

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE
EMBALSES EN COLOMBIA, ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA LOS
EMBALSES DE NEUSA Y SISGA.**

**NIESSER CHÁVEZ RUIZ
SANDRA ISABEL SÁNCHEZ MALPICA**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ
2008**

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE
EMBALSES EN COLOMBIA, ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA LOS
EMBALSES DE NEUSA Y SISGA.**

**NUMERO DEL PROYECTO
696 - 764**

**NIESSER CHÁVEZ RUIZ
SANDRA ISABEL SÁNCHEZ MALPICA**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO PREREQUISITO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**DIRECTOR:
JESUS ERNESTO TORRES QUINTERO
INGENIERO CIVIL MAGISTER EN RECURSOS HIDRAULICOS**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ – 2008**

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Bogotá D.C., _____ del año 2008

A DIOS que permitió que hoy en día, sea una persona mejor y con grandes convicciones en un futuro.

A mis padres que nunca desfallecieron y siempre creyeron en mí.

A mi familia que siempre estuvo pendiente de mis estudios
Y a todos los que hicieron posible mi sueño.

Niesser Chávez Ruiz

A Martha Sánchez, mi madre, por su sacrificio y entrega, por estar conmigo apoyándome en los momentos buenos y malos de mi vida además de sus oraciones por mí.

A Tilcia Malpica, mi Abuelita, por brindarme su apoyo incondicional, ayudándome a formar como persona y mujer gracias a sus enseñanzas y principios a lo largo de mi vida.

A Paula Wilchez, mi hermanita, por ser el motivo de este logro de superación.

A Dios, doy gracias por haber me dado una familia tan grandiosa como la que tengo, por haberme dado la oportunidad de estudiar y salir adelante, por confiar en mí y por la maravillosa vida que me regaló.

Finalmente a todas aquellas personas que hicieron que este proyecto y esta etapa de mi vida fuera una realidad.

Sandra Isabel Sánchez Malpica

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jesús Ernesto Torres Quintero, Ingeniero Civil y director del trabajo, por su constante motivación, su aporte de conocimientos que permitió desarrollar este proyecto.

A la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, por facilitarnos todos los datos y permisos para nuestra investigación.

A la Corporación Universidad Libre, por formarnos como ingenieros ambientales, satisfaciendo nuestras necesidades y llenándonos de grandes conocimientos.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción	1
1. Descripción general del proyecto	2
1.1. antecedentes	2
1.2 Principales Lagos Artificiales en Colombia	3
2. localización del proyecto	4
2.1 Embalse del Neusa	4
2.1.1 Antecedentes Históricos	5
2.1.2 características morfológicas	5
2.1.2.1 características morfológicas del parque	5
2.1.2.2 Parque Río Neusa	6
2.1.2.3 Hidrología	6
2.1.2.4 Extensión	6
2.1.3 Propósito del embalse	8
2.1.4 Información técnica del embalse	8
2.1.4.1 Presa	8
2.1.4.2 Datos básicos del embalse	9
2.1.4.3 Cotas de operación	10
2.1.4.4 Curva cota nivel y área capacidad	10
2.1.5 Valores históricos del Neusa	11
2.1.6 Histograma de volúmenes	11
2.1.6.1 Afluencias históricas	11
2.1.7 Determinación de la Tasa Anual de Sedimentación	12
2.1.7.1 Producción de Sedimentos en la Cuenca	12
Hidrográfica	
2.1.7.2 Cálculos de Transporte Sólido en los Cauces	14
2.1.8 Descripción de la Cuenca	15
2.2 Embalse Del Sisga	15
2.2.1 Localización	15
2.2.2 Antecedentes Históricos	16
2.2.3 Propósito del embalse	16
2.2.4 Descripción técnica del embalse	16
2.2.4.1 Presa	16
2.2.4.2 Capacidad Del Embalse	16
2.2.4.3 Cotas de operación	17
2.2.4.4 Curva cota nivel y área capacidad	17
2.2.5 Valores históricos del Sisga	18
2.2.6 Histograma de volúmenes	18
2.2.6.1 Afluencias históricas	18
2.2.7 Determinación de la Tasa Anual de Sedimentación	19

2.2.7.1 Producción de Sedimentos en la Cuenca Hidrográfica	19
2.2.7.2 Cálculos de Transporte Sólido en los Cauces	21
2.2.8 Descripción de la Cuenca	22
3. Problema	22
4. Justificación	22
5. Objetivos	23
5.1 Objetivo General	23
5.2 Objetivos Específicos	23
6. Marco legal o normativo	23
7. Aspectos Ambientales	24
7.1 Embalses Por Causas Naturales	24
7.2 Embalses Construidos	25
7.3 Características De Los Embalses	25
7.4 Niveles Característicos En Un Embalse	25
7.5 Volúmenes Característicos De Un Embalse	26
7.6 Caudales Característicos De Un Embalse	26
7.7 Efecto De Los Embalses	27
7.8 Uso De Los Embalses	27
7.9 Embalse De Usos Múltiples	28
7.10 Potenciales Impactos Ambientales	28
7.11 Manejo De La Cuenca Hidrográfica	30
8. Cálculos	30
9. Glosario	31
10. Conclusiones	33
11. Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFIA	33
INFOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE CUADROS

- CUADRO 1.** : Características generales embalse de Neusa.
- CUADRO 2.** : Características Físico químicas embalse de Neusa
- CUADRO 3.** : Características pesquerías embalse de Neusa
- CUADRO 4.** : Valores comparativos de volumen y área en el embalse del Neusa
- CUADRO 5.** : Relación cota volumen, embalse del Neusa
- CUADRO 6.** : Curva de área –capacidad, embalse del Neusa
- CUADRO 7.** : Afluencias históricas al embalse del Neusa
- CUADRO 8.** : Tasas de Erosión en la Cuenca del Alto Magdalena (2)
- CUADRO 9.** : Sección transversal típica del río cubillos
- CUADRO 10.** : Comparativos de volumen y área en el embalse del Sisga
- CUADRO 11.:** Relación cota-volumen, embalse del Sisga
- CUADRO 12.** : Curva de área –capacidad, embalse del Sisga
- CUADRO 13.** : Afluencias históricas al embalse del Sisga
- CUADRO 14.** : Tasas de Erosión en la Cuenca del Alto Magdalena (2)
- CUADRO 15.** : Sección transversal río san francisco
- CUADRO 16** Histograma Del Embalse De Neusa
- CUADRO 17** Histograma Del Embalse Del Sisga

LISTA DE FOTOS

- Foto N° 1:** Entrada embalse de Neusa
- Foto N° 2:** Captación de descarga en el embalse Neusa.
- Foto N° 3:** Espejo de agua embalse de Neusa
- Foto N° 4:** Espejo de agua embalse de Neusa
- Foto N° 5:** Descarga del embalse de Neusa
- Foto N° 6:** válvulas de control de descarga del embalse de Neusa.
- Foto N° 7:** canal de rebose de embalse de Neusa
- Foto N° 8:** talud del embalse de Neusa
- Foto N° 9:** Compuertas de rebose de embalse de Neusa.
- Foto N° 10:** sistema de desenergización de embalse de Neusa.
- Foto N° 11:** Entrada al embalse del sisga.
- Foto N° 12:** Espejo de agua embalse de Sisga.
- Foto N° 13:** Espejo de agua embalse de Sisga.
- Foto N° 14:** Sistema de rebosamiento del embalse de Sisga.
- Foto N° 15:** talud del embalse de sisga.
- Foto N° 16:** Estación meteorológica embalse de Sisga.
- Foto N° 17:** Descarga del embalse de Sisga.
- Foto N° 18:** tubería de descarga de embalse de Sisga.
- Foto N° 19:** Sistema de medición de descargas de embalse de sisga.
- Foto N° 20:** año de construcción del embalse de Sisga.
- Foto N° 21:** tubería de descarga del embalse de Sisga.
- Foto N° 22:** inicio y finalización de construcción del embalse de Sisga.
- Foto N° 23:** alcance de descarga del embalse de Sisga.
- Foto N° 24:** Sistema de descarga – desenergización de embalse de Sisga..
- Foto N° 25:** Tabla niveles Vs. Volúmenes
- Foto N° 26:** Tabla de controles diarias
- Foto N° 27:** cuenca hidrográfica del embalse de Neusa.
- Foto N° 28:** Perfil de la presa, con niveles del embalse de Neusa.
- Foto N° 29:** cuenca hidrográfica del embalse del Sisga.

LISTA DE TABLAS

- TABLA Nº 1.** Descargas Medias Neusa en m³/seg.
- TABLA Nº 2.** Descargas Medias de Neusa en Miles de m³
- TABLA Nº 3.** Volúmenes de Neusa en Miles de m³
- TABLA Nº 4.** Caudales de Entrada de Neusa en m³/ seg.
- TABLA Nº 5.** Caudales de Entrada de Neusa en m³/seg.
- TABLA Nº 6.** Caudales de Entrada de Neusa en m³/Seg.
- TABLA Nº 7.** Caudales de Entrada de Neusa en m³/seg.
- TABLA Nº 8.** Áreas de Influencia de las Estaciones en la Cuenca Hidrográfica de Neusa
- TABLA Nº 8.1.** Área De Influencia Estación 2120876
 - TABLA Nº 8.2.** Área De Influencia Estación 2120867
 - TABLA Nº 8.3.** Área De Influencia Estación 2120865
 - TABLA Nº 8.4.** Área De Influencia Estación 2120918
 - TABLA Nº 8.5.** Área Total Del Embalse
- TABLA Nº 9.** Descargas medias del sisga en m³/seg.
- TABLA Nº 10.** Volúmenes de Sisga en Miles de m³
- TABLA Nº 11.** Caudales de Entrada de Sisga en m³/seg.
- TABLA Nº 12.** Caudales de Entrada de Sisga en m³/seg.
- TABLA Nº 13.** Áreas de Influencia de las Estaciones en la Cuenca Hidrográfica de Sisga
- TABLA Nº 13.1.** Área De Influencia Estación 2120870
 - TABLA Nº 13.2.** Área De Influencia Estación 2120868
 - TABLA Nº 13.5.** Área Del Embalse
 - TABLA Nº 13.4.** Área Del Embalse
 - TABLA Nº 13.4.** Área Sin Estación
- TABLA Nº 14.** Niveles Vs. Volúmenes – EMBALSE SISGA
- TABLA Nº 15.** Niveles Vs. Volúmenes – EMBALSE NEUSA
- TABLA Nº 14** Precipitación Media Mensual en Mm

TABLA N° 15 Precipitación Media Mensual en Mm

TABLA N° 16. Niveles vs. Volúmenes – embalse sisga

TABLA N° 17. Niveles vs. Volúmenes – embalse neusa

TABLA N° 18 Precipitación Media – Embalse Del Neusa

TABLA N° 19 Precipitación Media – Embalse Del Sisga

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Plano de la cuenca hidrográfica del embalse de Neusa

ANEXO 2. Plano de la cuenca hidrográfica del embalse de Sisga

ANEXO 3. Plano de las isoyetas del embalse de Neusa

ANEXO 4. Plano de las isoyetas del embalse de Sisga

TITULO: DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE EMBALSES EN COLOMBIA, ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA LOS EMBALSES DE NEUSA Y SISGA.

NÚMERO: 969 – 764

RESUMEN ANALÍTICO: Se logro realizar un análisis hidrológico para los embalses del Neusa y Sisga, arrojando con resultado los comportamientos de estos, a través de cálculos de rendimientos y relación volúmenes – niveles. Con ello logramos determinar los datos históricos de los embalses, conociendo en meses las épocas de déficit y excesos que presentan los espejos de agua.

Con este estudio podemos concluir, que en la actualidad la función de los embalses no es la optima, pues se pudo evidenciar que en épocas de lluvias las descargas son altas y en épocas secas las descargas son mínimas, esto debido a que los embalses no represan las aguas, bajo los niveles normales de operación; al no realizar esta actividad se pierde una ganancia hídrica, la cual puede ser una aporte para los sistemas de riegos aguas a bajo en épocas de sequía.

ABSTRATC: It was possible to conduct a hydrologic analysis of reservoirs and Neusa GSS, throwing with the outcome of these behaviors, through calculations regarding volumes and yields - levels. This succeeded in identifying the historical data of reservoirs, knowing months in times of deficits and excesses that have mirrors of water.

With this study we can conclude that at present the role of reservoirs is not optimal because it could show that in times of rain discharges are high and dry in times discharges are minimal, this because the reservoirs not Dams water under normal levels of operation, not to carry out this activity is lost a gain water, which can be a contribution to irrigation systems at low water in times of drought.

INTRODUCCION

Se conoce que en Colombia los embalses se han convertido en una fuente hídrica para los sistemas de riego en las diferentes áreas que captan aguas del sistema de drenaje que forman los embalses en Colombia, debemos resaltar que en su mayoría estos embalses son de aprovechamiento energético y en algunos otros su aprovechamiento es pesquero y turístico.

En este proyecto deseamos hacer un análisis hidrológico, para los embalses de Neusa y Siga, los cual en la actualidad presentan una utilidad netamente turística, con un poco de pesquería.

A través de las diferentes estaciones de monitoreo que utiliza la CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, buscamos determinar los diferentes comportamientos que tienen los embalses, identificando las redes de drenaje que alimentan y descargan en los diferentes espejos de agua.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

A finales de la década de los ochentas y principios de los noventas, Colombia sufrió las consecuencias del fenómeno del niño, caracterizada por el tristemente recordado "apagón". El Valle del Cauca no fue la excepción, y su dirigencia planeó la creación de una institución donde se encontrarán las entidades públicas, privadas, gremios, universidades y comunidades para trabajar en beneficio de las cuencas hidrográficas del departamento¹.

En este orden de ideas, la Corporación es un mecanismo de apoyo a las instituciones públicas y privadas encargadas de desarrollar acciones de conservación, protección, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, las cuencas hidrográficas y el medio ambiente.

La cuenca hidrográfica es un sistema ambiental determinado territorialmente por una red hídrica que nos permite ordenar la ocupación y uso de las actividades humanas, conociendo las estructuras y funciones de los subsistemas que la conforman (físico, biótico y socioeconómico) y realizar una gestión sistémica comprendiendo las relaciones entre los niveles de organización jerárquica².

Al finalizar el primer semestre de 2007 las nueve cuencas hidrográficas que enmarcan la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la del río Tunjuelo, contarán, cada una, con un Plan de Ordenación y Manejo (Pomca) que determinará el adecuado equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales en las diferentes actividades socioeconómicas y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca, principalmente la del recurso agua.

De esta manera, los Pomcas para cada una de las cuencas de la región de la CAR, que cobijan cerca de mil cuerpos de agua, le permitirán a la Corporación en un futuro busca el sostenimiento entre el desarrollo de actividades económicas y el equilibrio de los recursos naturales y especialmente, garantizar la oferta del agua para los habitantes del centro del país³.

¹ Gobernación Del Valle Del Cauca

² Fundación Río Urbano

³ Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca - CAR

1.2 PRINCIPALES LAGOS ARTIFICIALES EN COLOMBIA

Los más importantes lagos artificiales o represas existentes en el país son: la Regadera, los de los ríos Muña, Neusa, Sisga y Tominé (laguna de Guatavita, la mayor) y el embalse de la laguna de Chingaza, en el páramo de su nombre, que sirven a Bogotá, tanto en la provisión de agua, como en la producción de energía.

En la producción de energía eléctrica, se destacan las represas de Riogrande y Guatapé en Antioquia, las de Salinas y Anchicayá, en el Valle del Cauca y la de Chivor o Santa María alimentada por el río Batá (Boyacá), que es la mayor entre todas. También se encuentra la represa del Prado en el Tolima, formada por los ríos Prado y Cunday.

NOMBRE - DEPARTAMENTO

1. Laguna La Cocha NARIÑO
2. Represa del río Prado TOLIMA
3. Embalse Calima Valle del Cauca
4. Laguna Canoas RISARALDA
5. Laguna del Otún RISARALDA
6. Laguna Santa Isabel RISARALDA
7. Represa Miraflores ANTIOQUIA
8. Represa Troneras ANTIOQUIA
9. Represa El Peñol ANTIOQUIA
10. Ciénaga Tumaradó ANTIOQUIA
11. Ciénaga Marimonda ANTIOQUIA
12. Ciénaga Palo de Agua ANTIOQUIA
13. Ciénaga Grande CÓRDOBA
14. Ciénaga de Ayapel CÓRDOBA
15. Ciénaga Betanci CÓRDOBA
16. Ciénaga de Machado SUCRE
17. Ciénaga Catalina SUCRE
18. Ciénaga La Cruz SUCRE
19. Ciénaga Santa Lucia SUCRE
20. Ciénaga Las Garzas SUCRE
21. Ciénaga Mojanita SUCRE
22. Ciénaga Quintañilla BOLIVAR
23. Ciénaga Joba BOLIVAR
24. Ciénaga Morrocoyal BOLIVAR
25. Ciénaga Chilloa MAGDALENA
26. Ciénaga Pijiño MAGDALENA
27. Ciénaga Malibú MAGDALENA
28. Ciénaga Plato o de Zárate MAGDALENA

29. Ciénaga Sapayán MAGDALENA
30. Ciénaga San Antonio MAGDALENA
31. Ciénaga Buenavista MAGDALENA
32. Ciénaga Grande de santa Marta MAGDALENA
33. Ciénaga Pajalaral MAGDALENA
34. Ciénaga de Zapatosa MAGDALENA Y CESAR
35. Ciénaga Doña María CESAR
36. Ciénaga Sahaya CESAR
37. Ciénaga Colorada SANTANDER
38. Ciénaga Paredes SANTANDER
39. Ciénaga Opón SANTANDER
40. Embalse del Guájaro ATLÁNTICO
41. Ciénaga Totumo ATLÁNTICO
42. Ciénaga Laruaco ATLÁNTICO
43. Lago de Tota BOYACÁ
44. Embalse de Chivor BOYACÁ
45. Embalse Gachaneque BOYACÁ
46. Ciénaga Palagua BOYACÁ
47. Laguna de Fúquene CUNDINAMARCA
48. Lago Cucunuba CUNDINAMARCA
- 49. Embalse del Neusa CUNDINAMARCA**
50. Laguna de Suesca CUNDINAMARCA
- 51. Embalse del Sisga CUNDINAMARCA**
52. Embalse de Tominé CUNDINAMARCA
53. Embalse del Muña CUNDINAMARCA
54. Embalse de Chisacá CUNDINAMARCA
55. Lago Chingaza CUNDINAMARCA

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Embalse del Neusa

El embalse del Neusa se localiza en el municipio de Tausa, Departamento de Cundinamarca, a 25 kilómetros de Zipaquirá, sobre la carretera que conduce a Tausa la Vieja, a 9 Km. de la carretera Zipaquirá-Ubaté. Las coordenadas geográficas del embalse son 05° 09' N y 73° 59' E.



