25.04
2006	581.88	95.52	25.66
2007	619.31	95.99	28.94

Tabla 20. Continuación.

año	área (Ha)	Nivel de agua (m.s.n.m.)	capacidad (Hm3)
2008	658.10	96.33	31.65
2009	691.52	96.62	33.97
2010	712.84	96.81	35.46
2011	715.36	96.83	35.63
2012	692.35	96.63	34.03
2013	708.18	96.77	35.13
2014	429.37	93.59	28.19
2015	449.07	93.85	24.29

En la figura 68 se observa la variación temporal de niveles de agua del embalse Vista Alegre ubicado en el Anzoátegui, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre el nivel máximo y mínimo de diseño, con su nivel máximo en el año de 1999 de 98 m.s.n.m. y su mínimo en el año 2014 de 93 m.s.n.m., también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de nivel entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 4 m, un aumento entre los años 2003 y 2013 de aproximadamente 2 m para luego volver a decaer 3 m aproximadamente llegando a su nivel mínimo entre los años 2013 y 2015. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 5 m en su nivel de agua.

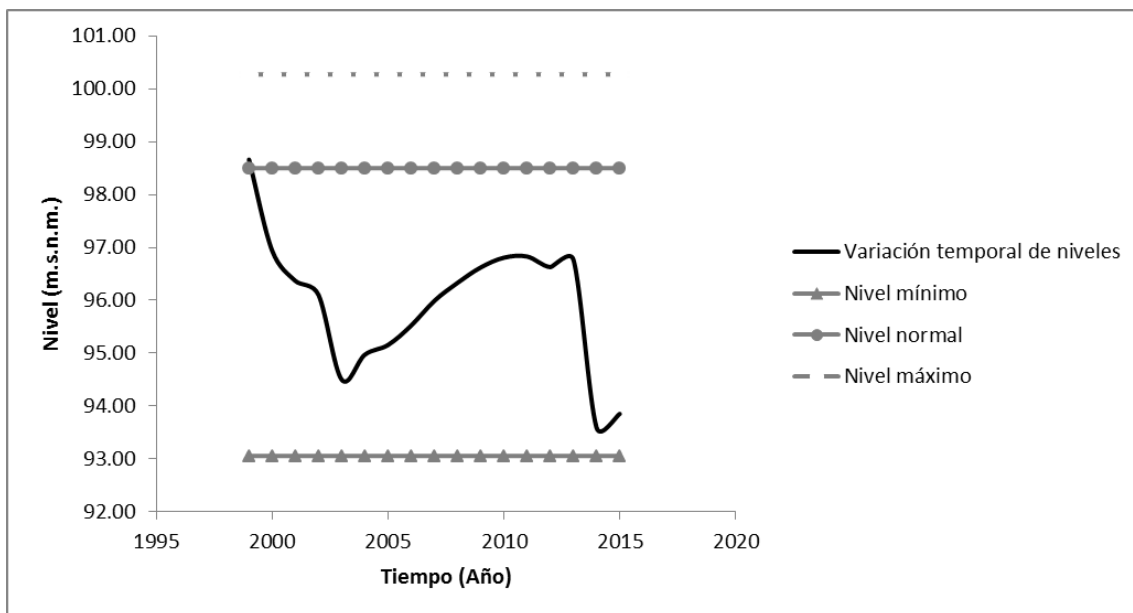


Figura 68. Variación temporal de niveles Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

En la figura 69 se observa la variación temporal de capacidad de agua del embalse Vista Alegre ubicado en el Anzoátegui, comprendida entre los años 1999 al 2015; dicha variación se ubica entre la capacidad máxima y mínima de diseño, con su capacidad máxima en el año de 1999 de 51 Hm³ y su mínimo en el año 2014 de 13 Hm³, también se aprecia que el embalse sufre una pérdida de capacidad entre el año 1999 y 2003 de aproximadamente 33 Hm³, un aumento entre los años 2003 y 2013 de aproximadamente 17 Hm³ para luego volver a decaer 21 Hm³ aproximadamente llegando a su capacidad mínima entre los años 2013 y 2015. Con el transcurso de 16 años se observó que el embalse perdió 37 Hm³ en su capacidad de agua.

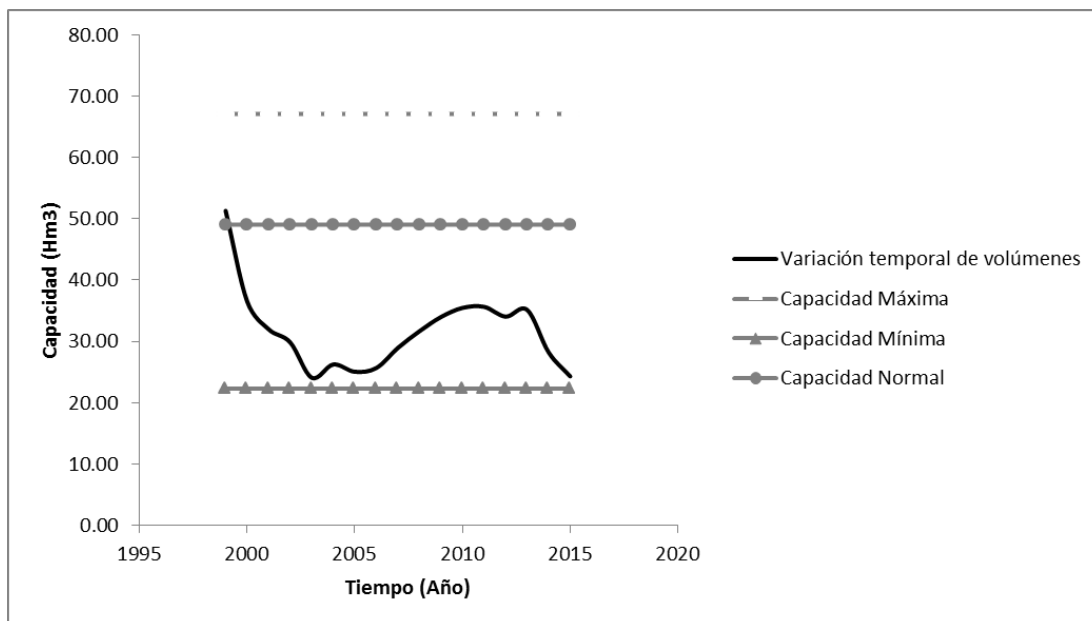


Figura 69. Variación temporal de capacidades Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

4.1.3 Aplicar un método para medir el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare.

Basándonos de la realización de un levantamiento batimétrico se logró encontrar la ubicación geográfica, el nivel de la superficie del agua y la profundidad de los puntos.

Mediante la construcción de los planos de ubicación y curvas de nivel, se representan los resultados de las mediciones de la batimetría que indican el estado de cada uno de los embalses, son mostrados a continuación:

4.1.3.1 Embalse El Cigarrón:

Tabla 19: Contiene los 95 puntos medidos en este embalse el día 29 de septiembre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 1035175,00 m hasta 1042082,00 m y coordenada Este desde 210441,00 m hasta 220864,06 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 21. Batimetría Embalse El Cigarrón, Estado Guárico.

Nº	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	1037728.77	217987	73.5	7.5	66
2	1037833.91	217902.29	77	5.4	71.6
3	1037975.67	217854.47	71.4	5.8	65.6
4	1038132.94	217788.46	71	6	65
5	1038324	217725.74	68.5	5.9	62.6
6	1038475.03	217671.9	70.1	5.5	64.6
7	1038672.28	217603.12	70.2	5.2	65
8	1038866.35	217549.59	68.3	4.3	64
9	1039048.1	217499.02	69.5	5.5	64
10	1039143.28	217514.99	70.8	5.4	65.4
11	1039102.85	217578.8	71.6	4.8	66.8
12	1039056.02	217676.15	72.4	6.3	66.1
13	1038983.44	217932.06	69.8	4.8	65
14	1038945.39	218090.54	71.4	5.4	66
15	1038925.48	218291.88	72.5	4.9	67.6
16	1038936.52	218462.93	71.2	5.1	66.1
17	1038922.96	218636.84	70.4	5.9	64.5
18	1038900.28	218795.43	66.7	5.1	61.6
19	1038877.52	218966.23	68.6	4.8	63.8
20	1038845.64	219121.69	65.9	5.2	60.7
21	1038822.83	219298.59	65.9	5.1	60.8
22	1038778.51	219475.34	70.4	5.1	65.3
23	1038728.08	219645.93	70.2	6.4	63.8
24	1038813.53	219732.04	69.5	5.2	64.3
25	1038914.22	219836.57	69.7	6.3	63.4
26	1039008.69	219950.21	67.7	6.2	61.5
27	1039145.96	220097.74	68.2	5.6	62.6
28	1039246.65	220202.27	67.8	6	61.8
29	1039344.02	220340.36	68.7	5.5	63.2
30	1039432.1	220487.53	70.2	5.2	65

Tabla 22. Continuación.

Nº	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	1039481.06	220518.41	72.5	5.9	66.6
32	1039385.46	220560.46	72.4	5.6	66.8
33	1039256.06	220599.21	74.6	4.7	69.9
34	1039117.22	220668.42	75.9	5.2	70.7
35	1039012.33	220719.55	72.8	4.5	68.3
36	1038928.85	220786.11	73.3	5.7	67.6
37	1038836.39	220819.02	74.4	4.4	70
38	1038731.54	220864.06	75.2	4.7	70.5
39	1038775.39	220751.42	73.2	5.1	68.1
40	1038800.89	220626.44	70.2	5.7	64.5
41	1038829.69	220470.95	70.4	5.6	64.8
42	1038851.78	220391.74	70.7	5.2	65.5
43	1038877.72	220205.7	76.6	5.3	71.3
44	1038845.79	219945.97	71.6	5	66.6
45	1038815	219530.56	72.8	6.8	66
46	1038723.59	218995.63	74.4	5.5	68.9
47	1038529.66	218609.55	71.9	5.7	66.2
48	1038396.36	218339.92	69.2	5.3	63.9
49	1038132.29	217876.99	69.3	6.2	63.1
50	1042082	217822	73.5	7.5	66
51	1041873	218415	77	5.4	71.6
52	1041815	219091	71.4	5.8	65.6
53	1042073	219645	71	6	65
54	1041866	219920	68.5	5.9	62.6
55	1041386	219863	70.1	5.5	64.6
56	1041030	219585	70.2	5.2	65
57	1040910	218976	68.3	4.3	64
58	1040348	218807	69.5	5.5	64
59	1039938	218488	70.8	5.4	65.4
60	1039912	218087	71.6	4.8	66.8

Tabla 23. Continuación.

Nº	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	1039392	217946	72.4	6.3	66.1
62	1038940	217626	69.8	4.8	65
63	1038957	217033	71.4	5.4	66
64	1038957	216991	72.5	4.9	67.6
65	1038918	216590	71.2	5.1	66.1
66	1038427	216118	70.4	5.9	64.5
67	1038195	215772	76.51	5.1	71.41
68	1038060	215329	78.52	4.8	73.72
69	1037994	214790	72.34	5.2	67.14
70	1038148	214211	71.93	5.1	66.83
71	1037763	214320	68.04	5.1	62.94
72	1036804	214177	67.15	6.4	60.75
73	1036753	213403	71.17	5.2	65.97
74	1036729	212685	69.46	6.3	63.16
75	1035960	212792	68.09	6.2	61.89
76	1035855	211893	68.52	5.6	62.92
77	1035722	211064	74.9	6	68.9
78	1035505	210441	71.69	5.5	66.19
79	1035175	210605	75.01	5.2	69.81
80	1035227	211144	70.14	5.9	64.24
81	1035241	211158	75.85	5.6	70.25
82	1035457	211808	76.88	4.7	72.18
83	1035425	212761	71.58	5.2	66.38
84	1035422	213300	85.38	4.5	80.88
85	1035436	213355	80.96	5.7	75.26
86	1035707	213923	73.17	4.4	68.77
87	1035977	214808	73.55	4.7	68.85
88	1036456	215059	68.83	5.1	63.73
89	1036977	215227	68.09	5.7	62.39
90	1037372	215754	72.76	5.6	67.16

Tabla 24. Continuación.

Nº	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	1037684	216460	70.41	5.2	65.21
92	1037875	216792	68.3	5.3	63
93	1038881	218538	68.03	5	63.03
94	1039374	218816	73.59	6.8	66.79
95	1039892	219358	72.46	5.5	66.96

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 el Cigarrón respecto a su topografía y son mostrados a continuación:

Plano de ubicación: Representa la ubicación de los puntos de la batimetría a escala 1:70.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 20 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 95 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte desde 1035175,00 m hasta 1042082,00 m y coordenada Este desde 210441,00 m hasta 220864,06 m, dentro 2404.13 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1034000 m y 1044000 m, y Este 210000 m y 222000 m. (Ver Anexo 1).

Plano de curvas de nivel: Este plano esta en escala 1:70.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 55 m altura y la máxima es de 69 m de altura la delimitación del embalse y adicionalmente se generaron los dos alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver Anexo 2).

Plano de sección transversal

- **Perfil 1:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse el Cigarrón, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 67 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 59 m.s.n.m. hasta los 70 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 8 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).
- **Perfil 2:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse el Cigarrón, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 68 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 59 m.s.n.m. hasta los 70 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 9 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).

4.1.3.2 Embalse El Pueblito:

Tabla 20: Contiene los 91 puntos medidos en este embalse el día 13 de septiembre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 1017596,03 m hasta 1006449,00 m y coordenada Este desde 219082,00 m hasta 207447,00 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 25. Batimetría Embalse El Pueblito, Estado Guárico.

Nº	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	1017492.85	215222.74	75.8	7.2	68.6
2	1017381.63	215298.3	78.4	5.8	72.6
3	1017268.09	215269.99	77.4	6.7	70.7
4	1017125.64	215412.53	75.6	5.5	70.1
5	1016983.53	215509.25	77	4	73
6	1016819.96	215596.66	74.5	5.5	69
7	1016643.77	215729.79	72	4.7	67.3
8	1016458.73	215810.93	73.1	4.6	68.5
9	1016273.43	215928.73	73.9	4.3	69.6
10	1016143.71	216013.33	75.8	5	70.8
11	1016026.03	216131.62	77.2	5.4	71.8
12	1015859	216273.99	75.1	4.6	70.5
13	1015747.52	216386.21	74.4	4.6	69.8
14	1015642.17	216501.54	74.9	4.6	70.3
15	1015493.61	216640.99	74.7	4	70.7
16	1015388.21	216762.42	74.6	4.1	70.5
17	1015278.67	216605.84	75	4	71
18	1015147.6	216449.11	76.5	4.5	72
19	1015022.62	216301.58	75.9	5.1	70.8
20	1014909.91	216157.19	74	4.7	69.3
21	1014781.99	215991.31	77.1	4.7	72.4
22	1014660.08	215843.8	76.1	4.7	71.4
23	1014523	215668.69	75	4.7	70.3
24	1014363.59	216034.12	74.8	4.7	70.1
25	1014227.53	215290.81	76.5	4.9	71.6
26	1014072.05	215109.44	76.3	4.6	71.7
27	1013932.09	214906.81	75.1	5	70.1
28	1013767.33	214734.54	77.4	5.1	72.3
29	1013624.22	214544.1	74.4	5.1	69.3
30	1013783.47	214627.74	73.6	4.8	68.8
31	1013958.03	214720.65	72	4.8	67.2
32	1014160.13	214832.08	72.9	4.9	68

Tabla 26. Continuación.

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)
33	1014353.09	214931.23	74.3	5	69.3
34	1014546.12	215021.22	72.3	5.3	67
35	1014689.98	215107.79	73.2	5.6	67.6
36	1014689.98	215107.79	73.1	5.3	67.8
37	1015002.12	215305.56	71.8	5.7	66.1
38	1015115.25	215391.91	79.2	5	74.2
39	1015274.48	215478.59	76.1	5.7	70.4
40	1015408.97	215586.48	78.7	4.9	73.8
41	1015580.3	215700.74	77	4.9	72.1
42	1015714.75	215814.74	77.5	5	72.5
43	1015846.27	215907.33	77.5	5	72.5
44	1015974.79	215990.73	75.9	5	70.9
45	1016133.93	216089.63	77.5	5.1	72.4
46	1016268.55	216179.19	78.8	5.1	73.7
47	1016439.84	216299.55	80	5.1	74.9
48	1016592.6	216432	80.4	6	74.4
49	1016745.6	216530.86	77.4	5.2	72.2
50	1016889.29	216641.86	78.5	4.7	73.8
51	1017039.04	216765.12	73.9	5.1	68.8
52	1017201.08	216888.47	77.6	5.4	72.2
53	1017354.21	216968.99	78.4	5.2	73.2
54	1017479.63	217055.42	78.2	5.5	72.7
55	1017596.03	217114.3	79	5.2	73.8
56	1013763	215017	78.25	7.2	71.05
57	1012942	214675	73.59	5.8	67.79
58	1012357	214284	77.4	6.7	70.7
59	1011872	213944	79.68	5.5	74.18
60	1011421	213655	77.07	4	73.07
61	1010919	213213	70.38	5.5	64.88
62	1010452	212738	75.13	4.7	70.43
63	1010036	212027	73.57	4.6	68.97
64	1009535	211535	76.59	4.3	72.29

Tabla 27. Continuación.

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)
65	1009017	211160	76.6	5	71.6
66	1008920	210231	77.21	5.4	71.81
67	1008570	209705	75.24	4.6	70.64
68	1008103	209095	77.98	4.6	73.38
69	1007569	208518	73.98	4.6	69.38
70	1007052	207907	77.77	4	73.77
71	1006449	207447	74.22	4.1	70.12
72	1007048	208650	76.08	4	72.08
73	1007915	209939	76.12	4.5	71.62
74	1009146	212141	81.36	5.1	76.26
75	1010029	213513	70.14	4.7	65.44
76	1011466	214584	72.26	4.7	67.56
77	1012906	215300	75.28	4.7	70.58
78	1013508	215607	72.81	4.7	68.11
79	1013790	216317	73.33	4.7	68.63
80	1013518	216991	75.1	4.9	70.2
81	1012962	217512	75.32	4.6	70.72
82	1012962	217546	72.82	5	67.82
83	1012640	218220	73.82	5.1	68.72
84	1012202	218471	72.9	5.1	67.8
85	1011599	218384	76.06	4.8	71.26
86	1011565	218400	72.7	4.8	67.9
87	1010759	218700	74.12	4.9	69.22
88	1010725	218734	73.84	5	68.84
89	1010237	219036	73.73	5.3	68.43
90	1010153	219069	75.59	5.6	69.99
91	1009415	219082	71.86	5.3	66.56

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 el Pueblito respecto a su topografía y son mostrados a continuación:

Plano de ubicación: Representa la ubicación de los puntos de la batimetría a escala 1:100.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 20 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 91 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte desde 1017596,03 m hasta 1006449,00 m y coordenada Este desde 219082,00 m hasta 207447,00 m, dentro 2528.59 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1005000 m y 1018000 m, y Este 206000 m y 222000 m. (Ver Anexo 3).

Plano de curvas de nivel: Este plano esta en escala 1:80.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 62 m altura y la máxima es de 79 m de altura, la delimitación del embalse y adicionalmente se generaron los dos alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver anexo 4).

Plano de sección transversal

- **Perfil 1:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse el Pueblito, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 76 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 65 m.s.n.m. hasta los 80 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 11 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).

- **Perfil 2:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse el Pueblito, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 77 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 66 m.s.n.m. hasta los 80 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 11 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).

4.1.3.3 Embalse La Becerra:

Tabla 21: Contiene los 104 puntos medidos en este embalse el día 11 de septiembre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 999026,54 m hasta 989676,00 m y coordenada Este desde 250868,00 m hasta 240466,00 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 28. Batimetría Embalse La Becerra, Estado Guárico.

Nº	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	998708.07	247072.62	66.9	5.2	61.7
2	998672.35	246889.07	69.3	5.6	63.7
3	998685.61	246736.39	66.5	5.5	61
4	998658.97	246574.28	67.61	5.7	61.91
5	998641.49	246421.4	64.8	4.9	59.9
6	998639.44	246259.45	67.3	4.7	62.6
7	998643.62	246085.31	68	5	63
8	998647.85	245902.01	66.3	6.6	59.7
9	998624.17	245758.26	67.7	5.8	61.9
10	998628.33	245587.18	65.9	5.6	60.3
11	998617.57	245345.73	69.9	6.7	63.2
12	998619.18	245092.14	65.8	5.6	60.2

Tabla 29. Continuación.

Nº	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)
13	998617.29	244905.74	63.7	5.3	58.4
14	998599.55	244795.63	64.1	4.8	59.3
15	998510.65	244758.4	67.4	5.6	61.8
16	998372.68	244705.58	71.6	5.3	66.3
17	998216.2	244661.81	67.4	5.5	61.9
18	998047.36	244630.18	68.8	5.5	63.3
19	997890.88	244586.41	65.5	5.7	59.8
20	997786.06	244637.68	67.9	6.3	61.6
21	997638.18	244691.74	62.8	5.6	57.2
22	997527.57	244684.93	69.6	5.2	64.4
23	997422.81	244727.04	70.2	6.6	63.6
24	997296.54	244765.96	66.4	5.8	60.6
25	997164.15	244801.79	70.6	5.3	65.3
26	997010.23	244840.53	68.1	6.3	61.8
27	996853.09	244900.65	71	5.2	65.8
28	996726.67	244964.01	68.9	6.1	62.8
29	996566.51	245018	69.6	5.2	64.4
30	996449.42	245063.09	69.4	5.8	63.6
31	996233.47	245190.06	68.2	5.4	62.8
32	996140.76	245268.92	71.9	7.5	64.4
33	996014.67	245280.34	75.6	6.3	69.3
34	995918.7	245389.74	72.5	6.7	65.8
35	995807.32	245505.15	68.6	7	61.6
36	995680.5	245632.68	74.7	5.9	68.8
37	995566.03	245751.13	71	4.9	66.1
38	995423.8	245884.68	72.4	7.1	65.3
39	995284.42	246054.92	72.2	5.4	66.8
40	995169.93	246176.43	72.8	5.6	67.2
41	995024.5	246331.35	72.7	5.1	67.6
42	994863.49	246519.79	75.2	5.4	69.8
43	994730.31	246680.91	70.9	5.6	65.3
44	994608.78	246945.99	72.9	6.2	66.7

Tabla 30. Continuación.

Nº	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)
45	994413.81	247158.67	72.6	5.9	66.7
46	994231.31	247343.93	73	4.8	68.2
47	994061.01	247544.54	72.8	7.2	65.6
48	993949.61	247666.07	75.5	5.8	69.7
49	997267.21	246000.22	77.4	5.6	71.8
50	997476.39	245970.99	75.3	5.4	69.9
51	997611.64	245968.79	77.9	5.4	72.5
52	997808.28	245979.2	77.9	5.1	72.8
53	998041.92	245971.51	75.6	5.2	70.4
54	998306.08	245997.62	75.2	5.8	69.4
55	998530.42	246002.1	72.2	5.1	67.1
56	998671.39	246067.16	74.1	5.6	68.5
57	998842.87	246169.07	75.1	5	70.1
58	999026.54	246286.34	73.3	5.7	67.6
59	996748	244802	76.2	5.2	71
60	996509	244624	67.33	5.6	61.73
61	996127	244430	73.73	5.5	68.23
62	995824	244284	65.51	5.7	59.81
63	995617	244154	77.18	4.9	72.28
64	995378	244024	77.87	4.7	73.17
65	995027	243910	70.05	5	65.05
66	994597	243715	78.7	6.6	72.1
67	994135	243585	83.44	5.8	77.64
68	993736	243454	74.27	5.6	68.67
69	993290	243339	84.41	6.7	77.71
70	992796	243064	70.57	5.6	64.97
71	992574	242741	79.29	5.3	73.99
72	992560	242259	76.95	4.8	72.15
73	992546	241776	79.32	5.6	73.72
74	992309	241357	78.71	5.3	73.41
75	991990	241114	79.58	5.5	74.08
76	991672	240904	66.79	5.5	61.29

Tabla 31. Continuación.

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)
77	991274	240661	66.99	5.7	6.71
78	990971	240466	76.24	6.3	5.42
79	992922	243450	76.24	5.6	5.49
80	992553	243722	67.04	5.2	6.91
81	992217	243833	67.15	6.6	7.05
82	991913	244024	66.93	5.8	7.25
83	991386	244054	67.97	5.3	7.86
84	990811	244035	76.61	6.3	5.97
85	990156	244080	68.76	5.2	8.69
86	989885	244078	67.5	6.1	7.7
87	989676	244158	77.71	5.2	7.1
88	993477	247567	67.36	5.8	7.39
89	993239	247357	77.17	5.4	6.74
90	993001	247051	73.45	7.5	3.24
91	992983	247356	65.99	6.3	6.1
92	993013	247742	77.39	6.7	6.99
93	992964	248143	76.81	7	6.64
94	992771	248416	67.46	5.9	7.55
95	992658	248689	67.1	4.9	7
96	992449	248913	77.89	7.1	7.78
97	992097	249056	65.6	5.4	5.73
98	991967	249489	65.9	5.6	6.09
99	991869	249890	66.59	5.1	6.47
100	991947	250389	75.15	5.4	5.06
101	991737	250742	79.71	5.6	9.68
102	991274	250868	65.28	6.2	5.13
103	990747	250866	64.42	5.9	4.52
104	990364	250768	64.37	4.8	4.53
73	992546	241776	79.32	5.6	73.72
74	992309	241357	78.71	5.3	73.41
75	991990	241114	79.58	5.5	74.08
76	991672	240904	66.79	5.5	61.29

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 la Becerra respecto a su topografía y son mostrados a continuación:

Plano de ubicación: Representa la ubicación de los puntos de la batimetría a escala 1:70.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSb en REGVEN. Huso 20 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 104 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte desde 999026,54 m hasta 989676,00 m y coordenada Este desde 250868,00 m hasta 240466,00 m, dentro 2405.82 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 989000 m y 100000 m, y Este 240000 m y 252000 m. (Ver Anexo 5).

Plano de curvas de nivel: Este plano esta en escala 1:70.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 53 m altura y la máxima es de 76 m de altura, la delimitación del embalse y adicionalmente se generaron los dos alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver anexo 6).

Plano de sección transversal

- **Perfil 1:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse la Becerra, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 73 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 59 m.s.n.m. hasta los 77 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 14 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).

- **Perfil 2:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse la Becerra, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 68 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 59 m.s.n.m. hasta los 70 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 9 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 13).

4.1.3.4 Embalse La Estancia:

Tabla 22: Contiene los 136 puntos medidos en este embalse el día 10 de septiembre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 1042480,00 m hasta 1039047,00 m y coordenada Este desde 309337,00 m hasta 302081,00 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 32. Batimetría Embalse La estancia, Estado Anzoátegui.

Nº	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	1041633.79	302634.15	94.3	8.4	85.9
2	1041664.33	302670.92	92.2	7.6	84.6
3	1041630.06	302762.27	97.1	6.1	91
4	1041558.72	302893.1	100.5	8.2	92.3
5	1041450.38	303048.16	99.2	8.67	90.53
6	1041329.54	303245.86	101.5	5.4	96.1
7	1041245.86	303385.78	101.4	6.1	95.3
8	1041165.4	303498.26	100.5	5.2	95.3
9	1041109.27	303659.68	100.4	5.1	95.3
10	1041031.65	303817.94	100.6	5.1	95.5
11	1040988.02	303936.71	102.2	5.1	97.1
12	1040928.96	304070.66	102.1	5.4	96.7

Tabla 33. Continuación.

Nº	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)
13	1040878.81	304265.68	101.9	4.6	97.3
14	1040819.53	304442.34	103.9	4.6	99.3
15	1040760.53	304564.09	102.8	6	96.8
16	1040720.14	304652.37	100	4.5	95.5
17	1040605.48	304844	100.5	4.7	95.8
18	1040531.12	304965.67	102.1	5.3	96.8
19	1040463.09	305050.76	100.5	5.2	95.3
20	1040361.14	305160.09	100.3	6.7	93.6
21	1040302.35	305242.17	103.4	7.6	95.8
22	1040255.69	305354.82	101.7	4.3	97.4
23	1040147.58	305467.17	99.3	5.3	94
24	1040026.92	305631.32	100.8	5	95.8
25	1039940.18	305771.24	99.8	4.7	95.1
26	1039874.92	305917.37	99.5	4.2	95.3
27	1039813.3	305950.62	98.1	5.2	92.9
28	1039767.19	305956.49	100.6	5.4	95.2
29	1040665.45	306964.83	88.5	10.1	78.4
30	1040668.77	306916.03	91.3	5.8	85.5
31	1040678.67	306778.78	93.8	5.5	88.3
32	1040695.45	306498.16	98	3	95
33	1040699.06	306391.39	95.6	5.7	89.9
34	1040703.1	306199.2	98	5.2	92.8
35	1040716.23	306031.45	96.7	5	91.7
36	1040754.13	305827.22	99.5	5	94.5
37	1040792.16	305598.58	95.5	5.8	89.7
38	1040814.62	305409.52	94.3	5.3	89
39	1040791.05	305211.08	96.7	5	91.7
40	1040758.25	305012.59	95.6	5.1	90.5
41	1040719.02	304872.04	96.4	5.3	91.1
42	1040679.64	304762	94.9	5.2	89.7
43	1040637.43	304603.13	93.2	5.2	88
44	1040576.83	304435.01	97.8	5.6	92.2

Tabla 34. Continuación.

Nº	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)
45	1040540.81	304267.01	96.2	5.4	90.8
46	1040501.77	304089.85	96.7	5.7	91
47	1040404.43	303897.13	97.2	5.4	91.8
48	1040356.28	303698.55	102	5.6	96.4
49	1040301.97	303503	98.4	5.7	92.7
50	1040397.56	303436.36	99.2	4.9	94.3
51	1040523.46	303452.26	94	5.7	88.3
52	1040674.09	303437.78	90.9	7.2	83.7
53	1040809.33	303429.32	94.3	6.8	87.5
54	1040966.01	303433.17	97.3	5.3	92
55	1041125.77	303437.04	97.8	5.2	92.6
56	1041257.83	303449.91	97.6	5	92.6
57	1041371.54	303444.39	99.2	5.8	93.4
58	1041494.33	303466.38	98.2	5.5	92.7
59	1041626.41	303476.21	98.3	5.9	92.4
60	1041801.24	303535.07	96.7	5.2	91.5
61	1041975.86	303636.65	101	6.3	94.7
62	1042154.98	303460.61	99.8	4.7	95.1
63	1042190.18	303787.25	104.7	5.7	99
64	1042072.08	304049.03	106.5	4.9	101.6
65	1042009.95	304182.96	104.1	5.3	98.8
66	1041233	308909	106.7	4.9	101.8
67	1041533	308700	107.4	4.7	102.7
68	1041855	308521	88.75	8.4	80.35
69	1042110	308244	91.13	7.6	83.53
70	1042105	307793	96.24	6.1	90.14
71	1042055	307289	97.36	8.2	89.16
72	1041878	306874	94.61	8.67	85.94
73	1041567	306384	96.73	5.4	91.33
74	1041186	306306	98.16	6.1	92.06
75	1040783	306252	98.3	5.2	93.1
76	1040740	305958	100.03	5.1	94.93

Tabla 35. Continuación.

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)
77	1040440	306047	99.63	5.1	94.53
78	1040602	306506	100.23	5.1	95.13
79	1040960	306719	102.28	5.4	96.88
80	1041198	306923	99.58	4.6	94.98
81	1041541	307136	99.02	4.6	94.42
82	1041831	307348	99.36	6	93.36
83	1041904	307769	95.91	4.5	91.41
84	1041655	308189	95.39	4.7	90.69
85	1041266	308202	94.86	5.3	89.56
86	1040877	308245	93.84	5.2	88.64
87	1040586	308289	94.1	6.7	87.4
88	1040988	308637	93.64	7.6	86.04
89	1039518	302158	92.93	4.3	88.63
90	1039709	302149	93.56	5.3	88.26
91	1039886	302081	93.73	5	88.73
92	1039831	302278	90.87	4.7	86.17
93	1039879	302422	92.5	4.2	88.3
94	1039844	302619	92.19	5.2	86.99
95	1039701	302727	89.56	5.4	84.16
96	1039520	302765	90.1	10.1	80
97	1039353	302888	92.4	5.8	86.6
98	1039117	302926	92.06	5.5	86.56
99	1040016	302491	92.77	3	89.77
100	1040192	302566	91.95	5.7	86.25
101	1040384	302597	93.96	5.2	88.76
102	1040693	302564	94.18	5	89.18
103	1040725	302850	94.47	5	89.47
104	1040739	303067	95.68	5.8	89.88
105	1040767	303354	97.65	5.3	92.35
106	1040526	303575	98.57	5	93.57
107	1040212	303647	96.71	5.1	91.61
108	1039785	303679	96.2	5.3	90.9

Tabla 36. Continuación.

