

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INVENTARIO DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE. CASOS EN ESTUDIO: EMBALSES “EL CUJÍ” Y “EL ANDINO”.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero Civil
Por los Brs. Mattia A, Michael A.,
Méndez C, Daniel A.

Caracas, Noviembre 2003.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INVENTARIO DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE. CASOS EN ESTUDIO: EMBALSES “EL CUJÍ” Y “EL ANDINO”.

TUTOR ACADÉMICO: Profesora Yuri Medina.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero Civil
Por los Brs. Mattia A, Michael A.,
Méndez C, Daniel A.

Caracas, Noviembre 2003.

DEDICATORIA

*A mi familia y amigos que
siempre me apoyaron...
Michael*

*A mi hija Paola Valentina...
Daniel*

ACTA

El día 25 de Noviembre se reunió el Jurado formado por los profesores: Yuri Medina, Javier López y José de Jesús Gaspart.

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: INVENTARIO DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE. CASOS EN ESTUDIO: EMBALSES “EL CUJÍ” Y “EL ANDINO”.

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al título de Ingeniero Civil.

Una vez oída la defensa oral que los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial, este Jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Número	Letras
Michael Mattia		
Daniel Méndez		

RECOMENDACIONES (Si las hubiera):

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, 25 de Noviembre de 2003

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar presente en todo momento.

A nuestros padres (Sue y Giuseppe; Yolanda y Martín), por su confianza, dedicación, sacrificio y preocupación.

A nuestros hermanos (Jessica y Adamo; Maryoli y Yolman), por su ayuda y apoyo cuando los necesitábamos, muchas gracias.

A mi nonna por su interés y preocupación.

A Gabriela (amorcito), por ser mi compañera y mi bastón cuando tropezaba.

A nuestro Profesor Javier López, siempre dispuesto a prestarnos todo el apoyo posible y brindarnos su amistad desinteresada.

A la profesora Yuri Medina, por su tiempo y dedicación.

A nuestra amiga incondicional Ingeniera Sorelys Cabrera, todo el tiempo dispuesta a ofrecernos tú ayuda.

A la Familia Cabrera, cuando necesitábamos aliento, apoyo o ayuda siempre los encontrábamos.

Al Asistente de Ing. Eleazar Pérez Ramos, quien nos acompañó y orientó en nuestra visita a los embalses.

Al Sr. Juan García y su padre, por ayudarnos en nuestro trabajo de campo.

A nuestros profesores, Roberto Savelli, Felipe Pérez y José de Jesús Gaspart, siempre orientándonos en nuestras dudas.

A la Profesora Anastasia, las Sras. Nidia y Leyda, siempre pendientes de nuestros casos.

A Giovanni y Sikiu, guiándonos en nuestro Trabajo Especial de Grado.

Al Dr. Juan Jacobo Escalona, por su oportuna ayuda.

A las personas que en el Ministerio del Ambiente siempre nos atendieron de una manera agradable, en especial a las personas que trabajan en Planoteca.

A Suni, muchas gracias por tu compañía y ayuda en nuestra visita técnica.

A nuestros amigos y compañeros: Lisandro, Daniel Plata, Russo, Memo, Andrea, Milena, Robert, Luis Subero, Anet, Julio, Nando, Eduardo "el indio", Yorman, Ángel Alberto, Yooksy, Junior, gracias por su estímulo, preocupación y aporte.

A mi compañero de estudio y tesis Daniel, por darme ánimos en los momentos necesarios, por el apoyo y la ayuda durante todo este tiempo que nos llevamos conociendo y en la realización de este proyecto.

Por último y muy importante, a mi compañero de tesis MICHAEL, gracias porque sé que no es fácil trabajar en grupo, supiste como explicarme los aspectos difíciles, así como, orientarme y apoyarme en momentos arduos.

A todos cuanto demostraron su preocupación por la culminación del proyecto gracias.

Michael Mattia

Daniel Méndez

Mattia A., Michael A.,
Méndez C., Daniel A.

INVENTARIO DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA DEL RÍO UNARE. CASOS EN ESTUDIO: EMBALSES “EL CUJÍ” Y “EL ANDINO”.

Tutor Académico: Prof. Yuri Medina. Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. 2003

Palabras Claves: PROPUESTAS, Embalses, Operación, Mantenimiento, Diagnóstico.

Resumen.

Para la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado se revisó la bibliografía existente y se realizaron visitas técnicas a los Embalses “El Andino” y “El Cují”, con la finalidad de observar los problemas existentes, entre los cuales se destacan:

- La falta de mantenimiento de estas estructuras hidráulicas.
- La inadecuada operación de los embalses.
- En “El Cují” se destaca el hecho de que el vaso de almacenamiento no ha sido desforestado.

La batimetría obtenida en ambos embalses refleja lo sedimentado que están estos cuerpos de agua. Se requiere aplicar programas de recuperación y mantenimiento para lograr extenderles la vida útil, debido a que en 23 años de operación ya tienen más del 30% de su volumen útil colmado de sedimentos.

En el embalse “El Andino” existe una infraestructura para una estación piscícola, la cual puede ser aprovechada y así darle otro uso a esta presa. En las áreas adyacentes al embalse “El Cují” existe un parque recreacional, susceptible de mejoras y acondicionamientos, de manera que pueda servir para actividades como campamentos, excursiones, etc. Se pueden realizar también, en ambos embalses, deportes acuáticos y actividades de pesca.

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	4
1.2. Justificación del proyecto	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Limitaciones	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Definiciones	9
2.1.1. Obras de Embalses	9
2.1.1.1. Presas	9
2.1.1.1.1. Definición	9
2.1.1.1.2. Clasificación	9
2.1.1.1.3. Elementos de una presa de tierra	10
2.1.1.2. Obra de toma	11
2.1.1.3. Aliviaderos	12
2.1.1.3.1. Definición	12
2.1.1.3.2. Componentes	12
2.1.1.4. Válvulas	14
2.1.2. Niveles de embalse	15
2.1.2.1. Nivel de aguas normales	15
2.1.2.2. Nivel de aguas máximas	15
2.1.2.3. Nivel de aguas muertas	15
2.1.2.4. Borde libre	16

2.1.3. Ecosonda	16
2.1.4. Sistema de posicionamiento global (GPS)	17
2.2. El riego en Venezuela	18
2.2.1. Determinación de las necesidades	20
2.2.2. Embalses para riego	20
2.3. Mantenimiento y operación de una presa	21
2.3.1. Introducción	21
2.3.1.1. Inspecciones	21
2.3.1.2. Mantenimiento e instrucciones de operación	22
2.3.2. Inspecciones y mantenimiento en las presas de tierra	23
2.3.2.1. Información general	23
2.3.2.2. Inspección de terraplenes y fundación	23
2.3.2.3. Reporte de acontecimientos anormales	24
2.3.2.4. Equipo mecánico	25
2.3.3. Operación de embalses	25
2.3.3.1. Cambios en el plan de operación	26
2.3.3.2. Coordinación de usos múltiples	27
CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	29
3.1. Ubicación de la Cuenca	30
3.2. Caracterización del área de influencia de los embalses	39
3.2.1. Evaluación ambiental	40
3.2.1.1. Topografía	40
3.2.1.2. Clima – temperatura media	41
3.2.1.3. Escurrimiento	41
3.2.1.4. Geología	41
3.2.1.5. Vegetación	42
3.2.1.6. Abastecimiento de agua potable y	42

disposición de aguas servidas	
3.2.1.7. Riesgos sísmicos	42
3.2.1.8. Energía utilizada para cocinar	43
3.2.1.9. Recolección y disposición de basura	43
3.2.2. Calidad de ocupación	43
3.2.2.1. Conexión vial	43
3.2.2.2. Acceso al servicio de transporte	43
3.2.2.3. Red de servicios	44
3.2.2.4. Acceso a los servicios comunales	44
3.2.2.4.1. Salud	44
3.2.2.4.2. Educación	44
3.2.2.5. Condición estructural de la vivienda	45
3.2.3. Perfil socio – demográfico	45
3.2.3.1. Logro educativo	45
3.2.3.2. Tasa de desempleo	45
3.2.4. Actividades económicas	45
3.2.4.1. Agricultura	45
3.2.4.2. Ganadería	46
3.2.4.3. Industrial	47
3.3. Embalses	47
3.3.1. Reseña	47
3.3.2. Embalse “El Cují”	47
3.3.2.1. Descripción general del proyecto original	47
3.3.2.1.1. Ubicación	47
3.3.2.1.2. Objetivo	48
3.3.2.1.3. Embalse	48
3.3.2.1.4. Presa	49
3.3.2.1.5. Toma	50
3.3.2.1.6. Aliviadero	51
3.3.2.2. Descripción general del proyecto construido	52

3.3.2.3. Características del proyecto construido	55
3.3.3. Embalse “El Andino”	57
3.3.3.1. Descripción general del proyecto original	57
3.3.3.1.1. Ubicación	57
3.3.3.1.2. Objetivo	57
3.3.3.1.3. Embalse	57
3.3.3.1.4. Presa	58
3.3.3.1.5. Toma	59
3.3.3.1.6. Aliviadero	60
3.3.3.2. Características del proyecto construido	61
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	63
4.1. Estudios Preliminares	64
4.2. Inspección	64
4.3. Análisis de la información obtenida	66
4.4. Procedimiento de cálculo	66
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
5.1. Inspección visual de “El Cují”	70
5.2. Inspección visual de “El Andino”	84
5.3. Estado físico de los embalses	98
5.3.1. Embalse “El Cují”	98
5.3.2. Embalse “El Andino”	99
5.4. Uso actual de los embalses	101
5.4.1. Embalse “El Cují”	101
5.4.2. Embalse “El Andino”	102
5.5. Análisis de los criterios de operación de los embalses	102
5.5.1. Embalse “El Cují”	102
5.5.2. Embalse “El Andino”	103
5.6. Programas de mantenimiento de los embalses	104

5.7. Analizar el uso potencial de los embalses	105
5.7.1. Embalse “El Cují”	105
5.7.2. Embalse “El Andino”	107
5.8. Determinación de los sedimentos en los embalses	108
5.8.1. Método de diagrama de masas	109
5.8.2. Método del área incremental	115
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	116
CAPÍTULO VII: PROPUESTAS PARA UN DESARROLLO DE LA REGIÓN	120
RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍAS	127
ANEXOS	130

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La preocupación de los Gobiernos Nacionales sobre el aprovechamiento de la Cuenca del Río Unare ha llevado a la realización de diferentes estudios e informes técnicos, desde los elaborados por el desaparecido Ministerio de Obras Públicas, hasta los elaborados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, y por otras instituciones.

La Cuenca del Río Unare ocupa una importante porción del territorio nacional (el 2,4% de la superficie total del país), y en ella habita predominantemente una población deprimida. En general, la Cuenca del Río Unare se destaca por un clima seco, con bajas precipitaciones y poca fertilidad de los suelos (todos ellos factores limitantes para el desarrollo agropecuario); sólo se pueden aprovechar los suelos que se encuentran en las riberas de ríos y quebradas.

Para subsanar las deficiencias para el desarrollo agropecuario de la zona, y debido a que la Cuenca presenta numerosos cauces naturales, se ha construido una red de embalses que captan los escurrimientos de la Cuenca, garantizando así el agua para riego durante todo el año.

La Cuenca del Río Unare cuenta con diecisiete (17) embalses, de los cuales seis (6) están a cargo de Hidroven (Hidro-Caribe) y once (11) bajo administración del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales; en total las represas tienen una capacidad de almacenamiento de agua de $1.485,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ y cubren una superficie de 25.000 Ha. Esta importante infraestructura hidráulica, ha beneficiado a la Cuenca de Unare, en los siguientes aspectos: a) Control de inundaciones durante el periodo de lluvias (Julio – Noviembre), b) Dotación de agua a las poblaciones adyacentes, y c) Mantenimiento continuo del gasto de agua, en los cursos de ríos aguas abajo de los embalses, permitiendo el riego durante el período de sequías.

A pesar de la importante infraestructura hidráulica existente, la inadecuada operación y el escaso mantenimiento de los embalses, sumados a la poca información hidrológica utilizada para su construcción, no permiten el aprovechamiento integral óptimo de estos recursos.

La Cuenca del Río Unare merece una importante inversión en actividades de conservación y aprovechamiento, debido a su gran extensión de 22.000 Km² aproximadamente y a su importancia en términos de su potencial contribución al desarrollo armónico de la zona.

El problema fundamental que enfrenta la mayoría de los embalses es la acumulación de sedimentos, lo cual disminuye el volumen útil de agua, determinando así la vida útil de los embalses. La Cuenca en estudio no escapa al problema de los sedimentos, y su determinación y análisis proporcionará información que puede contribuir a definir y a establecer programas de conservación de la Cuenca, programas de mantenimiento y criterios de operación, para el buen manejo de la Cuenca, garantizando su correcto aprovechamiento.

Con el fin de hacer aportes al conocimiento de la problemática de la Cuenca, el presente Trabajo de Grado estudia los aprovechamientos hidráulicos existentes y sus aportes al desarrollo de las poblaciones ubicadas en la Cuenca.

En este trabajo se caracteriza el área de influencia de los embalses (población, infraestructura y servicios); posteriormente, se realiza un inventario de los aprovechamientos hidráulicos existentes y de los concebidos en el proyecto original.

A continuación, resulta primordial 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.

1.1. Descripción del problema

Existe una infraestructura hidráulica construida que está siendo sub-utilizada y una población deprimida que requiere el óptimo aprovechamiento de los recursos existentes, a los fines de una mejor calidad de vida. Para tal propósito se necesita evaluar los aprovechamientos hidráulicos existentes en la Cuenca del Río Unare, para luego realizar las propuestas que ayuden al desarrollo de dicha zona. En este trabajo se estudiarán los aportes hídricos de los embalses “El Andino” y “El Cují”, y su área de influencia, evaluando los programas de mantenimiento y operación de los embalses y otros aprovechamientos de la zona.

1.2. Justificación del proyecto

La zona se destaca por poseer un suelo de buena calidad para riego en las riberas del Río Unare y de sus afluentes; además, al existir inversiones en infraestructuras con alto potencial hidráulico, se debe obtener provecho poniendo en ejecución una serie de recomendaciones que contribuyan al mejoramiento general de las áreas de influencia, específicamente de las poblaciones de Onoto y San Pablo y de las tierras cercanas a las quebradas “El Corozo” y “Taquima”, todas estas áreas ubicadas en el Municipio Cajigal del Estado Anzoátegui, tomando en cuenta que, la inversión en infraestructura realizada en la Cuenca fue concebida para lograr un aprovechamiento de los recursos hídricos que permita el desarrollo de la zona y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones localizadas en la misma.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los aprovechamientos hidráulicos existentes y los propuestos en las sub-cuencas de las quebradas “El Corozo” y “Taquima” en la Cuenca del Río Unare, así como las potencialidades de uso de recursos, con el fin de contribuir al desarrollo integrado de las poblaciones ubicadas en dicha Cuenca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el área de influencia de los embalses El Cují y El Andino: población, infraestructura y servicios.

- Realizar inventario de los aprovechamientos hidráulicos existentes y las características concebidas en el proyecto original.
- Evaluar el estado físico de los embalses.
- Evaluar el uso actual de los embalses.
- Analizar los criterios de operación de los embalses.
- Revisar los programas de mantenimiento de los embalses.
- Analizar el uso potencial de los embalses.
- Realizar una propuesta para el mejoramiento del uso que contribuya al desarrollo armónico.

1.4. Limitaciones

- La obtención de información referente al área en estudio. El problema con dicha información es que se encuentra dispersa, tanto en el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, como en otras instituciones públicas y privadas.
- La ausencia de los equipos para la realización de la batimetría, tanto en las oficinas de campo como en el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad.
- La autorización por parte del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales en la ciudad de Barcelona, Estado Anzoátegui, para realizar la inspección a los embalses en compañía del personal técnico de dicho ente gubernamental.
- La disponibilidad y condiciones de una embarcación que permita realizar la inspección del vaso de almacenamiento y la batimetría.

- La necesidad de contar con un vehículo con tracción en las 4 ruedas, a causa del mal estado en que se encuentran las vías de acceso hacia los embalses.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones

2.1.1. Obras de embalse

2.1.1.1. Presas

2.1.1.1.1 Definición

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.

2.1.1.1.2 Clasificación

Las Presas se clasifican según su material predominante en:

- Presas de concreto, que a su vez se clasifican en presas de gravedad o de arco.

- Presas de Tierra, que se dividen en: presas homogéneas y presas zonificadas.
- Presas de Enrocado

2.1.1.1.3. Elementos de una presa de tierra:

- El dentellón y la pantalla, elementos que, individualmente o en conjunto, 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.

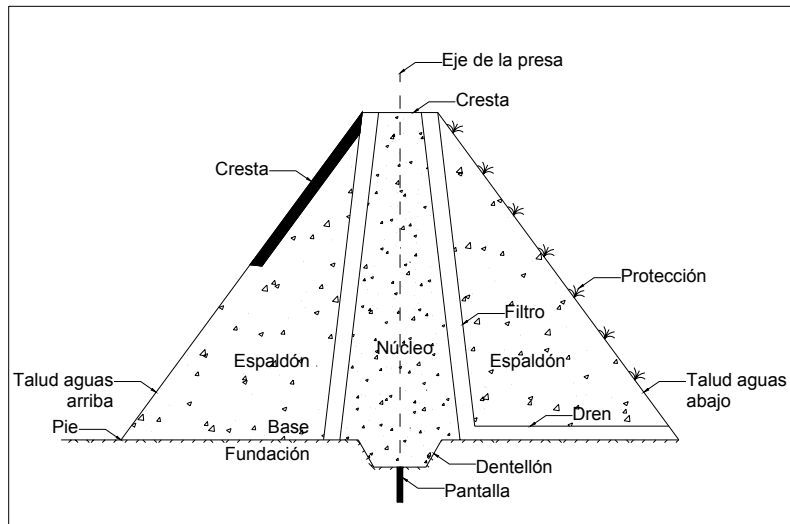


Fig. 2.1. Elementos de una presa de tierra.

2.1.1.2. Obra de toma

La función que tiene esta estructura es permitir la extracción regulada de agua, con el objetivo de garantizar las demandas correspondientes. La operación de las obras de toma depende de los usos que tengan como, por ejemplo, para riego, abastecimiento urbano, control de crecidas, hidroelectricidad, etc.

Las tomas pueden satisfacer simultáneamente más de un uso, así como pueden existir varias tomas en un embalse, para que cada una cumpla propósitos distintos. También puede cubrir una función importante: desahogar el embalse en caso de emergencia.

2.1.1.3. Aliviaderos

2.1.1.3.1. Definición

Obras destinadas a evacuar los excesos de agua de los embalses (las aguas que no puede retener el embalse), cumpliendo los siguientes objetivos:

- Garantizar la seguridad física y humana aguas abajo del embalse, cuando ocurra una crecida.
- Garantizar la integridad física de la presa y de las obras de embalse conexas.

2.1.1.3.2. Componentes

- Canal de aproximación: estructura que guía las aguas, con velocidades bajas, hacia la obra de control (cimacio).
- Estructura de control: regula la salida de las aguas del embalse; por ejemplo, los Cimacios o Vertederos, que simulan la curva de gasto y fijan el nivel de alivio.
- Canal rápido: transporta las aguas desde la estructura de control hasta el cauce del río o el canal de descarga que conduce al río; por lo general, son canales con mucha pendiente.
- Estructura de disipación: luego del canal rápido, es necesario construir un dissipador de energía, para impedir que el exceso de energía cinética

cause socavación que ponga en peligro las obras de embalse o erosionen el cauce del río o quebrada.

- Canal de descarga: cuando el río o quebrada receptora se encuentra alejada del dissipador se necesita construir un canal de descarga que conecte las aguas hasta dicho río o quebrada.

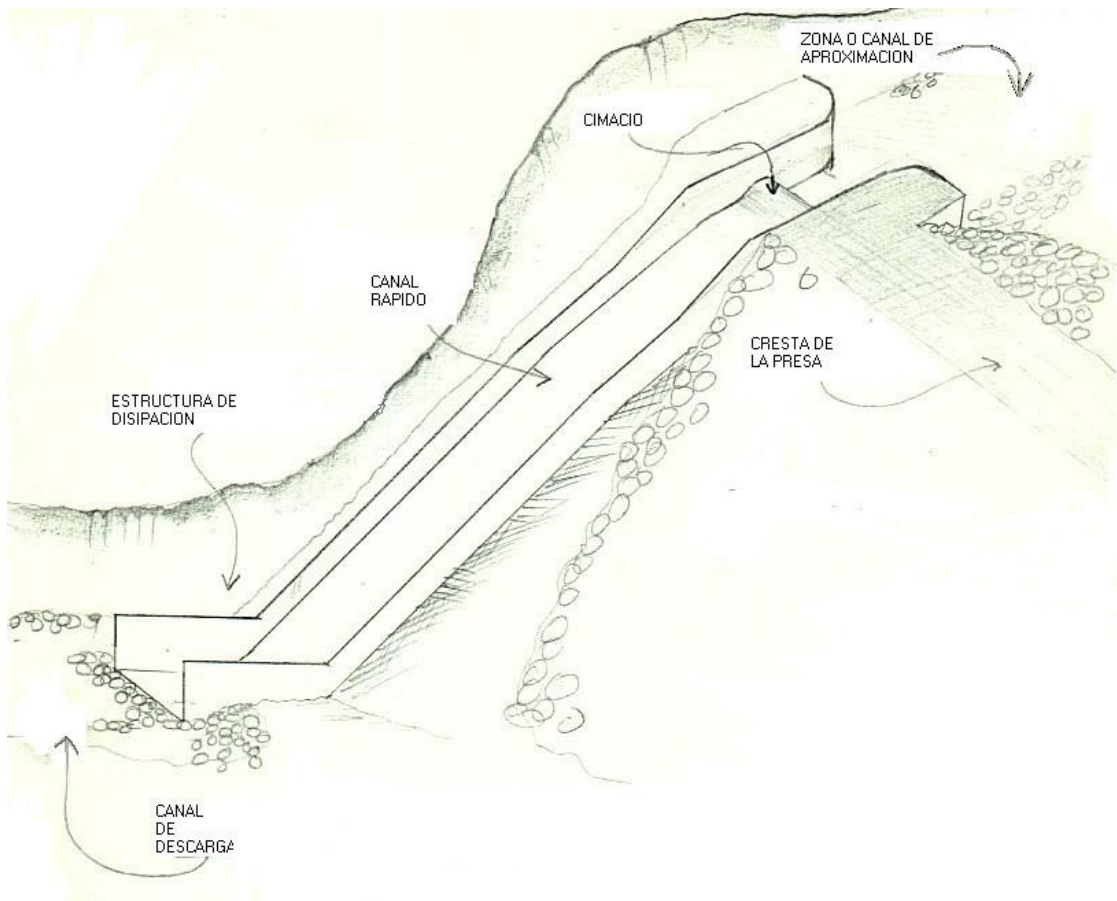


Fig. 2.2. Componentes de un aliviadero. (Fuente: Guía de Aliviaderos)

2.1.1.4. Válvulas

Son dispositivos mecánicos para controlar, retener, regular o dar paso a cualquier fluido entubado. Las válvulas se clasifican según su función en:

- Válvulas de regulación: se operan bajo diferentes presiones y aberturas con el fin de regular el flujo del agua.
- Válvulas de emergencia: se operan totalmente abiertas o cerradas con el fin de anular el paso del flujo del agua cuando existan problemas en las válvulas de regulación.

