



Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA -

RESOLUCIÓN N° 00144 (10 de febrero de 2017)

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

LA DIRECTORA GENERAL (E) DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA

En uso de las funciones asignadas en el Decreto-ley 3573 del 27 de septiembre de 2011, en la Resolución 0666 del 05 de junio de 2015 y las competencias establecidas en la Ley 99 de 1993, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 y la Resolución 1467 del 09 de septiembre de 2016

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución 0899 de 15 de mayo de 2009, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT-, otorgó a EMGESA S.A E.S.P. Licencia Ambiental para el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, localizado en jurisdicción de los municipios de Garzón, Gigante, El Agrado, Paicol, Tesalia y Altamira, en el departamento del Huila.

Mediante Resolución 1628 del 21 de agosto de 2009, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT-, resolvió los recursos de reposición interpuestos por EMGESA S.A. E.S.P., por la Fundación El Curíbano y por Alexander López Quiroz contra la Resolución 899 del 15 de mayo de 2009, en el sentido de modificarla en algunos aspectos como Plan de Restauración, Obras Principales, Vía Panamericana, Vías Sustitutivas, Compensación por Aprovechamiento Forestal, Ataguía, Programa Socioeconómico, Vegetación de Protección Perimetral, manejo íctico y rescate de peces.

Que la Resolución 0899 del 15 de mayo de 2009, ha sido modificada por las Resoluciones 2766 del 30 de diciembre de 2010 (aclarada por la Resolución 310 del 22 de febrero de 2011) adicionando algunos sitios de ocupación de cauce, autorizando la extracción de material de cantera y arrastre; 0971 del 27 de mayo de 2011 en el sentido de incluir áreas de explotación, vías y diques de protección; 012 del 14 de octubre de 2011 que modifica la Resolución 971 de 27 de mayo de 2011; 1142 del 28 de diciembre de 2012 (se resolvió recurso de reposición mediante Resolución 0283 del 22 de marzo de 2013) autorizando permisos, concesiones y/o autorizaciones para el uso y aprovechamiento o afectación de recursos naturales; 0395 del 2 de mayo de 2013, la cual autorizó el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables; 0181 del 28 de febrero de 2014 autorizando la explotación de las fuentes de material aluvial, y 0906 del 13 de agosto de 2014 en el sentido de adicionar el aprovechamiento forestal de 3058 árboles.

Que la Resolución 0899 del 15 de mayo de 2009, ha sido ajustada vía seguimiento, a través de las Resoluciones 1814 del 17 de septiembre de 2010 (confirmada por la Resolución 2767 del 30 de diciembre de 2010); 0306 del 30 de diciembre de 2011; 0589 del 26 de julio de 2012 (se resolvió recurso de reposición mediante Resolución 0945 del 13 de noviembre de 2012); 0759 del 26 de junio de 2015, (se resolvió recurso de reposición mediante Resolución 1390 del 30 de octubre de 2015), y 266 del 14 de marzo de 2016.

Que mediante Auto 2049 del 30 de junio de 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible efectuó seguimiento y control ambiental al proyecto.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Que mediante Auto 3563 del 23 de septiembre de 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realizó requerimientos a EMGESA S.A. E.S.P., relacionados con el Plan de Restauración Ecológica.

Que mediante Auto 3609 del 27 de septiembre de 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible solicitó a EMGESA S.A. E.S.P el ajuste de la Propuesta de la Valoración Económica de Impactos.

Que mediante el Auto 0954 del 30 de marzo de 2012, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

Que mediante el Auto 2543 del 14 de agosto de 2012, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

Que mediante el Auto 2553 del 14 de agosto de 2012, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA solicitó ajuste a la metodología empleada para la realización del inventario forestal, de la vegetación que se encuentra en el vaso de inundación del embalse.

Que mediante el Auto 3511 del 13 de noviembre de 2012, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al proyecto y se realizan unos requerimientos en materia de Gestión Social y Reforestación.

Que mediante el Auto 607 del 5 de marzo de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento a los informes de Cumplimiento Ambiental - ICA 5 y 6.

Que mediante el Auto 1740 del 7 de junio de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al proyecto, en relación con los Programas de Gestión Social e ICA 6.

Que mediante Auto 2157 del 12 de julio de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA evaluó la información del componente Biótico requerido en el Auto 607 del 5 de marzo de 2013.

Que mediante el Auto 2161 del 12 de julio de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA realizó seguimiento y control ambiental, en relación a la ocurrencia de posibles contingencias ambientales durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Que mediante el Auto 3894 del 15 de noviembre de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al programa de Gestión Social – ICA 7.

Que mediante Auto 390 del 11 de febrero de 2014, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA efectuó seguimiento y control ambiental de los componentes físico y biótico del Informe de Cumplimiento Ambiental - ICA 7.

Que mediante el Auto 168 del 16 de enero de 2015, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control ambiental al componente Socio Económico correspondiente al - ICA 9.

Que mediante Auto 471 del 9 de febrero de 2015, la ANLA efectuó seguimiento y control a la inversión del 1%.

Que mediante escrito radicado 2015018230-1-000 del 06 de abril de 2015, EMGESA S.A. E.S.P. hizo entrega del Informe de Cumplimiento Ambiental No. 11, correspondiente al período del 01 de septiembre de 2014 al 28 de febrero de 2015.

Que mediante Resolución 493 del 30 de abril de 2015, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA resolvió solicitud de revocatoria contra la Licencia Ambiental.

Que mediante el Auto 2148 del 29 de mayo de 2015, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA efectuó seguimiento y control al Informe de Cumplimiento Ambiental - ICA 8.

Que mediante radicado 2015033313-1-000 del 24 de junio de 2015, EMGESA S.A. E.S.P. remitió copia del procedimiento que se implementaría durante el llenado del Embalse.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Que mediante escrito radicado 2015033708-1-000 del 25 de junio de 2015, EMGESA S.A. E.S.P., remitió copia de la comunicación dirigida a la CAM donde informó sobre los procedimientos que se implementarían durante el llenado del Embalse.

Que mediante escrito radicado 2015033989-1-000 del día 26 de junio de 2015, EMGESA S.A. E.S.P., informó que, a partir del 28 de junio de 2015 se presentarían las condiciones necesarias para dar inicio al llenado del embalse.

Que mediante radicado 2015033998-1-000 del 26 de junio de 2015, EMGESA S.A. E.S.P., remitió copia de la comunicación anunciando el inicio del llenado del embalse remitida a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

Que el día 30 de junio de 2015, EMGESA S.A. E.S.P. dio inicio al llenado del embalse del proyecto hidroeléctrico el Quimbo.

Que mediante el Auto 3099 del 03 de agosto de 2015, la ANLA efectuó seguimiento y control ambiental.

Que mediante escrito radicado 2015053075 del 07 de octubre de 2015, EMGESA S.A. E.S.P. remitió a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, el informe y soporte del proceso de socialización realizado en el área de influencia del proyecto, al inicio del llenado del Embalse.

Que mediante el Auto 5887 del 15 de diciembre de 2015, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA efectuó seguimiento y control ambiental en relación al Traslado Capilla San José de Belén y fisuras del Dique Auxiliar.

Que mediante el Auto 1391 del 22 de abril de 2016, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA efectuó seguimiento y control al Informe de Cumplimiento Ambiental – ICA 10.

Que mediante escrito radicado No. 2016021576-1-000 del 02 de mayo de 2016, la Gobernación del Huila solicitó Audiencia Pública en etapa de seguimiento del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

Que mediante el Auto 2997 del 11 de julio de 2016, la ANLA ordenó la celebración de Audiencia Pública en seguimiento al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, la cual se efectuó los días 11 y 12 de noviembre en el municipio de Garzón.

Que mediante el Auto 4670 del 23 de septiembre de 2016, la ANLA emitió auto de seguimiento al componente biótico (aprovechamiento forestal).

Que mediante el Auto 4674 del 23 de septiembre de 2016, la ANLA efectuó seguimiento y control ambiental.

Que mediante radicado 2016064701-1-000 del 06 de octubre de 2016, EMGESA S.A. E.S.P., hizo entrega del Informe de Cumplimiento Ambiental No. 14, correspondiente al período del 01 de marzo de 2016 al 31 de agosto de 2016.

Que con base en la información allegada en el Informe de Cumplimiento Ambiental ICA 14 correspondiente al periodo del 01 de marzo de 2016 – 31 de agosto 2016, el equipo técnico del Grupo de Energía, Presas, Represas, Trasvases y Embalses de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento emitió el concepto técnico 7105 del 29 de diciembre de 2016, el cual estableció la necesidad de imponer a EMGESA S.A. E.S.P. unas medidas ambientales adicionales, así:

(...)

Plan de Manejo Ambiental

A continuación, se presenta el estado de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, establecido mediante la Resolución 899 del 15 de mayo de 2009 y sus modificaciones, mediante la cual se otorga licencia ambiental al proyecto hidroeléctrico El Quimbo, específicamente los relacionados con los monitoreos de calidad del agua de los parámetros In-situ de los sitios de monitoreo ubicados aguas abajo del sitio de presa, para el periodo reportado en el ICA No. 14, correspondiente al período comprendido entre el 01 de marzo de 2016 y el 31 de agosto de 2016.

"Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales"

Programa y ficha de Manejo	Medida-Actividades
<p>7.2.7 Programa de manejo de calidad de aguas en el embalse y aguas abajo. Ficha de Manejo: 7.2.7.6.5 Caudal ecológico durante el llenado y operación</p>	<p>El conducto de descarga de fondo propuesto funcionará únicamente durante el llenado, y durante operación la descarga de este caudal se hará a través de la central hidroeléctrica. Cuando inicie el llenado del embalse y hasta alcanzar la cota mínima de operación, todo el caudal del río Magdalena será retenido en el embalse y no habrá descarga de aguas turbinadas, por lo tanto, el 84% del caudal medio del Río Magdalena será retenido en el embalse y el 16% restante será entregado como caudal ecológico por la descarga de fondo.</p> <p>Este caudal será de 36 m³/s, en un tramo de 1,3 km, que corresponde a la longitud del río Magdalena desde el sitio de presa hasta la confluencia con el río Páez. Este periodo de aproximadamente un mes, continuará por cuatro meses más hasta alcanzar el llenado, tiempo durante el cual el caudal medio mensual será de aproximadamente 20 m³/s + el caudal ecológico, con períodos en los que se verterán caudales entre 75 m³/s más el caudal ecológico y 187,5 m³/s más el caudal ecológico y otros en donde la descarga será la proveniente de la descarga de fondo que corresponde al caudal ecológico.</p> <p>Durante la operación, los caudales generados serán similares a los naturales, incrementándose ligeramente los medios de aguas bajas y disminuyendo ligeramente los caudales medios de aguas altas.</p>

Consideraciones: De acuerdo a la información reportada en el ICA No. 14, y su información anexa, así como lo reportado en los Informes de Comité de Llenado remitidos a diario por la Empresa, se obtienen los siguientes promedios diarios mensuales de caudal aportado al cauce del río Magdalena aguas abajo del sitio de presa antes de la confluencia del río Páez:

MES	marzo	Abril	Mayo	junio	Julio	Agosto
Caudal promedio aportado a través de la descarga de fondo (m ³ /s)	36,59	36,89	18,76	19,56	30,69	33,60
Caudal mínimo de aguas turbinadas	24,31	55,9	70,28	22,67	41,14	2,58
Caudal turbinado promedio (m ³ /s)	147,16	255,17	198,98	139,89	139,89	254,31
Caudal mínimo (descarga de fondo +turbinado) (m ³ /s)	64,14	95,63	83,81	55,97	41,14	33,17

Fuente: Elaboración propia ANLA – con información radicada por EMGESA en los informes diarios de llenado

De acuerdo a la información reportada de caudal ecológico aportado para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 31 de agosto de 2016, se considera que la Empresa ha garantizado el caudal mínimo de 36 m³/s en el tramo de 1.3 km del río Magdalena aguas abajo del sitio de presa hasta la confluencia del río Páez con la descarga de las aguas turbinadas y aportes adicionales de la apertura de la descarga de fondo así:

Revisados los datos promedio diarios (marzo a septiembre de 2016) a partir de los cuales se obtiene el caudal promedio mensual, se encuentra que respecto al aporte del caudal ecológico con las aguas de generación, los días 29 de marzo; 25 de junio y 14 de agosto de 2016, no se alcanzan los 36 m³/seg establecidos como caudal ecológico con 24.31 m³/s, 22.67 m³/s y 2.58 m³/s respectivamente; no obstante para estos días también se realizó aporte de caudal a través de la compuerta de la descarga de fondo con caudales de 39.83 m³/s; 33.3 m³/s y 30.59 m³/s; garantizando así un caudal total para estos días de 64.14

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

m³/s; 55.97 m³/s y 33.17 m³/s respectivamente, manteniendo así las condiciones del caudal mínimo de 36 m³/s durante el 99% del tiempo objeto de verificación (184 días).

Durante todo el período evaluado se observa que EMGESA mantiene el aporte de caudales procedentes de la apertura de la descarga de fondo mediante la cual se aseguró el caudal ecológico durante el llenado del embalse. Sin embargo, esta condición solo se observa necesaria para los días en los cuales el caudal turbinado no alcanza el mínimo requerido, al respecto vale la pena señalar que lo indicado en EIA del proyecto (Capítulo 5 - Evaluación Ambiental):

“(...) En las pruebas a las unidades de generación, existirán lapsos de tiempo, en los cuales no se realizarán descargas, sin embargo, el caudal ecológico seguirá fluyendo hasta que entre en firme la operación de la central. En las pruebas, por la central se descargará un caudal mínimo de 75 m³/s y un caudal máximo de 187,5 m³/s por cada unidad.

Una vez finalizado el llenado del embalse, durante la operación normal de la central, los caudales naturales que fluyen por el río se regularán como consecuencia de la operación de la central (...)”

De otra parte, en el análisis del hidrograma horario, se indicó:

“Los hidrogramas horarios del Río Magdalena se regularan en el embalse manteniendo descargas que dependen de las condiciones del embalse y de las decisiones de operación del día. En general y de acuerdo con estas dos condiciones, se presentarán las siguientes tres posibilidades de hidrograma horario:

1. *Cuando el nivel del embalse se encuentre por debajo del nivel máximo, y la decisión operativa del día sea generar en la central menos energía que la capacidad instalada, se producirá un hidrograma horario con algunas horas a plena carga en la central, y otras horas (como máximo 12 horas) **con descargas a través de la central equivalentes al caudal ecológico.** (negrilla fuera de texto)*
2. *Cuando el nivel del embalse se encuentre por debajo del nivel máximo, y la decisión operativa sea generar a plena carga durante todo el día, se producirá un hidrograma constante e igual a la capacidad instalada (375 m³/s) durante las 24 horas.*
3. *Cuando el nivel del embalse alcance su máximo, independientemente de la decisión de generación desde el punto de vista operativo, se deberá operar el vertedero para tratar de mantener el nivel del embalse alejado del nivel máximo de la presa, sin producir descargas por encima de las afluencias del momento. (...)*”

La Empresa deberá presentar para evaluación por parte de la ANLA la propuesta de manejo de caudales cuando se prevea una condición en la cual el nivel horario implique una descarga de caudal turbinado entre 0 y menor a 36m³/s; de tal manera que se asegure que en todo momento se dan las condiciones mínimas de 36 m³/s, teniendo en cuenta para ello que el aporte de caudal desde la descarga de fondo solo fue considerado para el llenado del embalse.