Foto N° 27: cuenca hidrográfica del embalse de Neusa.

2.1.1 Antecedentes Históricos

La idea de construir un embalse en el sitio comenzó como un proyecto de generación de energía eléctrica para los municipios de Zipaquirá, Tocancipá, Gachancipá y las salinas de Zipaquirá. Posteriormente, la Concesión Salinas del Banco de la República decidió adelantar un proyecto de aprovechamiento múltiple, que comprendía el abastecimiento de agua para Bogotá, Zipaquirá y municipios vecinos; regulación del Río Bogotá y la generación de energía, propósito que fue posteriormente descartado.

Los estudios del embalse comenzaron en agosto de 1948 y la construcción de las obras comenzó en 1949 y terminó en los primeros meses de 1952. Tanto los estudios como la construcción fueron ejecutados por la firma norteamericana Winston Brothers & Company.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

2.1.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL PARQUE

El parque Neusa es un valle estructural alargado que se encuentra en la parte alta de la cordillera oriental, demarcado por dos ramales montañosos que lo enmarcan, uno en el sector Noroccidental, la cordillera de Guanquí con su parte más alta de 3650 m.s.n.m., y en el sector sureste, la cuchilla La Leonera, con su parte más alta a 3400 m.s.n.m.

2.1.2.2 PARQUE RÍO NEUSA

El parque está ubicado a orillas del río que lleva el mismo nombre. Fue diseñado con el propósito de aprovechar la belleza del paisaje y la topografía de la región. Su encanto especial radica en la corriente cristalina y sonora del río que proporciona tranquilidad y esparcimiento.

2.1.2.3 HIDROLOGIA

El embalse del Neusa, está alimentado principalmente por el Río Cubillos y el Río Siguateque, además de las Quebradas, Guanquica, Llano Chiquito o piscicultura, Chapinero, Leonera y otras que aportan un pequeño caudal; además el embalse recibe aguas lluvias con una precipitación anual cercana a los 1000 m.m.

2.1.2.4 EXTENSION

El parque cuenta con 3300 hectáreas aproximadamente, dentro de las cuales se cuentan las 900 que cubre el embalse y las restantes que poseen bosques nativos y de pino, praderas, ríos y quebradas, como también áreas comunales.

Caracterización general

Ubicación	Departamento Cundinamarca, Cogua y Tausa
Altitud (m s.n.m)	3,269
Fecha de cierre del dique	1952
Área de superficie (ha)	955
Profundidad (m)	38.0
Volumen máximo (Mm ³)	103
Longitud máxima (Km.)	7.3
Anchura máxima (Km.)	2.0
Perímetro de Costa (Km.)	18.2
Nivel de fluctuación anual (m)	24.5
Descarga (m ³ /s)	5.0
Caudal (m ³ /s)	1.97
Principales afluentes:	Río Las Juntas, Cubillos y Siguateque
Ríos efluentes:	Neusa

CUADRO N' 1: características generales

Datos físico-químicos

Temperatura en la superficie	15.8°C en la mañana
Ph	6.4
Conductividad ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$)	48.17
Sólidos disueltos (mg/l)	41.33
Amonio (mg/l)	0.27
Nitrato (mg/l)	0.19
Nitrito (mg/l)	0.001
Nitrato (mg/l)	0.3
Fósforo (mg/l)	0.70

CUADRO N° 2: características Físico químicas

Pesquerías

<i>Principales especies presentes:</i>	
Oncorhynchus mykiss	trucha arco iris
Eremophylus mutissi	capitán de la sabana
Grundulus bogotensis	Guapucha
Pygidium sp.	Capitanejo

CUADRO N° 3: características pesquerías

Artes de pesca utilizadas: caña, trasmallo, palangre.

La trucha es una especie introducida o exótica, que se aprovecha mediante una pesca deportiva, que se encuentra bien establecida; las demás son especies nativas. Para el sostenimiento de la producción pesquera se cuenta con una estación piscícola de reproducción y cría de alevinos, cuyo objetivo es realizar repoblamiento en el embalse y efectuar programas de fomento; además para la intensificación del recurso en el embalse se han implementado programas para el desarrollo acuícola en jaulas flotantes.

No existe un aprovechamiento pesquero como tal, solo se realiza pesca deportiva, artesanal y de subsistencia con la trucha arco iris, con un esfuerzo de 80–100 pescadores/mes, estimando una captura de aproximadamente 30 tm/año. Para mantener esta producción, la CAR efectúa siembras periódicas de trucha en cantidad que se acerca a los 200,000 alevinos anuales. La densidad biológica de especies, tanto vertebrados como invertebrados, es relativamente pobre.

Se realiza acuicultura en jaulas flotantes con trucha arco iris, por parte de la CAR. En cuanto a crustáceos se tiene registrada una especie de cangrejo (*Hypolobocera neostrangeria macropora*).

La legislación existente en cuanto a pesca se refiere, tiende a la protección del recurso, en este caso la trucha y está encaminada hacia el control en el uso de artes, tipo de carnadas, talla mínima de captura y número de ejemplares por persona, además de prohibir la comercialización de las truchas, ya que su fin es para la práctica de la pesca deportiva.

2.1.3 Propósito del embalse

El objeto del embalse del Neusa es servir como fuente de abastecimiento para consumo humano, en el acueducto Cogua-Zipacquirá y suplir un porcentaje de la demanda en la planta Tibitoc. También cumple la función de controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá, mediante el control de los caudales máximos en la cuenca del río Neusa y regularlos durante la temporada seca.

2.1.4 Información técnica del embalse

2.1.4.1 Presa

Tiene una altura de 46.5 metros (cota de la corona 2977.5 msnm), un túnel de desviación de 338 m de longitud con sección de herradura de 5.25 m², con una capacidad de descarga máxima de 16.1 m³/s. El vertedero es un canal abierto revestido en concreto de 200 m de longitud, con una capacidad de 133 m³/s, localizado en la margen derecha, sobre la cota 2,975 msnm la descarga es controlada por tres compuertas de 2.5 metros de altura. Para el control del comportamiento de la presa y sus estribos, desde el punto de vista filtraciones, se instalaron 15 piezómetros de tubo abierto, distribuidos en el área del rebosadero, la cresta y el espaldón de aguas abajo de la presa.

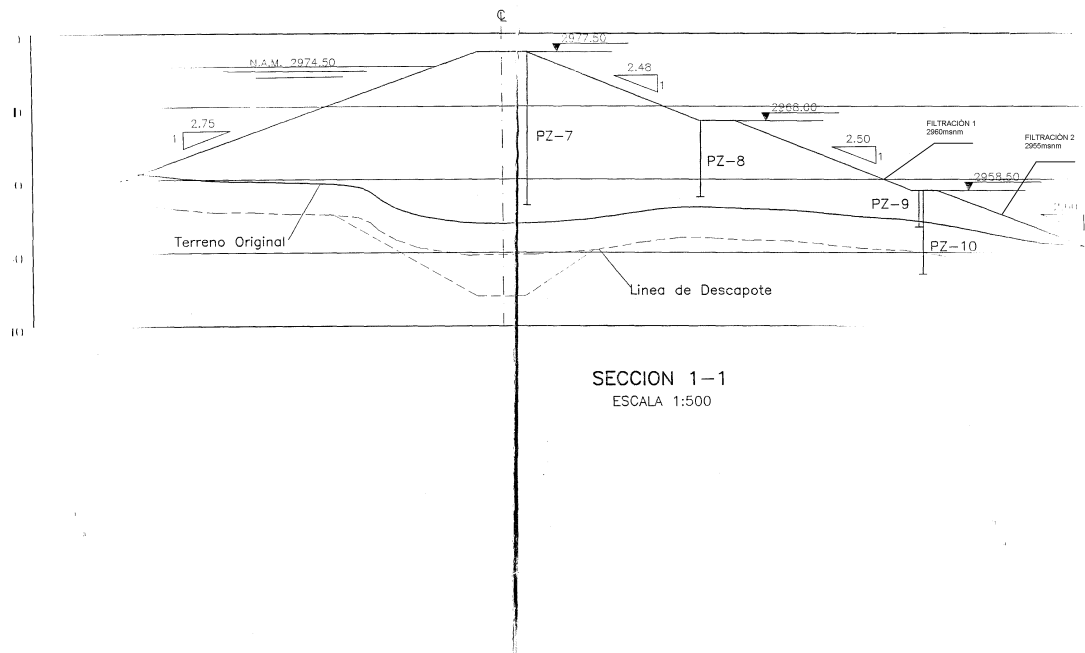


Foto N° 28: Perfil de la presa, con niveles del embalse de Neusa.

2.1.4.2 Datos básicos del embalse

La capacidad originalmente definida del embalse es de 102 millones de m^3 a la cota máxima de aguas de 2,974.50 msnm. Tiene una longitud de 7.5 Km. y un ancho máximo de 1.8 Km. La bocatoma de descarga es una torre de 41.5 metros de altura, con capacidad de descarga de $16 m^3/s$, con sistema de operación mecánica y eléctrica, una de mariposa y otra de chorro.

Con base en la nueva batimetría del embalse en el 2004, se halló un incremento del 14.1% con respecto a los cálculos de su capacidad original. Este volumen va entre la cota 2950 msnm (nivel de mínima operación), a la 2974.5 msnm (nivel de máxima operación). Igualmente, el embalse muerto, por debajo de la cota de mínima operación, fue de 0.70 millones de m^3 . Esta diferencia obedece a probables errores por los métodos empleados hace 53 años.

<i>Dato embalse</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor original</i>	<i>Batimetría 2004</i>
Capacidad total	m ³	103'000.000	117'480.000
Volumen útil	m ³	102'300.000	116'780.000
Volumen muerto	m ³	700.000	700.000
Área	Ha	955	1027.5

Cuadro No. 4. Valores comparativos de volumen y área en el embalse del Neusa

2.1.4.3 Cotas de operación

Para operar el embalse es necesario tener en cuenta los siguientes niveles de operación:

Cota máxima de operación: 2974.50 msnm.

Cota mínima de operación: 2975 msnm.

Nivel máximo de emergencia: 2977 msnm.

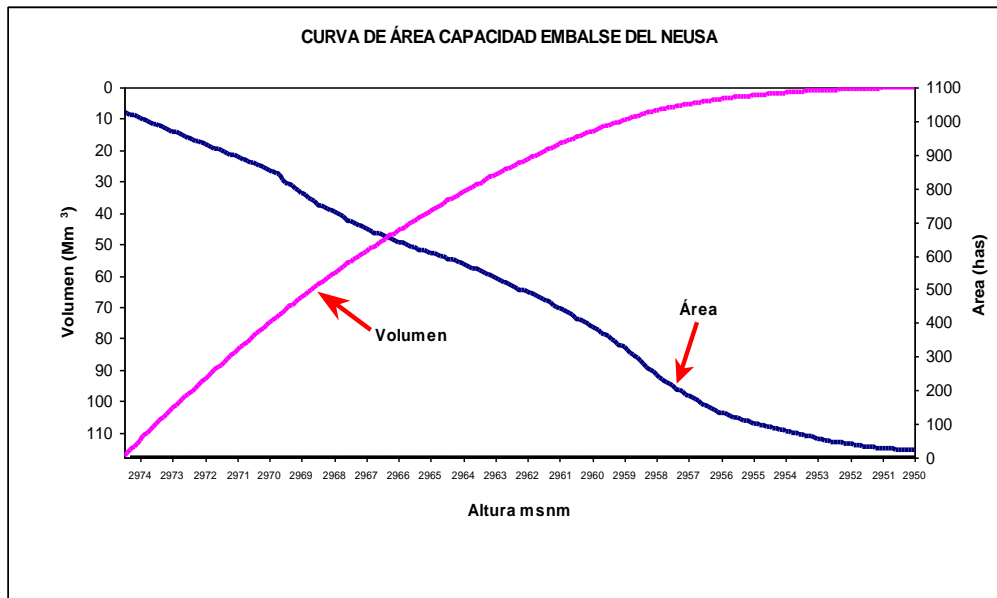
Cota del rebosadero: 2977.5 msnm.

2.1.4.4 Curva cota nivel y área capacidad

La nueva curva de área capacidad y nivel capacidad, con base en la batimetría realizada en el 2004, se describen en el cuadro N° 5 y 6. Estos valores son los que se ajustan para operar el embalse.

<i>COTA msnm</i>	<i>VOLUMEN ACUMULADO Mm³</i>
2950.0	0.00
2955	2.62
2960	13.97
2965	39.45
2970	75.13
2974.5	117.48

Cuadro No. 5 Relación cota volumen, embalse del Neusa



Cuadro No.6. Curva de área –capacidad, embalse del Neusa

2.1.5 Valores históricos del Neusa

La operación diaria del embalse genera información relacionada con:

- Cotas diarias del embalse.
- Volúmenes diarios.
- Descargas diarias.
- Lluvias diarias.
- Filtraciones de la presa.
- Evaporación del tanque.

2.1.6 Histograma de volúmenes

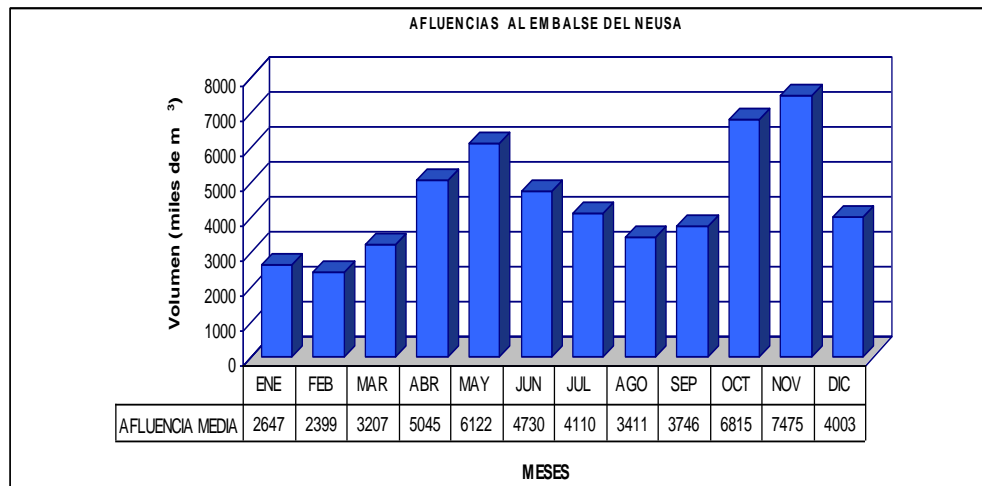
Se cuenta con información de volúmenes diarios en medio digital desde 1987. Este es un soporte técnico para operar el embalse, tomando como referencia la evolución histórica para análisis y proyecciones.

2.1.6.1 Afluencias históricas

Las lluvias en la cuenca receptora al embalse del Neusa tienen un comportamiento bimodal. Coherente con este régimen, las afluencias al embalse guardan esa misma tendencia.

Como en el resto de embalses, el cálculo de afluencias se hace mediante el balance diario del volumen embalsado y la descarga. Es decir, la afluencia

total es el resultado de sumar el incremento del volumen, que puede ser positivo o negativo, más la descarga del respectivo día.



Cuadro No.7. Afluencias históricas al embalse del Neusa

2.1.7 Determinación de la Tasa Anual de Sedimentación:

La mayor capacidad del embalse encontrada, en comparación con la original, no permite estimar tasas anuales de sedimentación, en efecto, habría que concluir que esta fue negativa, lo cual simplemente no es posible. Es claro, sin embargo que la sedimentación si bien existe, debe ser muy pequeña dentro del vaso medido, para que a más de 52 años del cierre de la presa, se presente esta incertidumbre. Para aclarar la situación, y a pesar de haber encontrado los errores ya mencionados en el levantamiento inicial, los estudios planearon realizar chequeos mediante el análisis de la producción y el transporte de sedimentos hacia el embalse a partir de las microcuencas que constituyen su área de drenaje natural.⁴

2.1.7.1 Producción de Sedimentos en la Cuenca Hidrográfica:

En la referencia (cuadro N° 8), contiene los cálculos detallados de producción de sedimentos realizados por los estudios en 1988 para el proyecto, PROCAM, del INDERENA, dentro del cual se realizaron muestreos muy completos en toda la cuenca hidrográfica del río Magdalena y sus afluentes aguas arriba del puerto fluvial de Girardot.