En el mercado existe una gran variedad de modelos de válvulas. Para el presente trabajo se indican las válvulas de compuerta y las válvulas de mariposa:

- Válvula de compuerta: es el tipo de válvula que consta de una placa de forma rectangular o circular, la cual se desliza a través de unas guías. Se utilizan para regular el paso del flujo en la tubería, cuando la carga de presión es relativamente pequeña.
- Válvula de mariposa: consiste de un disco que gira en torno a un eje que esta en dirección normal al flujo. Su función es permitir o interrumpir el paso del flujo, utilizándose en caso de emergencia.

2.1.2. Niveles de un embalse

2.1.2.1. 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.

2.1.2.2. Nivel de aguas máximas (NAMax)

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.

2.1.2.3. 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.

2.1.2.4. 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.

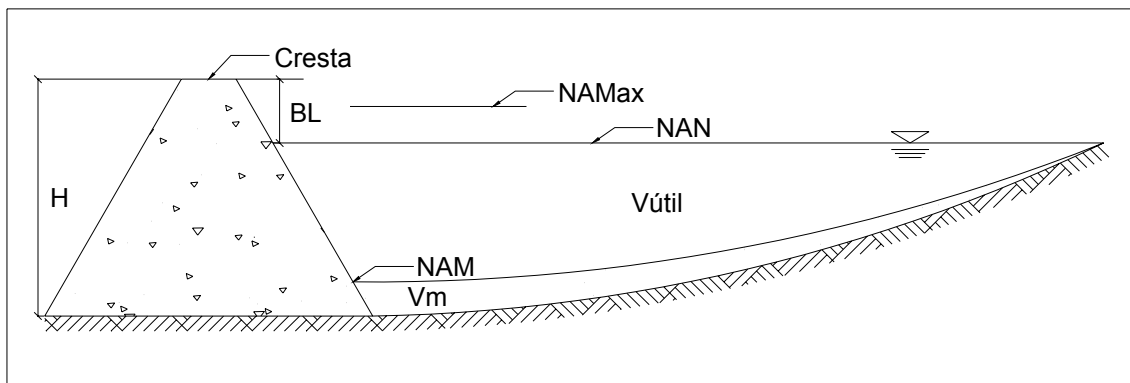


Fig. 2.3. Niveles de un embalse

2.1.3. Ecosonda

Es un instrumento que tiene como función básica transmitir fuertes impulsos sonoros, para luego captar y clasificar los ecos, que servirán para ubicar la profundidad del fondo.

La ecosonda de línea recta, modelo ST-440-A, fue utilizada en la realización de la batimetría. Consta de un transductor que envía la información del fondo a un registrador.

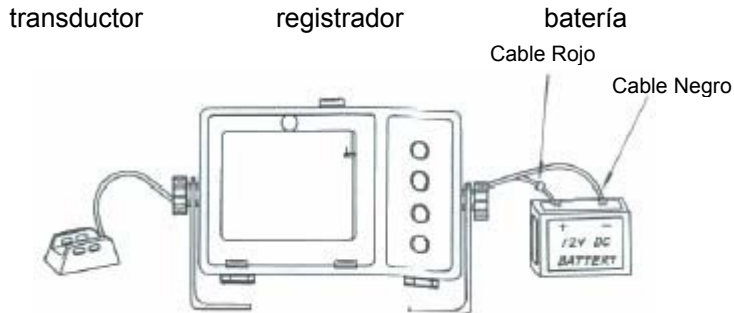


Fig. 2.4. Partes del Ecosonda (Fuente: Manual Ecosonda, modelo ST-440-A)

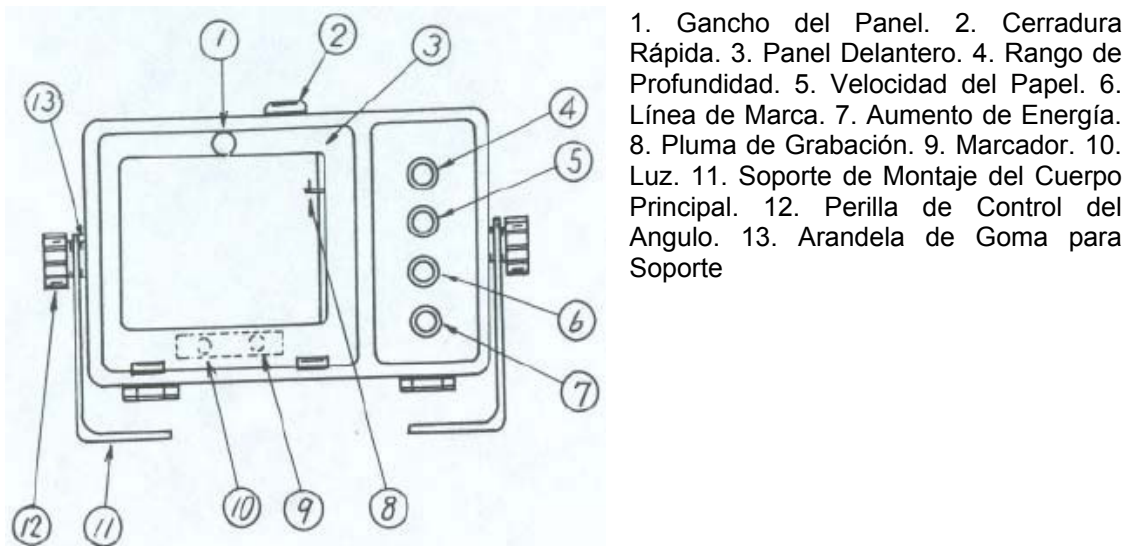


Fig. 2.5. Partes del cuerpo principal (Fuente: Manual Ecosonda, modelo ST-440-A)

2.1.4. Sistema de posicionamiento global (GPS)

Es un sistema que permite posicionar cualquier punto sobre la tierra, a partir de la información transmitida por veinticuatro (24) satélites artificiales

uniformemente distribuidos. Cada satélite transmite señales de radio a la Tierra con información acerca de su posición y el momento en que se emite la señal. Esta información es recibida a través de un equipo receptor ubicado en la Tierra, el cual decodifica las señales enviadas por varios satélites simultáneamente para indicar su propia posición en la Tierra, es decir sus coordenadas de latitud y longitud.



Fig. 2.6. Receptor GPS utilizado en la realización de la batimetría, es llamado navegador por no poseer una gran precisión, marca Garmin, modelo E-trex (Fuente: www.garmin.com)

2.2. El riego en Venezuela

La problemática del agua para riego está íntimamente ligada al desarrollo del sector agrícola, siendo por ello indispensable un conocimiento de este sector para cuantificar los volúmenes de agua que se requieren con fines agrícolas. En Venezuela, país tropical, la agricultura se lleva adelante bajo los siguientes esquemas:

- *Agricultura de riego*, que requiere la aplicación artificial del agua. Comprende dos modalidades: de riego propiamente dicho, correspondiente a la época seca, y de riego suplementario, que se desarrolla en las áreas bajo riego, en época de invierno.

- *Agricultura de secano*, existe también en dos modalidades: la primera, que se podría llamar de invierno, que se desarrolla con la alimentación directa de las lluvias, y la segunda, que es propiamente la agricultura de secano, que se desarrolla en la época seca alimentada por la humedad dejada en el suelo por las lluvias y las escasas precipitaciones en esa época.

En Venezuela se denomina época de invierno a la estación de lluvias, que en la mayor parte del país dura, usualmente, unos seis meses (de Mayo a Noviembre, aproximadamente).

Los cultivos se clasifican en tres tipos: permanentes, semipermanentes y anuales.

- *Cultivos permanentes*, son aquellos donde el cultivo tiene un ciclo vegetativo mayor de un año. Se siembra una sola vez y se producen frutos, luego de un periodo de maduración. Los arbustos y árboles frutales pertenecen a esta categoría.
- *Cultivos semipermanentes*, son similares a los anteriores, pero se cortan anualmente; es decir, crecen todos los años. La caña de azúcar y los pastos son ejemplos típicos. La resiembra sólo ocurre cuando las plantas pierden vigor o mueren.
- *Cultivos anuales o estacionales*, comprenden los cultivos con ciclos vegetativos inferiores a un año, es decir, que deben ser sembrados al menos una vez al año. Las hortalizas, el maíz y los granos son representativos de este tipo.

Por otra parte, dentro de los diferentes cultivos existen algunos que producen directamente alimentos (por ejemplo: el maíz, las hortalizas, los árboles frutales), otros que requieren de un procesamiento para servir como alimento o son base para algún proceso o fin no alimenticio (por ejemplo: el cacao, el café, árboles maderos) y, finalmente, existen aquellos que sirven de alimento a otras especies animales que, a su vez, son de utilidad al hombre (por ejemplo: el pasto).

El riego, junto con el drenaje agrícola, es fundamental para el desarrollo de un sector agrícola estable, no sujeto a inestimables fluctuaciones climatológicas.

2.2.1. Determinación de las necesidades

La cantidad de agua que demanda la agricultura bajo riego depende de tres parámetros fundamentales: el clima, el área bajo riego y los cultivos correspondientes. Esto indica que cualquier proyección de volúmenes de agua requeridos para riego tiene como paso previo la determinación razonable de las cantidades que deben producirse bajo riego en los diferentes cultivos y las áreas que ellos requieren, además de un conocimiento de los parámetros climáticos.

2.2.2. Embalses para riego

En los embalses con fines de riego el agua almacenada debe ser suficiente para regar eficientemente a un costo razonablemente económico por hectárea (considerando las carencias ocasionales tolerables), tanto por lo que

toca a la inversión de capital, como al costo de operación, mantenimiento y reposiciones de equipos. La calidad de agua debe ser tal que no sea peligrosa para los cultivos o para los suelos en que vaya a usarse. Si el sistema de distribución va a funcionar por gravedad, el vaso debe quedar lo suficientemente alto con relación a la superficie regada para que exista la carga hidráulica suficiente para obtener los gastos necesarios.

2.3. Mantenimiento y Operación de una Presa

2.3.1. Introducción

2.3.1.1. Inspecciones

Luego de finalizar la construcción de una presa se deben hacer los arreglos necesarios para efectuar las inspecciones periódicas, tanto de la estructura como de todo el equipo de operación. Las presas pequeñas con frecuencia se descuidan y no se toman las medidas necesarias para la realización de dichas inspecciones. Estas estructuras hidráulicas, por lo general, están bajo la responsabilidad directa de un organismo gubernamental (ministerio, gobernación, alcaldía, etc.), o de alguna empresa privada especializada bajo contrato.

El Ingeniero Inspector de la construcción debe comunicar al organismo responsable los arreglos definitivos que se hayan hecho al culminar la obra, para que se efectúen las inspecciones periódicas y los informes correspondientes que debe realizar un personal especializado informado de los riesgos.

Luego de concluidas las obras, la inspección continua deberá efectuarla un ingeniero en las estructuras más importantes. En los lugares remotos, deberán hacerse arreglos con un forestal, con algún funcionario de menor categoría del municipio o con algún campesino cercano para la inspección de las pequeñas estructuras.

2.3.1.2. Mantenimiento e instrucciones de operación

Como parte del proyecto de una presa, se deben formular instrucciones escritas para el mantenimiento y para la operación de las estructuras y del equipo, y deben entregarse al ente encargado de la operación de la presa. En estas instrucciones se debe establecer la frecuencia y describir la extensión y naturaleza de las inspecciones.

Deben formularse instrucciones para las reparaciones de rutina del equipo mecánico cuando se instalan compuertas y válvulas, acompañadas también de las instrucciones entregadas por la constructora.

En las instrucciones deben estar incluidas explicaciones detalladas sobre la operación correcta de compuertas y válvulas, tanto desde el punto de vista mecánico como de funcionamiento. Si un aliviadero se controla por medio de compuertas de operación manual, se deben dar instrucciones específicas con respecto a la operación de las compuertas durante la entrada de las crecidas en el vaso.

2.3.2. Inspección y mantenimiento en las presas de tierra

2.3.2.1. Información general

Se puede suponer que la conservación de los taludes del terraplén y de la cresta se realiza rutinariamente. Sin embargo, cualquier condición anormal que pueda afectar perjudicialmente la seguridad de una presa de tierra debe reportarse rápidamente. También las necesidades atípicas de mantenimiento deben reportarse.

2.3.2.2. Inspección de terraplenes y fundaciones

El terraplén, las laderas y las porciones visibles de la fundación, adyacentes a un terraplén de tierra, deben inspeccionarse a intervalos regulares, para comprobar que no se han presentado condiciones desfavorables.

Durante el llenado rápido del vaso, el talud de aguas abajo del terraplén debe inspeccionarse cuidadosamente a intervalos frecuentes, buscando indicaciones de grietas, deslizamientos, tramos licuados, asentamientos, defectos en la protección de los taludes, fuentes, filtraciones o zonas lodosas producidas por las filtraciones del vaso. El talud aguas arriba de la presa también debe inspeccionarse cuidadosamente después de vientos sostenidos de alta velocidad y cuando se hace descender el nivel del agua en el vaso, para descubrir grietas, derrumbes, material licuado, asentamientos o daños en la protección del talud, tales como el dislocamiento del enrocado u otros signos de erosión seria.

Durante los períodos en donde el nivel de agua se encuentra relativamente bajo, las porciones expuestas de las laderas y el piso del vaso deben examinarse cuidadosamente, para ver si se han formado hundimientos o agujeros producidos por las grietas. También durante los períodos en que se mantiene por largo tiempo el nivel del agua elevado (aliviando), deben hacerse inspecciones seguidas al terraplén, poniendo atención especial a la cresta de la presa, a las zonas visibles de la protección del talud aguas arriba, al talud aguas abajo y a las áreas aguas abajo de la presa, para comprobar que no se hayan producido en ellos fenómenos anormales. La frecuencia de las inspecciones puede reducirse después de varios años de operación normal, en las que no se haya observado nada peligroso.

2.3.2.3. Reporte de acontecimientos anormales

La ocurrencia de condiciones anormales debe reportarse inmediatamente a la dependencia responsable de la operación o al propietario de la presa, por carta, teléfono o radio, según la naturaleza del acontecimiento y de la urgencia de su reparación. La descripción de derrumbes, de tramos licuados o de asentamientos súbitos debe incluir su situación, extensión, velocidad de hundimiento, efectos en las estructuras vecinas, elevaciones del agua en el vaso y en la descarga, condiciones climatológicas predominantes, y otros factores que se consideren pertinentes.

Los informes con respecto a la aparición de fuentes, filtraciones y áreas lodosas deben incluir datos tales como situación y tamaño de las áreas afectadas, la descarga estimada, la naturaleza del agua de la descarga (si está clara o turbia) y las elevaciones del agua. Para facilitar el análisis de las condiciones debe prepararse un plano en el que se marquen todas las áreas en

las que se produzcan filtraciones, fuentes y datos, tales como las fechas y los niveles de la superficie del agua en el vaso cuando se hizo la observación. Este plano debe revisarse periódicamente.

2.3.2.4. Equipo mecánico

Deben hacerse inspecciones periódicas y pruebas de operación del equipo, por un ingeniero o mecánico familiarizado con el equipo. Las compuertas de entrada y salida, y las válvulas, deben probarse con regularidad para percatarse si trabajan normalmente. Todas las compuertas y válvulas deben operarse cuando menos anualmente, para determinar si están en buenas condiciones de operación. El equipo mecánico debe lubricarse y repararse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Durante la inspección se debe asegurar la eliminación de las basuras de las rejillas y la de los sedimentos acumulados, para evitar obstrucciones; las partes metálicas deben pintarse para evitar que se oxiden.

2.3.3. Operación de Embalses

Las presas almacenan agua para riego, abastecimiento de agua, hidroelectricidad, esparcimiento o para el control de crecidas. Si se justifica, debe haber una casa para el operador, con servicio de teléfono o radio, cerca de las obras de control de las presas. Además, el operador debe tener a su disposición un juego de pequeñas herramientas, sacos de arena y algún otro equipo de mantenimiento o de emergencia.

El nivel del vaso, además de variar para los fines de distribución, puede necesitar modificaciones a intervalos regulares para evitar la propagación de mosquitos palúdicos o contagiosos, y para evitar las algas y otras vegetaciones acuáticas. El nivel del embalse en las presas de almacenamiento se hace descender al recibir aviso de tormentas, para dejar capacidad al agua de las crecidas.

El estímulo y protección de la vegetación en la Cuenca de aporte para evitar la erosión y en los bancos de préstamo usados en la construcción, es uno de los trabajos más importantes de mantenimiento, a los cuales se les debe prestar una atención cuidadosa. Esta cubierta vegetal es un factor esencial de protección contra la erosión y la licuación de las márgenes, así como para el embellecimiento de la estructura, y puede tener un impacto importante en el costo de las reparaciones.

Se debe hacer consultas a expertos y seguir sus consejos para evitar el desarrollo de algas en el vaso de almacenamiento, y no se debe aplicar sustancias químicas en el vaso sin un consejo autorizado.

Las instrucciones para la operación del equipo mecánico deben seguirse fielmente para evitar daños a cualquiera de las instalaciones por mala operación. Las instrucciones dadas para el control manual de las compuertas del aliviadero durante la ocurrencia de las crecidas, deben seguirse al detalle.

2.3.3.1. Cambios en el plan de operación

A una presa construida para el control de inundaciones se le puede dar otro uso distinto al proyectado. Debido a la demanda de una comunidad esa

presa se puede convertir en una presa de almacenamiento para riego o abastecimiento de agua. Estas demandas, si se accede a ellas, pueden producir situaciones peligrosas y pudieran ocasionar la pérdida completa de la presa por rebosamiento. Los cambios de operación, de las estructuras o de las presas no se deben hacer sin estudiar cuidadosamente los efectos que puedan ocasionar.

A veces se aumenta la altura de una presa sin tomar en consideración el aumento de las presiones o las limitaciones del proyecto original. No se deben hacer cambios estructurales sin hacer referencia a los planos originales, o sin los consejos de un ingeniero experimentado, de preferencia el mismo proyectista.

La capacidad de un vaso de almacenamiento no debe aumentarse por medio de compuertas ni de otras obstrucciones sobre el aliviadero, sin hacer referencia a los planos originales, al método original de operación, o sin el consejo de un ingeniero experimentado. Estos dispositivos pueden operar de tal manera que en realidad disminuyan la capacidad de almacenamiento seguro en la presa y para soportar la crecida, conforme a lo previsto en el proyecto.

2.3.3.2. Coordinación de usos múltiples

Las presas de almacenamiento se pueden operar para más de un objetivo. Se pueden hacer usos múltiples del mismo espacio de almacenamiento, o los volúmenes comprendidos pueden utilizarse para fines diferentes, como para el control de crecidas, energía, riego, esparcimiento, abastecimiento de agua o navegación. Esta operación combinada requiere un programa cuidadosamente estudiado y un control muy estricto, porque algunos

de los usos no son compatibles entre sí. Una administración cuidadosa es importante para la operación de los embalses para usos múltiples, con objeto de mantener una proporción equilibrada en cuestión de valores relativos.

El método de operación de un embalse de usos múltiples no debe cambiarse arbitrariamente, sin tomar en cuenta el efecto del cambio en la operación de la presa y sobre el nivel máximo del agua que resultará, en caso de que ocurra la crecida de proyecto.

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

3.1. Ubicación de la Cuenca

La Cuenca del Río Unare se encuentra en la región centro-nororiental de Venezuela, abarcando parte importante de los Estados Guárico y Anzoátegui; incluye la totalidad de los Municipios Aragua, Bruzual, Cajigal y Peñalver y parte de los Municipios Anaco, Bolívar, Freites, Libertad y Miranda del Estado Anzoátegui, y la totalidad del Municipio Ribas y parcialmente los Municipios Infante, Monagas y Zaraza del Estado Guárico.