Requerimiento: Presentar para evaluación por parte de la ANLA la propuesta de manejo de caudales cuando se presente una condición en las cuales a nivel horario implique una descarga de caudal turbinado entre 0 y menor a 36m³/s; de tal manera que se asegure que en todo momento se dan las condiciones mínimas de 36 m³/s, teniendo en cuenta para ello que el caudal ecológico aportado a través de la descarga de fondo solo fue considerado durante el llenado del embalse.

Plan de Seguimiento y Monitoreo

Medio: Biótico

Ficha de Seguimiento y Monitoreo: 8.2.3 Monitoreo limnológico del embalse y cursos de agua superficiales durante la construcción, llenado y operación – 8.2.3.5.2 Alteración de la calidad de agua en el Embalse

Componente	Consideraciones
Agua	Este seguimiento se realiza sobre los parámetros tomados <i>In Situ</i> (pH,

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Conductividad, Oxígeno disuelto, Temperatura, Turbiedad)

De acuerdo a la información reportada en el ICA No. 14, la Empresas por medio de su contratista Laboratorios DAPHNIA LTDA, como desarrollo de esta medida realizó los monitoreos de calidad de agua del río Magdalena y el río Páez, los cuales están aguas abajo del sector de presa, los cuales son los únicos que son parte del presente seguimiento.

DRENAJE	ID	ESTACIÓN MONITOREO	DE
Río Páez	MG7	Río Páez	
Río Magdalena	MGE1	Aguas abajo de la descarga	
	MGE2	Aguas abajo de la confluencia con el río Páez	
	MGE4	Antes del embalse de Betania	

En lo referente a aguas abajo del sitio de presa, los monitoreos se realizaron a diario para los parámetros determinados in situ, de acuerdo a lo ordenado por el Tribunal Administrativo del Huila en su medida cautelar dentro de la Acción Popular interpuesta por la comunidad de pescadores de Betania.

Parámetros determinados:

In Situ: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura y Caudal.

Es de indicar que los monitoreos de caudales aguas abajo del embalse antes de la entrada al embalse de Betania se realizan a nivel diario en la estación Las Vueltas, esto con el fin de garantizar el caudal mínimo de 160 m³/s antes de la entrada al embalse de Betania de acuerdo a lo ordenado por el Tribunal Administrativo del Huila en su medida cautelar.

A continuación, se realiza el análisis de los monitoreos de los parámetros In situ en las estaciones ubicadas aguas abajo del sitio de presa

Análisis del monitoreo

De acuerdo con la información presente en la página web de IDEAM, en relación con los Laboratorios acreditados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, y según lo estipulado en el Decreto 1600 de 1994 compilado en el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución No. 0176 del 31 de octubre de 2003 que derogó las resoluciones No. 0059 de 2000 y 0079 de 2002, los siguientes son los datos y autorizaciones vigentes para dicha empresa:

Nombre:	DAPHNIA LTDA.
NIT:	800.213.470-5
Contacto:	Luis Fernando Orozco
Dirección:	Carrera 4 No. 57-08, Bogotá, D.C., Colombia
Teléfono:	00 ()57-1- 2496118
Fax:	00 ()57-1- 2101304
e-mail:	daphnia@daphnialtda.com
Resolución de acreditación inicial No: 0068 del 05 de abril de 2006	
Resolución de extensión de la acreditación No. 0983 del 11 de junio de 2013	
Acreditación vigente desde: 30 de octubre de 2012	
Acreditación vigente hasta: 30 de octubre de 2015	
<u>Matriz Agua:</u>	

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Variable/Método

24. pH: Electrométrico, SM 4500-H+ B

25- Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: Caudal, pH (SM 4500-H+ B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Temperatura (SM 2550 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F) y Oxígeno Disuelto (SM 4500-O G)

33. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: Caudal, pH (SM 4500-H+ B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Temperatura (SM 2550 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F) y Oxígeno Disuelto (SM 4500-O G)

34. Muestreo Integrado en un cuerpo lótico: Variables medidas en campo: Caudal, pH (SM 4500-H+ B), Oxígeno Disuelto (SM 4500-O G), Conductividad Eléctrica (SM 2510B), Temperatura (SM 2550 B)

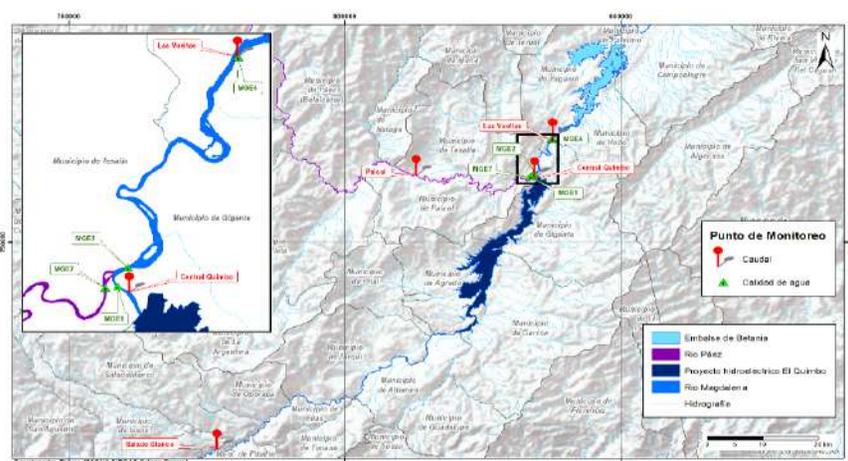
Respecto a la vigencia de la Acreditación otorgada a LABORATORIO DAPHNIA LTDA, la cual de acuerdo a la Resolución No. 983 del 11 de junio de 2013 del IDEAM finalizaba el 30 de octubre de 2015, se indica que de acuerdo a la comunicación presentada en el ICA 14, anexo “7. *Certificados de calibración y acreditación*” del anexo “8.2.3 *Monitoreo Limnológico*”, emitida por el IDEAM con número de radicado 20156010012351 del 18 de agosto de 2015, se prorroga la vigencia de la acreditación hasta tanto se produzca una decisión de fondo por parte de la entidad competente sobre dicha renovación, de acuerdo a lo establecido en el Artículo Primero de la Resolución No. 2455 de 2015 del IDEAM y en respuesta a la solicitud de renovación realizada por DAPHNIA LTDA.

Por otra parte, la Empresa EMGESA S.A., remite en el anexo “7. *Certificados de calibración y acreditación*” del anexo “8.2.3 *Monitoreo Limnológico*”, los certificados de calibración expedidos por terceros.

Monitoreo de Caudales

EMGESA S.A. E.SP., reporta ante la ANLA de forma diaria los registros de caudal aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Magdalena correspondiente al caudal que ingresa al Embalse de Betania, a la altura de la Estación denominada "Las Vueltas" ubicada en las coordenadas 836979.00 E - 768794,00N. De otra parte y a fin de realizar análisis comparativos del comportamiento de los caudales en el área de influencia directa del proyecto, se presentan los registros de la estación Paicol que mide los caudales del río Páez antes de su confluencia con el río Magdalena y los registros del río Magdalena en la estación Salado Blanco aguas arriba del embalse del Quimbo.

- Localización Estaciones Salado Blanco, Paicol y Las Vueltas.



Fuente: SIGWEB ANLA – 2016– Puntos ingresados por Equipo Técnico

El caudal (Q) del río Magdalena aguas abajo del Embalse de El Quimbo para el mes de noviembre de 2016, es alimentado por los aportes de caudal de la descarga de casa de máquinas (Q_1) proveniente de la generación de energía en la Hidroeléctrica de El Quimbo (este caudal garantiza el aporte de caudal ecológico en la operación); el aporte de caudal del río Páez, el cual confluye con el río Magdalena a la altura del puente “paso el colegio” en la vía nacional (Q_3) que conduce a los municipios de Tesalia y Tarqui en el departamento del Huila y el caudal aportado por la apertura de la compuerta de la descarga de fondo (Q_2); así como los caudales descargados por el vertedero de excesos (Q_4).

A continuación, se presenta un análisis de los caudales reportados a nivel mensual, los cuales se realizaron con la información allegada por la empresa como respuesta a la medida cautelar impuesta por el Tribunal

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Administrativo del Huila; los cuales corresponden a los registros diarios de caudales para los sitios de monitoreo ubicadas aguas abajo de los sitios de presa.

Mes de Marzo.

Según los datos de caudales reportados en la estación Las Vueltas del 1 al 31 de marzo de 2016, se observa que se supera el valor de 160 m³/s establecido en la medida cautelar impuesta por el Tribunal Administrativo del Huila, no obstante se evidencia una disminución de los mismos, alcanzado un incumplimiento para el día 29 de marzo con un caudal registrado de 152.1 m³/s. La disminución del caudal para el día 29 de marzo fue causado por la disminución en los promedios diarios de caudal turbinado a 24,31 m³/s y la disminución en los caudales diarios promedios aportados por el río Páez para los 4 días anteriores (desde el 25 de marzo los caudales del río Páez disminuyeron en promedio un 66% con respecto a los caudales diarios reportados para el mes)

En el río Páez se registran caudales inferiores a 80 m³/s, con un pico de 263.79 m³/s siendo el caudal máximo presentado para el día 18 de marzo; para la Estación Salado Blanco (río Magdalena) se presentaron picos de caudal para los días 18 y 23 de marzo de 2016 con registros de 238,69 y 189,64 m³/s respectivamente, los caudales altos caudales diarios reportados garantizaron que el embalse no presentara fluctuaciones marcadas y sus niveles se mantuvieran en la cota 698 msnm, con un caudal promedio mensual de 120,17 m³/s.

Mes de abril

Para el mes de abril de 2016 se identificaron por parte de la ANLA algunas inconsistencias en los valores de caudal registrados para los días 10 al 12 de abril, por lo que no fueron tenidos en cuenta en los promedios realizados, así mismo, no se presentó información para el día 06 de abril.

Los datos de caudales en la estación Las Vueltas registrados en el tramo del río Magdalena, a la altura de la cola del embalse de Betania presentan valores superiores al valor de 160 m³/s establecido en la medida cautelar impuesta por el Tribunal Administrativo del Huila, evidenciándose caudales entre 250 y 770 m³/s. Con respecto al análisis de registros diarios del río Páez en la Estación Paicol, se presenta un caudal medio de 161,98 m³/s, para la Estación Salado Blanco (río Magdalena) se presentó un caudal promedio mensual de 144.97 m³/s.

Se debe señalar que durante los días 08 y 09 de abril se registraron caudales provenientes de la descarga de fondo con valores de 13.75 m³/s y 3.75 m³/s respectivamente; no obstante, para estos días el caudal medio turbinado fue de 194.63 m³/s y 169.58 m³/s respectivamente es decir el caudal ecológico durante estos días, se garantizó con los caudales turbinados. En lo relacionado con los caudales turbinados para el mes de abril, se presenta un caudal máximo turbinado de 298.76 m³/s para el día 29 de abril y caudal mínimo turbinado de 55.9 m³/s para el 02 de abril, caudal que a su vez se ve reflejado con el caudal mínimo registrado en la estación Las Vueltas a la entrada del embalse de Betania.

Mes de mayo

Para el mes de mayo de 2016, se realiza cierre la compuerta de la descarga de fondo, lo anterior teniendo en cuenta que mediante dicha estructura se garantizaba el caudal ecológico durante la etapa de llenado del embalse, en concordancia con lo establecido en el Capítulo 7, EIA, 7.2.7.6.5 Caudal ecológico durante el llenado y operación, en donde se indica: El conducto de descarga de fondo propuesto funcionará únicamente durante el llenado, y durante operación la descarga de este caudal se hará a través de la central hidroeléctrica. Es así que a partir de este mes no se reporta de forma independiente caudal ecológico procedente de la descarga de fondo sino que este hace parte del caudal turbinado conforme a lo establecido en el EIA.

Para el mes de mayo de 2016, con base en los datos de caudales en la estación Las Vueltas, se observa un caudal promedio mensual de 398.36 m³/s, situación que obedece por el incremento de los caudales del río Páez que para el mes de mayo registra un promedio mensual de 194.15 m³/s y los aportes de aguas turbinadas que para el período registro un promedio diario de 198.99 m³/s. Para la Estación Salado Blanco (río Magdalena) se registró un caudal máximo de 511.75 m³/s el día 28 de mayo de 2016 y un caudal mínimo de 89.08 m³/s para el 27 de mayo de 2016 lo cual coincide igualmente con el caudal mínimo registrado en el río Páez para este mismo día (117.65 m³/s).

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Mes de junio

Para el mes de junio de 2016, con base en los datos de caudales en la estación Las Vueltas, se observa un caudal promedio mensual de 380.13 m³/s, situación que obedece por un lado al incremento notable de los caudales del río Páez que para el mes de junio registra un promedio mensual de 228.81 m³/s, por otro a los aportes de aguas turbinadas que para el período registró un promedio mensual de 139.89 m³/s y finalmente para la última semana del mes de junio se reporta aportes de caudales en la Estación Quimbo que se asocia al caudal rebosado mediante la apertura de una de las compuertas del vertedero.

El caudal máximo reportado en la estación Las Vueltas corresponde al registrado el día 20 de junio de 2016, con un caudal medio diario de 640.82 m³/s que coincide con el caudal máximo reportado para el río Páez (414.54 m³/s), presentándose un caudal promedio mensual de 380.13 m³/s. Durante el periodo comprendido entre el 01 y 30 de junio de 2016 en el río Páez se registran en todos los casos, caudales por encima de los 120 m³/s, con un caudal medio de 228.81 m³/s. Para la Estación Salado Blanco (río Magdalena) en el mes de junio de 2016, se registró un caudal máximo de 673.27 m³/s el día 21 de junio de 2016, un caudal mínimo de 94.16 m³/s para el 07 de junio de 2016 lo cual coincide igualmente con el caudal mínimo registrado en el río Suaza (Estación Puente Garcés) para este mismo día (29.43 m³/s) reflejándose en el descenso en la lámina de agua del embalse El Quimbo.

Mes de julio

Para el mes de julio de 2016, con base en los datos de caudales en la estación Las Vueltas, se observa que los caudales registrados en el tramo del río Magdalena presentan un caudal medio mensual de 443.31 m³/s, no obstante, para el día 27 de julio se reporta un caudal de 0 m³/s, lo cual puede obedecer a un error presentado en la estación limnigráfica, sin embargo la Empresa no presenta información sobre alguna eventualidad para este día, Para los demás días, exceptuando el día 20 de julio (178.22 m³/s), se mantienen caudales por encima de los 340 m³/s, los aportes de aguas turbinadas que para el periodo registró un promedio mensual de 198.44 m³/s. Para la Estación Salado Blanco (Río Magdalena) en el mes de julio de 2016, se registró un caudal promedio mensual de 287.23 m³/s. En lo relacionado con los caudales turbinados para el mes de julio, se presenta un caudal máximo turbinado de 271.01 m³/s para el día 31 de julio y caudal mínimo turbinado de 41 14 m³/s para el 20 de julio, que coincide con el caudal mínimo registrado en la estación Las Vueltas del 178.22 m³/s.