⁴ Establecimiento del volumen actual de los embalses del sisga y Neusa, actualización de su capacidad de regulación y determinación de la tasa actual de sedimentación. **Batimetría y pronóstico sedimentológico Del embalse del Neusa.** CAR

El estudio incluyó en forma particular las zonas de drenaje de los embalses del Neusa y del Sisga, en las cabeceras del río Bogotá, y encontró que la cuenca de este río es una de las que presenta menores procesos erosivos en toda la cuenca del Alto Magdalena, y también de todo el Magdalena.

Este estudio indica que las tasas de erosión en esta cuenca son “Muy Bajas”, debido a la baja erosividad de la lluvia, la buena calidad en general de los suelos, y la adecuada cobertura vegetal, hoy en día reforzada por la reforestación introducida por la CAR. La escala encontrada en el estudio es como sigue:

Cuadro N° 8. Tasas de Erosión en la Cuenca del Alto Magdalena

TASAS DE EROSIÓN PUNTUAL Ton/Acre-Año Ton/Hcta-Año		NUMERO DE PUNTOS	EROSIÓN PROMEDIO Ton/Acre-Año Ton/Hcta-Año		CATEGORÍA
< 4.0	< 9.0	24	1.32	2.96	MUY BAJA
4 - 10	9.0 – 22.5	32	7.20	16.16	BAJA
10 - 40	22.5 - 89.8	83	23.53	52.82	MEDIA BAJA
40 - 100	89.8 - 225	62	62.78	104.94	MEDIA
100 - 400	225 - 989	69	204.52	459.15	MEDIA ALTA
400 - 1000	989 - 2250	18	595.62	1337.16	ALTA
> 1000	> 2250	4	1356.67	3045.72	MUY ALTA
		TOTAL 292 *			

* Tasas Basadas En Muestreo Aleatorio En 292 Puntos

Con estos datos, y aún suponiendo una tasa de producción de sedimentos de 9.0 Ton/Hcta-año, que sería la máxima puntual, y no el promedio de la cuenca, la producción total de sedimentos en 52 años sería: Producción Máxima in situ = $9 \cdot 13,700 \cdot 52 = 6'411,600$ Ton

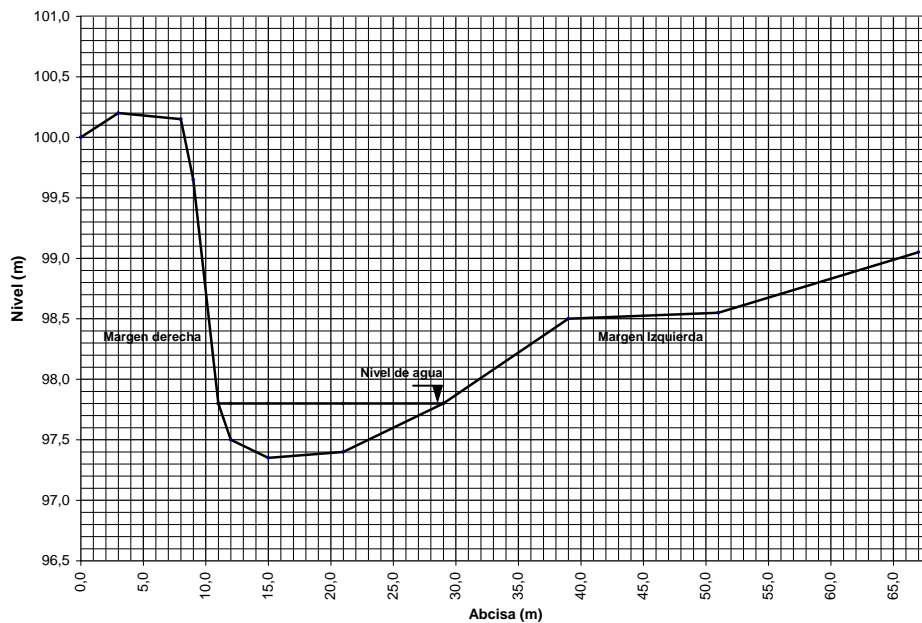
Y suponiendo que estos sedimentos tienen una densidad in situ de 1.5 Ton/m³, se obtiene un volumen total producido de solo 4'274,400 m³. Sin embargo este volumen no llega todo al embalse, dado que de la producción in situ a la producción real es necesario afectar las cifras por el llamado “sediment delivery ratio” o relación de producción de sedimentos, que para cuencas muy pequeñas como las del embalse tiene un valor máximo de 0.5 Ton/Hcta-año, (cuadro N° 8), por lo cual el estimativo hacia el embalse sería de 2'137,200 m³. El sitio principal de acumulación de estos sedimentos, de acuerdo con la inspección visual y la batimetría, es la desembocadura del Río Cubillos hasta la antigua confluencia con el Río Siguatoque.

Como se puede ver esta cifra está por debajo del 2% del volumen total calculado para el embalse de acuerdo con la batimetría, y aceptando que la mejor Ecosonda da resultados dentro del 2% de precisión, considerando una precisión similar para la medición en planta, resulta que la colmatación esperada está dentro del rango de precisión de la medición, por lo cual es necesario concluir de nuevo, que los resultados representan adecuadamente la realidad para el embalse del Neusa.

2.1.7.2 Cálculos de Transporte Sólido en los Cauces:

A pesar de que los anteriores cálculos predicen adecuadamente la situación, los estudios trataron de determinar la capacidad de transporte de sedimentos de los cauces utilizando el Método de Einstein, y para tal efecto tomaron secciones transversales típicas en los cauces principales. En el caso del embalse del Neusa el único cauce significativo es el del río Cubillos, donde la sección transversal típica, para el cauce inferior, cerca de la entrada al embalse, se presenta en el cuadro N° 9. De igual manera se obtuvieron granulometrías de los sedimentos del fondo en algunos de los puntos a lo largo del lecho aguas arriba del embalse.

FIGURA 3. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA RIO CUBILLOS
EMBALSE DE NEUSA



Cuadro N° 9: sección transversal típica del río cubillos

Los cálculos, sin embargo no arrojaron buenos resultados debido por una parte a los bajos caudales que es necesario utilizar, y por otra a que los sedimentos del fondo resultan demasiado finos para realizar los cálculos.⁵

2.1.8 Descripción de la Cuenca

La cuenca tributaria al embalse del Neusa es de 156.8 Km², con un aporte anual medio de 44.76 millones de m³, que equivale a un caudal promedio de 1.42 m³/s. El río Cubillos aporta 0.613 m³/s (43% de la afluencia total) y las Quebradas Guanquica, Chapinero, Llano Chiquito, Siguateque y otras; aportan el restante 53% de afluencias.

La orografía de la zona conforma un valle entre las cotas 2,940 y 3,050 msnm enmarcado por dos ramales montañosos, la cordillera de Guanquica al noroccidente y la cuchilla La Leonera al sureste. La precipitación es cerca de 1,100 mm en la parte alta y 900 mm en la zona aledaña al embalse.

2.2 Embalse Del Sisga

2.2.1 Localización

El embalse del Sisga se encuentra localizado en el municipio de Chocontá, Departamento de Cundinamarca, sobre la carretera principal que conduce de Bogotá a Tunja, a la altura del kilómetro 55, con coordenadas geográficas 05°04' N y 73° 44' E.



Foto N° 29: cuenca hidrográfica del embalse del Sisga.

⁵ Establecimiento del volumen actual de los embalses del sisga y Neusa, actualización de su capacidad de regulación y determinación de la tasa actual de sedimentación. **Batimetría y pronóstico sedimentológico Del embalse del Neusa.** CAR

2.2.2 Antecedentes Históricos

Los estudios para construir el embalse comenzaron en agosto de 1948 y las obras se iniciaron en 1949, terminándose en los primeros meses de 1951. La construcción estuvo a cargo de Raymond Concrete Pile and Wiston Bros Inc., a través de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero.

2.2.3 Propósito del embalse

Se construyó con el objeto de almacenar las aguas de invierno para regular los caudales necesarios en la planta Tibitoc, que abastece cerca de un 40% la demanda total en Bogotá. También cumple la función de controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá, mediante la regulación de los caudales máximos en la cuenca del río Sisga.

2.2.4 Descripción técnica del embalse

2.2.4.1 Presa

Tiene una altura de 52 metros (cota de la corona 2674.5 msnm), un túnel de salida de 346 m de longitud con sección de herradura de 8.5 m², el cual opera como descarga de fondo con una válvula Howell Burguer de 42" de diámetro (foto No. 3), y capacidad máxima de 15 m³/s. El vertedero es un canal abierto revestido en concreto de 650 m de longitud, localizado en la margen derecha con una capacidad de 160 m³/s (para un nivel del agua de 2672.45 msnm). Para el control del comportamiento de la presa y sus estribos, desde el punto de vista filtraciones, se instalaron 14 piezómetros de tubo abierto, los cuales se monitorean diariamente.

2.2.4.2 Capacidad Del Embalse

La capacidad definida durante su construcción fue 101.2 millones de m³ a la cota máxima (2670.35 msnm). Sin embargo, en el 2004 la CAR actualizó la batimetría del vaso, encontrándose una variación del 11% con respecto a su capacidad original. Dicha diferencia obedece a la colmatación natural del embalse durante 53 años de funcionamiento, y la diferencia de métodos utilizados en cada época.

Dato embalse	Unidad	Valor original	Batimetría 2004
Capacidad total	m ³	102'200,000	94'320,000
Volumen útil	m ³	95'700,000	90'120,000
Volumen muerto	m ³	5'500,000	4'200,000
Área	ha	653	637

Cuadro No. 10. Valores comparativos de volumen y área en el embalse del Sisga

2.2.4.3 Cotas de operación

Para operar el embalse es necesario tener en cuenta los siguientes niveles de operación:

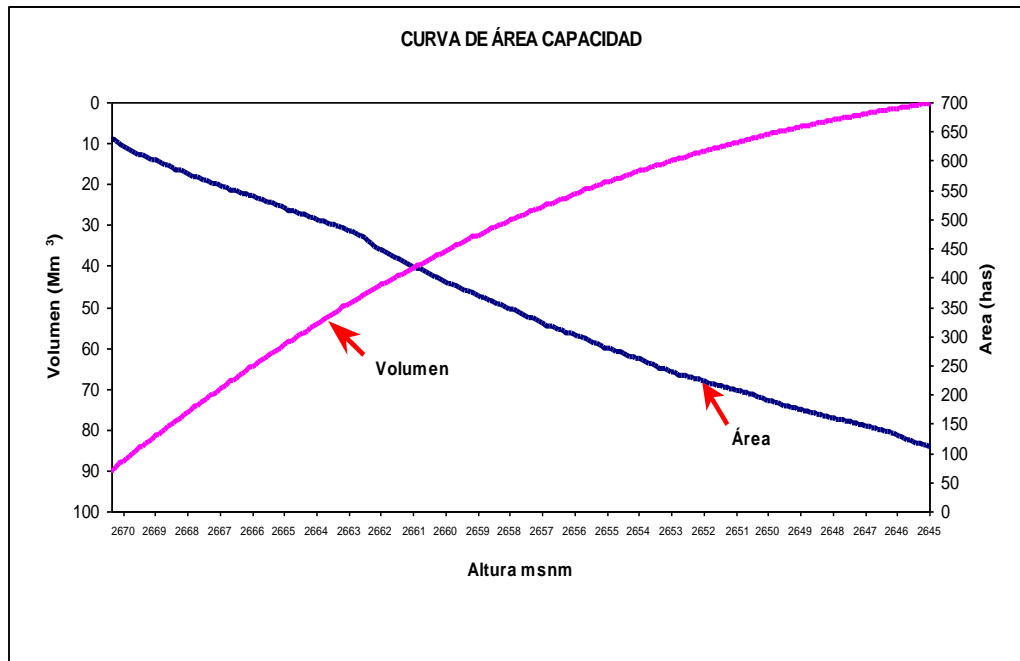
- Cota máxima de operación: 2670.35 msnm.
- Cota mínima de operación: 2648.90 msnm.
- Cota para almacenamiento de crecientes: 2674.30 msnm.
- Cota del rebosadero: 2674.50 msnm.

2.2.4.4 Curva cota nivel y área capacidad

En el año 2004 se realizó la batimetría del embalse, que encontró diferencias en el área y la capacidad con respecto de las tablas manejadas originalmente desde su construcción. Por esta razón, y con el fin de ajustar los valores realmente almacenados, se operará con base en las nuevas curvas.

COTA msnm	VOLUMEN Mm³	ACUMULADO
2644.63		0.00
2650		7.99
2655		19.63
2660		36.40
2665		59.45
2668		75.90
2670.35		90.12

Cuadro No. 11 Relación cota-volumen, embalse del Sisga



Cuadro No. 12. Curva de área –capacidad, embalse del Sisga

2.2.5 Valores históricos del Sisga

La operación diaria del embalse lo hace la CAR y genera información relacionada con:

- Cotas diarias del embalse.
- Volúmenes diarios.
- Descargas diarias.
- Lluvias diarias.
- Filtraciones de la presa.
- Evaporación del tanque.

2.2.6 Histograma de volúmenes

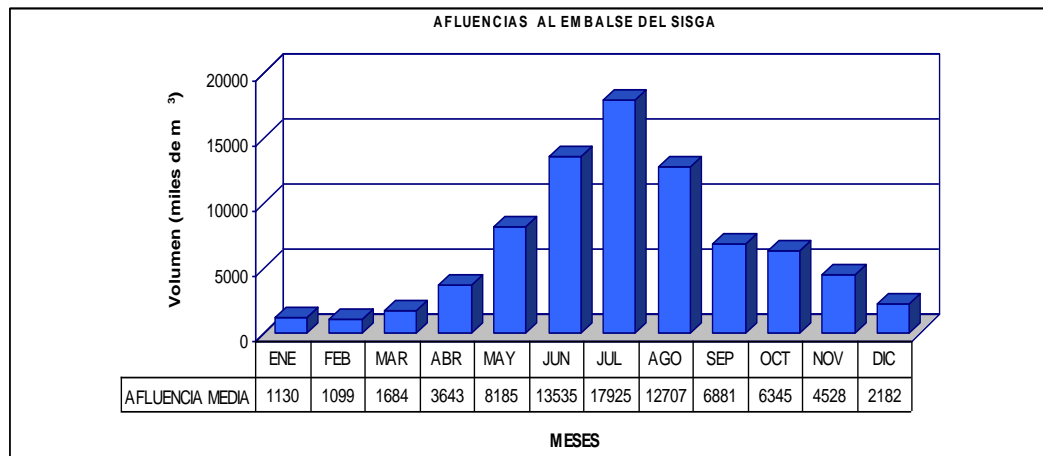
Se cuenta con información de volúmenes diarios en medio digital desde 1987. Este es un soporte técnico para operar el embalse, ya que tomando como referencia la evolución histórica se hace análisis y proyecciones.

2.2.6.1 Afluencias históricas

Las lluvias en la cuenca receptora al embalse del Sisga tienen un comportamiento unimodal. Coherente con este régimen, las afluencias al

embalse guardan esa misma tendencia, como se observa en el cuadro No. 13.

El cálculo de afluencias se hace mediante el balance diario del volumen embalsado y la descarga. Es decir, la afluencia total es el resultado de sumar el incremento del volumen, que puede ser positivo o negativo, más la descarga del respectivo día.



Cuadro No. 13 Afluencias históricas al embalse del Sisga

2.2.7 Determinación de la Tasa Anual de Sedimentación:

La menor capacidad de embalse encontrada, en comparación con la original, permite estimar tasas anuales de sedimentación del orden del 0.2% anual (11.1 millones de m³/101.2 millones de m³ en 53 años). Aunque esta tasa puede parecer un poco alta, existe alguna incertidumbre sobre el valor exacto de la tasa debido a que toda medición de este tipo tiene un cierto factor de precisión, que ha de ser diferente desde el levantamiento original hasta nuestros días. Para aclarar la situación, los estudios planearon realizar chequeos mediante el análisis de la producción y el transporte de sedimentos hacia el embalse a partir de las microcuencas que forman su área de drenaje.⁶

2.2.7.1 Producción de Sedimentos en la Cuenca Hidrográfica:

En la referencia (Cuadro N^o 14), contiene los cálculos detallados de producción de sedimentos realizados por los estudios en 1988 para el proyecto, PROCAM, del INDERENA, dentro del cual se realizaron muestreos muy completos en toda la cuenca hidrográfica del río Magdalena y sus

⁶ Establecimiento del volumen actual de los embalses del sisga y Neusa, actualización de su capacidad de regulación y determinación de la tasa actual de sedimentación. **Batimetría y pronóstico sedimentológico Del embalse del sisga.** CAR

afluentes aguas arriba del puerto fluvial de Girardot. El estudio incluyó en forma particular las zonas de drenaje de los embalses del Neusa y del Sisga, en las cabeceras del río Bogotá, y encontró que la cuenca de este río es una de las que presenta menores procesos erosivos en toda la cuenca del Alto Magdalena, y también de todo el Magdalena.