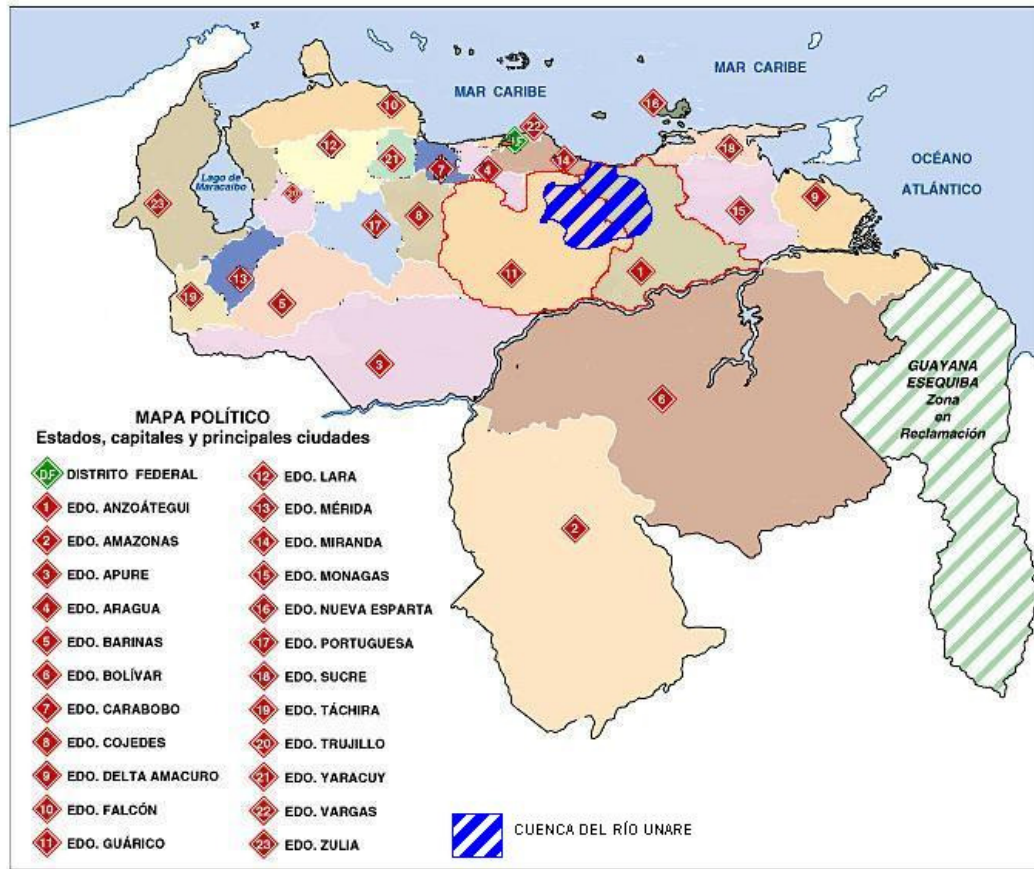


Fig. 3.1. Ubicación de la Cuenca del Río Unare (Fuente: www.a-venezuela.com)

La principal fuente de obtención de agua la constituyen las aguas superficiales encontradas en la Cuenca del Río Unare, por ello se ha requerido la construcción de presas, permitiendo embalsar las aguas escurridas durante el período lluvioso (por ende regulando los gastos de los ríos), evitando peligros de inundación de los valles durante el invierno y regando los suelos productivos de la Cuenca con las aguas embalsadas durante ese período, permitiendo así la disponibilidad del vital líquido durante todo el año. Las aguas subterráneas, según estudios adelantados por la División de Hidrogeología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos muestran que las zonas de Cantaura y, particularmente, de la población de Anaco y del área de influencia del río Güere, tienen

importancia potencial de agua subterránea. En general la parte Sur-Este de la Cuenca promete relativamente buenos rendimientos de pozos, hasta 30 lts./s. Por otra parte, al Norte de Valle de La Pascua y al Este de El Socorro, los conglomerados en las áreas de Guanape y Clarines presentan reservas que pueden tener importancia, debido a la situación crítica de esas áreas.

En el resto de la Cuenca, debido a la constitución del subsuelo y, particularmente, a la escasez de medio poroso, no se puede esperar conseguir acuíferos aprovechables, debido a que requerirían altas inversiones con rendimientos muy bajos.

Las aguas superficiales que se encuentran en la Cuenca son fundamentalmente las drenadas por el río Unare y sus afluentes:

- Río Güere: es el principal afluente del Unare por su margen derecha. El volumen de escurrimiento que aporta es del orden del 20% del total escurrido por el Unare. Recibe como afluentes principales a los ríos Misa Cantada, Aragua y Quebrada Sacacual, que le aportan el 15, 27 y 13% respectivamente, de su volumen total de escurrimiento.
- Río Tamanaco: es el principal afluente del Unare por su margen izquierda. El volumen total de escurrimiento que aporta es del orden del 34% del total que escurre por el Unare. Recibe como afluente principal al río Quebrada Honda, que le aporta el 39% de su volumen total de escurrimiento.
- Río Ipire: es en importancia el segundo afluente del Unare por su margen izquierda, su volumen de aporte al total escurrido por el Unare es de 30%.

- Río Guaribe y Guanape: afluentes directos del Unare por su margen izquierda. Su contribución al volumen total de escurrimiento del Unare es del orden del 8% y 1,4%, respectivamente.
- Quebradas de menor importancia: existen muchas quebradas de menor importancia, afluentes de los ríos antes mencionados, entre las que se encuentran La Palma, Taquima, Salsipuedes, que son afluentes directos del Unare por su margen izquierdo; Pontezuela, El Corozo, Las Ollas, El Terrible, Taparito, afluentes directos del Unare por su margen derecha; El Colegio, Santa María, afluentes del río Ipire por su margen izquierda; Las Raíces, Orejano, Lava, Javillal, El Pescado, afluentes del río Tamanaco y el Paují, afluente del río Güere.

El régimen de esorrentía de los ríos de la Cuenca es estacional siguiendo el patrón de las lluvias en el área, encontrándose casi secos o secos durante el período comprendido entre los meses de Enero a Junio, en tanto que en los meses de Julio a Noviembre drenan aproximadamente el 90% de su volumen de escurrimiento anual.

El área fue dividida en cinco (5) zonas, a causa de la gran extensión que ocupa el área drenada por el Río Unare y sus afluentes, estas zonas son:

- Bajo Unare (zona A): corresponde al área drenada por el Río desde su desembocadura hasta la confluencia del río Güere y ocupa una superficie de 3.250 Km².
- Sub-cuenca del Río Tamanaco (zona B): ocupa una superficie de 6.340 Km², y es el área drenada por el Río Tamanaco.

- Alto Unare (zona C): es el área drenada por el Río Unare aguas arriba de su confluencia con el Río Tamanaco, tiene una extensión de 5.000 Km².
- Sub-cuenca del Río Güere (zona D): la superficie drenada por este Río, ocupa una extensión de 6.200 Km².
- Unare Medio (zona E): cubre una extensión de 1.200 Km² y abarca el área drenada por el Río Unare entre el cruce con el Río Tamanaco y el cruce con el Río Güere. Los principales afluentes son la Quebrada Salsipuedes y la Quebrada Taquima, por la margen izquierda, y las Quebradas El Corozo y Pontezuela, por la margen derecha.

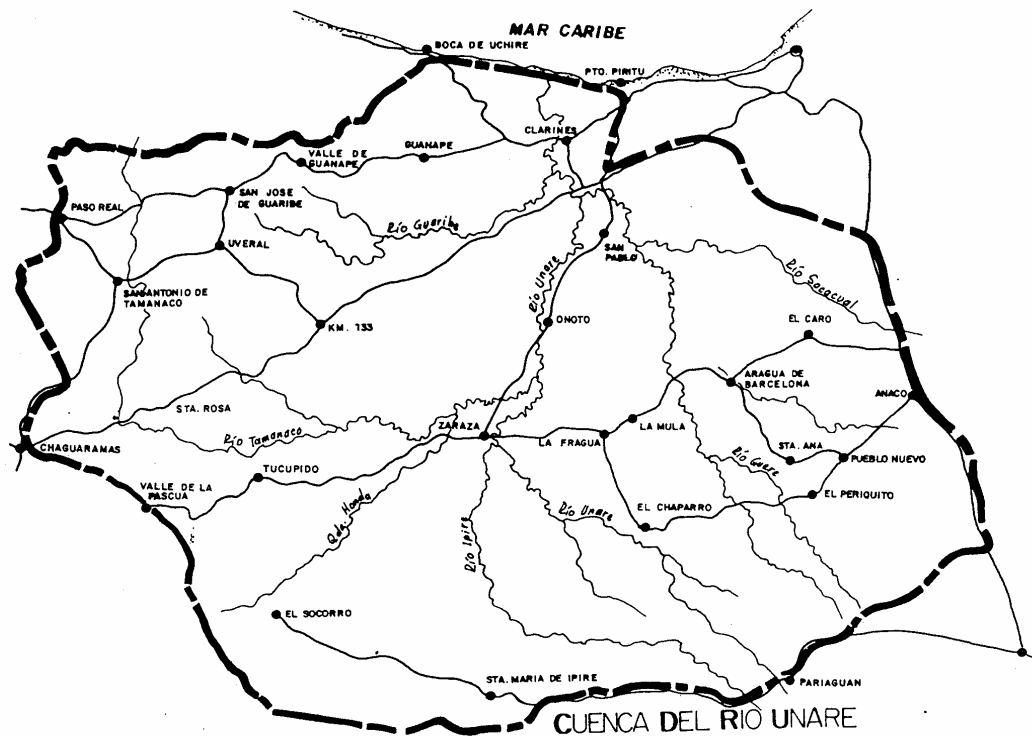


Fig. 3.2. Cuenca del Río Unare. (Fuente: Programa para la consolidación del desarrollo agrícola y pecuario Área prioritaria de desarrollo de la Cuenca del Río Unare y Oficina de Operación de Embalses, Zaraza)

El área drenada por el Río Unare y sus afluentes ocupa una extensión cercana a los 22.000 Km² (2,496 % de la superficie total del país), ocupando 9.655 Km² del Estado Guárico y 12.345 Km² del Estado Anzoátegui.

A continuación se muestra una tabla de los embalses construidos en la zona, indicando su fuente de abastecimiento, ubicación política, área de la Cuenca, volumen de almacenamiento y sus fines:

Cuadro 3.1.
Embalses ubicados en la Cuenca del Río Unare

Embalses	Río o Quebrada	Ubicación Política		Área de la Cuenca que alimenta el embalse (Km ²)	Volumen de Almacenamiento (x10 ⁶ m ³)	Fines
		Estado	Municipio			
* Tamanaco	Tamanaco	Guárico	Infante	1.502	140,0	Agua para La Pascua, El Socorro, Charamas y Sta. María de Ipire. Riego. Control de inundaciones.
* La Becerra	Ipire	Guárico	Zaraza	1.620	426,0	Agua para S. José de Unare y Zaraza. Riego. Control de Inundaciones.
* El Cigarrón	Tamanaco	Guárico	Ribas	1.830	246,0	Riego. Control de Inundaciones.
* El Médano	Tucupido	Guárico	Ribas	193	20,0	Control de Inundaciones. Riego
* El Guaycal	Qda. Soledad	Guárico	Infante	187	5,0	Control de Inundaciones. Riego
* Taparito	Qda. Laya	Guárico	Zaraza	200	14,3	Control de Inundaciones. Riego
* El Pueblito	Qda. Honda	Guárico	Zaraza y Ribas	1.513	315,0	Control de inundaciones. Agua pura para el Chaparro.
* Vista Alegre	Unare	Guárico y Anzoátegui	Zaraza y Aragua	450	49,0	Control de inundaciones

* La Estancia	Aragua	Anzoátegui	Aragua	1.883	110,5	Agua para Aragua de Barcelona y Sta. Ana. Riego. Control de inundaciones
* El Andino	Qda. El Corozo	Anzoátegui	Cajigal	34	14,0	Riego. Control de inundaciones
* El Cují	Qda. Taquima	Anzoátegui	Cajigal	175	49,0	Agua para Onoto. Riego. Control de inundaciones
** Sta. Clara	Qda. Arroyo	Anzoátegui	Bruzual	75	6,5	Abastecimiento para el acueducto de Clarines
** Guacamayal	Qda. Guacamayal	Anzoátegui	Bruzual	20	11,0	Abastecimiento a la población de Guaribe
** Sta. Rosa	Guaribote	Guárico	Monagas	40	42,0	Abastecimiento a la población de Guaribe
** Tucupido	Jabillal	Guárico	Ribas	70	7,6	Abastecimiento a la población de Tucupido
* El Corozo	Qda. Corozo	Guárico	Ribas	-	5,2	Abastecimiento a Valle de La Pascua
** La Tigrita	Qda. La Tigra	Guárico	Ribas	56	-	Abastecimiento a San Rafael de Luyo

Fuentes: Programa para la consolidación del desarrollo agrícola y pecuario Área prioritaria de desarrollo de la Cuenca del Río Unare y Oficina de Operación de Embalses, Zaraza.

* Embalses bajo la responsabilidad del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables

** Embalses bajo la responsabilidad de Hidroven

Los embalses “El Andino” y “El Cují” se encuentran en el Estado Anzoátegui, Municipio Cajigal, el primero 10 Km. al Este de Onoto y el segundo 10 Km. al Oeste de Onoto. Onoto es la capital del Municipio Cajigal y se encuentra ubicado en la zona del Unare Medio.

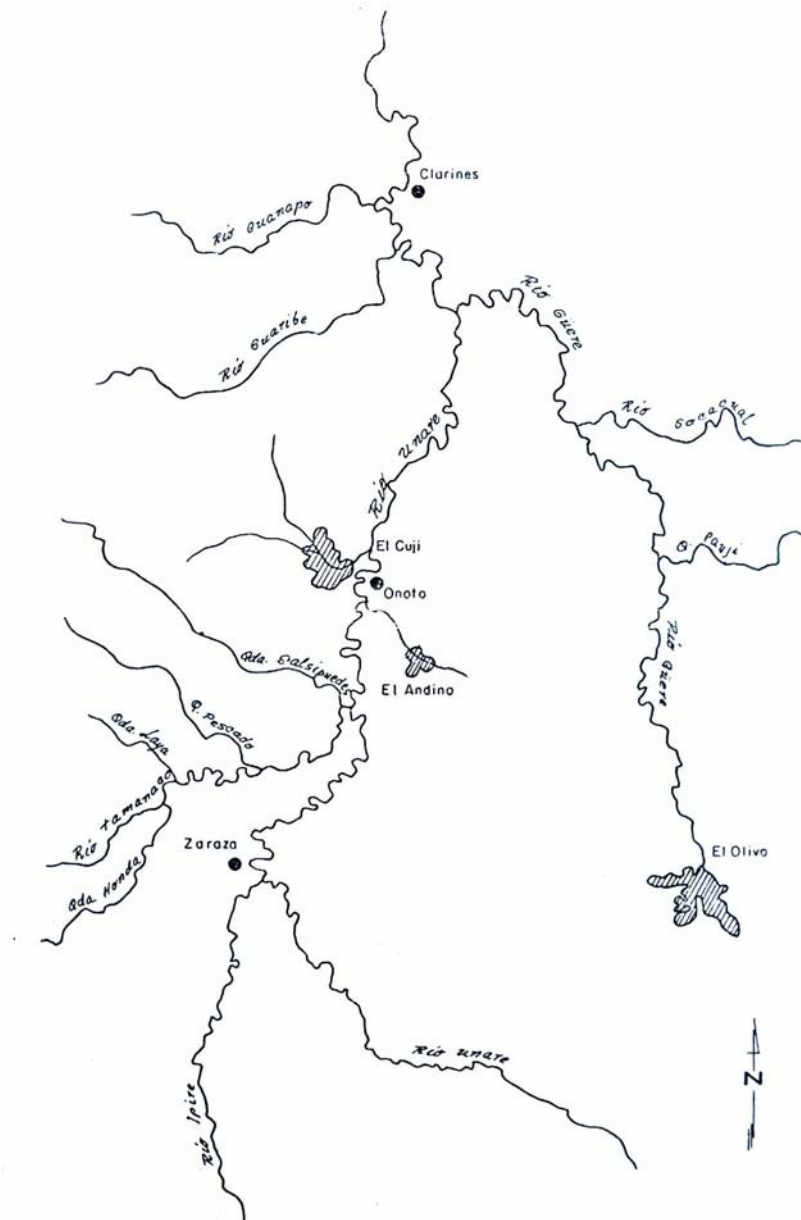


Fig. 3.3. Ubicación de los embalses “El Cují” y “El Andino” (Fuente: Estudio Hidrológico para los embalses El Cují y El Andino. Estado Anzoátegui. Abril 1975)

La sub-cuenca del Río Tamanaco es la que tiene mayor capacidad de almacenamiento, por los embalses de la zona, seguido por la zona del Alto Unare, la Sub-cuenca del Río Güere, la del Bajo Unare y la zona del Unare Medio. En la zona del Unare Medio se tienen solamente dos embalses construidos, “El Andino” y “El Cují”, éstos son relativamente pequeños en comparación a otros embalses construidos en la Cuenca; por tal motivo, esta zona es la de menor capacidad de almacenamiento de agua. Cuando la “zona E” (Unare Medio) puede regar aproximadamente 1.500 Ha., la “zona B” (Sub-cuenca del Río Tamanaco) puede hacerlo para 27.000 Ha.

No por lo antes dicho se debe pensar que no son importantes estos dos embalses, pues cumplen una función primordial para la actividad agrícola de la zona y el control de inundaciones.

Otro aspecto importante en la Cuenca es la existencia de las Lagunas de Unare y Píritu, ubicadas a ambos lados de la desembocadura del Río Unare en el Mar Caribe. Estas lagunas son albuferas, con condiciones favorables para un desarrollo piscícola de alto rendimiento; dependen directamente de todos los embalses, debido a que la sumatoria de todos los caudales ecológicos, durante el verano, debe contrarrestar las pérdidas de agua dulce por evaporación. En verano (Enero – Junio), estas pérdidas llegan a $61 \times 10^6 \text{ m}^3$, que corresponde a un gasto continuo durante 151 días de $4 - 6 \text{ m}^3/\text{seg}$.

3.2. Caracterización del área de influencia de los embalses

El área de influencia de los embalses “El Andino” y “El Cují” corresponde al Municipio Juan Manuel Cajigal; posee una superficie de 1.744 Km^2 y una población de 12.358 hab. (1% del Estado Anzoátegui, según Censo 2001),

arrojando una densidad de 7,1 hab./ Km². Siendo el número de viviendas familiares ocupadas de 3.751.



Fig. 3.4. Mapa político del Edo. Anzoátegui. (Fuente: INE)

3.2.1. Evaluación ambiental

3.2.1.1. Topografía

La topografía de la zona es inclinada, el relieve predominante está constituido por colinas de sección variable, contra las cuales difiere el ancho valle del Río Unare (2 Km. promedio de ancho).

3.2.1.2. Clima – temperatura media

Las condiciones climáticas que caracterizan la zona pueden considerarse como semiáridas. Los datos pluviométricos del área señalan gran variabilidad en la distribución de las precipitaciones, siendo la época lluviosa los meses de Julio a Noviembre, y el promedio de la precipitación anual es de 1.151 mm.

Los máximos valores de temperatura y evaporación coinciden en los meses de Marzo, Abril y Mayo. El valor promedio anual es de 26,3 °C de temperatura y de 1.517 mm la evaporación.

3.2.1.3. Escurrimiento

De los datos de precipitación existentes para la Cuenca del Río Unare, se seleccionaron los registros de la estación Zaraza como representativos del segmento, dentro del cual se encuentran ubicadas las sub-cuencas de las quebradas Taquima y El Corozo. A partir de estos datos, se obtuvo el escurrimiento medio anual de la quebrada Taquima: 0,29 m³/s y de la quebrada El Corozo: 0,06 m³/s.

3.2.1.4. Geología

En el Municipio Cajigal predomina la era geológica Oligoceno, con problemas locales por erosión laminar intensa. La litología esta compuesta por areniscas de friables a duras, de macizas a bien estratificadas y conglomerados de guijarros de ftanitas, la formación posee una moderada aptitud como

material de fundación y genera un suelo de textura franco-arenosa a arcillosa (valle del río Unare).

3.2.1.5. Vegetación

La cobertura vegetal predominante es bosque seco tropical, con sabanas arbustivas y/o con matas, presenta también estrato herbáceo gramíneo denso de hasta un metro de alto y comunidades leñosas densas entre 5 y 8 metros de alto.

3.2.1.6. Abastecimiento de agua potable y disposición de aguas servidas

La fuente primaria de abastecimiento se encuentra en el embalse “El Cují”, con un gasto de 40 lts/s, abasteciendo a la población de Onoto por medio de un acueducto y a las poblaciones cercanas a través de cisternas. La descarga de aguas servidas se efectúa por medio de sumideros particulares colocados en cada vivienda. La red de cloacas es muy escasa.

3.2.1.7. Riesgo sísmico

El municipio Cajigal está catalogado como zona de media actividad sísmica, potencialmente influido por el sistema de falla de Santa Inés-Úrica (ubicada 60 Km. al noreste del Municipio). No se conocen efectos catastróficos.

3.2.1.8. Energía utilizada para cocinar

El 55,7% de las viviendas utilizan kerosén, leña o carbón como combustible.

3.2.1.9. Recolección y disposición de la basura

La recolección se califica como insuficiente, realizándose incineración y/o disposición anárquica del residuo sólido en botaderos. Sólo el 15,4% de las viviendas participan de algún mecanismo de recolección.

3.2.2. Calidad de la ocupación

3.2.2.1. Conexión vial

Existe una sola vialidad pavimentada, la troncal 14, la cual comunica a las localidades Onoto y San Pablo con Barcelona, al norte del municipio, y con Zaraza (Estado Guárico) al sur de la entidad. La comunicación interna entre centros poblados del municipio es deficiente.

3.2.2.2. Acceso al servicio de transporte

No hay terminal de pasajeros en la localidad principal. Salen tres (3) colectivos hacia Barcelona diariamente, vehículos de cinco (5) puestos opcional si hay pasajeros hacia Barcelona y/o Zaraza. El transporte interno público en el Municipio es prácticamente inexistente.

3.2.2.3. Red de servicios

El 49,8% de las viviendas familiares ocupadas participan del servicio de acueducto, el 65,6% posee servicio eléctrico y el 31,9% de las viviendas poseen un servicio de eliminación de excreta de poceta a cloaca o pozo séptico (7,5% cloaca).

3.2.2.4. Acceso a los servicios comunales

3.2.2.4.1. Salud

No existen hospitales en el Municipio, sólo asistencia primaria; 3 ambulatorios rurales tipo II (medicatura rural) y 20 ambulatorios rurales tipo I (dispensario). La población debe trasladarse a Zaraza (Estado Guárico) a 52 Km., o a Clarines (Estado Anzoátegui) a 73 Km., si requiere de ayuda médica especializada (hospitalización).