Mes de agosto

Para el mes de agosto de 2016, con base en los datos de caudales en la estación Las Vueltas, para el periodo reportado, se observa un caudal promedio mensual de 420.61 m³/s, superando ampliamente el valor de 160 m³/s establecido en la medida cautelar impuesta por el Tribunal Administrativo del Huila, situación que puede correlacionarse con la variación de los caudales del río Páez, los cuales registraron para el mes de agosto un promedio mensual de 164.97 m³/s y a los aportes de aguas turbinadas que para el periodo registró un promedio mensual de 254.31 m³/s. En lo relacionado con los caudales turbinados para el mes de agosto, se presenta un caudal máximo turbinado de 383.20 m³/s para el día 29 de agosto y caudal mínimo turbinado de 2.58 m³/s para el 14 de agosto, que coincide con el aumento de los niveles del embalse de 713,86 a 714.02 msnm y un aporte de caudal en la descarga de fondo de 30.59 m³/s.

En la siguiente tabla y gráfica se presenta el consolidado de la información diaria, promedio, máxima y mínima de caudales para el periodo comprendido entre el 1 de marzo al 31 de agosto de 2016.

Caudales diarios, promedio, máximos y mínimos - 01 de marzo al 31 de agosto de 2016

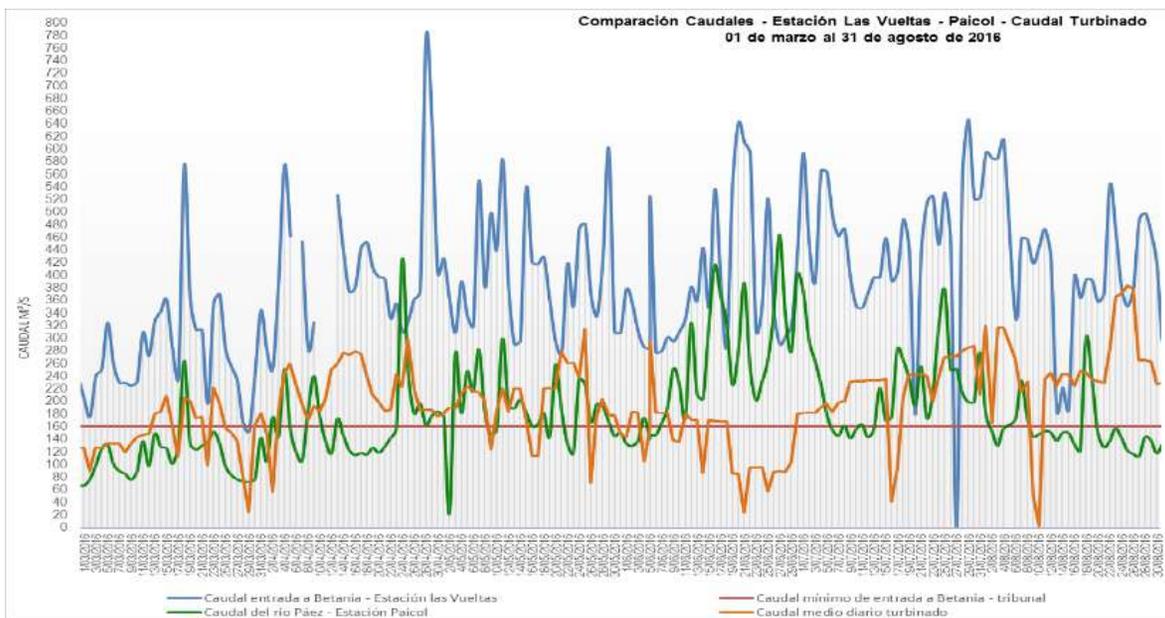
DIA	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO					
	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado	Caudal ecológico	Caudal del río Páez - Estación Salado Blanco	Caudal entrada a Betania - Estación Las Vueltas	Caudal medio diario turbinado		
1	40,21	66,21	203,34	125,73			280	38,84	196,7	426,36	185,99	192,45	377,32	202,57	40,98	463,12	593,14	88,71	213,23	593,72	279,44					
2	40,19	76,36	175,41	89,6			251,13	9,14	162,45	359,94	185,99	167,91	353,65	176,9	41,1	334,3	448,92	88,07	198,61	584,84	284,75					
3	40,2	98,56	239,64	126,94			387,27		176,73	308,44	185,55	144,76	309,57	177,19	41,19	278,63	388,89	102	198,61	584,84	286,99					
4	40,22	124,31	250,86	125,56			574,18		183,46	389,42	176,1	150,47	285,1	148,61	41,24	400,3	564,56	180,39	30,22	277,3	612,46	210,41				
5	40,23	131,03	324,38	132,83	39,74	104,51	461,47	147,44	176,06	334,91	180,36	11,9	132,73	284,17	142,79	26,37	374,64	563,33	181,43	178,78	524,69	319,12				
6	40,23	100,23	257,58	132,35	39,73	174,79		55,9	21,87	318,62	189,07	129,12	276,85	183,31		296,91	491,52	182,06	153,45	331,88	164,64					
7	40,23	89,41	229,6	131,79	39,7	143,57	452,92	184,22	274,78	549,03	188,99	137,39	279,38	182,33		264,32	461,6	181,11	129,72	457,46	316,3					

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

8	40,24	84,72	228,82	119,45	39,71	250,75	283,03	243,77	180,67	380,13	211,45	173,72	301,25	105,18	227,37	472,65	189,67	156,37	456,61	316,15				
9	40,23	75,7	224,31	132	39,71	154,66	324,71	258,9	247,28	497,93	223,05	8,99	140,7	294,46	158,02	179,37	394,91	196,28	146,85	417,78	295,15			
10	40,2	89,08	230,92	142,61	31,5	118,67		226,69	214,8	440,06	217,01	146,42	310,24	182,09	154,16	350	183,4	171,48	443,76	267,2				
11	40,22	136,42	309,12	146,63	13,75	105,51		194,63	281,4	582,95	214,18	165,23	330,1	181,4	145,43	347,61	198,37		232,45	472,23	214,25			
12	40,23	97,56	271,82	147,71	3,75	183,54		169,58	182,11	382,6	201,4	190,75	380,8	180,63	160,96	371,74	199,59	1,7	175,06	425,29	231,33			
13	40,22	148,86	326,37	179,82	40,08	239,76	526,24	192,45	147,71	289,24	124,08	251,82	359,22	137,57	37,89	140,83	396,31	231,3	40,76	144,14	183,41	49,13		
14	40,22	128	341,66	183,29	40,07	175,66	437,09	183,52	153,76	295,56	185,37	225,98	442,84	135,34	5,12	155,55	396,87	231,76	30,59	147,47	221,41	2,58		
15	40,28	124,92	360,07	208,51	40,04	135,67	372,76	202,45	299,21	537,98	220,16	173,55	348,61	180,17	36,65	162,51	458,76	231,94		152,69	186,81	234,54		
16	40,16	100,44	282,83	162,79	39,95	117,45	380,57	250,06	192,51	420,12	183,94	324,2	536,21	170,27	5,67	142,41	390,87	232,59		150,68	396,4	245,11		
17	40,15	131,37	373,05	111,47	39,85	172,19	442,51	260,46	188,36	416,71	219,14	211,83	391,04	169,86	155,57	405,17	232,58		137,33	362,7	224,09			
18	40,17	263,79	574,3	205,92	39,8	145,2	451,54	276,96	201,7	427,5	219,49	203,66	287,21	85,82	220,54	488,19	232,87		149,97	392,48	242,89			
19	40,17	131,83	362,8	200	39,73	122,05	410,09	273,35	182,01	357,84	174,04	317,76	541,64	170,14	169,67	436,12	235,63		149,83	391,04	242,29			
20	40,17	123,22	312,75	172,93	39,67	114,6	396,75	278,45	160,87	293,14	113,45	414,54	640,82	169,13	175,3	178,22	41,14	131,91	357,04	224,5				
21	40,17	129,39	312,12	175,85	39,53	117,74	393,4	275,41	163,11	274,47	112,98	366,18	610,12	167,93	282,7	433,99	92,95	121,18	370,06	247,84				
22	40,18	134,52	195,75	98,07	39,49	115,52	330,75	241,48	181,37	418,02	219,66	323,05	591,14	167,73	264,41	514,43	205,35	300,02	542,8	245,57				
23	26,01	151,71	355,52	221,11	39,48	125,93	354,05	210,25	143,57	349,68	220,53	226,59	311,54	85,06	235,23	523,98	241,7	233,91	469,46	234,84				
24	38,17	131,83	368,7	198,22	39,3	117,93	309,2	198,22	257,53	473,34	220	7,98	277,99	347,82	85,03	193,39	447,91	241,61		149,5	377,53	231,44		
25	39,89	96,82	281,92	156,46	39,23	127,64	327,26	185,14	186	480,65	277,94	33,3	387,64	521,17	22,67	255,06	530,64	242,98	21,27	127,11	350,25	228,58		
26	39,87	82,88	254,27	150,34	39,18	141,35	361,1	186,16	132,91	366,57	259,93	35,64	253,6	343,95	94,26	172,75	448,12	238,95	41,56	136,44	378,6	383,12		
27	39,85	76,15	231,09	137,25	39,09	157,38	372,67	242,42	117,65	335,11	260,76	201,48	290,48	94,71	212,56	0	198,87	40,86	157,16	488,32	365,5			
28	39,83	72,49	164,15	80,25	39,08	425,39	774,99	222,07	234,4	424,47	237,14	229,81	302,96	95,16	316,82	554,57	237,75	40,28	141,8	498,03	369,85			
29	39,83	72,02	152,1	24,31	39	243,48	645,24	298,76	227,2	600,59	314,39	264,56	320,8	56,97	377,48	646,47	268,99	41,07	122,06	466,29	383,2			
30	39,81	77,18	242,39	160,57	38,98	180,72	401,86	216,61	13,53	166,48	309,26	70,28	338,57	433,44	88	250,38	521,12	270,74	40,7	116,14	414	378,17		
31	39,77	141,57	343,42	181,46					13,54	194,99	308,55	175,92				251,08	522,09	271,01	40,66	113,06	286,61	264,83		
Promedio	39,60	112,53	278,87	147,16	36,89	161,99	411,65	218,28	18,76	188,05	398,36	198,98	19,56	228,82	380,13	139,89	30,69	239,15	443,31	198,44	33,61	164,98	420,61	254,32
Maximo	40,28	263,79	574,3	221,11	40,08	425,39	774,99	298,76	38,84	299,21	600,59	314,39	35,64	414,54	640,82	202,57	41,24	463,12	646,47	271,01	41,56	300,02	612,46	383,2
Minimo	26,01	66,21	152,1	24,31	3,75	104,51	251,13	55,9	9,14	21,87	274,47	70,28	7,98	129,12	276,85	22,67	5,12	140,83	0	41,14	1,7	113,06	183,41	2,58

Fuente: Modificado ANLA a partir del radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Comparación Caudales - Estación Las Vueltas - Paicol - Caudal Turbinado - 01 de marzo al 31 de agosto de 2016



Fuente: Modificado ANLA a partir de los reportes diarios del Tribunal Administrativo del Huila

Análisis mensual parámetros In Situ aguas abajo del sitio de presa

A continuación, se presenta el análisis del estado de calidad del agua, aguas abajo de la represa El Quimbo hasta la entrada al embalse de Betania para el periodo comprendido entre marzo y agosto de 2016. . . En este sentido, es importante mencionar que en el tramo de estudio, se han tomado muestras diarias de los parámetros: pH, Oxígeno Disuelto, Temperatura y Conductividad; en cuatro (4) estaciones distribuidas espacialmente de acuerdo a las características hidrográficas de la zona: la estación MGE1 ubicada aguas abajo de la hidroeléctrica El Quimbo, la estación MGE7 que registra la calidad del agua del río Páez, el cual confluye al río Magdalena aproximadamente 1,5 km aguas abajo del proyecto El Quimbo, la estación MGE2 que registra la calidad del agua sobre el río Magdalena cuando ha confluído el río Páez y finalmente el punto MGE4, el cual caracteriza la calidad del agua del río Magdalena antes de la entrada al embalse de Betania. A partir de la información presentada en ICA 14, se tomó las bases de datos consolidada con información

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

procesada mensual, así como la información bruta de los reportes diarios, los cuales se emplearon como insumo para el análisis.

Localización de las estaciones de monitoreo aguas abajo del río Magdalena y río Páez

DRENAJE	ID	ESTACIÓN DE MONITOREO	COORDENADAS PLANAS	
			ESTE	NORTE
Río Páez	MG7	Río Páez	833655	763504
Río Magdalena	MGE1	Aguas abajo de la descarga	834016	763540
	MGE2	Aguas abajo de la confluencia con el río Páez	834389	764171
	MGE4	Antes del embalse de Betania	837589	837589

Fuente: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016

Mes de Marzo. PH

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,56 unidades el día 27 de marzo y máximas de 7,96 unidades, con un valor promedio mensual de 7,1 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimo de 6,66, máximos de 8,17 unidades y un valor promedio mensual de 7,26 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,29, un mínimo de 6,61 y un máximo de 8,27 unidades de pH y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 7,81, un mínimo de 7,08 y un máximo de 8,85 unidades de pH.

Consolidado mensual pH

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
Unidades	In situ	pH Promedio	7,29	7,10	7,26	7,81
		pH máximo	8,27	7,96	8,17	8,84
		pH Mínimo	6,61	6,56	6,66	7,08

Fuente: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio del pH a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas.

Los registros diarios de pH para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de marzo, muestra variaciones entre 6,61 y 8,27 Unidades, con un promedio de 7,39 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro de ser éste el uso de la corriente se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Conductividad

El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 87 $\mu\text{S}/\text{cm}$., máximos de 138 $\mu\text{S}/\text{cm}$. y un valor promedio mensual de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Consolidado mensual Conductividad

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
$\mu\text{S}/\text{cm}$	In situ	Conductividad promedio	107,61	86,19	100,00	143,84
		Conductividad máxima	145,00	91,00	138,00	212,00
		Conductividad mínima	91,00	78,00	87,00	87,00

Fuente: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio de conductividad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”**Oxígeno disuelto**

En el mes de marzo, para la estación MGE4, la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 4,27 mg/l y 7.04 mg/l, con un promedio de 5.22 mg/l (Ver tabla). Durante el periodo analizado no se registraron valores de Oxígeno Disuelto por debajo del valor admisible (4.0 mg/l) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

Consolidado mensual oxígeno disuelto

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
mg O ₂ /l	In situ	OD promedio	5,22	2,73	3,81	7,43
		OD máximo	7,04	7,88	7,36	8,42
		OD mínimo	4,27	2,13	2,67	6,01

. Fuente: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Conforme a lo anterior se presenta el comportamiento en el tiempo de la concentración del Oxígeno Disuelto en las cuatro (4) estaciones de análisis; como se mencionó previamente en la estación MGE4, los valores de concentración de Oxígeno Disuelto para el mes de marzo de 2016 mantienen un comportamiento por encima de los 4,27 mg/l, valor que es superior al de referencia que es de 4 mg/l, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015 en el ingreso al embalse de Betania, lo cual indica que para este uso se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, de igual manera es importante resaltar que para el periodo reportado, el Oxígeno Disuelto ha mantenido un comportamiento estable.