Nº	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)
109	1039450	303900	98.16	5.2	92.96
110	1039047	304243	98.4	5.2	93.2
111	1039616	304152	99.9	5.6	94.3
112	1039708	304444	99.59	5.4	94.19
113	1039500	304704	99.15	5.7	93.45
114	1039577	305050	99.26	5.4	93.86
115	1039561	305411	101.04	5.6	95.44
116	1039558	305835	99.62	5.7	93.92
117	1039300	305464	98.5	4.9	93.6
118	1039105	305305	98.52	5.7	92.82
119	1039084	305576	98.51	7.2	91.31
120	1042333	307537	97.22	6.8	90.42
121	1042480	307922	98.24	5.3	92.94
122	1042319	308152	95.84	5.2	90.64
123	1042300	308463	96.51	5	91.51
124	1042148	308642	96.7	5.8	90.9
125	1041840	308871	96.89	5.5	91.39
126	1041501	308948	96.66	5.9	90.76
127	1041116	309065	96.68	5.2	91.48
128	1040731	309337	96.65	6.3	90.35
129	1040688	308783	96.62	4.7	91.92
130	1040618	308200	95.55	5.7	89.85
131	1040184	308160	96.07	4.9	91.17
132	1040031	308494	95.53	5.3	90.23
133	1041111	308365	94.96	4.9	90.06
134	1041561	308534	94.24	4.7	89.54
135	1042059	307900	97.45	5.5	91.95
136	1042124	307151	98.09	5.9	92.19

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 la Estancia 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 20N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 20 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 136 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte desde 1042480,00 m hasta 1039047,00 m y coordenada Este desde 309337,00 m hasta 302081,00 m, dentro 1655.71 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1038000 m y 1043000 m, y Este 301000 m y 310000 m. (Ver Anexo 7).

Plano de curvas de nivel: Este plano esta en escala 1:45.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 85 m altura y la máxima es de 103 m de altura, la delimitación del embalse, adicionalmente se generaron los dos alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver anexo 8).

Plano de sección transversal

Perfil 1: Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse la Estancia, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 100 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 91 m.s.n.m. hasta los 103 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 9 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14).

Perfil 2: Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse la Estancia, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 97 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 88 m.s.n.m. hasta los 98 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 9 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14).

4.1.3.5 Embalse Tamanaco:

Tabla 23: Contiene los 148 puntos medidos en este embalse el día 30 de septiembre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 1052070,00 m hasta 1046132,82 m y coordenada Este desde 824720,00 m hasta 816929,85 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 37. Batimetría Embalse Tamanaco, Estado Guárico.

Nº	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	1046137.82	822272.93	140	7.5	132.5
2	1046229.09	822156.14	142.8	5.2	137.6
3	1046366.74	822069.49	141.6	5.8	135.8
4	1046476.75	821986.12	144	7.7	136.3
5	1046635.05	821795.49	143.7	6.6	137.1
6	1046719.77	821629.9	143.1	5.9	137.2
7	1046851.01	821512.77	143.4	6	137.4
8	1046960.25	821337.82	142.4	6.8	135.6
9	1047054.52	821211.85	143.9	6.5	137.4
10	1047117.86	821064.76	144.1	6.1	138
11	1047228.15	821014.98	143	5.8	137.2
12	1047387.28	820922.05	143.7	6	137.7
13	1047531.21	820850.62	142.2	6.7	135.5
14	1047737.2	820845.84	142.6	6	136.6

Tabla 38. Continuación.

Nº	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)
15	1047871.93	820777.54	143.5	7.5	136
16	1047963.88	820740.13	144.2	6.4	137.8
17	1047888.51	820554.52	142.3	6.2	136.1
18	1047800.93	820378.17	141.5	6.1	135.4
19	1047805.47	820185.79	142.1	5.5	136.6
20	1047766.58	819947.97	141.6	5.3	136.3
21	1047721.89	819752.94	141.8	6.9	134.9
22	1047716.88	819520.95	142.3	5.3	137
23	1047678.47	819341.14	139.1	5.6	133.5
24	1047667.26	819103.09	139	6.1	132.9
25	1047564.36	818563.54	140.5	7.8	132.7
26	1047526.27	818420.37	140.1	5.5	134.6
27	1047462.91	818198.02	139.8	7.4	132.4
28	1047412.29	818027.46	140.4	10.3	130.1
29	1047337.23	817875.43	143.3	5.8	137.5
30	1047326.15	817652.65	140.1	8.9	131.2
31	1047287.4	817430.09	137.2	5.4	131.8
32	1047264.26	817234.89	136.6	8.1	128.5
33	1047216.74	817067.36	138.1	5.5	132.6
34	1047230.98	816929.85	137.2	7.2	130
35	1047323.47	816959.62	138	7.4	130.6
36	1047465.35	817010.34	137.5	6.8	130.7
37	1047579.82	817094.88	138.6	6.1	132.5
38	1047685.31	817206.97	138.4	7.5	130.9
39	1047754.27	817365.16	136.6	6	130.6
40	1047875.23	817489.33	138.3	6.5	131.8
41	1047990.21	817634.92	136.9	6.3	130.6
42	1048043.76	817787.12	137.7	6.5	131.2
43	1048134.2	817939.02	139.6	5.5	134.1
44	1048157.14	818109.8	138.7	5.5	133.2
45	1048270.25	818398.9	137.4	5.2	132.2
46	1048330.23	818584.64	137.8	6.4	131.4

Tabla 39. Continuación.

Nº	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)
47	1048365.61	818770.58	137.2	6.2	131
48	1048446.7	818907.29	136.9	7	129.9
49	1048534.15	819068.37	137.6	5.8	131.8
50	1048504.78	819233.48	138.7	6.1	132.6
51	1048524.76	819416.5	139.6	5.4	134.2
52	1048507.56	819566.24	138.6	5.3	133.3
53	1048527.7	819767.57	140.4	5.6	134.8
54	1048485.92	819920.58	142.6	5.7	136.9
55	1048397.83	820049.54	143.8	6	137.8
56	1048279.18	820203.19	142.3	5.7	136.6
57	1048139.25	820384.5	143	6.1	136.9
58	1047997.34	820697.11	141	5.6	135.4
59	1048066.42	820867.5	138.7	9.7	129
60	1048138.15	820985.97	138.5	7.6	130.9
61	1047973.36	821136.96	141	5.6	135.4
62	1047737.67	821267.17	140.2	5.4	134.8
63	1046528	819856	145.08	7.5	137.58
64	1046634	820073	148.76	5.2	143.56
65	1046729	820300	143.74	5.8	137.94
66	1046867	820579	143.16	7.7	135.46
67	1046983	820796	144.58	6.6	137.98
68	1047162	821033	143.4	5.9	137.5
69	1047320	821343	143.71	6	137.71
70	1047509	821569	147.31	6.8	140.51
71	1047645	821765	143.59	6.5	137.09
72	1047885	821949	142.44	6.1	136.34
73	1048144	821998	145.97	5.8	140.17
74	1048569	822180	141.28	6	135.28
75	1048881	822384	141.01	6.7	134.31
76	1049101	822610	143.52	6	137.52
77	1049320	822815	141.69	7.5	134.19
78	1049582	823072	143.04	6.4	136.64

Tabla 40. Continuación.

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)
79	1049843	823349	143.49	6.2	137.29
80	1050188	823657	142.63	6.1	136.53
81	1050407	823893	141.16	5.5	135.66
82	1050407	823903	140.02	5.3	134.72
83	1050657	824015	141.13	6.9	134.23
84	1050977	824021	139.32	5.3	134.02
85	1051213	823904	138.9	5.6	133.3
86	1051551	823671	139.62	6.1	133.52
87	1051775	823440	140.3	7.8	132.5
88	1051918	823324	140.05	5.5	134.55
89	1051628	823213	140.64	7.4	133.24
90	1051370	823247	137.94	10.3	127.64
91	1050926	823274	138.18	5.8	132.38
92	1050522	823112	136.55	8.9	127.65
93	1050240	822835	136.01	5.4	130.61
94	1050011	822723	136.95	8.1	128.85
95	1049718	822436	134.88	5.5	129.38
96	1049468	822190	134.9	7.2	127.7
97	1049227	821912	135.65	7.4	128.25
98	1048996	821613	135.67	6.8	128.87
99	1048756	821419	137.88	6.1	131.78
100	1048497	821349	137.68	7.5	130.18
101	1048218	821332	136.97	6	130.97
102	1049200	819754	136.7	6.5	130.2
103	1049333	819403	136.91	6.3	130.61
104	1049041	818882	139.81	6.5	133.31
105	1048653	818599	139.45	5.5	133.95
106	1048911	819395	139.39	5.5	133.89
107	1046992	817732	138.59	5.2	133.39
108	1046781	818722	139.6	6.4	133.2
109	1050346	821077	138.2	6.2	132
110	1050129	820642	138.45	7	131.45

Tabla 41. Continuación.

Nº	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)
111	1049753	821309	137.62	5.8	131.82
112	1049734	821808	137.83	6.1	131.73
113	1049943	822680	138.55	5.4	133.15
114	1049975	823254	138.09	5.3	132.79
115	1050259	824125	141.09	5.6	135.49
116	1051002	823991	142.31	5.7	136.61
117	1051827	823519	141.31	6	135.31
118	1051701	823371	142.02	5.7	136.32
119	1051627	823372	140.8	6.1	134.7
120	1051577	823372	139.73	5.6	134.13
121	1050980	823267	140.24	9.7	130.54
122	1050639	822722	141.41	7.6	133.81
123	1050734	822408	142.67	5.6	137.07
124	1050747	822433	145.88	5.4	140.48
125	1050982	823405	144	5.2	138.8
126	1050712	823620	142.9	5.8	137.1
127	1050370	823062	143.55	7.7	135.85
128	1050351	823550	143.3	6.6	136.7
129	1050899	823730	144.65	5.9	138.75
130	1050293	822838	144.5	6	138.5
131	1049155	823202	145.34	6.8	138.54
132	1049337	823849	144.66	6.5	138.16
133	1048747	823319	148.3	6.1	142.2
134	1048481	823835	144.7	5.8	138.9
135	1048021	822804	143.48	6	137.48
136	1048341	822575	143.3	6.7	136.6
137	1048877	822718	145.17	6	139.17
138	1049019	823191	143.72	7.5	136.22
139	1049710	817787	145.01	6.4	138.61
140	1049255	818080	144.16	6.2	137.96
141	1049187	818618	142.3	6.1	136.2
142	1048925	818546	142.37	5.5	136.87

Tabla 42. Continuación.

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)
143	1046673	818024	140.81	5.3	135.51
144	1046817	817622	140.52	6.9	133.62
145	1047310	817404	142.45	5.3	137.15
146	1052070	823054	142.38	5.6	136.78
147	1051961	823305	141.66	6.1	135.56
148	1051255	824463	141.61	7.8	133.81

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 Tamanaco 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 19 N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 19 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 148 puntos medidos ubicados entre una rango de Norte desde 1052070,00 m hasta 1046132,82 m y coordenada Este desde 824720,00 m hasta 816929,85 m, dentro 2222.57 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1046000 m y 1053000 m, y Este 158000 m y 166000 m. (Ver Anexo 9).

Plano de curvas de nivel: Este plano está en escala 1:50.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 19 N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 131 m altura y la máxima es de 141 m de altura, la delimitación del embalse y adicionalmente se generaron los dos

alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver anexo 10),

Plano de sección transversal

- **Perfil 1:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse Tamanaco, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 138 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 132 m.s.n.m. hasta los 139 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 6 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14).
- **Perfil 2:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse Tamanaco, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 137 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 132 m.s.n.m. hasta los 140 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 5 m de profundidad en el punto más bajo de dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14).

4.1.3.6 Embalse Vista alegre:

Tabla 24: Contiene los 76 puntos medidos en este embalse el día 2 de octubre de 2014, comprendidos en un rango de coordenadas Norte desde 1004906,59 m hasta 1000849,00 m y coordenada Este desde 286048,00 m hasta 283066,02 m, separados entre sí a una distancia promedio de 100 m.

Tabla 43. Batimetría Embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

Nº	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	1004903.15	284405.21	92.3	7.6	84.7
2	1004866.45	284371.42	90.7	6	84.7
3	1004888.82	284212.72	91	6	85
4	1004871.69	283971.34	91.7	5.9	85.8
5	1004841.97	283784.87	93.1	6	87.1
6	1004812.81	283497.61	96	6	90
7	1004783.07	283314.19	95.4	6.5	88.9
8	1004691.84	283139.6	95.4	5.1	90.3
9	1004640	283066.02	95.7	5.3	90.4
10	1004566.2	283074.78	93.9	7.5	86.4
11	1004504.41	283135.53	92.8	5.9	86.9
12	1004356.44	283223.3	95.6	5.8	89.8
13	1004217.73	283301.96	95	6	89
14	1004010.84	283487.15	97.7	5.1	92.6
15	1003859.71	283590.17	96	5.5	90.5
16	1003739.39	283678.1	94	5	89
17	1003578.98	283793.29	93.6	4.8	88.8
18	1003480.2	283875.23	93.1	5.5	87.6
19	1003381.3	283981.59	95.7	5.7	90
20	1003291.72	284066.63	94.2	6	88.2
21	1003217.58	284139.54	95.5	5.4	90.1
22	1003219.76	284304.48	92.8	5.3	87.5
23	1003212.97	284423.57	90.7	5.8	84.9
24	1003215.59	284509.1	93.1	5.3	87.8
25	1003047.67	284306.61	95.8	5.3	90.5
26	1002974.55	284190.15	94.1	5.4	88.7
27	1002916.91	284052.39	92.9	5.7	87.2
28	1002856.05	283942.1	94.3	5.3	89
29	1002603.64	284023.2	90.1	5.3	84.8
30	1002397.1	284144.27	90.4	5.3	85.1
31	1002288.96	284253.64	92.4	5.2	87.2
32	1002208.72	284317.35	90.8	5.2	85.6

Tabla 44. Continuación.

Nº	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)
33	1002457.86	284272.88	97	5.4	91.6
34	1002648.62	284228.09	96.3	5.2	91.1
35	1002842.49	284177.22	97.2	5	92.2
36	1003011.75	284129.26	100.3	6.2	94.1
37	1003184.06	284087.43	100.7	4.9	95.8
38	1003421.04	284018.46	100.1	5.7	94.4
39	1003648.74	283961.66	98.5	5.7	92.8
40	1003808.69	283931.98	99.5	5.5	94
41	1003981.08	283874.88	99.8	5.6	94.2
42	1004131.98	283814.62	102.7	5.9	96.8
43	1004217.92	283833.41	101.7	5.9	95.8
44	1004328.24	283888.98	101.9	6.1	95.8
45	1004450.71	283972.11	101.4	6.3	95.1
46	1004609.83	284095.14	103.3	4.8	98.5
47	1004775.39	284163.24	101.6	4.7	96.9
48	1004851.92	284218.63	102.1	5	97.1
49	1004891.65	284258.55	99.6	6.9	92.7
50	1004906.6	284334.98	98.7	5.9	92.8
51	1002026	284496	90.98	7.6	83.38
52	1001914	284487	98.07	6	92.07
53	1001803	284468	95.86	6	89.86
54	1001660	284450	101.69	5.9	95.79
55	1001529	284415	91.67	6	85.67
56	1001378	284414	102.28	6	96.28
57	1001448	284559	98.45	6.5	91.95
58	1001517	284792	102.38	5.1	97.28
59	1001597	284971	101.35	5.3	96.05
60	1001684	285173	96.14	7.5	88.64
61	1001781	285432	102.48	5.9	96.58
62	1001857	285675	101.45	5.8	95.65
63	1001923	285903	101.6	6	95.6
64	1001956	286048	96.64	5.1	91.54

Tabla 45. Continuación.

Nº	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)
65	1001856	285995	93.68	5.5	88.18
66	1001702	285870	94	5	89
67	1001587	285802	95.43	4.8	90.63
68	1001463	285734	94.25	5.5	88.75
69	1001313	285660	94.66	5.7	88.96
70	1001201	285621	91.79	6	85.79
71	1001112	285576	90.56	5.4	85.16
72	1001137	285738	92.5	5.3	87.2
73	1001074	285812	91.64	5.8	85.84
74	1001016	285891	91.06	5.3	85.76
75	1000917	285963	87.43	5.3	82.13
76	1000849	286003	92.64	5.4	87.24

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 Vista Alegre 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 20N y Datum Horizontal: REGVEN con la utilización de las Cartas Topográficas del IGVSB en REGVEN. Huso 20 N y la Imagen Satelital de GOOGLE EARTH (2015) como fuente. Donde se observan 76 puntos medidos ubicados entre una rango de coordenadas Norte desde 1004906,59 m hasta 1000849,00 m y coordenada Este desde 286048,00 m hasta 283066,02 m, dentro 449.07 Ha que representan el área inundable del embalse delimitado entre las Coordenadas Norte 1000000 m y 1005000 m, y Este 282000 m y 288000 m. (Ver Anexo 11).

Plano de curvas de nivel: Este plano está en escala 1:35.000, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, se observó que la curva de nivel mínima es de 85 m altura y la máxima es de 99 m de altura, la delimitación del embalse, adicionalmente se generaron los dos alineamientos P1 y P2 para la realización de los perfiles transversales. (Ver anexo 12).

Plano de sección transversal

- **Perfil 1:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P1 del embalse Vista Alegre, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 95 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 87 m.s.n.m. hasta los 99 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 8 m de profundidad en dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14),
- **Perfil 2:** Este plano representa la vista transversal del alineamiento P2 del embalse Vista Alegre, en Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM. Huso 20N y Datum Horizontal: REGVEN, en el cual se aprecia que el agua se encuentra a 97 m.s.n.m. y se observó de igual manera que las alturas del fondo del embalse van desde los 89 m.s.n.m. hasta los 100 m.s.n.m. dejando en evidencia unos 8 m de profundidad en dicho lineamiento del embalse (Ver Anexo 14).

4.1.4 Construir la curva área – nivel – capacidad actual de los embalses de la cuenca del río Unare.

Para la construcción de esta curva se realizó previamente una tabla con la estimación de áreas y volúmenes de cada embalse, las cuales se visualizan a continuación:

4.1.4.1 Embalse El Cigarrón

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 25, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 55.28 m.s.n.m y 70 m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 2645.81 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 163.62 Hm³.

Tabla 46. Nivel – Área - Capacidad del Embalse El Cigarrón, Estado Guárico año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
55.28	-	55.28	-
56	1.71	56	0.01
57	9.39	57	0.06
58	33.72	58	0.28
59	115.89	59	1.03
60	284.49	60	3.03
61	577.52	61	7.34
62	1002.45	62	15.24
63	1327.49	63	26.89
64	1562.69	64	41.34
65	1742.39	65	57.86
66	1887.73	66	76.01
67	2017.92	67	95.54
68	2171.58	68	116.49
69	2303.91	69	138.87
70	2645.81	70	163.62

Figura 70: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse El Cigarrón ubicada en el estado Guárico en el año 2015 la cual tiene un área de inundación entre 0.00 Ha y 3000.00 Ha, un nivel de 55.00 m.s.n.m. a 70.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 180.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 56 m.s.n.m.

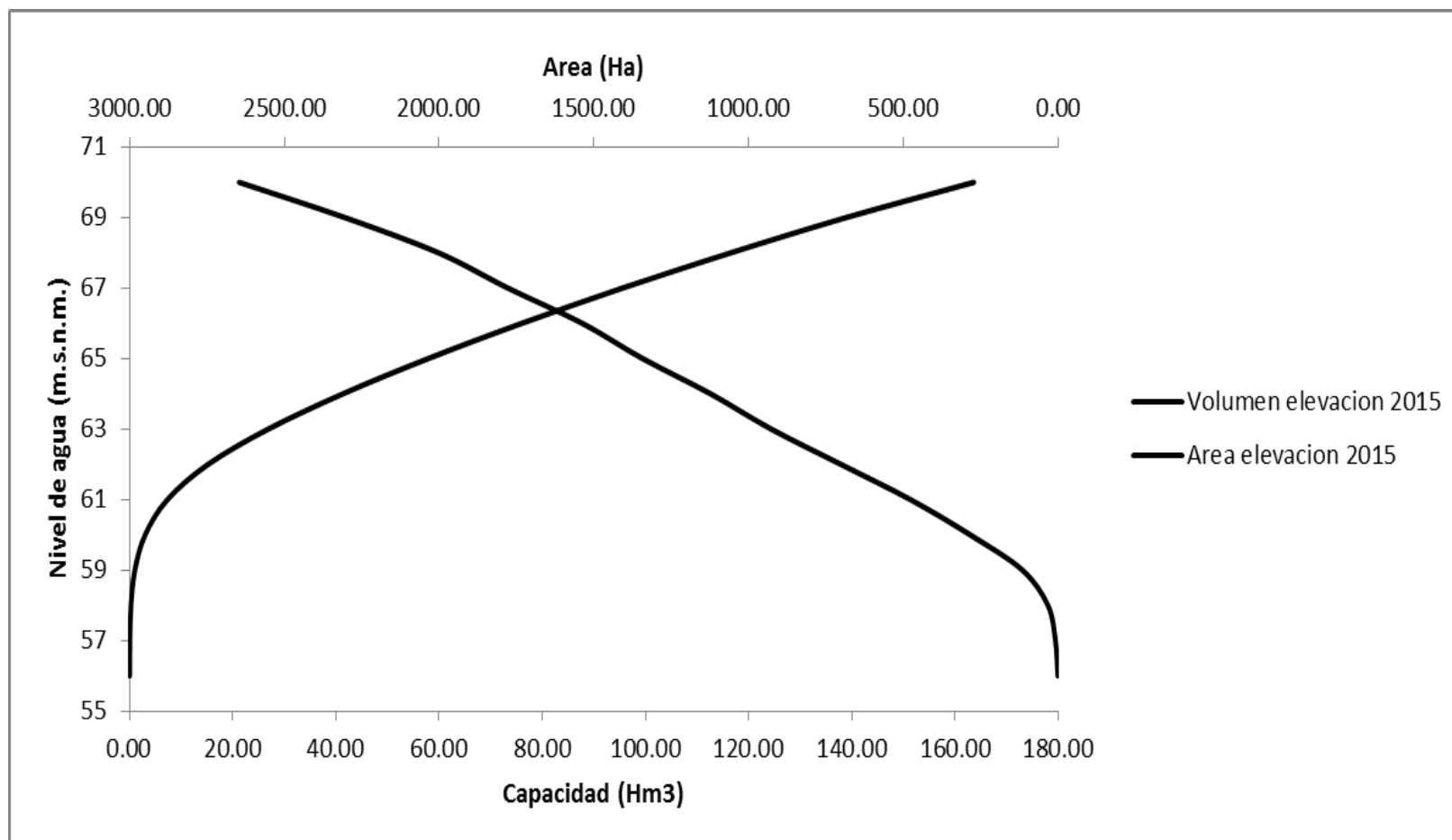


Figura 70. Curva de elevación-área-capacidad actualizada El Cigarrón, Estado Guárico.

4.1.4.2 Embalse El Pueblito

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 26, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 61.95m.s.n.m y 80m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 3941.56 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 304.83 Hm³.

Tabla 47. Nivel – Área - Capacidad del Embalse El Pueblito, Estado Guárico año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
61.95	-	61.95	-
62	4.36	62	0.00
63	5.13	63	0.05
64	20.52	64	0.18
65	71.30	65	0.64
66	226.97	66	2.13
67	451.64	67	5.52
68	784.02	68	11.70
69	1143.59	69	21.34
70	1439.29	70	34.25
71	1710.63	71	50.00
72	1974.80	72	68.43
73	2222.80	73	89.42
74	2476.19	74	112.91
75	2720.09	75	138.89
76	2961.68	76	167.30
77	3198.91	77	198.10
78	3435.63	78	231.28
79	3667.22	79	266.79
80	3941.56	80	304.83

Figura 71: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse El Pueblito ubicada en el estado Guárico del año 2015, la cual tiene un área de inundación entre 0.00 Ha y 4500.00 Ha, un nivel de 60.00 m.s.n.m. a 85.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 350.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 62 m.s.n.m.

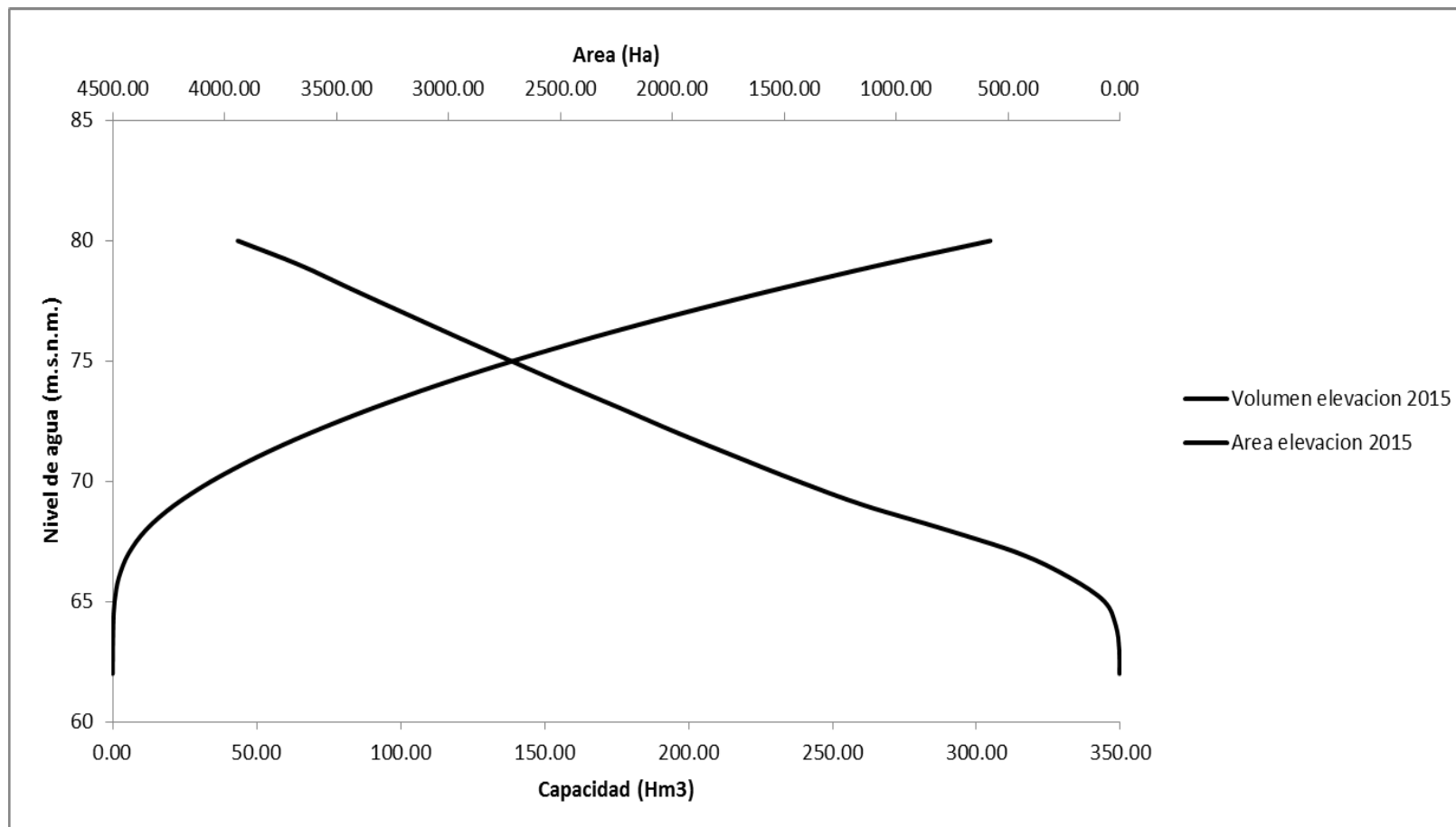


Figura 71. Curva de elevación-área-capacidad actualizada El Pueblito, Estado Guárico.

4.1.4.3 Embalse La Becerra

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 27, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 52.60m.s.n.m y 77m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 3007.78 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 223.79 Hm³.

Tabla 48. Nivel – Área - Capacidad del Embalse La Becerra, Estado Guárico año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
52.60	-	52.60	-
53	0.63	53	0.00
54	1.05	54	0.01
55	2.73	55	0.03
56	6.08	56	0.07
57	14.06	57	0.17
58	26.64	58	0.38
59	42.79	59	0.72
60	68.39	60	1.28
61	134.89	61	2.30
62	251.31	62	4.23
63	388.51	63	7.43
64	524.23	64	11.99
65	659.75	65	17.91
66	790.44	66	25.16
67	930.15	67	33.76
68	1069.23	68	43.76
69	1218.17	69	55.20
70	1389.56	70	68.24
71	1610.88	71	83.24
72	1932.47	72	100.96
73	2182.73	73	121.53
74	2385.37	74	144.37
75	2558.23	75	169.09
76	2687.03	76	195.32
77	3007.78	77	223.79

Figura 72: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse La Becerra ubicada en el estado Guárico en el año 2015 la cual tiene un área de inundación entre 0.00 Ha y 3500.00 Ha, un nivel de 53.00 m.s.n.m. a 80.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 250.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 53 m.s.n.m.

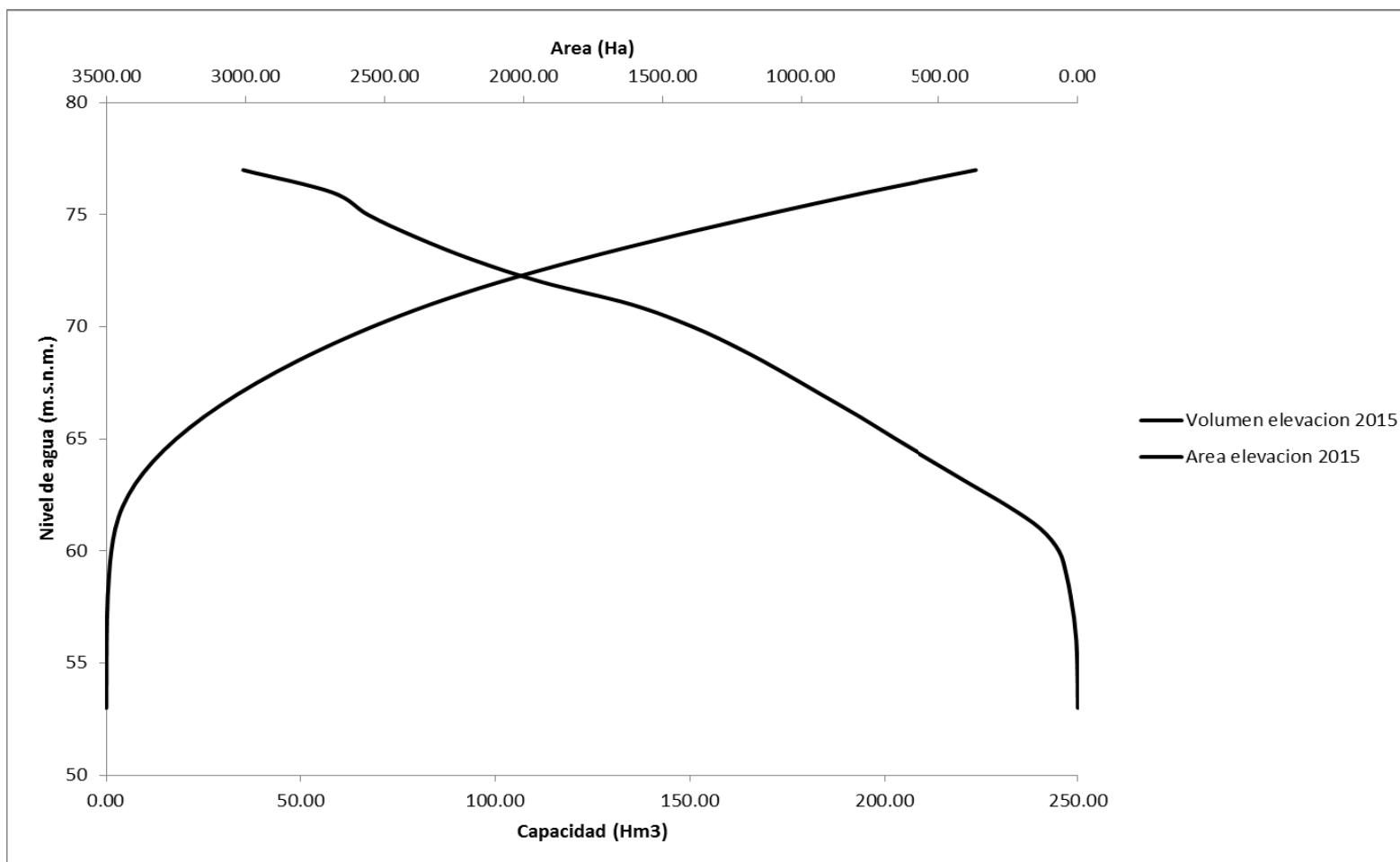


Figura 72. Curva de elevación-área-capacidad actualizada La Berra, Estado Guárico.

4.1.4.4 Embalse La Estancia

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 28, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 84.23m.s.n.m y 103.41m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 1519.59 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 122.65 Hm³.