3.2.2.4.2. Educación

- Preescolar: cuatro planteles de dependencia nacional.
- Primaria 1° a 6° grado: 31 planteles, 10 de dependencia nacional, 12 de dependencia estatal, 9 dependencia municipal.
- Básica 7° a 9° grado: un plantel de dependencia nacional (Onoto), matrícula total = 332 alumnos, matrícula potencial = 1.232 alumnos.
- Media diversificada: un plantel de dependencia nacional (Onoto), matrícula total = 101 alumnos, matrícula potencial = 724 alumnos.

3.2.2.5. Condición estructural de la vivienda

El 47% de las viviendas familiares ocupadas no presentan deficiencias en sus estructuras. De ese total, el 76% posee calle pavimentada como acceso principal. Déficit funcional estimado: 165 viviendas.

3.2.3. Perfil socio - demográfico

3.2.3.1. Logro educativo

El 69,8% de la población (20 años y más) ha alcanzado algún nivel en la educación, 58,5% corresponden al nivel educativo básico. 30,2% de la población se declaró sin nivel.

3.2.3.2. Tasa de desempleo

La tasa de desempleo es de 12,6%, la cual se encuentra por debajo del promedio nacional.

3.2.4. Actividades económicas

3.2.4.1. Agricultura

En diversos estudios acerca de la Cuenca se ha reconocido que las tierras con calidad edáfica para la actividad agrícola se restringen a una estrecha franja que bordea los cauces de los ríos, en sus tramos medio y bajo;

en general, los sectores montañosos del norte y las colinas presentan bajo potencial agrícola, siendo la topografía, el balance morfodinámico y los suelos las principales limitantes.

La actividad agrícola del área se desarrolla durante el periodo de lluvias, con lo que se obtiene una sola cosecha al año. El riego prácticamente no es utilizado, a pesar de la infraestructura construida para ese fin.

Los principales cultivos del área son el tabaco, el algodón, el maíz, el sorgo, el frijol y la yuca. El cultivo de maíz, se puede decir, ha sido tradicionalmente un cultivo importante en la zona, aunque tiende a ser desplazado por el sorgo. Se produce tanto para fines comerciales, a mediana escala, como para autoconsumo en condiciones de conuco.

En las áreas de topografía más quebrada, laderas y serranías constituye un producto de autoconsumo y subsistencia de pequeños agricultores y conuqueros. En estas áreas generalmente se siembra intercalado, con bajos niveles tecnológicos, alcanzando muy bajos rendimientos.

En áreas más planas, donde se siembra con fines comerciales, se cultiva preferentemente en condiciones de secano y con la incorporación de mayores niveles tecnológicos (mecanización, fertilización, etc.).

3.2.4.2. Ganadería

La producción esta destinada fundamentalmente a la cría y producción de carne; las condiciones para la ceba de ganado parecen no ser buenas, especialmente por los déficit de pastos y agua en los periodos de sequía.

3.2.4.3. Industrial

El desarrollo industrial del área es incipiente y está vinculado al desarrollo del sector agrícola, tanto animal como vegetal.

La actividad más generalizada son los mataderos y frigoríficos. Se encuentran, además, productoras de queso y pasteurizadoras locales.

3.3. Embalses

3.3.1. Reseña

Estas Obras Hidráulicas forman parte de un sistema de Embalses destinados a regular al Río Unare, sus afluentes y áreas de influencia, para aumentar la disponibilidad del agua de la Cuenca y así fomentar la productividad de las actividades agropecuarias y crear condiciones para el desarrollo de actividades industriales.

3.3.2. Embalse “El Cují”

3.3.2.1. Descripción general del proyecto original

3.3.2.1.1. Ubicación

El embalse “El Cují” se encuentra sobre la quebrada Taquima hacia el Noroeste de la población de Onoto, Municipio Juan Manuel Cajigal, Estado Anzoátegui (LAT. 9° 37' N y LONG. 65° 14' W).

Para llegar al sitio se emplea la carretera nacional que une a Onoto con Zaraza, por lo cual debe recorrerse desde la primera población unos 4,2 Km., luego desviarse a la derecha para continuar por una carretera pavimentada en una longitud de 6 Km. para llegar por el lado derecho de la quebrada Taquima.

3.3.2.1.2. Objetivo

Regular la quebrada Taquima: a) para controlar las inundaciones de la zona, b) para riego de 500 Ha. del Municipio Cajigal, y c) para el abastecimiento de agua a la población de Onoto.

3.3.2.1.3. Embalse

La división de Hidrología del M.O.P. realizó en el año de 1.975 varios movimientos de embalses en base a los datos aportados por el estudio hidrológico (entre 18 y 24 años de registros, la estación hidrológica más representativa se encuentra ubicada en Onoto), para los embalses “El Cují” y “El Andino”. Se obtuvo como nivel de aguas normales la cota de 32,0 m.s.n.m., lo que permite un almacenamiento de $49,31 \times 10^6 \text{ m}^3$. El área de la Cuenca es de 172 Km².

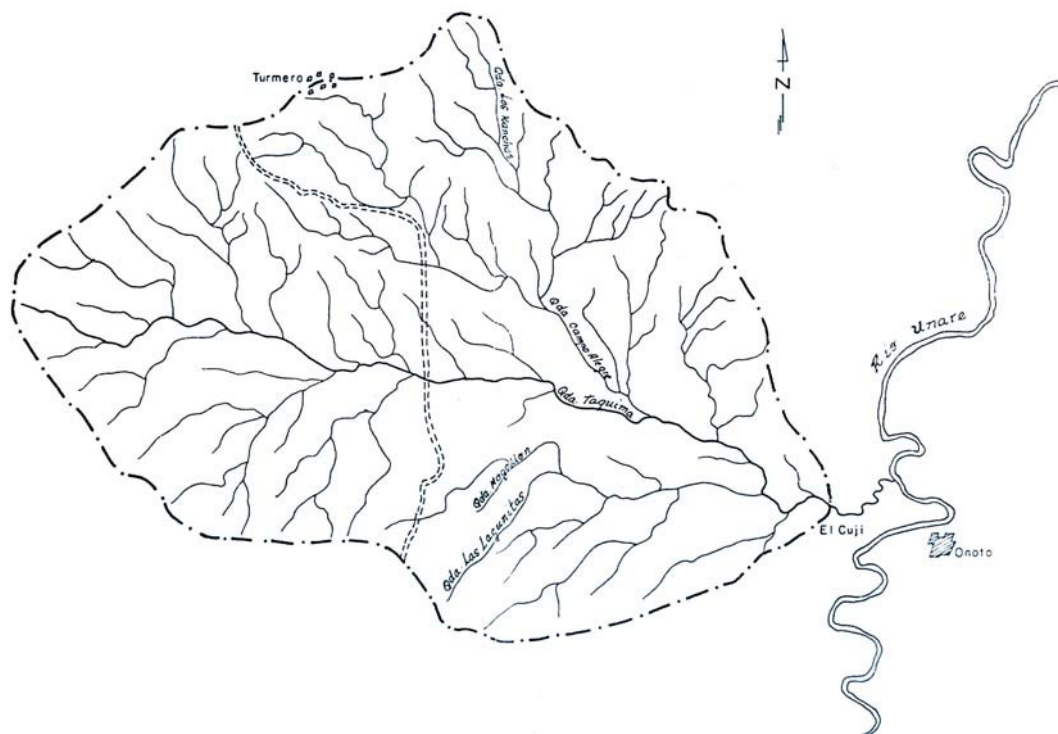


Fig. 3.5. Cuenca de "El Cují" (Fuente: Estudio Hidrológico para los embalses El Cují y El Andino. Estado Anzoátegui. Abril 1.975)

Para fijar el nivel de aguas máximas se transitó una creciente con período de retorno de 500 años, dando como resultado un nivel de aguas máximas de 33,0 m.s.n.m.

3.3.2.1.4. Presa

El sitio de presa fue seleccionado en la parte más estrecha que se encuentra a lo largo de la quebrada Taquima en esta región.

Según el proyecto original, el eje estudiado tiene una dirección aproximadamente Norte-Sur, con una longitud de unos 450 m. a la cota de 34,0 m.s.n.m., que es la cota de la cresta del terraplén.

La altura de la presa debe ser de 15 m. según los movimientos de embalse y el tránsito de creciente, además se le adiciona al nivel de aguas máximas un borde libre de 1 m., siendo la altura definitiva de 16,0 m.

La cresta del terraplén tiene un ancho de 6,0 m. y taludes de 3:1 aguas arriba, y de 2,5:1 aguas abajo.

La sección transversal es homogénea, con un dren longitudinal y vertical tipo "L" en el espaldón de aguas abajo, con el fin de facilitar el drenaje. Se contempla un dentellón con una profundidad mínima de 3,0 m. y un ancho de 4,0 m. que permite un mejor conocimiento geotécnico de la fundación.

La protección del talud aguas arriba es de enrocado y aguas abajo es con siembra de grama.

3.3.2.1.5. Toma

En el proyecto original la obra de toma está ubicada entre el cuerpo de la presa y el estribo derecho, consta de una entrada sumergida con rejilla, luego sigue una tubería de acero hasta llegar a la cámara de maniobra donde se encuentran las válvulas, para terminar en un dissipador de impacto.

La tubería es de acero corrugado, galvanizado, tiene una longitud de 68,50 m. con un diámetro interno de 0,91 m. y una pendiente del 3%; presenta

también un recubrimiento de concreto de 25 cm. de espesor. A esta tubería se le empalma una tubería de acero liso de 8,0 m. de longitud, donde se encuentran las válvulas: una de mariposa para emergencia y otra tipo compuerta para la regulación.

El dissipador de energía es del tipo impacto y fue diseñado según las recomendaciones del U.S. Bureau of Reclamation. Su longitud es de 5,45 m.

Para reducir las fuerzas de filtración del agua en el terraplén se han diseñado collares a lo largo del ducto que tienen una altura de 0,75 m. por 0,30 m. de ancho. La separación entre collares es de 10,0 m.

El gasto máximo de descarga por la toma es de $1,52 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.3.2.1.6. Aliviadero

Se encuentra ubicado en el estribo derecho. Fue diseñado utilizando una creciente con frecuencia de 100 años lo que ocasiona una carga sobre el cimacio de 1,0 m. para una descarga de $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Es del tipo de descarga libre con entrada frontal y su perfil longitudinal está formado por:

- Un canal de aproximación de 14 m. de longitud con protección de enrocado.
- Un cimacio de pared vertical de 8,0 m. de longitud y 1,0 m. de altura.

- Un canal de transición de 17,50 m. de longitud que reduce la sección de 8 m. a 5 m.
- Un canal de descarga de 30 m. de longitud a sección constante y una pendiente de 2%.
- La continuación del mismo canal, pero con una pendiente de 10% y una longitud de 44,61 m.
- Una curva que empalma el final del canal de descarga que se encuentra a la cota 21,52 m.s.n.m., con el pozo disipador que está a la cota 20,0 m.s.n.m.
- Un pozo disipador del tipo III del U.S. Bureau of Reclamation con longitud de 7,0 m. y 5,0 m. de ancho.

3.3.2.2. Descripción general del proyecto construido

El aliviadero proyectado originalmente nunca se construyó; al iniciarse el período de lluvias en 1.979 estaban concluidas las Obras de Toma, el Terraplén de la Presa y los Accesos, como lo establecía el proyecto original, faltando por construirse el Aliviadero.

Las crecientes de invierno hicieron necesario, por medida de seguridad, la excavación de un aliviadero de emergencias en el estribo izquierdo. Dicho aliviadero comienza con un canal de sección rectangular con un ancho de 8 metros. La cota de fondo es de 32,0 m.s.n.m.

Luego se observó que no era necesaria la construcción del aliviadero original, debido a la capacidad que puede retener la presa, entre el nivel de aguas máximas y el nivel de la cresta, que prácticamente es igual al volumen a nivel de aguas normales.

También se aprecia que las características del material bajo la fundación del aliviadero original (en el estribo derecho) no son buenas. Dicho material es poco resistente y aparentemente algo permeable, por lo cual es necesario recubrir todo el estribo, aguas arriba, con una carpeta de material impermeable. Mientras, el sitio del aliviadero de emergencia presenta muy buenas condiciones de fundación (arcilla no expansiva ni dispersiva), que aun después del período de lluvias se presentaba inalterada.

Las modificaciones propuestas y criterios aplicados para el nuevo diseño, fueron los siguientes:

- Se reubicó el aliviadero en el estribo izquierdo.
- Se eliminaron los muros circulares convergentes del canal de acceso.
- Se aumentaron los taludes del corte a 1,5:1, como medida de seguridad del canal de aproximación.
- No se modificó el diseño del vertedero (cimacio), ni del primer tramo de 7,55 m. del canal rápido que sigue a continuación.
- Se diseñó una transición de rectangular a trapecial, que se empata con el canal rápido, de sección trapecial, de ancho 5 m., taludes de 1:1, revestido de concreto.

- Se diseñó una curva de transición espiral, se le dio al talud exterior una sobre-elevación y, al fondo, un peralte correspondiente a la superficie que adoptaría el flujo para la condición extrema de $23 \text{ m}^3/\text{s}$, la cual corresponde al tránsito de crecientes para un período de retorno de 1000 años. La sobre-elevación tiene un factor de seguridad de dos (2), más un borde libre, previniendo ondas estacionarias y garantizando que el flujo no se desborde de los muros.
- Al final del canal rápido se diseñó un pozo disipador de energía del tipo USBR III, aplicando el método del resalto hidráulico y calculado por la ecuación de cantidad de movimiento.
- Se diseñó una transición del canal revestido a la Quebrada Taquima, protegido por un enrocado.
- El nivel de aguas (tail-Water) de la Quebrada Taquima se calculó utilizando las secciones suministradas por la Contratista.
- Toda la información topográfica fue suministrada por la Contratista.
- El nuevo diseño representa un ahorro sustancial en acero, concreto y movimiento de tierra. La principal excavación fue realizada por la necesidad urgente de un aliviadero de emergencia provisional.

3.3.2.3. Características del proyecto construido

EMBALSE

Nivel normal	32 m.s.n.m. (14 m.)
Capacidad a nivel normal	49,31 x 10 ⁶ m ³
Área inundada a nivel normal	1.270 Ha.
Nivel de aguas máximas	33 m.s.n.m (15 m.)
Capacidad a nivel de aguas máximas	78,38 x 10 ⁶ m ³
Área inundada a nivel de aguas máximas	1.450 Ha.
Nivel de aguas muertas	25,75 m.s.n.m.
Capacidad a nivel de aguas muertas	2,58 x 10 ⁶ m ³
Cota de fondo de la quebrada	18 m.s.n.m.

PRESA

Cota de cresta	34 m.s.n.m.
Longitud de cresta	510 m.
Altura máxima	16 m.
Ancho de la cresta	6 m.
Borde libre	1 m.
Pendiente del talud aguas arriba	3:1
Pendiente del talud aguas abajo	2,5:1
Tipo de sección	Homogénea de tierra
Profundidad mínima de dentellones	3,0 m.

Ancho de dentellones	4,0 m.
Volumen de relleno	175.000 m ³ .

TOMA

Estructura de entrada	Sumergida
Conducto	Sección Circular
Diámetro interior	0,91 m.
Longitud	76,5 m.
Regulación	Válvula de compuerta
Disipador	Tipo impacto, norma U.S.B.R.
Gasto máximo de descarga	1,52 m ³ /s.

ALIVIADERO

Cimacio	Cresta sin control, entrada frontal.
Sección	Rectangular
Ancho	10,0 m.
Disipador	Pozo disipador del U.S.B.R. tipo III, con 7 m. de largo y 5 m. de ancho.
Carga máxima	0,9 m.
Gasto máximo	23 m ³ /s.

3.3.3. Embalse “El Andino”

3.3.3.1 Descripción general del proyecto original

3.3.3.1.1. Ubicación

El embalse “El Andino” se encuentra sobre la quebrada El Corozo hacia el sureste de la población de Onoto, Municipio Juan Manuel Cajigal, Estado Anzoátegui (LAT. 9° 34’ N y LONG. 64° 11’ W).

3.3.3.1.2. Objetivo

Regular la quebrada “El Corozo” para controlar las inundaciones de la zona y para riego de 200 Ha. ubicadas en el Municipio Cajigal.

3.3.3.1.3. Embalse

Se realizaron varios movimientos de embalses en base a los datos aportados por el estudio hidrológico (entre 18 y 24 años de registros) para los embalses El Cují y El Andino, realizado por la división de Hidrología del M.O.P. en el año de 1.975. Se obtuvo como nivel de aguas normales la cota de 43,0 m.s.n.m., lo que permite un almacenamiento de $14 \times 10^6 \text{ m}^3$. El área de la Cuenca es de 35 Km^2 .

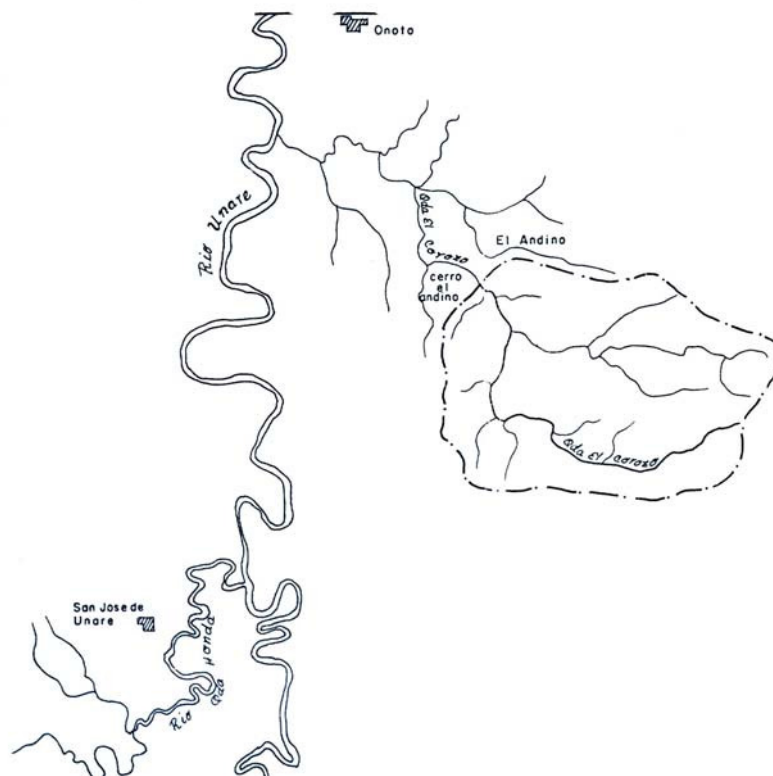


Fig. 3.6. Cuenca de "El Andino" (Fuente: Estudio Hidrológico para los embalses El Cují y El Andino. Estado Anzoátegui. Abril 1.975)

Para fijar el nivel de aguas máximas se transitó una creciente con período de retorno de 500 años, y éste da como resultado una cota de 44,50 m.s.n.m.

3.3.3.1.4. Presa

El sitio de presa está ubicado en una estrechez de la Quebrada "El Corozo", formada por colinas que tienen una dirección general Suroeste-Noreste, cuyo apoyo izquierdo es uno de los cerros principales de la región denominado El Andino.

El proyecto original contempla una altura de presa de 9,5 m. según los movimientos de embalse y tránsito de crecientes; además, se le adiciona al nivel de aguas máximas un borde libre de 1,5 m., siendo la altura definitiva de 11,0 m., y la cresta a la cota 46,0 m. con una longitud de 240,0 m.

La cresta del terraplén tiene un ancho de 6,0 m. y taludes 3:1 aguas arriba, y 2,5:1 aguas abajo.

La sección transversal es homogénea, con un dren longitudinal y vertical en el talud de aguas abajo, con el fin de facilitar el drenaje. Se contempla la colocación de un dentellón con una profundidad mínima de 3.0 m. y un ancho de 4.0 m. que permite un mejor conocimiento geotécnico de la fundación.

La protección del talud aguas arriba es de enrocado, y aguas abajo con siembra de grama.

3.3.3.1.5. Toma

En el proyecto original la obra de toma está ubicada a través del cuerpo de la presa y consta de una entrada sumergida con rejilla, luego sigue una tubería de acero recubierto de concreto, hasta llegar a la cámara de maniobra donde se encuentran las válvulas, para terminar en un dissipador de impacto.

La tubería de acero corrugado tiene una longitud de 68,50 m. con un diámetro interno de 0.91 m. y una pendiente del 3%; presenta también un recubrimiento de concreto de 25 cm. de espesor. A la tubería se le empalma una tubería de acero liso de 8,0 m. de longitud, donde se encuentran las

válvulas: una de mariposa para emergencia y otra tipo compuerta para la regulación.

El dissipador de energía es del tipo impacto y fue diseñado según las recomendaciones del U.S. Bureau of Reclamation. Su longitud es de 5,45 m.

Para reducir las fuerzas de filtración del agua en el terraplén se han diseñado collares a lo largo del ducto que tienen una altura de 0,75 m. por 0,30 m de ancho. La separación entre collares es de 10,0 m.

El gasto máximo de descarga por la toma es de 0,97 m³/s.

3.3.3.1.6. Aliviadero

Se encuentra ubicado en el estribo derecho de la presa. Fue diseñado utilizando una creciente con frecuencia de 500 años lo que ocasiona una carga sobre el cimacio de 1,5 m. para una descarga de 15,5 m³/s. Es del tipo de descarga libre con entrada frontal y su perfil longitudinal está formado por:

- Un canal de aproximación de 16,20 m. de longitud.
- Un cimacio de pared vertical de 5,0 m. de longitud y 1,0 m. de altura.
- Un canal de transición de 15,0 m. de longitud que reduce la sección de 5 m. a 4 m.
- Un canal de descarga de 45 m. de longitud de sección constante.

- Un pozo disipador del tipo III del U.S. Bureau of Reclamation con longitud de 8,0 m. y 4,0 m. de ancho.

3.3.3.2. Características del proyecto construido

EMBALSE

Nivel normal	43,0 m.s.n.m.
Capacidad a nivel normal	$14 \times 10^6 \text{ m}^3$
Nivel de aguas máximas	44,5 m.s.n.m.
Cota de fondo de la quebrada	33,5 m.s.n.m.

