

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE  
INGENIERÍA CIVIL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO EN EL ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y  
PRESUPUESTO

ANNY YULIETH CAMARGO RANGEL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS  
INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA

2015

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE  
INGENIERÍA CIVIL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO EN EL ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y  
PRESUPUESTO

ANNY YULIETH CAMARGO RANGEL

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el Título de  
INGENIERA CIVIL

Director

ÁLVARO VIVIESCAS JAIMES

Ingeniero Civil, Ph. D, Profesor UIS

Tutor

JUAN FELIPE DUQUE MARULANDA

Ingeniero Civil, Analista Ejecución de Proyectos en ISAGEN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS  
INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia de la cual siempre me he sentido orgullosa, se han preocupado por mi desde mi nacimiento y han estado allí no importa el momento. A mis padres, mis abuelos y mis hermanos. Gracias por su apoyo, inagotable amor y paciencia.

A todos esos maestros que dedicaron su tiempo y energía para transmitirme además de sus conocimientos el amor al aprendizaje y la profesión.

ISAGEN, quien me acogió como parte de su familia y especialmente al ingeniero Juan Felipe Marulanda, quien me dio guía y me transmitió sus conocimientos.

A mis amigos y compañeros, esa familia que escogí durante éste proceso, por las risas, los llantos, el cariño y los retos que compartimos durante este proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	15
1.1 MISIÓN	16
1.2 PROPÓSITO SUPERIOR	16
2. DESCRIPCION DE LAS OBRAS PRINCIPALES	17
2.1 LOCALIZACIÓN	17
2.2.1 Presa Latora	19
2.2.2 Embalse Topocoro	20
2.2.3 Túneles de desvío	21
2.2.4 Vertedero	22
2.2.5 Descarga de fondo	22
2.2.6 Captación	23
2.2.7 Conductos de carga	24
2.2.8 Casa de Máquinas	25
3. PRIMER LLENADO DEL EMBALSE	26
3.1 ORGANIZACIÓN	26
3.2 PREPARACIÓN E INSPECCIONES	27
3.3 NIVELES DE REFERENCIA	30
3.4 CRITERIOS A TENER EN CUENTA	33
3.5 LLENADO INICIAL DEL EMBALSE	35
3.6 SEGUIMIENTO AL PRIMER LLENADO DEL EMBALSE	36
3.7 GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	41

3.7.1	Restitución de la infraestructura afectada	42
3.7.2	Protección del Río Sogamoso	43
3.7.3	Componente social	43
3.7.4	Componente ambiental	44
4.	OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	45
4.1	ACTUALIZACIÓN DEL REPORTE MENSUAL Y ACUMULADO DE CAJA DEL PHS	45
4.2	ACTUALIZACIÓN DEL REPORTE MENSUAL Y ACUMULADO DE CAUSACIÓN DEL PHS	46
4.3	ACTUALIZACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO Y LA DESCRIPCIÓN DEL AVANCE DE OBRAS PRESENTADAS EN LA PÁGINA WEB DE ISAGEN	47
4.4	CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA ELABORAR EL INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES DEL PHS	47
4.5	CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA ELABORAR LA PRESENTACIÓN MENSUAL PARA EL COMITÉ DE GERENCIA Y LA JUNTA DIRECTIVA	48
4.6	SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LOS HITOS ESTABLECIDOS EN EL MÓDULO DE PROYECTOS DE SAP	48
5.	CONCLUSIONES	50
	BIBLIOGRAFIA	52
	ANEXOS	53

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización de las Centrales de generación	15
Figura 2. Localización del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso	17
Figura 3. Planta general del proyecto	18
Figura 4. Perfil presa Proyecto Hidrosogamoso	19
Figura 5. Fotografía Embalse 12 de noviembre del 2014	20
Figura 6. Túneles de desvío Septiembre 2011	21
Figura 7. Vista panorámica Vertedero, cuenco y terrazas	22
Figura 8. Modelo 3D Descarga de Fondo	23
Figura 9. Estructura de Captación Septiembre 2014	24
Figura 10. Modelo 3D Central Subterránea	25
Figura 11. Organigrama para el llenado del embalse	26
Figura 12. Aforo de caudal caverna de oscilación	29
Figura 13. Estructura de captación Septiembre 2014	31
Figura 14. Vertedero, Presa y Embalse Noviembre del 2014	32
Figura 15. Curva de capacidad del vertedero con todas las compuertas abiertas	34
Figura 16. Comparativo Caudales promedio y Real	37
Figura 17. Curva de capacidad del embalse	38
Figura 18. Proyecciones desde el inicio del llenado	39
Figura 19. Comparativo Caudales Julio 2014	40
Figura 20. Archivo de Excel para reporte de caja	46
Figura 21. Archivo de Excel para reporte de causación	47

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Caudales Promedio	36
Tabla 2. Comparativo de caudales mensuales durante el primer llenado del embalse	40

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Registro de datos de llenado del embalse	54
ANEXO B. Comparativo de caudales mensuales	59
ANEXO C. Ejemplo registro fotográfico mes de Septiembre	61

## RESUMEN

**TITULO:** PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO EN EL ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO \*

**AUTOR:** Anny Yulieth Camargo Rangel\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Embalse, programación, presupuesto, hidroeléctrica, control de avance de obra, Embalse Topocoro, llenado del embalse, planeación de recursos.

### DESCRIPCIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso tiene como objetivo la generación energía eléctrica con 820 megavatios de capacidad instalada. Este proyecto es ejecutado desde el 2009 y finalizado en diciembre del 2014 por la empresa colombiana de servicios públicos ISAGEN S.A. E.S.P. y está localizado al noreste de Colombia en Santander aproximadamente a 40 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga; se basa en la utilización sostenible de las aguas del río Sogamoso para la producción de energía eléctrica a través de la construcción de una presa de gravas con cara de concreto y una casa de máquinas con las tres unidades de generación de energía más grandes del país. Una vez adelantada la construcción del proyecto, para la puesta en marcha del mismo se deben realizar el llenado del Embalse y el llenado de la conducción, por consiguiente su seguimiento cobra gran relevancia por ser una de las actividades fundamentales de dicho proyecto. En el siguiente trabajo grado presentado a continuación de se hace énfasis en el seguimiento y análisis del llenado del embalse, además de ello, describe las actividades realizadas en la práctica empresarial durante 4 meses en el área de programación y presupuesto, en la cual se hizo apoyo eficiente a la consolidación de información, recopilación y toma del registro fotográfico para la elaboración de los informes mensuales con sus respectivas presentaciones dirigidas a la junta directiva y la actualización de los medios virtuales de la empresa como también la labor de seguimiento en reportes mensuales de flujo de caja y de causación.

---

\*Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: PhD. Alvaro Viviescas Jaimés.

## ABSTRACT

**TITULO:** BUSINESS PRACTICE IN ISAGEN S.A. E.S.P AS CIVIL ENGINEERING ASSISTANT DURING CONSTRUCTION SOGAMOSO HYDROELECTRIC PROJECT IN PLANNING AND BUDGET CONTROL

**AUTHOR:** Anny Yulieth Camargo Rangel\*\*

**KEYWORDS:** Topocoro Reservoir, reservoir filling, budget, schedule, hydroelectric, construction process, resource planning.

### DESCRIPTION

The Sogamoso Hydroelectric Project is an electrical power generation endeavor that has been undertaken by the Colombian mixed company ISAGEN S.A. E.S.P. Initial construction began in 2009 and finished in December 2014. The concrete face rockfill dam and adjoining water reservoir are located on the Sogamoso River in the region of Santander approximately 40 km from the city of Bucaramanga in Northeastern Colombia. It generates 820 megawatts of power by passing water from the river into an underground powerhouse that holds three of the country's largest hydroelectric power generating units. Filling of the headrace tunnels and reservoir was completed in order to begin generating electricity. It was important to monitor and analyze the filling of the reservoir because of its impact on the rest of the project schedule. The degree work presented below has an emphasis on the analysis and follow up of the process of the initial filling of the reservoir. It also contains descriptions of the activities of the professional practice undertaken as an assistant schedule and budget engineer. These duties include consolidation of data for monthly reports and presentations to the broad company, producing the photographic record for updating the virtual and social media company as well as the follow-up reports on monthly cash flow and causation.

---

\*Degree Project

\*\* Physics – Mechanical Engineering Faculty. Civil Engineering School. Director: PhD. Alvaro Viviescas Jaimes.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas del Río Sogamoso son embalsadas por una presa de gravas con cara de concreto (CFRD) y utilizadas por tres unidades de generación que aprovechan su energía potencial poniendo al servicio de los colombianos el 10% de la energía que consume el país en un año.

El primer llenado del Embalse es la etapa del proyecto donde se empieza a tomar parcialmente las aguas del Río Sogamoso, para ir aumentando la elevación del represamiento del agua. Esta etapa es fundamental para la puesta en marcha del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso (PHS), conjuntamente con el llenado de la conducción. El procedimiento demanda llevar a cabo operaciones, cronogramas y hacer uso de recursos, previamente, durante y después del llenado en diversos frentes del proyecto; su dirección está a cargo de ISAGEN con la asesoría técnica de INGETEC.

La actividad de seguimiento del llenado del embalse comprende aspectos como visitas a las obras principales con respectivos registros fotográficos, registro de las alturas alcanzadas por el embalse diariamente así como también el caudal ecológico devuelto al río.

Para el equipo que orienta, dirige y ejecuta el proyecto es pertinente contar con el apoyo del practicante para agilizar procesos, en este caso, de tipo presupuestal, programático y seguimiento, brindando conocimientos adquiridos en el pregrado en ingeniería civil y demás áreas afines. Por otro lado, el ambiente laboral real propicia un entorno ideal para el desarrollo de sus habilidades y competencias

profesionales para la interpretación de situaciones, resolución de problemas, el trabajo en equipo y las relaciones interpersonales.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

ISAGEN S.A. E.S.P. es una empresa colombiana de servicios públicos mixta con participación mayoritaria de la Nación dedicada a la construcción de proyectos de generación, producción y comercialización de energía.

Actualmente se posiciona como la segunda generadora del país con siete centrales de generación ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Santander y Tolima (Ver figura 1). Estas siete centrales poseen una capacidad instalada de 3.032 megavatios (MW) distribuida en 2.732 MW generados mediante potencia hidráulica y 300 MW térmicos.

Figura 1. Localización de las Centrales de generación



Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P

ISAGEN cuenta con una estrategia adelantada desde el 2010 de expansión para atender la futura demanda del país y lograr el crecimiento de la Empresa, finaliza con la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso en el 2014 que aumentó la capacidad instalada en 820 MW pasando de una capacidad instalada de 2.212 MW a 3.032 MW para el servicio de sus clientes.