Tabla 49. Nivel – Área - Capacidad del Embalse La Estancia, Estado Anzoátegui año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
84.23	-	84.23	-
85	0.36	85	0.00
86	0.91	86	0.01
87	1.63	87	0.02
88	3.63	88	0.05
89	77.15	89	0.45
90	187.22	90	1.77
91	258.84	91	4.00
92	353.22	92	7.06
93	488.58	93	11.27
94	644.34	94	16.94
95	787.13	95	24.09
96	915.05	96	32.60
97	1011.97	97	42.24
98	1097.83	98	52.79
99	1172.26	99	64.14
100	1245.06	100	76.23
101	1314.97	101	89.03
102	1380.06	102	102.50
103	1437.45	103	116.59
103.41	1519.59	103.41	122.65

Figura 73: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse La Estancia ubicada en el estado Anzoátegui en el año 2015 la cual tiene un área de inundación entre -200.00 Ha y 1600.00 Ha, un nivel de 80.00 m.s.n.m. a 110.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 140.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 85 m.s.n.m.

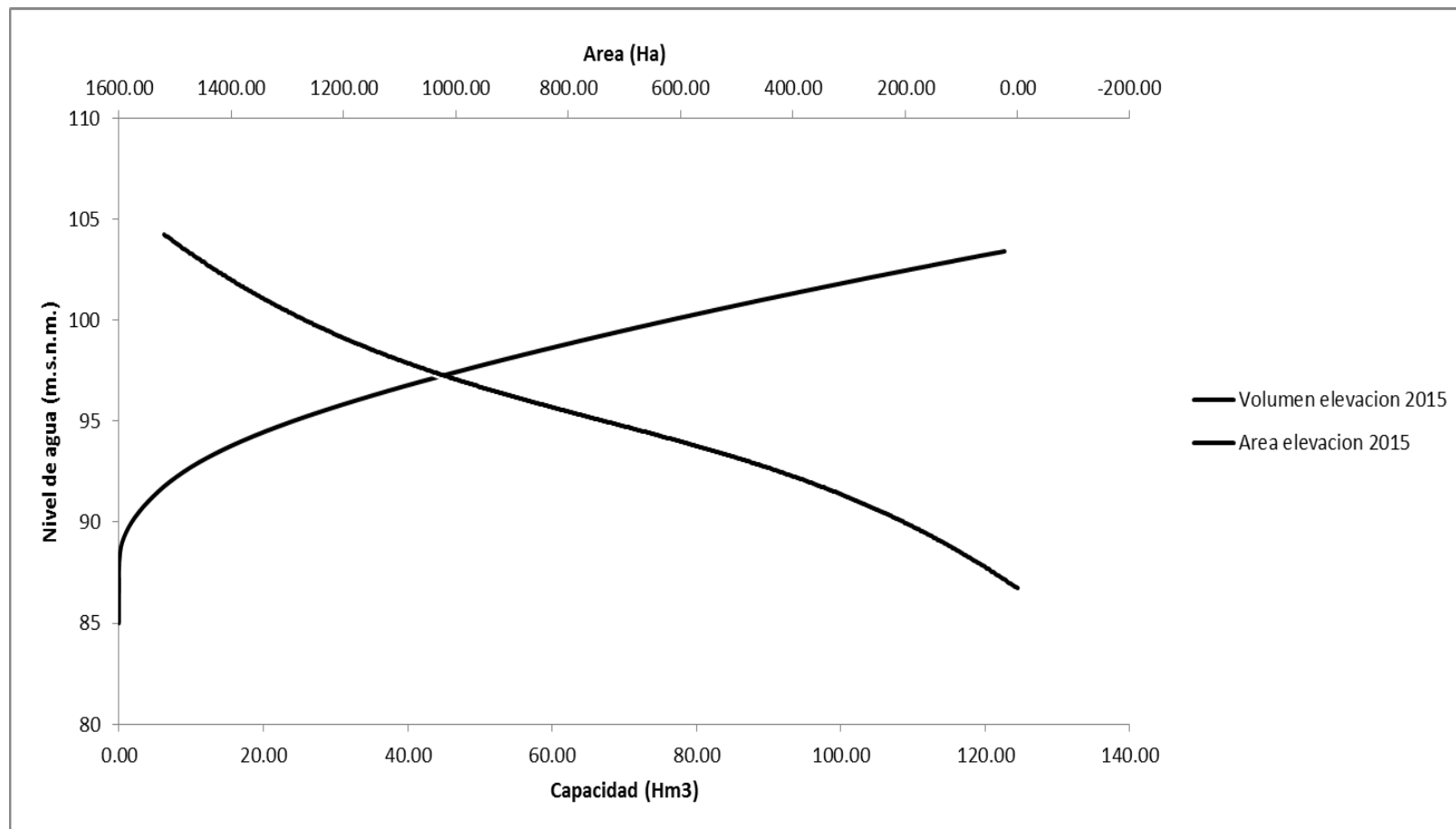


Figura 73. Curva de elevación-área-capacidad actualizada La Estancia, Estado Anzoátegui.

4.1.4.5 Embalse Tamanaco

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 29, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 130.40m.s.n.m y 141.78m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 2252.54 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 134.56 Hm³.

Tabla 50. Nivel – Área - Capacidad del Embalse Tamanaco, Estado Guárico año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
130.40	-	130.40	-
131	0.87	131	0.00
132	18.01	132	0.10
133	285.48	133	1.61
134	645.23	134	6.27
135	991.23	135	14.45
136	1236.52	136	25.59
137	1488.39	137	39.21
138	1744.04	138	55.38
139	1970.54	139	73.95
140	2198.50	140	94.79
141	2243.92	141	117.01
141.78	2252.54	141.78	134.56

Figura 74: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse Tamanaco ubicada en el estado Guárico en el año 2015 la cual tiene un área de inundación entre 0.00 Ha y 2500.00 Ha, un nivel de 130.00 m.s.n.m. a 144.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 160.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 131 m.s.n.m.

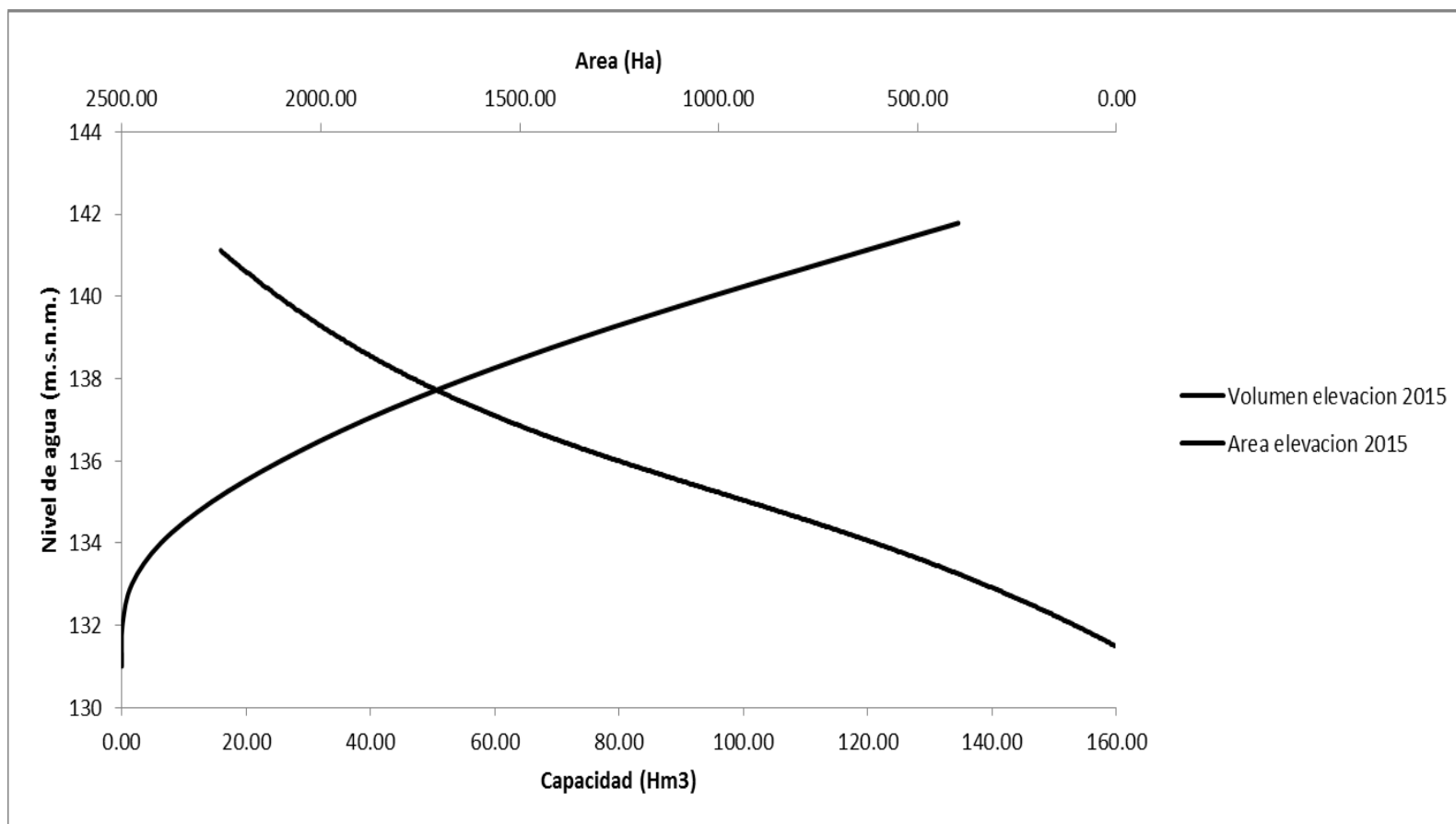


Figura 74. Curva de elevación-área-capacidad actualizada Tamanaco, Estado Guárico.

4.1.4.6 Embalse Vista Alegre

Los resultados de la estimación de áreas y volúmenes del embalse se muestran en la Tabla 24, donde se observa que el nivel o elevación del terreno varía entre 84.27m.s.n.m y 100m.s.n.m, con un área de inundación mínima de 0 Ha y máxima de 723.07 Ha correspondiente a una capacidad de inundación que varía entre 0 Hm³ y 47.79 Hm³.

Tabla 51. Nivel – Área - Capacidad del Embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui año 2015.

Curva área elevación		Curva volumen elevación	
cota (msnm)	área (Ha)	cota (msnm)	volumen (Hm3)
84.27	-	84.27	-
85	0.93	85	0.00
86	6.63	86	0.04
87	23.15	87	0.19
88	61.00	88	0.61
89	114.10	89	1.49
90	167.46	90	2.89
91	223.81	91	4.85
92	279.23	92	7.37
93	336.32	93	10.44
94	393.87	94	14.09
95	453.40	95	18.33
96	514.72	96	23.17
97	570.21	97	28.60
98	616.02	98	34.53
99	657.20	99	40.89
100	723.07	100	47.79

Figura 75: Se aprecia la curva área – nivel – capacidad del embalse Vista Alegre ubicada en el estado Anzoátegui en el año 2015 la cual tiene un área de inundación entre 0.00 Ha y 800.00 Ha, un nivel de 80.00 m.s.n.m. a 105.00 m.s.n.m. y una capacidad de 0.00 Hm³ a 60.00 Hm³. Obteniéndose un nivel mínimo del embalse de 85 m.s.n.m.

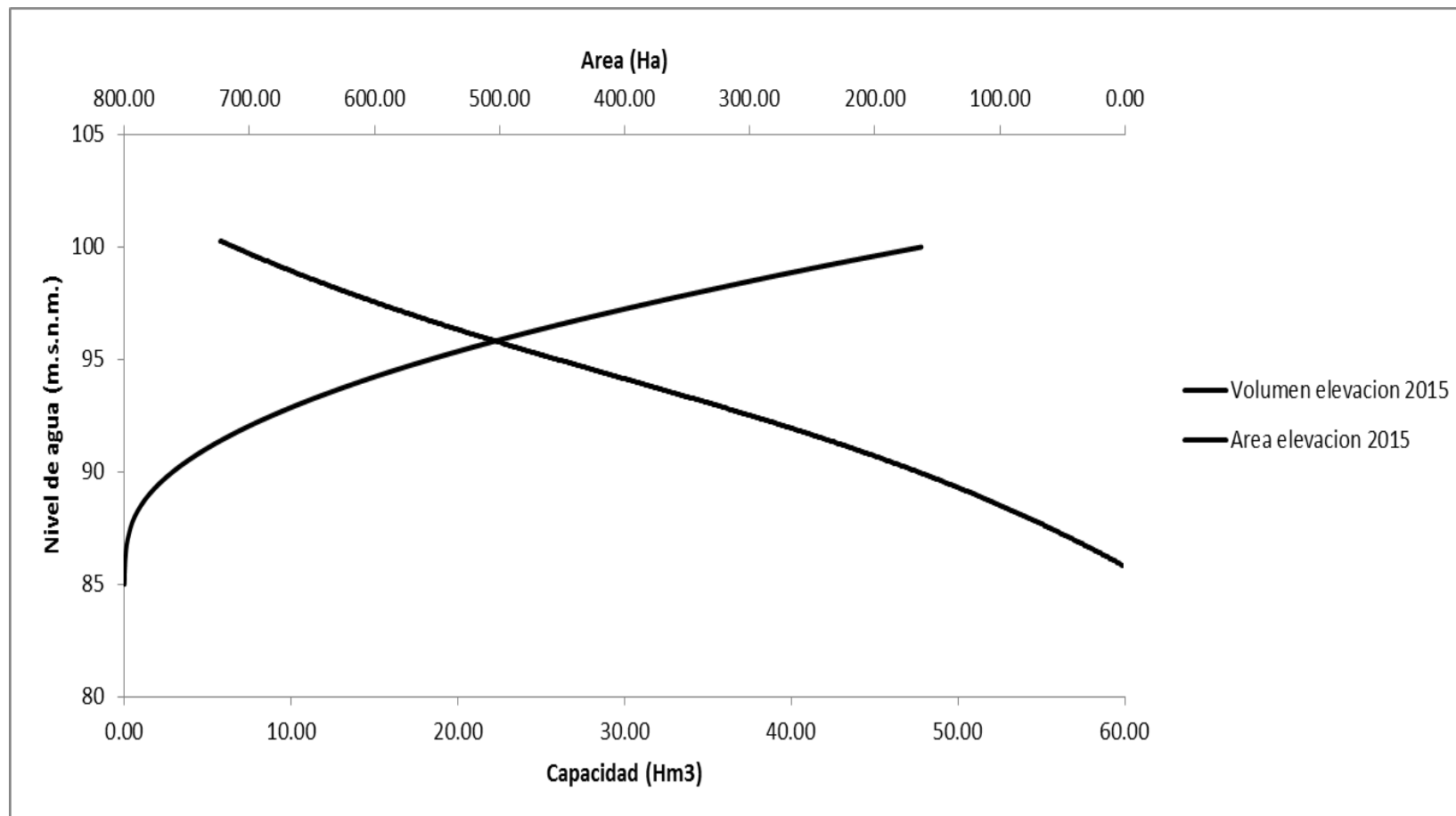


Figura 75. Curva de elevación-área-capacidad actualizada Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

4.1.5 Comparar la curva área – nivel – capacidad actual con la de diseño de los embalses de la cuenca del río Unare.

Con el objeto de obtener los resultados de la presente investigación se superpusieron las curvas área – nivel – capacidad actualizadas con las de construcción. Visualizándose a continuación los resultados en el siguiente orden: embalse El Cigarrón, El Pueblito, La Becerra, La Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.

4.1.5.1 Embalse El Cigarrón.

En la figura 76 se aprecia, que para el año 1974 el nivel mínimo de terreno es de 59 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 56 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 41 años, desarrollo un proceso de socavación que hundió el embalse 3 metros. También se observan los niveles máximos para dichos años, 70 y 73 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 325 Hm³ y 5700 Ha para 1974 y 163.62 Hm³ y 2645.81 Ha para 2015.

Las Figuras 77 y 78 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 71.5 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de 250 Hm³ y un área de inundación normal de 4750 Ha en el año 1974; debido al hundimiento el nivel de agua normal no corta la curva en el 2015.

La Figura 79 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1974 la elevación es de 59m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 56 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 60.24m.s.n.m, observándose que en el año 1974 la diferencia entre niveles es de 1.24 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 4.24m.

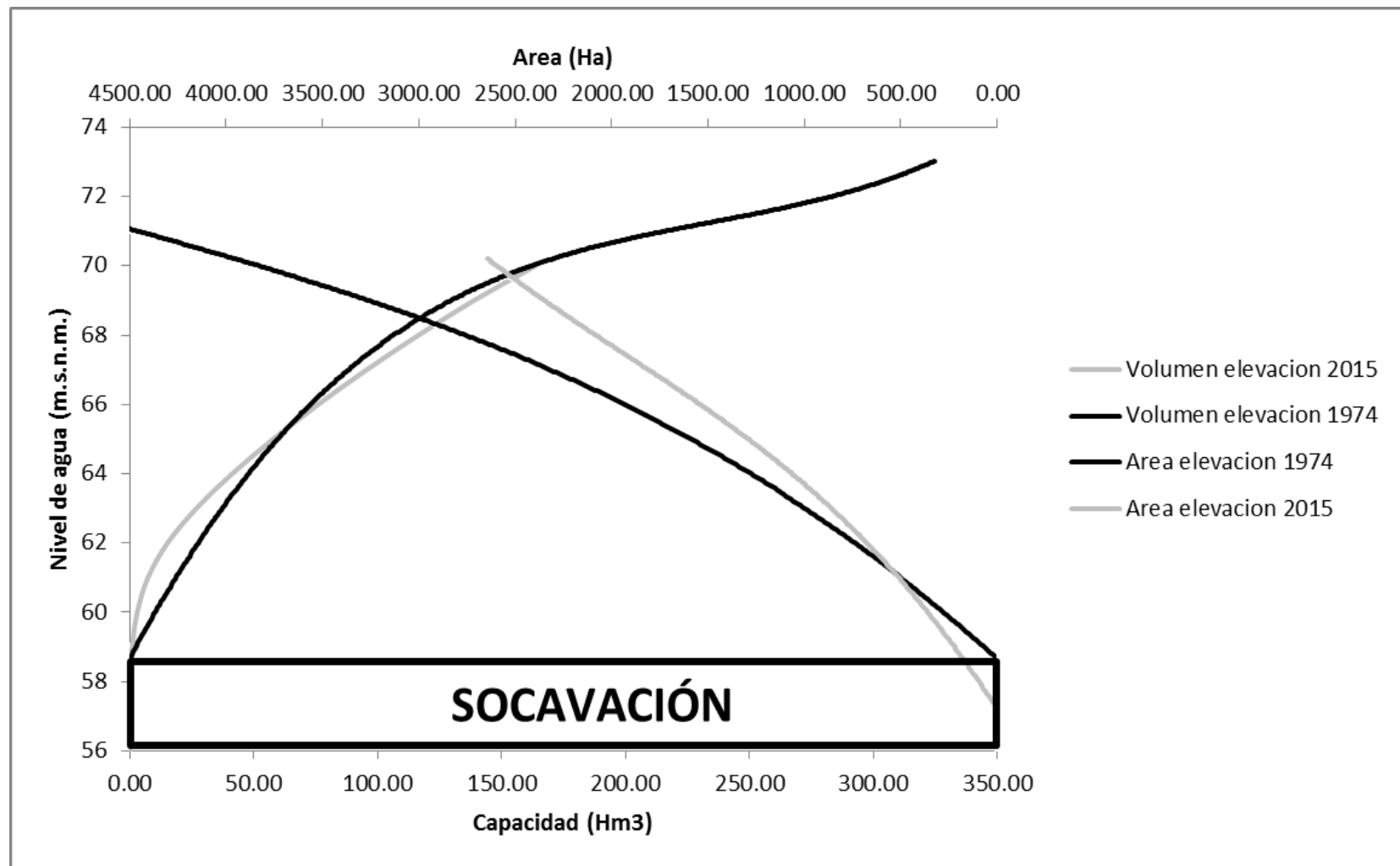


Figura 76. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad El Cigarrón, Estado Guárico.

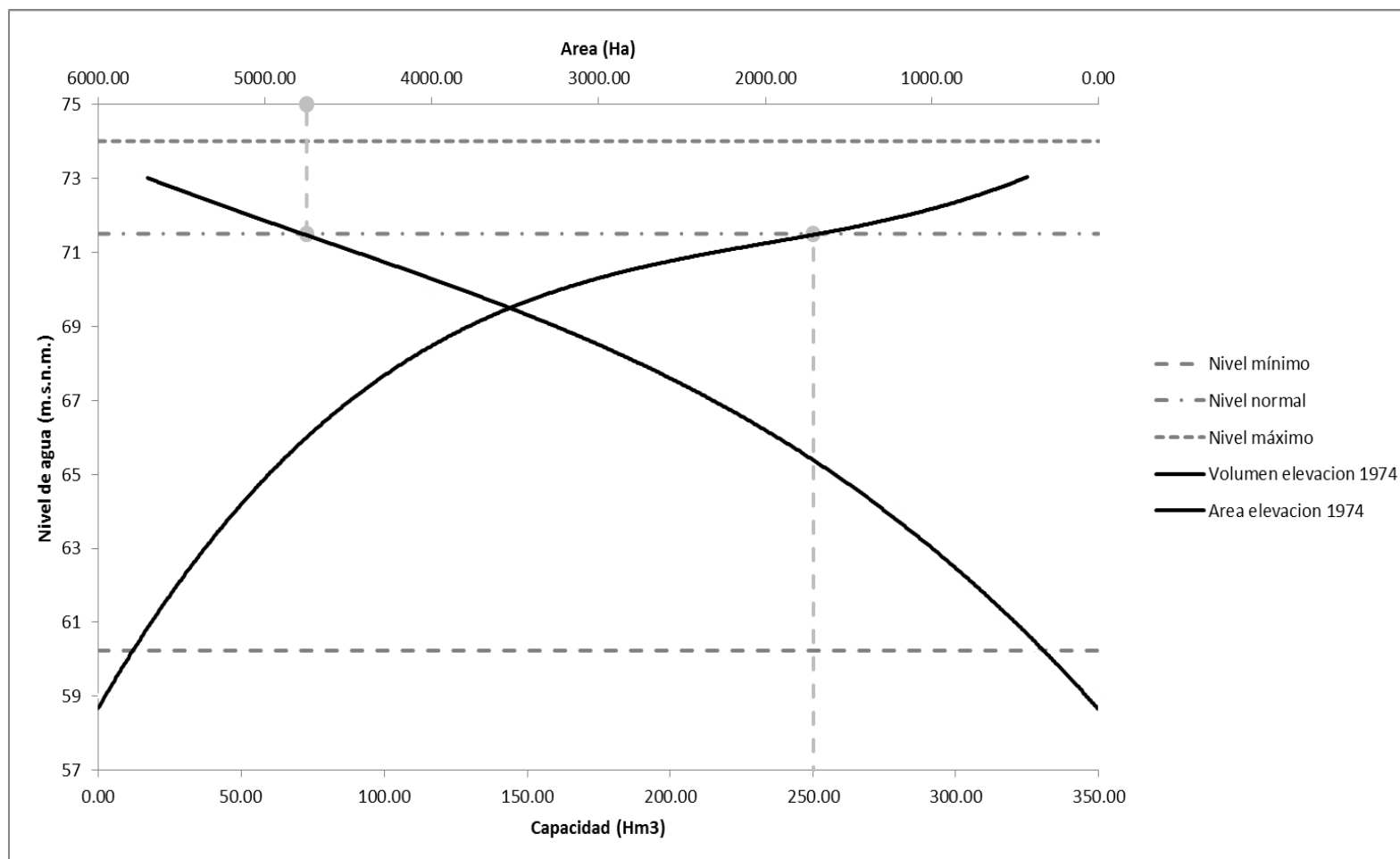


Figura 77. Curva de elevación-área-capacidad 1974 El Cigarrón, Estado Guárico – niveles de agua.

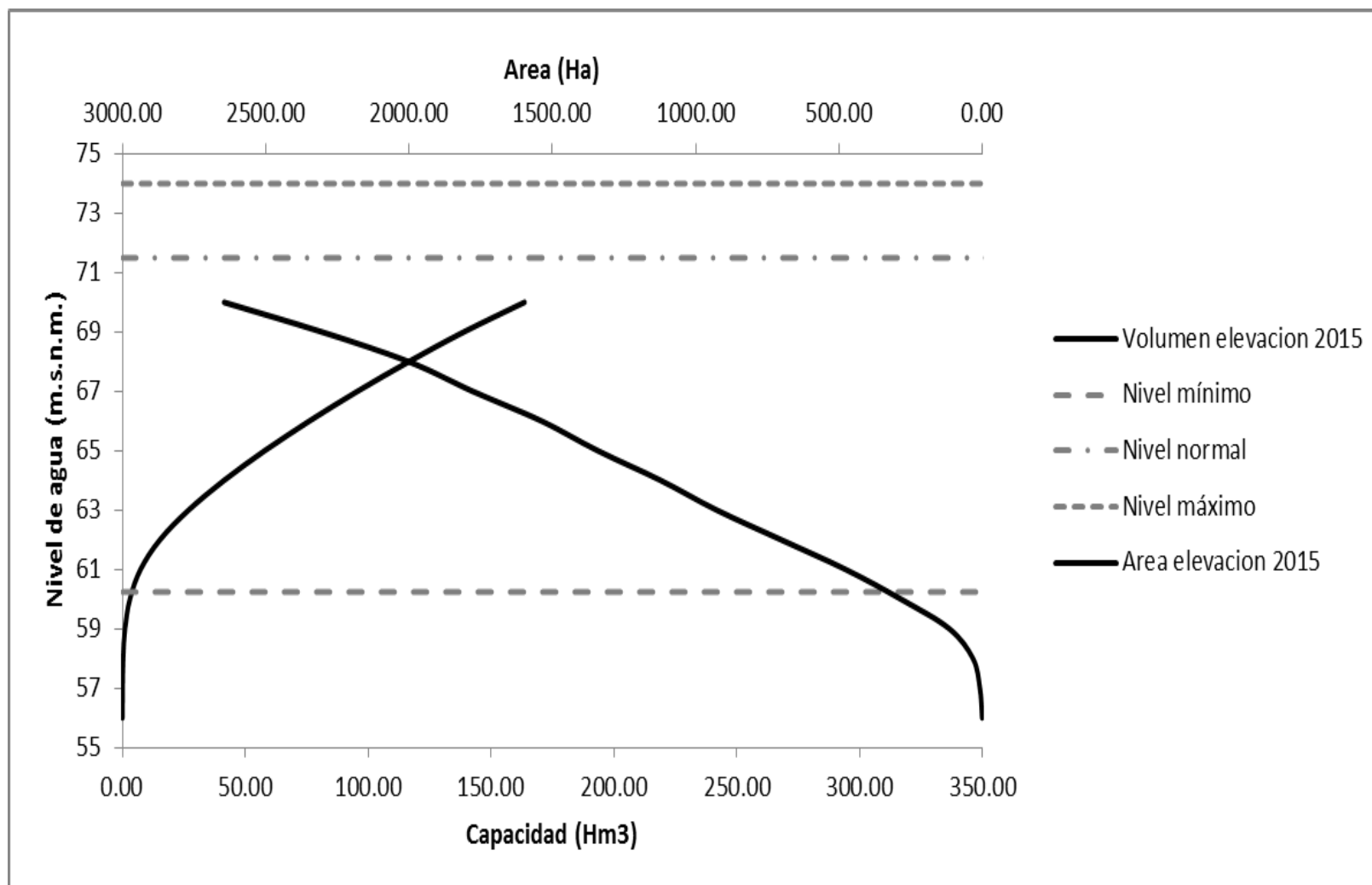


Figura 78. Curva de elevación-área-capacidad 2015 El Cigarrón, Estado Guárico – niveles de agua.

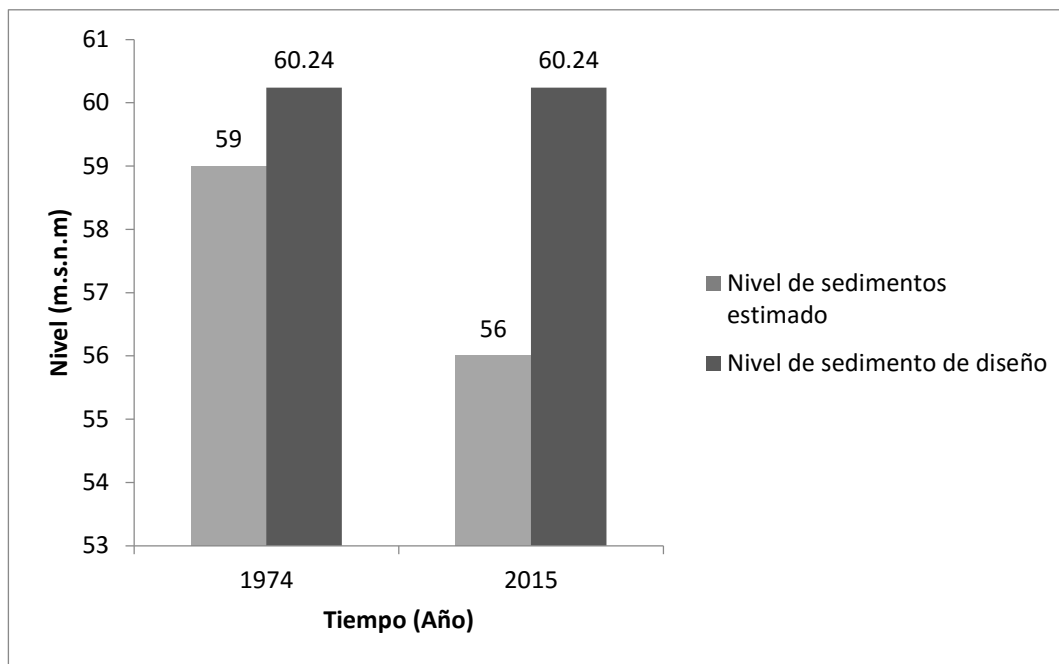


Figura 79. Niveles de sedimentos del embalse El Cigarrón, Estado Guárico.

4.1.5.2 Embalse El Pueblito.

En la figura 80 se aprecia, que para el año 1976 el nivel mínimo de terreno es de 63 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 62 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 39 años, desarrollo un proceso de socavación que hundió el embalse 1 metro. También se observan los niveles máximos para dichos años, 81 y 80 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 360 Hm³ y 5200 Ha para 1976 y 304.83 Hm³ y 3941.56 Ha para 2015.

Las Figuras 81 y 82 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 80 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de 335Hm³ y un área de inundación normal de 4800 Ha en el año 1976; y fueron disminuyendo a una capacidad de 305Hm³ con un área de inundación de 3950 Ha en el 2015.

La Figura 83 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1976 la elevación es de 63 m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 62 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 71.5m.s.n.m, observándose que en el año 1976 la diferencia entre niveles es de 8.5 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 9.5m.

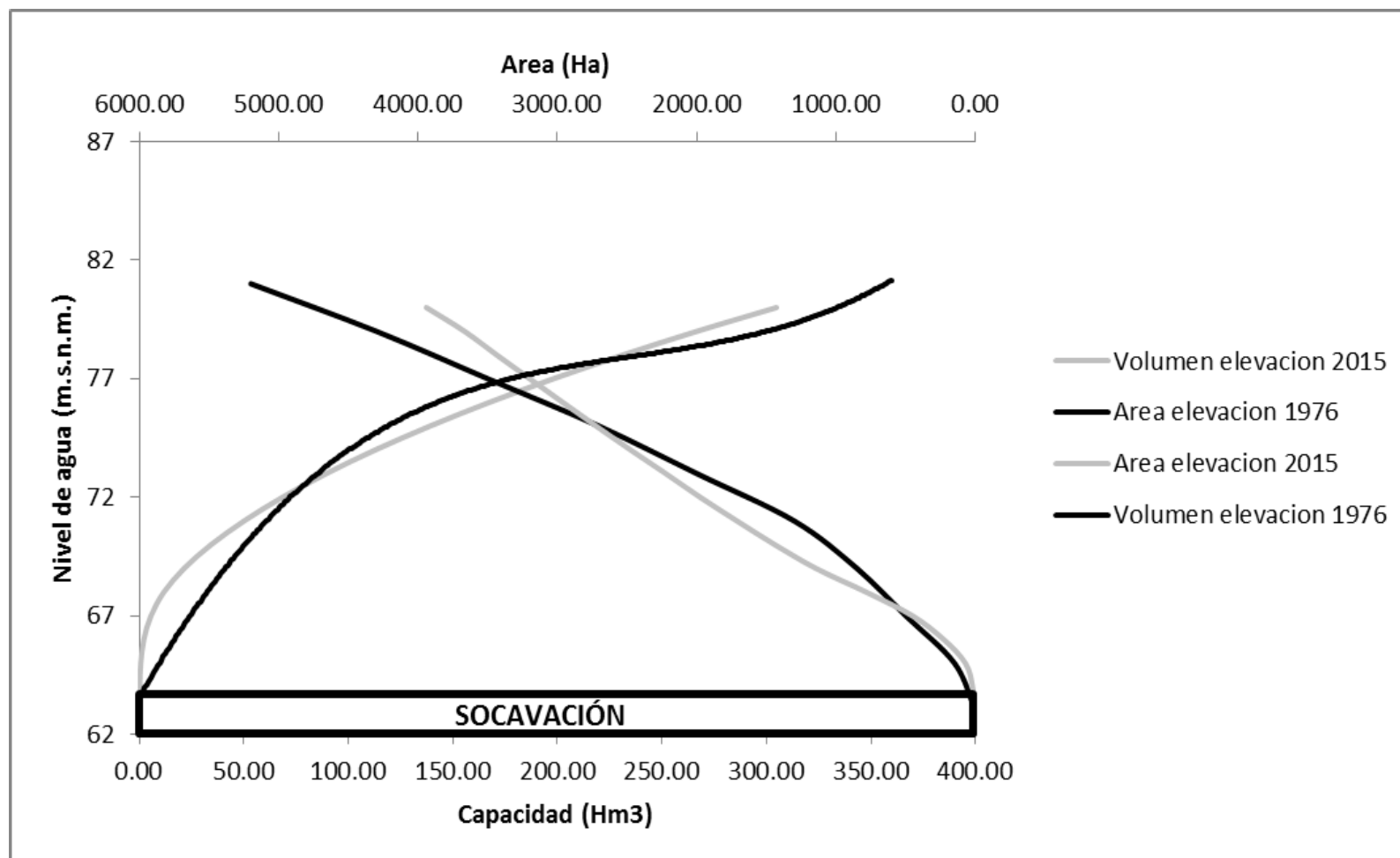


Figura 80. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad El Pueblito, Estado Guárico.