Por otro lado, en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 7,43 mg/l, los cuales han sido de los más altos en lo que ha transcurrido del año, es muy importante tener en cuenta que estos aumentos, tienen una incidencia directa en el incremento de la concentración de Oxígeno Disuelto a la entrada al embalse de Betania.

Se aprecia un cambio en el comportamiento de la concentración del Oxígeno Disuelto a lo largo de los últimos meses, asociado al inicio de operación de la hidroeléctrica, el cual se explica por la incidencia de dos factores: el primero es el descenso de los caudales en el río Páez como consecuencia del régimen hidrológico propio de esta época del año y el efecto del fenómeno de El Niño; el segundo factor, es la operación de la hidroeléctrica El Quimbo, con agua en condición previa de estancamiento aproximadamente durante un mes, que trae como consecuencia un contenido bajo de Oxígeno Disuelto (estación MGE1) por la degradación natural de la materia orgánica presente en el embalse.

Es importante resaltar que para el periodo reportado, en la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), en 29 días, la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por debajo de los 4 mg/l, no obstante, la concentración del día 28 de marzo (7.88 mg/l), es un dato atípico y que se encuentra fuera de la tendencia de los últimos meses, condición que quizá pueda deberse a una disminución en el caudal turbinado para esta fecha.

Al analizar los monitoreos horarios de las 30 mediciones diarias realizadas en promedio 24 estuvieron por debajo de los 4 mg/l.

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 0 NTU en los días 17,19,20 y 28 de marzo (valores atípicos no soportados) y máximas de 5,5 NTU, con un valor promedio mensual de 2,1 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimo de 4,11, máximos de 305,6 NTU y un valor promedio mensual de 46,76 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 64,43 NTU, un mínimo de 1,9 y un máximo de 530,06 NTU y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 126,22, un mínimo de 7,2 y un máximo de 584,12NTU.

Consolidado mensual turbiedad

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
--------	------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

NTU	In situ	Turbiedad promedio	64,43	1,69	46,73	126,22
		Turbiedad máxima	530,06	5,55	305,60	584,12
		Turbiedad mínima	1,90	0,00	4,11	7,20

Fuente: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Conforme a lo anterior se puede observar el comportamiento promedio de turbiedad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, en donde se evidencia que solo en la estación MGE1 todos los días los valores horarios reportados de turbiedad se encuentran dentro de la norma, en la estación MGE2 se reportan 22 días con datos horarios de este parámetro fuera del límite, el MGE4 reporta 10 días con reportes hora fuera de la norma y el MGE7 también reporta 10 días con registros horarios fuera de los límites normativos (10 UJT es lo establecido en el artículo 39 Transitorio. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano del Decreto 1594 de 1984, lo cual equivale a 190 NTU compilado en el Artículo 2.2.3.3.9.4 Transitorio del Decreto 1076 de 2015).

Temperatura

La estación MGE1 registra datos mínimos de 22,21 °C y máximos 23,59 °C, con un valor promedio mensual de 23,28 °C, la estación MGE2 presenta datos mínimo de 22,29 °C, máximos de 23,84 °C unidades y un valor promedio mensual de 23,31 °C; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 23,50 °C, un mínimo de 22,28 °C y un máximo de 24,51 °C y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 23,43 °C, un mínimo de 20,90 °C y un máximo de 26,03 °C. Ver tabla que se presenta a continuación:

Consolidado mensual temperatura

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
°C	In situ	Temperatura promedio	23,50	23,28	23,31	23,43
		Temperatura máxima	24,51	23,59	23,84	26,03
		Temperatura mínima	22,28	22,21	22,29	20,90

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

En la siguiente tabla, se puede observar el comportamiento promedio de la temperatura a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, se puede observar un comportamiento homogéneo de la temperatura con una variabilidad en la toma de datos horarios muy baja.

Estación	Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MGE1	No veces incumplir límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo día	1,50	1,58	1,55	1,59	1,53	1,62	1,55	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	1,56	1,50	
	Procesado	0,12	0,15	0,10	0,09	0,04	0,09	0,09	0,07	0,09	0,11	0,06	0,09	0,10	0,11	0,07	0,08	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11
	Desviación estándar	0,12	0,15	0,10	0,09	0,04	0,09	0,09	0,07	0,09	0,11	0,06	0,09	0,10	0,11	0,07	0,08	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11
MGE2	No veces incumplir límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Procesado	0,24	0,26	0,31	0,26	0,23	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	
	Desviación estándar	0,24	0,26	0,31	0,26	0,23	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	
MGE4	No veces incumplir límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Máximo día	1,74	1,80	1,89	1,86	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	
	Procesado	0,11	0,10	0,11	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	
	Desviación estándar	0,11	0,10	0,11	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	
MGE7	No veces incumplir límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Máximo día	0,51	0,52	0,54	0,53	0,56	0,54	0,56	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	
	Procesado	0,14	0,13	0,12	0,11	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	
	Desviación estándar	0,14	0,13	0,12	0,11	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11	

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Mes de Abril.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”**pH**

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,82 unidades y máximas de 7,22 unidades, con un valor promedio mensual de 7,06 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 6,96, máximos de 7,44 unidades y un valor promedio mensual de 7,22 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,57, un mínimo de 7,05 y un máximo de 8,11 unidades de pH y por último la estación MGE7 registra un promedio mensual de 7,50, un mínimo de 7,22 y un máximo de 7,95 unidades.

Consolidado mensual pH

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
Unidades	In situ	pH Promedio	7,57	7,06	7,22	7,50
		pH máximo	8,11	7,22	7,44	7,95
		pH Mínimo	7,05	6,82	6,96	7,22

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016

Los registros diarios de pH para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de abril, muestra variaciones entre 7,05 y 8,11 Unidades, con un promedio de 7,06 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro de ser éste el uso de la corriente se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Conductividad

Los valores de conductividad registrados en la estación MGE1, para el periodo del 01 a 30 de abril de 2016, presentan un comportamiento muy estable, con un promedio de 87 $\mu\text{S}/\text{cm}$, es importante tener en cuenta que a pesar que el proyecto reinició las operaciones de generación el día 10 de enero de 2016, la calidad del agua en cuanto a la conductividad hasta la fecha de este reporte no se ha visto alterada. Por otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE4, presentan una variación entre los 78 a 167 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un promedio de 116,43 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo mayor a los valores registrados en la estación MGE1, dicha variación está directamente asociada al comportamiento de la conductividad del río Páez (MGE7), cuyos valores normales para este periodo oscilan entre los 89 a 156 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 83 $\mu\text{S}/\text{cm}$., máximos de 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$. y un valor promedio mensual de 97,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se destaca que las concentraciones registradas señalan una baja presencia de iones y/o sales disueltas en el agua y un mantenimiento de las condiciones antes de dar inicio al proyecto. En la siguiente tabla se puede observar el comportamiento promedio de conductividad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas

Consolidado mensual Conductividad

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
$\mu\text{S}/\text{cm}$	In situ	Conductividad promedio	116,43	87,64	97,29	112,43
		Conductividad máxima	167,00	93,00	110,00	156,00
		Conductividad mínima	78,00	84,00	83,00	89,00

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : Radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto

Durante el periodo comprendido entre el 1 y el 30 de abril de 2016 (sin registro de datos para los días 06 y 25 de abril), para la estación MGE4, se destaca que la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 5.75 mg/l y 9.63 mg/l, mostrando cambios de incrementos sustanciales, en el promedio

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

registrado en los últimos informes, con un valor de 7.58 mg/l para el mes de abril, debido a que desde el 14 de abril se observa un aumento cercano a 2 mg/l, manteniendo unidades de Oxígeno Disuelto superiores a 8 mg/l hasta el 24 de abril. El máximo de los registros de Oxígeno Disuelto se presenta el 28 de abril con un valor de 9,63 mg/l, valor que incluso se encuentra sobrepasando las concentraciones del río Páez

Consolidado mensual oxígeno disuelto

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
mg O ₂ /l	In situ	OD promedio	7,58	3,12	4,82	7,17
		OD máximo	9,63	5,31	6,50	8,66
		OD mínimo	5,75	2,29	3,31	5,20

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se presenta el comportamiento en el tiempo de la concentración del Oxígeno Disuelto en las cuatro (4) estaciones de análisis; es de indicar que para las 4 estaciones no se registró información de calidad de agua para los días 06 y 25 de abril, de la información restante se destaca que en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 7,17 mg/l, con un mínimo de 5,2 mg/l y un máximo de 8,66 mg/l.

En la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), en 28 días, la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por debajo de los 4 mg/l, Al analizar los monitoreos horarios de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 23 estuvieron por debajo de los 4 mg/l.

Es importante resaltar que, para el periodo reportado, en la estación MGE2, solo el promedio diario del día 28 de abril presento valores por debajo de los 4 mg/l, pero al revisar los datos horarios se observa que todos los días del mes se registraron datos por debajo de la norma, de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 15 estuvieron por debajo de los 4 mg/l.

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 0 NTU en los días 1 al 4 de marzo (valores atípicos no soportados) y máximos de 29,19 NTU, con un valor promedio mensual de 16,51 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 13,48, máximos de 591,15 NTU y un valor promedio mensual de 193,3 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 202,88 NTU, un mínimo de 24,20 y un máximo de 1000 NTU y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 193,3, un mínimo de 15,39 y un máximo de 698,33 NTU.

Los datos aportados indican que el aumento de este parámetro se debe a la carga que transporta el río Páez, el cual aumenta la concentración del río Magdalena después de su confluencia.

Consolidado mensual turbiedad

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
NTU	Turbiedad promedio	202,88	16,51	108,95	193,30
	Turbiedad máxima	1000,00	29,19	591,15	698,33
	Turbiedad mínima	24,20	0,00	13,48	15,39

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio de turbiedad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, en donde se evidencia el número de datos horarios día con reportes fuera de los límites establecidos en el artículo 39 Transitorio. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano del Decreto 1594 de 1984, lo cual equivale a 190 NTU, compilado en el Artículo 2.2.3.3.9.4 Transitorio del Decreto 1076 de 2015 el cual se usa de referencia en el ICA14 siendo de carácter informativo para indicar este tipo de uso doméstico aunque este no sea la limitante de restricción para el uso de la actividad de generación eléctrica; solo en la estación MGE1 todos los días los valores reportados de turbiedad se encuentran dentro de la norma, en la estación MGE2 se reportan 4 días con datos horarios de este parámetro

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

fuera del límite, el MGE4 reporta 8 días con reportes hora fuera de la norma y el MGE7 también reporta 13 días de datos horarios fuera de los límites normativos

Temperatura

La estación MGE1 registra datos mínimos de 22,84 °C y máximas 23,76 °C, con un valor promedio mensual de 23,6 °C, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 21,68 °C, máximos de 23,76 °C unidades y un valor promedio mensual de 23,21 °C; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 22,62 °C, un mínimo de 19,49 °C y un máximo de 24,31 °C y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 23,83 °C, un mínimo de 20,88 °C y un máximo de 24,30 °C.

Consolidado mensual temperatura

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
°C	Temperatura promedio	22,62	23,60	23,21	22,83
	Temperatura máxima	24,31	23,76	23,76	24,30
	Temperatura mínima	19,49	22,84	21,68	20,88

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

En la siguiente tabla se puede observar el comportamiento promedio de la temperatura a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, se puede observar un comportamiento homogéneo de la temperatura con una variabilidad en la toma de datos horarios muy baja.