PRESA

Cota de cresta	46 m.s.n.m.
Longitud de cresta	240 m.
Altura máxima	11 m.
Ancho de la cresta	6 m.
Borde libre	1,5 m.
Pendiente del talud aguas arriba	3,5:1
Pendiente del talud aguas abajo	3:1
Tipo de sección	Homogénea de tierra
Profundidad mínima de dentellones	3,0 m.
Ancho de dentellones	4,0 m.

TOMA

Estructura de entrada	Sumergida
Conducto	Sección Circular
Diámetro interior	0,91 m.
Longitud	100,13 m.
Regulación	Válvula de compuerta
Disipador	Tipo impacto, norma U.S.B.R.
Gasto máximo de descarga	0,97 m ³ /s.

ALIVIADERO

Cimacio	Cresta sin control, entrada frontal.
Sección	Rectangular variable.
Ancho	5,0 m. en el cimacio 4,0 m. en el canal de descarga.
Disipador	Pozo disipador del U.S.B.R. tipo III, con 7 m. de largo y 5 m. de ancho.
Carga máxima	1,5 m.
Gasto máximo	15,5 m ³ /s.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Estudios preliminares

Luego de revisar la información bibliográfica disponible se realizó un inventario referente a las características del proyecto original, posteriormente, se estudiaron los planos de los embalses (encontrados en el Ministerio del Ambiente. “El Cují”: plano “ANZ-36-23”. “El Andino”: plano “8-ANZ-35-2”) para delimitar el espejo de agua a nivel de aguas normales.

4.2. Inspección

Se procedió a realizar la inspección visual de los embalses en estudio y de su área de influencia. Se visitó la oficina del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, ubicada en Zaraza, Edo. Guárico, en donde se ubicó al Asistente de Ingeniero Eleazar Pérez Ramos, encargado de toda la información pertinente y actualizada de los embalses de la Cuenca de Unare. Se procedió a visitar los embalses “El Andino” y “El Cují”, recorriendo las áreas más importantes, como son: Cresta, Aliviadero, Obra de Toma, Estribos, Carretera

de Acceso, etc; realizando así la inspección visual de éstas y evaluándose cualitativamente el estado físico actual.

A continuación, se procedió a trazar sobre los planos los perfiles para realizar la batimetría. A su vez, se fijaron los diferentes puntos (con sus coordenadas) sobre las secciones y se guardaron en la memoria del GPS.

Se fijó sobre la embarcación el Transductor, se realizó la serie de mediciones con la Ecosonda y luego se verificaron dichas medidas con un sondeo manual. Haciendo uso de la Ecosonda, el GPS (navegador) y la brújula, se obtuvieron los perfiles que determinaron la profundidad de los sedimentos para cada embalse. Para esto se utilizan el GPS (para ubicar el punto inicial de cada perfil, seleccionado en el plano en la etapa preliminar) y la brújula (para determinar la dirección, conociendo el azimut de la línea que define la sección).

Por medio de los encargados de la zona, se obtuvo información sobre los programas de mantenimiento y operación existentes para cada embalse, identificando los pasos que se ejecutan durante las maniobras, pero sin encontrar informe o especificación de una verdadera planificación en cuanto al mantenimiento y la operación de los embalses “El Andino” y “El Cuji”.

4.3. Análisis de la información obtenida

Para determinar el volumen de sedimentos depositados y la vida útil de la presa, se analizaron los datos obtenidos con la batimetría y la topografía original del vaso de almacenamiento.

Se estudiaron los problemas observados en las inspecciones visuales y se compararon con las inspecciones realizadas en años anteriores, evaluando las variaciones presentadas entre ambos periodos, recomendadas en diagnósticos previos y ubicando también los nuevos deterioros hallados.

Se consultaron textos especializados en Presas para investigar los criterios de mantenimiento que deben aplicarse en una presa, así como, las modalidades de operación que requieren los distintos tipos de usos de las presas. También se encontró información referente a la inspección periódica que debe realizarse en la estructura y en sus equipos de operación.

4.4. Procedimiento de cálculo

Se procedió a digitalizar los resultados obtenidos por la Ecosonda, utilizando como herramienta un programa de dibujo asistido por computadora. Estos resultados se llevaron a escala y se colocaron sobre los perfiles de la topografía original del vaso de almacenamiento, para hallar el área de los sedimentos en cada sección. Posteriormente, se aplicó el método de Diagrama

de Masas donde se obtiene el volumen de los sedimentos que existe entre cada sección.

$$V_{ps} = \frac{D}{2} * (A_i + A_{i+1})$$

donde:

V_{ps} : Volumen parcial de los sedimentos.

D: Distancia entre las secciones.

A_i : Área de los sedimentos en la sección "i"

A_{i+1} : Área de los sedimentos en la sección "i+1"

La sumatoria de los volúmenes indica el volumen parcial de los sedimentos para el área en el cual se realizó la batimetría, se consideró que en el resto del embalse la acumulación de sedimentos es proporcional al volumen de sedimentos del área estudiada. El volumen total de los sedimentos se obtuvo por medio de un factor, y se calculó de la siguiente manera:

$$V_s = \frac{(V_{NAN} * V_{ps})}{V_p}$$

donde:

V_s : Volumen total de los sedimentos.

V_{NAN} : Volumen a Nivel de Aguas Normales.

V_{ps} : Volumen parcial de los sedimentos.

V_p : Volumen parcial del embalse.

Luego se obtuvo la curva de Cota – Capacidad para la zona estudiada en cada embalse, calculando el volumen de agua por cada metro unitario de profundidad, aplicando el método de Diagrama de Masas.

Se aplicó el método del área incremental para comparar los resultados obtenidos mediante el Diagrama de Masas. Para este método, se requiere conocer la altura de sedimentos al pie del talud (h_o [m]), y con ese valor conocer el volumen muerto (V_o [m³]) y el área a esa altura de sedimento (A_o [m²]). Para aplicar la siguiente fórmula:

$$V_s = V_o + A_o * (H - h_o)$$

donde:

V_s : Volumen de sedimentos en todo el embalse.

V_o : Volumen de sedimentos obtenido de la curva Área-Capacidad-Cota al pie del talud.

A_o : Área de sedimentos obtenido de la Curva Área-Capacidad-Cota al pie del talud.

H: altura a nivel de aguas normales. Dato de construcción.

h_o : altura de sedimentos al pie del talud. Obtenido por batimetría.

Para el cálculo del % de sedimentación en cada embalse, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sedimentación} = \left(\frac{V_s}{V_{NAN}} \right) * 100$$

donde:

V_s : Volumen de sedimentos en todo el embalse.

V_{NAN} : Volumen a Nivel de Aguas Normales.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADO

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Inspección visual “El Cují”

FECHA: 02 de Septiembre de 2.003.

PRESA: EL CUJÍ.

UBICACIÓN: Quebrada Taquima – Noroeste de Onoto, Edo. Anzoátegui.

NIVEL DE AGUA DEL EMBALSE: 30,70 m.s.n.m. (N.A.N.= 32 m.s.n.m)

TERRAPLÉN: Homogéneo de Tierra.

- Piezómetros: No tiene
- Inclínómetros: No tiene
- Barras de asentamiento: No tiene
- Pozos de alivio: No tiene
- Puntos superiores de asentamiento: No tiene
- Miras en el embalse: Si tiene (Se encuentran en buen estado)
- B.M.: No tiene
- Pozos terminales y/o casetas: No tiene
- Canaleta recolectora: No se pudo observar, seguramente azolvada.
- Equipo sismográfico: No tiene
- Otros instrumentos: No tiene

Talud aguas arriba: Con bastante vegetación (Cují, maleza)

- Enrocado: No se pudo observar.
- Protección: Asfaltado, lo poco que se observó se encontraba en buen estado.

Talud aguas abajo: Mucha maleza y Cují. Las cárcavas existentes fueron reparadas.

- Enrocado: No tiene
- Otro tipo de protección: La propia maleza (debería tener vegetación natural poco densa).
- Erosión: No tiene
- Saturación: No tiene
- Deslizamientos: No tiene

Pie de talud: No se observó por la maleza, presencia de laguna

- Levantamientos: No tiene

Filtraciones en el estribo: No se observaron

- Manantiales: No tiene

Filtraciones en la presa: No tiene

- Humedecimiento del terreno: No tiene

Cresta: De asfalto, en regular estado.

- Asentamientos: No tiene
- Grietas transversales: No tiene
- Grietas longitudinales: No tiene
- Pavimento: Falta de mantenimiento
- Defensa: No tiene
- Vegetación: Muy poca
- Otros detalles: --

ALIVIADERO:

- Funcionamiento: Con mas de 5 años sin operar.

- Duración de la operación: No se encontró esta información.
- Altura de la lámina de agua: No se encontró esta información.
- Nivel máximo de lámina de agua durante la operación: No se encontró esta información.
- Cimacio: En buen estado, pero el canal de aproximación se encuentra totalmente cubierto de vegetación.
- Rápido: En buen estado.
- Muros laterales: En buen estado, los taludes presentan vegetación muy densa.
- Pozo disipador: Con abundante vegetación, sedimentado, colmatado.
- Canal de descarga: No se pudo observar.
- Compuertas radiales: No tiene
- Funcionamiento de aparatos de levantamiento: No tiene
- Equipos de emergencia: No tiene
- Erosión: No tiene

OBRA DE TOMA: Toma sumergida con válvulas en la descarga.

ENTRADA:

- Tipo: Toma sumergida
- Rejillas: Si tiene
- Compuertas: No tiene

TÚNEL: No tiene

- Funciona?: --
- Filtraciones de agua: --
- Iluminación: --
- Ventilación: --

TUBERÍAS: Si tiene (Tubería de acero de diámetro interno de 0.91 m., según proyecto tubería de metal corrugado, galvanizado, a través del cuerpo de la presa).

- Funcionan?: Si funcionan
- Soldadura: --
- Existen fugas de agua?: No tiene
- Vibraciones o ruidos anormales: No tiene

JUNTAS DE EXPANSIÓN:

- Existen fugas de agua?: No tiene
- VENTOSAS: No tiene
- Existen fugas de agua: --

CORROSIÓN: No tiene

- Ubicación: --
- Porcentaje de cobertura: --

COMPUERTAS O VÁLVULAS DE EMERGENCIA: Si tiene

- Numero de unidades: Una
- Tipo: Válvula de mariposa
- Cuántas no funcionan?: --
- Presentan fallas mecánicas: No tiene
- Presentan fallas eléctricas: No tiene
- Existe corrosión?: Seguramente, por estar sumergidas

debido a las filtraciones por lluvia.

COMPUERTAS O VÁLVULAS DE REGULACIÓN: Si tiene

- Número de unidades: Una
- Tipo: Válvula de compuerta
- Cuántas no funcionan?: --
- Presentan fallas mecánicas: No tiene
- Presentan fallas eléctricas: No tiene

- Existe corrosión?: Seguramente, por estar sumergidas debido a las filtraciones por lluvia.

CÁMARA DE MANIOBRAS: se encontraba llena de Murciélagos y Avispas.

- Existen filtraciones de agua?: Si existen
- Iluminación: No tiene
- Ventilación: Si tiene

CANAL DE DESCARGA: Estaba descargando menos de 1 l/s, el canal se encuentra con vegetación escasa.

EQUIPO ADICIONAL: No tiene

- Planta eléctrica de emergencia: No tiene
- Polipastos y grúas: No tiene
- Equipos de soldadura: No tiene
- Equipos de Sand Blasting: No tiene
- Sistema de escaleras: No tiene
- Extinguidor de incendios: No tiene
- Otros equipos (especificar): No tiene

CUERPO DE AGUA: El vaso de almacenamiento no fue desforestado.

Troncos:

- Escaso: Si
- Medio: --
- Abundante: --

Malezas acuáticas:

- 5 Ha: --
- 5-20 Ha: --
- 20-100 Ha: Si
- 100 o mas Ha: --

Deslizamientos en el vaso: No tiene

CARRETERA DE ACCESO: Se encuentra transitable pero necesita mantenimiento.

- Pavimento: Si, necesita mantenimiento.
- Alcantarillas: No tiene

CANALES DE RIEGO: Si tiene (en buen estado, presenta poca vegetación)

SISTEMA DE ILUMINACIÓN: No tiene

- Cresta: No tiene
- Acceso: No tiene
- Aguas abajo: No tiene
- Otras estructuras: No tiene

OBSERVACIONES ADICIONALES:

- a) La toma de agua para Onoto es operada por HIDRO-CARIBE. Desde Onoto, por medio de camiones cisternas, llevan el agua a otros pueblos como San Pablo, etc.
- b) El canal de descarga de la toma, se encuentra con vegetación insipiente.
- c) Vaso sin desforestar.
- d) La vía de acceso al aliviadero presenta abundante maleza, la cual debe ser removida para prestarle mantenimiento al aliviadero.
- e) Posibles existencias de lagunas aguas arriba del embalse que captan las aguas superficiales que se dirigen a la quebrada, las cuales son hechas por los hacendados para obtener agua para su ganado y/o riego.

- f) En verano, el nivel de aguas se encuentra hasta 3 metros por debajo del nivel de aguas normales.
- g) La cámara de maniobras se encuentra llena de agua, debido a las filtraciones ocasionadas por las fuertes lluvias presentes en la zona. Habitan animales como avispas y murciélagos.
- h) Revisar el ducto y las válvulas de la toma, para realizar los respectivos mantenimientos.



Foto 5.1. Canal de aproximación, con bastante cobertura vegetal. Embalse “El Cují”.



Foto 5.2. Vegetación a la entrada del cimacio. Embalse “El Cují”.



Foto 5.3. Canal rápido en buen estado, pozo disipador con abundante vegetación. Embalse “El Cují”.



Foto 5.4. Canal rápido del aliviadero en buen estado. Embalse “El Cujj”.



Foto 5.5. Pozo dissipador colmatado y con abundante vegetación. Embalse “El Cují”.



Foto 5.6. Miras en el embalse en buen estado y completas. Embalse "El Cuji".



Foto 5.7. Pozo disipador de impacto y canal de descarga de la toma para riego. Embalse “El Cuji”.



Foto 5.8. Válvula de emergencia (mariposa), se observa la inundación en la cámara de maniobras. Embalse “El Cuji”.

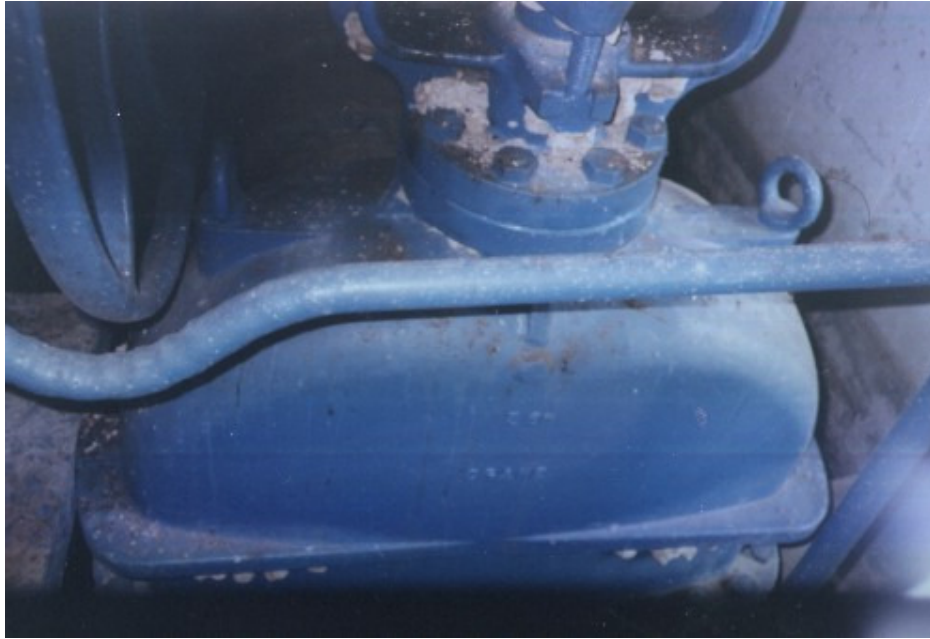


Foto 5.9. Válvula de compuerta utilizada para regular. Embalse “El Cují”.



Foto 5.10. Vaso de almacenamiento sin desforestar. Embalse “El Cují”.



Foto 5.11. Bombas para la toma de agua para abastecimiento de Onoto. Embalse “El Cují”.

5.2. Inspección visual “El Andino”

FECHA: 02 de Septiembre de 2.003.

PRESA: EL ANDINO.

UBICACIÓN: Quebrada EL COROZO – Sureste de Onoto, Edo. Anzoátegui.

NIVEL DE AGUA DEL EMBALSE: 41,98 m.s.n.m. (N.A.N.= 43 m.s.n.m)

TERRAPLÉN: homogéneo de Tierra

- Piezómetros: No tiene
- Inclínómetros: No tiene
- Barras de asentamiento: No tiene
- Pozos de alivio: No tiene
- Puntos superiores de asentamiento: No tiene
- Miras en el embalse: Si tiene, faltan las tablillas indicadora

de la cota

- B.M.: No tiene
- Pozos terminales y/o casetas: No tiene
- Canaleta recolectora: Si, en buen estado
- Equipo sismográfico: No tiene
- Otros instrumentos: No tiene

Talud aguas arriba:

- Enrocado: No se pudo observar
- Protección: Maleza y Cují

Talud aguas abajo:

- Enrocado: No tiene
- Otro tipo de protección: Maleza, arbustos
- Erosión: No tiene
- Saturación: No tiene

- Deslizamientos: No tiene

Pie de talud:

- Levantamientos: No tiene
- Filtraciones en el estribo:
- Manantiales: No tiene
- Filtraciones en la presa:
- Humedecimiento del terreno: No tiene

Cresta:

- Asentamientos: No tiene
- Grietas transversales: No tiene
- Grietas longitudinales: No tiene
- Pavimento: Mal estado
- Defensa: No tiene
- Vegetación: Si, muy densa
- Otros detalles: --

ALIVIADEROS: Ubicado en el estribo izquierdo.

- Funcionamiento: 5 años sin operar aproximadamente.
- Duración de la operación: No se encontró esta información.
- Altura de la lámina de agua: No se encontró esta información.
- Nivel máximo de lámina de agua durante la operación: No se encontró esta información.
- Cimacio: En buen estado, canal de aproximación cubierto de vegetación densa y encima del cimacio existe una cerca de alfajol.
- Rápido: Cubierto de maleza.
- Muros laterales: En buen estado, taludes cubiertos de vegetación
- Pozo disipador: con poca vegetación

- Canal de descarga: con poca vegetación
- Compuertas radiales: No tiene
- Funcionamiento de aparatos de levantamiento: No tiene
- Equipos de emergencia: No tiene
- Erosión: No tiene

OBRA DE TOMA:

ENTRADA:

- Tipo: Toma sumergida
- Rejillas: No se pudo observar
- Compuertas: No tiene

TÚNEL: No tiene

- Funciona?: --
- Filtraciones de agua: --
- Iluminación: --
- Ventilación: --

TUBERÍAS:

- Funcionan?: Si funciona
- Soldadura: --
- Existen fugas de agua?: No tiene
- Vibraciones o ruidos anormales: No tiene

JUNTAS DE EXPANSIÓN: No tiene

- Existen fugas de agua?: No tiene

VENTOSAS: No tiene

- Existen fugas de agua: No tiene

CORROSIÓN: No se pudo observar

- Ubicación:
- Porcentaje de cobertura:

COMPUERTAS O VÁLVULAS DE EMERGENCIA:

- Numero de unidades: Una
- Tipo: Válvula de mariposa
- Cuántas no funcionan?:
- Presentan fallas mecánicas: No tiene
- Presentan fallas eléctricas: No tiene
- Existe corrosión?: Seguramente por encontrarse

sumergidas debido a las filtraciones por las lluvias.

COMPUERTAS O VÁLVULAS DE REGULACIÓN:

- Número de unidades: Una
- Tipo: Válvula de compuerta
- Cuántas no funcionan?:
- Presentan fallas mecánicas: No tiene
- Presentan fallas eléctricas: No tiene

CÁMARA DE MANIOBRAS:

- Existen filtraciones de agua?: Si existen
- Iluminación: No tiene
- Ventilación: Si tiene

CANAL DE DESCARGA: Presenta mucha vegetación.

EQUIPO ADICIONAL:

- Planta eléctrica de emergencia: No tiene
- Polipastos y grúas: No tiene
- Equipos de soldadura: No tiene
- Equipos de Sand Blasting: No tiene
- Sistema de escaleras: No tiene
- Extinguidor de incendios: No tiene
- Otros equipos (especificar): No tiene

CUERPO DE AGUA:

Troncos:

- Escaso: Si
- Medio: --
- Abundante: --

Malezas acuáticas:

- 5 Ha: --
- 5-20 Ha: Si
- 20-100 Ha: --
- 100 o mas Ha: --

Deslizamientos en el vaso: No tiene

CARRETERA DE ACCESO: Mal estado.

- Pavimento: No tiene
- Alcantarillas: No tiene

CANALES DE RIEGO: Si tiene (en buen estado, presenta vegetación densa)

SISTEMA DE ILUMINACIÓN: No tiene

- Cresta: No tiene
- Acceso: No tiene
- Aguas abajo: No tiene
- Otras estructuras: No tiene

OBSERVACIONES ADICIONALES:

- a) La cámara de maniobras se encuentra llena de agua, debido a las filtraciones ocasionadas por las fuertes lluvias presentes en la zona.
- b) El canal de descarga de la toma, se encuentra con cobertura vegetal densa.

- c) Posibles existencias de lagunas aguas arriba del embalse, las cuales son hechas por los hacendados para obtener agua para su ganado y/o riego.
- d) La carretera de acceso se encuentra en deplorable estado, encontrándose varias zonas con zanjas, producto de las lluvias y vehículos de carga pesada.
- e) En la zona se encuentra una estación piscícola dotada de: planta eléctrica, tanques de almacenamiento, campamentos y laboratorios, éstos se encuentran abandonadas en su totalidad.
- f) Revisar el ducto y las válvulas, de la toma, para realizarle sus respectivos mantenimientos.
- g) Remover la reja tipo alfajol ubicada sobre el cimacio, para detener la fuga de peces (cachamas) durante las crecidas.