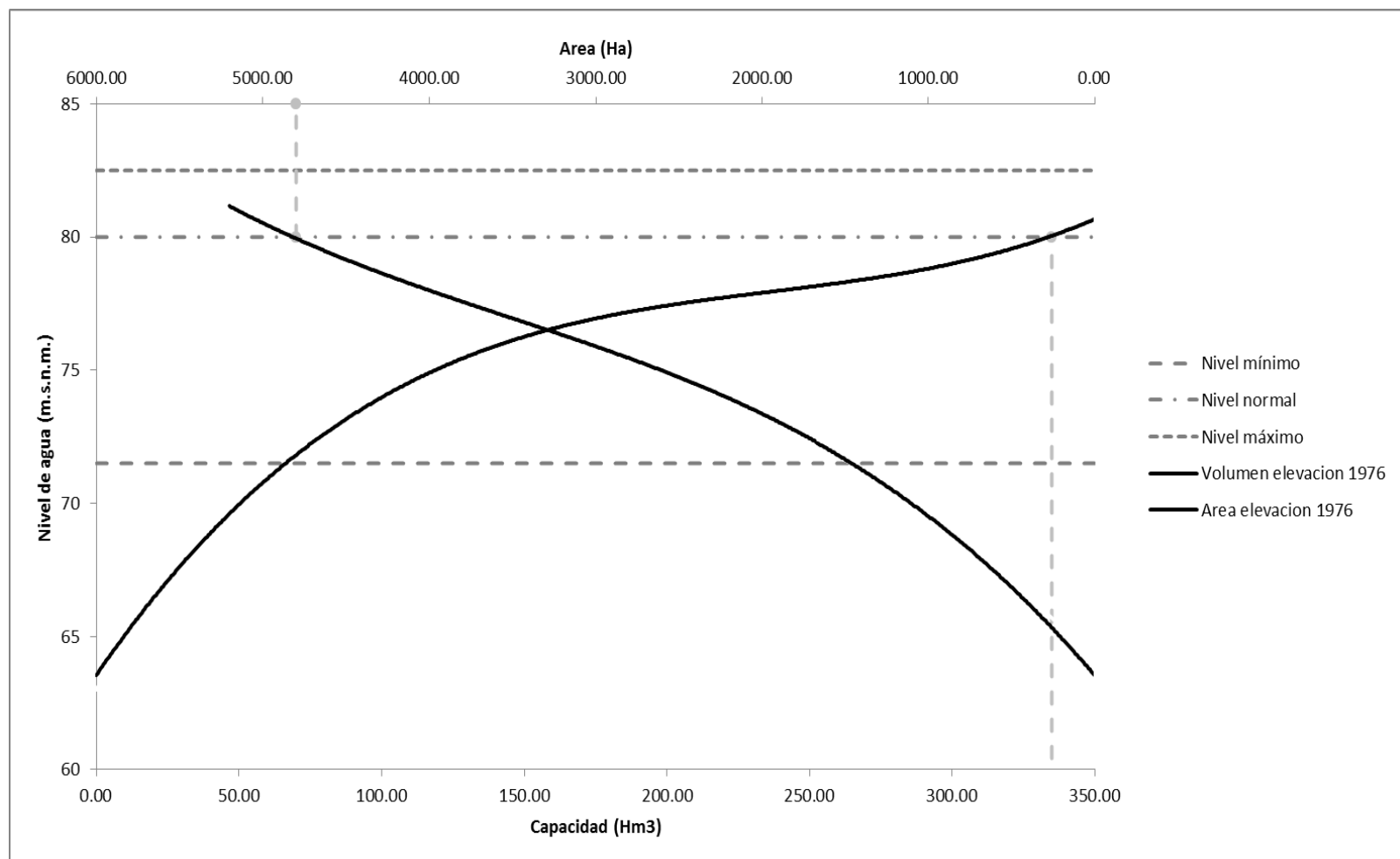


Figura 81. Curva de elevación-área-capacidad 1976 El Pueblito, Estado Guárico – niveles de agua.

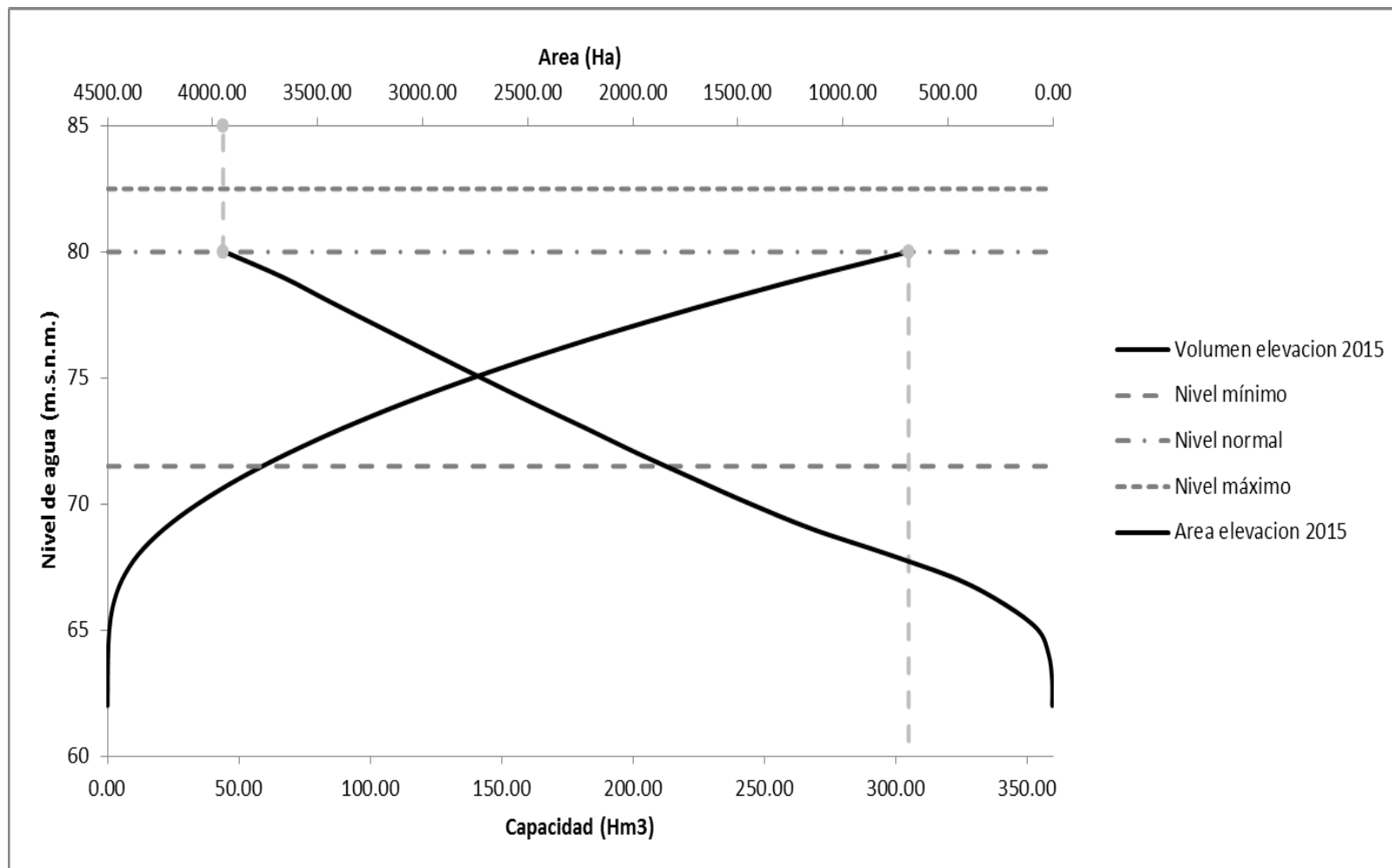


Figura 82. Curva de elevación-área-capacidad 2015 El Pueblito, Estado Guárico – niveles de agua.

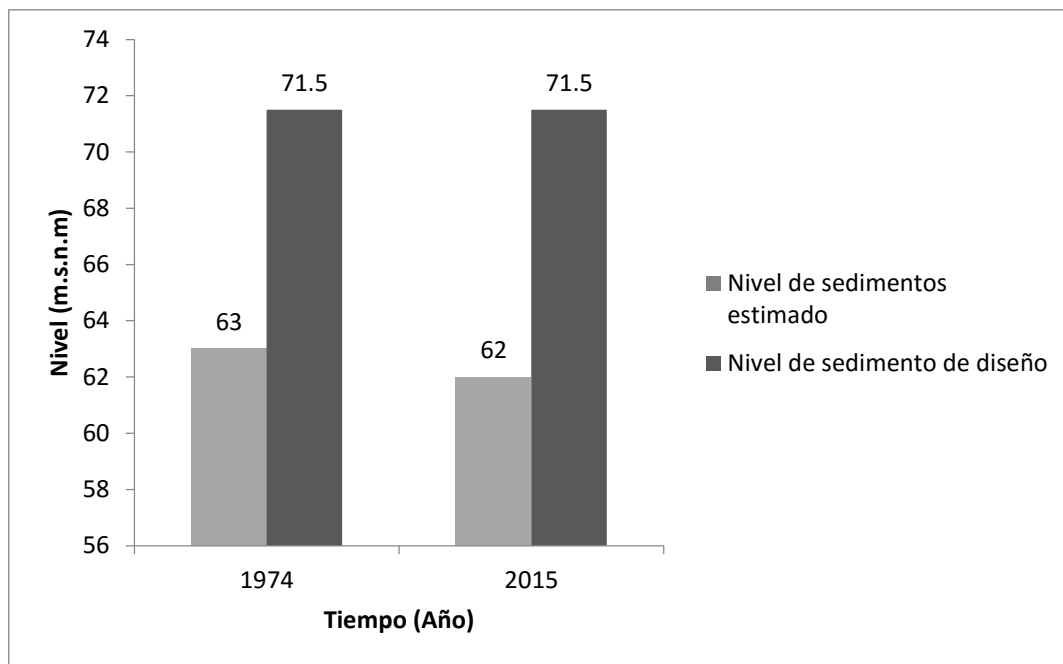


Figura 83. Niveles de sedimentos del embalse El Pueblito, Estado Guárico.

4.1.5.3 Embalse La Becerra.

En la figura 84 se aprecia, que para el año 1968 el nivel mínimo de terreno es de 61 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 53 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 47 años, desarrollo un proceso de socavación que hundió el embalse 8 metros. También se observan los niveles máximos para dichos años, 77 y 76 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 540 Hm³ y 7500 Ha para 1968 y 223.79 Hm³ y 300778 Ha para 2015.

Las Figuras 85 y 86 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 75.6 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de 487Hm³ y un área de inundación normal de 6600 Ha en el año 1968; y fueron disminuyendo a una capacidad de 186 Hm³ con un área de inundación de 2630 Ha en el 2015.

La Figura 87 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1968 la elevación es de 61 m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 53 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 62 m.s.n.m, observándose que en el año 1968 la diferencia entre niveles es de 1 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 9m.

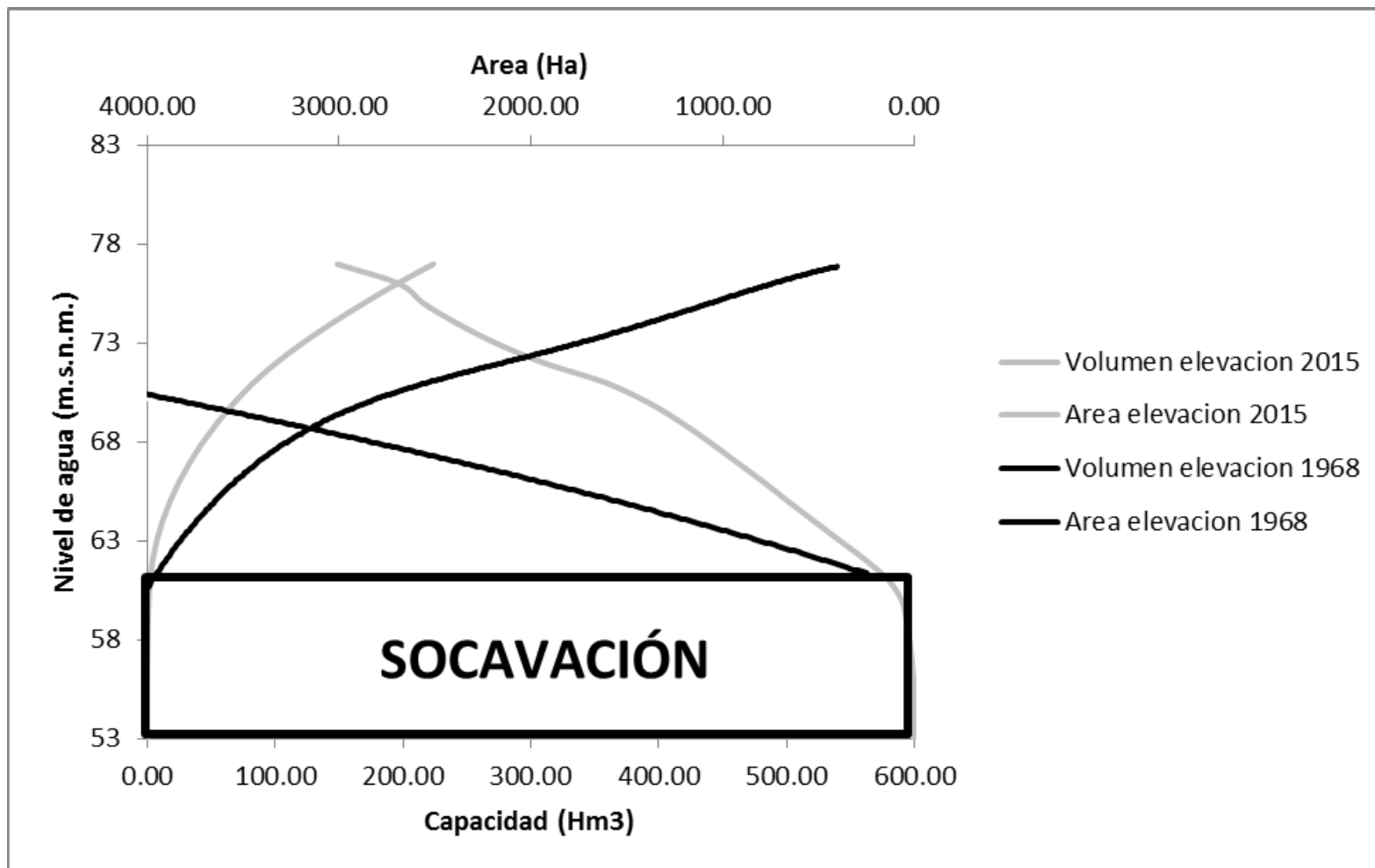


Figura 84. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad La Becerra, Estado Guárico.

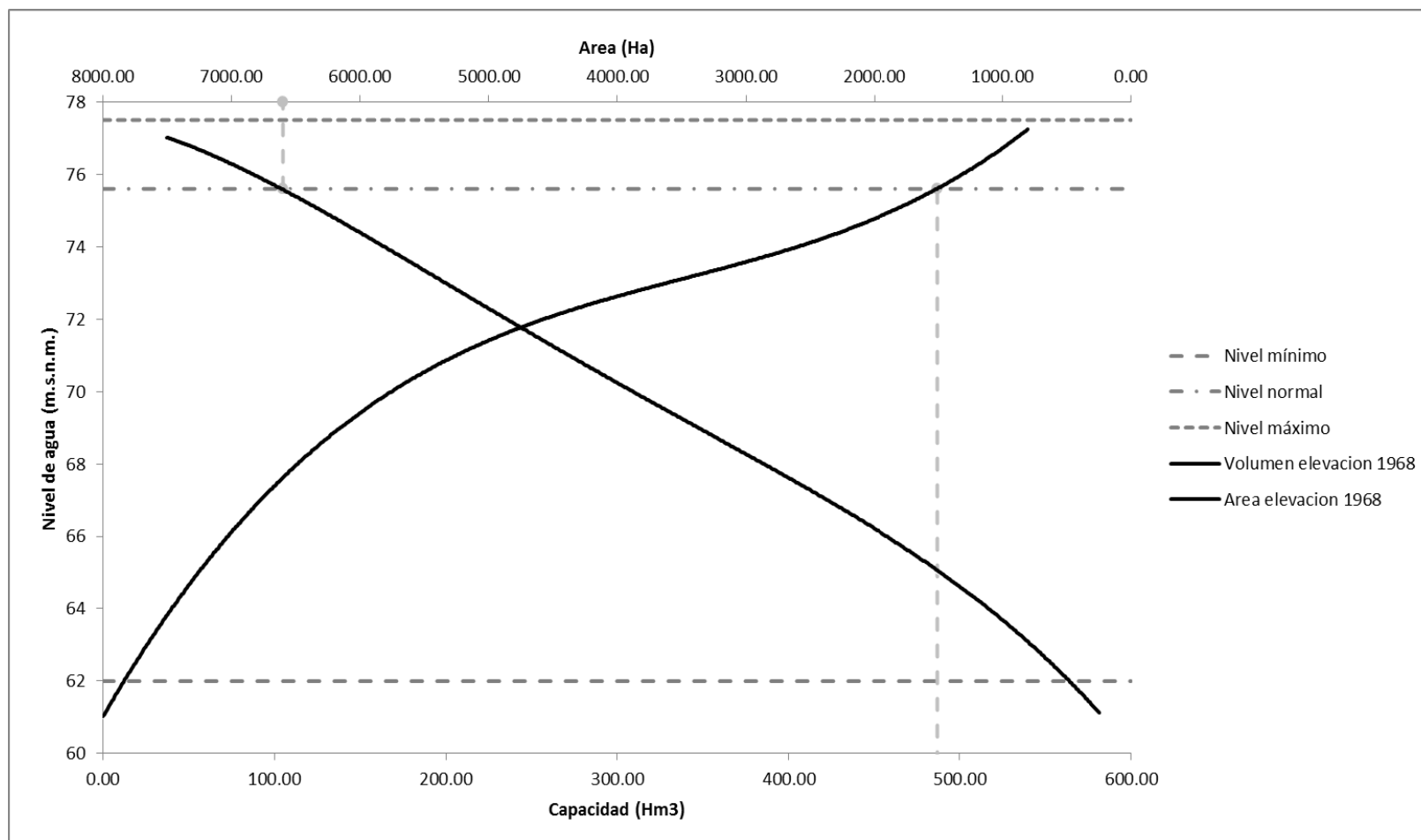


Figura 85. Curva de elevación-área-capacidad 1968 La Becerra, Estado Guárico – niveles de agua.

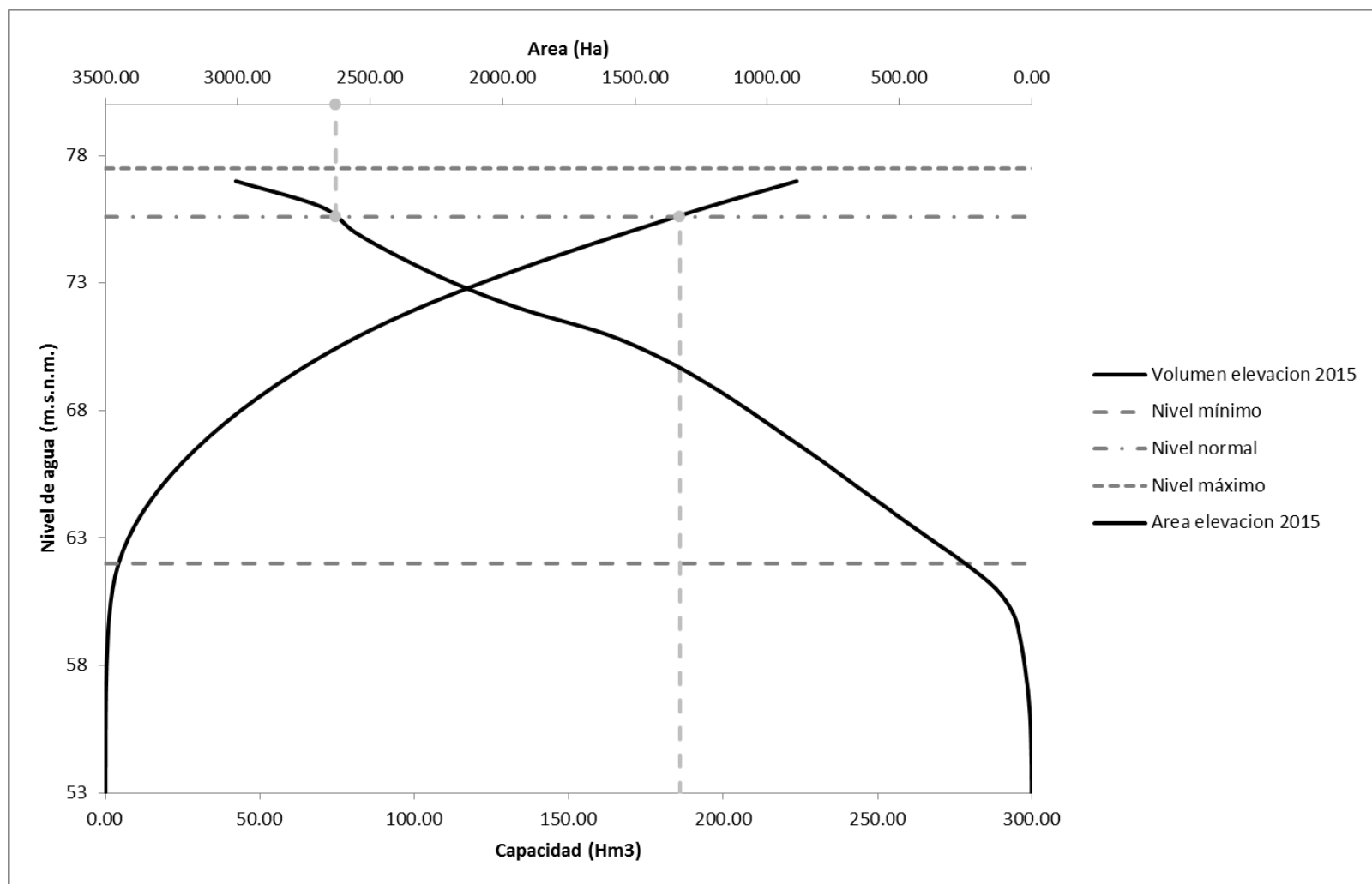


Figura 86. Curva de elevación-área-capacidad 2015 La Becerra, Estado Guárico – niveles de agua.

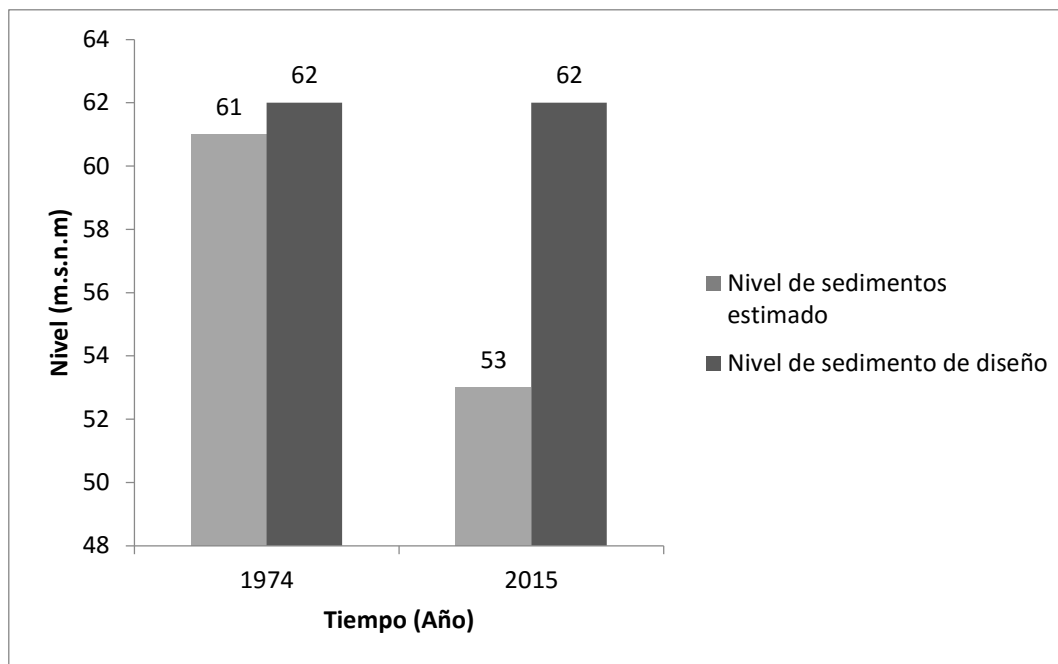


Figura 87. Niveles de sedimentos del embalse La Becerra, Estado Guárico.

4.1.5.4 Embalse La Estancia.

En la figura 88 se aprecia, que para el año 1964 el nivel mínimo de terreno es de 90 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 85 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 51 años, desarrollo un proceso de socavación que hundió el embalse 5 metros. También se observan los niveles máximos para dichos años, 104 y 103.41 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 144 Hm³ y 1780 Ha para 1964 y 122.65 Hm³ y 1519.59 Ha para 2015.

Las Figuras 89 y 90 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 102 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de 111Hm³ y un área de inundación normal de 1545 Ha en el año 1964; y fueron disminuyendo a una capacidad de 103Hm³ con un área de inundación de 1400 Ha en el 2015.

La Figura 91 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1964 la elevación es de 90 m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 85 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 94 m.s.n.m, observándose que en el año 1964 la diferencia entre niveles es de 4 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 9m.

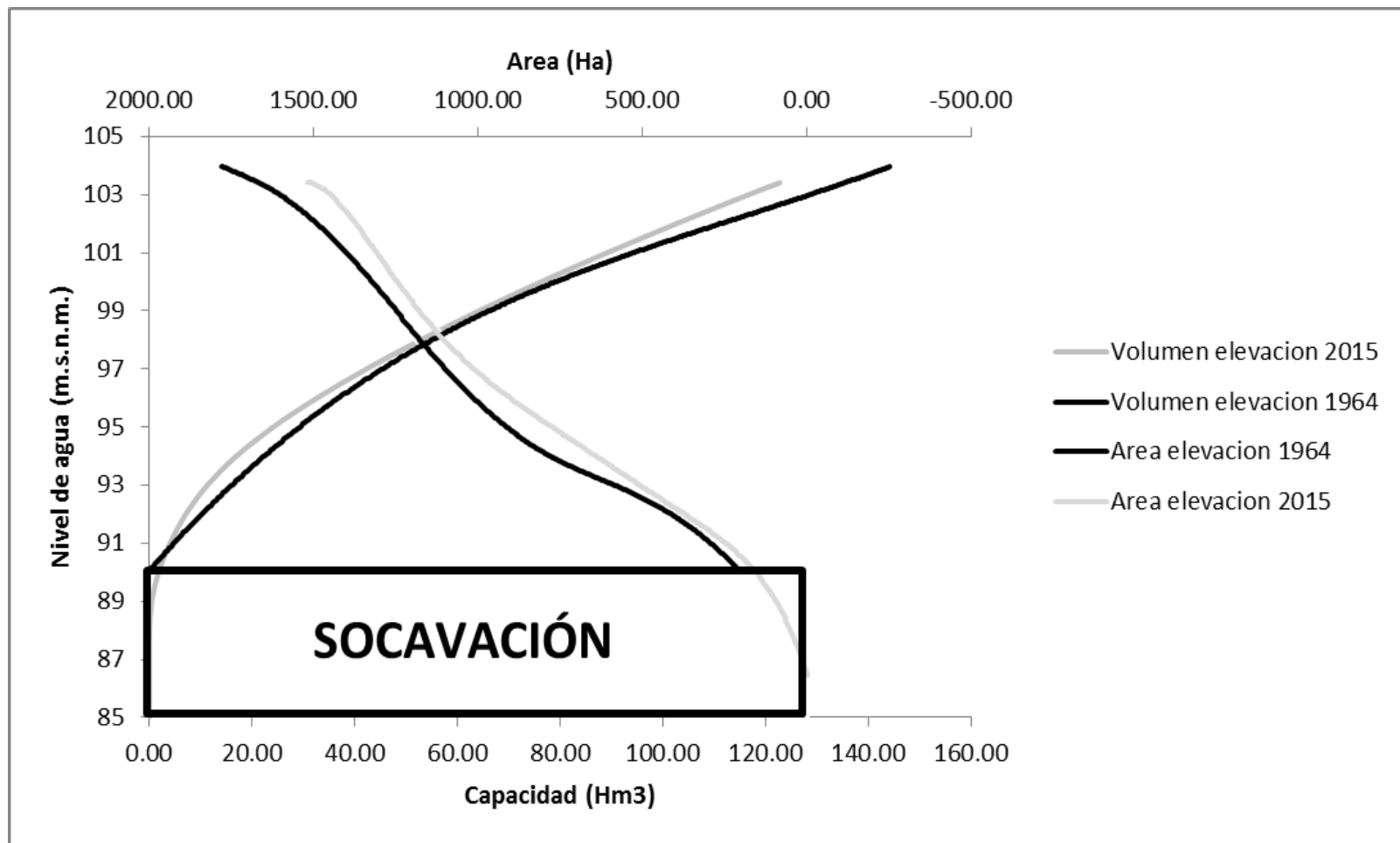


Figura 88. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad La Estancia, Estado Anzoátegui.

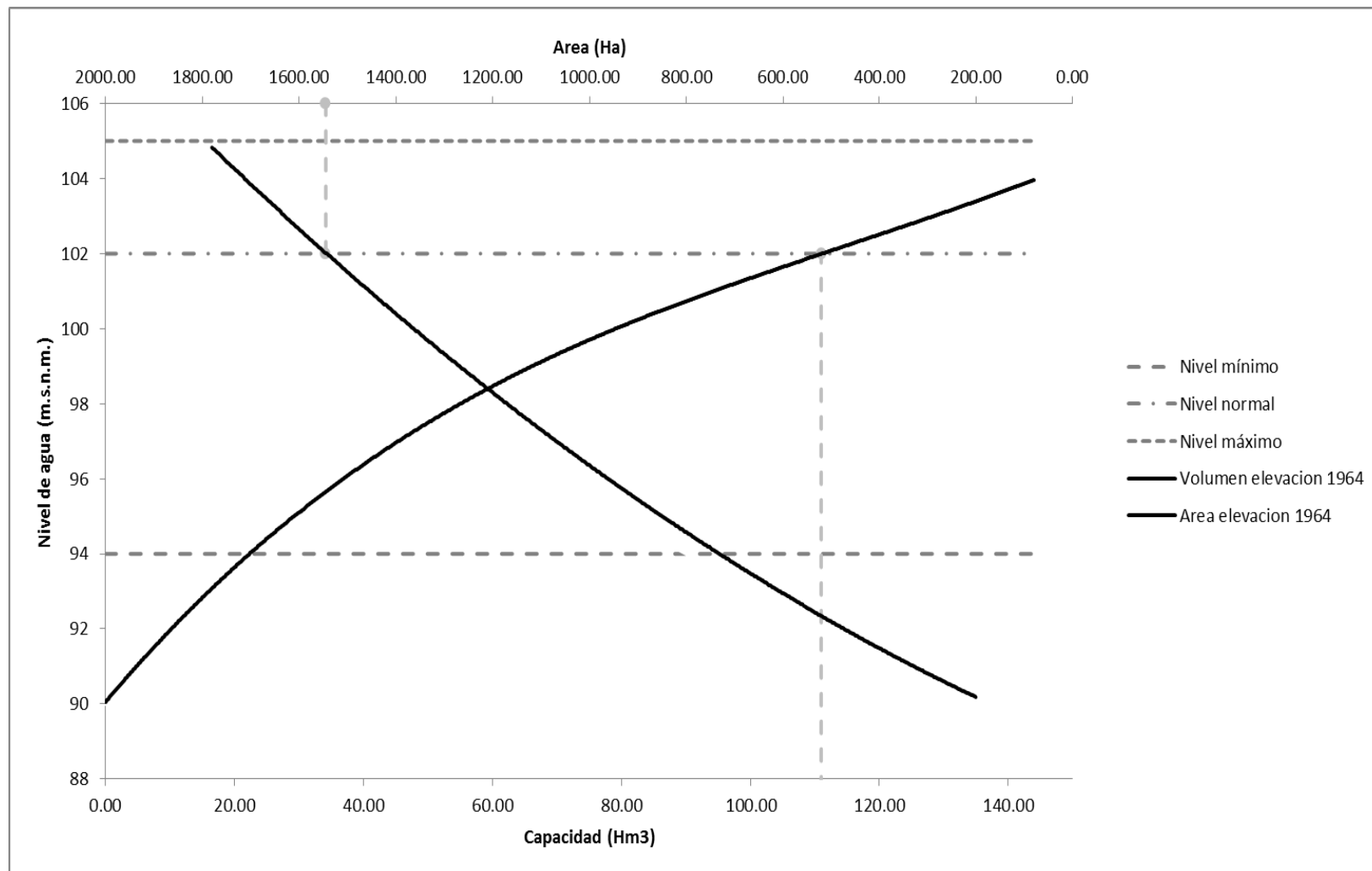


Figura 89. Curva de elevación-área-capacidad 1964 La Estancia, Estado Anzoátegui – niveles de agua.