## **1.1 MISIÓN**

ISAGEN desarrolla la capacidad de generación, produce y comercializa energía con el propósito de satisfacer las necesidades de sus clientes y crear valor empresarial. La gestión se desarrolla con ética, enfoque al cliente, sentido económico y con orientación al cliente.

## **1.2 PROPÓSITO SUPERIOR**

Generar energía inteligente y prosperidad para la sociedad, utilizando comportamientos, conocimientos y tecnologías que procuran la mitigación del cambio climático, la competitividad de la Empresa, el desarrollo humano sostenible y la construcción de valor compartido con los grupos de interés.

## 2. DESCRIPCION DE LAS OBRAS PRINCIPALES

El proyecto Hidroeléctrico Sogamoso tiene como objeto básico el aprovechamiento del caudal del río Sogamoso mediante la construcción de una presa que forma un embalse sobre el cauce del río. Las aguas represadas son conducidas por medio de tres túneles presurizados aprovechando la caída generada por el embalse hasta una central subterránea donde se sitúan tres unidades de generación de energía. Finalmente los caudales utilizados son restituidos al río Sogamoso mediante un túnel de descarga, inmediatamente aguas debajo de la presa.

### 2.1 LOCALIZACIÓN

Figura 2. Localización del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso

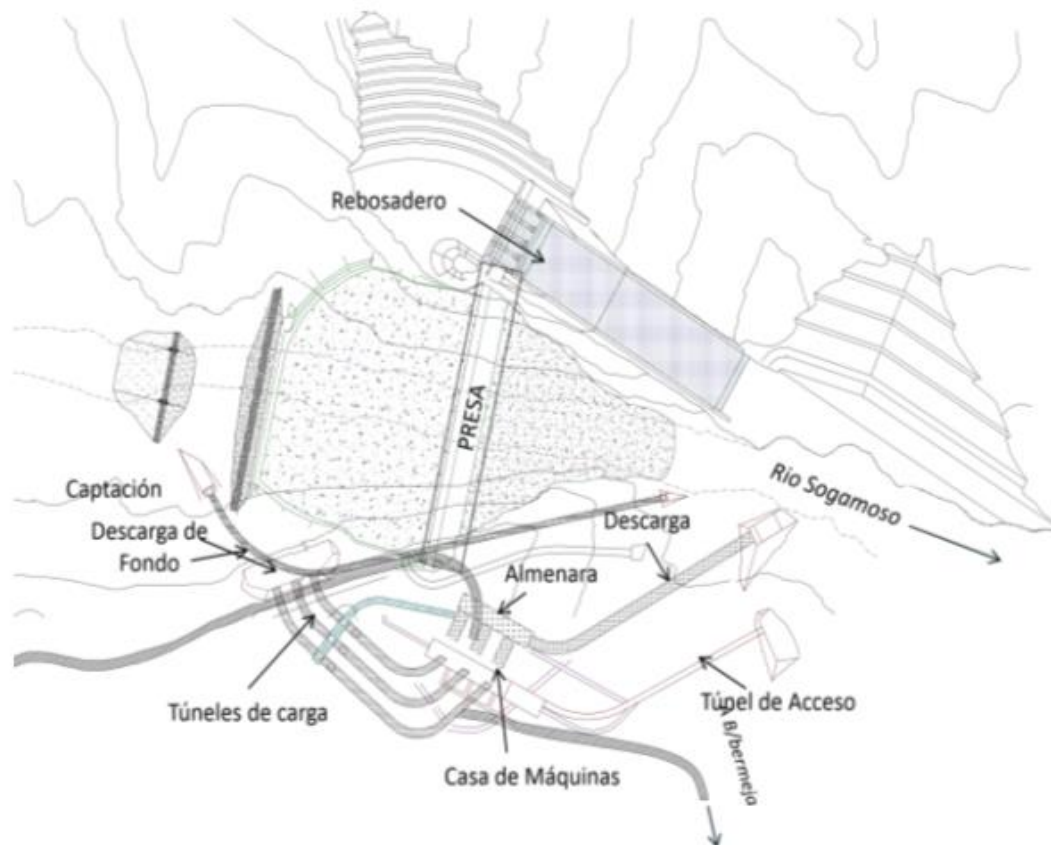


Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

El Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso (PHS) está situado en la región nororiental de Colombia en el cañón donde el río Sogamoso forjó su cauce a través de la serranía de La Paz, incidiendo sobre Girón, Betulia, Zapatoca, Los Santos, Lebrija y San Vicente del Chucurí; municipios donde se ubica la presa y el embalse y los municipios de Barrancabermeja, Puerto Wilches y Sabana de torres, situados aguas abajo del sitio de la presa, zona baja del río Sogamoso (ver Figura 2).

## 2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

Figura 3. Planta general del proyecto

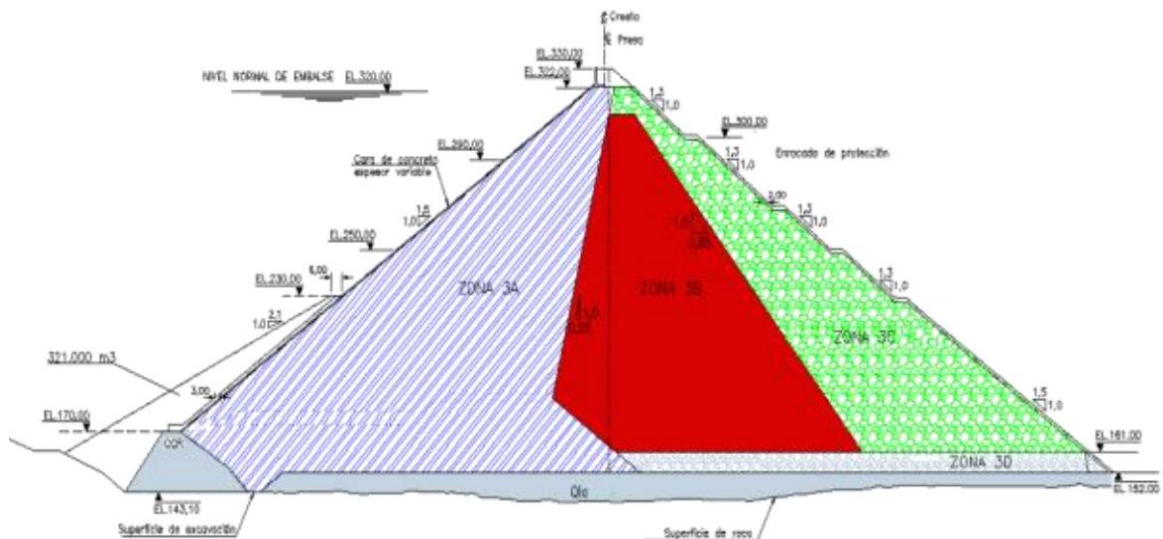


Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

La construcción del proyecto inició en febrero del 2009. En la figura 3 se puede apreciar la planta general del proyecto.

**2.2.1 Presa Latora** El proyecto incluye la construcción de una presa de gravas con cara de concreto de 190 metros, 345 metros de longitud de cresta y taludes exteriores de 1.5H:1.0V. La cresta de la presa se localiza en la cota 330 msnm con un volumen de llenos de 9 millones de m<sup>3</sup> provenientes de las zonas de préstamos de gravas naturales y de enrocados de las excavaciones del rebosadero y otras obras del proyecto. El nombre de la presa proviene del dialecto de la comunidad indígena Yariguíes que antiguamente habitaba la región; Latora significa sitio que domina el río. La figura 4 muestra el perfil de la presa.

Figura 4. Perfil presa Proyecto Hidrosogamoso



Fuente: ISAGEN S.A

### 2.2.2 Embalse Topocoro

Figura 5. Fotografía Embalse 12 de noviembre del 2014



Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

El embalse Topocoro que almacena el agua utilizada para la generación de energía eléctrica ocupa un área de 6700 ha con volumen total de 4717,4 hm<sup>3</sup> y volumen útil de 2801,6 hm<sup>3</sup> (ver figura 5). Su nivel máximo de operación se sitúa

en la cota 320 msnm y el mínimo en la cota 270,00 msnm con un volumen de 1915 hm<sup>3</sup> no utilizable.

El topónimo Topocoro proviene del nombre de una de las comunidades indígena que antiguamente habitaba la región de Betulia, municipio que mayor área aporta al embalse.

**2.2.3 Túneles de desvío** En el margen izquierdo del río Sogamoso como se muestra en la figura 6 se encuentran localizadas las obras de desvío, dos túneles en sección tipo herradura con paredes curvas de 11 m de altura y bóveda semicircular de 5.65 m de radio; el túnel 1 posee una longitud de 869 m mientras que el túnel 2 es de 829 m.

Figura 6. Túneles de desvío Septiembre 2011



Fuente: VANGUARDIA LIBERAL

**2.2.4 Vertedero** El vertedero del PHS es un rebosadero de canal abierto situado en el estribo izquierdo del río, construido para cumplir la función de evacuar los excesos de agua cuando se presentan crecientes que superan la capacidad de almacenamiento del embalse. Constituido por tres pilas y dos estribos que posee cuatro compuertas radiales de 15 m de ancho por 20 m de altura para su manejo; la estructura de control además tiene un canal de descarga de un ancho constante de 72 m y 354 m de longitud, que termina en un deflector de salto tipo esquí diseñado para disipar la energía de flujo en un cuenco que se establece aguas abajo en la zona de descarga del río, con la conformación en el terreno natural de terrazas para garantizar la estabilidad del talud (ver figura 7).