Foto 5.12. Canal de aproximación con vegetación densa. Embalse “El Andino”.



Foto 5.13. Parados en el cimacio viendo el canal de aproximación, con vegetación muy densa. Embalse “El Andino”.



Foto 5.14. Reja alfajol ubicada sobre el cimacio. Embalse "El Andino".



Foto 5.15. Cimacio y canal rápido. Vegetación densa en los taludes del aliviadero. Embalse "El Andino".



Foto 5.16. Pozo disipador con poca vegetación. Embalse "El Andino".



Foto 5.17. Cimacio y canal rápido con abundante vegetación. Embalse "El Andino".



Foto 5.18. Miras de la presa, les falta la tablilla indicadora de cota. Embalse "El Andino".



Foto 5.19. Cresta sin asfaltar y taludes con abundante vegetación. Embalse "El Andino".



Foto 5.20. Vegetación densa en el espejo de agua. Embalse “El Andino”.



Foto 5.21. Válvula de emergencia (mariposa), inundación de la cámara de maniobras. Embalse “El Andino”.



Foto 5.22. Válvula de compuerta utilizada para regulación. Se observa la inundación de la cámara de maniobras. Embalse “El Andino”.



Foto 5.23. Canal de descarga de la toma para riego, obstruida por la densa vegetación. Embalse “El Andino”.



Foto 5.24. Vía de acceso, en pésimo estado. Embalse “El Andino”.

5.3. Estado físico de los embalses

5.3.1. Embalse “El Cují”

Las instalaciones del embalse “El Cují” no cuentan con una serie de equipos importantes para el conocimiento del estado físico de la presa, tales como: Piezómetros, Inclínómetros, Barras de asentamientos, Pozos de alivio y Equipo sismográfico; sólo posee las miras (indicadoras del nivel de aguas). Los taludes de la presa se encuentran cubiertos de vegetación (cují y maleza), lo cual impide observar el enrocado y la protección del talud aguas arriba, y el estado del talud aguas abajo (posibles presencias de deslizamientos, filtraciones, asentamientos, etc.) lo que hace imposible observar el pie del talud. La cresta del tapón se encuentra con un asfalto agrietado por la falta de mantenimiento y sin defensas.

El aliviadero tiene alrededor de 5 años sin operar (según el encargado del embalse). Cabe recalcar, que al momento de la inspección, el embalse se encontraba 1,30 metros por debajo del nivel de aguas normales, que se realiza a la mitad del período de lluvias (02/09/2003). La falta de funcionamiento del aliviadero y su inadecuado mantenimiento ha generado la proliferación de la vegetación en el canal de aproximación y en el pozo disipador. El cimacio, al igual que el rápido y las paredes del aliviadero, se encuentran en buen estado, pero la excesiva vegetación que se encuentra en la unión del canal de aproximación y el cimacio trae como consecuencia la reducción de la eficiencia hidráulica al momento de una creciente.

El canal de descarga de la toma para riego se encuentra parcialmente azolvado y con vegetación incipiente, lo cual influye al momento del funcionamiento de la toma (la cual se encuentra cerrada). La cámara de

maniobras se encuentra inundada por las filtraciones producidas por las lluvias, lo que impide la verificación del funcionamiento de las válvulas (de mariposa y compuerta). Al parecer, según el encargado del embalse, ambas se encuentran en buen estado. En la cámara de maniobras se observa la presencia cuantiosa de animales (avispas y murciélago).

El vaso de almacenamiento no fue desforestado en su momento de llenado, lo cual trajo como consecuencia la existencia de troncos, los cuales sobresalen del espejo de agua. No se encontraron, a pesar de ello troncos flotando, pero sí una abundante concentración de bora a las orillas del espejo de agua.

La carretera de acceso al embalse se encuentra transitable, pero con necesidades de mantenimiento. La falta de iluminación a lo largo de la vía, al igual que en el resto del embalse, limita la observación de cualquier anomalía en horas nocturnas.

5.3.2. Embalse “El Andino”

Se destaca, al momento de la visita técnica, que el agua se encontraba un metro por debajo del nivel de aguas normales, realizándose esta inspección a la mitad del período de lluvias (02/09/2003).

Este embalse, al igual que el anterior, no cuenta con una serie de equipos importantes para el conocimiento del estado físico de la presa, tales como: Piezómetros, Inclinómetros, Barras de asentamientos Pozos de alivio, Equipo sismográfico; las miras sí se encuentran, pero les falta la tablilla indicadora de las cotas. Los taludes de la presa se encuentran muy densos con

vegetación no recomendada (maleza y cují), lo cual imposibilita la observación del enrocado y la protección en el talud de aguas arriba, y de las anomalías en el talud aguas abajo (como deslizamientos, filtraciones, asentamientos, etc.); hacia aguas abajo es imposible observar el pie del talud, debido a las mismas razones antes expuestas. La cresta del tapón se encuentra en mal estado, sin asfalto y con huecos, debido al paso de vehículos y a las lluvias.

El aliviadero tiene alrededor de 5 años sin operar (según el encargado del embalse). La falta de operación del aliviadero y el inadecuado mantenimiento ha generado la proliferación de abundante vegetación en el canal de aproximación, llegando a encontrarse árboles de más de 3 metros de altura. El cimacio, al igual que el rápido y las paredes del aliviadero, se encuentran en buen estado; sin embargo, se destaca una reja de alfajor, ubicada encima del cimacio, para evitar la fuga de los peces cultivados en el embalse (cachamas) durante las crecidas; esto hace pensar en la posible obstrucción total del aliviadero al presentarse una creciente, lo cual es perjudicial para la vida de la presa y sobre todo un peligro para las poblaciones y haciendas aguas abajo del embalse, al momento de una falla del aliviadero.

El canal de descarga de la toma para riego se encuentra totalmente azolvado y con abundante vegetación, lo cual influye al momento de la abertura de las válvulas de la toma. La cámara de maniobras se encuentra inundada por las filtraciones de las aguas de lluvias, lo que impide la verificación del funcionamiento de las válvulas (de mariposa y compuerta); al parecer, según el encargado del embalse, ambas se encuentran en buen estado. No existe caminería alguna que llegue hasta la caseta de operación, el acceso se realiza a través de una pica ubicada en el estribo izquierdo, abriendo paso con un machete a medida que se avanza.

No se encuentran troncos en el vaso de almacenamiento; pero sí una proliferación excesiva de bora, a veces franjas de 30 metros ubicadas en las orillas y en zonas centrales del espejo de agua.

La carretera de acceso al embalse se encuentra intransitable para vehículos sin tracción en las cuatros ruedas. La falta de iluminación a lo largo de la vía, al igual que en el resto del embalse, limita la observación de cualquier anomalía en horas nocturnas.

La estación piscícola que se encuentra en el embalse consta de una infraestructura y de una serie de equipos, los cuales se encuentran totalmente abandonados y, según el personal de la zona, nunca se han puesto en funcionamiento.

5.4. Uso actual de los embalses

5.4.1. Embalse El Cují

Este embalse actualmente abastece, con un gasto de 40 lts/s. de agua potable, a la población de Onoto y, por medio de camiones cisternas, a otras poblaciones cercanas, como por ejemplo, a la población de San Pablo.

El control de crecientes se realiza sin ningún inconveniente por encontrarse bajo generalmente, el nivel de agua. La toma para riego no se encuentra en funcionamiento u operación y, debido a la vegetación que se encuentra en el canal de descarga, se puede concluir que desde hace tiempo no se abren las válvulas. La toma no está descargando un caudal ecológico que

ayude, aguas abajo, al mantenimiento del Río Unare y de las Lagunas de Unare y Píritu.

El embalse esta cumpliendo un objetivo: el control de crecientes, lo que permite a los ganaderos y agricultores realizar su limitada actividad sin ningún peligro de inundación.

5.4.2. Embalse El Andino

Sólo se usa como mitigador de crecientes porque no se está descargando agua por la toma, para el riego de las 200 ha. ubicadas en el Municipio Cajigal, ni tampoco, se esta dejando un caudal ecológico que ayude a la subsistencia del Río Unare y de las Lagunas cercanas al Mar Caribe. Se observa el canal de descarga de la toma con bastante vegetación, lo que indica que desde hace tiempo la obra de toma no se está operando.

Al cumplir el embalse con el objetivo de control de crecientes, se le está asegurando a los campesinos y hacendados aguas abajo de la presa, que su restringida actividad agrícola y/o ganadera no está corriendo peligro de inundación.

5.5. Análisis de los criterios de operación de los embalses

5.5.1. Embalse “El Cuji”

La operación del embalse no se está desarrollando de una manera planificada, el encargado del embalse decide a su propio criterio, si es

necesario abrir la válvula de la toma para riego, la cual permanece cerrada la mayor parte del año; el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales ubicado en Zaraza, ordena mediante los ingenieros de la zona, la apertura de la válvula de regulación, sin aplicar algún criterio de operación.

La toma para el abastecimiento de agua para la población de Onoto esta siendo operada por Hidro-Caribe, realizándose de una manera aceptable, aunque la presencia de tomas ilegales a lo largo de la tubería reducen la eficiencia del sistema.

El personal del embalse no cuenta con un sistema de comunicación (teléfono, radio, etc.) para casos de emergencias cuando se requiera comunicar cualquier anomalía, o para la operación de las válvulas al momento de presentarse una crecida. Tampoco se cuenta con un juego de herramientas que ayude a la reparación provisional de cualquier mecanismo.

Se debe variar el nivel del agua en el embalse a través de maniobras con la válvula de regulación, con el fin de evitar la propagación, tanto de algas u otras vegetaciones acuáticas como de mosquitos palúdicos o contagiosos.

5.5.2. Embalse “El Andino”

En el embalse “El Andino” la operación no se desarrolla de una manera planificada, el encargado del embalse decide, a su propio criterio, si es necesario abrir la válvula de la toma, la cual permanece cerrada la mayor parte del año; en ocasiones, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales

ubicado en Zaraza, ordena la apertura de la válvula de regulación sin la aplicación de criterio alguno.

Se debe planificar la buena maniobra de la válvula de regulación para variar el nivel de agua del embalse, con el fin de evitar la propagación de algas u otra vegetación acuática, e impedir la propagación de mosquitos palúdicos o contagiosos.

El personal encargado del embalse no cuenta con sistema de comunicación (teléfono, radio, etc.) para casos de emergencias cuando se necesite avisar cualquier anomalía, o la operación de las válvulas al momento de presentarse una crecida. Tampoco cuenta con herramientas que auxilie a la reparación temporal de cualquier mecanismo.

5.6. Programas de mantenimiento de los embalses

En el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales no se encontraron los programas de mantenimiento a realizar en los embalses, en dichos programas se deben especificar las frecuencias y los mantenimientos a efectuarse en cada elemento de los embalses.

Desde hace tres años el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales no ha realizado una inspección a los embalses, esto trae como consecuencia, una falta de mantenimiento, incrementada en los últimos años, que ha generado la proliferación de la vegetación en las distintas áreas, provocando una menor eficiencia de los componentes de la presa, como

aliviadero, canal de riego, etc., y afectando la visibilidad de los taludes del tapón, lo cual es muy importante para la detección de cualquier anomalía, como filtraciones, cárcavas, asentamientos, fuentes y otras.

En las áreas protegidas de las cuencas de los embalses existen personas que realizan actividades de agricultura y ganadería, las cuales son perjudiciales para la vida útil de los embalses, ya que implica la quema y tala de dicha área, provocando la erosión de los suelos e incrementando el arrastre de sedimentos hacia los embalses. Mantener estas zonas bajo vigilancia es importante, para evitar que las personas las invadan y realicen actividades perjudiciales para la vida útil de los embalses.

También se tiene la presencia de lagunas artificiales sobre la cuenca de aporte de ambos embalses, las cuales fueron creadas por los hacendados que habitan en la zona, con el fin de abastecer el riego para sus cultivos y el consumo de agua para la ganadería. Estas lagunas artificiales impiden que el agua de las lluvias escurra hacia el vaso de almacenamiento, provocando la disminución del nivel del agua de los embalses y esto puede inducir al desecamiento de los embalses.

5.7. Análisis del uso potencial de los embalses.

5.7.1. Embalse “El Cuji”

Este embalse, está previsto para el riego de 500 Ha., del Municipio Cajigal, el abastecimiento de agua potable para la población de Onoto y el control de crecientes. Aún no se ha desarrollado la posible zona de riego; y el

control de crecientes sólo protege las vegas de una zona de ganadería. No se estima otros usos futuros.

Operar de una manera planificada la toma para riego, es la principal solución para cumplir con todos los usos estimados en el proyecto original, para esto se requiere el debido mantenimiento de las válvulas y del canal de descarga. A su vez se debe fomentar una educación, la cual debe ser dirigida hacia los hacendados y campesinos de la zona, para que el aprovechamiento del riego se realice de una forma práctica, económica y productiva.

Hay que tomar en cuenta el nivel de los sedimentos encontrados en el fondo del vaso de almacenamiento, el cual está cercano al nivel de aguas muertas, esto indica la disminución de la vida útil del embalse, debido a que reduce la capacidad de almacenamiento. También puede causar la obstrucción de la toma para riego, ya que esta tiene tiempo sin operar y puede quedar sedimentada.

El abastecimiento de Onoto se está realizando de una manera satisfactoria, adicionalmente se está abasteciendo las poblaciones cercanas, como: San Pablo (por medio de cisternas).

La extracción de un caudal ecológico, representa gran importancia dentro del aprovechamiento del uso potencial del embalse, debido a que parte de este caudal contribuye con el Río Unare ayudando a preservar las Lagunas de Unare y Píritu las cuales sirven de criaderos de camarones y peces, aumentando el valor del ecosistema y constituyendo fuentes de alimento a las poblaciones cercanas, así como el desarrollo del comercio.

5.7.2. Embalse “El Andino”

Este embalse, previsto para control de inundaciones y riego de 200 Ha., del Municipio Cajigal, puede constituir una fuente de abastecimiento alterna a la población de Onoto y sus alrededores. También, se han realizado estudios para la construcción de estaciones piscícolas, las cuales pueden ser equipadas y puestas en funcionamiento, debido a que la infraestructura está construida.

El control de inundaciones se cumple sin ningún problema, mientras que el riego de 200 Ha. presenta problemas por la falta de indicaciones para la operación de la válvula de regulación, como el mal estado en que se encuentra el canal de descarga. También se instituir una adecuada formación hacia los hacendados y campesinos de la zona, de cómo regar sus cultivos de forma práctica, económica y productiva.

Se debe tomar en cuenta el nivel de los sedimentos que se encuentran en el fondo del vaso de almacenamiento, los cuales limitan la vida útil del embalse, disminuyendo la capacidad de almacenamiento y además pueden provocar la obstaculización de la toma para el riego.

Un aprovechamiento para un uso potencial importante es la extracción de un caudal ecológico para la conservación del Río Unare y de las Lagunas de Unare y Píritu, Estas lagunas generan una gran cantidad de camarones y peces, incrementando el valor del ecosistema y aportando fuentes de alimentos a las poblaciones, como a su vez una mejora del comercio en la zona.

5.8. Determinación de los sedimentos en los embalses.

En el Embalse “El Cují”, se presentan problemas al momento de realizar la batimetría, debido a los troncos no deforestados que se encuentran en el espejo de agua. Éstos interfieren durante el recorrido de la lancha, mientras se realiza la batimetría, lo cual no permite la obtención de todos los perfiles estudiados en el plano, por presentarse gran cantidad de troncos en las zonas más alejadas del tapón.

En el Embalse “El Andino”, la incipiente vegetación acuática presentada en la zona más alejada al tapón (en el espejo de agua) restringió el paso con la lancha, evitando tomar las respectivas medidas con la ecosonda en dicha zona.

5.8.1. Método de diagrama de masas

Tabla 5.1. Cálculo del volumen de sedimento en el embalse “El Cují” por el método del diagrama de masas.

Perfil	d	A_s	V_{ps}	A_p	V_p
A		3.420 m ²		7.548 m ²	
	250 m		935.695 m ³		1.818.562 m ³
B		4.065 m ²		7.000 m ²	
	245 m		982.242 m ³		1.855.017 m ³
C		3.953 m ²		8.142 m ²	
	370 m		1.172.013 m ³		3.156.935 m ³
D		2.382 m ²		8.922 m ²	
			3.089.951 m³		6.830.514 m³

V_a	3.740.564 m³
V_{NAN}	49.000.000 m³
V_s	22.306.586 m³
% de sedimentación	47 %

- Distancia (d): medida entre dos secciones (perfiles).
- Área parcial de sedimentos (A_s): área comprendida entre la topografía original y la batimetría.
- Volumen parcial de sedimentos (V_{ps}): volumen comprendido entre dos áreas parciales de sedimentos.
- Área parcial (A_p): área comprendida entre la topografía original y el nivel de agua.

- Volumen parcial del embalse (V_p): volumen comprendido entre dos áreas parciales.
- Volumen de agua (V_a): volumen comprendido entre la batimetría y el nivel de agua.

$$V_a = V_p - V_{ps}$$

- Volumen de sedimentos en todo el embalse (V_s)

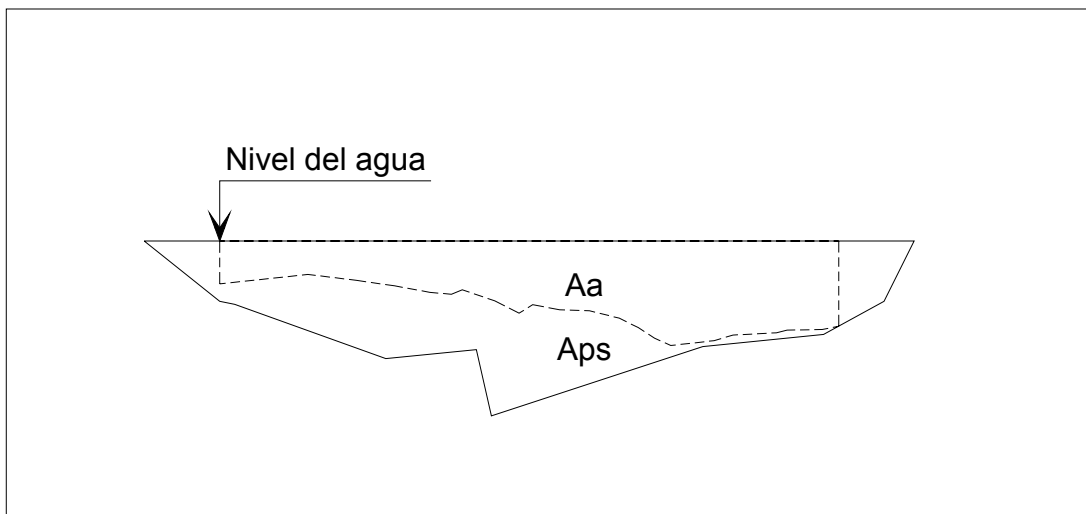


Fig 5.1. Perfil batimétrico.

Para subsanar esta limitación, se consigue un factor, ya antes explicado, que relacione la parte estudiada con la embarcación, con el embalse total a nivel de aguas normales.

Tabla 5.2. Cálculo del volumen de sedimento en el embalse "El Andino".

Perfil	d	A_s	V_{ps}	A_p	V_p
A		1.171 m ²		4.598 m ²	
	255 m		296.022 m ³		941.364 m ³
B		1.151 m ²		2.785 m ²	
	250 m		460.541 m ³		926.563 m ³
C		2.534 m ²		4.627 m ²	
	250 m		363.847 m ³		734.375 m ³
D		377 m ²		1.248 m ²	
	245 m		140.442 m ³		475.208 m ³
E		770 m ²		2.632 m ²	
	400 m		296.072 m ³		990.900 m ³
F		711 m ²		2.323 m ²	
	295 m		177892 m ³		490.438 m ³
G		495 m ²		1.002 m ²	
			1.734.817 m³		4.558.848 m³

V_{NAN}	14.000.000 m³
V_s	5.327.538 m³
V_a	2.824.031 m³
% de sedimentación	39 %

- Distancia (d): medida entre dos secciones (perfiles).
- Área parcial de sedimentos (A_s): área comprendida entre la topografía original y la batimetría.
- Volumen parcial de sedimentos (V_{ps}): volumen comprendido entre dos áreas parciales de sedimentos.

- Área parcial (A_p): área comprendida entre la topografía original y el nivel de agua.
- Volumen parcial del embalse (V_p): volumen comprendido entre dos áreas parciales.
- Volumen de agua (V_a): volumen comprendido entre la batimetría y el nivel de agua.