El mencionado estudio indica que las tasas de erosión en esta cuenca son “Muy Bajas”, debido a la baja erosividad de la lluvia, la buena calidad en general de los suelos, y la adecuada cobertura vegetal, hoy en día reforzada por la reforestación introducida por la CAR. La escala encontrada en el estudio es como sigue:

Cuadro N° 14: Tasas de Erosión en la Cuenca del Alto Magdalena

TASAS DE EROSIÓN PUNTUAL Ton/Acre-Año Ton/Hcta-Año		NUMERO DE PUNTOS	EROSIÓN PROMEDIO Ton/Acre-Año Ton/Hcta-Año		CATEGORÍA
< 4.0	< 9.0	24	1.32	2.96	MUY BAJA
4 - 10	9.0 – 22.5	32	7.20	16.16	BAJA
10 - 40	22.5 - 89.8	83	23.53	52.82	MEDIA BAJA
40 - 100	89.8 - 225	62	62.78	104.94	MEDIA
100 - 400	225 - 989	69	204.52	459.15	MEDIA ALTA
400 - 1000	989 - 2250	18	595.62	1337.16	ALTA
> 1000	> 2250	4	1356.67	3045.72	MUY ALTA
		TOTAL 292 *			

* Tasas Basadas En Muestreo Aleatorio En 292 Puntos

Con estos datos, y aún suponiendo una tasa de producción de sedimentos de 9.0 Ton/Hcta-año, que sería la máxima puntual, y no el promedio de la cuenca, la producción total de sedimentos en 53 años sería:

$$\text{Producción Máxima in situ} = 9 \cdot 14,819 \cdot 53 = 7'068,660 \text{ Ton.}$$

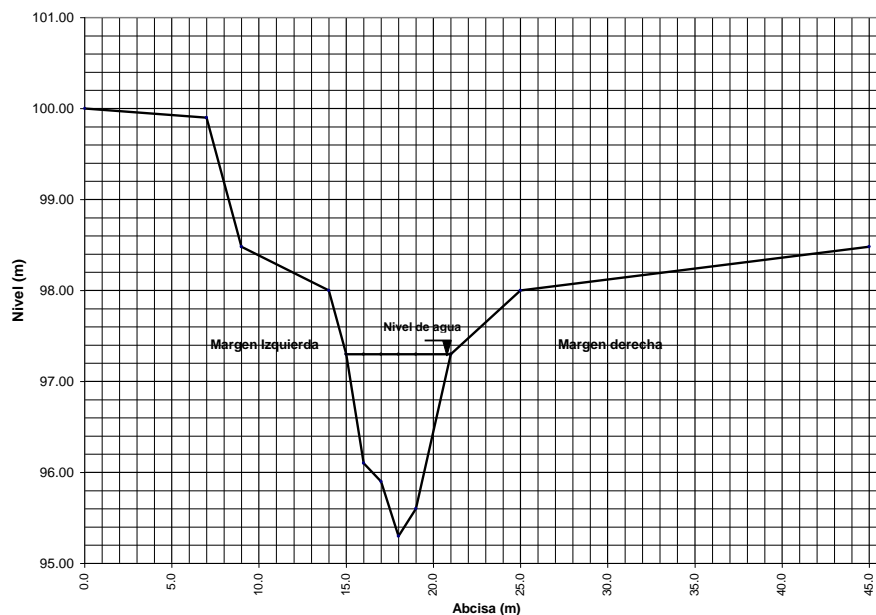
Suponiendo que estos sedimentos tienen una densidad in situ de 1.5 Ton/m³, se obtiene un volumen total producido de 4'712,400 m³. Sin embargo este volumen no llega todo al embalse, dado que de la producción in situ a la producción real es necesario afectar las cifras por el llamado “sediment delivery ratio” o relación de producción de sedimentos, que para cuencas muy pequeñas como las del embalse tiene un valor máximo de 0.7 Ton/Hcta-año, (cuadro N° 14), por lo cual el estimativo hacia el embalse sería de 3'298,700 m³.

Como se puede ver esta cifra es del orden del 4% del volumen calculado para el embalse de acuerdo con la batimetría, y aceptando que el cálculo de capacidad del embalse tiene un error probable del 5 al 10%, resulta que la colmatación esperada está dentro del rango de precisión de la medición.

2.2.7.2 Cálculos de Transporte Sólido en los Cauces:

Dentro del estudio se trataron de determinar la capacidad de transporte de sedimentos de los cauces utilizando el Método de Einstein, y para tal efecto tomaron secciones transversales típicas en los cauces principales. En el caso del embalse del Sisga el único cauce significativo es el del río San Francisco, donde la sección transversal típica, para el cauce inferior, cerca de la entrada al embalse, se presenta en el cuadro N° 15. De igual manera se obtuvieron granulometrías de los sedimentos del fondo en algunos de los puntos a lo largo del lecho aguas arriba del embalse.

Figura 3. SECCIÓN TRANSVERSAL RIO SAN FRANCISCO
EMBALSE DE SISGA



Cuadro N° 15: sección transversal río san francisco

Los cálculos, sin embargo no arrojaron buenos resultados debido por una parte a los bajos caudales que es necesario utilizar, y por otra a que los sedimentos del fondo resultan demasiado finos para realizar los cálculos.

2.2.8 Descripción de la Cuenca

La hoya tributaria al embalse de Sisga es de 148.2 Km², con un aporte anual medio de 73.1 millones de m³, que equivale a un caudal medio de 2.30 m³/s. El río San Francisco aporta más del 60% de esta contribución, con 1.40 m³/s y la Quebrada Granadillo con 0.381 m³/s. Las demás cuencas aportantes no cuentan con registros de caudales, pero son importantes durante la temporada húmeda.

La orografía de la zona conforma un valle entre las cotas 2,700 y 3,400 msnm, enmarcado por dos ramales montañosos: la cordillera de Suratá al noreste y de Peña Blanca al suroccidente. La precipitación es moderada, con cerca de 1,000 mm de precipitación media anual en la zona del embalse y con valores superiores en la cuenca alta. Posee un régimen unimodal, con una temporada lluviosa que se inicia en mayo y se extiende hasta octubre. La temporada seca va de diciembre a marzo.

3. PROBLEMA

Se busca identificar la importancia que tienen las cuencas hidrográficas a nivel nacional, regional y local, ya que en la actualidad se debe realizar un estudio para determinar la calidad ambiental de la zona; a través de la meteorología se desea observar los diferentes comportamientos que tienen los embalses, ya que estos deben estar bajo observaciones para evitar catástrofes naturales.

4. JUSTIFICACION

Dentro de los compromisos propios como ingenieros ambientales y como grupo de investigación TECNOAMBIENTAL, buscamos resaltar la importancia que tienen en la actualidad las cuencas hidrográficas, esto debido a que el cambio climático ha alterado totalmente los fenómenos climáticos y con ello incrementando los niveles de aguas continentales y marítimas, que conllevan a problemáticas sociales-ambientales, para todas las comunidades y seres vivos que conviven a las márgenes de las aguas.

Con la realización de la base de datos se desea catalogar las diferentes cuencas hidrográficas del embalse de Neusa y Sisga, la importancia que estas tienen para los seres humanos como un complemento imprescindible para la existencia de la vida.

Este proyecto será una de las primeras iniciativas investigativas en la línea TECNOAMBIENTAL, la cual busca resaltar y evaluar la importancia que

tienen los embalses como reguladores, represadores o captadores para un sistema agua.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar la importancia que tiene las diferentes cuencas hidrográficas de los embalses en Colombia, enfocados en la regulación estadística para definir déficit y excesos almacenables, para los embalses de Neusa y Sisga.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las cuencas hidrográficas de los embalses que existen en Colombia.
- Realizar un análisis hidrológico para los embalses de Neusa y Sisga.
- Estudiar la regulación de los embalses, para las cuencas hidrográficas de Neusa y Sisga.
- Identificar los niveles óptimos de operación para los embalses de estudio.

6. MARCO LEGAL O NORMATIVO

En nuestro país la situación de manejo de cuencas hidrográficas, se viene regulando a partir del Decreto 1729 de 2002, que fue promovido principalmente por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). En la actualidad la sobre explotación del recurso agua, se ha evidenciado en la pérdida de la calidad de este, debido a la falta de control por parte de la autoridad ambiental en general.

A continuación se destaca la legislación colombiana en el tema de cuencas hidrográficas más relevante:

De Carácter General

- Constitución Política de Colombia: Todo las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, articulo - 79.
- Ley 9 de 1979: la protección al Medio Ambiente.
- Ley 99 de 1993: El uso de los recursos naturales y demás elementos ambientales de la cuenca.
- Ley 388 de 1997: Los planes de ordenamiento territorial.
- Ley 853 de 2003: Articulo – 1. Formular las políticas públicas y establecer las normas generales para uso de los ríos navegables, con el propósito expreso de alcanzar la integración fluvial de Suramérica.

- Decreto ley 2811 de 1974: El uso de los recursos naturales y demás elementos ambientales de la cuenca.
- Decreto 1729 de 2002: Definición de cuencas hidrográficas.
- Acuerdo 41 de 1983: Por el cual se determinan los procedimientos y competencias para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.
- Proyecto de acuerdo No. 104 de 2006: Estatuto General de Protección Ambiental del Distrito Capital.

7. ASPECTOS AMBIENTAL

Embalse: Se denomina embalse a una construcción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. La obstrucción del cauce puede darse por medios naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo estrecho del río o arroyo, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las presas.⁷

7.1 EMBALSES POR CAUSAS NATURALES

Derrumbe de laderas: En este caso se trata de embalses totalmente incontrolados, que generalmente tienen una vida corta, días, semanas o hasta meses. Al llenarse el embalse con los aportes del río o arroyo, se provocan filtraciones a través de la masa de tierra no compactada, y vertimientos por el punto más bajo de la corona, que llevan a la ruptura más o menos rápida y abrupta de la presa, pudiendo causar grandes daños a las poblaciones y áreas cultivadas situadas aguas abajo.

Acumulación de hielo: La acumulación de hielo (embancaduras) en los grandes ríos situados en zonas frías se produce generalmente en puntos en los cuales el cauce presenta algún estrechamiento, ya sea natural, como la presencia de rocas, o artificial, como los pilares de un puente.

Presas construidas por castores: Las presas construidas por castores se dan en pequeños arroyos, generalmente en áreas poco habitadas y, por lo tanto, los eventuales daños causados por su ruptura son generalmente limitados.

⁷ WIKIPEDIA, La Enciclopedia Libre

7.2 EMBALSES CONSTRUIDOS

Los embalses contruidos mediante presas pueden tener la finalidad de:

- Regularizar el caudal de un río o arroyo, almacenando el agua de los períodos húmedos para utilizarlos durante los períodos más secos para el riego, para el abastecimiento de agua potable, para la generación de energía eléctrica, para permitir la navegación. Cuando un embalse tiene más de un fin, se le llama de usos múltiples.
- Amortiguar los picos de las avenidas o crecidas. Laminación de avenidas.
- Crear una diferencia de nivel para generar energía eléctrica, mediante una central hidroeléctrica.
- Crear espacios para esparcimiento y deportes acuáticos.

7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS EMBALSES

Las características físicas principales de un embalse son las curvas cota-volumen, la curva cota-superficie inundada y el caudal regularizado.

Dependiendo de las características del valle, si este es amplio y abierto, las áreas inundables pueden ocupar zonas densamente pobladas, o áreas fértiles para la agricultura. En estos casos, antes de construir la presa debe evaluarse muy objetivamente las ventajas e inconvenientes, mediante un Estudio de impacto ambiental, cosa que no siempre se ha hecho en el pasado.

En otros casos, especialmente en zonas altas y abruptas, el embalse ocupa tierras inhabitadas, en cuyo caso los impactos ambientales son limitados o inexistentes.

7.4 NIVELES CARACTERÍSTICOS EN UN EMBALSE

El nivel del agua en un embalse es siempre mayor que el nivel original del río. Desde el punto de vista de la operación de los embalses, se definen una serie de niveles. Los principales son (en orden creciente):

- **Nivel mínimo minimorum:** Es el nivel mínimo que puede alcanzar el embalse; coincide con el nivel mínimo de la toma situada en la menor cota.
- **Nivel mínimo operacional:** Es el nivel por debajo del cual las estructuras asociadas al embalse y la presa no operan u operan en forma inadecuada.

- **Nivel medio.** Es el nivel que tiene el 50% de permanencia en el lapso del ciclo de compensación del embalse, que puede ser de un día, para los pequeños embalses, hasta períodos plurianuales para los grandes embalses. El período más frecuente es de un año.
- **Nivel máximo operacional:** Al llegarse a este nivel se comienza a verter agua con el objetivo de mantener el nivel pero sin causar daños aguas abajo.
- **Nivel del vertedero.** Si la presa dispone de un solo vertedero libre, el nivel de la solera coincide con el nivel máximo operacional. Si el vertedero está equipado con compuertas, el nivel de la solera es inferior al máximo operacional.
- **Nivel máximo normal:** Al llegarse a este nivel la operación cambia de objetivo y la prioridad es garantizar la seguridad de la presa. En esta fase pueden ocurrir daños aguas abajo; sin embargo, se intentará minimizar los mismos.
- **Nivel máximo maximorum:** En este nivel ya la prioridad absoluta es la seguridad de la presa, dado que una ruptura sería catastrófica aguas abajo. Se mantiene el nivel a toda costa; el caudal descargado es igual al caudal que entra en el embalse.

7.5 VOLÚMENES CARACTERÍSTICOS DE UN EMBALSE

Los volúmenes característicos de los embalses están asociados a los niveles; de esta forma se tiene:

- **Volumen muerto.** Definido como el volumen almacenado hasta alcanzar el nivel mínimo minimorum.
- **Volumen útil.** El comprendido entre el nivel mínimo minimorum y el nivel máximo operacional.
- **Volumen de laminación.** Es el volumen comprendido entre el nivel máximo operacional y el nivel máximo normal. Este volumen, como su nombre lo dice, es utilizado para reducir el caudal vertido, tentando limitar los daños aguas abajo.

7.6 CAUDALES CARACTERÍSTICOS DE UN EMBALSE

- **Caudal firme.** Es el caudal máximo que se puede retirar del embalse en un período crítico. Si el embalse ha sido dimensionado para compensar los caudales a lo largo de un año hidrológico, generalmente se considera como período crítico al año hidrológico en el cual se ha registrado el volumen aportado mínimo. Sin embargo, existen otras definiciones para el período crítico también aceptadas,

como, por ejemplo, el volumen anual de aporte hídrico superado en el 75% de los años, que es una condición menos crítica que la anterior.

- **Caudal regularizado.** Es el caudal que se puede retirar del embalse durante todo el año hidrológico, asociado a una probabilidad.

7.7 EFECTO DE LOS EMBALSES

Los embalses tienen un importante influjo en el entorno; algunos de sus efectos pueden ser considerados positivos y otros pueden ser considerados negativos.

Generales: Los embalses de grandes dimensiones agregan un peso muy importante al suelo de la zona, además de incrementar las infiltraciones. Estos dos factores juntos pueden provocar lo que se conoce como *seísmos inducidos*. Son frecuentes durante los primeros años después del llenado del embalse. Si bien estos seísmos inducidos son molestos, muy rara vez alcanzan intensidades que puedan causar daños serios a la población.

Aguas arriba: Aguas arriba de un embalse, el nivel freático de los terrenos vecinos se puede modificar fuertemente, pudiendo traer consecuencias en la vegetación circunlacustre.

Aguas abajo: Los efectos de un embalse aguas abajo son de varios tipos; se pueden mencionar:

- Aumento de la capacidad de erosionar el lecho del río.
- Disminución de los caudales medios vertidos y, consecuente, facilidad para que actividades antrópicas ocupen parte del lecho mayor del río.
- Disminución del aporte de sedimentos a las costas, incidiendo en la erosión de las playas y deltas.

7.8 USO DE LOS EMBALSES

Básicamente un embalse creado por una presa, que interrumpe el cauce natural de un río, pone a disposición del operador del embalse un volumen de almacenamiento potencial que puede ser utilizado para múltiples fines, algunos de ellos complementarios y otros conflictivos entre sí, pone a disposición del operador del embalse también un potencial energético derivado de la elevación del nivel del agua.

Se pueden distinguir los usos que para su maximización requieren que el embalse esté lo más lleno posible, garantizando un caudal regularizado mayor. Estos usos son la generación de energía eléctrica, el riego, el

abastecimiento de agua potable o industrial, la dilución de poluentes. Por el contrario, para el control de avenidas el embalse será tanto más eficiente cuanto más vacío se encuentre en el momento en que recibe una avenida.

Desde el punto de vista de su capacidad reguladora, el embalse puede tener un ciclo diario, mensual, anual e, incluso, en algunos pocos casos, plurianual. Esto significa que el embalse acumula el agua durante, por ejemplo, 20 horas por día, para descargar todo ese volumen para la generación de energía eléctrica durante las 4 horas de pico de demanda; o acumula las aguas durante el período de lluvias, 3 a 6 meses según la región, para usarlo en riego en el período seco.

7.9 EMBALSE DE USOS MÚLTIPLES

Muchos embalses modernos son diseñados para usos múltiples. En esos casos el operador del embalse debe establecer políticas de operación, que deben tener en cuenta:

- Prioridad de cada uno de los usos, asociado a la disponibilidad de otras alternativas técnica y económicamente factibles en el área. En general, el abastecimiento de agua potable tiene la prioridad más elevada.
- Limitaciones de caudal, máximo y mínimo, aguas abajo de la presa que soporta el embalse.

7.10 POTENCIALES IMPACTOS AMBIÉNTALES

Los proyectos de las represas grandes causan cambios ambientales irreversibles en un área geográfica grande, y, por lo tanto, tienen el potencial para causar impactos importantes. Ha aumentado la crítica a estos proyectos durante la última década. Los críticos más severos reclaman que, como los beneficios valen menos que los costos sociales, ambientales y económicos, es injustificable construir represas grandes. Otros sostienen que se puede, en algunos casos, evitar o reducir los costos ambientales y sociales a un nivel aceptable, al evaluar cuidadosamente los problemas potenciales y la implementación de las medidas correctivas.

El área de influencia de una represa se extiende desde los límites superiores de captación del reservorio hasta el estero, la costa y el mar. Incluye la cuenca hidrográfica y el valle del río aguas abajo de la represa.