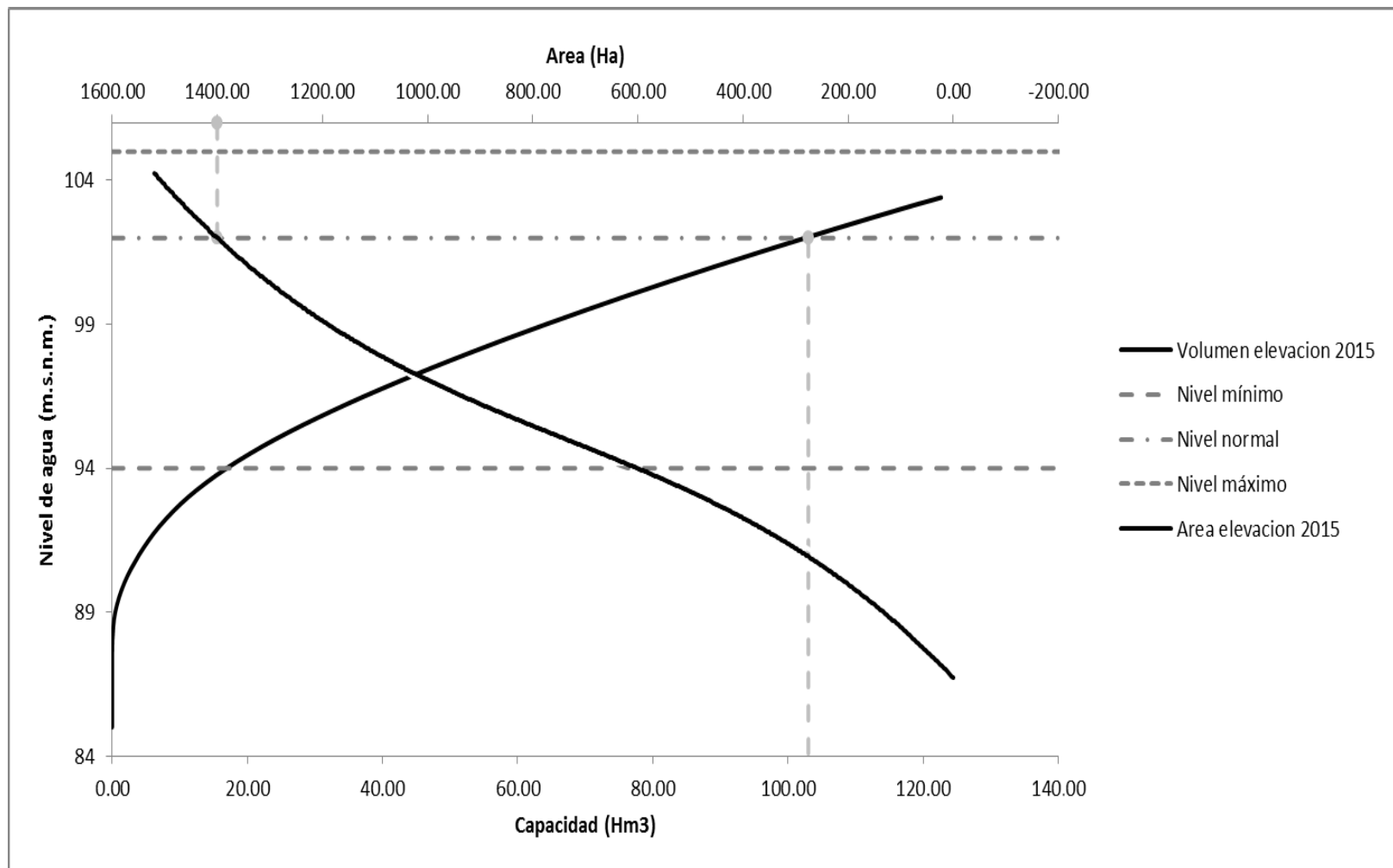


Figura 90. Curva de elevación-área-capacidad 2015 La Estancia, Estado Anzoátegui – niveles de agua.

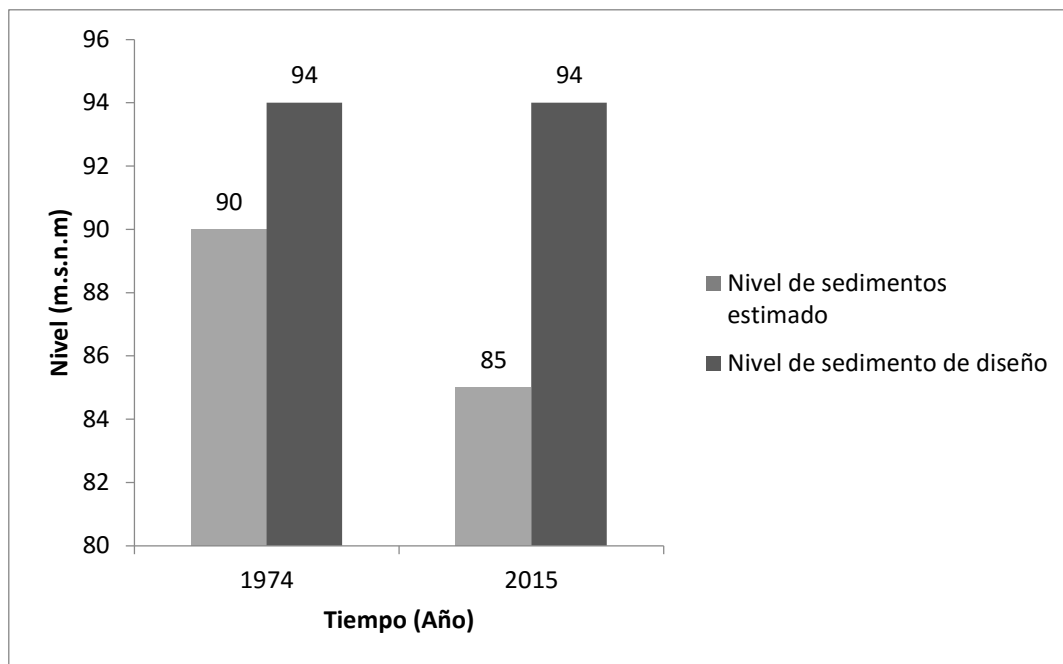


Figura 91. Niveles de sedimentos del embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.

4.1.5.5 Embalse Tamanaco.

En la figura 92 se aprecia, que para el año 1964 el nivel mínimo de terreno es de 130 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 131 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 51 años, desarrollo un proceso de sedimentación que elevo el embalse 1 metro. También se observan los niveles máximos para dichos años, 136 y 141.78 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 100Hm³ y 3100 Ha para 1964 y 134.56 Hm³ y 2252.54 Ha para 2015.

Las Figuras 93 y 94 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 137.2 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de Hm³ y un área de inundación normal de Ha en el año 1964; y fueron disminuyendo a una capacidad de 42Hm³ con un área de inundación de 1595 Ha en el 2015.

La Figura 95 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1964 la elevación es de 130 m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 131 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 133.66 m.s.n.m, observándose que en el año 1964 la diferencia entre niveles es de 3.66 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 2.66m.

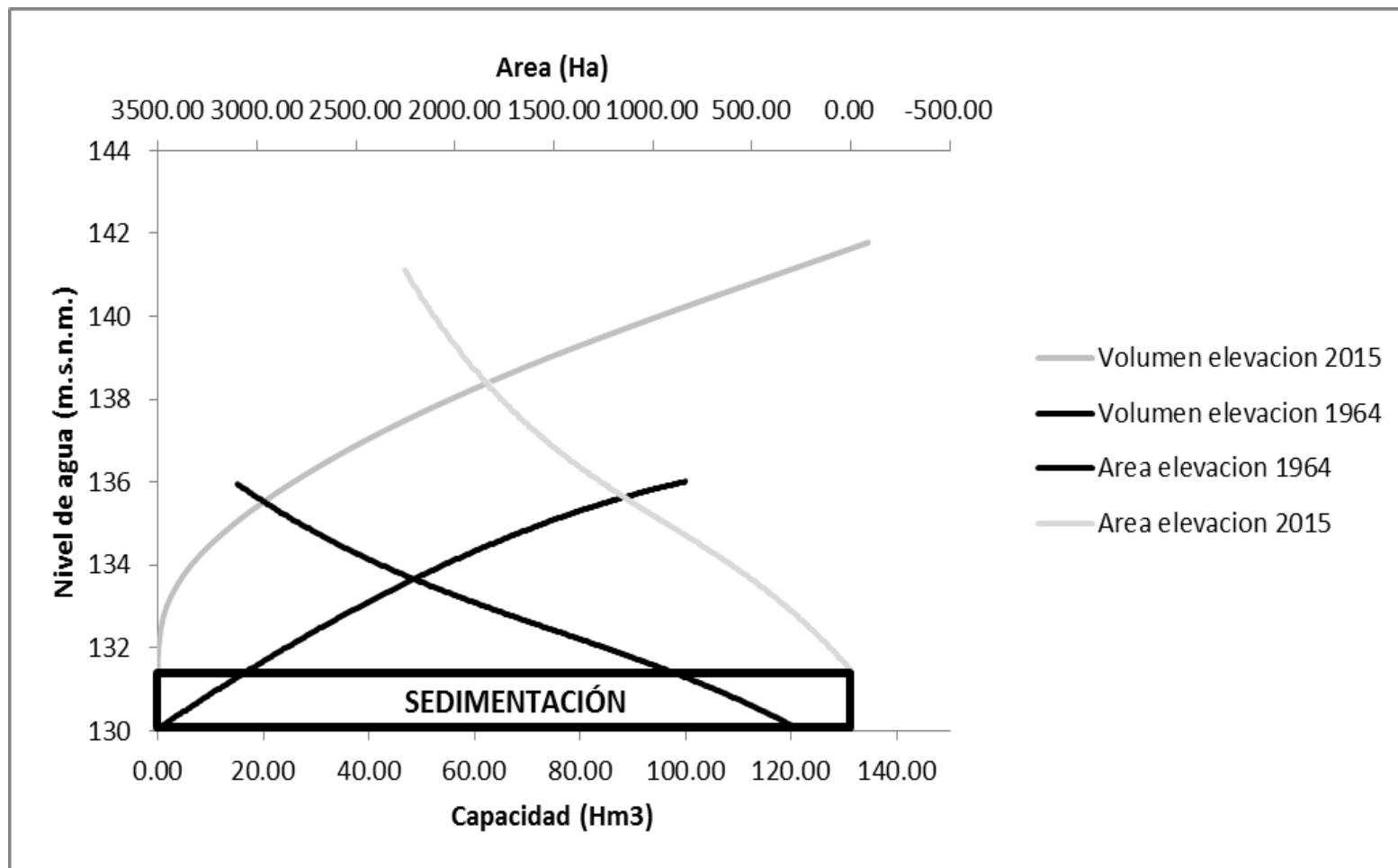


Figura 92. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad Tamanaco, Estado Guárico.

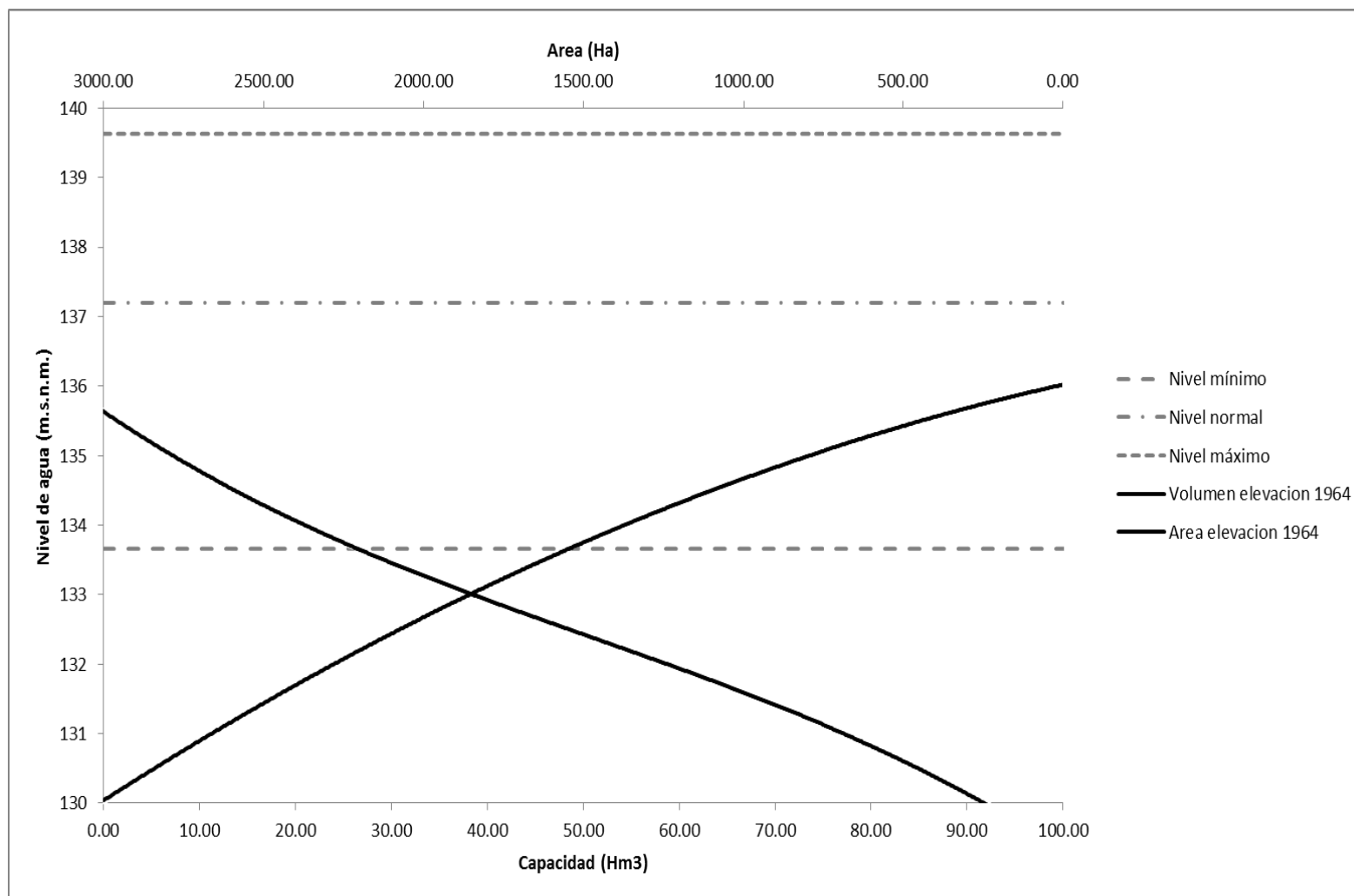


Figura 93. Curva de elevación-área-capacidad 1964 Tamanaco, Estado Guárico – niveles de agua.

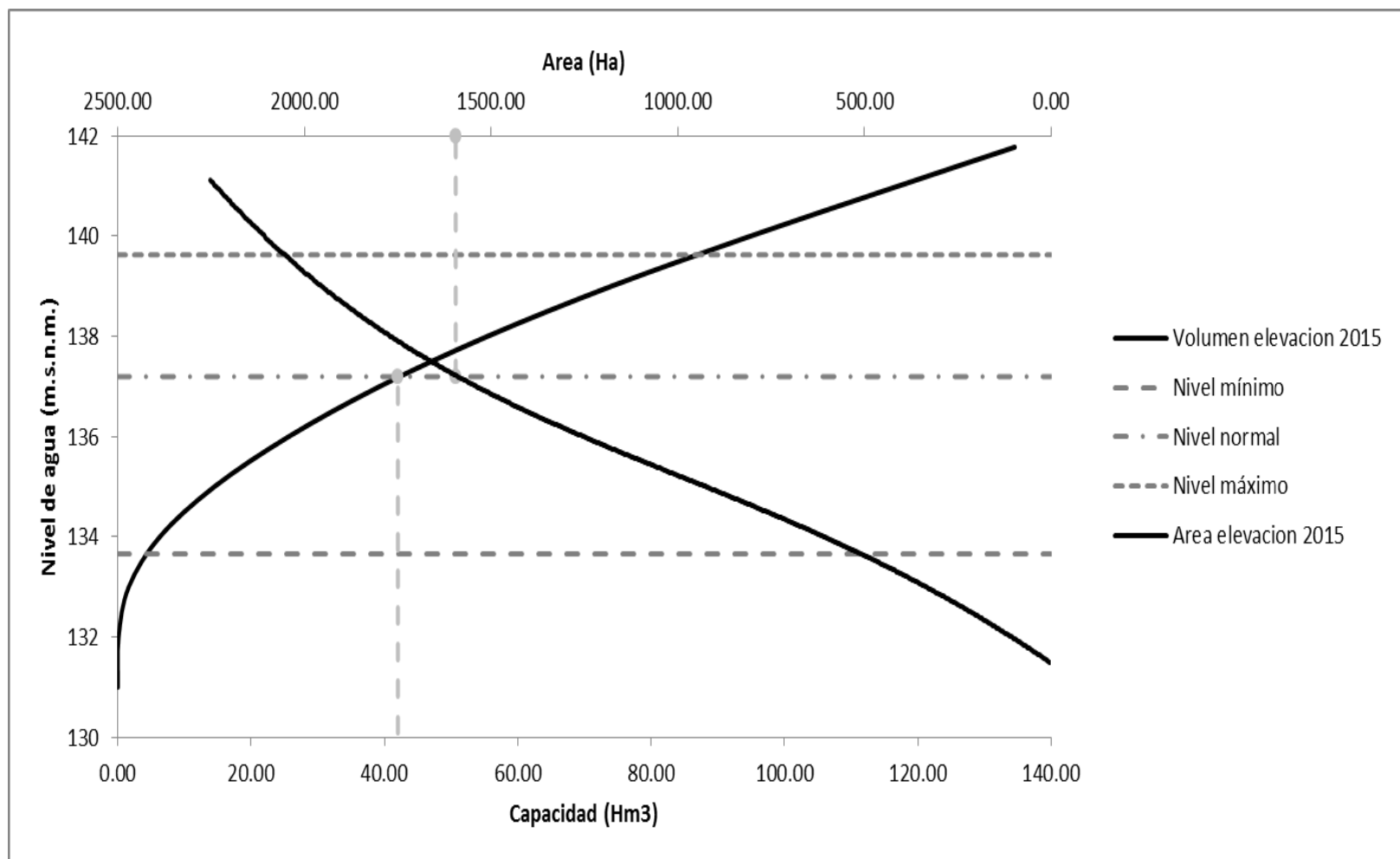


Figura 94. Curva de elevación-área-capacidad 2015 Tamanaco, Estado Guárico – niveles de agua.

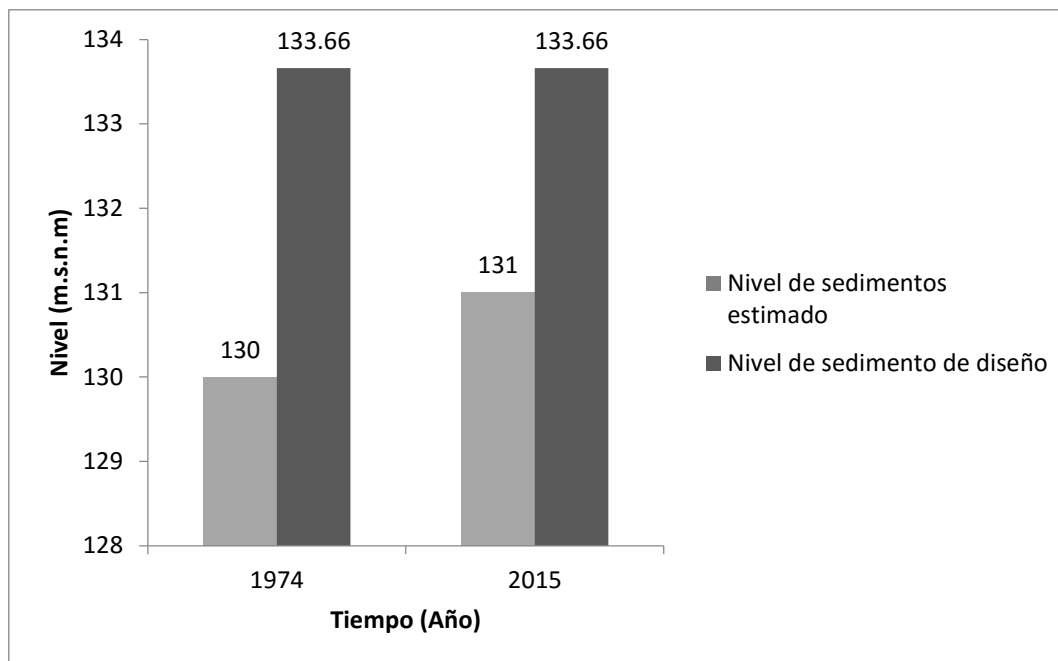


Figura 95. Niveles de sedimentos del embalse Tamanaco, Estado Guárico.

4.1.5.6 Embalse Vista Alegre.

En la figura 96 se aprecia, que para el año 1976 el nivel mínimo de terreno es de 82 m.s.n.m. Mientras que para el 2015 es de 85 m.s.n.m. Esto se traduce que en un período de 39 años, desarrollo un proceso de sedimentación que elevo el embalse 3 metros. También se observan los niveles máximos para dichos años, 100 y 100 respectivamente. Los cuales corresponden a un volumen y área máximo de 64Hm³ y 1100 Ha para 1976 y 47.79 Hm³ y 723.07 Ha para 2015.

Las Figuras 97 y 98 contienen una comparación de la Curva Nivel – Área – Capacidad respecto a un nivel de aguas normales de 98.5 m.s.n.m. Donde se observa que el embalse presenta una capacidad normal de 50Hm³ y un área de inundación normal de 910 Ha en el año 1976; y fueron disminuyendo a una capacidad de 47.79Hm³ con un área de inundación de 723.07 Ha en el 2015.

La Figura 99 muestra los resultados de la comparación de los niveles de sedimentos estimados; donde se observa que el nivel de sedimentos estimado en el 1976 la elevación es de 82 m.s.n.m, mientras que en la investigación realizada se evidencia a 85 m.s.n.m. Por otra parte, se conoce que el embalse está diseñado para acumular sedimentos a un nivel máximo de 93.06 m.s.n.m, observándose que en el año 1976 la diferencia entre niveles es de 11.06 m; y respecto a lo obtenido en el levantamiento batimétrico actual es de 8.06m.

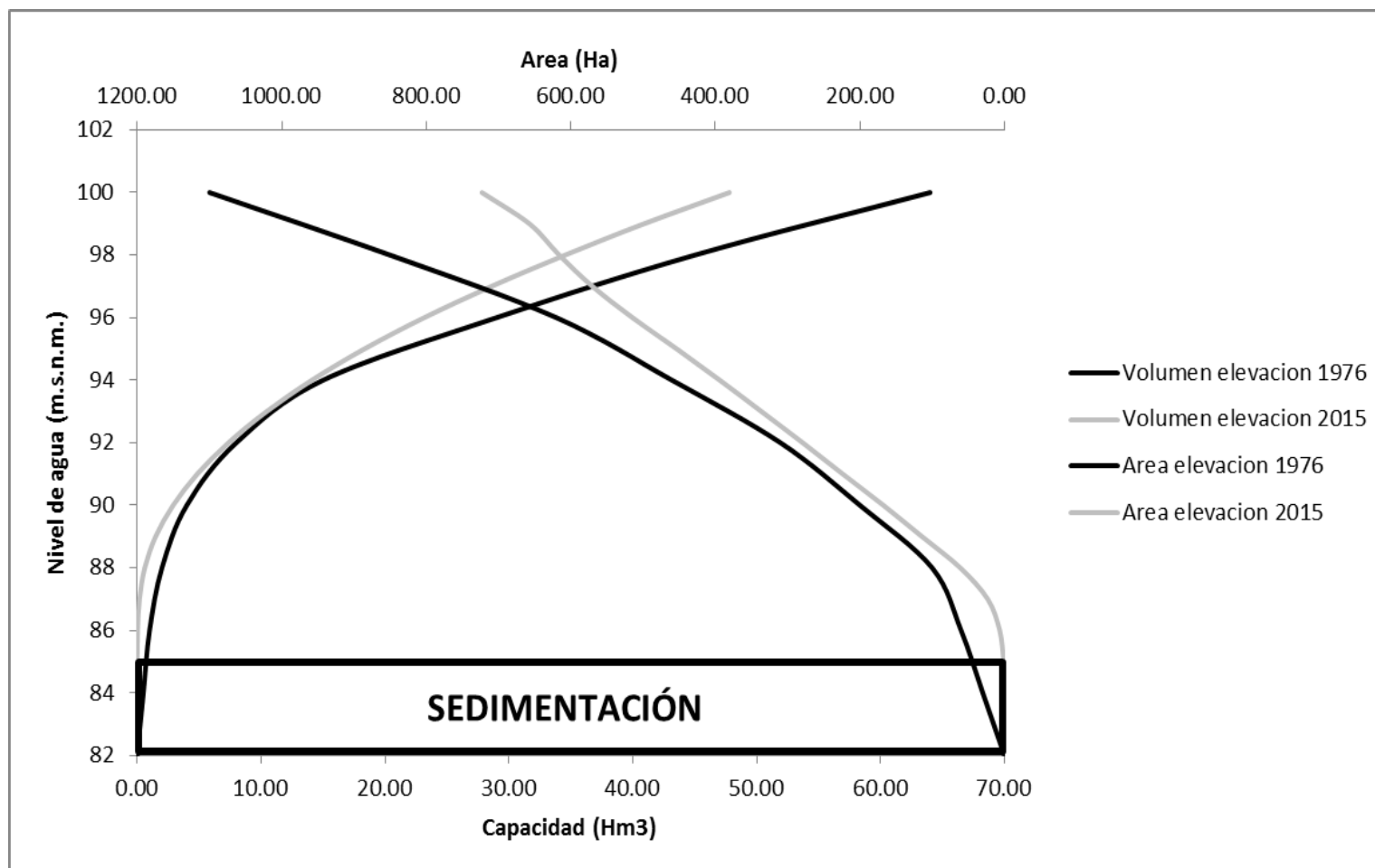


Figura 96. Comparación de curvas de elevación-área-capacidad Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

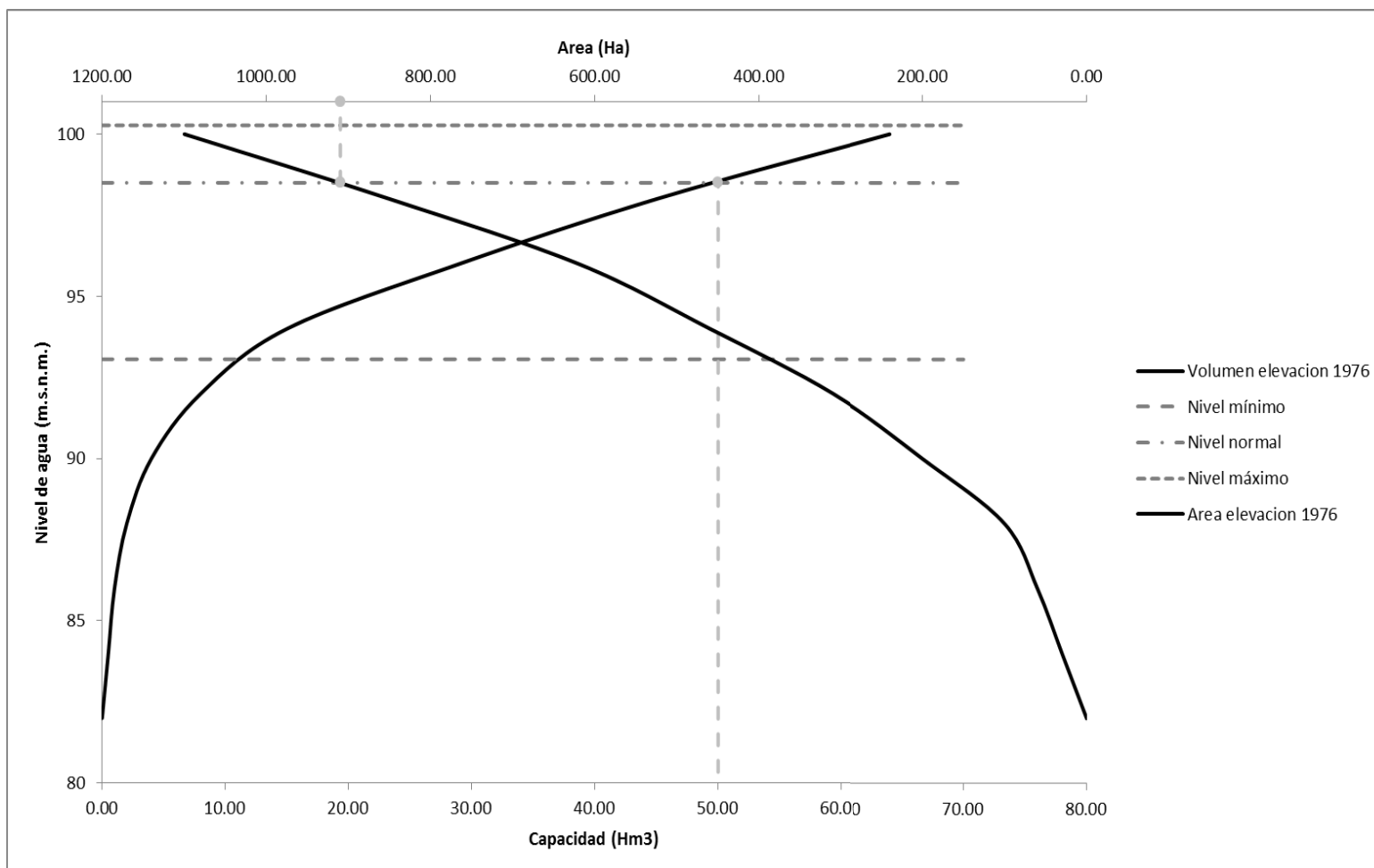


Figura 97. Curva de elevación-área-capacidad 1976 Vista Alegre – niveles de agua, Estado Anzoátegui.