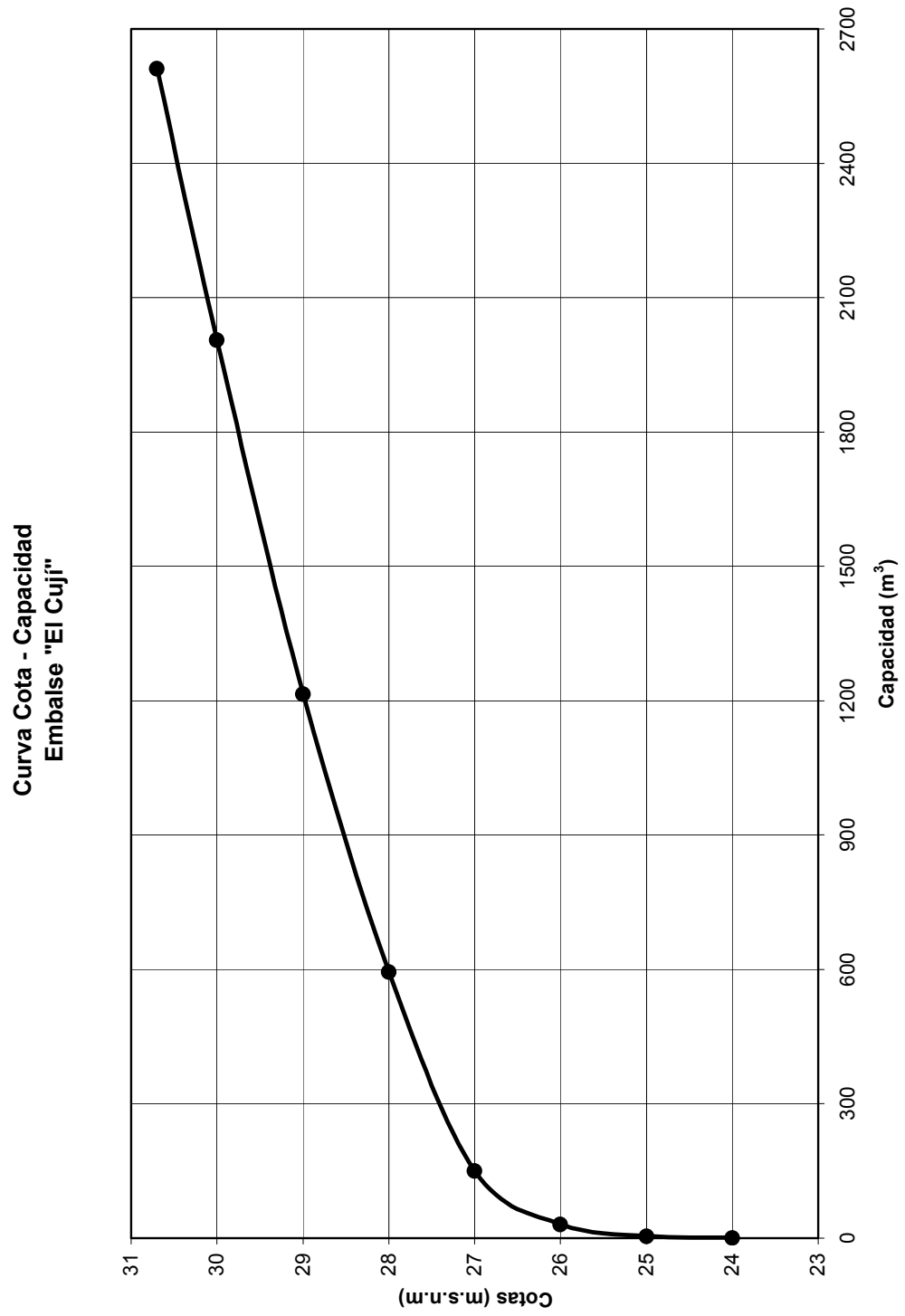
$$V_a = V_p - V_{ps}$$

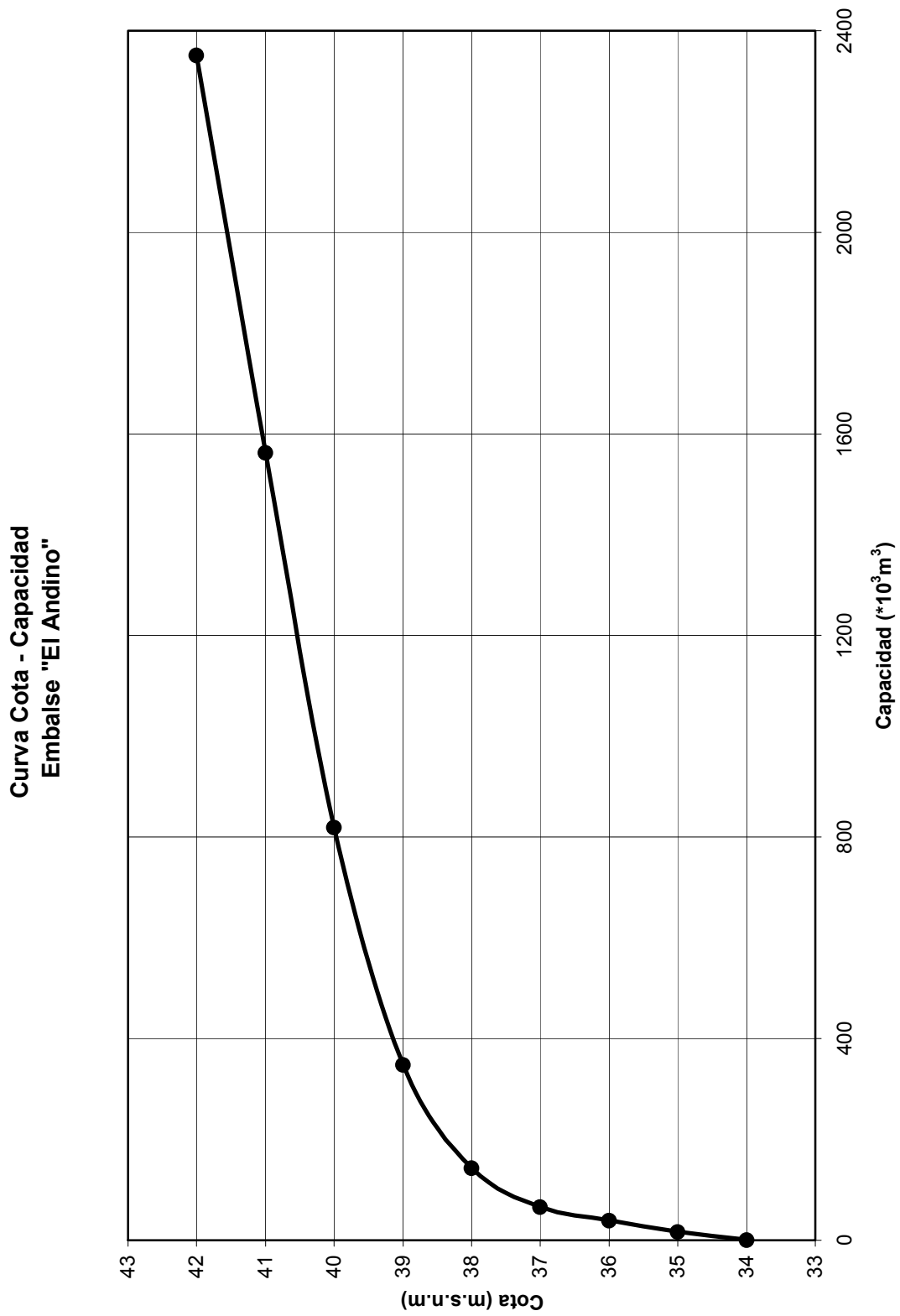
- Volumen de sedimentos en el embalse (V_s)

Subsanándose esta restricción de la misma manera que en el embalse “El Cují”.

En cada embalse, el valor obtenido mediante los cálculos realizados para determinar el volumen de sedimentos, se encuentra muy por encima del volumen de sedimentos estimados en el proyecto original; éstos ocupan un 47% y un 39% del volumen que existe entre la topografía original y el nivel de aguas normales (volumen útil) de los embalses “El Cují” y “El Andino” respectivamente. Esto indica que se encuentra cierta parte del volumen útil, ocupada por los sedimentos, reduciendo la capacidad de almacenamiento del embalse.

La curva obtenida para cada embalse de Cota – Capacidad, en la zona estudiada, es:





5.8.2. Método del Área Incremental

Tabla 5.3. Cálculo del volumen de sedimento en el embalse “El Cují” por el método del Área Incremental.

V_o (* 10^6 m ³)	A_o (Ha.)	H (m)	h_o (m)	V_s (m ³)
2	190	14	3,5	21.950.000

$$V_s = V_o + A_o * (H - h_o)$$

donde:

V_s : Volumen de sedimentos en todo el embalse.

V_o : Volumen de sedimentos obtenido de la curva Área-Capacidad-Cota al pie del talud.

A_o : Área de sedimentos obtenido de la Curva Área-Capacidad-Cota al pie del talud.

H: altura a nivel de aguas normales. Dato de construcción.

h_o : altura de sedimentos al pie del talud. Obtenido por batimetría.

El valor de volumen de sedimento obtenido por este método es parecido al valor que presentó el método de diagrama de masas, para el embalse “El Cují”.

Este método no se pudo emplear en el embalse “El Andino” por presentarse discrepancias con los datos del embalse, en la Curva Área-Capacidad-Cota de dicha presa.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El aprovechamiento hidráulico concebido en el proyecto original de ambos embalses (El Cují y El Andino) no se ha obtenido; una de las razones ha sido la ausencia de programas de capacitación, de entrenamiento y de estímulo a los campesinos y hacendados, para un aprovechamiento óptimo de todos los beneficios que estas estructuras hidráulicas les ofrecen.
- La disminución del volumen de agua que llega al embalse ha sido originada por la construcción de lagunas artificiales aguas arriba del embalse, por hacendados y campesinos.
- En el pasado se han logrado avances notables en el aspecto de construcción de obras hidráulicas, pero el mantenimiento de estas estructuras, en el presente, se han visto relegadas a un segundo plano. Es notable el deterioro que han tenido los embalses “El Cují” y “El Andino”, representado tanto en las obras como en su equipamiento y

maquinaria, lo cual ha sido determinante en las fallas operativas y de funcionamiento de los mismos.

- La falta de mantenimiento, ocasiona un mal estado físico de los embalses, como son: las pésimas condiciones de la carretera de acceso (Embalse “El Andino”), el vaso de almacenamiento sin desforestar (problema principalmente de construcción pero también de mantenimiento, Embalse “EL Cují”), la vegetación densa en los taludes aguas abajo y aguas arriba (Embalses “El Cují” y “El Andino”). También, esta falta de mantenimiento ocasiona situaciones peligrosas, como son: la obstrucción del aliviadero por presentar abundante vegetación (Embalse “El Andino”) y la colmatación del pozo disipador (El Cují).
- Debido a la sedimentación de los embalses se ha visto una gran disminución de la capacidad de almacenamiento de hasta un 47% en el Embalse “El Cují”, y de un 39% en el Embalse “El Andino”, asumiéndose que la colmatación total sería la capacidad a nivel de aguas normales, que es cuando las crecientes no serán controladas.
- Actualmente los embalses no cumplen con todos los objetivos concebidos en el proyecto original, principalmente porque las obras de tomas para riego de un determinado número de hectáreas no están en operación (Embalses “El Cují” y “El Andino”).
- No se cumple un criterio de operación de los embalses, en cuanto a las tomas de riego, lo cual puede ocasionar la obstrucción de esta obra hidráulica a causa de los sedimentos (Embalses “El Cují” y “El Andino”).

- Un uso potencial a los embalses “El Cují” y “El Andino” distinto a los usos establecidos en los estudios originales, se encuentra restringido por la avanzada sedimentación de los embalses, y darle un mayor intensidad a los usos establecidos en el proyecto original puede ocasionar el colapso de las mismas estructuras hidráulicas, si no se toma en cuenta una serie de estudios, tales como: hidrológicos, topográficos, geológicos (fundación), además de tener que recurrir a la experiencia primero que a la razón (Embalses “El Cují” y “El Andino”).
- El período de retorno utilizado para el diseño del aliviadero fue de 1000 años y 500 años, para los Embalses “El Cují” y “El Andino” respectivamente. Es decir, el aliviadero del Embalse “El Cují” presenta un factor de seguridad mayor al aliviadero del Embalse “El Andino”, al momento de presentarse una crecida de igual magnitud en ambos embalses.

CAPÍTULO VII

PROPUESTAS

CAPÍTULO VII

PROPUESTAS PARA UN DESARROLLO DE LA REGIÓN

- Se deben expresar instrucciones escritas para el mantenimiento y operación de las estructuras y de los equipos que forman parte de la presa. En estas instrucciones, se debe establecer la frecuencia, describir la extensión y naturaleza de las inspecciones, también, se debe exponer la operación de los embalses y definir las estrategias para el manejo de los embalses en condiciones de sequías; para luego, poner en funcionamiento la toma de riego, de una manera que contribuya al desarrollo de las posibles áreas a regar (ambos embalses).
- Se debe recuperar el proyecto estudiado para la estación piscícola ubicada en el embalse “El Andino”, el cual se encuentra abandonado. La activación de este proyecto por medio de inversiones públicas o privadas, aportaría beneficios para el desarrollo de las poblaciones cercanas, en cuanto a alimentos y generación de nuevos empleos, obteniéndose un uso potencial distinto a los usos establecidos en el proyecto original.

- Se debe colocar una toma, en el embalse “El Andino”, para el abastecimiento de agua a la población de Onoto y sus alrededores, como fuente alterna de suministro ante cualquier reparación o problema que se pueda presentar en la toma ubicada en el embalse “El Cují”.
- Una propuesta importante y delicada es considerar la posible sobre-elevación de las presas (Embalses “El Cují” y “El Andino”), lo que deberá ser estudiado por especialistas en Presas, con el fin de incrementar el volumen útil de los embalses y obtener mayor provecho a los usos presentados en este trabajo, como el riego de una mayor extensión de área y/o abastecimiento a otras poblaciones. Estos estudios deben abarcar los siguientes aspectos: a) Actualizar y revisar los estudios hidrológicos, los cuales indican que estos embalses no aumentarán su volumen de agua con una extracción mayor o igual a la que se tiene en la actualidad a causa de que los Embalses “El Cují” y “El Andino” no han aliviado en aproximadamente cinco (5) años. b) La topografía, la cual nos indica la colocación de tapones en varios sitios del espejo de agua, principalmente en los aliviaderos actuales. c) La geología, la cual trae como información la resistencia de la fundación a ésta posible sobre-elevación, como también nos indica el estado de los estribos para una carga de presiones mayores. d) Los préstamos a utilizar, los cuales pertenecen a las zonas de préstamos y la cantidad de material disponible.

- Definir y localizar nuevos sitios de aprovechamientos de embalses, posiblemente en las quebradas Salsipuedes y Pontezuela, o en sitios ubicados aguas arriba o aguas abajo de los embalses “El Cují” y “El Andino”, para obtener nuevos aprovechamientos hidráulicos que ayuden a un desarrollo del Municipio Cajigal en lo referente a: agricultura, ganadería, abastecimiento humano.
- Se propone fomentar un plan turístico en la zona, para permitir que los embalses funcionen como centros recreacionales (pesca, excursiones, campamentos, deportes acuáticos y navegación deportiva). Esto es posible por la ubicación de un parque en el embalse “El Cují” y activar la estación piscícola permitiría el cultivo de peces en “El Andino”, lo que desarrollaría la actividad pesquera y su comercialización.
- Capacitar técnicamente a la población del municipio, para obtener un aprovechamiento óptimo de los suelos ribereños y de los recursos hídricos encontrado en la región. El comercio de la actividad agrícola traerá beneficios económicos para los habitantes de la región.
- El Estado debe realizar inversiones en infraestructuras para mejorar la calidad de vida de la región, como por ejemplo, vialidad, salud y educación.

RECOMENDACIONES

- Incrementar las labores de medición en la Cuenca de Unare, especialmente del tipo hidrológico y sedimentológico.
- Se recomienda la capacitación técnica, estímulo y ayuda económica a los hacendados y agricultores para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos destinados para el riego de la zona.
- Evaluar y aumentar las labores de conservación de la Cuenca de Unare y de protección de sus áreas adyacentes a los embalses.
- Operar las válvulas para la extracción de un caudal que permita el desarrollo de la ganadería y la agricultura de la zona y que a su vez evite la acumulación de sedimentos en la entrada de la toma. La operación de las válvulas también permite el mantenimiento de las lagunas de Unare y Píritu.
- Seguir con los trabajos de levantamientos batimétricos en los embalse de la Cuenca de Unare y rectificar las curvas de alturas – áreas – capacidades.

- Evaluar el estado de las maquinarias y estructuras hidráulicas de las presas con fines de recuperación y mantenimiento.
- Se recomienda deforestar el canal de aproximación, pues la vegetación causa una menor eficiencia hidráulica del aliviadero al momento de una crecida, lo que puede traer consecuencias catastróficas al embalse y por supuesto a las poblaciones y hacendados aguas abajo de la presa (Embalses “El Cují” y “El Andino”).
- En el embalse “El Andino” resulta necesario retirar de inmediato la reja de alfajol encontrada encima del cimacio, ya que la misma aumenta el riesgo de obstrucción del la obra de control.
- En época de verano el nivel de aguas del embalse “El Cují” se encuentra 3 metros por debajo del nivel de aguas normales, por lo cual se recomienda talar los troncos existentes en el espejo de agua del embalse.
- Se recomienda la visita periódica los embalses por personal calificado, para la realización de inspecciones minuciosas (llevando controles de éstas), para poder encontrar anomalías no tan visibles para el encargado del embalse. Está demás decir que el inspector debe comunicar, en este caso, al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, las anomalías observadas en la visita (El Cují y El Andino).

- Se deben retirar los sedimentos y la cobertura vegetal existente en el pozo disipador del embalse “El Cují”, para que cumpla su función principal y evitar una erosión regresiva.
- Se recomienda dotar de electricidad las áreas e instalaciones del embalse, para la observación o inspección de cualquier anomalía en horas nocturnas (El Cují y El Andino).
- Se recomienda la debida reparación de las vías de acceso a los embalses, en especial en el embalse “El Andino”, para asegurar que en épocas de lluvias la carretera sea transitable.
- Se recomienda dotar a los encargados y/o operadores de los embalses, de equipos que permitan comunicar cualquier anomalía, para emergencias o reparaciones especiales.
- Se recomienda revisar la curva Área-Capacidad-Cotas de la topografía original del embalse “El Andino” y si se presenta alguna discrepancia con los datos del embalse, estudiar las causas de ello.
- Hoy en día, para fijar el nivel de aguas máximas de una presa se transita una creciente con un período de retorno igual a 1.000 años; el embalse “El Andino” fue diseñado con un período de retorno de 500 años. Se debe realizar un transito de crecientes con período de retorno de 1.000 años y verificar si el aliviadero permite la descarga de la creciente, sin permitir daños a las estructuras de la presa.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, J. Hidráulica de Canales. SIDIAT. Mérida – Venezuela, 1980
2. BOLINAGA, Juan José. Proyectos de Ingeniería Hidráulica, Volumen 1 y 2. Fundación Polar, Caracas – Venezuela, 1999.
3. CRESPO, Gloria. Embalse El Andino, Memoria Descriptiva. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, 1979
4. CRESPO, Gloria. Memoria Descriptiva del Embalse El Cují. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, 1979
5. Diagnóstico y Propuestas para el Desarrollo Agropecuario de la Cuenca del Unare. Caracas, 1983.
6. GARCÍA A., José Rafael. Apreciaciones sobre el Manejo de la Cuenca del Río Unare. Dirección General Sectorial de Infraestructura. Dirección de Manejo de Cuencas. Caracas, 1988.

7. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill, Mexico, 1991
8. MÉNDEZ, Manuel Vicente. Informe de Evaluación y Control de Obras de Embalse, Embalse El Andino. 1985.
9. MÉNDEZ, Manuel Vicente. Informe de Evaluación y Control de Obras de Embalse, Embalse El Cují. 1985.
10. MÉNDEZ, Manuel Vicente. Tuberías a Presión. Fundación Polar – UCAB, Caracas – Venezuela, 1995.
11. MÉNDEZ, Manuel Vicente. Elementos de Hidráulica de Canales. UCAB, Caracas – Venezuela, 2001.
12. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. Revista “El Agua”. Caracas, 1998.
13. Revista de la Facultad de Ingeniería. Vol. 18. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela, 2003.
14. SOTELO ÁVILA, G. Hidráulica General, Vol. I. Editorial Lumusa. Mexico, 1980
15. SUAREZ VILLAR, L. M. Ingeniería de Presas; Obras de toma, descarga y desviación. Ediciones Vega. Caracas, 1982.

16. UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION. Diseño de Presas Pequeñas. Editorial Continental, S.A., México 22, D.F.

17. VEN TE CHOW. Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial Mc Graw Hill, Colombia, Octubre de 1998.

ANEXOS

EMBALSE EL ANDINO



Foto 1. Canal de aproximación. Mirando hacia aguas arriba. Embalse "El Andino".



Foto 2. Parados en el cimacio, viendo el rápido. Embalse "El Andino".



Foto 3. Cárcava en el talud derecho del aliviadero. Embalse "El Andino".



Foto 4. Tanques de agua potable para las instalaciones de la estación piscícola. No están en operación. Embalse "El Andino".



Foto 5. Instalación para la generación de energía (a base de Gasoil). No está en operación Embalse “El Andino”.



Foto 6. Infraestructuras para la estación piscícola y el encargado del embalse. Embalse “El Andino”.



Foto 7. Bora y maleza acuática en el espejo de agua. Embalse “El Andino”.



Foto 8. Presa. Embalse “El Andino”.



Foto 9. Caseta de operación de las válvulas de la toma. Embalse “El Andino”.

EMBALSE EL CUJÍ



Foto 10. Rápido, cimacio y taludes laterales del aliviadero. Embalse “El Cují”.



Foto 11. Cimacio con bastante vegetación. Embalse “El Cují”.



Foto 10. Tubería ubicada debajo de una carretera de tierra, canal de descarga de la toma para riego. Embalse "El Cují".



Foto 13. Troncos en el espejo de agua. Embalse "El Cují".



Foto 14. Troncos en el espejo de agua. "El Cují".