Figura 7. Vista panorámica Vertedero, cuenco y terrazas

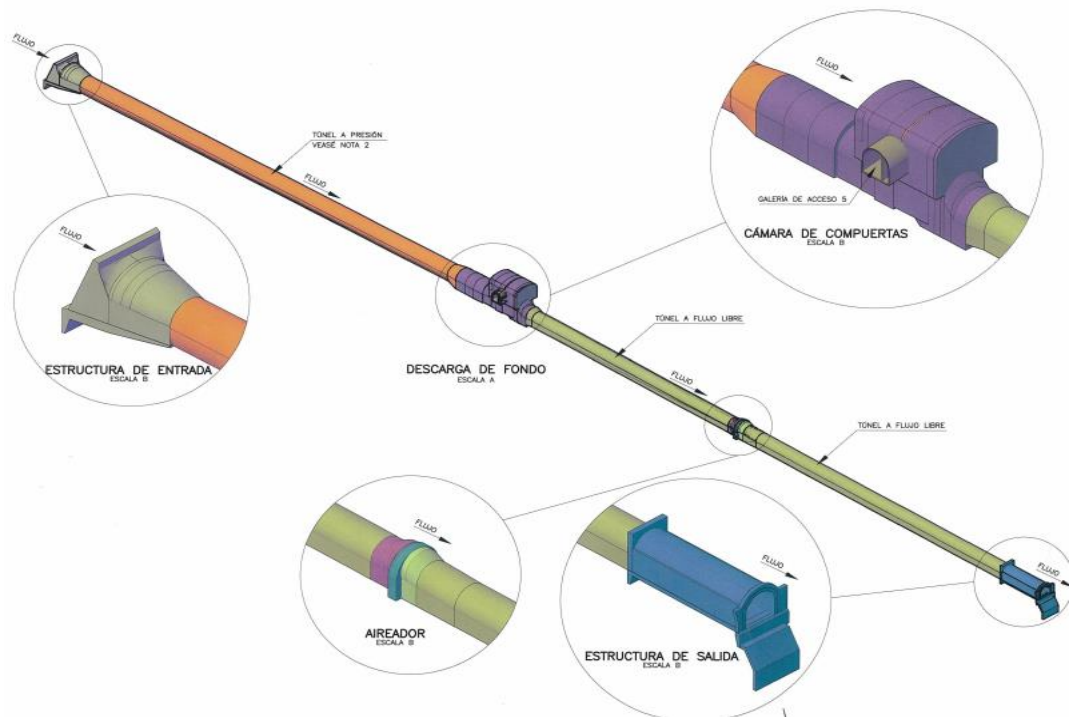


Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

**2.2.5 Descarga de fondo** Con el único propósito de garantizar el suministro del caudal ecológico aguas abajo del río Sogamoso durante las operaciones del llenado del embalse, en el estribo derecho de la presa se ubica la descarga de fondo con 580 m de longitud entre portal de entrada (ubicado a 170,01 msnm),

constituida por una reja de barrotes de concreto con una entrada abocinada de forma de boquilla inclinada y el portal de salida (ubicado a 161,35 msnm). Esta estructura hidráulica está compuesta por un túnel que en su primer tramo trabaja a presión hasta conectarse con la cámara de compuertas, donde se controla una plana de guarda y otra radial de operación, ambas con 3,4 m de ancho y 4,45 m de alto (ver figura 8).

Figura 8. Modelo 3D Descarga de Fondo



Fuente: INGETEC

**2.2.6 Captación** La almenara, bocatoma o captación está compuesta por una reja de gran tamaño en forma de cajón (ver figura 9) con un umbral de concreto de protección que se alza desde los 250 msnm hasta los 281 msnm y abarca las tres tomas correspondientes a cada una de las unidades generadoras, cada una servida por una conducción; conectadas por tramos horizontales con tres pozos

húmedos verticales de 9,3 m de diámetro y 73 m de altura en los cuales se encuentran instalados las compuertas de los conductos de carga de 5,4 m x 7,5 m.

Figura 9. Estructura de Captación Septiembre 2014

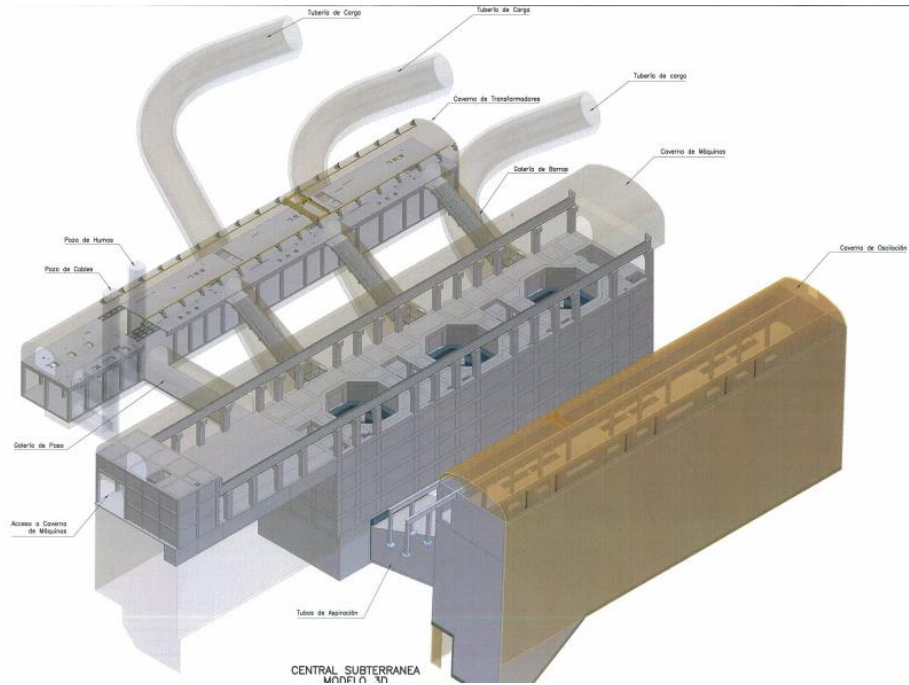


Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

**2.2.7 Conductos de carga** El sistema de carga se encuentra ubicado al margen derecho del río. Lo componen tres conducciones paralelas entre sí, cada una de ellas constituidas por un túnel superior de carga revestido en concreto con longitudes de 135 m, 150 m y 165 m; un túnel de carga inferiores de 10 m de radio y 10 m de altura también en forma de herradura con sección variable de longitudes de 133 m, 110 m y 142 m con un 60% revestido en blindaje metálico; un pozo de carga vertical de 9.9 m de diámetro y 92 m de altura.

## 2.2.8 Casa de Máquinas

Figura 10. Modelo 3D Central Subterránea



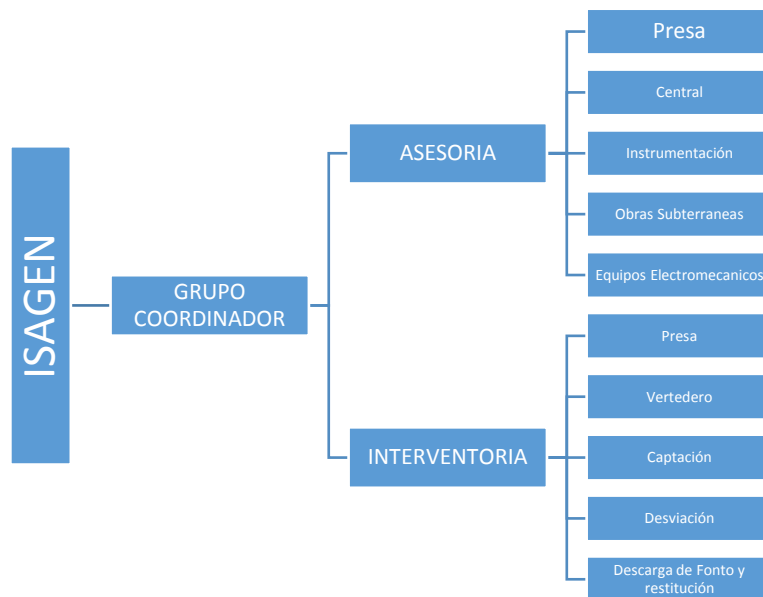
Fuente: INGETEC.

La casa de máquinas subterránea está construida sobre la margen derecha del río, conformada por caverna de oscilación, máquinas y transformadores (ver figura 10); cada una de éstas con sección de baúl con una longitud de 100 m, 142, 1 m y 113,8 m respectivamente. Una turbina tipo Francis de 281 MW y un generador sincrónico, componen cada uno de los tres grupos de las unidades de generación alojados en la casa de máquinas.

### 3. PRIMER LLENADO DEL EMBALSE

#### 3.1 ORGANIZACIÓN

Figura 11. Organigrama para el llenado del embalse



Las actividades del primer llenado del embalse (procedimientos, cronogramas y recursos previos) son ejecutadas por un grupo coordinador de alto nivel quienes planean, evalúan, coordinan, dirigen y controlan las secuencias y el desarrollo del llenado, así como por el grupo de operación y control de trabajos constituido por el personal de Asesoría, Interventoría y Contratista que se encargan de ejecutar las actividades necesaria para las pruebas e inspecciones, la puesta en marcha las instrucciones y la recolección y reporte de la información sobre variables y parámetros de control.

La dirección del primer llenado del embalse está a cargo de ISAGEN, en la Figura 4 se presenta el organigrama de los diferentes equipos que participan en ésta actividad.

### **3.2 PREPARACIÓN E INSPECCIONES**

Teniendo en cuenta que todas las actividades de construcción e instalación de instrumentación y equipos necesarios para el inicio del primer llenado han sido llevadas a cabo, se realizan las siguientes actividades de preparación e inspección:

Previamente a las operaciones de llenado del embalse se inspeccionan todas las obras civiles de la presa anteriormente mencionadas. Es imperativo verificar en todos los frentes los equipos de instrumentación, estructuras de control y demás equipos operando, confirmando en todos los frentes: limpieza, buen estado y óptimo funcionamiento de todos los elementos.

Se debe verificar los caudales de infiltración así como humedades detrás de la zona del tapón de los túneles de desviación y aguas debajo de estos mismos, durante y después de su construcción y el llenado del embalse. Después de la construcción de los taponos e instalados los piezómetros, se realizan lecturas en los túneles aguas abajo de los taponos, cada 15 minutos durante el llenado y cada hora después del llenado. De igual manera se ejecutan aforos de caudales de infiltración cada hora.

La inspección general de la presa y el vertedero, su fundación y el funcionamiento de los instrumentos para tal fin son requerimientos primarios antes de las actividades del llenado. Corresponde también comprobar el estado de los concretos y los sellos de las juntas de la cara de concreto.

Los preparativos correspondientes a la descarga de fondo, cámara de compuertas y su acceso requieren examinar las obras, equipos y compuertas de la estructura de entrada, en la conducción y la estructura de salida; lo que incluye la verificación de la limpieza de todas las paredes, donde no son admitidas discontinuidades, varillas sobresalientes u obstrucciones de ningún tipo así como grietas en estas mismas o en las losas de piso. Se realizaron revisiones en las galerías de drenaje y desagüe confirmando drenaje hacia la descarga de fondo y túnel de desvío No. 2.

En la galería de acceso a los túneles inferiores de carga se debe verificar: colocación del tapón sobre roca sana, buena ejecución en las inyecciones de contacto y operación adecuada de la tubería embebida en el cuerpo del tapón. Igualmente, antes del llenado, durante y después al llenado, se deben realizar medidas de presiones de agua, lecturas piezométricas y aforos de caudales.

Para el proceso de llenado de los conductos de carga, que es el proceso necesario para llevar el agua a la turbina, se requiere que la estructura de captación, conductos de carga y el área circundante estén completamente limpios.

En cuando a la caverna de oscilación, se deben tomar nivel de aguas y aforos de caudales (ver figura 12) de infiltración antes, durante y después del llenado.

También se debe verificar presencia de goteos o filtraciones, limpieza y hacer pruebas y chequeos de los dispositivos e instrumentación en la caverna de máquinas y transformadores.

Figura 12. Aforo de caudal caverna de oscilación



Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P

Es necesario registrar caudales totales antes, durante y después del llenado en las galerías de la presa.