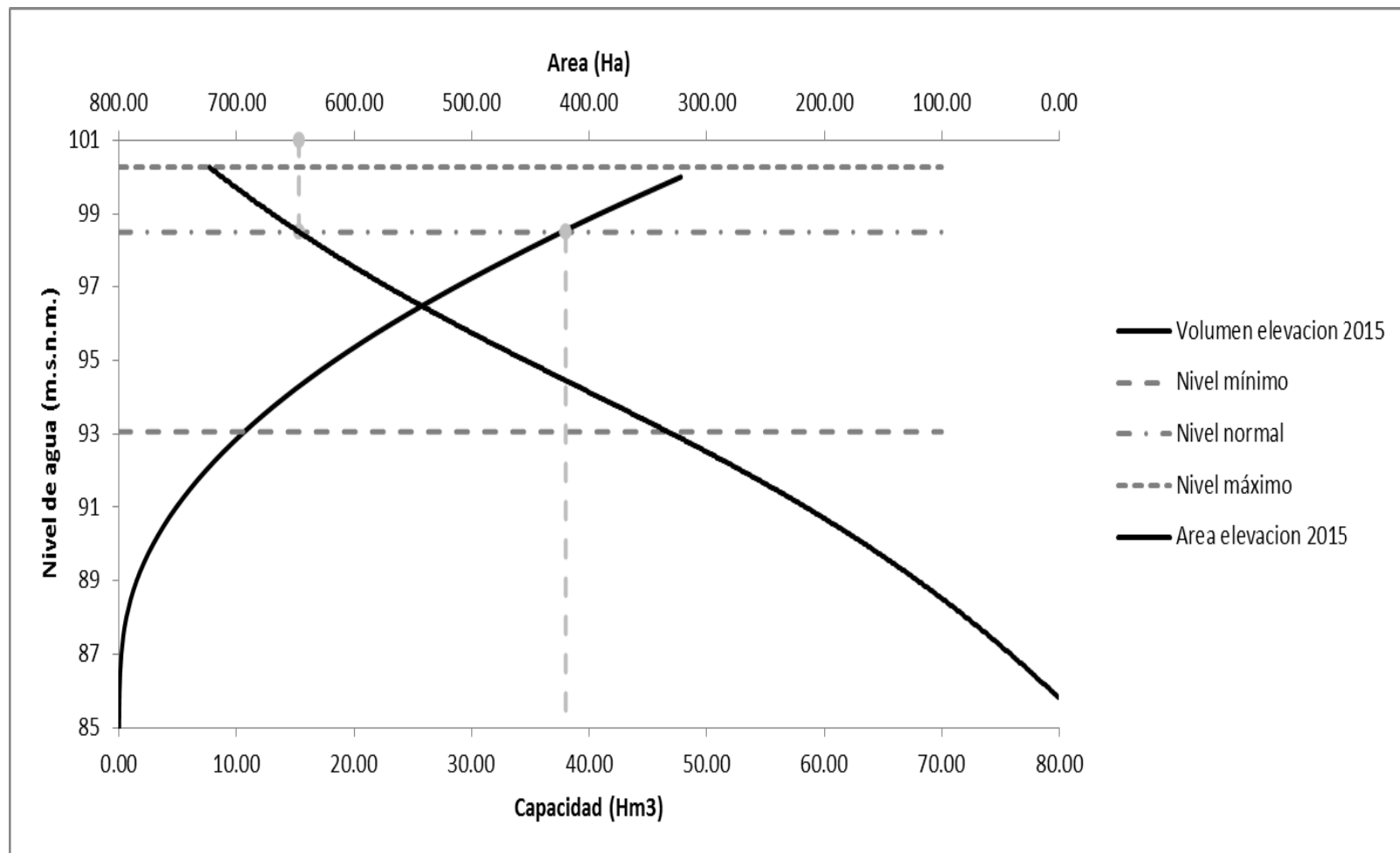


Figura 98. Curva de elevación-área-capacidad 2015 Vista Alegre – niveles de agua, Estado Anzoátegui.

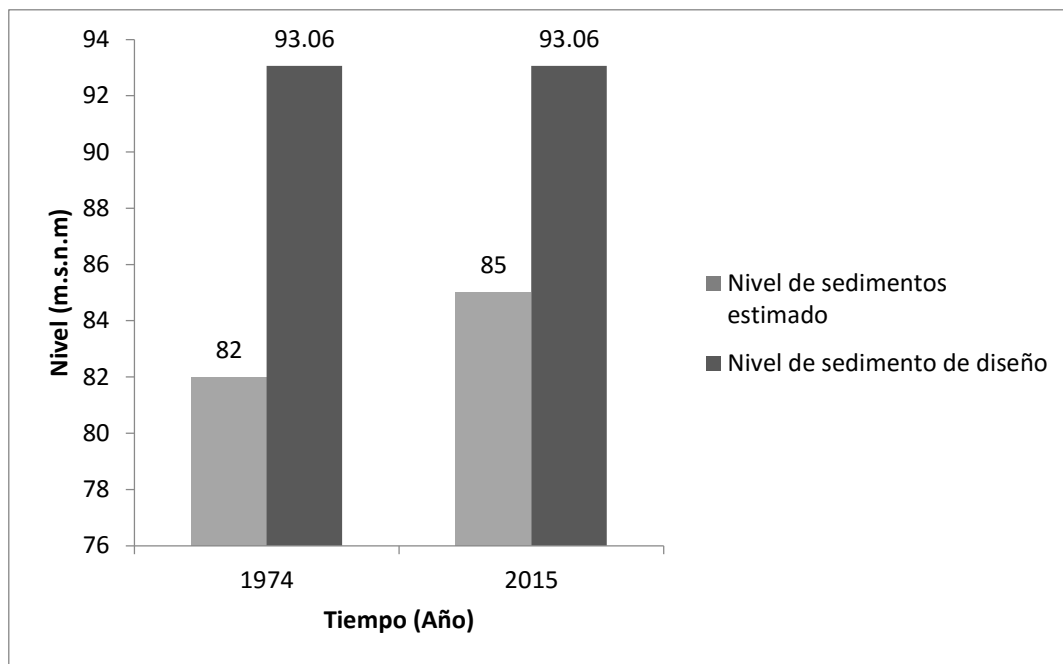


Figura 99, Niveles de sedimentos del embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

4.1.6 Analizar la influencia de la operación de los embalses de la cuenca del río Unare sobre la acumulación de sedimentos.

Los resultados del análisis de la influencia de los sedimentos sobre la operación de los embalses de la cuenca del río Unare, estado Anzoátegui, comprende la comparación de la capacidad útil de diseño con la actual y la estimación de acumulación de sedimentos en el desarrollo de su vida útil. Visualizándose a continuación los resultados en el siguiente orden: embalse El Cigarrón, El Pueblito, La Becerra, La Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.

4.1.6.1 Embalse El Cigarrón.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de socavación, se suma a 357.70 Hm³ de Capacidad útil en 1974 el volumen muerto

de 32.20 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 76, arrojando así un valor 394.90 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1974 se observa en la Figura 100, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1974 se puede apreciar en la Figura 101 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 32.20 Hm³ sobre la capacidad útil de 1974 igual a 357.70 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 10.40%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 41 años de vida útil se estiman 32.20 Hm³ de sedimentos socavados, para una tasa anual de 0.91 Hm³ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2074 este volumen será igual a 90.73 Hm³.

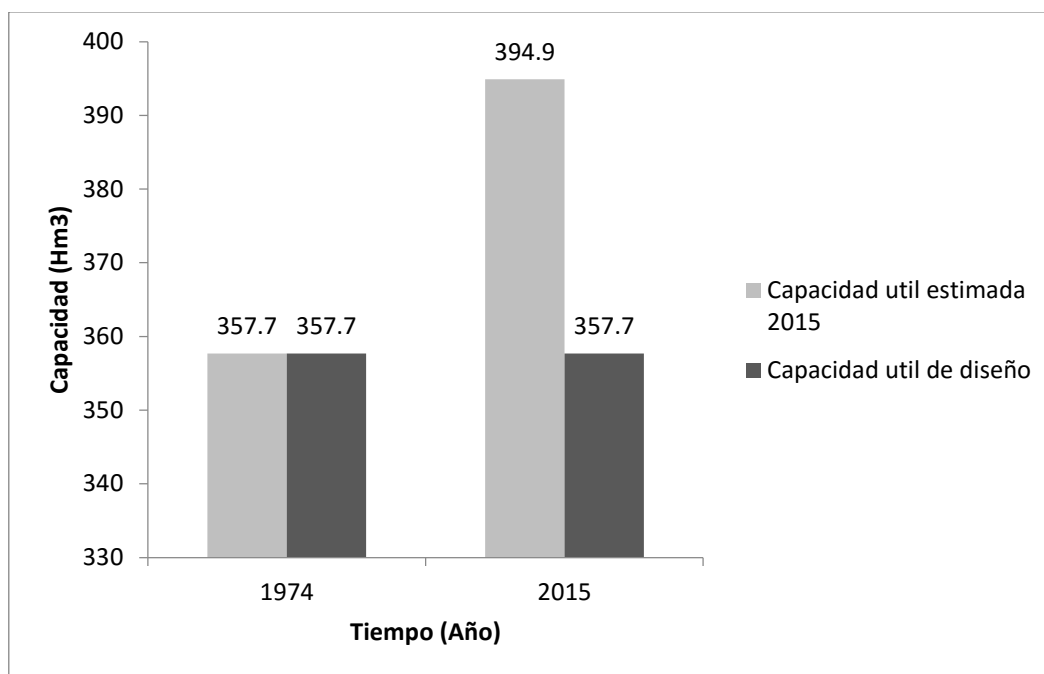


Figura 100. Capacidad útil del embalse El Cigarrón, Estado Guárico.

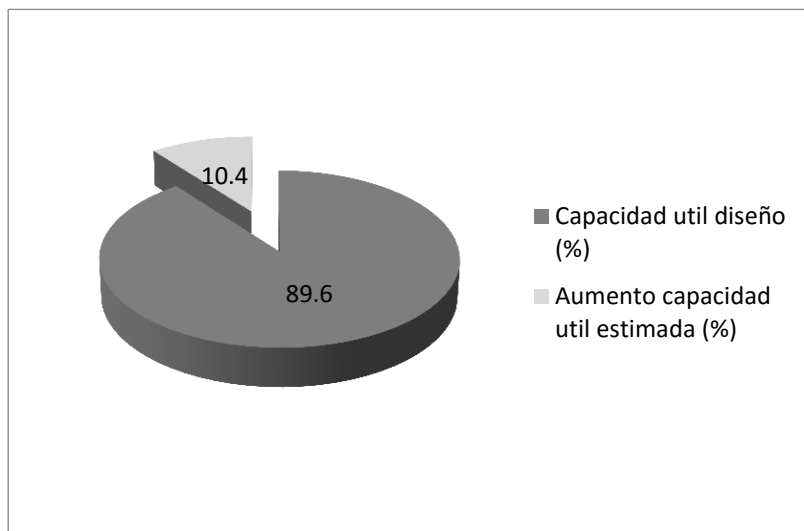


Figura 101. Pérdida de la capacidad útil embalse El Cigarrón, Estado Guárico.

4.1.6.2 Embalse El Pueblito.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de socavación, se suma a 254.23 Hm³ de Capacidad útil en 1976 el volumen muerto de 5.25 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 80, arrojando así un valor 259.48 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1976 se observa en la Figura 102, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1976 se puede apreciar en la Figura 103 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 5.25 Hm³ sobre la capacidad útil de 1976 igual a 254.23 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 2.07%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 39 años de vida útil se estiman 5.25 Hm³ de sedimentos socavados, para una tasa anual de 0.13 Hm³

que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2076 este volumen será igual a 13.46Hm3.

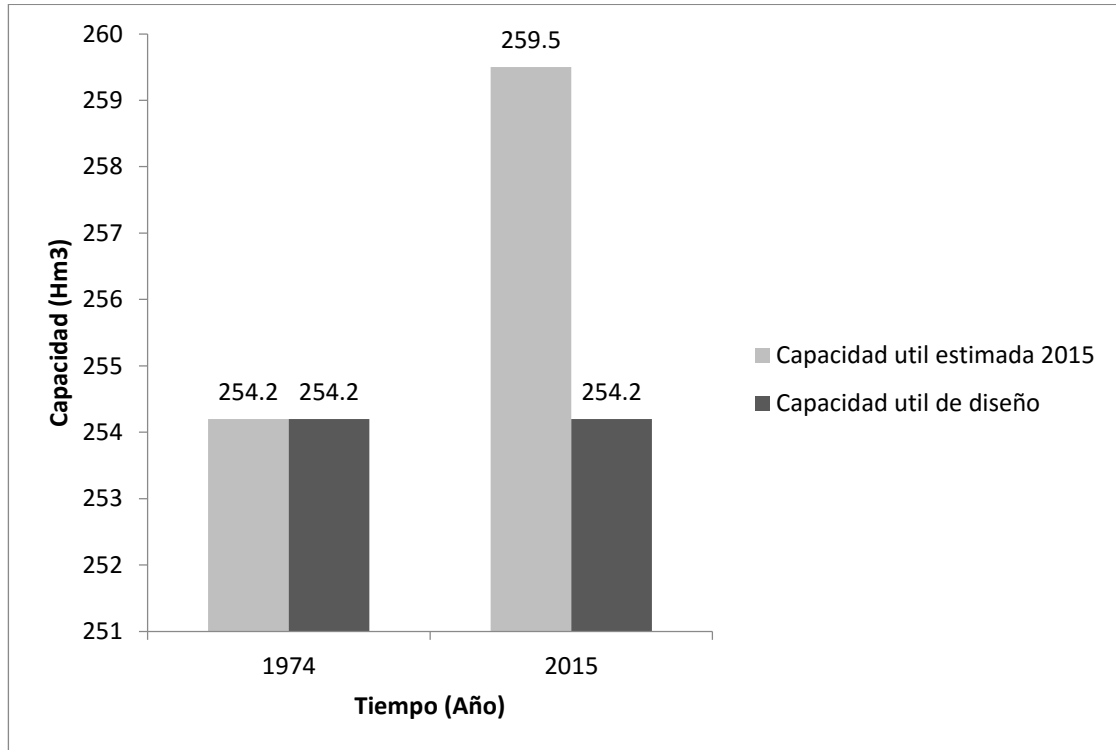


Figura 102. Capacidad útil del embalse El Pueblito, Estado Guárico.

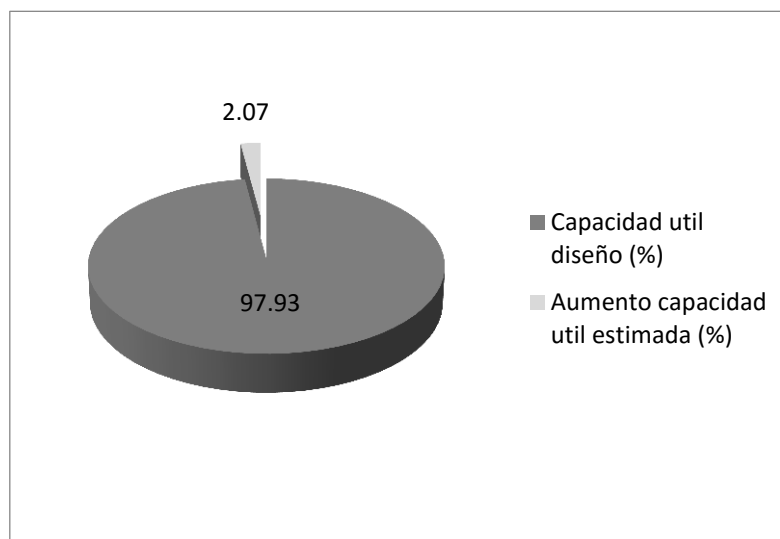


Figura 103. Perdida de la capacidad útil embalse El Pueblito, Estado Guárico.

4.1.6.3 Embalse La becerra.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de socavación, se suma a 456.49 Hm³ de Capacidad útil en 1968 el volumen muerto de 157 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 84, arrojando así un valor 613.49 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1968 se observa en la Figura 104, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1968 se puede apreciar en la Figura 105 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 157 Hm³ sobre la capacidad útil de 1968 igual a 456.49 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 34.39%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 47 años de vida útil se estiman 157 Hm³ de sedimentos socavados, para una tasa anual de 3.34 Hm³ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2068 este volumen será igual a 334.04 Hm³.

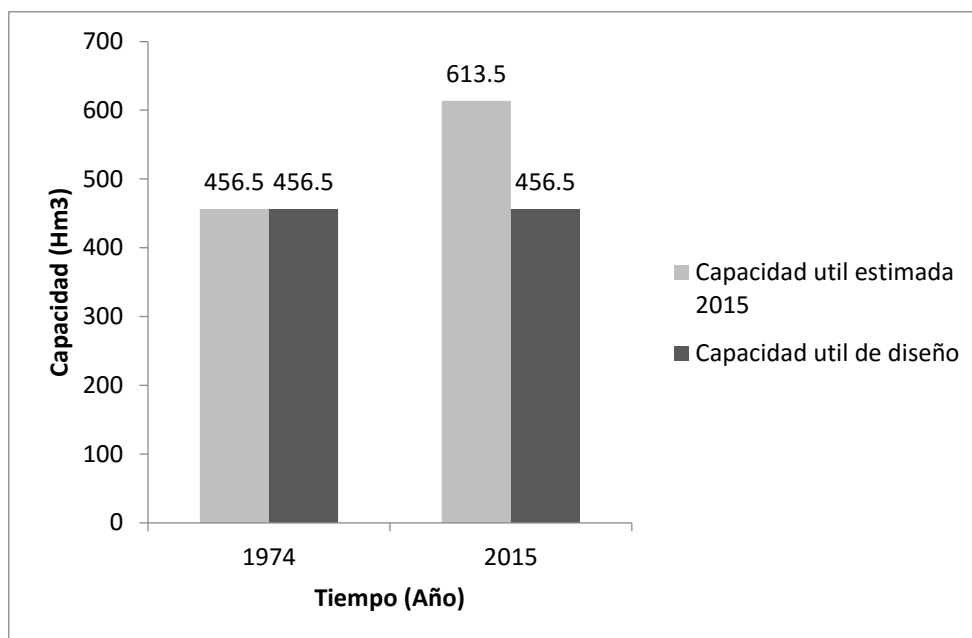


Figura 104. Capacidad útil del embalse La Becerra, Estado Guárico.

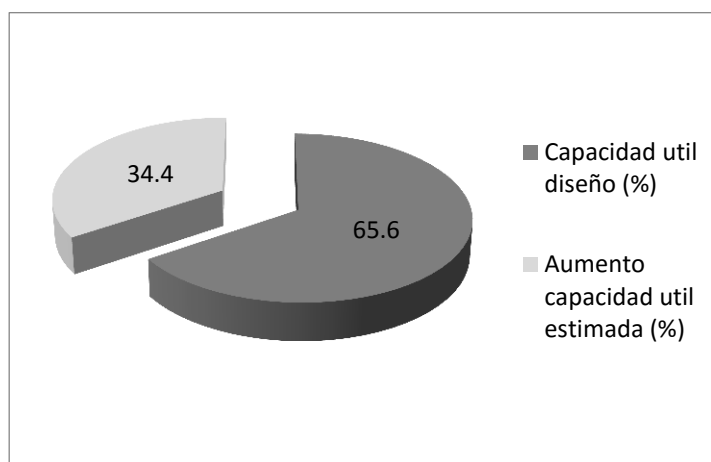


Figura 105. Perdida de la capacidad útil embalse La Becerra, Estado Guárico.

4.1.6.4 Embalse La Estancia.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de socavación, se suma a 88.20 Hm³ de Capacidad útil en 1964 el volumen muerto

de 36.16 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 88, arrojando así un valor 124.36 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1964 se observa en la Figura 106, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1964 se puede apreciar en la Figura 107 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 36.16 Hm³ sobre la capacidad útil de 1964 igual a 88.20 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 41%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 51 años de vida útil se estiman 36.16 Hm³ de sedimentos socavados, para una tasa anual de 0.71 Hm³ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2064 este volumen será igual a 70.90 Hm³.

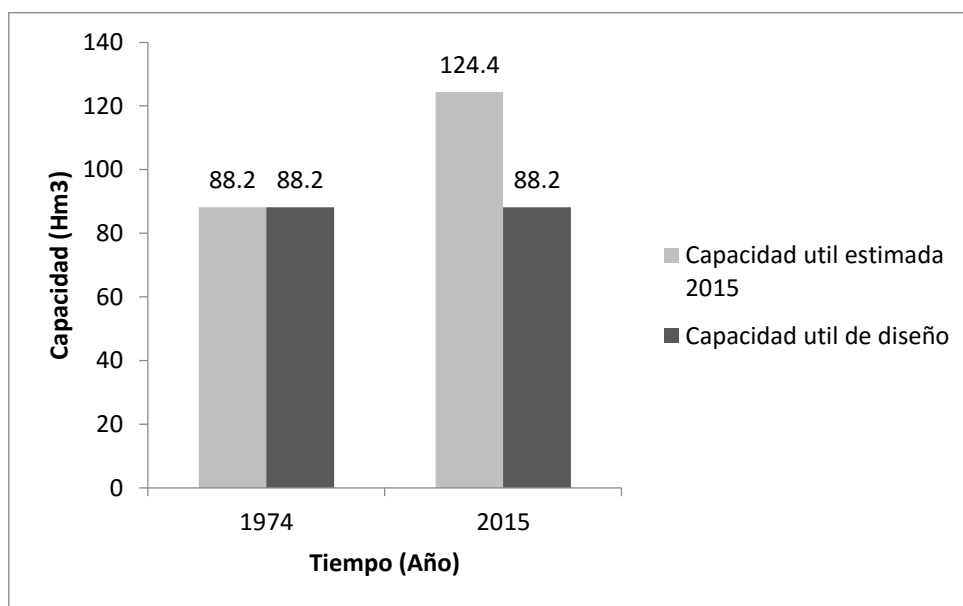


Figura 106. Capacidad útil del embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.

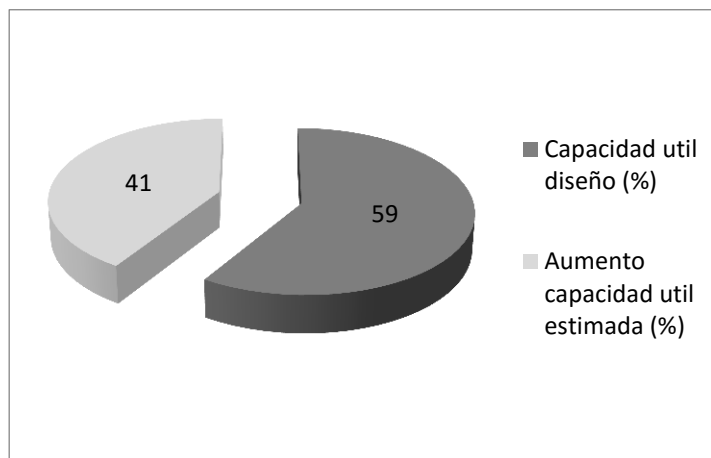


Figura 107. Perdida de la capacidad útil embalse La Estancia, Estado Anzoátegui.

4.1.6.5 Embalse Tamanaco.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de sedimentación, se resta a 93.07 Hm³ de Capacidad útil en 1964 el volumen muerto de 9 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 92, arrojando así un valor 84.07 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1964 se observa en la Figura 108, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1964 se puede apreciar en la Figura 109 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 9 Hm³ sobre la capacidad útil de 1964 igual a 93.07 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 9.67%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 51 años de vida útil se estiman 9 Hm³ de sedimentos sedimentados, para una tasa anual de 0.18 Hm³ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2064 este volumen será igual a 17.65Hm³.

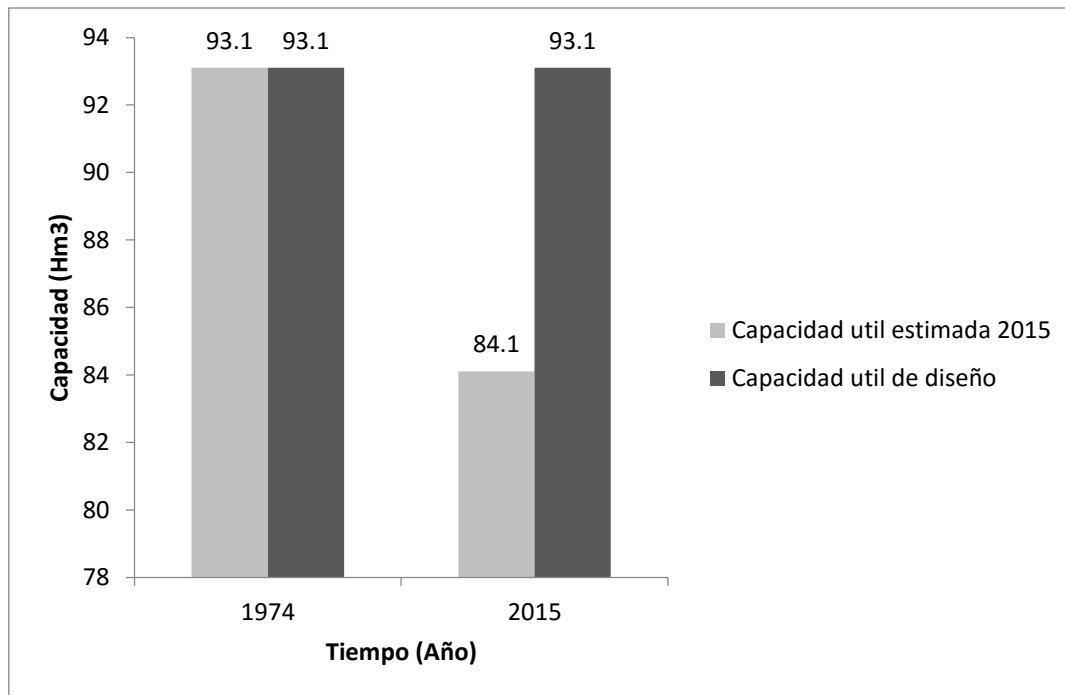


Figura 108. Capacidad útil del embalse Tamanaco, Estado Guárico.

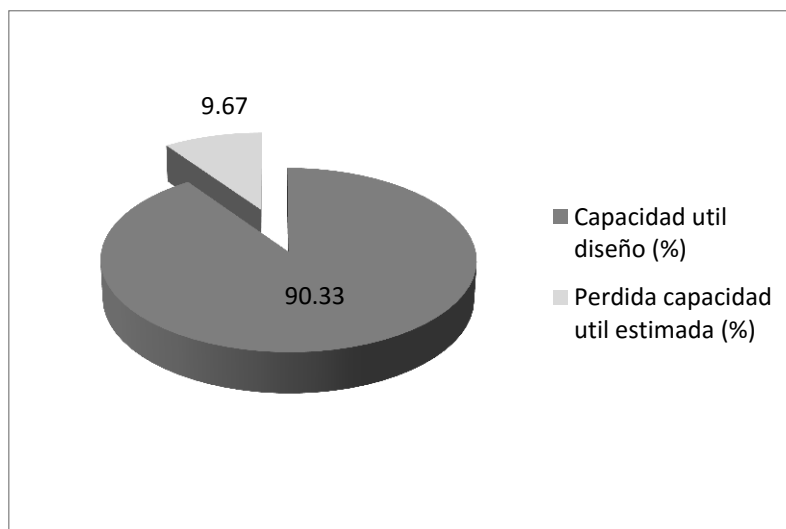


Figura 109. Perdida de la capacidad útil embalse Tamanaco, Estado Guárico.

4.1.6.6 Embalse Vista Alegre.

Para obtener los resultados de la comparación de la capacidad útil de diseño Vs. la de 2015, se requiere el cálculo de su capacidad útil actual, como presenta un proceso de sedimentación, se resta a 26.70 Hm³ de Capacidad útil en 1976 el volumen muerto de 0.57 Hm³ obtenido de la comparación de las Curvas Nivel – Área – Capacidad, mostrada en la Figura 96, arrojando así un valor 26.13 Hm³ de capacidad útil.

La comparación entre la capacidad útil calculada para la actualidad y la estimada en 1976 se observa en la Figura 110, mientras que la pérdida porcentual de capacidad útil calculada respecto a la de 1976 se puede apreciar en la Figura 111 y se calcula como el cociente del volumen muerto estimado actualmente de 0.57 Hm³ sobre la capacidad útil de 1976 igual a 26.70 Hm³, obteniéndose que la diferencia de capacidad útil actual respecto a la de diseño es de 2.13%.

Con lo anteriormente expuesto se evidencia que en los primeros 39 años de vida útil se estiman 0.57 Hm³ de sedimentos sedimentados, para una tasa anual de 0.01 Hm³ que de mantenerse constante al no existir cambios climáticos fuertes y marcados en el embalse para el año 2076 este volumen será igual a 1.46 Hm³.

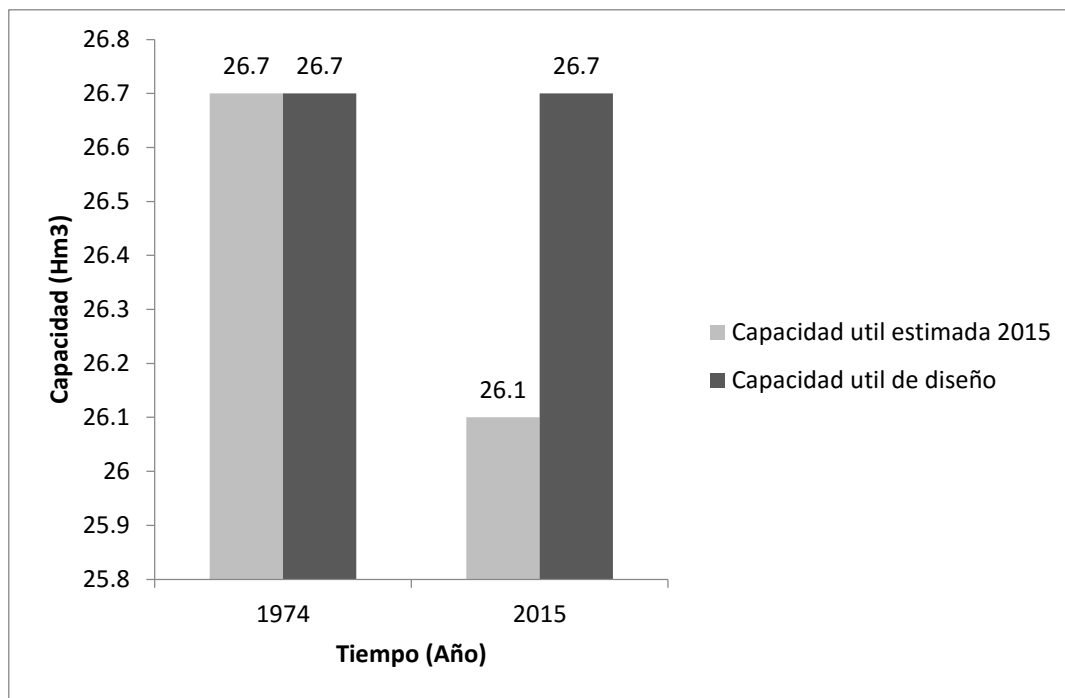


Figura 110. Capacidad útil del embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

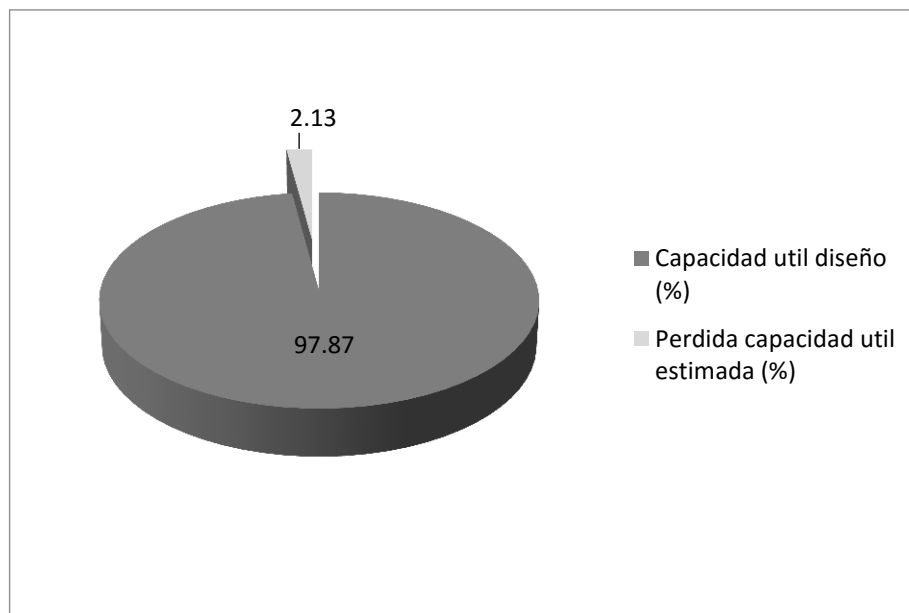


Figura 111. Pérdida de la capacidad útil embalse Vista Alegre, Estado Anzoátegui.

En resumen, los resultados de la presente investigación se encuentran desglosados en la tabla 31.

Embalse	Capacidad útil diseño (Hm3)	Volumen muerto (Hm3)	Capacidad útil 2015 (Hm3)	% Perdida	Tasa anual (Hm3)	Fin vida útil (Hm)
El Cigarrón	357.70	37.20	394.90	10.40	0.91	90.73
El Pueblito	254.23	5.25	259.48	2.07	0.13	13.46
La Becerra	456.49	157.00	613.49	34.39	3.34	334.04
La Estancia	88.20	36.16	124.36	41.00	0.71	70.90
Tamanaco	93.07	9.00	84.07	9.67	0.18	17.65
Vista Alegre	26.70	0.57	26.13	2.13	0.01	1.46

Tabla 52. Resultados influencia de sedimentos.

4.2 Análisis de los resultados.

Tal como se expuso anteriormente, se puede apreciar que los embalses de la cuenca del río Unare muestran una gran cantidad de componentes y parámetros de diseños; tales como lo son: la torre toma, los aliviaderos, la presa y diques. Aunado a esto, la capacidad de almacenaje de los mismos fluctúa entre 456.49 Hm3 y 26.70 Hm3; siendo el de mayor capacidad el embalse La Becerra y el de menor Vista Alegre. En cuanto a su cota mínima, se observa que el de mayor elevación viene siendo el embalse Tamanaco con 133.66 m.s.n.m. y el de menor el embalse La Becerra con 62 m.s.n.m. con una diferencia entre ambos de 71 metros aproximadamente.

Al estudiar la variación de los niveles de agua de los embalses de la cuenca del Unare en el transcurso de los años. Se puede apreciar que el pico mínimo de cada uno ocurre en el año de 2003, exceptuando el embalse Vista Alegre que lo presenta en el año de 2014; continuando con la idea se observa que el único embalse que no presenta su nivel de agua de la actualidad ubicado entre el nivel mínimo y normal es

La Estancia, el cual se ubica entre el nivel normal y máximo, siendo de 103.22 m.s.n.m., de igual forma ocurre con la variación de la capacidad de almacenaje.