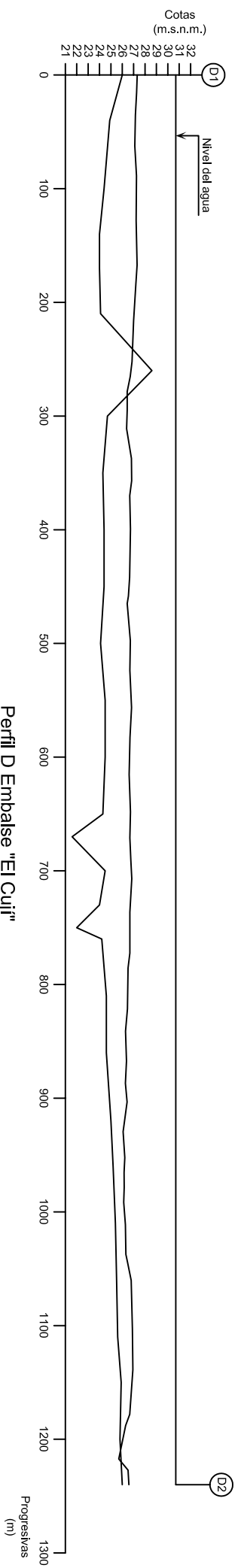
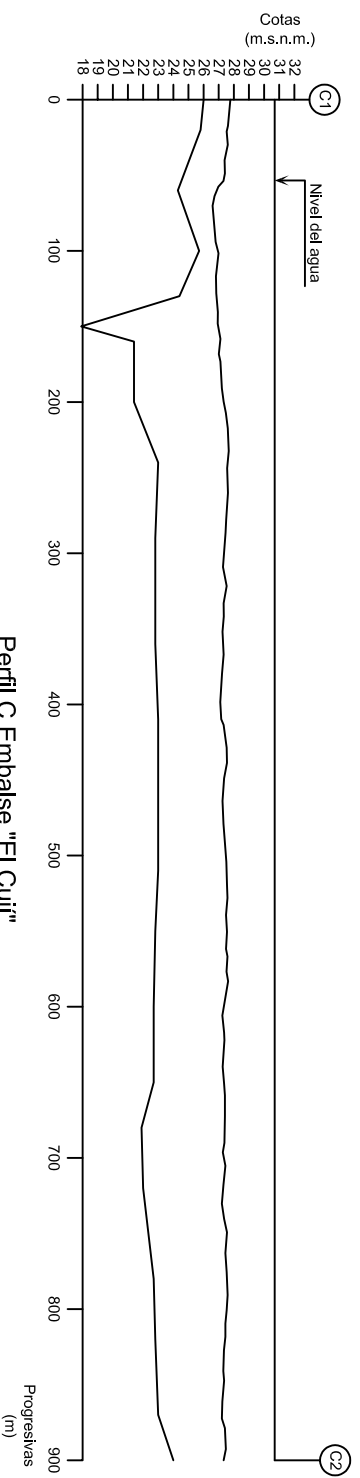
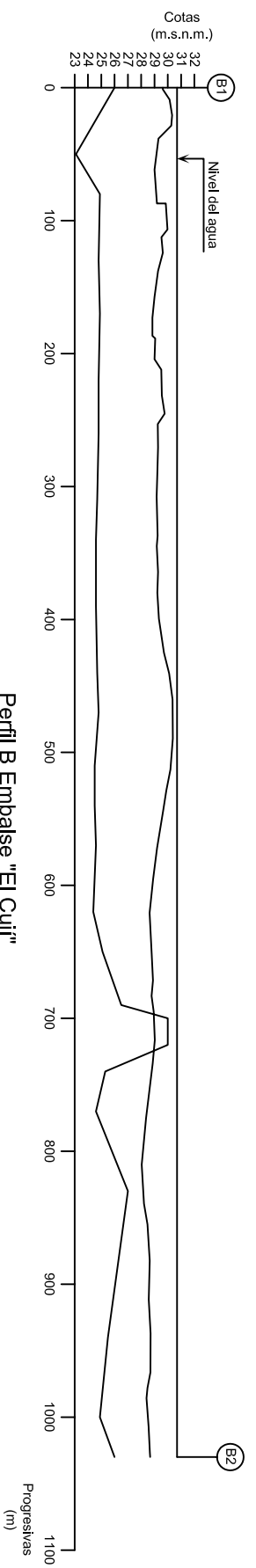
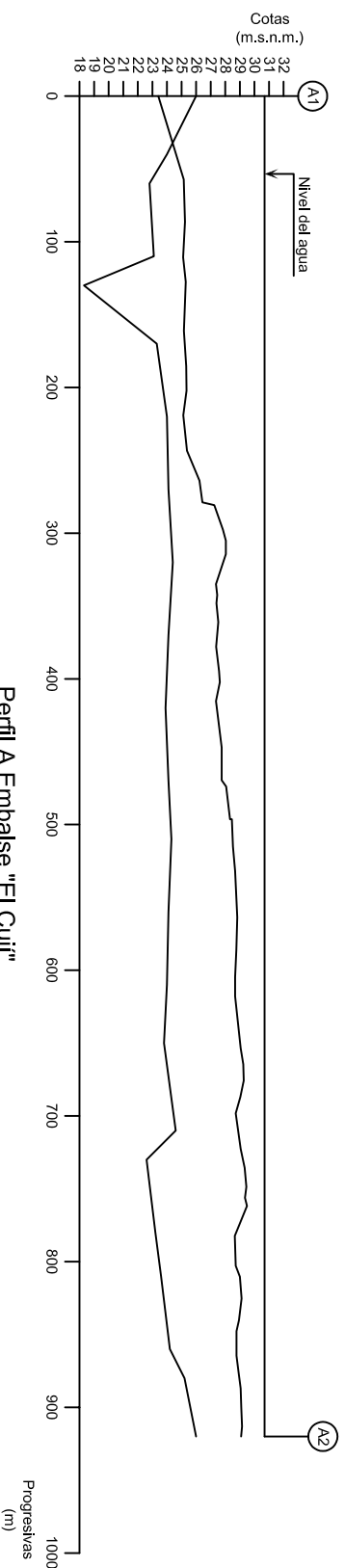
Foto 15. Presa y espejo de agua. Embalse "El Cují".



Foto 16. Talud de aguas abajo. Embalse "El Cují".

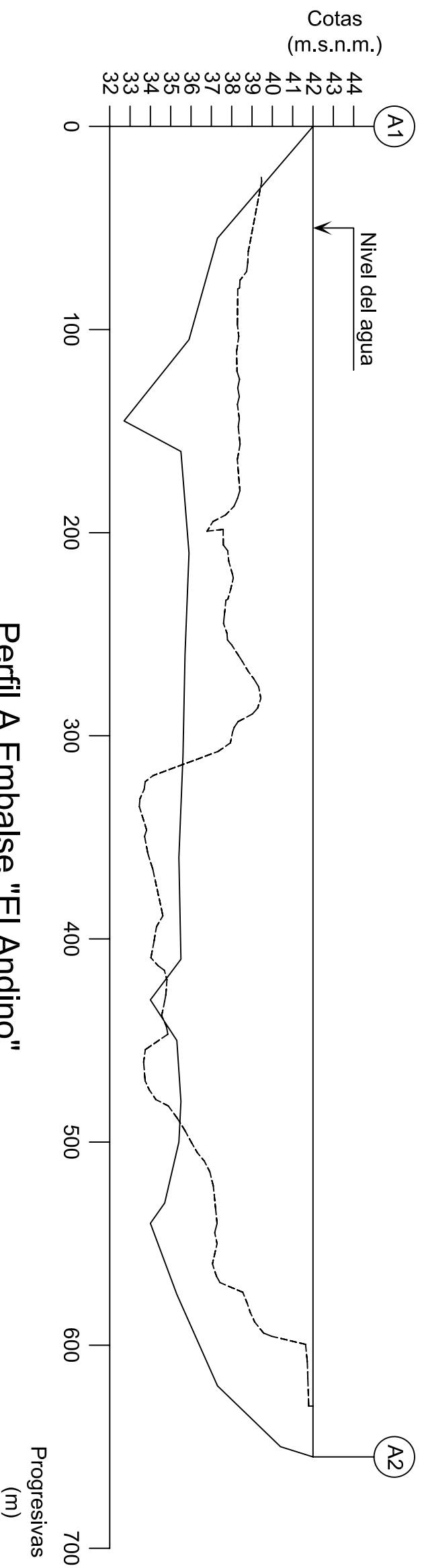


Foto 17. Obra de Toma para el acueducto de Onoto (operada por Hidro-Caribe). Embalse "El Cují".

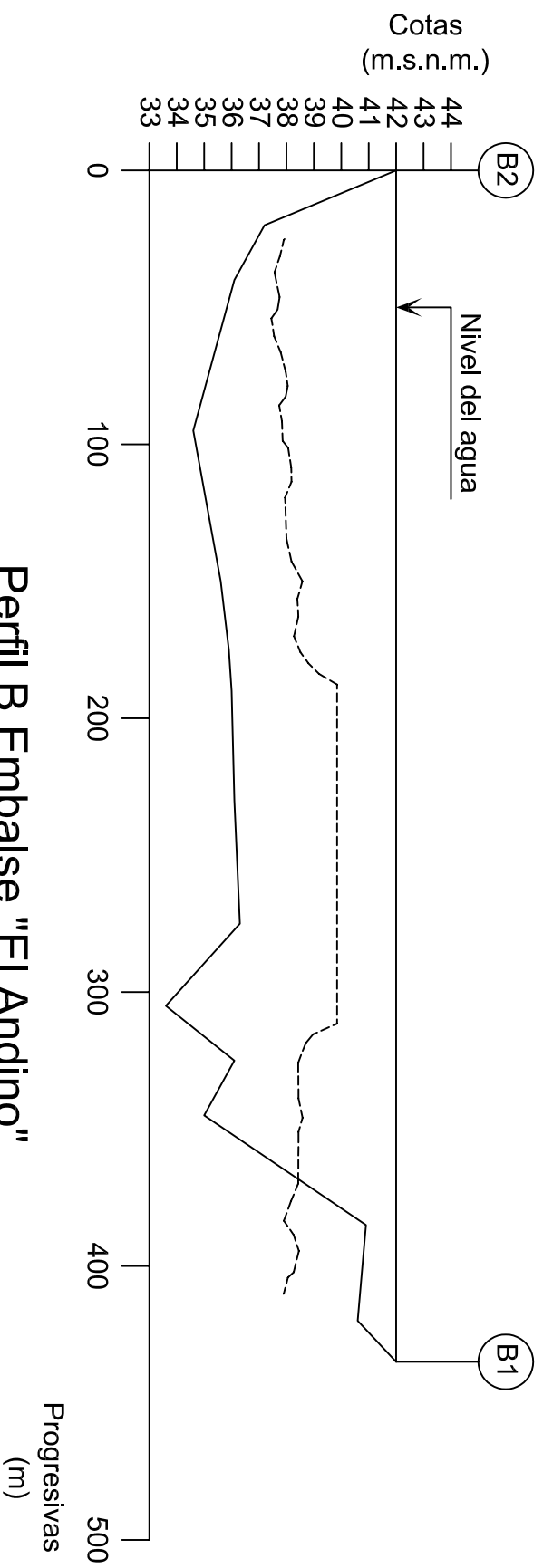


— Topografía original
 - - - Topografía modificada

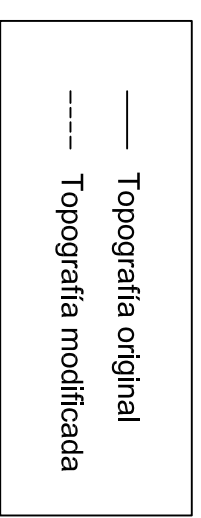
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA		
Inventario de los Aprovechamientos Hidráulicos de la Cuenca del Río Uñare: Caso en estudio: Embalses: El Cují y El Andino		
Nombres:	Mattia, Michael Méndez, Daniel	
Escala:	H 1:500 V 1:50	Fecha: Octubre 2003
		Plano n°: 2



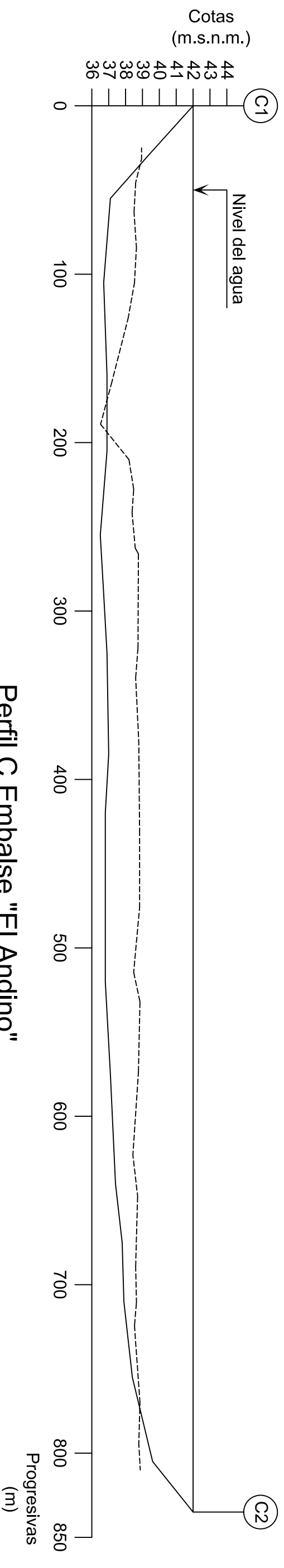
Perfil A Embalse "El Andino"



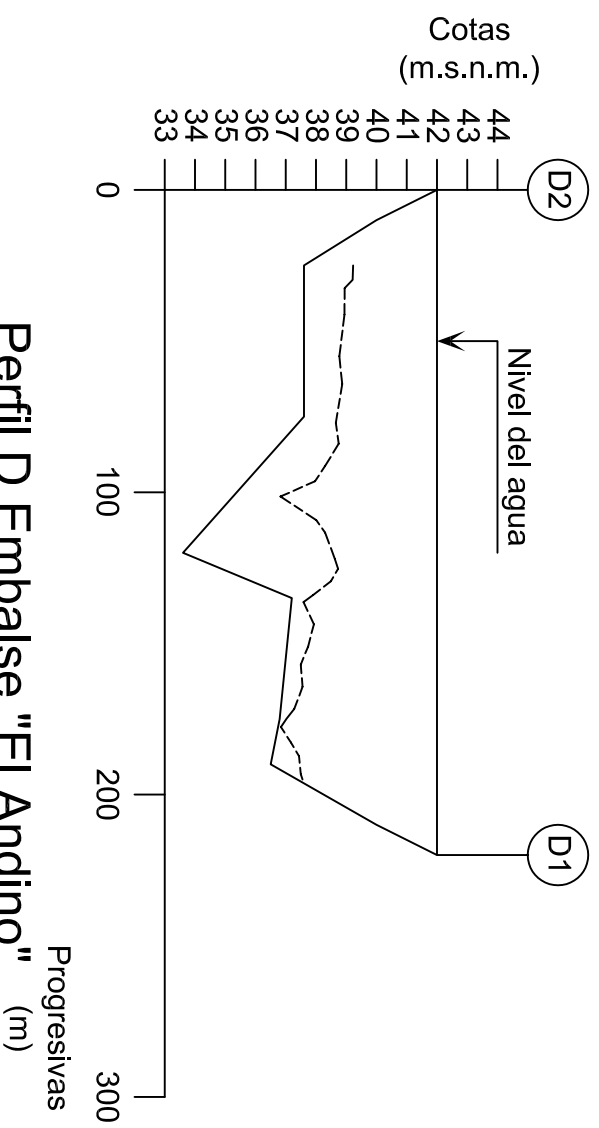
Perfil B Embalse "El Andino"



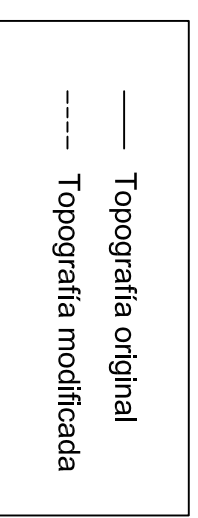
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA		
Inventario de los Aprovechamientos Hidráulicos de la Cuenca del Río Uruare: Caso en estudio: Embalses: El Cují y El Andino		
Nombres: Matilla, Michael Mendez, Daniel		
Escala:	H 1:250 V 1:25	Fecha: Noviembre 2003
		Plano n°: 1



Perfil C Embalse "El Andino"



Perfil D Embalse "El Andino"



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

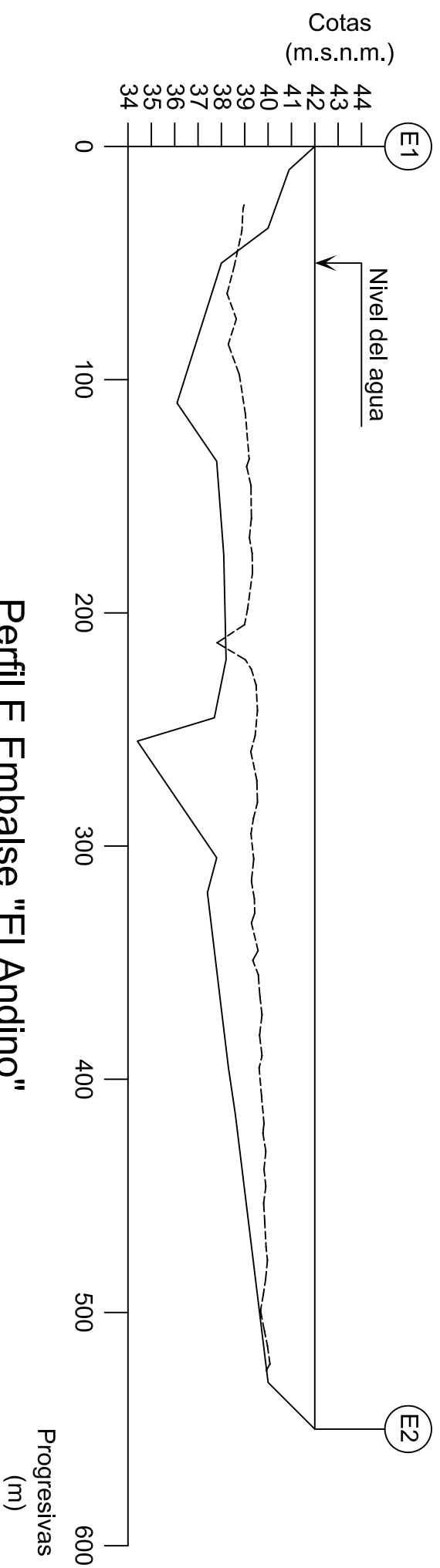
Inventario de los Aprovechamientos Hidráulicos de la Cuenca del Río Unare: Caso en estudio: Embalses: El Cují y El Andino

Nombres: Matilla, Michael
Mendez, Daniel

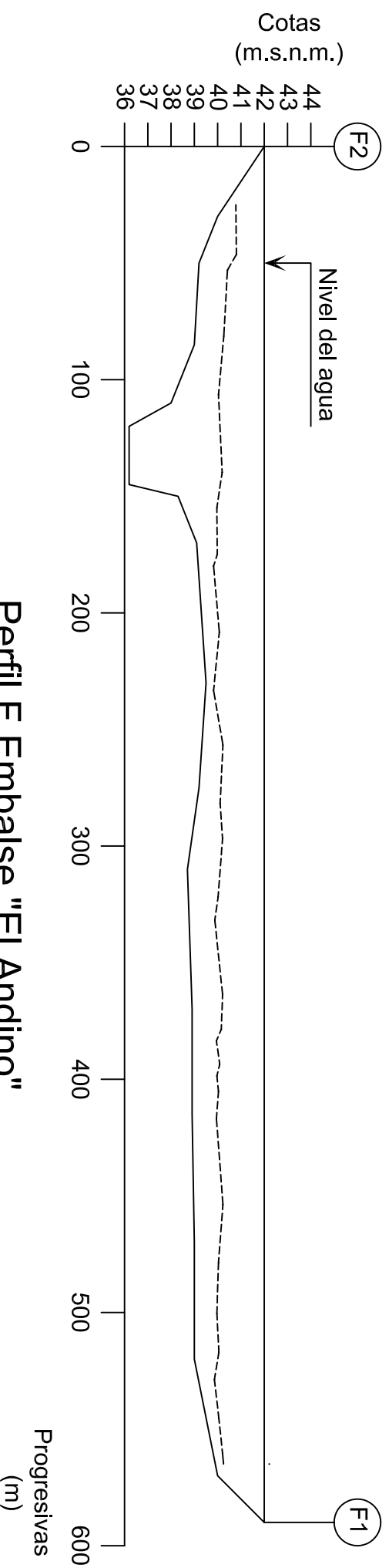
Escala: H 1:250
V 1:25

Fecha: Noviembre 2003

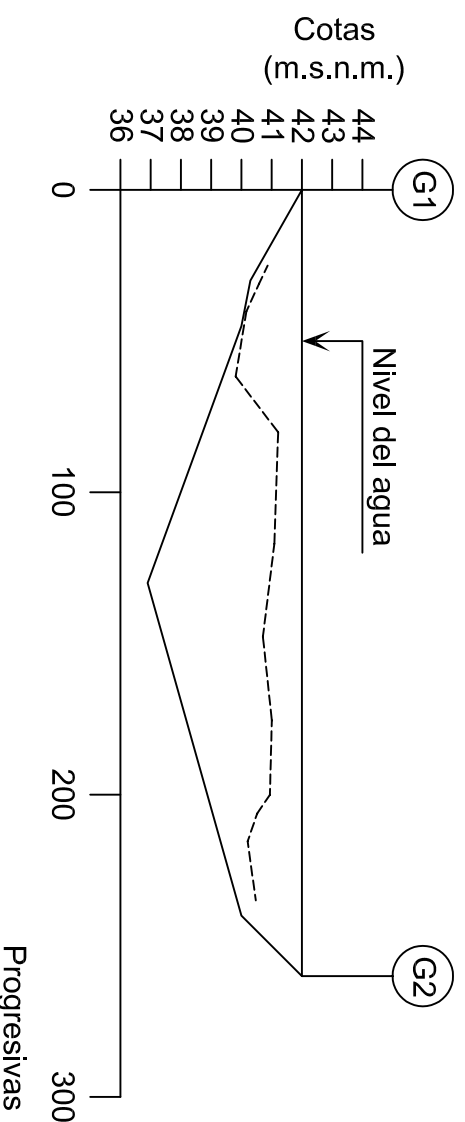
Plano n°: 2



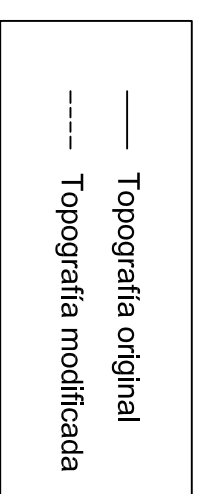
Perfil E Embalse "El Andino"



Perfil F Embalse "El Andino"



Perfil G Embalse "El Andino" (m)



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA

Inventario de los Aprovechamientos Hidráulicos de la Cuenca del
 Río Uruare: Caso en estudio: Embalses: El Cují y El Andino

Nombres: Mattia, Michael
 Méndez, Daniel

Escala: H 1:250
 V 1:25

Fecha: Noviembre 2003

Plano n.º: 3