Si bien existen efectos ambientales directos de la construcción de una represa (por ejemplo, problemas con el polvo, la erosión, el movimiento de

tierras), los impactos mayores provienen del envase del agua, la inundación de la tierra para formar el reservorio y la alteración del caudal del agua, más abajo. Estos efectos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y, especialmente, para las poblaciones humanas del área.

Los efectos indirectos de la represa, que, a veces, pueden ser peores que los directos, se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma (por ejemplo, los caminos de acceso, campamentos de construcción, líneas de transmisión de la electricidad) y el desarrollo de las actividades agrícolas, industriales o municipales, fomentadas por la represa.

Además de los efectos ambientales directos e indirectos de la construcción de la represa, deberán ser considerados los efectos que el medio ambiente produce en la represa. Los principales factores ambientales que afectan el funcionamiento y la vida de la represa son causados por el uso de la tierra, el agua y los otros recursos del área de captación encima del reservorio (por ejemplo la agricultura, la colonización, el desbroce del bosque) y éste puede causar mayor acumulación de limos y cambios en la calidad del agua del reservorio y del río, aguas abajo.

Los beneficios de la represa son: Se controlan las inundaciones y se provee un afluente de agua más confiable y de más alta calidad para el riego, y el uso domésticos e industrial. Además, las represas pueden crear alternativas para las actividades que tienen el potencial para causar impactos negativos mayores. La energía hidroeléctrica, por ejemplo, es una alternativa para la energía termoeléctrica a base del carbón, o la energía nuclear. La intensificación de la agricultura, localmente, a través del riego, puede reducir la presión sobre los bosques, los hábitats intactos de la fauna, y las otras áreas que no sean idóneas para la agricultura. Asimismo, las represas pueden crear una industria de pesca, y facilitar la producción agrícola en el área, aguas abajo del reservorio, que, en algunos casos, puede más que compensar las pérdidas sufridas en estos sectores, como resultado de su construcción.

Recientemente se está considerando el efecto beneficioso que pudiera tener el almacenamiento de agua en la tierra para compensar el crecimiento del nivel del mar, almacenando en forma líquida el agua que ahora permanece en tierra en forma de hielo en glaciares y nieves perpetuas de las montañas altas, que ahora se está derritiendo debido al calentamiento global. Los beneficios ambientales en las zonas costeras (muchas de ellas muy densamente pobladas) bien podrían compensar los problemas que pudieran producir en las tierras del interior.

7.11 MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Es un fenómeno común, el aumento de presión sobre las áreas altas encima de la represa, como resultado del reasentamiento de la gente de las áreas inundadas y la afluencia incontrolada de los recién llegados al área. Se produce degradación ambiental, y la calidad del agua se deteriora, y las tasas de sedimentación del reservorio aumentan, como resultado del desbroce del bosque para agricultura, la presión sobre los pastos, el uso del terreno de la cuenca baja afecta la calidad y cantidad del agua que ingresa al río. Por eso es esencial que los proyectos de las represas sean planificadas y manejados considerando el contexto global de la cuenca del río y los planes regionales de desarrollo, incluyendo, tanto las áreas superiores de captación sobre la represa y los terrenos aluviales, como las áreas de la cuenca hidrográfica aguas abajo.

8. CALCULOS

Para el análisis hidrológico de los embalses de Neusa y Sisga realizamos los siguientes pasos:

- Buscamos datos de las estaciones climatológicas limnigráficas para obtener los valores de entrada al embalse (ver tablas N° 4, 5, 6 y 7).
- Buscamos la estación climatológica principal para obtener los datos de precipitación y evaporación.
- Realizamos la solicitud por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR para que nos facilitara los datos de descarga, volúmenes y tablas de conversión volúmenes – niveles (ver tablas N° 1, 2 y 3).
- Se diseñó una hoja de cálculo tomando como valores positivos todo tipo de afluente que descarga en el embalse, es decir caudales de entrada y precipitaciones, y como valores negativos se tomaron las descargas del embalse y la evapotranspiración. Se realizó una sumatoria de estos datos teniendo en cuenta que todos tenían que estar en las mismas unidades teniendo, como resultado un valor de referencia, si este valor resultaba negativo nos indicaba que para ese mes y ese año existió un exceso de agua, es decir se podía desembalsar, dado lo contrario si el valor era positivo existía un déficit y tocaba embalsar.
- Con los valores de precipitación y el plano de isoyetas (ver anexo 3), se calculó la precipitación media que presenta la cuenca hidrográfica del embalse del Neusa (ver tabla N° 18).
- Con los datos históricos de volúmenes mes a mes para los años 1999 a 2003, se diseñó un histograma (ver cuadro N° 18).

Para el análisis hidrológico de los embalses del Sisga realizamos los siguientes pasos:

- Por tanto para el embalse del sisga se realizaron los mismos pasos, cambiando los datos teniendo en cuenta que estos se realizaron para los años 1994 a 1999 (ver Tablas N° 11 y 12 - 9 y 10 -19, Anexo 4 y Cuadro N° 19).

9. GLOSARIO

Caudal: Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal de un río en una unidad de tiempo.

Caudal afluente: Agua que fluye de un curso de agua a un acuífero, a un lago, embalse o deposito similares.

Caudal de desbordamiento: Caudal correspondiente a la situación en el cual las márgenes del río están a punto de ser sumergidas.

Caudal efluente: Caudal que sale de un curso de agua, lago. Embalse, depósito, cuenca, sistema de acuífero, etc.

Caudal mínimo: Valor mínimo del caudal de una corriente durante el año hidrológico; se considera habitualmente que este valor corresponde al caudal diario mas bajo observado.

Ciclo Hidrológico: Es la sucesión periódica de etapas por las que pasa el agua, tanto en la superficie terrestre como en la atmósfera. Empieza con la evaporación de los cuerpos de agua, le siguen la condensación, proceso por el cual se forman las nubes, la precipitación y por último la acumulación en la tierra o en cuerpos de agua.

Climatología: Ciencia dedicada al estudio de los climas en relación a sus características, variaciones, distribución, tipos y posibles causas determinantes

Cuenca: Es un área delimitada por partes altas, esto da lugar a que sea receptor de aguas de lluvia, escurrimientos y caudales de ríos.

Déficit de agua: Diferencia acumulada entre la evapotranspiración potencial y la precipitación durante un periodo determinado, en el cual la precipitación es la mas pequeña de ambas.

Drenaje: Evacuación del agua superficial y subterránea de un área determinada, por gravedad o por bombeo.

Efluente: Líquido que fluye de un recipiente u otro sistema. Agua residual que fluyen fuera del depósito o planta de tratamiento. Derivación de una corriente principal o lago.

Embalse: Masa de agua, natural o artificialmente almacenada que regula y controla los caudales.

Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno (escorrentía de superficie), o en el interior del mismo (escorrentía subterránea).

Estación climatológica: Estación que facilita los datos climatológicos. Estos datos incluirán los siguientes elementos: tiempo, viento, nubosidad, temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación e insolación.

Hidrografía: Ciencia que trata de la descripción y medida de masas abiertas de agua por ejemplo: océanos, mares, corrientes, ríos, embalses, etc.

Inundación: Aumento del nivel normal de un curso, o acumulación de aguas por drenaje en zonas que normalmente no se encuentran sumergidas.

Isoyeta: Línea que une los puntos con idéntica precipitación, en un periodo dado.

Lluvia: Precipitación de partículas de agua líquida en forma de gotas de diámetro mayor de 0.5 mm. Si cae en una zona amplia, el tamaño de la gota puede ser menor.

Meteorología: Ciencia y estudio de los fenómenos atmosféricos. Varias de las áreas que abarca la meteorología son por ejemplo: agro meteorología, climatología, la aeronáutica, la Hidrometeorología y las meteorologías física, dinámica y sinóptica.

Precipitación: Hidrometeoro constituido por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas o amorfas, que caen de una nube o de un conjunto de nubes y que alcanzan el suelo.

Evaporación del Agua: Emisión de vapor de agua por una superficie libre a temperatura inferior a su punto de ebullición. (OMM)
(2) Cantidad de agua evaporada.

Tasa De Evaporación: Cantidad de agua evaporada en una superficie de agua dada, por unidad de tiempo.

Temperatura: Medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide usando una escala arbitraria a partir del cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor y de frío. En observaciones de la superficie, se refiere principalmente al aire libre o temperatura ambiental cerca a la superficie de la tierra.

10. CONCLUSIONES

- Se logro demostrar que en la actualidad en los embalses se realiza un aprovechamiento óptimo de represamiento, que se ve reflejado en el río para el acueducto de Tibitoc o energía para Bogotá.
- Se identifico que Colombia es uno de los países más grandes en espacios que se pueden aprovechar para embalses, en comparación a Cuba ya que este País es 20 veces más pequeño que el nuestro y cuenta con 200 embalses en todo su territorio.
- Se logro identificar que los embalses son un sistema de control de creciente en épocas de lluvias y pueden facilitar el control de inundación cuando existe un exceso de aguas.
- Se logro identificar las diferentes clases de embalses los cuales pueden ser construidos por medios naturales como es, el derrumbe de una ladera, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las presas.
- Una de las principales condiciones que se debe tener en cuenta antes de construir una presa, es evaluarse muy objetivamente las ventajas e inconvenientes, mediante un Estudio de Impacto Ambiental, cosa que no siempre se ha hecho en el pasado.
- El caudal regularizado es quizás la característica más importante de los embalses destinados, justamente, a regularizar, a lo largo del día, del año o periodos plurianuales, el caudal que puede ser retirado en forma continua para el uso para el cual se ha construido el embalse; bien sea como un sistema de control de inundaciones, sistema de abastecimiento para riegos o sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca – CAR, Acueducto y energía de Bogotá, tenga reportes actualizados de las diferentes estaciones climatológicas que esta a su cargo, complementando consigo los controles operativos que llevan actualmente.
- Se recomienda que en la Universidad se sigan realizando estudios similares a este, para los embalses en Colombia, buscando identificar el aprovechamiento hídrico que estos ofrecen.
- Se hace necesario que en el pensum de la Universidad exista un curso de obras hidráulicas relacionadas con embalses desde el punto de vista ambiental.
- Es de vital importancia tener acceso fácil a las tablas de conversión que manejan los diferentes embalses a los cuales están a cargo la CORPORACION REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR,
- Realizar una análisis detallado de la importancia que tienen los embalses, como un sistema de represamiento de aguas en las épocas de lluvias y control de inundaciones aguas a bajo.
- Realizar estudios más constantes, para determinar los niveles de sedimentos los cuales disminuyen los volúmenes de represamiento de los diferentes embalses.

BIBLIOGRAFÍA

- Guía para la elaboración de proyectos de investigación de ingeniería. Primera edición. Facultad de ingeniería. Departamento de investigación. Bogotá d.C. 2004.
- Estadística sobre el recurso agua en Colombia. Rodrigo Marín Ramírez. Ministerio de Agricultura – Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de tierras. Segunda edición.
- Estadísticas hidrológicas de Colombia 1990 – 1993. Ministerio del Medio Ambiente-IDEAM. Tomo I.
- Atlas climatológico de Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-IDEAM.
- Tablas estaciones climatológicas CAR
- Tablas Nivel Vs. Volumen

INFOGRAFIA

- www.rena.edu.ve/TerceraEtapa/Geografia/Hidrografia.html
- www.eumed.net/libros/2005/jmfb-h/1u.htm
- www.todacolombia.com/geografia/hidrografiacolombia.html#6
- www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/vpinzon/ecolo.htm
- www.cuencatunjuelo.8m.com/cartilla_as_006_riqueza%20hidrica.htm
- www.fao.org/docrep/field/003/ab488s/AB488S05.htm
- www.riourbano.org/img/ojedaelaguaelementovitalylacuena.doc
- www.valledelcauca.gov.co/corpuencas/publicaciones.php?id=116&dPrint=1
- www.meteorologia.com.uy/glosario.htm
- www.sire.gov.co/riobogota/documentos/doc/car/infoEmbalseSisga.doc
- www.senamhi.gob.pe/pdf/manualmeteo/cap2.pdf
- www.car.gov.co/documentos/1_16_2007_8_52_44_AM_Recurso.pdf
- www.es.wikipedia.org/wiki/Embalse

LISTADO DE TABLAS

LISTA DE TABLAS

**TABLA N° 1. DESCARGAS MEDIAS NEUSA EN m3/Seg.
ESTACION SUSPENDIDA**

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
										SISTEMA DE INFORMACION HIDROMETEOROLOGIA			
DESCARGAS MEDIAS EMBALSE DE NEUSA (m3/seg.)													
LATITUD 5°09'				X = 1060090		CATEGORIA				DEPTO CUNDINAMARCA			
LOGITUD 73°59'				Y = 1011800		ENTIDAD 22 CAR		MUNICIPIO COGUA					
ELEVACIÓN 3100 m.s.n.m						REGIONAL ZIPAQUIRÁ		CUENCA RÍO TIBITOC					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	MEDIA
1998	1,00	1,00	1,05	1,10	0,82	0,50	0,50	0,50	1,16	0,94	0,93	0,78	0,86
1999	1,00	1,66	1,33	1,04	0,64	0,50	0,50	0,50	0,50	1,04	2,29	2,88	1,16
2000	2,67	2,93	2,82	2,42	1,63	1,22	0,60	1,57	1,17	0,74	0,50	0,74	1,58
2001	1,68	2,06	1,62	1,31	0,88	0,63	0,50	0,50	0,50	0,50	0,63	0,51	0,94
2002	0,77	0,80	0,69	0,50	0,50	0,58	0,70	0,80	1,00	1,00	1,11	1,32	0,81
2003	2,00	2,00	1,88	1,63	1,20	1,29	1,18	1,92	2,30	1,45	1,05	1,59	1,62

**TABLA Nº 2. DESCARGAS MEDIAS DE NEUSA EN MILES DE m³
ESTACION SUSPENDIDA**

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
										SISTEMA DE INFORMACION HIDROMETEOROLOGIA			
DESCARGAS MEDIAS EMBALSE DE NEUSA (Miles de m3)													
LATITUD		5°09'		X = 1060090		CATEGORIA				DEPTO CUNDINAMARCA			
LOGITUD		73°59'		Y = 1011800		ENTIDAD		22 CAR		MUNICIPIO COGUA			
ELEVACIÓN				3100 m.s.n.m		REGIONAL		ZIPAQUIRÁ		CUENCA RÍO TIBITOC			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	MEDIA
1998	2678	2678	2807	2955	2206	1339	1339	1339	3096	2516	2489	2084	2294
1999	2678	4458	3571	2775	1723	1339	1339	1339	1339	2784	6140	7707	3099
2000	7150	7840	7540	6494	4374	3278	1600	4211	3127	1994	1339	1982	4244
2001	4493	5522	4330	3496	2354	1679	1339	1339	1339	1339	1687	1366	2524
2002	2074	2143	1849	1339	1339	1563	1875	2131	2678	2678	2977	3535	2182
2003	5357	5357	5047	4368	3214	3453	3154	5141	6160	3888	2812	4268	4352

**TABLA Nº 3. VOLUMENES DE NEUSA EN MILES DE m3
ESTACION SUSPENDIDA**

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
										SISTEMA DE INFORMACION HIDROMETEOROLOGIA			
VOLUMEN MEDIOS EMBALSE DE NEUSA (Miles de m3)													
LATITUD		5°09'		X = 1060090		CATEGORIA				DEPTO CUNDINAMARCA			
LOGITUD		73°59'		Y = 1011800		ENTIDAD		22 CAR		MUNICIPIO COGUA			
ELEVACIÓN		3100 m.s.n.m				REGIONAL		ZIPAQUIRÁ		CUENCA		RÍO TIBITOC	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	MEDIA
1998	68585	56245	54065	53619	55098	58718	61325	64056	64583	63568	66013	68645	61210
1999	68585	66575	67243	68655	69528	69392	69078	68633	71327	80812	88153	88580	73047
2000	85268	81054	76980	74893	70839	69100	68861	68544	68502	69903	72836	73698	73373
2001	72012	67468	63636	61101	60028	59192	58688	58472	60291	60835	60715	60418	61905
2002	59458	57620	55989	58046	61289	70693	75056	77407	79340	79549	80563	79679	69557
2003	77147	73657	70135	69532	72136	71351	69507	68392	64707	62917	65057	70107	69554

**TABLA N° 4. CAUDALES DE ENTRADA DE NEUSA EN m³/ seg.
ESTACION 2120876**

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA													ESTACION: 2120876	
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES – m ³ /s														
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL	
1998	0,033	0,032	0,07	0,157	0,328	0,121	0,175	0,186	0,075	0,061	0,18	0,261	0,140	
1999	0,081	0,146	0,313	0,385	0,101	0,075	0,07	0,125	0,653	1,152	0,425	0,144	0,306	
2000	0,083	0,095	0,266	0,208	0,094	0,089	0,09	0,08	0,214	0,253	0,298	0,101	0,156	
2001	0,052	0,082	0,06	0,024	0,035	0,026	0,026	0,028	0,122	0,026	0,021	0,032	0,045	
2002	0,018	0,0126	0,049	0,4228	1,06	1,4163	0,726	0,3327	0,121	0,1309	0,19	0,0611	0,378	
2003	0,027	0,061	0,211	0,278	0,303	0,046	0,029	0,036	0,108	0,32	5,491	8,704	1,301	
Promedios	0,049	0,071	0,162	0,246	0,320	0,296	0,186	0,131	0,216	0,324	1,101	1,551	0,388	
litros/seg	49,0	71,4	161,5	245,8	320,2	295,6	186,0	131,3	215,5	323,8	1100,8	1550,5	387,6	
Rendimiento	7	11	24	36	47	44	28	19	32	48	163	230	57	