A través de un levantamiento batimétrico se mide el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare. Mediante el cual se obtienen aproximadamente 100 puntos por embalse para un total de 600 puntos. De los cuales la cota de menor magnitud medida es de 52.28 m.s.n.m. perteneciente al embalse La Becerra y la de mayor magnitud es de 141.92 m.s.n.m. perteneciente al embalse Tamanaco, siendo la diferencia entre las mismas de 89.67 metros.

En cuanto a las curvas de área – nivel – capacidad de los embalses de la cuenca del río Unare se calculan unas áreas inundables comprendida entre 723.07 Ha y 3941.56 Ha, pertenecientes a los embalses Vista Alegre y El Pueblito respectivamente; además de unas capacidades de almacenamiento que oscilan entre 47.79 Hm³ y 304.83 Hm³, pertenecientes a los mismos; en el mismo orden de ideas se determina que el embalse La Estancia es el que abarca más Hm³ de almacenaje por cada Ha de área inundable, con una relación de 8.07%, mientras que el embalse Tamanaco es el de menor relación con un 5.97%.

Al comparar las curvas de nivel – área – capacidad de diseño con las de la actualidad de los embalses de la cuenca del río Unare. Se ha determinado que en los embalses El Cigarrón, El Pueblito, La Becerra y La Estancia se ha venido efectuando un proceso de socavación, el cual ha hundido los embalse entre 1 y 8 metros; mientras que en los embalses Tamanaco y Vista Alegre se ha efectuado un proceso de sedimentación que ha elevado los mismos en 1 y 3 metros respectivamente.

Por último pero no menos importante está la influencia de la sedimentación sobre la operación de los embalses de la cuenca del río Unare, en el cual se visualiza que los embalses La Becerra y La Estancia son los más afectados por este problema con un 34.39% y 41% de socavación respectivamente, mientras que el embalse Vista

Alegre es el menos afectado con un 2.13% de sedimentación. Cabe destacar que el embalse El Cigarrón es el segundo con mayor capacidad de almacenaje y presenta una afectación del 10.40% de socavación.

Con todo lo comentado y expuesto previamente, claramente se observa el deterioro y decadencia que cada uno de los embalses de la cuenca del río Unare han sufrido con el transcurrir de los años. Haciendo énfasis en que 4 de los 6 embalses presentan un problema muy grave como es el del proceso de socavación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La presente investigación tuvo como finalidad estudiar la capacidad, área inundable, nivel de agua y la influencia de los sedimentos en los embalses de la cuenca del río Unare ubicado en el estado Anzoátegui, lo cual en el pasado se han logrado avances notables en el aspecto de construcción de obras hidráulicas, ya que los mismos fueron contruidos de manera excelente.

A lo largo de la investigación se logró describir los componentes y parámetros de los embalses, por lo que se pudo evidenciar que en el transcurso de los años estos embalses no fueron monitoreados, por lo cual han ido deteriorándose cada vez más, sin ningún registro de estos sucesos, en cuanto al presente se necesita un ente responsable de recopilar cada año los parámetros aquí estudiados, para tener una investigación exhaustiva sobre estos embalses.

En cuanto a las variables de operación de los embalses de la cuenca del río Unare, entre los años 1999 y 2015 hay un indicio de que en el año 2003 hubo una variación de las condiciones climáticas que afectaron los caudales del río, mostrando que el aporte de agua fue muy bajo llegando casi al mínimo, sin tomar en cuenta el embalse Vista Alegre que presenta esta variación en el año 2014, los próximos años el comportamiento de estas variables fue de manera creciente, casi manteniéndose al

final cerca del nivel normal de diseño, exceptuando el embalse Vista Alegre el cual presenta su mínimo ese año.

Al estudiar los comportamientos de estas variables con el recorrer de los años se puede notar que el área inundable y el volumen de dichos embalses están relacionados con los niveles y capacidades de diseño de los mismos, con respecto a un fondo ideal, por lo que no se tiene información de la evolución del fondo al pasar el tiempo y se necesita un estudio de estas curvas de nivel-tiempo y capacidad-tiempo anual a través del proceso utilizado.

Para conocer el fondo de los embalses de la cuenca del río Unare se hizo un levantamiento batimétrico obteniendo unos 600 puntos entre todos los embalses aproximadamente, este levantamiento sirve de base para construir los planos de ubicación, curvas de nivel y secciones transversales para actualizar el fondo de los embalses antes mencionados y conocer que la altura mínima se encuentra en el embalse la Becerra de 52.28 m.s.n.m. y la máxima en el embalse Tamanaco de 141.92 m.s.n.m siendo el único embalse y el único punto donde los sedimentos están 3 m por encima del nivel del agua.

Para lograr la comparación entre los niveles, capacidad y área de los embalse fue necesaria la creación de una curva la cual pudiese determinar el estado actual de los embalses del presente estudio siendo relevante que La Estancia es el que abarca más Hm³ de almacenaje por cada Ha de área inundable con una relación de 8.07%, mientras que el embalse Tamanaco es el de menor relación con un 5.97%. Las áreas inundables van comprendidas entre 723.07 Ha y 3941.56 Ha; además de unas capacidades de almacenamiento que oscilan entre 47.79 Hm³ y 304.83 Hm³.

Al comparar las curvas de nivel – área – capacidad de diseño con las de la actualidad de los embalses de la cuenca del río Unare. Se puede concluir que los embalses estudiados han sufrido cambios considerables en su fondo, lo que se traduce

directamente en modificaciones tanto de área de inundación como de capacidad de almacenamiento. Cuatro (4) de los embalses en estudio presentaron una disminución en cuanto a su nivel de fondo, lo que significa que se desarrolló un proceso de socavación en el transcurrir de sus años de vigencia; por otra parte, los dos (2) embalses restantes presentaron un aumento en su nivel de fondo, significando así un proceso de sedimentación.

La acumulación de sedimentos ha influido sobre la operación de los embalses, es válido acotar que tanto para el Embalse La Becerra como para el embalse La Estancia, los cuales tienen 47 y 51 años de vigencia y presentan una socavación de 50% y 52% respectivamente, traducen una socavación al año mayor al 1%, por lo que están en un estado crítico y de muy alto deterioro. Teniendo en cuenta que la vida útil de cada embalse es de 100 años, y si esta tendencia continúa, los embalses se habrán socavado tanto que serán totalmente inservibles antes de llegar al final de este período.

5.2 Recomendaciones

A raíz de esta investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Si no existe forma de corregir la batimetría se recomienda realizar una nueva.
2. Realizar batimetrías actualizadas, tomando como referencia la escalera de cotas del embalse considerando la cota 0.00 el punto más bajo del embalse.
3. Estudiar tanto el suelo del embalse como de los fondos de los ríos que alimentan a dicho embalse.
4. Efectuar un estudio preliminar de las corrientes de agua, tanto en su dirección como velocidad en el embalse.
5. Emplear programas sofisticados para el cálculo minucioso de la capacidad del embalse y en caso de ser manual utilizar el método de la cuadrícula o el método de las áreas medias con distanciamiento de la cuadrícula de 50 mt. Y distanciamiento tanto entre las áreas medias de unos 100 mt.
6. Ejecutar el estudio de pérdida de agua producida por evaporación y por filtración de agua a través de los estratos del subsuelo del embalse.
7. Realizar un levantamiento batimétrico anual para monitorear el proceso de sedimentación y llevar registros anuales de este.
8. Para conocer los diferentes estratos y tipos de materiales sedimentados en el fondo de los embalses se recomienda realizar un estudio sedimentológico.

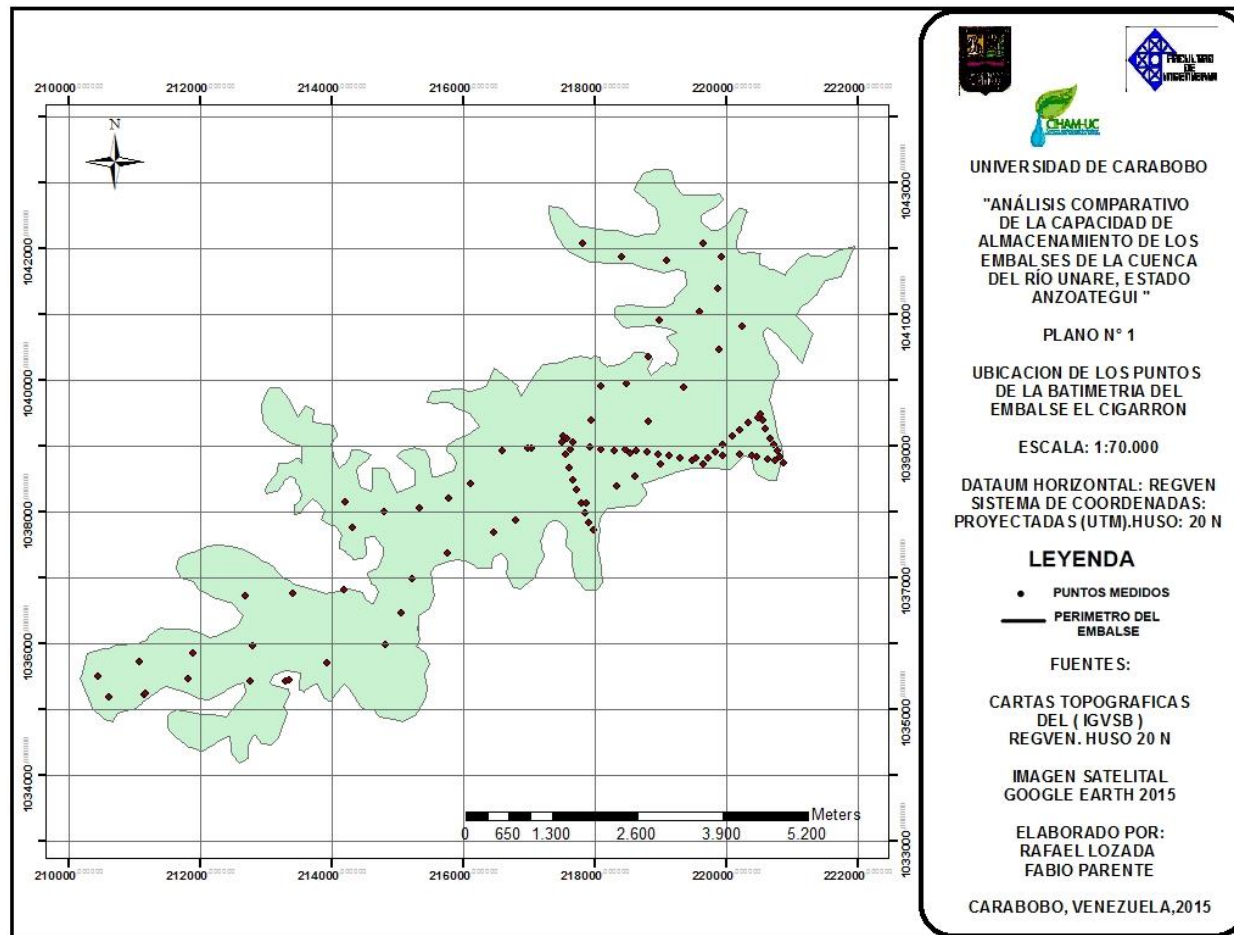
REFERENCIAS

- Aguirre, J. (1980). Hidráulica de Canales. SIDIAT. Mérida – Venezuela.
- Bolinaga, J. (1999). Proyectos de Ingeniería Hidráulica, Volumen 1 y Fundación Polar, Caracas – Venezuela.
- CD-ROM Multimedia. (1997). "Atlas de Venezuela en Línea" de Cartografía Nacional.
- Centro de Estudios para el Desarrollo (CENDES)-UCV. (1983). Diagnóstico y Propuestas para el Desarrollo Agropecuario de la Cuenca del Unare. Caracas.
- Crespo, G. (1979). Embalse El Andino, Memoria Descriptiva. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas.
- Crespo, G. (1979). Memoria Descriptiva del Embalse El Cují. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas.
- García, J. (1988) Apreciaciones sobre el Manejo de la Cuenca del Río Unare. Dirección General Sectorial de Infraestructura. Dirección de Manejo de Cuencas. Caracas.
- Gómez, A. (2011). Metodología Del Trabajo Especial De Grado En La Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Guevara, E y Cartaya, H. (1991). Hidrología Ambiental, Venezuela.

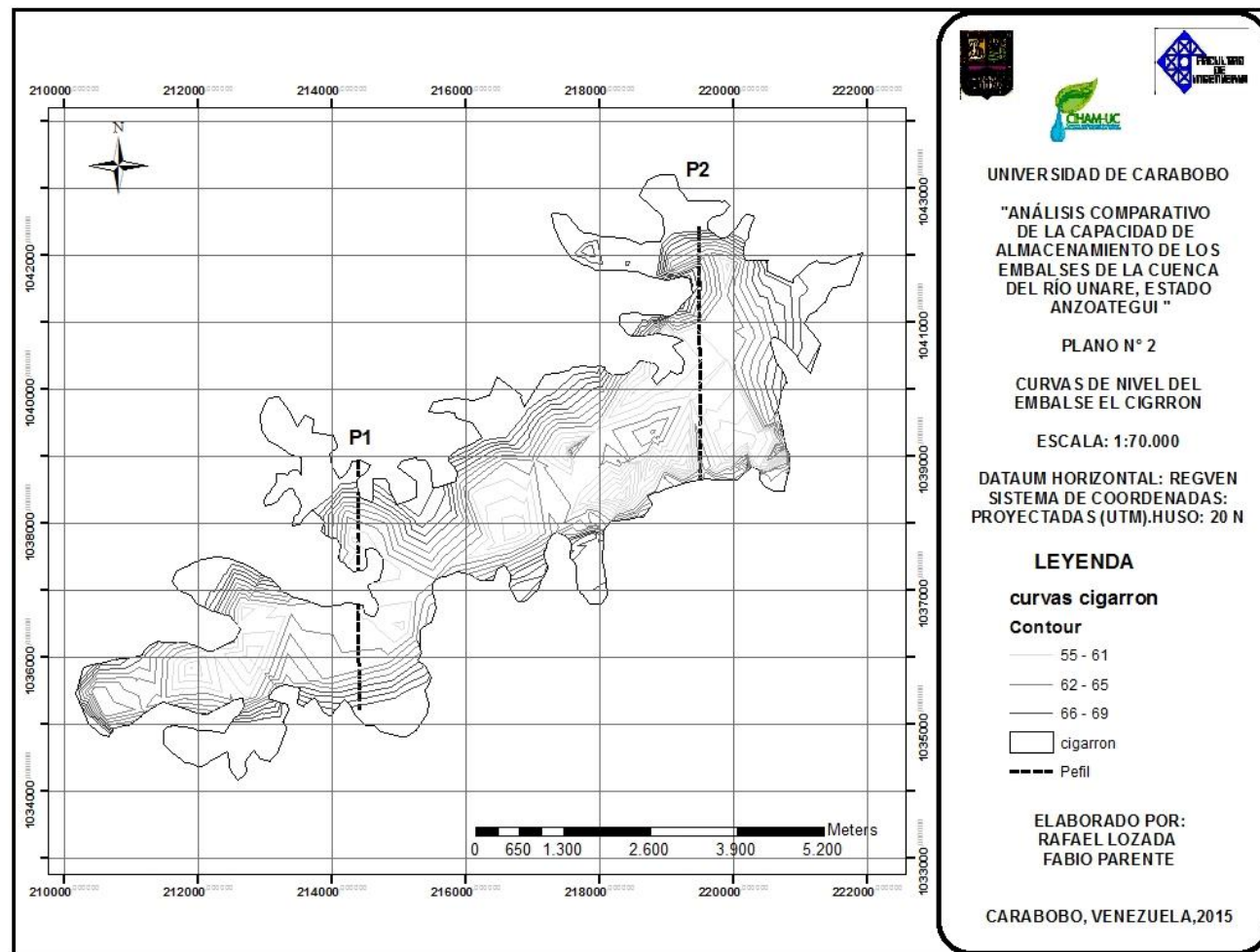
- Hernández, R. (1991) Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill, México.
- Hurtado, J. (1998). Metodología de la Investigación Holística. Caracas, Venezuela.
- Ley de aguas (2007). Gaceta Oficial N° 38.595. Venezuela.
- Ley orgánica del ambiente (2006). Gaceta Oficial N° 31.009. Venezuela.
- Ley orgánica para la prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento. (2001). Gaceta Oficial N° 5.568. Venezuela.
- Méndez, M. (1985) Informe de Evaluación y Control de Obras de Embalse, Embalse El Andino.
- Méndez, M. (1985) Informe de Evaluación y Control de Obras de Embalse, Embalse El Cují.
- Naciones Unidas (2011). Objetivos de Desarrollo del Milenio. New York, United States of America.
- Olivares, A. (1995). Embalses, Obras Hidráulicas Tema 3. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela.
- Revista el agua. (1995). Tomo I. Edición Especial Grandes Presas de Venezuela, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Sabino, C. (1992). El Proyecto de Investigación. Editorial Panapo. Venezuela.

- Sotelo, G. (1980). Hidráulica General, Vol. I. Editorial Lumusa. México.
- Suarez, L. (1982). Ingeniería de Presas; Obras de toma, descarga y desviación. Ediciones Vega. Caracas,
- United States bureau of reclamation. (1970). Diseño de Presas Pequeñas. Editorial Continental, S.A., México 22, D.F.
- Ven Te, C. (1998). Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial Mc Graw Hill, Colombia.

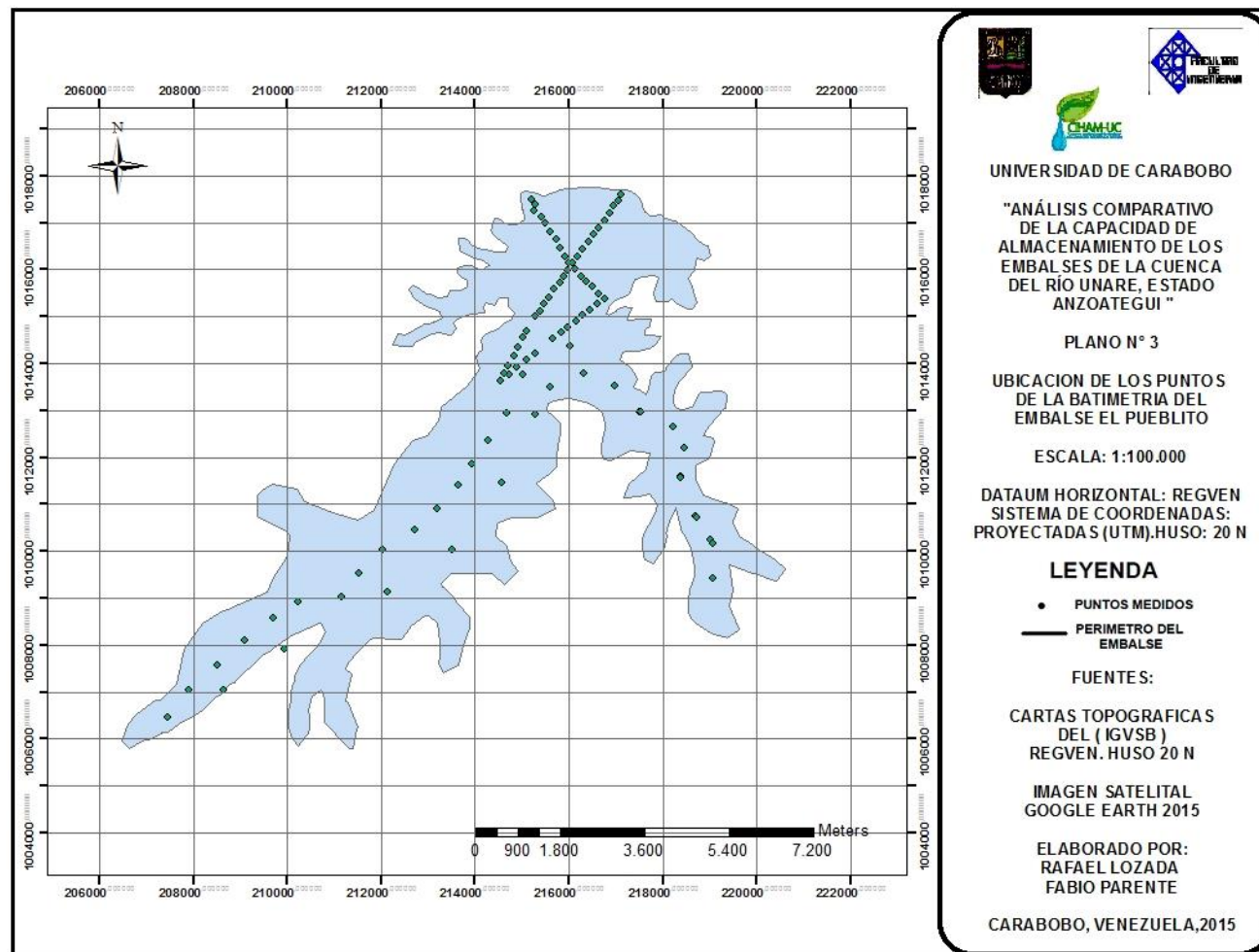
ANEXOS



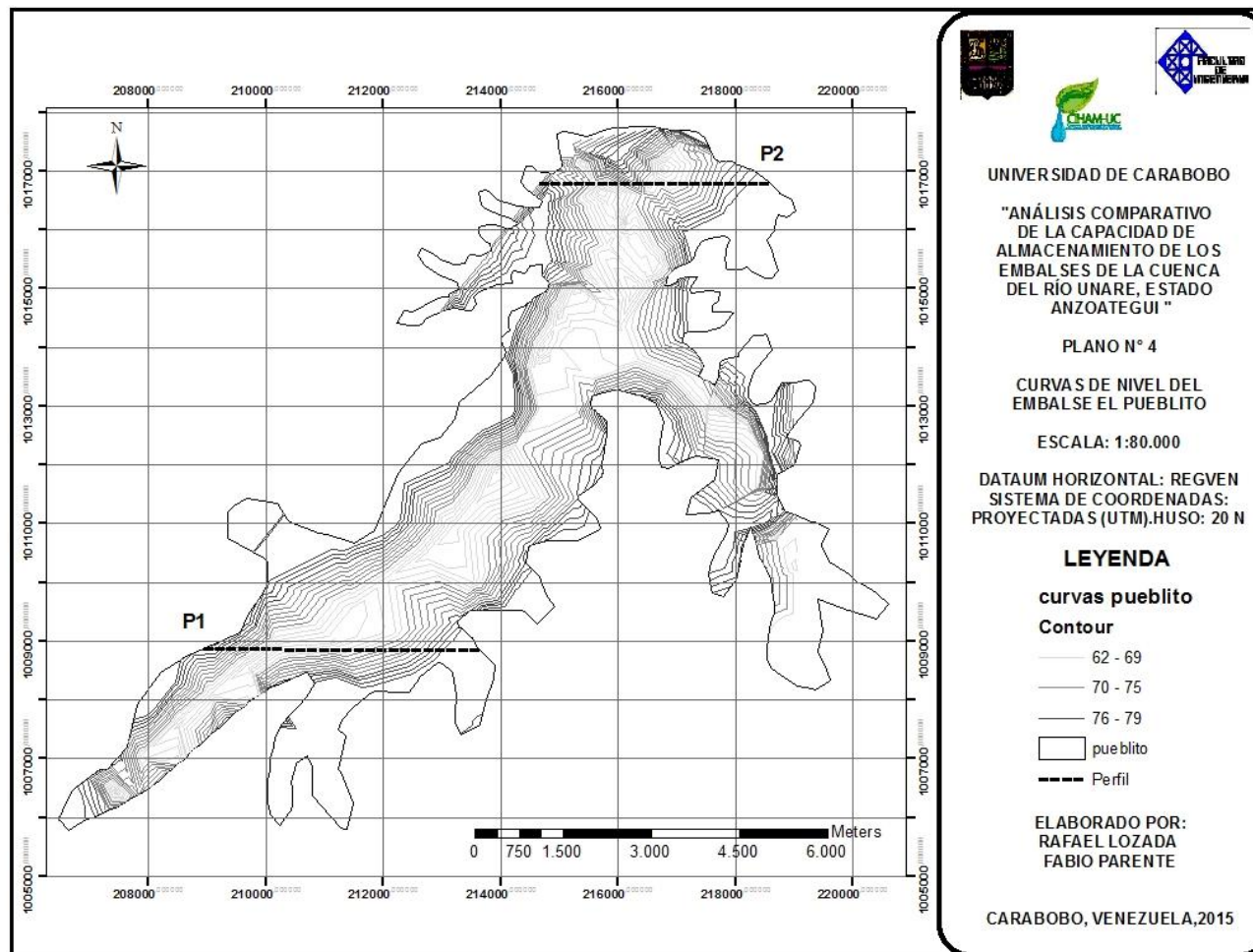
Anexo 1. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse El Cigarrón.



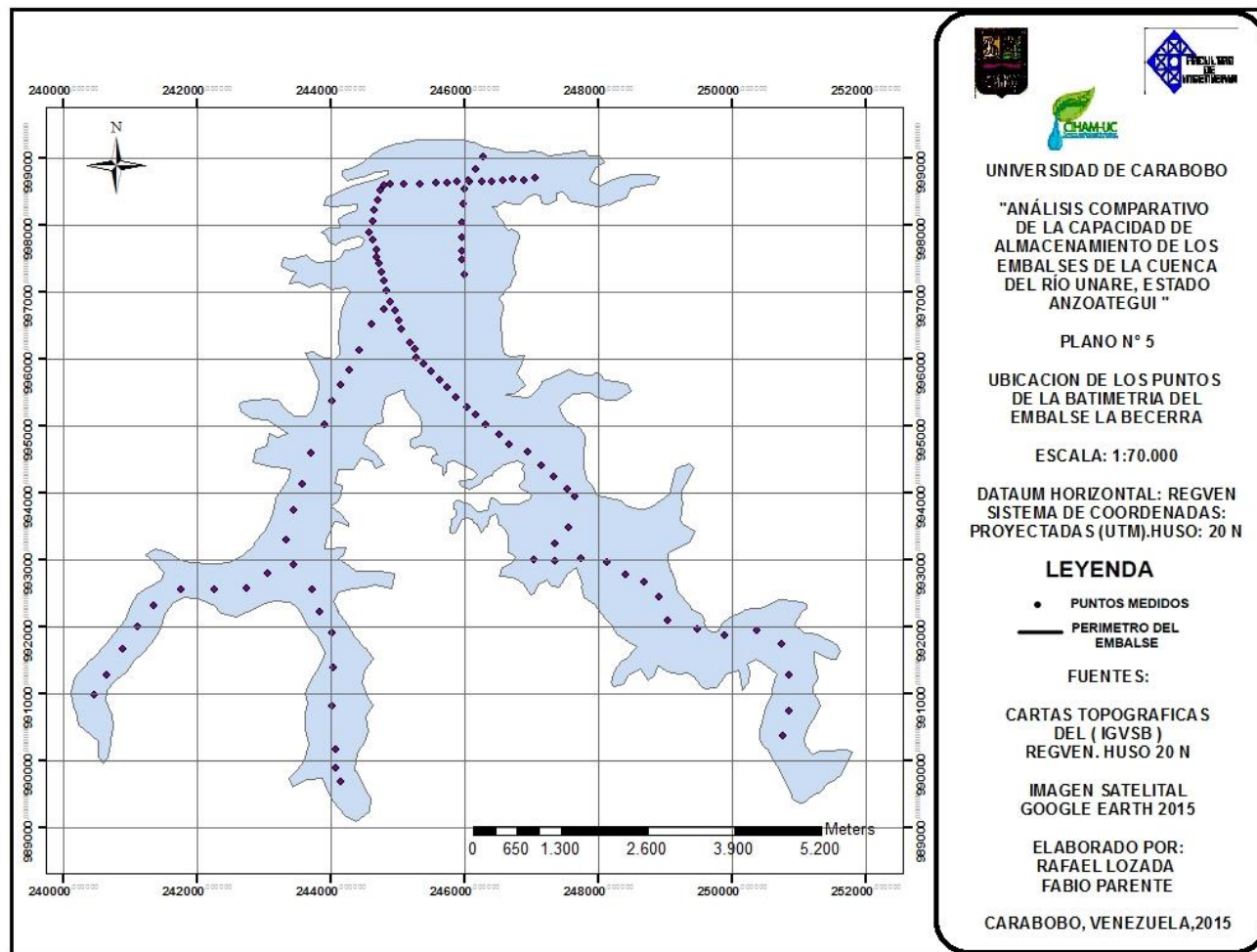
Anexo 2. Curvas de nivel del embalse El Cigarrón.



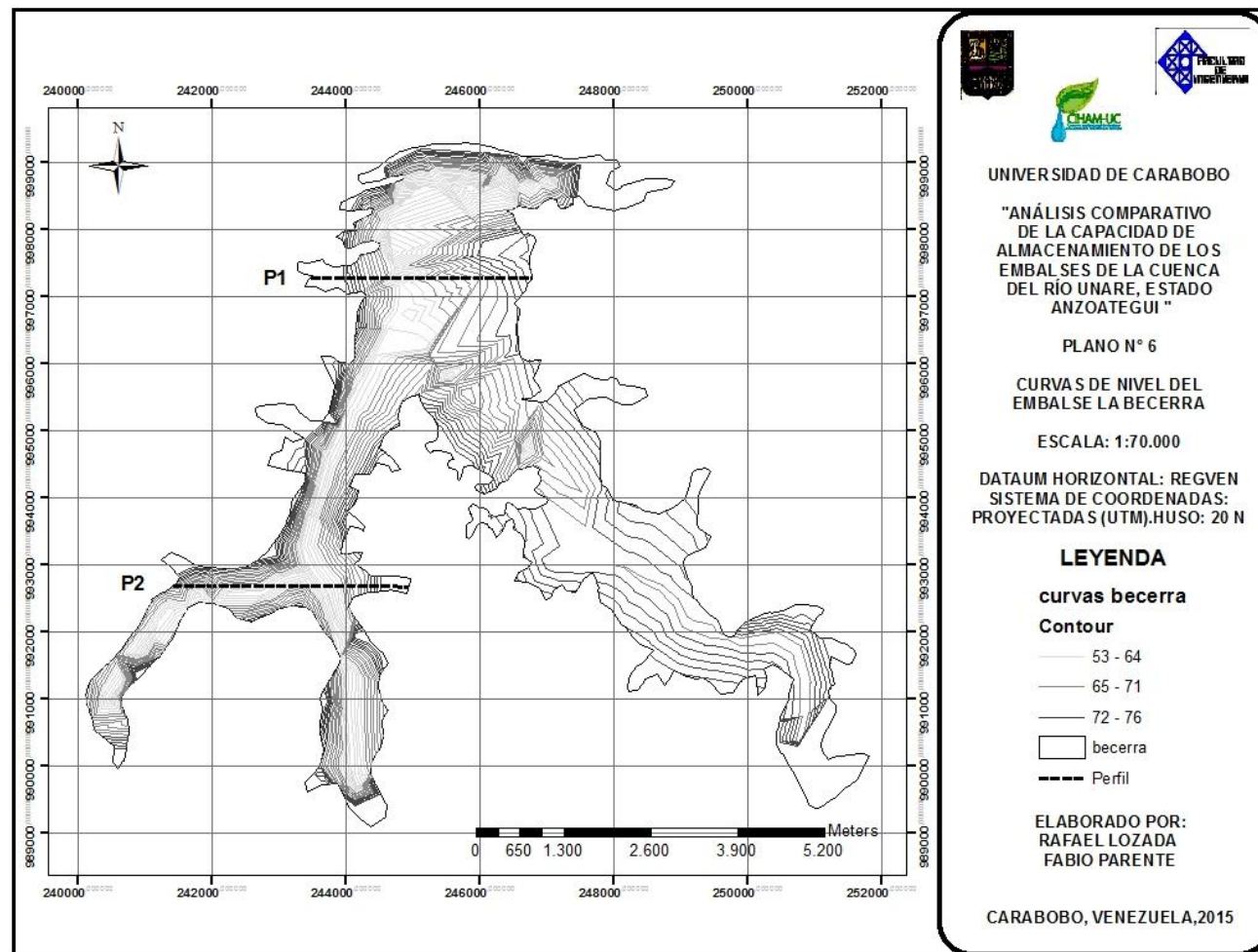
Anexo 3. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse El Pueblito.