Consolidado diario – mes de abril

	1-abr	2-abr	3-abr	4-abr	5-abr	6-abr	7-abr	8-abr	9-abr	10-abr	11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	27-abr	28-abr	29-abr	
Pto. MGE1	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Promedio	5,90	7,01	7,05	6,82	6,91	6,94	7,09	7,07	7,09	7,09	7,08	7,09	7,03	7,11	7,09	7,10	7,09	7,12	7,10	7,10	7,05	7,05	7,07	7,14	7,09	7,09	7,22	7,10	7,03
Pto. MGE2	Desviación estándar	0,10	0,19	0,18	0,06	0,09	0,10	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,06	0,07	0,14	0,06	0,09	0,05	0,07	0,08	0,09	0,06	0,06	0,07	0,06	0,10	0,08	0,16	0,07	0,06
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pto. MGE4	Promedio	7,06	7,24	7,28	6,96	7,08	7,03	7,20	7,17	7,16	7,34	7,20	7,19	7,18	7,29	7,19	7,17	7,21	7,22	7,20	7,19	7,22	7,23	7,25	7,25	7,26	7,24	7,44	7,35	7,31
	Desviación estándar	0,22	0,32	0,30	0,22	0,25	0,24	0,25	0,22	0,24	0,31	0,22	0,22	0,19	0,25	0,19	0,18	0,23	0,20	0,22	0,23	0,28	0,25	0,27	0,21	0,25	0,23	0,38	0,29	0,28
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE7	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Promedio	7,54	7,68	7,68	7,43	7,49	7,56	7,83	7,80	7,80	7,72	7,67	7,66	7,65	7,66	7,68	7,81	7,89	7,85	7,77	7,77	7,83	7,79	7,84	7,78	7,82	7,75	8,11	7,95	7,74
	Desviación estándar	0,15	0,14	0,09	0,10	0,14	0,13	0,06	0,11	0,14	0,12	0,05	0,03	0,12	0,05	0,05	0,04	0,07	0,10	0,08	0,08	0,07	0,11	0,12	0,09	0,07	0,12	0,14	0,00	0,00
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE1	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Promedio	86,41	85,10	84,23	85,63	88,68	83,00	80,84	80,18	89,38	89,67	88,67	89,23	89,14	89,73	88,38	88,59	89,43	87,12	89,02	87,27	87,73	88,90	86,17	86,75	85,47	84,54	85,47	85,73	85,98
	Desviación estándar	2,40	3,00	2,26	1,88	3,83	1,25	1,62	1,25	1,86	1,05	1,20	1,19	1,83	2,14	1,49	1,31	3,18	1,31	1,38	1,07	1,22	1,14	1,19	1,63	0,85	1,54	1,63	1,70	1,22
Pto. MGE2	Promedio	104,13	107,53	107,22	91,64	87,86	96,41	100,42	100,79	103,93	107,50	91,48	95,46	90,17	88,83	88,70	84,22	100,44	96,86	93,29	94,12	98,81	87,76	103,37	95,90	100,48	93,91	109,80	100,08	83,00
	Desviación estándar	28,96	24,89	27,61	13,39	7,02	7,32	16,14	16,47	26,79	26,01	9,31	9,00	7,99	7,35	6,94	13,01	20,82	16,15	9,84	13,96	22,48	21,69	27,57	17,82	27,73	17,07	35,92	29,97	5,07
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE4	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Promedio	120,17	106,70	119,14	87,30	89,71	98,19	111,88	109,52	113,49	122,88	90,47	97,26	95,65	88,26	87,49	102,67	105,43	102,19	94,96	98,32	100,91	106,86	107,20	107,29	111,37	106,43	119,20	112,80	120,33
	Desviación estándar	10,14	9,02	22,61	4,92	4,12	2,86	7,66	3,22	2,15	9,13	4,42	5,23	6,07	8,45	5,31	1,91	2,25	6,03	3,47	1,72	4,32	6,72	5,49	4,61	5,28	9,69	9,92	8,49	0,49
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE7	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	máximo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Promedio	154,09	135,00	124,83	98,13	88,59	109,47	130,41	133,50	154,60	128,32	97,09	103,53	98,10	87,00	83,64	125,92	145,23	129,07	110,30	121,53	142,12	140,60	151,93	129,63	158,31	125,67	166,71	158,20	78,00
	Desviación estándar	29,85	6,52	27,24	17,45	8,05	9,09	6,65	5,69	6,19	26,71	12,38	8,45	13,36	11,37	11,42	5,95	3,12	2,79	5,76	6,23	7,08	7,30	5,31	6,79	12,69	7,23	16,10	5,12	0,00
Pto. MGE1	No veces incumple límite	22	17	9	28	30	21	20	29	24	29	22	20	20	19	22	25	26	23	15	27	30	25	20	16	24	21	21	27	27
	Promedio	3,02	4,08	5,31	2,86	2,41	5,27	3,33	2,82	3,08	2,33	3,55	3,46	3,66	3,60	2,97	2,45	2,51	2,66	3,63	2,68	2,29	2,90	3,29	3,71	3,14	5,40	3,59	2,47	2,33
	Desviación estándar	1,76	2,78	2,26	0,77	0,76	1,00	0,94	0,56	0,87	0,86	0,80	1,12	1,01	0,78	1,15	1,33	1,47	1,25	1,46	1,04	0,69	1,06	1,03	1,00	0,75	1,08	1,94	0,88	1,22
	No veces incumple límite	16	14	5	18	14	14	15	23	16	11	10	12	8	6	13	20	19	14	22	21	24	21	18	15	13	11	16	16	2
Pto. MGE2	Promedio	4,51	5,09	6,47	4,46	5,00	4,89	4,70	4,19	4,49	5,83	5,45	5,06	5,63	5,37	5,09	3,81	4,20	4,46	4,05	3,97	5,64	4,20	4,66	4,64	4,72	4,99	4,80	3,31	6,50
	Desviación estándar	2,38	2,58	1,80	1,99	2,25	1,99	2,01	2,08	1,80	2,68	1,87	2,07	2,16	2,30	2,28	2,06	2,26	2,26	2,65	2,29	2,43	2,29	2,47	2,02	1,71	2,02	2,33	2,06	3,36
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE4	Promedio	7,97	7,81	7,41	7,85	7,79	8,51	8,66	8,35	8,19	8,56	8,61	8,56	8,65	8,49	8,73	8,47	8,25	8,42	8,82	8,53	8,76	8,11	8,50	8,41	8,00	8,26	7,81	7,20	8,63
	Desviación estándar	0,30	0,30	0,81	0,44	0,66	0,59	0,27	0,12	0,31	0,50	0,19	0,23	0,23	0,54	0,23	0,23	0,15	0,31	0,37	0,49	0,69	0,94	0,42	0,20	0,50	0,34	0,32	0,64	0,12
	No veces incumple límite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	mínimo día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pto. MGE7	Promedio	7,97	7,81	7,41	7,85	7,79	8,51	8,66	8,35	8,19	8,56	8,61	8,56	8,65	8,49	8,73	8,47	8,25	8,42	8,82	8,53	8,76	8,11	8,50	8,41	8,00	8,26	7,81	7,20	8,63
	Desviación estándar	0,30	0,30	0,81	0,44	0,66	0,59	0,27	0,12	0,31	0																			

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”**Mes de mayo****Ph**

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,73 y máximos de 7,08 unidades, con un valor promedio mensual de 6,96 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 7,17, máximos de 7,08 unidades y un valor promedio mensual de 7,37 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,26, un mínimo de 6,97 y un máximo de 7,51 unidades de pH y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 7,79, un mínimo de 7,61 y un máximo de 8,15 unidades de pH.

Consolidado mensual pH

Unidad	Tipo de Análisis	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
Unidades	In situ	pH Promedio	7,26	6,96	7,37	7,79
		pH máximo	7,51	7,08	7,51	8,15
		pH Mínimo	6,97	6,73	7,17	7,61

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Los registros diarios de pH para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de mayo, muestra variaciones entre 6,73 y 8,15 Unidades, con un promedio de 6,97 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro de ser éste el uso de la corriente se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Conductividad

De acuerdo con los monitoreos realizados, las condiciones típicas de Conductividad para este mes corresponden a: valor mínimo: 78 $\mu\text{S/cm}$; valor máximo: 164 $\mu\text{S/cm}$ y valor promedio: 83,73 $\mu\text{S/cm}$.

Los valores de conductividad registrados en la estación MGE1, para el periodo del 01 a 30 de mayo de 2016, presentan un comportamiento muy estable, con un promedio de 83,29 $\mu\text{S/cm}$, es importante tener en cuenta que a pesar que el proyecto reinició las operaciones de generación el día 10 de enero de 2016, la calidad del agua en cuanto a la conductividad hasta la fecha de este reporte no se ha visto alterada. Por otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE4, presentan una variación entre los 88 a 127 $\mu\text{S/cm}$ y un promedio de 106,06 $\mu\text{S/cm}$, siendo mayor a los valores registrados en la estación MGE1, dicha variación está directamente asociada al comportamiento de la conductividad del río Páez (MGE7), cuyos valores normales para el este periodo oscilan entre los 93 a 164 $\mu\text{S/cm}$.

El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 83 $\mu\text{S/cm}$., máximos de 118 $\mu\text{S/cm}$. y un valor promedio mensual de 100,81 $\mu\text{S/cm}$.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se destaca que las concentraciones registradas señalan una baja presencia de iones y/o sales disueltas en el agua y un mantenimiento de las condiciones antes de dar inicio al proyecto. Adicionalmente, cabe señalar que las mediciones evaluadas para este periodo no presentan variaciones significativas en relación a los valores reportados en los meses anteriores.

Consolidado mensual Conductividad

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
$\mu\text{S/cm}$	Conductividad promedio	106,06	83,29	100,81	120,77
	Conductividad máxima	127,00	87,00	118,00	164,00
	Conductividad mínima	88,00	78,00	83,00	93,00

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Durante el período comprendido entre el 1 y el 30 de mayo de 2016, para la estación MGE4, se destaca que la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 5,42 mg/l y 7,94 mg/l, con un valor promedio de 6,57 mg/l para esta estación no se registraron valores de Oxígeno Disuelto por debajo del valor admisible (4.0 mg/l) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015; además de presentar un comportamiento fluctuante, pero favorable, siempre con valores superiores a los 5 mg/l.

Por otro lado, en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 7,7 mg/l, los cuales han aumentado en el segundo trimestre del año, es muy importante tener en cuenta que estos aumentos, tienen una incidencia directa en el incremento de la concentración de Oxígeno Disuelto a la entrada al embalse de Betania y las variaciones de caudal correspondientes al periodo hidrológico húmedo.

En los meses anteriores se apreciaba un cambio en el comportamiento de la concentración del Oxígeno Disuelto, asociado al inicio de operación de la hidroeléctrica, el cual se explica por la incidencia de dos (2) factores: El primero es el descenso de los caudales en el río Páez como consecuencia del régimen hidrológico propio de esa época del año y el efecto del fenómeno de El Niño.

Para el periodo de análisis del 1 al 31 de mayo de 2016, el río Páez presentó un aumento del caudal promedio de 193,6 m³/s, caudal superior al del reporte anterior, lo cual se debe al aumento en las precipitaciones y el debilitamiento del fenómeno de El Niño; dicha condición incide de manera directa sobre variables como la temperatura del agua del río y el Oxígeno Disuelto, el cual para este periodo, presentó variaciones inferiores al mes anterior, pero superiores a los observados en el primer semestre del año. De igual manera, no se registraron valores por debajo de los 4 a 5 mg/l (los cuales han sido los mínimos valores para el río Páez, reportados para el mes de enero de 2016), para el mes de mayo, los valores oscilan entre los 6.82 y 8.64 mg/l

El segundo factor, son los procesos de degradación natural de materia orgánica en el vaso del embalse, que trae como consecuencia un contenido bajo de Oxígeno Disuelto (estación MGE1), respecto a esta condición es importante resaltar que en promedio para el mes de mayo y desde que la hidroeléctrica El Quimbo entró en operación la concentración de Oxígeno Disuelto fue de 2.7 mg/l y para el periodo 1 a 31 de mayo de 2016 fue de 2.9 mg/l, el hecho de que el cambio haya sido tan leve puede representar indicios de estabilización. Nuevamente se ratifica que en lo relacionado con las concentraciones de Oxígeno Disuelto en la entrada a Betania (estación MGE4), en el mes de mayo los valores siempre se mantuvieron por encima de los 5 mg/l. Para el periodo reportado, en la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), en 3 (tres) días, la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por encima de los 3,5 mg/l al inicio y fin del mes, valores que se encuentran fuera de la tendencia de los últimos meses, pero que es favorable, condición que quizá pueda deberse a las variaciones en el caudal turbinado para esta fecha.

Consolidado mensual oxígeno disuelto

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7
mg O ₂ /l	OD promedio	6,57	2,87	5,53	7,70
	OD máximo	7,94	4,75	6,71	8,64
	OD mínimo	5,42	2,04	4,57	6,82

Fuente: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

En la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), aunque el promedio diario no reportó concentraciones por debajo de los 4 mg/l, Al analizar los monitoreos horarios de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 20 estuvieron por debajo de los 4 mg/l

Es importante resaltar que, para el periodo reportado, en la estación MGE2, no se reportó ningún dato promedio por debajo de los 4 mg/l, pero al revisar los datos horarios se observa que todos los días del mes se registraron datos por debajo de la norma, de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 8 estuvieron por debajo de los 4 mg/l.

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 13,32 NTU y máximas de 106,08 NTU, con un valor promedio mensual de 50,66 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 59,24, máximos de 637,89 NTU y un valor promedio mensual de 297,25 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Estación MGE1	6,29	6,30	6,31	6,32	6,33	6,34	6,35	6,36	6,37	6,38	6,39	6,40	6,41	6,42	6,43	6,44	6,45	6,46	6,47	6,48	6,49	6,50	6,51	6,52	6,53	6,54	6,55	6,56	6,57	6,58	6,59
Estación MGE2	6,59	6,60	6,61	6,62	6,63	6,64	6,65	6,66	6,67	6,68	6,69	6,70	6,71	6,72	6,73	6,74	6,75	6,76	6,77	6,78	6,79	6,80	6,81	6,82	6,83	6,84	6,85	6,86	6,87	6,88	6,89
Estación MGE4	7,03	7,04	7,05	7,06	7,07	7,08	7,09	7,10	7,11	7,12	7,13	7,14	7,15	7,16	7,17	7,18	7,19	7,20	7,21	7,22	7,23	7,24	7,25	7,26	7,27	7,28	7,29	7,30	7,31	7,32	7,33
Estación MGE7	7,47	7,48	7,49	7,50	7,51	7,52	7,53	7,54	7,55	7,56	7,57	7,58	7,59	7,60	7,61	7,62	7,63	7,64	7,65	7,66	7,67	7,68	7,69	7,70	7,71	7,72	7,73	7,74	7,75	7,76	7,77

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

**Mes de junio
pH**

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,29 unidades, máximos de 7,03 unidades, con un valor promedio mensual de 6,66 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 6,59, máximos de 7,44 unidades y un valor promedio mensual de 7,04 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,03, un mínimo de 6,59 y un máximo de 7,61 unidades de pH y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 7,47, un mínimo de 6,98 y un máximo de 7,94 unidades

Consolidado mensual pH

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
Unidades	pH Promedio	7,03	6,66	7,04	7,04	7,47
	pH máximo	7,61	7,03	7,44	7,74	7,94
	pH Mínimo	6,59	6,29	6,59	6,44	6,98

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016

Los registros diarios de pH para el mes de junio, muestra variaciones entre 6,29 y 7,94 Unidades, con un promedio de 7,06 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro de ser éste el uso de la corriente se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Conductividad

Los valores de conductividad registrados en la estación MGE1 , para el periodo del 01 a 30 de junio de 2016, presentan un comportamiento muy estable, con un promedio de 78.13 µS/cm, es importante tener en cuenta que a pesar que el proyecto reinició las operaciones de generación el día 10 de enero de 2016, la calidad del agua en cuanto a la conductividad hasta la fecha de este reporte no se ha visto alterada, Por otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE4, presentan una variación entre los 76 a 134 µS/cm y un promedio de 95 µS/cm, siendo mayor a los valores registrados en la estación MGE1 , dicha variación está directamente asociada al comportamiento de la conductividad del río Páez (MGE7), cuyos valores normales para este periodo oscilan entre los 76 a 145 µS/cm

Para la estación MGE4, los registros diarios de conductividad para el periodo comprendido entre el 01 al 30 de junio de 2016, presentados en la Gráfico 12, respecto a los valores de línea base, muestran que el valor máximo obtenido no supera el máximo histórico con el que se realizó la comparación inicial, Adicionalmente, cabe señalar que las mediciones evaluadas para este periodo no presentan variaciones significativas en relación a los valores reportados en los informes anteriores. El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 77 µS/cm., máximos de 88 µS/cm. y un valor promedio mensual de 78,17 µS/cm.

Consolidado mensual Conductividad

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7	Pto. MGE7
µS/cm	Conductividad promedio	95,52	78,17	91,41	93,45	103,79

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

	Conductividad máxima	134,00	88,00	108,00	125,00	145,00
	Conductividad mínima	76,00	72,00	77,00	70,00	76,00

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto

Durante el periodo comprendido entre el 1 y el 30 de junio de 2016, para la estación MGE4, se destaca que la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 6,47 mg/l y 8,34 mg/l, con un promedio de 7,47 mg/l, durante el periodo analizado no se registraron para esta estación valores de Oxígeno Disuelto por debajo del valor admisible (4.0 mg/l) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015; además de presentar un comportamiento relativamente estable y más favorable que en los meses anteriores, con valores siempre por encima de los 6 mg/l.