**TABLA N° 5. CAUDALES DE ENTRADA DE NEUSA EN m3/Seg.
ESTACION 2120867**

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES - m3/s												ESTACION: 2120867	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1998	0,042	0,041	0,048	0,049	0,123	0,051	0,055	0,055	0,045	0,042	0,056	0,067	0,056
1999	0,05	0,056	0,073	0,258	0,06	0,053	0,047	0,044	0,071	0,08	0,104	0,084	0,082
2000	0,068	0,057	0,056	0,053	0,051	0,052	0,052	0,052	0,061	0,056	0,058	0,048	0,055
2001	0,029	0,027	0,036	0,022	0,019	0,031	0,034	0,034	0,063	0,03	0,024	0,027	0,031
2002	0,023	0,019	0,054	0,087	0,065	0,052	0,034	0,028	0,026	0,023	0,039	0,026	0,040
2003	0,015	0,011	0,013	0,045	0,032	0,02	0,016	0,017	0,014	0,02	0,04	0,064	0,026
Promedios	0,0378	0,0352	0,0467	0,0857	0,0583	0,0432	0,0397	0,0383	0,0467	0,0418	0,0535	0,0527	0,0483
litros/seg.	37,83	35,17	46,67	85,67	58,33	43,17	39,67	38,33	46,67	41,83	53,50	52,67	48,29
Rendimiento	30	28	37	68	46	34	31	30	37	33	42	42	38

**TABLA N° 6. CAUDALES DE ENTRADA DE NEUSA EN m3/Seg.
ESTACION 2120865**

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES - m3/s												ESTACION: 2120865	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1998	0,06	0,06	0,07	0,012	0,103	0,1	0,097	0,088	0,087	0,088	0,093	0,09	0,079
1999	0,093	0,093	0,091	0,096	0,007	0,006	0,005	0,005	0,008	0,461	0,467	0,015	0,112
2000	0,032	0,166	0,021	0,007	0,009	0,028	0,05	0,041	0,112	0,151	0,072	0,029	0,060
2001	0,008	0,019	0,222	0,008	0,022	0,021	0,013	0,01	0,009	0,01	0,01	0,01	0,030
2002	0,008	0,007	0,01	0,029	0,152	0,269	0,102	0,103	0,087	0,075	0,091	0,07	0,084
2003	0,063	0,065	0,081	0,185	0,073	0,084	0,05	0,087	0,07	0,087	0,131	0,157	0,094
Promedios	0,0440	0,0683	0,0825	0,0562	0,0610	0,0847	0,0528	0,0557	0,0622	0,1453	0,1440	0,0618	0,0765
litros/seg	44,00	68,33	82,50	56,17	61,00	84,67	52,83	55,67	62,17	145,33	144,00	61,83	76,54
Rendimiento	91	141	171	116	126	175	109	115	129	301	298	128	158

**TABLA N° 7. CAUDALES DE ENTRADA DE NEUSA EN m3/Seg.
ESTACION 2120918**

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES - m3/s												ESTACION: 2120918	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1998	0,108	0,092	0,091	0,149	1,048	0,763	0,94	0,691	0,378	0,619	0,994	0,565	0,537
1999	0,641	0,595	0,791	0,846	0,32	0,353	0,196	0,345	1,835	2,543	2,023	1,257	0,979
2000	0,271	0,288	0,459	0,324	0,205	0,262	0,293	0,203	1,466	1,363	1,658	0,32	0,593
2001	0,129	0,123	0,572	0,967	0,165	0,185	0,183	0,546	0,995	0,274	0,385	0,3	0,402
2002	1,136	0,115	0,859	1,136	1,023	1,942	1,019	1,147	0,432	0,372	0,497	0,229	0,826
2003	0,1	0,101	0,134	1,237	0,63	0,188	0,429	0,471	0,28	0,521	0,756	0,558	0,450
Promedios	0,3975	0,2190	0,4843	0,7765	0,5652	0,6155	0,5100	0,5672	0,8977	0,9487	1,0522	0,5382	0,6310
litros/seg.	397,50	219,00	484,33	776,50	565,17	615,50	510,00	567,17	897,67	948,67	1052,17	538,17	630,99
Rendimiento	53	29	65	104	75	82	68	76	120	126	140	72	84

Rendimiento total de la cuenca hidrográfica:

$(57 + 38 + 158 + 84) / 4 = 84,25$ litros/segundo/km²

Caudal de salida de la cuenca hidrográfica:

$84,25 * 20 = 1685$ litros/segundo

TABLA Nº 8. AREAS DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DE NEUSA

TABLA Nº 8.1. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120876

Área de la cuenca		
cm.	m2	Km2
13,5	6750	6,75
13,4	6700	6,70
13,6	6800	6,80
Promedio	13,5	6750

TABLA Nº 8.2. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120867

Área de la cuenca		
cm.	M2	Km2
2,5	1250	1,25
2,5	1250	1,25
2,6	1300	1,30
Promedio	3	1267

TABLA Nº 8.3. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120865

Área de la cuenca		
cm.	m2	Km2
1	500	0,50
0,9	450	0,45
1	500	0,50
Promedio	1	483

TABLA Nº 8.4. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120918

Área de la cuenca		
cm.	M2	Km2
15	7500	7,5
14	7000	7
16	8000	8
Promedio	15	7500

TABLA Nº 8.5. AREA TOTAL DEL EMBALSE

Área total del embalse			
	cm.	m2	Km2
	35,5	17750	17,75
	35,6	17800	17,8
	35,5	17750	17,75
Promedio	35,5	17767	18

TABLA Nº 8.6. AREA TOTAL DE LA CUENCA

AREA TOTAL DE LA CUENCA			
	cm.	m2	Km2
	18,0	36000	36,00
	17,5	35000	35,00
	18,0	36000	36,00
Promedio	18	35667	36
		1900	2

EMBALSE DE SISGA

**TABLA Nº 9. DESCARGAS MEDIAS DEL SISGA EN m3/seg.
ESTACION 2120744**

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
										SISTEMA DE INFORMACION			
										HIDROMETEOROLOGIA			
DESCARGAS MEDIAS EMBALSE DE SISGA (m3/seg.)													
										ESTACIÓN: 2120744 EMBALSE DEL SISGA			
LATITUD	5°05'		X = 1053800	CATEGORIA						DEPTO CUNDINAMARCA			
LOGITUD	73°44'		Y = 1038900	ENTIDAD 22 CAR						MUNICIPIO CHOCONTA			
ELEVACIÓN	2670 m.s.n.m			REGIONAL ZIPAQUIRÁ									
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	MEDIA
1998	2,00	2,00	3,50	2,50	2,00	1,00	0,00	2,00	3,50	2,50	3,00	3,00	2,25
1999	2,37	3,49	3,70	2,84	2,36	1,50	1,26	1,21	0,37	0,25	0,63	1,89	1,82
2000	1,49	1,78	2,69	2,32	1,78	1,16	1,03	0,33	0,45	1,96	1,97	1,26	1,52
2001	2,35	4,13	6,40	3,34	2,31	1,52	1,21	0,27	0,93	2,00	1,69	1,97	2,34
2002	2,68	2,88	2,71	2,25	2,11	1,03	6,94	6,70	3,06	2,67	2,56	2,27	3,16
2003	2,32	2,27	1,92	1,91	4,07	2,20	0,77	1,23	1,27	0,76	0,65	0,71	1,67

**TABLA N° 10. VOLUMENES EN MILES DE m3
ESTACION 2120744**

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
											SISTEMA DE INFORMACION		
											HIDROMETEOROLOGIA		
VOLUMENES MEDIOS EMBALSE DE SISGA (Miles de m3)													
											ESTACIÓN: 2120744 EMBALSE DEL SISGA		
LATITUD	5°05'			X = 1053800	CATEGORIA					DEPTO CUNDINAMARCA			
LOGITUD	73°44'			Y = 1038900	ENTIDAD 22 CAR					MUNICIPIO CHOCONTA			
ELEVACIÓN	2670 m.s.n.m			REGIONAL ZIPAQUIRÁ									
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	MEDIA
1998	52661	46793	41443	36429	35630	45917	68636	82070	81377	76618	73935	72374	59490
1999	67070	59193	50964	45555	44725	45040	49125	54993	59590	70270	76444	75017	58166
2000	70841	66729	59707	54082	50145	54650	63396	72994	86187	89798	92250	92250	71086
2001	88256	79344	63762	51668	47855	50586	60007	72083	86398	87771	87771	85407	71742
2002	78454	70428	62060	58239	58156	74350	87107	93128	92279	86532	81556	74336	76385
2003	66752	58663	51856	46883	45749	39599	45820	60293	63429	64933	68447	68463	56741

**TABLA N° 11. CAUDALES DE ENTRADA EN m3/seg.
ESTACION 2120870**

CUENCA - EMBALSE DE SISGA - caudal de entrada													ESTACION: 2120870	
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES - m3/s														
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL	
1994	0,247	0,162	0,208	0,28	1,526	2,795	4,277	2,303	1,991	2,045	0,817	0,505	1,430	
1995	0,183	0,131	0,322	0,605	0,985	1,541	2,411	1,551	0,513	0,518	0,369	0,286	0,785	
1996	0,169	0,436	0,962	0,596	2,324	2,89	4,151	3,236	0,803	1,036	0,274	0,358	1,436	
1997	0,533	0,561	0,203	0,374	1,324	1,448	6,976	2,945	0,503	0,194	0,181	0,13	1,281	
1998	0,69	0,055	0,027	0,247	1,964	4,383	4,938	2,131	0,525	0,68	0,956	1,402	1,500	
1999	0,229	0,745	1,162	2,824	1,558	3,358	2,559	1,701	3,924	3,619	0,734	0,425	1,903	
Promedios	0,3418	0,3483	0,4807	0,8210	1,6135	2,7358	4,2187	2,3112	1,3765	1,3487	0,5552	0,5177	1,3891	
litros/seg	341,83	348,33	480,67	821,00	1613,50	2735,83	4218,67	2311,17	1376,50	1348,67	555,17	517,67	1389,08	
Rendimiento	10	10	13	23	45	77	118	65	39	38	16	15	39	

**TABLA N° 12. CAUDALES DE ENTRADA EN m3/seg.
ESTACION 2120868**

CUENCA - EMBALSE DE SISGA - caudal de entrada													ESTACION: 2120868
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES - m3/s													
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1994	0,016	0,002	0,001	0,002	0,331	0,38	1,066	1,1875	0,87	0,476	0,221	0,035	0,382
1995	0,003	0,001	0,009	0,064	0,476	0,505	0,519	0,169	0,199	0,114	0,037	0,031	0,177
1996	0,003	0,125	0,095	0,002	1,065	1,053	0,977	0,347	0,142	0,35	0,011	0,031	0,350
1997	0,068	0,036	0,022	0,041	0,228	0,13	1,886	0,895	0,065	0,022	0,06	0,01	0,289
1998	0,02	0,023	0,021	0,086	1,009	2,173	1,463	0,482	0,219	0,414	0,349	0,506	0,564
1999	0,103	0,09	0,118	0,58	0,297	0,732	0,819	0,742	0,555	0,612	0,091	0,055	0,400
Promedios	0,0355	0,0462	0,0443	0,1292	0,5677	0,8288	1,1217	0,6371	0,3417	0,3313	0,1282	0,1113	0,3602
litros/seg.	35,50	46,17	44,33	129,17	567,67	828,83	1121,67	637,08	341,67	331,33	128,17	111,33	360,24
Rendimiento	6	8	8	23	100	146	198	112	60	58	23	20	64

Rendimiento total de la cuenca hidrográfica:

(39 + 64) / 2: 51,5 litros/segundo/km²

Caudal de salida de la cuenca hidrográfica:

51,5 * 16: 824 litros/segundo

TABLA N° 13. AREAS DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DE SISGA

TABLA N° 13.1. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120870

Área de la cuenca		
cm.	m2	Km2
18	36000	36
18	36000	36
17,5	35000	35
Promedio	18	35667
		36

TABLA N° 13.2. AREA DE INFLUENCIA ESTACION 2120868

Área de la cuenca		
cm.	m2	Km2
3	6000	6
3	6000	6
2,5	5000	5
Promedio	3	5667
		6

TABLA N° 13.5. AREA DEL EMBALSE

AREA TOTAL DE LA CUENCA		
cm.	m2	Km2
32	64000	64,00
33	66000	66,00
32	64000	64,00
Promedio	32	64667
		65
	19583	20

TABLA N° 13.4. AREA DEL EMBALSE

Área total del embalse		
cm.	m2	Km2
18,5	9250	9,25
19	9500	9,5
19	9500	9,5
Promedio	19	9417
		9

TABLA Nº 13.4. AREA SIN ESTACION

Área			
cm.	m2	Km2	
7	14000	14	
9	18000	18	
9	18000	18	
Promedio	8	16667	17

TABLA N° 14 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN mm

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA													
VALORES DE PRECIPITACION MENSUAL - mm													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1999	41,1	96,2	145,7	91	47,9	84,7	37,1	67,9	170,5	238,3	70	28,2	1118,6
2000	68,2	122,8	172,1	54,1	82,8	104	102,3	101,5	107,1	87,2	42,4	38,4	1082,9
2001	0,5	24,2	144,9	12,2	99	54,9	44,9	83,2	97,2	55,9	63,4	32,9	713,2
2002	14,5	64,4	116,2	167,8	174,6	111,8	48,2	72,3	61,2	55,3	33,3	25,3	944,9
2003	14,8	46,5	63,8	142,7	57	56,5	59,1	49,9	35,5	91,4	157,9	58,3	833,4

TABLA N° 15 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN mm

CUENCA - EMBALSE DE SISGA													
VALORES DE PRECIPITACION MENSUAL - mm													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1994	13,7	12,2	35,3	58,8	134,9	87,9	106,4	133,3	94,3	100,7	69	16,2	862,7
1995	8,8	4,8	69,8	58,1	92	84,8	73,8	95	32,7	61,9	36,1	43,3	661,1
1996	33,1	52,2	119,3	45,4	115,4	73,6	138	102,5	48,1	92,6	50,1	33,6	903,9
1997	48,9	24	15,5	54,3	58,8	53,3	146,6	93,1	24	47,1	26,6	9,3	601,5
1998	4,1	12	52,8	69,6	147,6	112,8	152,6	52,8	60,7	46,5	81,2	59,5	852,2
1999	33	65	96,1	105,6	66,5	95,9	69	49	107,5	116,4	57,1	28,8	889,9

TABLA Nº 16. Niveles Vs. Volúmenes – EMBALSE SISGA

CUENCA - EMBALSE DE SISGA

		CAUDALES DE ENTRADA		PRECIPIT	PRECIPIT	EVAPORA	EVAPORA	DESCAR		VOLUMEN			VOLUMEN		NIVEL
		m3/s		mm/mes	M3/seg.	Mm/mes	M3/seg.	m3/s	m3/s	miles de m3			miles de m3	m3	m
		ESTACION 2120870	ESTACION 2120868	ESTACION 2120548		ESTACION 2120548		ESTACION 2120744		RELACION			ESTACION 2120744		COTA
1994	ENE	0,247	0,016	13,7	0,00029	88,9	0,00032	2,61	-2,35	-6083,50	Exceso	Embalsar	76582	76582000	2649,82
	FEB	0,162	0,002	12,2	0,00026	50	0,00018	3,2	-40,84	-105846,91	Exceso	Embalsar	68329	68329000	2649,38
	MAR	0,208	0,001	35,3	0,00075	74,5	0,00027	3,23	-42,22	-109436,83	Exceso	Embalsar	58749	58749000	2648,83
	ABR	0,28	0,002	58,8	0,00125	64,2	0,00023	2,88	-8,00	-20730,82	Exceso	Embalsar	50036	50036000	2663,12
	MAY	1,526	0,331	134,9	0,00288	54	0,00020	1,12	81,64	211603,10	Déficit	Desembalsar	47856	47856000	2662,66
	JUN	2,795	0,38	87,9	0,00187	66,8	0,00024	1,15	23,13	59940,00	Déficit	Desembalsar	55189	55189000	2664,16
	JUL	4,277	1,066	106,4	0,00227	33,1	0,00012	0,37	78,27	202883,62	Déficit	Desembalsar	71522	71522000	2667,23
	AGO	2,303	1,1875	133,3	0,00284	51,4	0,00019	1,33	84,06	217884,82	Déficit	Desembalsar	87803	87803000	2669,98
	SEP	1,991	0,87	94,3	0,00201	53,7	0,00020	2,82	40,64	105341,47	Déficit	Desembalsar	94725	94725000	2670,35
	OCT	2,045	0,476	100,7	0,00215	86,2	0,00031	3,06	13,96	36186,91	Déficit	Desembalsar	96451	96451000	2670,37
	NOV	0,817	0,221	69	0,00147	73,8	0,00027	1,4	-5,16	-13379,90	Exceso	Embalsar	95865	95865000	2670,36
	DIC	0,505	0,035	16,2	0,00035	76,4	0,00028	2,12	-61,78	-160133,76	Exceso	Embalsar	93842	93842000	2670,34
1995	ENE	0,183	0,003	8,8	0,00019	120	0,00044	2,83	113,84	-295083,65	Exceso	Embalsar	86522	86522000	2669,77
	FEB	0,131	0,001	4,8	0,00010	135,9	0,00049	3,25	134,22	-347893,06	Exceso	Embalsar	77718	77718000	2668,32
	MAR	0,322	0,009	69,8	0,00149	90,2	0,00033	2,94	-23,01	-59639,33	Exceso	Embalsar	68766	68766000	2666,74
	ABR	0,605	0,064	58,1	0,00124	83,1	0,00030	3,08	-27,41	-71049,31	Exceso	Embalsar	60753	60753000	2665,25
	MAY	0,985	0,476	92	0,00196	65,5	0,00024	2,43	25,53	66176,35	Déficit	Desembalsar	56438	56438000	2664,41
	JUN	1,541	0,505	84,8	0,00181	57,5	0,00021	1,96	27,39	70984,51	Déficit	Desembalsar	54702	54702000	2664,66
	JUL	2,411	0,519	73,8	0,00157	60,5	0,00022	1,91	14,32	37117,44	Déficit	Desembalsar	59870	59870000	2665,08
	AGO	1,551	0,169	95	0,00202	55,9	0,00020	1,84	38,98	101036,16	Déficit	Desembalsar	60996	60996000	2665,29
	SEP	0,513	0,199	32,7	0,00070	66	0,00024	1,6	-34,19	-88615,30	Exceso	Embalsar	60401	60401000	2665,18
	OCT	0,518	0,114	61,9	0,00132	77,4	0,00028	1,3	-16,17	-41907,46	Exceso	Embalsar	57403	57403000	2664,60
	NOV	0,369	0,037	36,1	0,00077	92	0,00033	1,4	-56,89	-147469,25	Exceso	Embalsar	54600	54600000	2664,05
	DIC	0,286	0,031	43,3	0,00092	92,9	0,00034	1,46	-50,74	-131525,86	Exceso	Embalsar	50916	50916000	2663,30
1996	ENE	0,169	0,003	33,1	0,00071	102,8	0,00037	1,5	-71,03	-184104,58	Exceso	Embalsar	46235	46235000	2662,32
	FEB	0,436	0,125	52,2	0,00111	72,9	0,00026	1,21	-21,35	-55336,61	Exceso	Embalsar	42611	42611000	2661,50
	MAR	0,962	0,095	119,3	0,00254	85,5	0,00031	1,07	33,79	87575,90	Déficit	Desembalsar	40789	40789000	2661,07