Corresponde realizar aforos previos, durante y después en los sitios de menor cobertura aguas abajo del eje de la presa y en las quebradas para evaluar comportamiento de la zona desde el punto de vista hidrológico; para esto se debe disponer de los registros de lluvias por estaciones pluviométricas cercanas para relacionarlos con los caudales detectados y con el nivel de aguas del embalse.

En la descarga de río los vanos deben permitir la ubicación de los tabloneros en su posición los cuales no deben provocar inconvenientes para movilización a través de las ranuras hasta verificación de sellos.

En oficina se deben revisar que todos los sistemas requeridos en cada uno de los frentes de control estén operando correctamente, recolectar y clasificar toda la información que se requieran en el proceso y preparar graficas de registros de las diferentes variables para evaluar el comportamiento del llenado. Dar las órdenes de apertura y dirigir la realización de controles topográficos y lecturas en los diferentes frentes, como la interpretación de resultados también hacen parte de los trabajos llevados a cabo en oficina [3].

### **3.3 NIVELES DE REFERENCIA**

A continuación se detallan los niveles importantes a alcanzar en el proceso de llenado ya que de estos depende el funcionamiento del embalse en condiciones normales como en emergencia [3].

- Nivel de solera de la entrada de la descarga de fondo: 170.01 msnm. Elevación desde la cual es posible el inicio el escurrimiento por la descarga de fondo.
- Nivel mínimo para el paso del caudal ecológico: 173.8 msnm. El caudal ecológico corresponde a 80 m<sup>3</sup>/s todo el año excepto en mayo.
- Nivel mínimo para el paso del caudal ecológico del mes de mayo: 206.3 msnm. El caudal ecológico correspondiente al mes de mayo es de 300 m<sup>3</sup>/s.

- Nivel mínimo para pruebas húmedas: 255.0 msnm. Para realizar el llenado de los túneles de carga se cargan los tres túneles de conducción los cuales se encuentran en el umbral de captación (figura 13). Éste proceso se hace de forma controlada por una válvula que ejecutan la operación en aproximadamente 3.5 días por cada túnel.
- Después del llenado de conducción se proceden a realizar las primeras pruebas húmedas las cuales tienen una duración aproximada de 50 días.
- Nivel mínimo de operación: 270.0 msnm. Elevación desde la cual puede utilizarse el agua del embalse para la generación de energía en las unidades cumpliendo con las condiciones de seguridad en las estructuras hidráulicas y en las instalaciones de generación (ver figura 14).

Figura 13. Estructura de captación Septiembre 2014



Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P.

Figura 14. Vertedero, Presa y Embalse Noviembre del 2014



Fuente: INGETEC

- Nivel máximo físico: 320.0 msnm. Es el nivel máximo normal de operación y la cota máxima que se encuentra entre la cota de la cresta del vertedero y la cota superior de las compuertas radiales y corresponde a la elevación máxima de la superficie de agua del embalse.
- Nivel máximo extraordinario: 329.1 msnm. En esta elevación el embalse se encuentra en el máximo físico que ocurre cuando transita la creciente máxima probable en condiciones críticas.
- Nivel de la cresta del vertedero: 300 msnm.
- Nivel de coronamiento de la presa: 330 msnm.

- Nivel de la solera del canal a excavar en la preatagüía: 175.0 msnm.

### **3.4 CRITERIOS A TENER EN CUENTA**

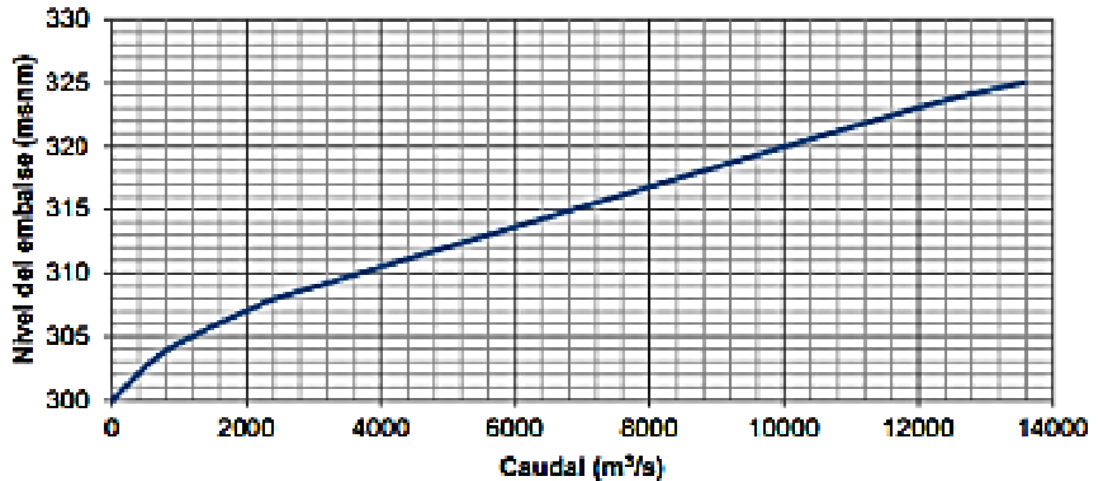
Los criterios que se abordan a continuación se deben tomar en cuenta tanto en el cierre inicial, en el llenado del embalse así como en la operación de la central. Comprenden los diferentes aspectos civiles, hidrológicos y de programación importantes para la seguridad, sostenibilidad y correcta ejecución del proyecto.

La velocidad del llenado del embalse no tiene restricción desde el punto de vista geotécnico y sísmico, debido a que la presa de gravas con cara de concreto garantiza un comportamiento seguro. El enrocado al ser un material de baja compresibilidad tiene deformaciones bajas debido al efecto de la presión del embalse y no generan movimientos significativos en la losa de concreto garantizando la integridad terminada su construcción. Además, la presa cuenta con un elemento impermeable aguas arriba, el cual evita las presiones de poro que podrían desestabilizar o alterar su comportamiento, acompañado por la existencia de filtros y drenes dentro de su cuerpo que garantizan el rápido drenado de ocurrir cualquier infiltración a través de la cara de concreto o su fundación.

El caudal ecológico se debe mantener, como anteriormente se menciona, en 80 m<sup>3</sup>/s durante todo el año, excepto en mayo, mes en el cual se debe mantener en 300 m<sup>3</sup>/s según la resolución emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [4]. Durante el primer llenado del embalse el paso de este caudal fue realizado a través de la descarga de fondo, llevado a cabo gracias a la regulación de la apertura de la compuerta radial de operación con la que cuenta la estructura hidráulica. Las descargas por el uso de la central y su caudal pueden

considerarse como caudal ecológico el cual se puede ajustar de ser necesario con la descarga de fondo.

Figura 15. Curva de capacidad del vertedero con todas las compuertas abiertas



Fuente: INGETEC

La capacidad de evacuación del vertedero depende del nivel del embalse (ver figura 15), sólo a partir de los niveles superiores a 300 msnm se tiene la capacidad de evacuar un caudal variable dependiendo de las compuertas habilitadas y el nivel del agua sobre el de la cresta del vertedero.

Los niveles de referencia del llenado, anteriormente mencionados en el numeral 4.3, son criterios imperativos ya que se presentan diversas condiciones atadas a los niveles del embalse teniendo en cuenta que en todo momento se debe garantizar el caudal ecológico. Cuando se alcanza el nivel para dar inicio a las pruebas húmedas (255 msnm) se proceden a hacer las pruebas tipo C de duración estimada de 50 días, finalizadas estas pruebas se necesitan 30 días para

la realización de las pruebas tipo D (pruebas de generación) para la entrada en operación de las unidades.

### **3.5 LLENADO INICIAL DEL EMBALSE**

El inicio del llenado del embalse comprende las siguientes fases: excavación de la preatagüa por el cual se puede entrar al túnel de descarga de fondo; el cierre del túnel del desvío No. 2 y el cierre parcial del túnel de desvío No. 1; finalmente la operación del túnel de descarga de fondo. Después de cerradas las compuertas se inició la construcción de los tapones de concreto de cierre final de los túneles de desviación así como sus tratamientos e inyecciones previstas.

Durante el llenado, como se mencionó anteriormente, se lleva un registro de toda la instrumentación de la presa y el vertedero así como también se hacen aforos en los caudales de las quebradas aguas abajo, el eje de la presa, las obras subterráneas y caudales de infiltración en túneles de desviación.

El llenado del embalse inició el 7 de Junio del 2014 con una cota de 162.4 msnm., en la maniobra se siguió el procedimiento previamente establecido el cual consistía en el cierre paulatino de cada una de las compuertas de los túneles de desviación, el cual permitiría la conservación del caudal ecológico definido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de 80 m<sup>3</sup>/s en la licencia ambiental del Proyecto, según el informe de la ANLA, en la operación se presentaron algunas dificultades de vibración que ponían en riesgo el personal y la estructura en el área lo que implicó disminuir el caudal por un periodo de 2 horas.

### 3.6 SEGUIMIENTO AL PRIMER LLENADO DEL EMBALSE

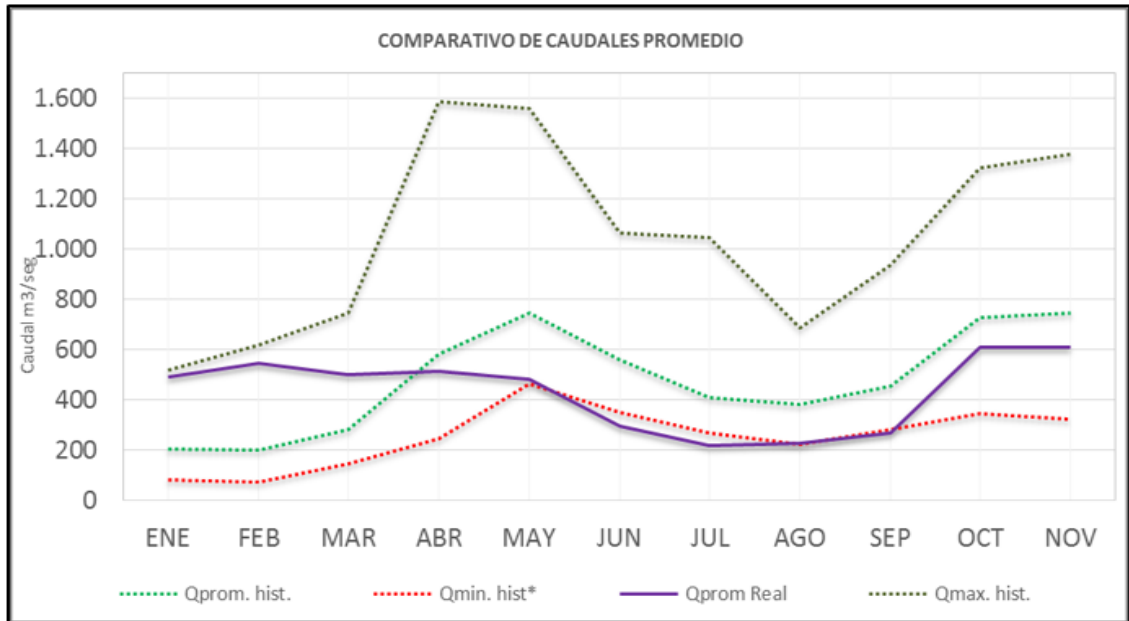
Teniendo como fuente referencial los diferentes reportes de la asesoría (INGETEC) y los datos tomados en las distintas estaciones hidrográficas, la estudiante en práctica realizó el seguimiento del primer llenado diariamente; registrando, consolidando y ofreciendo apoyo en su recolección, lectura y análisis; con la ayuda de un libro de Excel previamente creado por el anterior practicante del área de programación y presupuesto y el tutor. El anterior documento mencionado fue modificado por la estudiante en práctica y el tutor de acuerdo a las necesidades de seguimiento de ISAGEN.