Consolidado mensual oxígeno disuelto

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7	Pto. MGE7
mg O ₂ /l	OD promedio	7,47	3,36	6,31	7,62	8,19
	OD máximo	8,34	5,13	7,17	8,71	8,62
	OD mínimo	6,47	1,09	5,46	6,18	7,09

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Por otro lado, en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 8.19 mg/l, los cuales han aumentado en el segundo trimestre del año y sobre todo en el mes de junio, debido sobre todo al incremento sustancial en las precipitaciones, es muy importante tener en cuenta que estos aumentos, tienen una incidencia directa en el incremento de la concentración de Oxígeno Disuelto a la entrada al embalse de Betania y las variaciones de caudal correspondientes al periodo hidrológico húmedo

Es importante resaltar que, para el periodo reportado, en la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), en nueve (9) días, la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por encima de los 4 mg/l sobre todo al fin del mes, valores que se encuentran fuera de la tendencia de los últimos meses, pero que es favorable, condición que quizá pueda deberse al incremento sustancial en las precipitaciones y a las variaciones en el caudal turbinado para esta fecha.

En la estación MGE4 y MGE7, en todos los monitoreos horarios efectuados la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por arriba de los 4 mg/l; Es importante resaltar que, para el periodo reportado, en la estación MGE1, todos los días se reportaban en promedio 16 mediciones horarias con valores por debajo de los 4 mg/l; por su parte, en la estación MGE2 de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 5 estuvieron por debajo de los 4 mg/l.

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 1,89 NTU y máximos de 110,29 NTU, con un valor promedio mensual de 49,74 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 53,96, máximos de 449,48 NTU y un valor promedio mensual de 208,02 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 247,75 NTU, un mínimo de 48,38 y un máximo de 637,28 NTU y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 307,72, un mínimo de 65,48 y un máximo de 645,15 NTU.

Los datos aportados indican que el aumento de este parámetro se debe a la carga que transporta el río Páez, el cual aumenta la concentración del río Magdalena después de su confluencia.

Consolidado mensual turbiedad

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE7	Pto. MGE7
--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun		
Temperatura	Pto. MGE1																														
	Promedio	21.52	22.31	21.98	22.44	23.16	23.21	22.86	22.37	22.58	22.61	22.83	22.27	21.74	20.37	21.05	21.48	20.20	20.85	21.29	20.50	19.99	19.81	20.61	21.46	20.88	20.31	20.88	21.20	21.07	
	Desviación estándar	0.80	1.30	0.36	0.59	0.62	0.68	0.40	0.30	0.28	0.39	0.58	0.50	0.36	1.23	0.40	0.26	0.56	0.43	0.31	0.35	0.39	0.07	0.40	0.13	0.42	0.40	0.56	0.28	0.48	
	Pto. MGE2																														
	Promedio	21.05	21.89	21.87	22.33	22.66	22.68	22.37	22.33	22.41	22.46	22.30	22.01	21.71	21.19	21.28	21.33	20.27	20.93	21.27	20.56	20.42	20.26	20.80	21.05	20.92	20.53	20.82	21.16	20.93	
	Desviación estándar	1.43	1.15	1.03	0.71	0.30	0.62	0.49	0.60	0.42	0.55	0.71	0.97	1.03	1.62	1.47	1.49	1.80	1.48	1.37	1.58	1.68	1.58	1.70	1.04	0.94	1.05	0.99	0.59	0.77	
	Pto. MGE4																														
	Promedio	21.52	22.31	21.98	22.44	23.16	23.21	22.86	22.37	22.58	22.61	22.83	22.27	21.74	20.37	21.05	21.48	20.20	20.85	21.29	20.50	19.99	19.81	20.61	21.46	20.88	20.31	20.88	21.20	21.07	
	Desviación estándar	0.80	1.30	0.36	0.59	0.62	0.68	0.40	0.30	0.28	0.39	0.58	0.50	0.36	1.23	0.40	0.26	0.56	0.43	0.31	0.35	0.39	0.07	0.40	0.13	0.42	0.40	0.56	0.28	0.48	
	Pto. MGE7																														
Promedio	19.95	20.49	20.76	21.56	22.52	22.83	21.94	21.94	21.78	22.03	21.84	21.05	20.60	19.71	19.84	19.97	19.14	19.67	20.06	19.34	19.12	18.94	19.31	20.27	20.08	19.64	20.07	20.68	20.53		
Desviación estándar	0.59	0.23	0.21	0.52	0.39	0.51	0.44	0.52	0.46	0.59	0.54	0.44	0.18	0.79	0.25	0.34	0.71	0.32	0.42	0.34	0.56	0.25	0.29	0.07	0.24	0.15	0.51	0.28	0.63		
Turiedad	Pto. MGE1																														
	No veces incumple limite dia0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Promedio	83.29	87.82	75.65	84.83	80.14	83.62	81.17	89.96	88.68	87.12	89.87	72.83	83.05	110.29	109.07	72.16	49.61	88.68	1.89	8.73	12.04	12.60	17.24	14.56	37.96	40.31	40.45	42.08	39.60	
	Desviación estándar	30.50	26.76	10.64	3.06	3.82	7.51	7.52	2.02	5.58	6.95	6.73	16.84	17.17	84.02	80.91	73.00	73.32	86.47	0.46	8.50	13.00	9.68	7.09	4.06	22.95	6.91	2.46	2.91	3.32	
	Pto. MGE2																														
	No veces incumple limite dia13	12	4	2	2	1	1	2	6	0	0	0	0	10	11	8	0	11	4	1	9	12	14	11	4	11	14	4	0	10	
	Promedio	379.14	243.61	143.02	110.02	113.43	84.24	90.70	118.71	176.99	81.43	78.88	147.69	359.27	330.94	194.96	83.96	441.28	76.09	56.01	281.72	250.59	340.34	318.92	221.81	304.64	449.48	122.13	85.82	339.61	
	Desviación estándar	217.58	158.24	82.97	61.39	63.68	37.69	36.63	85.11	126.20	26.18	20.09	78.06	354.95	336.83	155.48	43.92	351.96	76.79	80.95	336.33	257.28	318.54	307.07	347.25	282.62	365.68	84.92	24.30	318.44	
	Pto. MGE4																														
	No veces incumple limite dia15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	10	0	10	0	10	19	20	15	5	15	20	0	0	10		
Promedio	310.47	227.58	127.83	84.05	120.25	86.74	83.21	81.59	183.00	77.19	85.48	108.83	485.33	319.83	237.48	56.72	374.12	67.45	48.38	164.00	392.05	378.72	266.88	212.42	456.20	837.28	130.96	175.19	604.42		
Desviación estándar	111.84	65.73	34.32	13.18	40.93	28.41	35.40	10.03	46.80	24.28	3.27	27.32	336.97	390.26	139.98	40.15	280.17	51.48	40.79	64.93	235.33	191.04	114.73	237.79	333.13	368.05	29.43	112.56	415.90		
Pto. MGE7																															
No veces incumple limite dia20	15	5	5	3	5	3	5	5	2	2	5	20	17	15	0	15	5	3	11	20	20	15	5	15	20	8	0	15			
Promedio	491.19	301.23	158.70	138.32	167.93	112.37	107.09	171.42	213.62	122.79	93.28	159.80	801.93	635.23	303.17	76.65	581.42	99.64	85.57	416.52	464.03	470.35	445.70	287.13	459.68	645.15	172.07	89.92	511.67		
Desviación estándar	82.09	138.69	38.62	62.27	29.00	63.51	49.82	115.60	100.88	52.40	38.03	70.21	276.05	342.86	121.30	44.88	284.89	81.21	72.36	344.64	229.10	306.85	288.80	382.41	327.20	261.59	59.43	20.86	326.33		

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Mes de julio
pH

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,78 unidades y máximos de 7,78 unidades, con un valor promedio mensual de 7,13 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 7,02, máximos de 7,7 unidades y un valor promedio mensual de 7,29 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,38, un mínimo de 7,04 y un máximo de 7,73 unidades de pH y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 7,69, un mínimo de 7,41 y un máximo de 7,89 unidades de pH

Consolidado mensual pH

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
Unidades	pH Promedio	7,38	7,13	7,29	7,29	7,69
	pH máximo	7,73	7,78	7,70	7,78	7,89
	pH Mínimo	7,04	6,78	7,02	6,79	7,41

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016

Los registros diarios de pH para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de julio, muestra variaciones entre 7,04 y 7,89 Unidades, con un promedio de 7,34 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro de ser éste el uso de la corriente se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Conductividad

De acuerdo con los monitoreos realizados, las condiciones típicas de Conductividad para este mes corresponden a: valor mínimo: 58 µS/cm; valor máximo: 139 µS/cm y valor promedio: 80,97 µS/cm. De otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE1, para el periodo del 01 a 30 de julio de 2016, presentan un comportamiento muy estable, con un promedio de 70,48 µS/cm. Por otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE4, presentan una variación entre los 62 a 98 µS/cm y un promedio de 77,74 µS/cm, siendo mayor a los valores registrados en la estación MGE1, dicha variación está directamente asociada al comportamiento de la conductividad del río Páez (MGE7), cuyos valores normales para el este periodo oscilan entre los 61 y 139 µS/cm.

El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 58 µS/cm., máximos de 96 µS/cm. y un valor promedio mensual de 76,1 µS/cm.

Consolidado mensual Conductividad

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
μS/cm	Conductividad promedio	77,74	70,48	76,10	76,10	89,68
	Conductividad máxima	98,00	82,00	96,00	99,00	139,00
	Conductividad mínima	62,00	60,00	58,00	59,00	61,00

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto

Durante el periodo comprendido entre el 1 y el 31 de julio de 2016, para la estación MGE4, se destaca que la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 5.57 mg/l y 8.17 mg/l, con un promedio de 6.6 mg/l, valor que se encuentra por encima del promedio histórico, Durante el periodo analizado no se registraron valores de Oxígeno Disuelto por debajo del valor admisible (4.0 mg/l) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015; además de presentar un comportamiento relativamente estable y más favorable que en los meses anteriores, con valores siempre por encima de los 5 mg/l, lo cual demuestra unas buenas condiciones de oxigenación.

Consolidado mensual oxígeno disuelto

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
mg O ₂ /l	OD promedio	6,59	4,31	5,72	6,46	7,69
	OD máximo	8,17	6,07	7,02	8,99	8,82
	OD mínimo	5,57	2,36	4,36	4,96	6,91

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se presenta el comportamiento en el tiempo de la concentración del Oxígeno Disuelto en las cuatro (4) estaciones de análisis; como se mencionó previamente en la estación MGE4, los valores de concentración de Oxígeno Disuelto para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de julio de 2016 tienen un comportamiento por encima

De los 5 mg/l, valor que es superior al de referencia, que es de 4 mg/l, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 en el ingreso al embalse de Betania, lo cual indica que para este uso EMGESA S.A. estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente. De igual manera es importante resaltar que para el periodo reportado, el Oxígeno Disuelto ha tenido un comportamiento estable y favorable, similar al del periodo anterior (mes de junio).

Por otro lado, en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 7.7 mg/l, los cuales han aumentado en el segundo semestre del año y sobre todo para los meses de junio y julio, debido sobre todo al incremento sustancial en las precipitaciones, es muy importante tener en cuenta que estos aumentos, tienen una incidencia directa en el incremento de la concentración de Oxígeno Disuelto a la entrada al embalse de Betania y las variaciones de caudal correspondientes al periodo hidrológico húmedo, se resalta que en promedio los caudales del río Páez para los meses de junio y julio han estado por encima de los 200 m³/s, llegando hasta valores superiores a los 400 m³/s.

En la estación MGE1 al analizar los monitoreos horarios de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación todos los días en promedio 9 muestras estuvieron por debajo de los 4 mg/l, en la estación MGE2, por su parte, de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 5 estuvieron por debajo de los 4 mg/l,

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 25,08 NTU y máximos de 67,88 NTU, con un valor promedio mensual de 39,12 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 19,01, máximos de 373,14 NTU y un valor promedio mensual de 130,51 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 152,19 NTU, un mínimo de 17,89 y un máximo de 1653,6 NTU y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 196,41, un mínimo de 13,07 y un máximo de 649,58 NTU.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Los datos aportados indican que el aumento de este parámetro se debe a la carga que transporta el río Páez, el cual aumenta la concentración del río Magdalena después de su confluencia.

Consolidado mensual turbiedad

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
NTU	Turbiedad promedio	152,19	39,12	130,51	149,41	196,41
	Turbiedad máxima	653,60	67,88	373,14	903,20	649,58
	Turbiedad mínima	17,89	25,08	19,01	14,48	13,07

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio de turbiedad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, en donde se evidencia que solo en la estación MGE1 todos los días los valores reportados horarios de turbiedad se encuentran dentro de la norma, en la estación MGE2 se reportan 18 días con reportes horarios de este parámetro fuera del límite, el MGE4 reporta 16 días con datos hora fuera de la norma y el MGE7 también reporta 16 días con registros horarios fuera de los límites normativos (10 UJT es lo establecido en el artículo 39 Transitorio. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano del Decreto 1594 de 1984, lo cual equivale a 190 NTU compilado en el Artículo 2.2.3.3.9.4 Transitorio del Decreto 1076 de 2015.

Temperatura

La estación MGE1 registra datos mínimos de 21,24 °C y máximas 24 °C, con un valor promedio mensual de 22,22 °C, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 18,67 °C, máximos de 23,186 °C unidades y un valor promedio mensual de 20,63 °C; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 20,86 °C, un mínimo de 19,22 °C y un máximo de 22,71 °C y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 19,43 °C, un mínimo de 19,22 °C y un máximo de 22,71 °C.

Consolidado mensual temperatura

Unidad	Parámetro	Pto. MGE4	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE3	Pto. MGE7
°C	Temperatura promedio	20,86	22,22	20,63	20,88	19,43
	Temperatura máxima	22,71	24,00	22,14	23,18	21,50
	Temperatura mínima	19,22	21,24	18,67	19,32	17,30

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

En la siguiente tabla se puede observar el comportamiento promedio de la temperatura a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, se puede observar un comportamiento homogéneo de la temperatura con una variabilidad en la toma de datos horarios muy baja.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Punto Muestreo	Mes de agosto																															
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º	17º	18º	19º	20º	21º	22º	23º	24º	25º	26º	27º	28º	29º	30º	31º	
Pto. MGE1	No veces incumple límite mínimo																															
No veces incumple límite mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	6,76	6,76	6,81	6,90	6,78	6,78	6,82	7,05	7,15	7,15	7,07	7,22	7,14	7,18	7,04	7,21	7,23	7,18	6,98	7,12	7,18	7,23	7,23	7,04	7,12	7,21	7,14	7,04	7,25			
Desviación estándar	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Pto. MGE2	No veces incumple límite mínimo																															
No veces incumple límite mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	
Desviación estándar	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Pto. MGE4	No veces incumple límite mínimo																															
No veces incumple límite mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	
Desviación estándar	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Pto. MGE7	No veces incumple límite mínimo																															
No veces incumple límite mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	
Desviación estándar	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Mes de agosto
pH

La estación MGE1 registra datos mínimos de 6,83 unidades y máximas de 7,62 unidades, con un valor promedio mensual de 7,26 unidades, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 6,95, máximos de 7,75 unidades y un valor promedio mensual de 7,2 unidades; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 7,26, un mínimo de 6,83 y un máximo de 7,62 unidades de pH y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 7,69, un mínimo de 7,34 y un máximo de 7,87 unidades de pH.

En la siguiente tabla se puede observar el comportamiento promedio del pH a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas.