	ABR	0,596	0,002	45,4	0,00097	71,2	0,00026	1,15	-26,35	-68304,38	Exceso	Embalsar	38379	38379000	2660,48
	MAY	2,324	1,065	115,4	0,00246	60,9	0,00022	0,85	57,04	147845,09	Déficit	Desembalsar	39440	39440000	2660,75
	JUN	2,89	1,053	73,6	0,00157	42,4	0,00015	0,7	34,44	89276,26	Déficit	Desembalsar	44686	44686000	2661,97
	JUL	4,151	0,977	138	0,00294	62,5	0,00023	0,17	80,46	208547,14	Déficit	Desembalsar	57391	57391000	2664,60
	AGO	3,236	0,347	102,5	0,00218	64,8	0,00024	0,25	41,03	106357,54	Déficit	Desembalsar	73484	73484000	2667,57
	SEP	0,803	0,142	48,1	0,00103	37,2	0,00014	0,98	10,87	28162,08	Déficit	Desembalsar	78961	78961000	2668,52
	OCT	1,036	0,35	92,6	0,00197	84	0,00031	0,76	9,23	23913,79	Déficit	Desembalsar	80859	80859000	2668,84
	NOV	0,274	0,011	50,1	0,00107	69,5	0,00025	1,33	-20,45	-52993,44	Exceso	Embalsar	80485	80485000	2668,78
	DIC	0,358	0,031	33,6	0,00072	57,5	0,00021	0,95	-24,46	-63402,91	Exceso	Embalsar	78139	78139000	2668,38
1997	ENE	0,533	0,068	48,9	0,00104	99,3	0,00036	1,07	-50,87	-131852,45	Exceso	Embalsar	75182	75182000	2667,87
	FEB	0,561	0,036	24	0,00051	76,6	0,00028	2,59	-54,59	-141505,06	Exceso	Embalsar	70871	70871000	2667,11
	MAR	0,203	0,022	15,5	0,00033	90,5	0,00033	3,48	-78,26	-202836,96	Exceso	Embalsar	63308	63308000	2665,73
	ABR	0,374	0,041	54,3	0,00116	68,5	0,00025	3,05	-16,84	-43636,32	Exceso	Embalsar	54977	54977000	2664,12
	MAY	1,324	0,228	58,8	0,00125	58,9	0,00021	3,37	-1,92	-4971,46	Exceso	Embalsar	48388	48388000	2662,78
	JUN	1,448	0,13	53,3	0,00114	43,4	0,00016	3,09	8,39	21741,70	Déficit	Desembalsar	43426	43426000	2661,69
	JUL	6,976	1,886	146,6	0,00312	82,3	0,00030	0,33	72,83	188780,54	Déficit	Desembalsar	62726	62726000	2665,62
	AGO	2,945	0,895	93,1	0,00198	66,3	0,00024	1,83	28,81	74675,52	Déficit	Desembalsar	79421	79421000	2668,60
	SEP	0,503	0,065	24	0,00051	64	0,00023	3,8	-43,23	-112057,34	Exceso	Embalsar	74960	74960000	2667,83
	OCT	0,194	0,022	47,1	0,00100	79,8	0,00029	2,5	-34,98	-90678,53	Exceso	Embalsar	72353	72353000	2667,39
	NOV	0,181	0,06	26,6	0,00057	73,9	0,00027	2,28	-49,34	-127886,93	Exceso	Embalsar	66218	66218000	2666,27
	DIC	0,13	0,01	9,3	0,00020	96,1	0,00035	2,28	-88,94	-230532,72	Exceso	Embalsar	59455	59455000	2665,00
1998	ENE	0,69	0,02	4,1	0,00009	123,2	0,00045	2,00	120,39	-312050,88	Exceso	Embalsar	52661	52661000	2663,66
	FEB	0,055	0,023	12	0,00026	99,9	0,00036	2,00	-89,82	-232818,62	Exceso	Embalsar	46793	46793000	2662,44
	MAR	0,027	0,021	52,8	0,00113	93,6	0,00034	3,50	-44,25	-114701,18	Exceso	Embalsar	41443	41443000	2661,24
	ABR	0,247	0,086	69,6	0,00148	94,7	0,00034	2,50	-27,27	-70676,06	Exceso	Embalsar	36429	36429300	2660,00
	MAY	1,964	1,009	147,6	0,00315	60,8	0,00022	2,00	87,77	227507,62	Déficit	Desembalsar	35630	35630000	2659,80
	JUN	4,383	2,173	112,8	0,00240	31,9	0,00012	1,00	86,46	224093,95	Déficit	Desembalsar	45917	45917000	2662,24
	JUL	4,938	1,463	152,6	0,00325	40,8	0,00015	0,00	118,20	306376,99	Déficit	Desembalsar	68636	68636000	2666,71
	AGO	2,131	0,482	52,8	0,00113	68,2	0,00025	2,00	-14,79	-38327,90	Exceso	Embalsar	82070	82070000	2669,04
	SEP	0,525	0,219	60,7	0,00129	76,1	0,00028	3,50	-18,16	-47060,35	Exceso	Embalsar	81377	81377133	2668,93
	OCT	0,68	0,414	46,5	0,00099	82,4	0,00030	2,50	-37,31	-96697,15	Exceso	Embalsar	76618	76618097	2668,12
	NOV	0,956	0,349	81,2	0,00173	61,8	0,00022	3,00	17,71	45891,36	Déficit	Desembalsar	73935	73935467	2667,65
	DIC	1,402	0,506	59,5	0,00127	94,5	0,00034	3,00	-36,09	-93550,46	Exceso	Embalsar	72374	72374000	2667,38
1999	ENE	0,229	0,103	33	0,00070	71,8	0,00026	2,37	-40,84	-105852,10	Exceso	Embalsar	67070	67070000	2666,43
	FEB	0,745	0,09	65	0,00139	63,3	0,00023	3,49	-0,96	-2475,36	Exceso	Embalsar	59193	59193000	2664,95
	MAR	1,162	0,118	96,1	0,00205	97	0,00035	3,70	-3,32	-8605,44	Exceso	Embalsar	50964	50964000	2663,31
	ABR	2,824	0,58	105,6	0,00225	65,5	0,00024	2,84	40,66	105402,81	Déficit	Desembalsar	45555	45555000	2662,17
	MAY	1,558	0,297	66,5	0,00142	67,5	0,00025	2,36	-1,51	-3912,67	Exceso	Embalsar	44725	44725000	2661,98
	JUN	3,358	0,732	95,9	0,00204	66,4	0,00024	1,50	32,09	83185,06	Déficit	Desembalsar	45040	45040000	2662,05

JUL	2,559	0,819	69	0,00147	47	0,00017	1,26	24,12	62512,20	Déficit	Desembalsar	49125	49125000	2662,93
AGO	1,701	0,742	49	0,00104	53,8	0,00020	1,21	-3,56	-9233,12	Exceso	Embalsar	54993	54993000	2664,12
SEP	3,924	0,555	107,5	0,00229	50,7	0,00018	0,37	60,91	157869,22	Déficit	Desembalsar	59590	59590000	2665,02
OCT	3,619	0,612	116,4	0,00248	73,8	0,00027	0,25	46,58	120742,97	Déficit	Desembalsar	70270	70270000	2667,01
NOV	0,734	0,091	57,1	0,00122	83,2	0,00030	0,63	-25,91	-67149,22	Exceso	Embalsar	76444	76444000	2668,09
DIC	0,425	0,055	28,8	0,00061	86,7	0,00031	1,89	-59,31	-153736,54	Exceso	Embalsar	75017	75017000	2667,84

TABLA N° 17. Niveles Vs. Volúmenes – EMBALSE NEUSA

CUENCA - EMBALSE DE NEUSA

		CAUDALES DE ENTRADA				PRECIPITA	PRECIPITA	EVAPORA	EVAPORA	DESCARGA				VOLUMEN			NIVEL	
		m3/s				mm/mes	m3/seg.	mm/mes	m3/seg.	m3/s	m3/s	miles m3				miles m3	m3	m
		ESTACION	ESTACION	ESTACION	ESTACION	ESTACION		ESTACION		ESTACION				ESTACION			COTA	
		2120918	2120876	2120867	2120865	2120541		2120541		SUSPENDI				SUSPENDI				
1998	ENE	0,108	0,033	0,042	0,06	11,1	0,000077	98	0,000672	1,00	-0,76	-1963,69	Exceso	Embalsar	68585	68584968	2969,21	
	FEB	0,092	0,032	0,041	0,06	23,8	0,000164	78	0,000535	1,00	-0,78	-2009,76	Exceso	Embalsar	56245	56245000	2967,56	
	MAR	0,091	0,07	0,047	0,07	35,4	0,000244	73,3	0,000502	1,05	-0,77	-1996,67	Exceso	Embalsar	54065	54065000	2967,24	
	ABR	0,149	0,157	0,049	0,12	22,8	0,000157	51,7	0,000354	1,10	-0,63	-1629,14	Exceso	Embalsar	53619	53619000	2967,19	
	MAY	1,048	0,328	0,123	0,103	47,1	0,000325	41,1	0,000282	0,82	0,78	2017,88	Déficit	Desembalsar	55098	55098000	2967,40	
	JUN	0,763	0,121	0,051	0,1	38,6	0,000267	30,4	0,000208	0,50	0,54	1386,87	Déficit	Desembalsar	58718	58718000	2967,91	
	JUL	0,94	0,175	0,055	0,096	31,3	0,000216	29,8	0,000204	0,50	0,77	1985,50	Déficit	Desembalsar	61325	61325000	2968,26	
	AGO	0,691	0,186	0,055	0,087	38,8	0,000268	39,3	0,000269	0,50	0,52	1345,24	Déficit	Desembalsar	64056	64056000	2968,63	
	SEP	0,378	0,075	0,044	0,087	35,3	0,000244	49,2	0,000337	1,16	-0,57	-1482,21	Exceso	Embalsar	64583	64583167	2968,70	
	OCT	0,619	0,061	0,041	0,088	37,8	0,000261	43,2	0,000296	0,94	-0,13	-337,96	Exceso	Embalsar	63568	63568226	2968,6	
	NOV	0,994	0,18	0,056	0,092	37,3	0,000258	50,7	0,000348	0,93	0,39	1017,26	Déficit	Desembalsar	66013	66013067	2968,9	
	DIC	0,565	0,261	0,066	0,09	43,4	0,000300	59,9	0,000411	0,78	0,20	528,32	Déficit	Desembalsar	68645	68644516	2969,2	
1999	ENE	0,641	0,081	0,049	0,092	41,1	0,000284	72,9	0,000500	1,00	-0,14	-355,66	Exceso	Embalsar	68585	68584968	2969,2	
	FEB	0,595	0,145	0,055	0,093	88,1	0,000608	42,2	0,000289	1,66	-0,78	-2011,37	Exceso	Embalsar	66575	66575357	2969,0	
	MAR	0,79	0,312	0,072	0,09	145,4	0,001004	69,3	0,000475	1,33	-0,07	-178,04	Exceso	Embalsar	67243	67242516	2969,0	
	ABR	0,845	0,385	0,257	0,096	91,8	0,000634	54,6	0,000374	1,04	0,55	1418,50	Déficit	Desembalsar	68655	68655000	2969,2	
	MAY	0,32	0,101	0,059	0,004	52,9	0,000365	66	0,000452	0,64	-0,16	-412,73	Exceso	Embalsar	69528	69527903	2969,3	
	JUN	0,352	0,075	0,053	0,003	84,4	0,000583	50,9	0,000349	0,50	-0,02	-43,46	Exceso	Embalsar	69392	69391800	2969,3	

	JUL	0,196	0,07	0,047	0,002	37,9	0,000262	43,4	0,000297	0,50	-0,19	-479,61	Exceso	Embalsar	69078	69077677	2969,3
	AGO	0,345	0,124	0,044	0,002	67,7	0,000468	55	0,000377	0,50	0,02	39,11	Déficit	Desembalsar	68633	68633032	2969,2
	SEP	1,835	0,653	0,07	0,005	170,6	0,001178	40,9	0,000280	0,50	2,06	5349,62	Déficit	Desembalsar	71327	71326633	2969,5
	OCT	2,542	1,151	0,08	0,338	238,5	0,001647	42,3	0,000290	1,04	3,07	7965,22	Déficit	Desembalsar	80812	80811677	2970,7
	NOV	2,022	0,425	0,104	0,119	72,8	0,000503	6,3	0,000043	2,29	0,38	980,10	Déficit	Desembalsar	88153	88153400	2971,5
	DIC	1,256	0,144	0,083	0,012	27,2	0,000188	38,5	0,000264	2,88	-1,38	-3583,76	Exceso	Embalsar	88580	88580000	2971,5
2000	ENE	0,271	0,061	0,092	0,032	37,2	0,000257	22,3	0,000153	2,67	-2,21	-5736,75	Exceso	Embalsar	85268	85267677	2971,2
	FEB	0,288	0,079	0,057	0,166	83,6	0,000577	28	0,000192	2,93	-2,34	-6057,13	Exceso	Embalsar	81054	81053967	2970,7
	MAR	0,459	0,448	0,048	0,02	112,8	0,000779	48	0,000329	2,82	-1,84	-4768,53	Exceso	Embalsar	76980	76979935	2970,2
	ABR	0,323	0,347	0,045	0,007	41	0,000283	26,7	0,000183	2,42	-1,70	-4413,05	Exceso	Embalsar	74893	74893387	2970,0
	MAY	0,205	0,074	0,04	0,008	38	0,000262	25,1	0,000172	1,63	-1,31	-3385,50	Exceso	Embalsar	70839	70839194	2969,5
	JUN	0,262	0,077	0,043	0,027	61,5	0,000425	19,5	0,000134	1,22	-0,81	-2111,73	Exceso	Embalsar	69100	69099645	2969,3
	JUL	0,293	0,077	0,043	0,049	34,6	0,000239	31,3	0,000215	0,60	-0,14	-350,94	Exceso	Embalsar	68861	68861065	2969,2
	AGO	0,202	0,056	0,043	0,04	4,6	0,000032	32,6	0,000223	1,57	-1,23	-3191,92	Exceso	Embalsar	68544	68543516	2969,2
	SEP	1,465	0,33	0,068	0,111	11	0,000076	60,6	0,000415	1,17	0,81	2090,00	Déficit	Desembalsar	68502	68502194	2969,2
	OCT	1,362	0,483	0,052	0,15	4,6	0,000032	68,1	0,000467	0,74	1,30	3374,91	Déficit	Desembalsar	69903	69902839	2969,4
	NOV	1,657	0,573	0,056	0,072	4,6	0,000032	27	0,000185	0,50	1,86	4815,54	Déficit	Desembalsar	72836	72835806	2969,7
	DIC	0,319	0,094	0,036	0,029	0	0,000000	36,9	0,000253	0,74	-0,26	-679,76	Exceso	Embalsar	73698	73698194	2969,8
2001	ENE	0,128	0,051	0,028	0,008	0,6	0,000004	31,5	0,000216	1,68	-1,46	-3791,14	Exceso	Embalsar	72012	72011645	2969,6
	FEB	0,122	0,082	0,027	0,018	2	0,000014	51,2	0,000216	2,06	-1,81	-4699,26	Exceso	Embalsar	67468	67468207	2969,1
	MAR	0,572	0,06	0,035	0,222	5,2	0,000036	52,1	0,000351	1,62	-0,73	-1886,37	Exceso	Embalsar	63636	63636387	2968,6
	ABR	0,966	0,023	0,022	0,007	15,4	0,000106	31,8	0,000357	1,31	-0,29	-745,42	Exceso	Embalsar	61101	61101452	2968,2
	MAY	0,165	0,034	0,019	0,021	56,4	0,000389	55,6	0,000381	0,88	-0,64	-1658,94	Exceso	Embalsar	60028	60027742	2968,1
	JUN	0,184	0,025	0,03	0,02	33,4	0,000231	52,1	0,000357	0,63	-0,37	-953,60	Exceso	Embalsar	59192	59191710	2968,0
	JUL	0,183	0,026	0,034	0,013	35	0,000242	39,1	0,000268	0,50	-0,24	-632,52	Exceso	Embalsar	58688	58687581	2968,0
	AGO	0,545	0,027	0,034	0,01	51,8	0,000358	12,3	0,000084	0,50	0,12	301,38	Déficit	Desembalsar	58472	58471774	2967,9
	SEP	0,995	0,121	0,062	0,009	72,3	0,000499	42,2	0,000289	0,50	0,69	1781,25	Déficit	Desembalsar	60291	60291226	2968,1
	OCT	0,273	0,025	0,029	0,009	13,2	0,000091	57,6	0,000395	0,50	-0,16	-425,88	Exceso	Embalsar	60835	60835000	2968,2
	NOV	0,385	0,021	0,023	0,009	49,2	0,000340	39,4	0,000270	0,63	-0,19	-497,48	Exceso	Embalsar	60715	60714935	2968,2
	DIC	0,299	0,031	0,026	0,009	21,4	0,000148	43,3	0,000297	0,51	-0,15	-376,23	Exceso	Embalsar	60418	60418000	2968,1
2002	ENE	1,135	0,017	0,022	0,008	16,6	0,000115	44	0,000302	0,77	0,41	1056,55	Déficit	Desembalsar	59458	59458065	2968,0
	FEB	0,115	0,012	0,019	0,006	47,6	0,000329	43	0,000295	0,80	-0,65	-1679,53	Exceso	Embalsar	57620	57620103	2967,8
	MAR	0,858	0,049	0,053	0,009	82,6	0,000570	52	0,000356	0,69	0,28	722,89	Déficit	Desembalsar	55989	55989194	2967,5
	ABR	1,135	0,422	0,087	0,029	96,6	0,000667	22	0,000151	0,50	1,17	3041,75	Déficit	Desembalsar	58046	58046258	2967,8
	MAY	1,022	1,06	0,065	0,152	25,2	0,000174	53,2	0,000365	0,50	1,80	4662,51	Déficit	Desembalsar	61289	61289484	2968,3
	JUN	1,942	1,416	0,052	0,268	82,2	0,000568	30,2	0,000207	0,58	3,09	8021,45	Déficit	Desembalsar	70693	70692742	2969,5
	JUL	1,018	0,725	0,034	0,102	18,8	0,000130	30,2	0,000207	0,70	1,18	3055,77	Déficit	Desembalsar	75056	75056226	2970,0