Tabla 1. Caudales Promedio

	Q <sub>max. hist.</sub>	Q <sub>prom. hist.</sub>	Q <sub>min. hist.</sub>
EIE	519	204	84
FEB	619	203	75
MAR	748	282	147
ABR	1.587	581	246
MAY	1.561	748	463
JUN	1.066	559	352
JUL	1.048	409	268
AGO	687	384	222
SEP	935	457	283
OCT	1.322	730	348
NOV	1.38	746	326
DIC	941	399	167

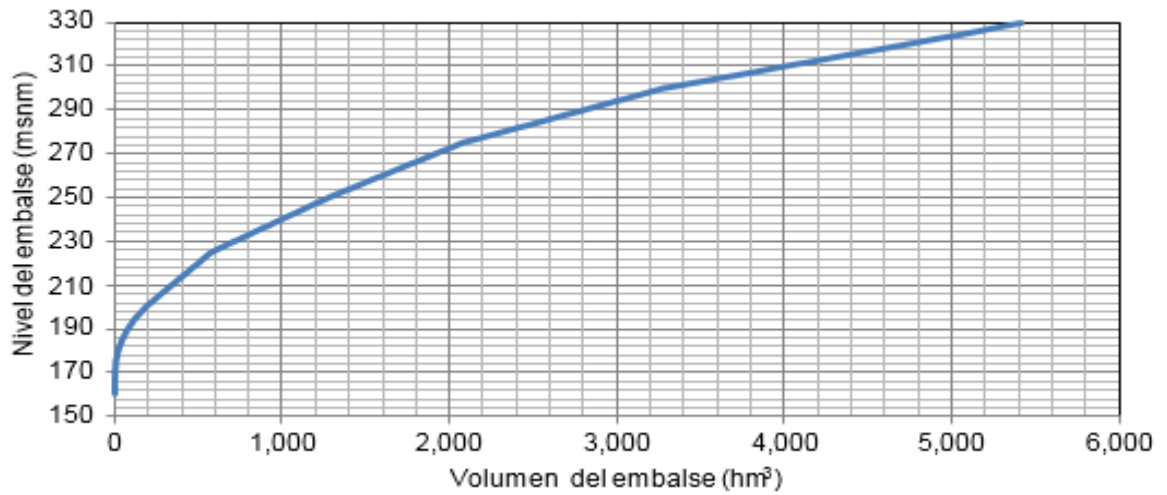
El análisis realizado contempla los escenarios hidrográficos históricos, representados en los caudales promedio de los medios y máximos históricos y mínimos de los últimos 20 años [ver tabla 1], la fecha de iniciación del llenado del embalse y los diferentes caudales diarios (ver figura 16).

Figura 16. Comparativo Caudales promedio y Real



Las diferentes cotas del espejo de agua tomadas diariamente a las 7 de la mañana, aguas arriba a una distancia que va desde los 500 metros de la presa y varía con el proceso del primer llenado, y aguas abajo en el puente La Paz a 900 metros de la presa; son utilizadas para llevar el seguimiento de los niveles alcanzados aguas arriba y debajo de la presa. Con los datos obtenidos se hace el cálculo del volumen a través de la curva de capacidad del embalse almacenado por la presa (ver figura 17), así como el caudal real, caudal de entrada y caudal vertido.

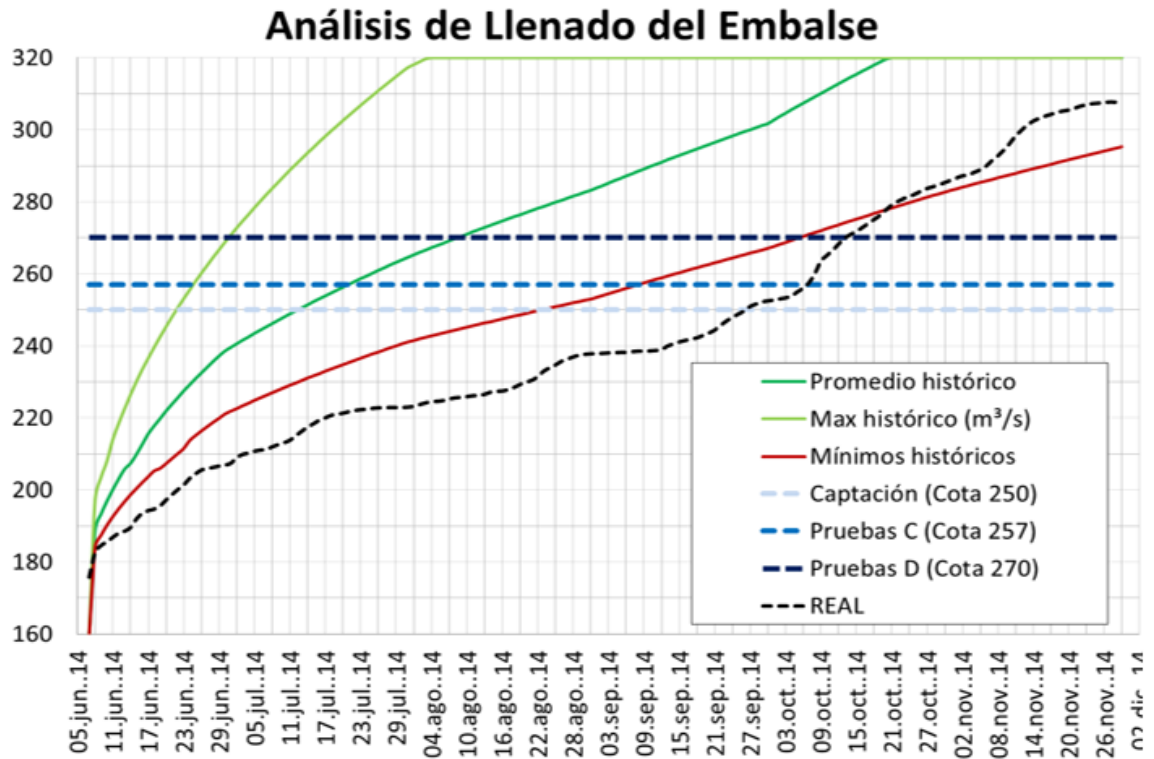
Figura 17. Curva de capacidad del embalse



Fuente: INGETEC

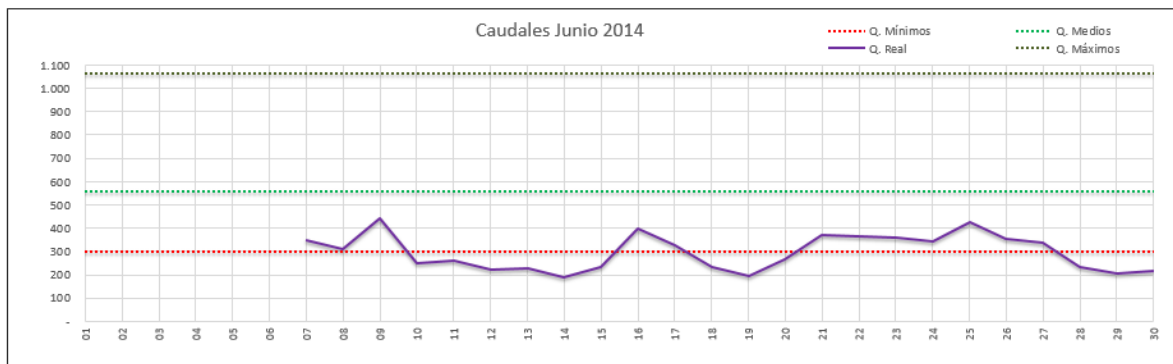
Antes y durante el proceso de llenado y con base en los diferentes datos históricos se proyectaron los distintos escenarios del llenado, dando como resultados los Análisis del Llenado del Embalse (ver figura 18); a su vez, mientras transcurría el proceso de llenado del embalse eran revisados periódicamente las diferentes proyecciones para actualizarlas mensualmente de acuerdo a los criterios del área de producción de ISAGEN.

Figura 18. Proyecciones desde el inicio del llenado



Finalizado el mes de Junio, fue necesario realizar análisis con gráficas mensuales (ver figura 19), para tener una mejor visión y análisis de todo el proceso del primer llenado, debido al comportamiento hidrológico inusual de la zona, que afectaba directamente el llenado del embalse.

Figura 19. Comparativo Caudales Julio 2014



Como resultado de este análisis se obtuvo la tabla 2, que evidencia el comportamiento real comparado a los históricos. Los caudales históricos son utilizados por ISAGEN S.A. E.S.P para hacer las proyecciones del comportamiento del primer y sucesivos llenados del embalse.

Tabla 2. Comparativo de caudales mensuales durante el primer llenado del embalse

Mes	Total Días	Q. menor al mínimo	Q. entre el mínimo y el promedio	Q. mayor al promedio
		41.81%	44.63%	13.56%
<b>Total</b>		<b>74</b>	<b>79</b>	<b>24</b>
Junio	24	12	12	
Julio	31	21	9	1
Agosto	31	17	12	2
Septiembre	30	15	11	4
Octubre	31	5	17	9
Noviembre	30	4	18	8
<b>Total días llenado</b>	<b>177</b>			

El primer llenado del embalse finalizó después de 117 días, el 1 de diciembre del 2014, cuando la unidad 2 entró en generación; mientras que la unidad 1 y 3 entraron a generar el 20 del mismo mes, de acuerdo al compromiso establecido por ISAGEN S.A E.S.P.

### **3.7 GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL**

Durante la construcción del PHS, ISAGEN S.A. E.S.P ejecutó el Plan de Manejo Ambiental (PMA) que contempla los diferentes componentes afectados por la construcción de la Central y llenado del embalse. Estos componentes son el físico, el biótico y el social. Sumado a ello, la Compañía ejecutó otros programas de gestión complementaria para aportar al desarrollo de la región.