Los registros diarios de pH para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de agosto, muestra variaciones entre 6,83 y 7,87 Unidades, con un promedio de 7,35 Unidades. Al comparar los registros diarios de pH con el valor admisible para este parámetro (Rango de 4.5 — 9 Unidades, para aguas dulces cálidas) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio — Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015, se observa que los valores se encuentran dentro del rango establecido; al respecto se señala que la comparación a la que se hace referencia en el presente documento es de tipo informativo, con el fin de indicar que para este parámetro se estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para este uso.

Consolidado mensual pH

Parámetro	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE4	Pto. MGE7
pH Promedio	7,26	7,20	7,26	7,69
pH máximo	7,62	7,75	7,62	7,87
pH Mínimo	6,83	6,95	6,83	7,34

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Conductividad

De acuerdo con los monitoreos realizados, las condiciones típicas de Conductividad para este mes corresponden a: valor mínimo: 43,65 pS/cm; valor máximo: 147,7 pS/cm y valor promedio: 77,28 pS/cm.

De otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE1, para el periodo del 01 a 31 de agosto de 2016, presentan un comportamiento muy estable, con un promedio de 56,76 pS/cm. Por otra parte, los valores de conductividad registrados en la estación MGE4, presentan una variación entre los 53,552 a 104,5 pS/cm y un promedio de 75,77 pS/cm, siendo mayor a los valores registrados en la estación MGE1, dicha variación está directamente asociada al comportamiento de la conductividad del río Páez (MGE7), cuyos valores normales para el este periodo oscilan entre los 6,7 y 147,7 pS/cm.

El sitio de muestreo MGE2 presenta datos mínimos de 51,9 pS/cm., máximos de 108,75 pS/cm. y un valor promedio mensual de 72,34 pS/cm

Consolidado mensual Conductividad

	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE4	Pto. MGE7
Promedio	56,76	72,34	75,77	104,26
Máximo	64,85	108,75	104,50	147,70
Mínimo	43,65	51,90	53,55	56,70

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto y temperatura

Durante el periodo comprendido entre el 1 y el 31 de agosto de 2016, para la estación MGE4, se destaca que la concentración del Oxígeno Disuelto (OD), presentó variaciones entre 5.69 mg/l y 7.79 mg/l, con un promedio de 6.5 mg/l, valor que se encuentra por encima del promedio histórico (Ver Gráfico 7). Durante el periodo analizado no se registraron valores de Oxígeno Disuelto por debajo del valor admisible (4.0 mg/l) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015; además de presentar un comportamiento relativamente estable y continuando la tendencia de los últimos periodos, con valores siempre por encima de los 5 mg/l, lo cual demuestra unas buenas condiciones de oxigenación a la entrada del embalse

Consolidado mensual oxígeno disuelto

	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE4	Pto. MGE7
Promedio	4,67	5,80	6,49	7,72
Máximo	8,06	7,91	7,79	8,23
Mínimo	3,96	5,03	5,69	6,84

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

En la estación MGE4, los valores de concentración de Oxígeno Disuelto para el periodo comprendido entre el 1 al 31 de agosto de 2016 tienen un comportamiento por encima de los 5 mg/l, valor que es superior al de referencia, que es de 4 mg/l, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 Transitorio - Criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015 en el ingreso al embalse de Betania, lo cual indica que para este uso EMGESA S.A. estaría dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente. De igual manera es importante resaltar que para el periodo reportado, el Oxígeno Disuelto ha tenido un comportamiento estable y favorable, similar al de los meses de junio y julio.

Por otro lado, en la estación MGE7 se registran valores en promedio de 7.7 mg/l, los cuales han aumentado en el segundo semestre del año y sobre todo para los meses de junio, julio y continuando en agosto, debido sobre todo al incremento sustancial en las precipitaciones, es muy importante tener en cuenta que estos aumentos, tienen una incidencia directa en el incremento de la concentración de Oxígeno Disuelto a la entrada al embalse de Betania y las variaciones de caudal correspondientes al periodo hidrológico húmedo, se resalta que en promedio el caudal del río Páez para el mes de agosto fue de 165 m3/s, llegando hasta valores superiores a los 300 m3/s. En la estación MGE1 al analizar los monitoreos horarios de las 30

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

mediciones diarias realizadas a esta estación todos los días en promedio 9 muestras estuvieron por debajo de los 4 mg/l

Es importante resaltar, que para el periodo reportado, en la estación MGE1 (Salida de El Quimbo), durante todo el mes de agosto, la concentración de Oxígeno Disuelto estuvo por encima de los 4 mg/l y en cinco días estuvo por encima de los 5mg/l, valores superiores a la media histórica, condición que quizá pueda deberse al incremento sustancial en las precipitaciones y a las variaciones en el caudal turbinado para esta fecha, condición que se ha venido presentando desde el mes de junio. La estación MGE2, por su parte, de las 30 mediciones diarias realizadas a esta estación en promedio 5 estuvieron por debajo de los 4 mg/l

Turbiedad

La estación MGE1 registra datos mínimos de 16,98 NTU y máximas de 63,11 NTU, con un valor promedio mensual de 31,64 NTU, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 16,81, máximos de 3383,22 NTU y un valor promedio mensual de 58,76 NTU; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 60,63 NTU, un mínimo de 18,21 y un máximo de 455,06 NTU y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 196,474,741, un mínimo de 8,46 y un máximo de 561,21 NTU

Consolidado mensual turbiedad

	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE4	Pto. MGE7
Promedio	31,64	58,76	60,63	74,74
Máximo	63,11	383,22	455,06	561,21
Mínimo	16,98	16,81	18,21	8,46

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio de turbiedad a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, en donde se evidencia que en la estación MGE1 solo se presenta un dato horario por fuera de la norma (3 de agosto), en la estación MGE2 se reportan 8 días con reportes horarios de este parámetro fuera del límite, el MGE4 reporta 5 días con datos hora fuera de la norma y el MGE7 también reporta 6 días con registros horarios fuera de los límites normativos (10 UJT es lo establecido en el artículo 39 Transitorio. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano del Decreto 1594 de 1984, lo cual equivale a 190 NTU compilado en el Artículo 2.2.3.3.9.4 Transitorio del Decreto 1076 de 2015.

Temperatura

La estación MGE1 registra datos mínimo de 19,31 °C y máximas 21,38 °C, con un valor promedio mensual de 19,88,22 °C, la estación MGE2 presenta datos mínimos de 18,22 °C, máximos de 220,50 °C unidades y un valor promedio mensual de 19,45 °C; Por su parte, la estación MGE4 registra un promedio mensual de 19,78 °C, un mínimo de 18,44 °C y un máximo de 20,91 °C y por último la estación MG7 registra un promedio mensual de 19,08 °C, un mínimo de 17,21 °C y un máximo de 20,62 °C.

Consolidado mensual temperatura

	Pto. MGE1	Pto. MGE2	Pto. MGE4	Pto. MGE7
Promedio	19,88	19,45	19,78	19,08
Máximo	21,38	20,50	20,91	20,62
Mínimo	19,31	18,22	18,44	17,21

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Se puede observar el comportamiento promedio de la temperatura a lo largo del mes para cada una de las estaciones evaluadas, se puede observar un comportamiento homogéneo de la temperatura con una variabilidad en la toma de datos horarios muy baja.

Consolidado diario – mes de agosto

	1-ago	2-ago	3-ago	4-ago	5-ago	6-ago	7-ago	8-ago	9-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	31-ago	
Pto. MGE1																																
No veces incumple límite mínimo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No veces incumple límite máximo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	17,62	17,56	17,50	17,55	17,59	17,15	17,30	17,21	17,15	18,98	17,30	17,25	17,29	17,34	17,58	17,47	17,26	17,27	17,28	17,09	17,03	17,07	17,02	17,28	17,16	17,10	16,83	17,15	17,18	17,23	17,24	
Desviación estándar	0,35	0,32	0,40	0,37	0,40	0,29	0,33	0,35	0,34	0,27	0,33	0,28	0,32	0,32	0,06	0,35	0,31	0,29	0,32	0,30	0,27	0,31	0,32	0,37	0,31	0,24	0,26	0,34	0,32	0,30	0,31	
Pto. MGE2																																
No veces incumple límite mínimo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No veces incumple límite máximo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	17,54	17,43	17,40	17,46	17,33	18,98	17,18	17,13	17,10	17,15	17,22	17,16	17,24	17,36	17,75	17,31	17,16	17,15	17,14	17,10	18,99	18,97	18,95	17,25	17,15	17,00	17,04	17,23	17,11	17,11	17,13	
Desviación estándar	0,35	0,32	0,40	0,37	0,40	0,29	0,33	0,35	0,34	0,27	0,33	0,28	0,32	0,32	0,06	0,35	0,31	0,29	0,32	0,30	0,27	0,31	0,32	0,37	0,31	0,24	0,26	0,34	0,32	0,30	0,31	
Pto. MGE4																																
No veces incumple límite mínimo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No veces incumple límite máximo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	17,62	17,56	17,50	17,55	17,59	17,15	17,30	17,21	17,15	18,98	17,30	17,25	17,29	17,34	17,58	17,47	17,26	17,27	17,28	17,09	17,03	17,07	17,02	17,28	17,16	17,10	16,83	17,15	17,18	17,23	17,24	
Desviación estándar	0,08	0,05	0,14	0,10	0,23	0,08	0,16	0,10	0,04	0,23	0,08	0,10	0,15	0,17	0,16	0,20	0,04	0,06	0,07	0,23	0,21	0,06	0,08	0,18	0,20	0,04	0,27	0,09	0,13	0,06	0,15	
Pto. MGE7																																
No veces incumple límite mínimo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No veces incumple límite máximo día	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	17,82	17,84	17,78	17,76	17,61	17,34	17,48	17,63	17,70	17,71	17,77	17,59	17,61	17,64	17,78	17,79	17,79	17,77	17,84	17,72	17,64	17,65	17,67	17,63	17,52	17,48	17,68	17,87	17,72	17,73	17,82	
Desviación estándar	0,17	0,17	0,15	0,21	0,26	0,13	0,12	0,10	0,07	0,05	0,03	0,18	0,07	0,06	0,03	0,04	0,10	0,08	0,05	0,09	0,06	0,07	0,08	0,13	0,11	0,17	0,09	0,04	0,04	0,04	0,03	
Pto. MGE1																																
Promedio	59,80	60,75	60,75	57,90	54,85	49,20	47,30	45,30	44,35	43,65	44,85	44,77	45,38	60,67	61,65	60,53	60,08	59,65	60,52	60,52	61,68	63,40	60,98	61,28	53,25	60,68	59,55	64,50	63,50	64,85	63,30	
Desviación estándar	11,88	10,93	9,72	8,23	5,54	5,86	2,04	2,12	0,97	1,33	0,97	1,27	1,01	2,61	0,66	1,58	1,29	2,14	1,03	1,67	1,64	0,96	2,24	1,53	6,57	0,83	0,93	7,70	5,37	6,06	5,45	

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Punto	Método	Temperatura																														
		15 de agosto	16 de agosto	17 de agosto	18 de agosto	19 de agosto	20 de agosto	21 de agosto	22 de agosto	23 de agosto	24 de agosto	25 de agosto	26 de agosto	27 de agosto	28 de agosto	29 de agosto	30 de agosto	31 de agosto	1 de septiembre	2 de septiembre	3 de septiembre	4 de septiembre										
Pto. MGE1	Promedio	21.38	21.24	21.17	20.64	20.23	20.05	19.66	19.58	19.39	19.35	19.35	19.37	19.35	19.40	19.31	19.60	19.41	19.40	19.41	19.41	19.43	19.45	19.48	19.49	19.71	19.54	19.54	20.08	20.64	20.82	20.71
	Desviación estándar	1.57	1.52	1.39	1.02	0.58	0.65	0.07	0.04	0.11	0.05	0.05	0.05	0.03	0.07	0.05	0.32	0.08	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.07	0.21	0.14	0.15	1.22	0.93	1.07	0.91
	Pto. MGE2																															
Pto. MGE2	Promedio	19.58	19.33	19.31	19.11	18.61	18.71	19.24	19.64	19.43	19.31	19.48	19.49	18.67	19.08	19.33	19.75	19.66	19.52	19.65	19.60	19.60	19.54	19.48	18.22	19.19	19.25	19.48	20.49	20.22	20.34	20.50
	Desviación estándar	1.29	1.34	1.50	1.16	1.29	1.13	0.52	0.15	0.26	0.24	0.23	0.33	0.67	0.37	0.43	0.46	0.40	0.21	0.39	0.31	0.34	0.29	0.16	1.48	0.59	0.54	0.21	0.75	0.75	0.59	0.40
	Pto. MGE4																															
Pto. MGE4	Promedio	20.02	19.90	19.86	19.49	19.10	18.99	19.68	19.87	19.64	19.63	19.89	19.73	19.14	19.45	19.77	20.13	20.06	19.87	20.00	20.04	20.10	19.89	19.89	18.44	19.28	19.46	19.68	20.07	20.50	20.65	20.91
	Desviación estándar	0.27	0.36	0.26	0.54	0.16	0.53	0.35	0.25	0.34	0.40	0.31	0.39	0.39	0.45	0.49	0.56	0.27	0.19	0.28	0.29	0.40	0.41	0.21	1.05	0.39	0.45	0.19	0.28	0.30	0.22	0.23
	Pto. MGE7																															
Pto. MGE7	Promedio	18.29	17.91	17.61	17.67	17.21	17.54	18.76	19.68	19.50	19.12	19.77	19.50	18.42	18.78	19.42	20.07	20.22	19.78	20.29	20.03	20.01	19.77	19.47	17.40	18.47	18.54	19.09	19.87	19.07	19.54	20.62
	Desviación estándar	0.32	0.44	0.31	0.28	0.07	0.50	0.41	0.28	0.41	0.42	0.38	0.50	0.79	0.35	0.55	0.59	0.55	0.27	0.40	0.45	0.54	0.58	0.33	1.47	0.31	0.65	0.35	0.64	0.40	0.31	0.44
	Pto. MGE1																															
No veces incumple límite día	Promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Desviación estándar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pto. MGE2																															
No veces incumple límite día	Promedio	5.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Desviación estándar	37.14	45.45	63.11	43.83	48.93	31.99	34.39	30.18	32.17	29.04	29.47	29.97	29.41	36.73	51.11	32.45	25.32	25.21	24.64	24.59	24.14	23.12	20.34	19.73	21.18	16.98	20.01	39.10	29.66	35.99	25.35
	Pto. MGE4																															
No veces incumple límite día	Promedio	120.32	91.32	71.04	90.33	100.3	82.55	34.86	28.92	27.92	26.12	25.12	32.57	117.17	33.90	25.35	24.18	49.63	28.78	23.18	96.04	28.88	22.88	18.73	383.22	71.30	19.31	16.81	33.27	34.98	26.19	23.35
	Desviación estándar	76.12	44.08	21.86	57.10	31.99	42.36	7.55	8.24	6.65	6.35	7.83	6.58	112.38	11.64	16.46	8.86	79.97	8.95	8.69	230.73	12.12	4.09	4.77	384.44	55.32	6.56	4.30	6.53	6.93	5.42	4.10
	Pto. MGE7																															
No veces incumple límite día	Promedio	153.15	103.45	82.50	82.52	101.72	108.98	27.89	16.95	17.36	16.81	14.24	57.00	210.4	488.06	14.85	12.16	114.14	38.38	17.69	259.89	41.43	22.02	10.18	561.21	89.50	17.08	8.46	25.72	28.29	21.07	16.38
	Desviación estándar	61.17	23.09	11.51	59.13	28.50	36.89	6.72	2.01	10.60	8.82	7.85	147.25	147.00	16.96	2.40	1.04	177.77	18.49	3.18	418.40	21.97	7.87	1.87	365.71	66.78	6.27	1.74	9.88	6.91	4.50	2.60

Contramuestreo

Mediante radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016 EMGESA en respuesta a lo requerido por parte de la ANLA hace entrega, de los resultados de la determinación de Oxígeno Disuelto por otro laboratorio, igualmente acreditado por el IDEAM y con base en una técnica analítica diferente, con el fin de contar con contra muestras, que permitan tener un referente comparativo y una validación de la información.