	AGO	1,146	0,332	0,028	0,103	44,6	0,000308	43,4	0,000297	0,80	0,81	2107,82	Déficit	Desembalsar	77407	77406871	2970,3
	SEP	0,432	0,12	0,026	0,086	10,2	0,000070	45,8	0,000314	1,00	-0,34	-871,54	Exceso	Embalsar	79340	79339548	2970,5
	OCT	0,372	0,13	0,023	0,074	40,8	0,000282	44,3	0,000304	1,00	-0,40	-1039,45	Exceso	Embalsar	79549	79549125	2970,5
	NOV	0,497	0,19	0,039	0,09	32,78	0,000226	36,4	0,000250	1,11	-0,30	-766,43	Exceso	Embalsar	80563	80563323	2970,6
	DIC	0,228	0,061	0,025	0,069	23	0,000159	48,4	0,000332	1,32	-0,94	-2429,15	Exceso	Embalsar	79679	79678839	2970,5
2003	ENE	0,1	0,026	0,014	0,062	10,6	0,000073	74,5	0,000511	2,00	-1,80	-4661,55	Exceso	Embalsar	77147	77146844	2970,2
	FEB	0,101	0,06	0,01	0,064	49,0	0,000339	67,9	0,000465	2,00	-1,77	-4575,21	Exceso	Embalsar	73657	73656552	2969,8
	MAR	0,128	0,21	0,012	0,08	95,4	0,000658	63,8	0,000437	1,88	-1,45	-3769,53	Exceso	Embalsar	70135	70134500	2969,4
	ABR	1,209	0,278	0,044	0,184	53,5	0,000370	65,2	0,000447	1,63	0,08	217,53	Déficit	Desembalsar	69532	69531839	2969,3
	MAY	0,399	0,303	0,031	0,072	43,9	0,000303	69,3	0,000475	1,20	-0,40	-1024,29	Exceso	Embalsar	72136	72135688	2969,6
	JUN	0,188	0,046	0,018	0,084	53,7	0,000371	64,4	0,000441	1,29	-0,95	-2471,22	Exceso	Embalsar	71351	71351100	2969,6
	JUL	0,429	0,029	0,016	0,05	31,5	0,000218	39,6	0,000271	1,18	-0,65	-1693,80	Exceso	Embalsar	69507	69506516	2969,3
	AGO	0,471	0,036	0,017	0,087	41,5	0,000287	47,3	0,000324	1,92	-1,31	-3391,35	Exceso	Embalsar	68392	68391677	2969,2
	SEP	0,28	0,108	0,014	0,07	59,9	0,000414	61,4	0,000421	2,30	-1,83	-4738,20	Exceso	Embalsar	64707	64707226	2968,7
	OCT	0,521	0,32	0,02	0,087	67,0	0,000463	58	0,000398	1,45	-0,50	-1305,20	Exceso	Embalsar	62917	62917438	2968,5
	NOV	0,756	5,491	0,04	0,131	39,4	0,000272	63,4	0,000435	1,05	5,37	13913,43	Déficit	Desembalsar	65057	65057323	2968,8
	DIC	0,558	8,704	0,064	0,157	23	0,000159	70,2	0,000481	1,59	7,89	20448,62	Déficit	Desembalsar	70107	70107194	2969,4

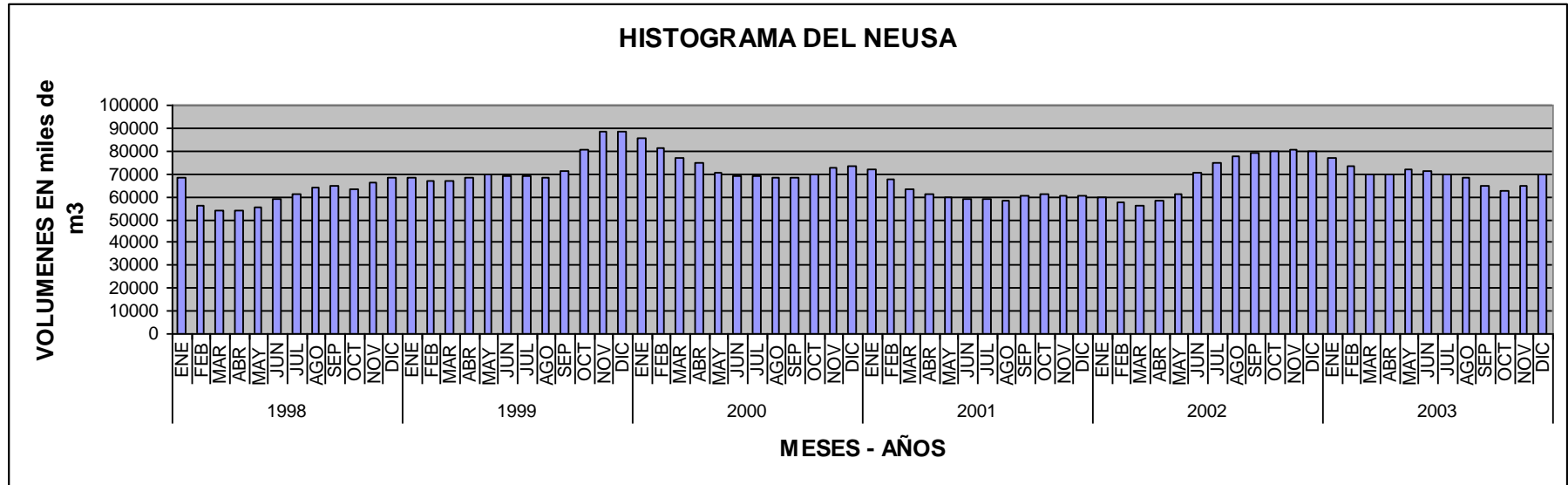
TABLA Nº 18 PRECIPITACION MEDIA – EMBALSE DEL NEUSA

PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA NEUSA			
Numero	Área isoyetas	Precipitación (mm)	Pm (mm)
1	18000	1600	28800000
2	32000	1450	46400000
3	19000	1200	22800000
4	52250	800	41800000
TOTAL			2530

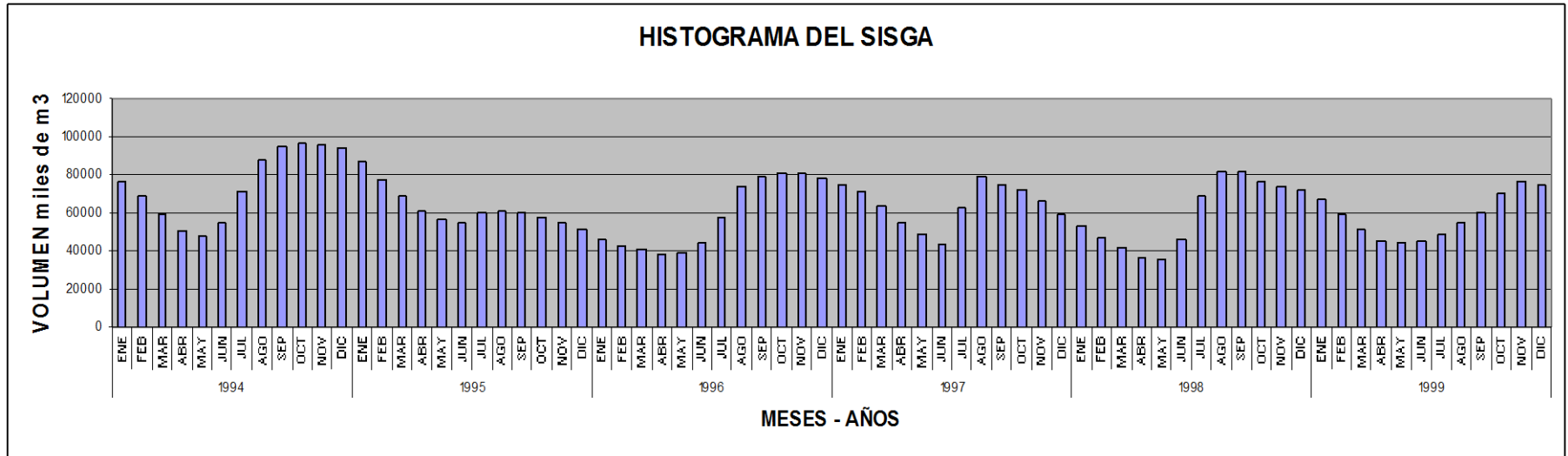
TABLA Nº 19 PRECIPITACION MEDIA – EMBALSE DEL SISGA

PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA SISGA			
Numero	Área isoyetas	Precipitación (mm)	Pm (mm)
1	19250	1600	30800000
2	32000	1450	46400000
3	69500	1200	83400000
4	48500	1050	50925000
5	16500	600	9900000
TOTAL			4008

CUADRO N° 16 HISTOGRAMA DEL EMBALSE DE NEUSA



CUADRO Nº 17 HISTOGRAMA DEL EMBALSE DEL SISGA



LISTA DE FOTOS DEL EMBALSE DE NEUSA

FOTO 1.



Foto N° 1: Entrada embalse de Neusa

FOTO 2.



Foto N° 2: Captación de descarga en el embalse de Neusa.

FOTO 3.



Foto N° 3: Espejo de agua embalse de Neusa

FOTO 4.



Foto N° 4: Espejo de agua embalse de Neusa

FOTO 5.



Foto N° 5: Descarga del embalse de Neusa

FOTO 6.



Foto N° 6: válvulas de control de descarga del embalse de Neusa.

FOTO 7.



Foto N° 7: canal de rebose de embalse de Neusa

FOTO 8.



Foto N° 8: talud del embalse de Neusa

FOTO 9.



Foto Nº 9: Compuertas de rebose de embalse de Neusa.

FOTO 10.



Foto Nº 10: sistema de desenergización de embalse de Neusa.

LISTA DE FOTOS DEL EMBALSE DEL SISGA

FOTO 11.



Foto N° 11: Entrada al embalse del sisga.

FOTO 12.



Foto N° 12: Espejo de agua embalse de Sisga.

FOTO 13.



Foto N° 13: Espejo de agua embalse de Sisga.

FOTO 14.



Foto N° 14: Sistema de rebosamiento del embalse de Sisga.

FOTO 15.



Foto N° 15: talud del embalse de sisga.

FOTO 16.



Foto N° 16: Estación meteorológica embalse de Sisga.

FOTO 17.



Foto N° 17: Descarga del embalse de Sisga.

FOTO 18.



Foto N° 18: tubería de descarga de embalse de Sisga.

FOTO 19.



Foto N° 19: Sistema de medición de descargas de embalse de sisga.

FOTO 20.



Foto N° 20: año de construcción del embalse de Sisga.

FOTO 21.



Foto N° 21: tubería de descarga del embalse de Sisga.

FOTO 22.



Foto N° 22: inicio y finalización de construcción del embalse de Sisga.

FOTO 23.



Foto N° 23: alcance de descarga del embalse de Sisga.

FOTO 24.



Foto N° 24: Sistema de descarga – desenergización de embalse de Sisga.

FOTO 25.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUERPOBAMBA
 Subordinación de Administración de Población, Vivienda y Obras Pùblicas
 CAPACIDAD DEL LÍMITE DE LOS NIVELES
 VOLUMENES (Litros en 1 hora)

COTA	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	COTA
2644.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2644.0
2644.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2644.2
2644.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2644.4
2644.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2644.6
2644.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2644.8
2645.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2645.0
2645.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2645.2
2645.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2645.4
2645.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2645.6
2645.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2645.8
2646.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2646.0
2646.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2646.2
2646.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2646.4
2646.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2646.6
2646.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2646.8
2647.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2647.0
2647.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2647.2
2647.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2647.4
2647.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2647.6
2647.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2647.8
2648.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2648.0
2648.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2648.2
2648.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2648.4
2648.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2648.6
2648.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2648.8
2649.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2649.0
2649.2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2649.2
2649.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2649.4
2649.6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2649.6
2649.8	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2649.8
2650.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2650.0

Foto N° 25: Tabla niveles Vs. Volúmenes

FOTO 26.

NDA	COTA (metros)	VOLUMEN (m³)	DESCARGA (m³/h)	LÍMITE (mm)	EVAPORACIÓN (mm)	ELTRACIONES (litros/hora)	MANEJOS DE LA VALVULA (APERTURA, CERRA)
1	2661.16	41.110.705	1.0 mts	6.0	27.24	1.2 l/h	
2	2661.20	41.710.478	1.0 mts	6.0	28.30	1.2 l/h	
3	2661.24	42.310.251	1.0 mts	6.0	29.36	1.2 l/h	
4	2661.28	42.910.024	1.0 mts	6.0	30.42	1.2 l/h	
5	2661.32	43.509.797	1.0 mts	6.0	31.48	1.2 l/h	
6	2661.36	44.109.570	1.0 mts	6.0	32.54	1.2 l/h	
7	2661.40	44.709.343	1.0 mts	6.0	33.60	1.2 l/h	
8	2661.44	45.309.116	1.0 mts	6.0	34.66	1.2 l/h	
9	2661.48	45.908.889	1.0 mts	6.0	35.72	1.2 l/h	
10	2661.52	46.508.662	1.0 mts	6.0	36.78	1.2 l/h	
11	2661.56	47.108.435	1.0 mts	6.0	37.84	1.2 l/h	
12	2661.60	47.708.208	1.0 mts	6.0	38.90	1.2 l/h	
13	2661.64	48.307.981	1.0 mts	6.0	39.96	1.2 l/h	
14	2661.68	48.907.754	1.0 mts	6.0	41.02	1.2 l/h	
15	2661.72	49.507.527	1.0 mts	6.0	42.08	1.2 l/h	
16	2661.76	50.107.300	1.0 mts	6.0	43.14	1.2 l/h	
17	2661.80	50.707.073	1.0 mts	6.0	44.20	1.2 l/h	
18	2661.84	51.306.846	1.0 mts	6.0	45.26	1.2 l/h	
19	2661.88	51.906.619	1.0 mts	6.0	46.32	1.2 l/h	
20	2661.92	52.506.392	1.0 mts	6.0	47.38	1.2 l/h	
21	2661.96	53.106.165	1.0 mts	6.0	48.44	1.2 l/h	
22	2662.00	53.705.938	1.0 mts	6.0	49.50	1.2 l/h	
23	2662.04	54.305.711	1.0 mts	6.0	50.56	1.2 l/h	
24	2662.08	54.905.484	1.0 mts	6.0	51.62	1.2 l/h	
25	2662.12	55.505.257	1.0 mts	6.0	52.68	1.2 l/h	
26	2662.16	56.105.030	1.0 mts	6.0	53.74	1.2 l/h	
27	2662.20	56.704.803	1.0 mts	6.0	54.80	1.2 l/h	
28	2662.24	57.304.576	1.0 mts	6.0	55.86	1.2 l/h	

Foto N° 26: Tabla de controles diarias

ANEXOS

ANEXO N° 1

ANEXO N° 2

ANEXO N° 3

ANEXO N° 4