A continuación se abordan algunas de las actividades incluidas en el plan de Manejo Ambiental (PMA) y de los programas de gestión complementaria que mitigan el impacto del llenado del embalse.

Entre la gestión complementaria desarrollada entre el 2008 y 2014, ISAGEN realizó diversos programas y proyectos en el marco de la Inversión social y ambiental (salud, desarrollo comunitario, convivencia, educación y cultura, integración comunitaria, saneamiento básico e infraestructura) con un valor cercano a los 29.000 millones de pesos. Algunos de estos proyectos y programas fueron:

- Atención psicológica y reproductiva.
- Estudio de factibilidad turística.

- Construcción de la estación de policía.
- Estudio paleontológico de la zona.
- Apoyo a las comunidades durante la ola invernal.
- Mejoramiento del acueducto, potabilización del agua y alcantarillado para Tienda Nueva, La Playa y El Peaje.
- Reforzamiento estructural de cinco puentes existentes en la vía que comunica al municipio de Barrancabermeja con la zona de las obras.

**3.7.1 Restitución de la infraestructura afectada** Tramo de vía Sector Capitancitos – Puente La Paz: 11.5 km que reemplazan 15 km ocupados por el embalse; esta vía incluye la construcción de dos túneles de 1080 y 248 m cada uno, así como seis puentes.

Vía Bucaramanga - San Vicente de Chucurí: el embalse inunda alrededor de 25 km de la longitud de la vía antigua comprendida entre el sector de Lisboa y La Cananá, para reemplazar esta vía se construyó otra paralela a la existente, con cinco nuevos puentes, asimismo abarca las conexiones viales para acceder a los sectores de Montebello y Peñamorada.

Puente Geo Von Lengerke: El antiguo puente Geo Von Lengerke, ubicado en el cauce el Río Sogamoso, en la vía que comunica Girón y Betulia, se encontraba en la zona inundada por el embalse Topocoro, para lo cual ISAGEN S.A. E.S.P construyó un puente de 392 m de Longitud y pilas de 50 m de altura con sus conexiones viales.

Puente Gómez Ortiz: ubicado en la vía que comunica el municipio de Girón y Zapatoca en el cauce del río Sogamoso, fue sustituido por dos puentes de 510 y 50 m de longitud.

**3.7.2 Protección del Río Sogamoso** Previo a la construcción del proyecto se realizaron estudios en aspectos ambientales y sociales; apoyados en estos y con la ayuda de la comunidad se concertó el PMA en el cual se abordan aspectos sociales y físicos. Algunos de los programas desarrollados son siguientes:

- Monitoreo de la calidad del agua, peces y microorganismos.
- Protección del recurso íctico y pesquero.
- Plan de Orientación Pesquera del bajo Sogamoso.
- Restauración del bosque ribereño de los afluentes del río Sogamoso.
- Usos y usuarios del río Sogamoso (programas de formación en convenio con el SENA).
- Conexión Río Sogamoso - Ciénaga El Llanito: busca que la ciénaga conserve profundidades adecuadas para la existencia y el mantenimiento de las masas de peces.
- Mesa de pesca.
- Proyecto Guarda Río.
- Educación Ambiental.

**3.7.3 Componente social** Para mejorar las condiciones sociales de las comunidades afectadas, ISAGEN S.A. E.S.P. llevó a cabo diferentes programas como los mencionados a continuación:

- Restablecimiento de las condiciones de vida de la población a trasladar.
- Restitución y mejoramiento de escuelas.
- Apoyo a la salubridad pública.
- Usos y usuarios del río Sogamoso (programas de formación en convenio con el SENA).
- Educación Ambiental.
- Gestión del empleo.
- Patrimonio arqueológico.
- Plan de ordenamiento del embalse.
- Fortalecimiento Institucional.

**3.7.4 Componente ambiental** Las actividades contempladas en el PMA correspondientes al componente ambiental comprenden entre otras a las siguientes:

- Restauración ecológica.
- Adecuación del vaso del embalse: tala y remoción de árboles y material orgánico.
- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
- Conexión Río Sogamoso - Ciénaga El Llanito.
- Repoblamiento de peces.

## **4. OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL**

Durante la práctica de seis meses se hizo seguimiento de las obras en el área de presupuesto y programación del proyecto. Para cumplir con los objetivos propuestos se realizó una labor de seguimiento a través de reportes mensuales de flujo de caja y causación, además de la consolidación de datos para los informes y presentaciones mostrados a la junta directiva de la empresa. Para llevar a cabo las tareas el estudiante en práctica contó con una capacitación en el sistema ERP (Enterprise Resource Planning) de la empresa llamado SAP, el cual gestiona la información de los negocios asociados a los procesos productivos u operativos de la empresa. A continuación se presentan las actividades correspondientes a los objetivos planteados:

### **4.1 ACTUALIZACIÓN DEL REPORTE MENSUAL Y ACUMULADO DE CAJA DEL PHS**

El reporte de caja es la contabilidad que se hace de los recursos en efectivo, que permite saber cada movimiento de dinero y la cantidad actual disponible. La estudiante en práctica reorganiza la información extraída desde SAP correspondiente al mes en un archivo de Excel previamente estructurado mostrado en la figura 20, el cual extrae la información según centro gestor. El reporte es entregado al tutor y si es necesario al director de proyecto.

Figura 20. Archivo de Excel para reporte de caja

Pos Pre	CaGe	Nombre Pos Pre	Ene		Feb		Mar	
			% cumpl. mes	67,91%	% cumpl. mes	44,32%	% cumpl. mes	63,3%
			Prog	Act	Prog	Act	Prog	Act
			77.941.527.310	52.925.138.315	93.955.198.019	41.644.987.069	93.840.682.763	50.000
			77.533.555.933	52.590.982.340	92.962.335.244	41.457.524.676	93.410.999.988	49.733
			407.911.317	339.155.973	992.862.775	186.583.193	429.682.775	358
CA67		Implementos de Seguridad Industrial		16.202.972		1.161.095		1
CA67		Seguridad Industrial Cent y Proy.	22.272.000	12.664.880	14.152.000	12.664.880	31.552.000	12
7518370000		Transp.fletes y ac.	120.000.000	48.873.841	133.668.000	13.867.026	133.668.000	56
CA57		SERVICIOS ADMINISTRATIVOS SOGAMOSO	120.000.000	48.873.841	133.668.000	13.867.026	133.668.000	56
CA57		Charter y helicopostos Sogamoso	12.000.000		15.000.000		15.000.000	12
CA57		Transporte terrestre Sogamoso	108.000.000	48.873.841	118.580.000	13.867.026	118.580.000	36
7542900000		Honorarios Otros	35.555.555	91.482.842	541.140.000	1.678.721	0	31
EP07		EJECUCIÓN OBRAS CIVILES Y EQUIPOS	35.555.555	91.482.842	541.140.000	1.678.721	0	31
EP07		Auditorías Enfccc. SOG						
EP07		Honorarios Asesoría Explotación Minera						
EP07		Honorarios asesoría Temas ambientales						
EP07		Honorarios asesoria Caso Esqamo						
EP07		Arbitramento GS						
EP07		Honorarios Asesoría temas ambientales		23.543		1.678.721		
EP07		Asesoría Agua/Terra - Caso GS						
EP07		Otros						
EP07		Honorarios Asesoría Azul Construite		91.479.099	541.140.000			
EP07		Honorarios Asesoría Judiciales Sogamoso						
7570020000		Vigilancia	148.000.000	95.269.253	167.398.974	98.094.550	167.398.974	101
CA47		LOGÍSTICA SOGAMOSO	0	11.397.977	0	10.471.206	0	14

## 4.2 ACTUALIZACIÓN DEL REPORTE MENSUAL Y ACUMULADO DE CAUSACIÓN DEL PHS

El reporte de causación lleva el control de los recursos cuando los hechos se registran, lo que sirve para saber el estado financiero de la empresa y constituye una obligación o un derecho exigible. Para su actualización se reorganiza la información extraída de SAP correspondiente al mes. Además del reporte mensual, se extrae información para el acumulado del año y el plurianual del proyecto. Esta información se organiza en diferentes tablas de Excel mostradas en la figura 21, que resumen y muestran con más claridad la información.

Figura 21. Archivo de Excel para reporte de causación

ACTIVIDAD	PPTO ACT	EJEC	% Ejec.
PROYECTO HIDROELECTRICO SOGAMOSO	4.327	3.574	91,9%
TERRENOS	176,2	175,4	100%
OBRAS CIVILES	1.506,1	1.408,1	93%
EQUIPOS	563,7	480,0	85%
INGENIERIA Y ADMINISTRACION	285,0	246,2	86%
PMA	1.221,1	1.041,8	85%
FINANCIACION	574,5	622,8	108%

	ISAGEN	LEASING
TOTAL	3.280.456.005.360	96.535.607.638
	175.420.941.886	
	1.370.513.371.392	37.537.056.290
	403.170.645.247	76.821.116.097
	156.478.901.125	95.511.355.217
	748.271.933.140	293.551.801.063
	597.275.127.338	5.815.094.389
		19.714.491.541

### 4.3 ACTUALIZACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO Y LA DESCRIPCIÓN DEL AVANCE DE OBRAS PRESENTADAS EN LA PÁGINA WEB DE ISAGEN

Teniendo como fuente los registros fotográficos de los compañeros, analistas del proyecto y propias, se realiza una recopilación de los diferentes frentes del proyecto, el cual se consolida y organiza para así seleccionar las mejores fotos de los avances más importantes del periodo correspondiente que con una breve descripción son publicadas a los medios digitales y redes sociales de la empresa.

### 4.4 CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA ELABORAR EL INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES DEL PHS

La practicante se encarga de recibir y consolidar un informe de cada coordinador del proyecto que contiene los avances de obra o instalación del mes

correspondiente a su frente de obra; además asiste al tutor en la recopilación de la información correspondiente al área de Presupuestos y programación donde incluye el Programa de Ejecución Integrado, porcentajes de avances tardíos y tempranos programados y la Curva S que compara el avance ejecutado con lo programado. Éste informe posteriormente es consolidado con otros construyendo así el Informe Mensual de Actividades presentado por la Gerencia de Proyectos de Generación a la Junta Directiva de la Empresa

#### **4.5 CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA ELABORAR LA PRESENTACIÓN MENSUAL PARA EL COMITÉ DE GERENCIA Y LA JUNTA DIRECTIVA**

La presentación en PowerPoint realizada por la practicante se basada en el Informe mensual de Actividades del mes correspondiente, contiene los registros fotográficos actualizados de los principales frentes de obra del proyecto haciendo énfasis en las actividades más críticas donde se incluyen obras principales y vías sustitutivas. También contiene información de los avances del mes correspondiente, expresados en porcentajes, la Curva S para el respectivo periodo y el gráfico de llenado del embalse.