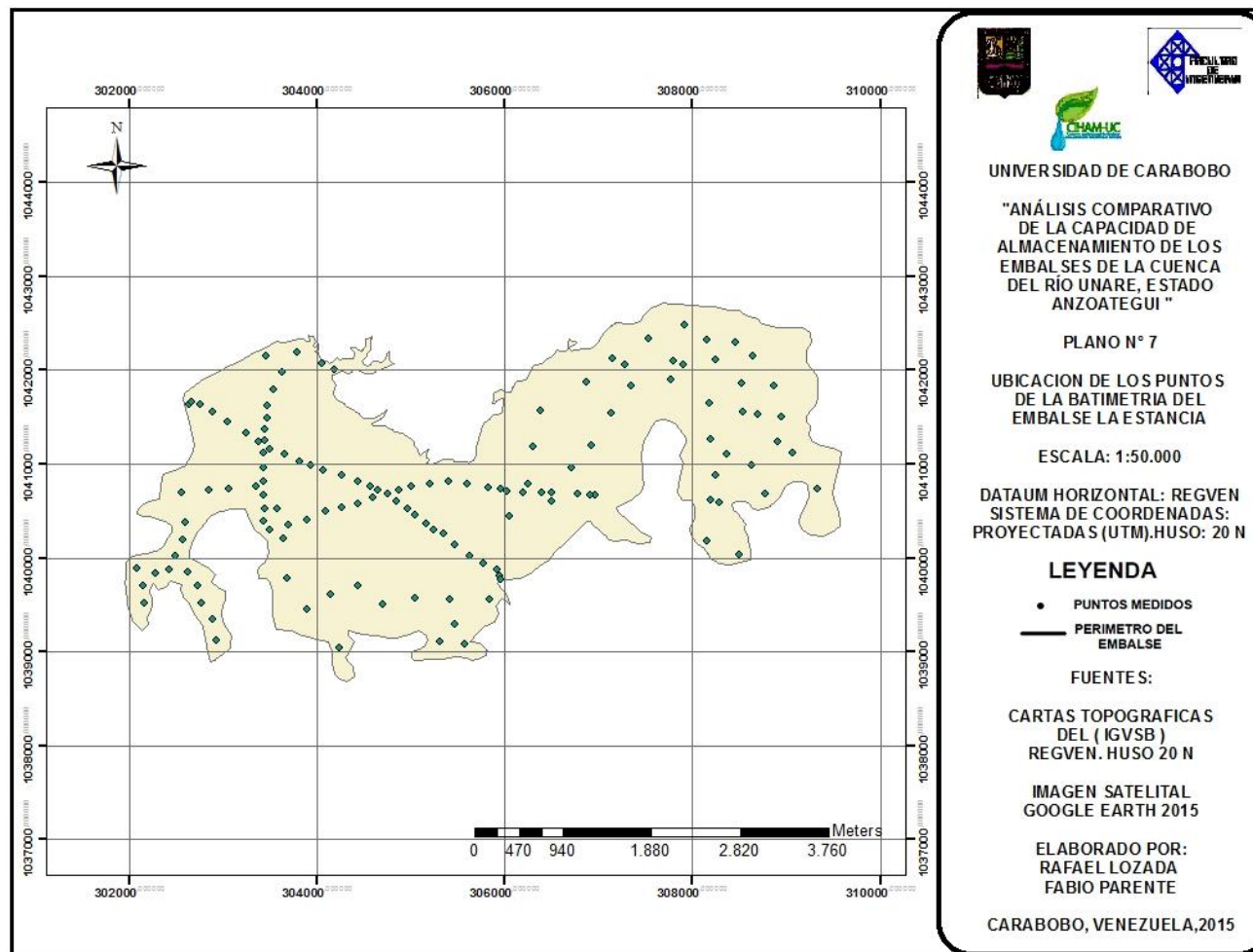
Anexo 4. Curvas de nivel del embalse El Pueblito.



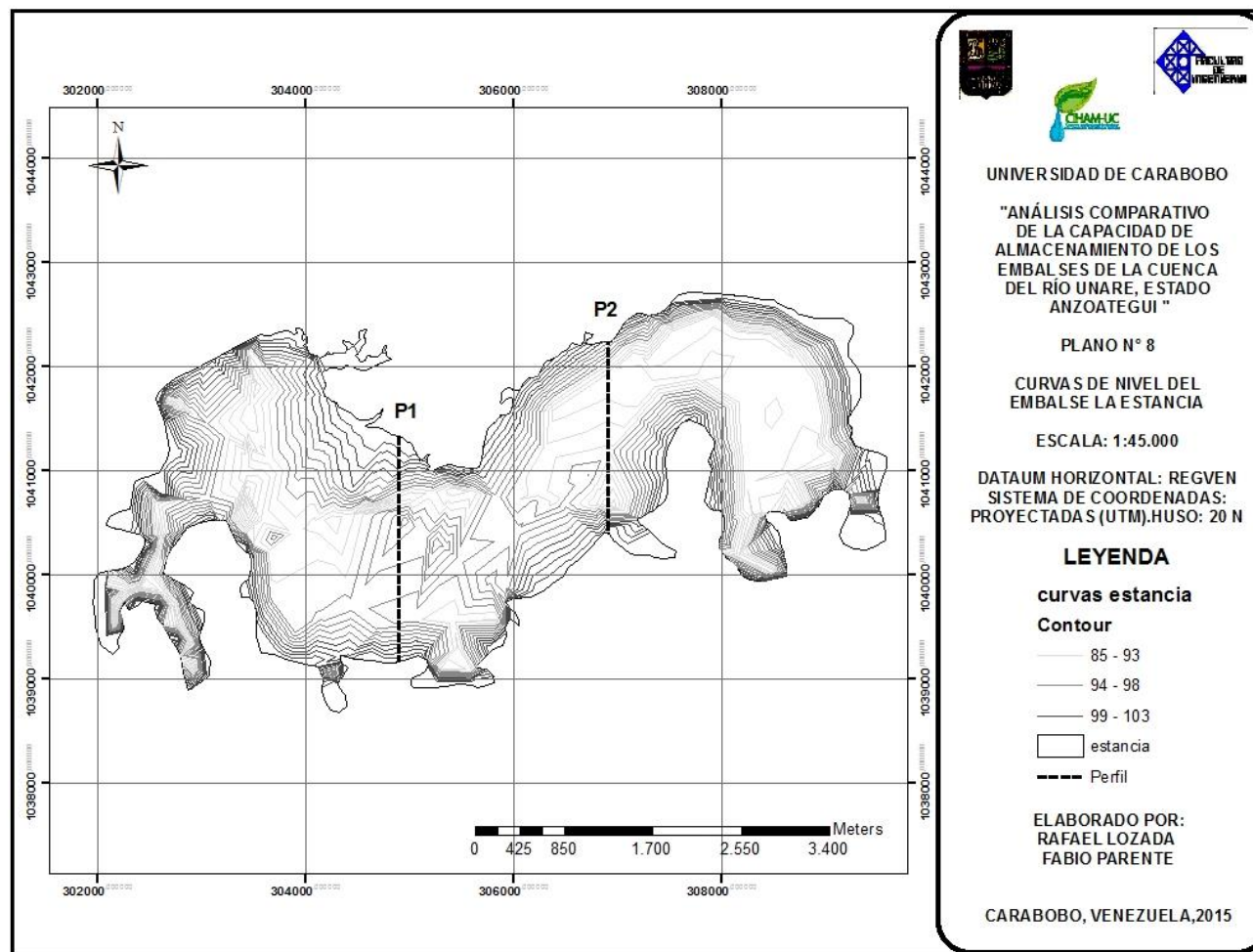
Anexo 5. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse La Becerra.



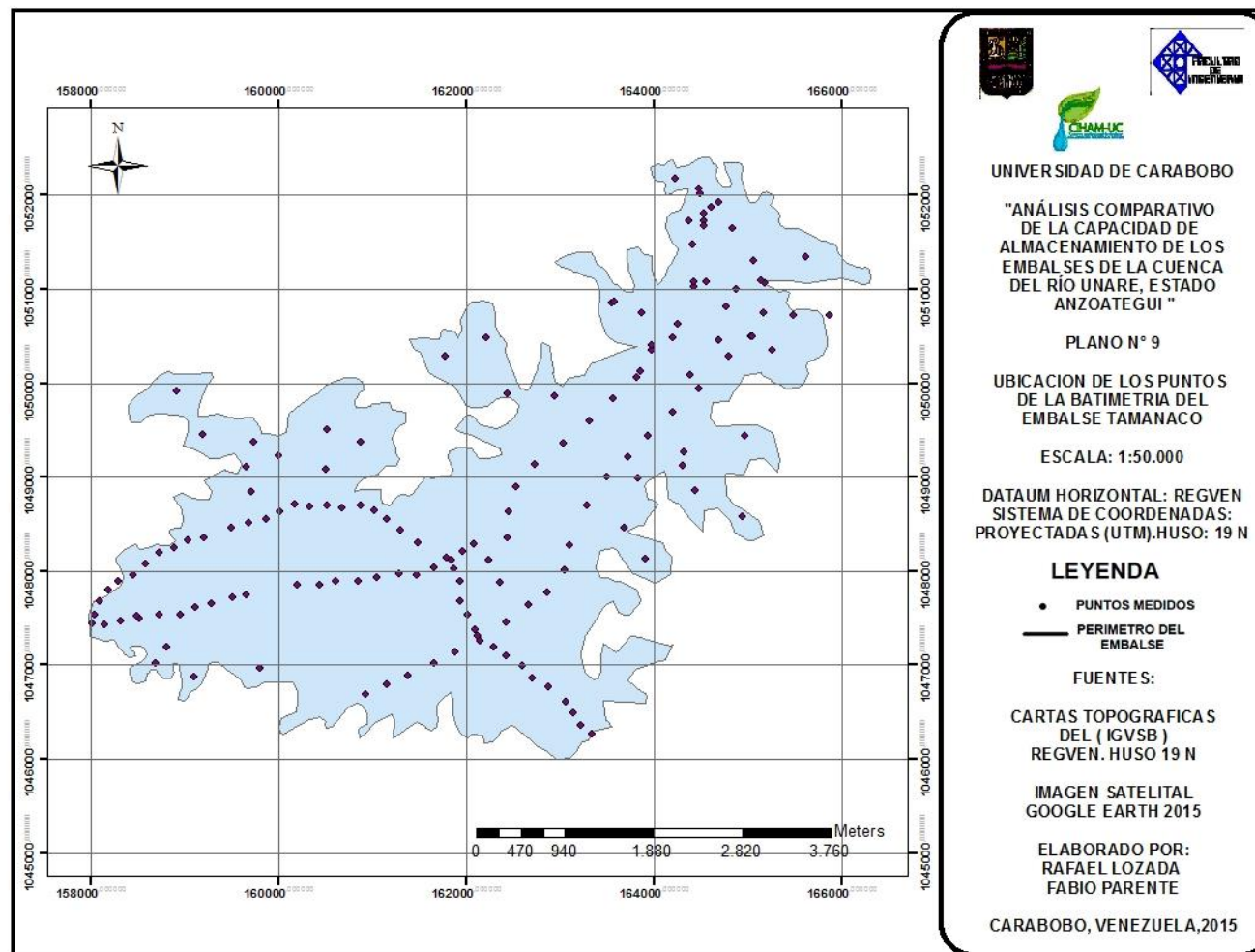
Anexo 6. Curvas de nivel del embalse La Becerra.



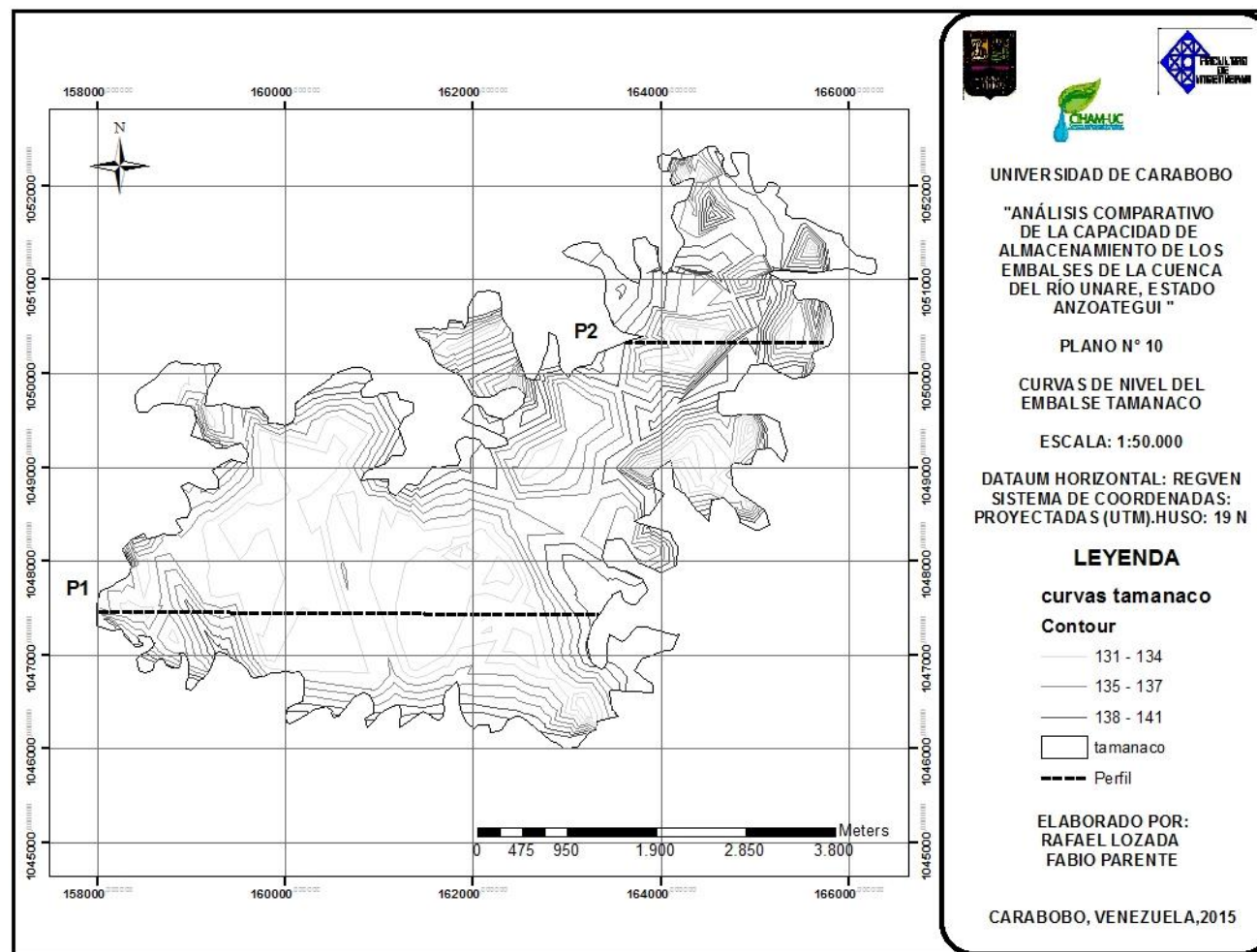
Anexo 7. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse La Estancia.



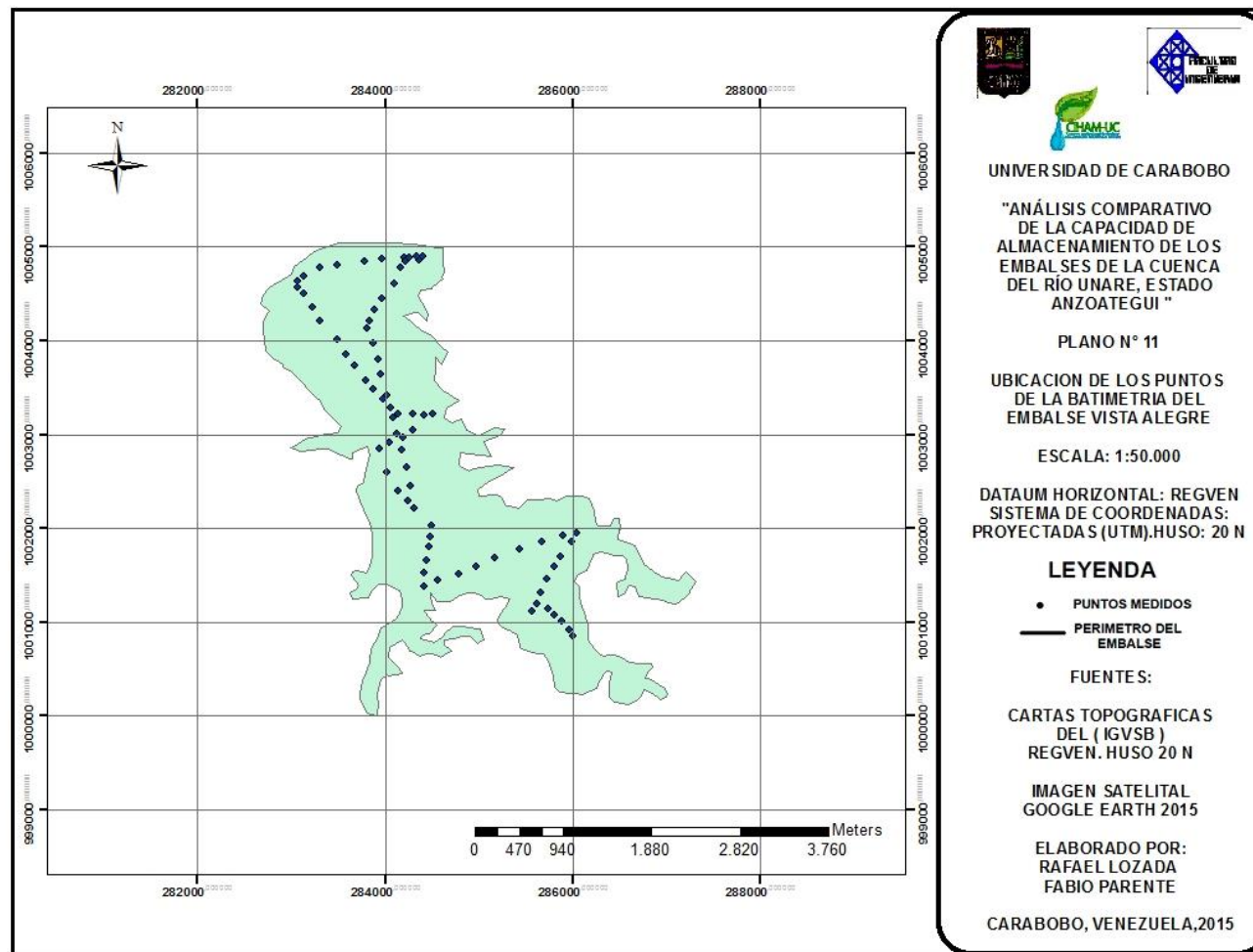
Anexo 8. Curvas de nivel del embalse La Estancia.



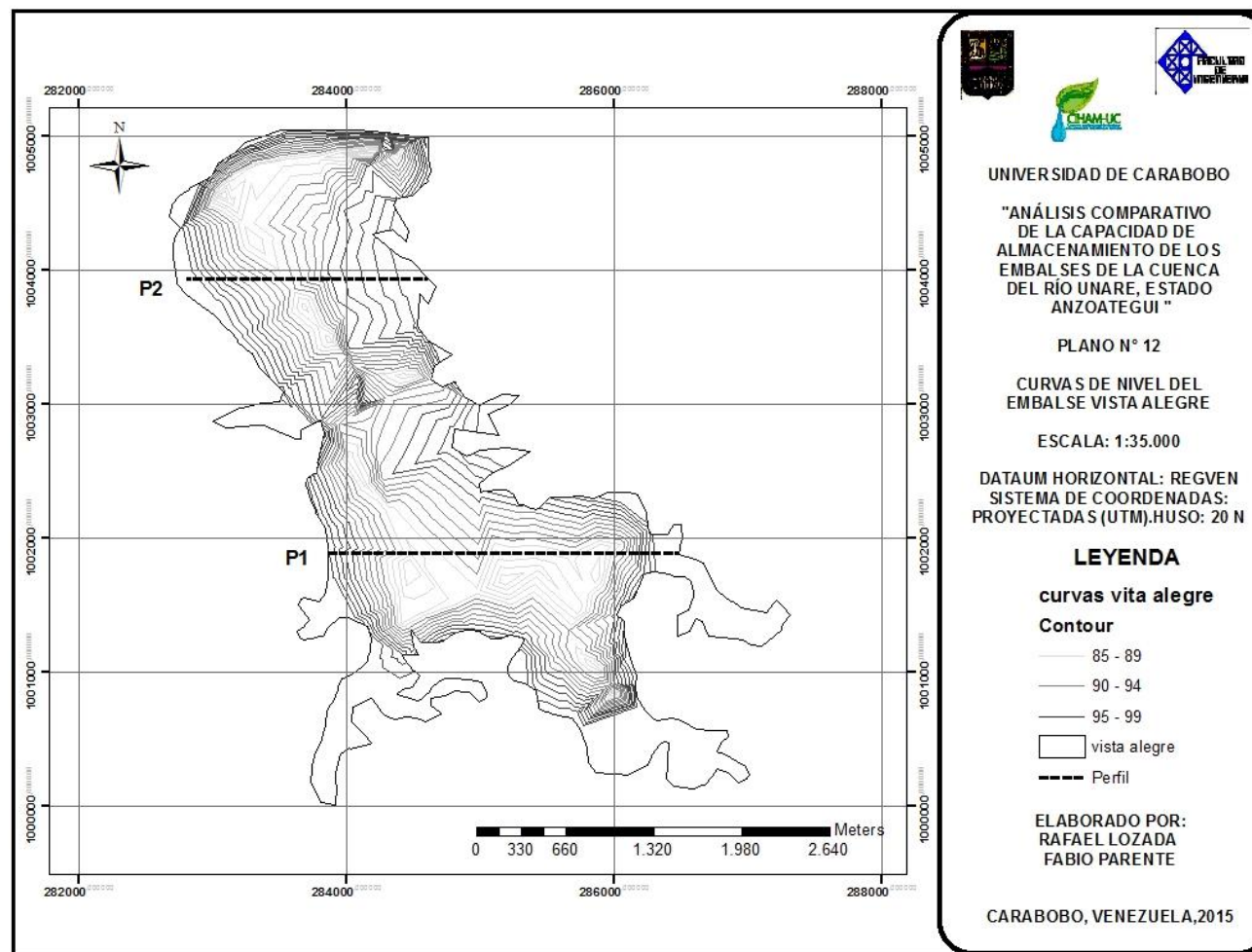
Anexo 9. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse Tamanaco.



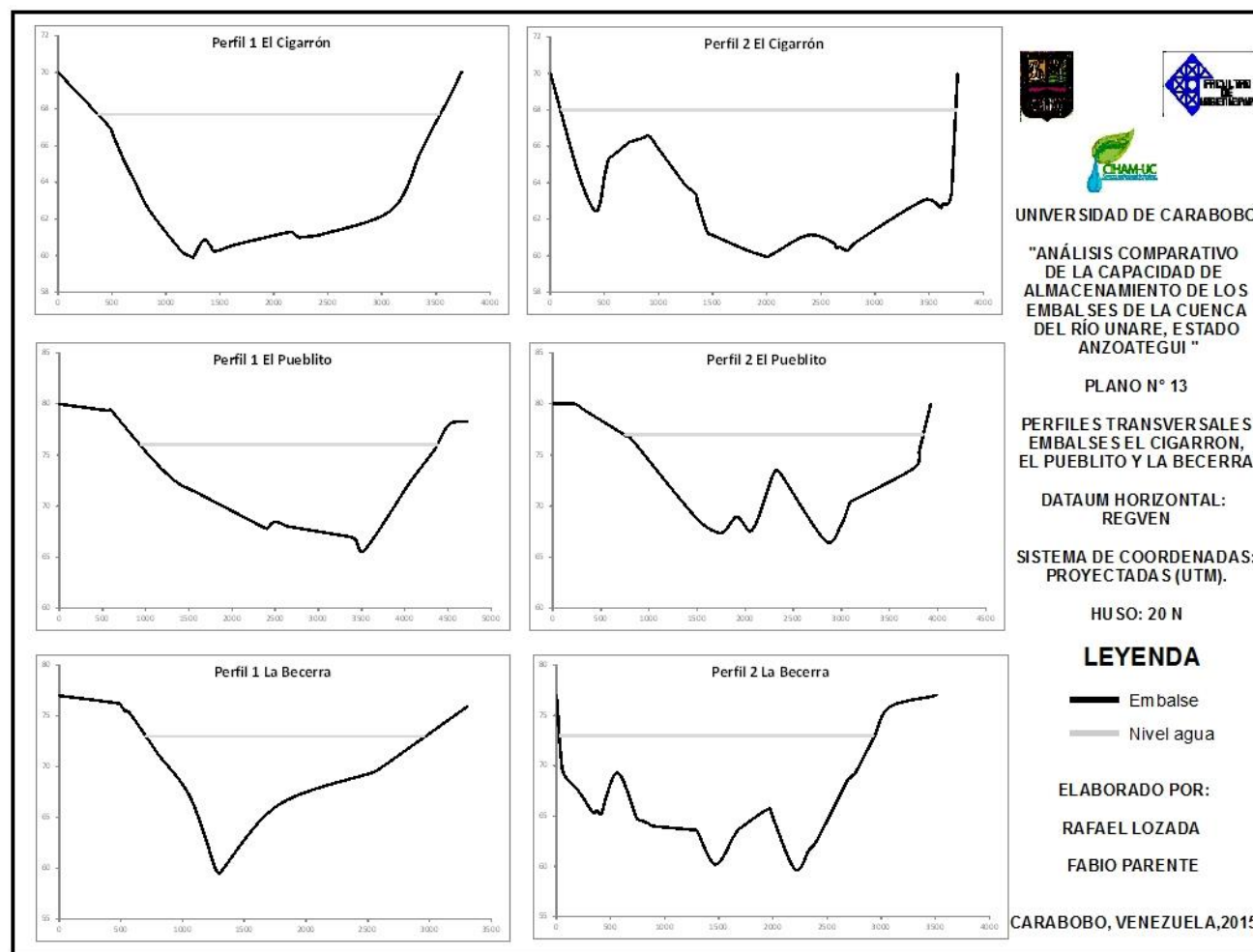
Anexo 10. Curvas de nivel del embalse Tamanaco.



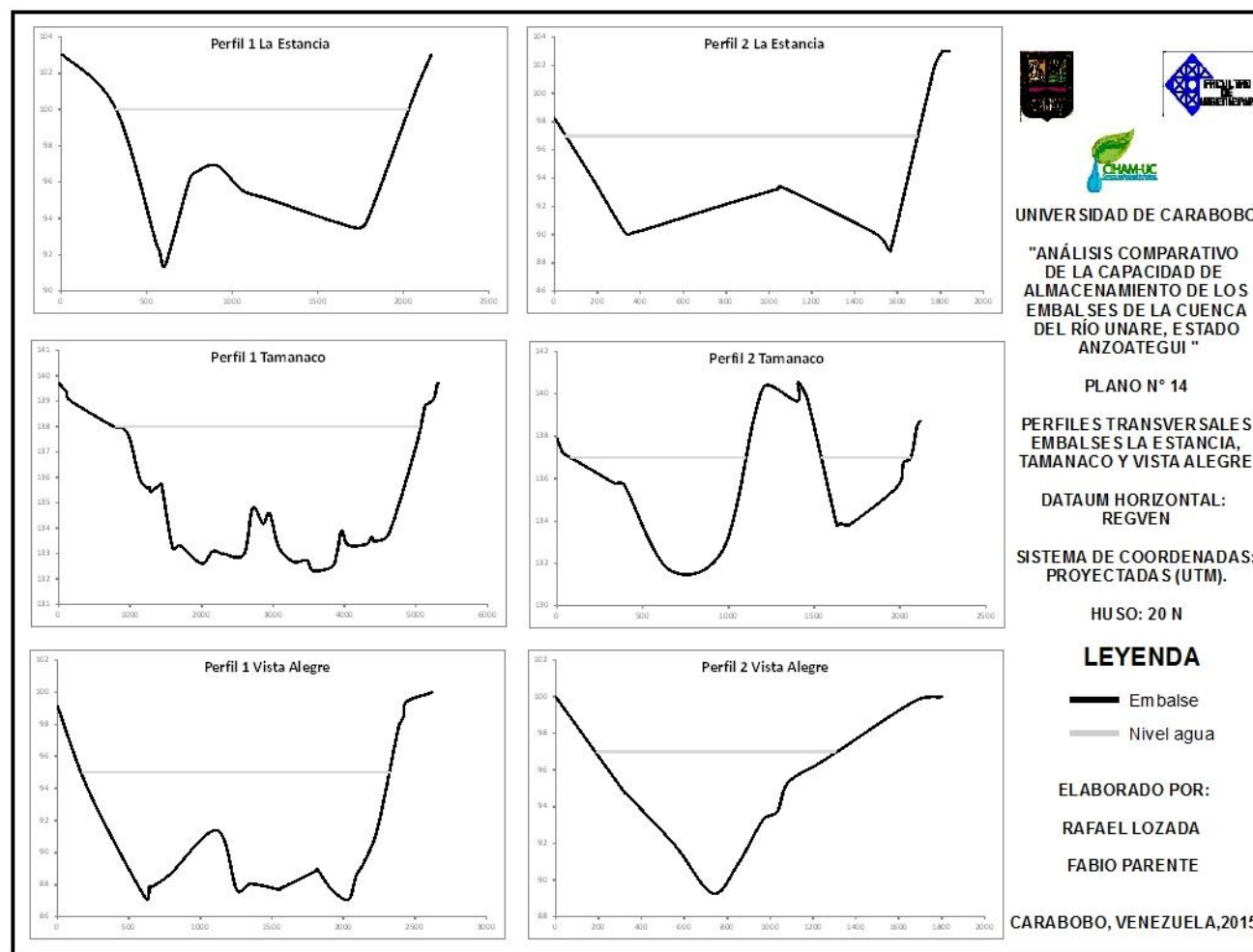
Anexo 11. Ubicación de los puntos de la batimetría del embalse Vista Alegre.



Anexo 12. Curvas de nivel del embalse Vista Alegre.



Anexo 13. Perfiles transversales de los embalses El Cigarrón, El Pueblito y La Becerra.



Anexo 14. Perfiles transversales de los embalses La Estancia, Tamanaco y Vista Alegre.



Anexo 15. Transporte de la lancha.



Anexo 16. Preparando lancha.



Anexo 17. Anotación de mediciones.



Anexo 18. Encerado del Winche.



Anexo 19. Encerado del Winche.



Anexo 20. Troncos en el embalse VistaAlegre.



Anexo 21. Troncos en embalse Vista Alegre.



Anexo 22. Orilla del embalse Vista Alegre.



Anexo 23. Árboles en el embalse Vista Alegre.



Anexo 24. Sacando lancha del embalse.



Anexo 25. Valla embalse Vista Alegre.



Anexo 26. Valla embalse La Estancia.



Anexo 27. Preparando lancha.



Anexo 28. Valla embalse El Pueblito.



Anexo 29. El Pueblito.



Anexo 30. El pueblito.



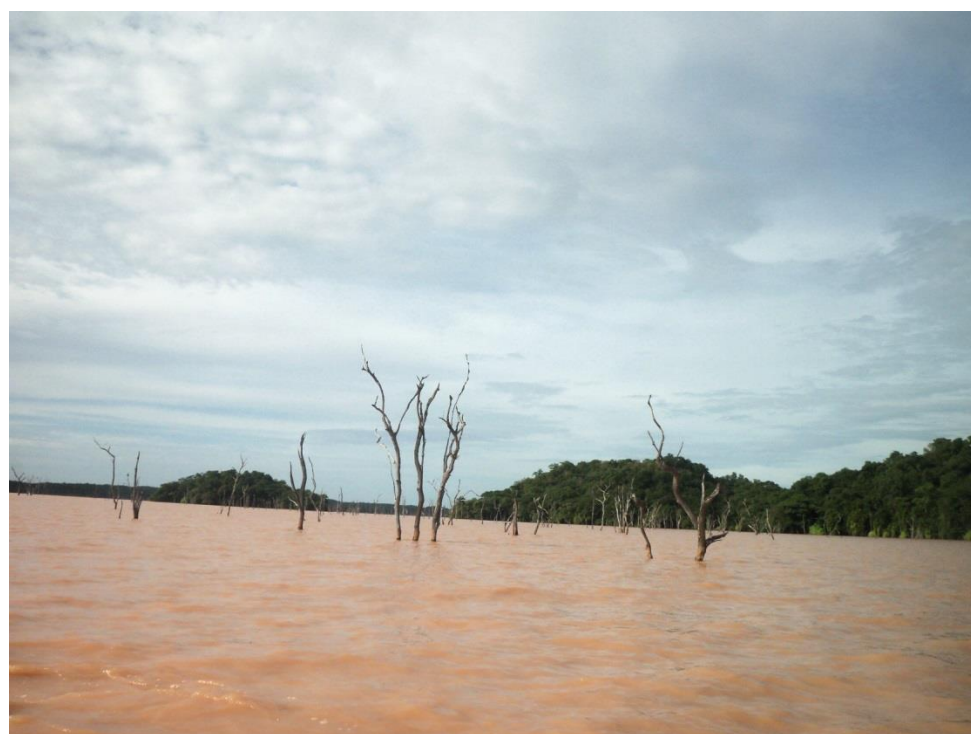
Anexo 31. Valla embalse Tamanaco.



Anexo 32. Presa ingeniero Guido Posewitz.



Anexo 33. Embalse Tamanaco.



Anexo 34. Ramas en el embalse Tamanaco.



Anexo 35. Ramas en el embalse Tamanaco.



Anexo 36. Ramas en el embalse Tamanaco.



Anexo 37. Valla embalse El Cigarrón.



Anexo 38. Grieta en el embalse El Cigarrón.



Anexo 39. Erosión en el embalse El cigarrón.



Anexo 40. Erosión en el embalse El Cigarrón.