#### **4.6 SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LOS HITOS ESTABLECIDOS EN EL MÓDULO DE PROYECTOS DE SAP**

La información relevante de los hitos establecidos con los contratistas se actualiza en el sistema ERP de acuerdo a los informes diarios de Interventoría y los informes presentados por los demás analistas del proyecto. Para esto se hace un seguimiento permanente a las actividades culminadas del proyecto determinando

la fecha real de la culminación de la actividad y comparándola con su fin programado.

## 5. CONCLUSIONES

Se logró la consolidación de la información para la elaboración del informe mensual de las actividades del Proyecto Hidroeléctrico, la preparación de la curva S, las presentaciones para el Comité con la junta directiva y el registro fotográfico para la página web de gerencia durante el tiempo requerido.

Se realizó oportunamente las actualizaciones de los reportes mensuales de caja y causación del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, utilizando el recurso virtual SAP ERP, y presentándolo en libros de Excel.

De acuerdo con los informes presentados por la Interventoría a ISAGEN, se hizo el oportuno seguimiento y actualización de los hitos establecidos con los contratistas. Todo este procedimiento se llevó a cabo en el software empresarial SAP ERP.

El seguimiento y la actualización de la información del análisis del llenado del embalse, proporcionaron datos claves, permitiendo así, a los directivos del proyecto la toma de decisiones, la redistribución de actividades, personal y maquinaria en cada una de las actividades críticas del llenado del embalse.

Fue posible concluir que el comportamiento hidrológico de la zona en el periodo del llenado del embalse no fue regular y consecuente con la información histórica adquirida. Mientras se ejecutó el primer llenado del Embalse Topocoro los caudales del Río Sogamoso fueron un 40% más bajo del mínimo, y más de un 80% al promedio.

Durante la práctica empresarial se reforzaron los conocimientos obtenidos en el pregrado; a través de la experiencia en campo y las recomendaciones de los

diferentes profesionales que involucraron al estudiante en lo que es su futura vida profesional, permitiéndole explorar, conocer y adquirir múltiples capacidades en las actividades asignadas. Esto la convierte en una experiencia enriquecedora e importante para el futuro profesional.

Se logró cumplir con las actividades propuestas en el cronograma del Plan de trabajo, culminando satisfactoriamente la práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso de ISAGEN S.A. E.S.P.

## BIBLIOGRAFIA

ANLA. Proyecto Hidrosogamoso inició el llenado del Embalse. [en línea]  
<http://www.anla.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=12621&catID=1479>  
[citado el 10 de enero del 2015]

INGETEC I&D S.A. Actualización del estudio de impacto ambiental. Actualización de Diseños para la licitación y el estudio de Impacto Ambiental el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Revisión 1. Volumen 1 de 6. Diciembre 2008. 94 p.

INGETEC I&D S.A. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Manual de llenado del embalse. Revisión 1. Mayo 2014. 219 p.

ISAGEN S.A. E.S.P. Cartilla Central Hidroeléctrica Sogamoso. Balance de Resultados durante la construcción Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Enero 2015. 24 p.

JEREZ, LUIS FERNANDO Soporte en seguimiento y control de información del presupuesto y programación de ejecución de las obras del proyecto hidroeléctrico. Junio 2014. 35 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE COLOMBIANO Resolución 23 de Enero del 2013. Por medio de la cual se modifica la licencia ambiental otorgada con resolución 0476 del 17 de mayo de 2000, y se toman otras determinaciones. Enero 2013. 44 p.

## **ANEXOS**

## ANEXO A. Registro de datos de llenado del embalse

### REGISTRO DE DATOS DE LLENADO DEL EMBALSE

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO

COTAS, VOLUMEN Y CAUDAL DE LLENADO				
Fecha	Cota Emb.	Vol embalse acumulado (Hm3)	Q. Entrada (Por Balance)	Q. Ecológico (Pte la Paz)
07-jun-14	158,00	0,00	349,00	0,00
08-jun-14	175,70	11,04	312,39	184,66
09-jun-14	182,55	37,61	444,19	136,60
10-jun-14	184,50	49,50	251,80	114,21
11-jun-14	185,50	56,21	263,14	185,43
12-jun-14	186,80	65,48	221,19	113,96
13-jun-14	187,90	73,95	225,52	127,49
14-jun-14	188,50	78,88	186,75	129,70
15-jun-14	189,50	87,41	230,66	131,93
16-jun-14	191,90	109,65	398,46	141,02
17-jun-14	193,45	125,47	324,08	141,02
18-jun-14	194,20	133,49	233,84	141,02
19-jun-14	194,60	137,92	194,62	143,33
20-jun-14	195,50	148,13	266,21	148,01
21-jun-14	197,10	167,23	369,12	148,01
22-jun-14	198,60	186,32	366,53	145,66
23-jun-14	200,00	204,81	359,71	145,66
24-jun-14	201,30	222,67	343,08	136,44
25-jun-14	203,10	248,34	426,89	129,70
26-jun-14	204,40	267,58	354,62	131,93
27-jun-14	205,45	283,47	336,59	152,75
28-jun-14	205,90	290,34	232,35	152,75
29-jun-14	206,20	294,98	206,45	152,75
30-jun-14	206,55	300,43	218,16	155,15
01-jul-14	206,85	305,09	166,46	112,45
02-jul-14	207,35	312,98	196,04	104,77
03-jul-14	208,90	337,85	426,83	138,95
04-jul-14	209,80	352,67	289,35	117,90
05-jul-14	210,15	358,49	183,01	115,66
06-jul-14	210,70	367,73	218,21	111,24
07-jul-14	211,00	372,77	169,59	111,24
08-jul-14	211,20	376,19	150,90	111,24

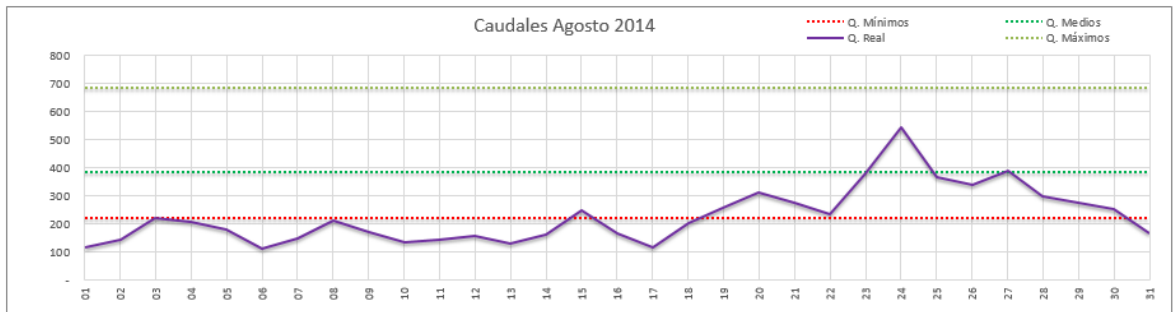
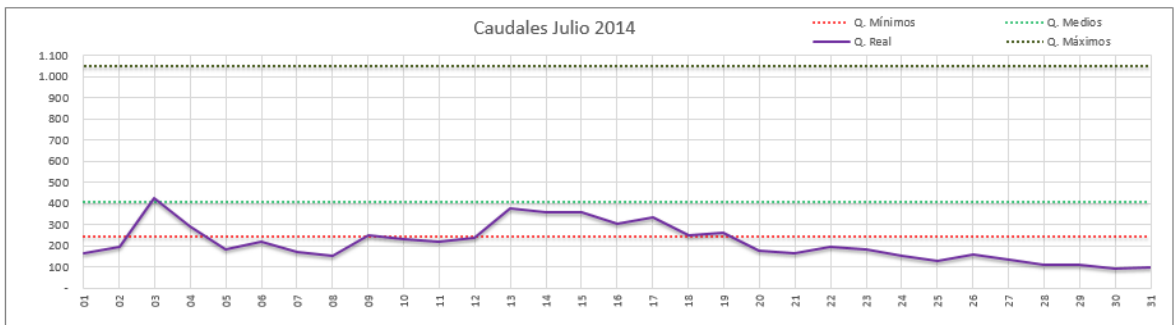
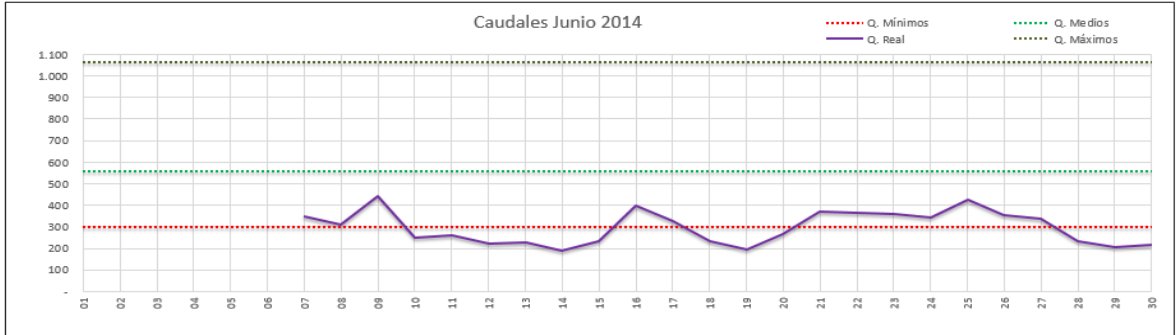
09-jul-14	211,90	388,19	250,04	111,24
10-jul-14	212,50	398,63	232,12	111,24
11-jul-14	213,05	408,25	216,12	104,77
12-jul-14	213,70	419,84	239,75	105,66
13-jul-14	215,00	443,39	376,25	103,59
14-jul-14	216,20	465,77	359,75	100,73
15-jul-14	217,40	488,73	355,56	89,87
16-jul-14	218,30	506,30	302,90	99,53
17-jul-14	219,30	526,17	331,49	101,50
18-jul-14	219,95	539,24	248,71	97,48
19-jul-14	220,65	553,54	262,98	97,48
20-jul-14	220,97	560,08	173,23	97,48
21-jul-14	221,25	565,91	164,98	97,48
22-jul-14	221,65	574,26	194,12	97,48
23-jul-14	222,00	581,57	182,04	97,48
24-jul-14	222,22	586,25	151,65	97,48
25-jul-14	222,35	589,02	129,49	97,48
26-jul-14	222,60	594,33	159,04	97,48
27-jul-14	222,75	597,53	134,41	97,48
28-jul-14	222,80	598,59	109,79	97,48
29-jul-14	222,84	599,44	107,33	97,48
30-jul-14	222,82	599,01	92,56	97,48
31-jul-14	222,82	599,01	97,48	97,48
01-ago-14	222,93	601,35	118,25	91,17
02-ago-14	223,13	605,66	143,11	93,26
03-ago-14	223,65	616,93	223,73	93,26
04-ago-14	224,10	626,73	206,62	93,26
05-ago-14	224,45	634,46	182,68	93,26
06-ago-14	224,53	636,22	113,69	93,26
07-ago-14	224,75	641,08	149,46	93,26
08-ago-14	225,20	651,09	211,21	95,36
09-ago-14	225,50	657,82	173,33	95,36
10-ago-14	225,66	661,42	136,94	95,36
11-ago-14	225,85	665,68	144,74	95,36
12-ago-14	226,09	671,11	158,16	95,36
13-ago-14	226,22	674,08	129,76	95,36
14-ago-14	226,48	680,03	164,16	95,36
15-ago-14	227,06	693,31	249,14	95,36
16-ago-14	227,32	699,37	165,44	95,36
17-ago-14	227,40	701,23	116,92	95,36
18-ago-14	227,80	710,55	205,30	97,48
19-ago-14	228,40	724,70	259,12	95,36
20-ago-14	229,20	743,77	311,96	91,17
21-ago-14	229,86	759,74	278,09	93,26

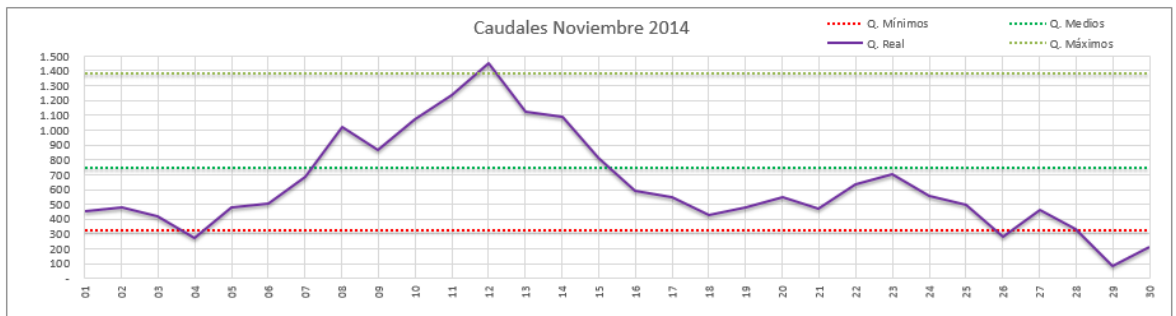
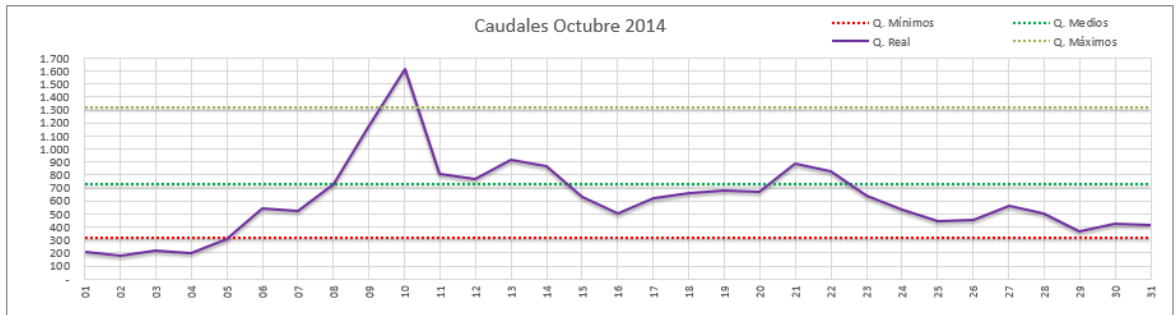
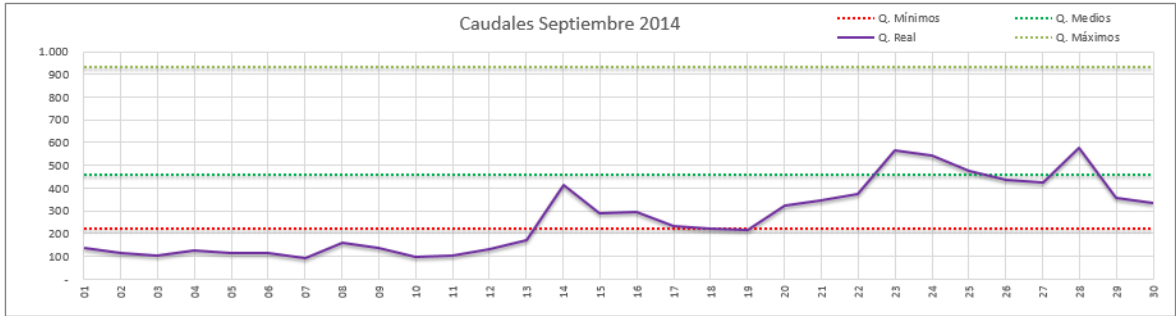
22-ago-14	230,36	772,00	235,18	93,26
23-ago-14	231,36	796,83	382,74	95,36
24-ago-14	232,88	835,52	543,14	95,36
25-ago-14	233,79	859,28	368,26	93,26
26-ago-14	234,62	881,30	339,84	85,02
27-ago-14	235,60	907,68	392,42	87,05
28-ago-14	236,26	925,69	297,49	89,10
29-ago-14	236,85	941,95	277,30	89,10
30-ago-14	237,36	956,15	253,49	89,10
31-ago-14	237,60	962,86	166,80	89,10
01-sep-14	237,74	966,78	134,42	89,10
02-sep-14	237,81	968,74	111,76	89,10
03-sep-14	237,86	970,14	105,29	89,10
04-sep-14	237,98	973,49	127,95	89,10
05-sep-14	238,06	975,76	115,29	89,10
06-sep-14	238,13	977,74	112,10	89,10
07-sep-14	238,14	978,03	92,39	89,10
08-sep-14	238,34	983,71	156,90	91,17
09-sep-14	238,48	987,68	137,18	91,17
10-sep-14	238,50	988,25	97,74	91,17
11-sep-14	238,53	989,10	101,03	91,17
12-sep-14	238,66	992,79	133,89	91,17
13-sep-14	238,91	999,89	173,33	91,17
14-sep-14	239,87	1.027,51	412,89	93,26
15-sep-14	240,44	1.044,11	287,49	95,36
16-sep-14	241,03	1.061,36	292,90	93,26
17-sep-14	241,44	1.073,50	233,80	93,26
18-sep-14	241,81	1.084,46	220,09	93,26
19-sep-14	242,17	1.095,19	217,49	93,26
20-sep-14	242,81	1.114,41	322,12	99,63
21-sep-14	243,51	1.135,66	345,47	99,63
22-sep-14	244,28	1.159,23	374,61	101,79
23-sep-14	245,60	1.200,23	567,80	93,26
24-sep-14	246,83	1.239,04	542,46	93,26
25-sep-14	247,85	1.271,73	473,75	95,36
26-sep-14	248,75	1.300,96	433,66	95,36
27-sep-14	249,62	1.329,53	426,04	95,36
28-sep-14	250,87	1.371,09	576,30	95,36
29-sep-14	251,54	1.393,66	358,81	97,48
30-sep-14	252,14	1.413,99	334,88	99,63
01-oct-14	252,43	1.423,91	208,02	93,26
02-oct-14	252,66	1.431,77	184,28	93,26
03-oct-14	252,99	1.443,05	223,85	93,26
04-oct-14	253,25	1.452,05	197,33	93,26

05-oct-14	253,78	1.470,38	307,61	95,36
06-oct-14	254,90	1.509,14	541,79	93,26
07-oct-14	255,94	1.546,29	525,37	95,36
08-oct-14	257,46	1.601,02	730,90	97,48
09-oct-14	260,00	1.694,56	1.180,16	97,48
10-oct-14	263,43	1.825,56	1.611,51	95,36
11-oct-14	265,00	1.887,26	811,67	97,48
12-oct-14	266,44	1.944,96	765,30	97,48
13-oct-14	268,17	2.015,45	913,36	97,48
14-oct-14	269,76	2.081,51	864,19	99,63
15-oct-14	270,85	2.127,46	631,48	99,63
16-oct-14	271,69	2.163,29	507,87	93,26
17-oct-14	272,75	2.208,93	621,54	93,26
18-oct-14	273,87	2.257,73	660,15	95,36
19-oct-14	275,01	2.308,02	677,46	95,36
20-oct-14	276,12	2.357,61	673,58	99,63
21-oct-14	277,63	2.425,99	888,89	97,48
22-oct-14	279,00	2.488,84	824,96	97,48
23-oct-14	280,01	2.535,78	640,78	97,48
24-oct-14	280,81	2.573,32	534,12	99,63
25-oct-14	281,44	2.603,08	444,09	99,63
26-oct-14	282,09	2.633,92	454,39	97,48
27-oct-14	282,93	2.674,10	562,55	97,48
28-oct-14	283,65	2.708,84	501,72	99,63
29-oct-14	284,13	2.732,08	368,63	99,63
30-oct-14	284,70	2.759,87	421,28	99,63
31-oct-14	285,27	2.787,79	414,24	91,17
01-nov-14	285,90	2.818,79	450,01	91,17
02-nov-14	286,57	2.852,03	475,82	91,17
03-nov-14	287,14	2.880,40	421,71	93,26
04-nov-14	287,45	2.895,95	271,08	91,17
05-nov-14	288,12	2.929,61	482,79	93,26
06-nov-14	288,82	2.965,05	503,50	93,26
07-nov-14	289,82	3.016,11	684,18	93,26
08-nov-14	291,38	3.096,78	1.024,86	91,17
09-nov-14	292,66	3.163,88	869,88	93,26
10-nov-14	294,25	3.248,40	1.071,58	93,26
11-nov-14	296,08	3.347,39	1.238,92	93,26
12-nov-14	298,20	3.464,40	1.449,70	95,36
13-nov-14	299,78	3.553,20	1.127,31	99,63
14-nov-14	301,28	3.638,73	1.087,40	97,48
15-nov-14	302,35	3.700,52	812,70	97,48
16-nov-14	303,08	3.743,00	589,17	97,48
17-nov-14	303,74	3.781,74	545,81	97,48

18-nov-14	304,22	3.810,03	424,95	97,48
19-nov-14	304,78	3.843,21	481,48	97,48
20-nov-14	305,16	3.865,81	547,13	285,51
21-nov-14	305,42	3.881,36	468,90	288,92
22-nov-14	305,91	3.910,67	631,54	292,35
23-nov-14	306,51	3.946,84	704,19	285,51
24-nov-14	306,90	3.970,39	558,03	285,51
25-nov-14	307,20	3.988,61	499,87	288,92
26-nov-14	307,33	3.996,54	283,66	191,97
27-nov-14	307,58	4.011,77	465,26	288,92

## ANEXO B. Comparativo de caudales mensuales





**ANEXO C. Ejemplo registro fotográfico mes de Septiembre**



