Para dicho proceso, se tomaron muestras en las estaciones MGE1, MGE2, MGE4 y MGE7, para la determinación de la concentración de Oxígeno Disuelto, por parte del Laboratorio ASINAL, se emplearon dos técnicas diferentes, una electrométrica y la otra por Winkler. En las gráficas siguientes de este documento, se presentan los resultados de dicho análisis efectuados entre el 15 al 21 de agosto de 2016, donde se incluye además los resultados de los monitoreos convencionales que la empresa viene realizando con el laboratorio Daphnia, con el fin de poder establecer un claro comparativo.

Se aprecia que en general, el comportamiento de la concentración de Oxígeno Disuelto en las cuatro (4) estaciones de análisis y bajo los resultados de dos (2) laboratorios diferentes y con dos (2) técnicas diferentes, se conserva una misma tendencia, con algunas variaciones que no se salen del comportamiento presentado en los últimos reportes; así mismo las diferencias nunca fueron superiores a una unidad entre las diferentes técnicas y entre laboratorios.

Respecto a lo observado en la Estación MGE1, se encuentra que al comparar los valores promedio de la concentración de Oxígeno Disuelto (de ambos laboratorios) obtenidos con la técnica electrométrica y la de Winkler, estos valores son iguales (4.4 mg/l), presentándose únicamente dos (2) puntos de dispersión con valores superiores a los 5 mg/l, obtenidos por electrómetro. Así mismo al comparar la misma técnica entre uno y otro laboratorio, se observa que para la técnica Winkler la diferencia de valores en promedio es de 0.26 mg/l y para la técnica electrométrica la diferencia es en promedio de 0.5 mg/l. Estos resultados muestran que no se presentan diferencias sustanciales entre una técnica y otra y tampoco entre los resultados de uno y otro laboratorio, conservando la tendencia típica que esta estación ha ido mostrando.

Respecto a lo observado en la Estación MGE2, se encuentra que al comparar los valores promedio de la concentración de Oxígeno Disuelto (de ambos laboratorios) obtenidos con la técnica electrométrica y la de Winkler, estos valores son iguales (5.2 mg/l). Así mismo al comparar la misma técnica entre uno y otro laboratorio, se observa que para la técnica Winkler la diferencia de valores en promedio es de 0.35 mg/l y para la técnica electrométrica la diferencia es en promedio de 0.47 mg/l. Estos resultados muestran que no se presentan diferencias sustanciales entre una técnica y otra y tampoco entre los resultados de uno y otro laboratorio, conservando la tendencia típica que esta estación ha ido mostrando.

Respecto a lo observado en la Estación MGE4, se encuentra que al comparar los valores promedio de la concentración de Oxígeno Disuelto (de ambos laboratorios) obtenidos con la técnica electrométrica y la de Winkler, estos valores son iguales (6.2 mg/l). Así mismo al comparar la misma técnica entre uno y otro laboratorio, se observa que para la técnica Winkler la diferencia de valores en promedio es de 0.26 mg/l y para la técnica electrométrica la diferencia es en promedio de 0.41 mg/l. Estos resultados muestran que no se presentan diferencias sustanciales entre una técnica y otra y tampoco entre los resultados de uno y otro laboratorio, conservando la tendencia típica que esta estación ha ido mostrando.

Comparativo muestreo convencional de oxígeno disuelto Emgesa y contra muestras (mg/l)

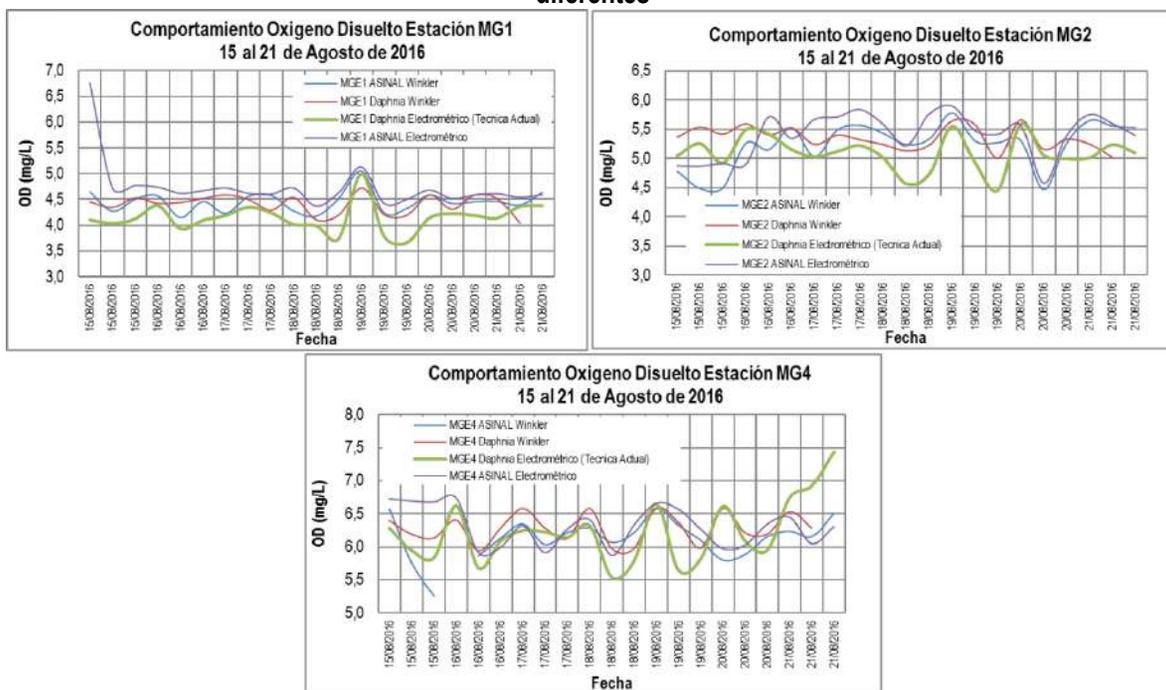
Punto	Laboratorio	Método	15 de agosto	16 de agosto	17 de agosto	18 de agosto	19 de agosto	20 de agosto	21 de agosto
-------	-------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

			Promedi o						
MG E1	Monitoreo convencional Emgesa	In situ	4,17	4,25	4,25	4,16	4,39	4,13	4,30
	Daphnia	Winkler	4,44	4,46	4,46	4,28	4,37	4,50	4,27
	ASINAL		4,47	4,39	4,45	4,32	4,53	4,49	4,49
	Daphnia	Electrom étrico	4,09	4,14	4,26	3,92	4,15	4,18	4,29
ASINAL	5,41		4,67	4,65	4,58	4,68	4,59	4,58	
MG E2	Monitoreo convencional Emgesa	In situ	5,29	5,25	5,25	5,08	5,21	5,20	5,24
	Daphnia	Winkler	5,44	5,51	5,32	5,20	5,41	5,38	5,07
	ASINAL		4,59	5,31	5,36	5,33	5,45	5,01	5,58
	Daphnia	Electrom étrico	5,07	5,35	5,12	4,76	4,97	5,21	5,11
ASINAL	4,89		5,32	5,73	5,52	5,59	5,18	5,58	
MG E4	Monitoreo convencional Emgesa	In situ	6,21	6,17	6,17	6,07	6,16	6,24	6,46
	Daphnia	Winkler	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52
	ASINAL		5,86	10,25	6,20	6,19	6,34	5,95	6,30
	Daphnia	Electrom étrico	6,02	6,13	6,21	5,88	6,04	6,22	7,04
ASINAL	6,69		6,22	6,17	6,20	6,50	6,12	6,27	
MG E7	Monitoreo convencional Emgesa	In situ	6,21	7,63	7,63	7,58	7,43	7,56	7,85
	Daphnia	Winkler	7,40	7,50	7,51	7,50	7,41	7,44	7,66
	ASINAL		7,23	7,16	7,31	7,38	7,42	7,31	6,51
	Daphnia	Electrom étrico	7,37	7,60	7,67	6,90	7,40	7,55	8,35
	ASINAL		7,40	6,87	7,14	6,98	7,51	7,44	7,44

Fuente: Modificado ANLA a partir del radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Comparación de los resultados de determinación de OD bajo dos técnicas analíticas y laboratorios diferentes



“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”**Análisis diario-horario parámetros In Situ aguas abajo del sitio de presa**

El análisis de la información de los parámetros in situ fisicoquímicos se realizó de dos vías. La primera consiste en análisis mensual de los parámetros, esta parte de información diaria de caudales y calidad de agua, con énfasis en los registros de entrada a Betania, lo anterior en cumplimiento de la medida cautelar impuesta por parte del Tribunal Administrativo del Huila, a la cual se presentan aspectos más relevantes del seguimiento realizado por parte de la ANLA a esta información, específicamente lo relacionado con el comportamiento del oxígeno disuelto para los meses de marzo a agosto de 2016.

En un segundo aspecto de análisis de la información in situ de los parámetros fisicoquímicos se realiza a partir de la información suministrada por la empresa en el ICA 14, a la cual el grupo de la ANLA le realizó un procesamiento para definir el estado del comportamiento a partir de 30 tomas de datos diarios. Esta consistió en el análisis de información de manera vertical y horizontal, esta primera se tomó a través del análisis de estadísticos descriptivos que relacionaban el comportamiento diario como se muestra en la siguiente tabla, actividad realizada el día 29 de julio del 2016.

Parámetros analizados verticalmente del comportamiento diario a través de información procedente de 30 mediciones diarias en diferentes horas, este es un ejemplo de los descriptores tomada del día 29 de julio del 2016

CUERPO DE AGUA	PUNTO DE MUESTREO DE MUESTREO	pH				CONDUCTIVIDAD - $\mu\text{S/cm}$		OXÍGENO DISUELTO - $\text{mg O}_2/\text{L}$			TEMPERATURA		TURBIEDAD-NTU		
		pHmin-cont-incump_hr	pHmin-cont-incump_hr	Prom-pH_hr	Deve-st-pH_hr	Prom Cond_hr	Deve-t-Cond_hr	O2-cont-incump_hr	Prom-O2_hr	Deve-st-O2_hr	Prom-tem_hr	Deve-st-tem_hr	tur-cont-incump_hr	Prom-tur_hr	Deve-st-tur_hr
RIO MAGDALENA	Pto. MGE1	0,00	0,00	7,08	0,32	60,60	11,37	5,00	5,10	1,05	21,39	1,58	0,00	42,54	26,67
RIO MAGDALENA	Pto. MGE2	0,00	0,00	7,32	0,38	61,55	6,84	4,00	6,46	1,95	18,67	1,42	11,33	195,64	113,72
RIO MAGDALENA	Pto. MGE4	0,00	0,00	7,50	0,19	63,80	3,34	0,00	6,62	0,79	19,66	0,33	1,00	148,58	29,83
RIO PÁEZ	Pto. MG7	0,00	0,00	7,65	0,26	62,05	3,47	0,00	8,17	0,52	17,33	0,28	16,00	266,85	69,98

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Esta información diaria se unió en matrices de resumen la cual, se ajustó a cada estación de monitoreo, con esta información se analizaron los descriptores básicos para establecer patrones de variación y comportamiento de los parámetros in situ, así como el cumplimiento a los límites de la norma del pH, oxígeno disuelto y turbiedad.

Posteriormente se realizó el análisis horario, para esto se estandarizo la hora de captura de información de las 30 submuestras para ello se tomó el promedio de captura de información, dando como resultado las siguientes horas para cada estación de muestreo.

Estandarización de la hora de captura de información de las 30 mediciones diarias a partir del promedio horario en una serie del 29 de febrero al 31 de agosto del 2016

SUBMUESTRA	MGE-1	MGE-2	MGE-4	MGE-7
1	16:34	17:08	16:12	16:51
2	17:00	17:34	16:39	17:18
3	17:26	18:00	17:05	17:44
4	17:52	18:26	17:31	18:07
5	18:18	18:52	17:58	18:34
6	22:55	23:17	22:06	23:06
7	23:21	23:43	22:32	23:32
8	23:46	0:10	22:58	23:58
9	0:12	0:36	23:24	0:25

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

10	0:39	1:02	23:50	0:51
11	5:06	5:30	4:43	5:19
12	5:40	5:56	5:09	5:45
13	5:58	6:22	5:36	3:01
14	6:23	6:49	6:02	6:37
15	6:49	7:15	6:34	7:03
16	10:55	11:27	10:18	11:16
17	11:27	11:54	10:44	11:42
18	11:46	12:27	11:10	12:09
19	12:12	12:47	11:37	12:35
20	12:38	13:13	12:03	13:02
21	16:45	17:47	16:28	17:36
22	17:11	18:15	16:56	17:55
23	17:38	18:43	17:24	18:23
24	18:05	19:11	17:52	18:51
25	18:32	19:39	18:20	19:20
26	22:36	23:24	22:15	23:04
27	23:23	23:51	22:42	23:43
28	23:29	0:18	3:52	23:59
29	23:56	0:45	23:37	0:26
30	0:23	1:12	0:05	0:53

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

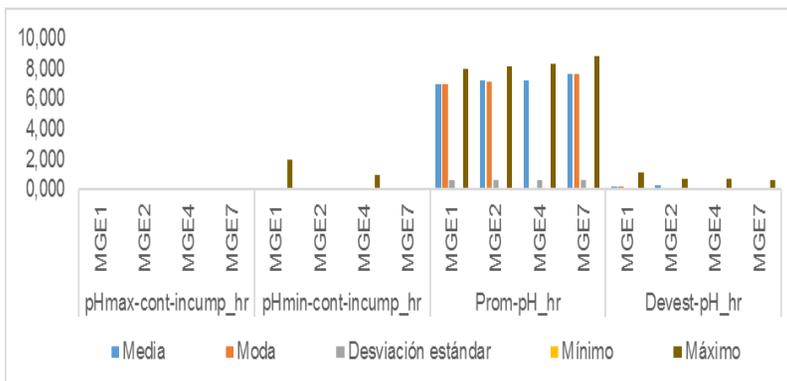
Ya con la hora estandarizada se, realizó una matriz que contuviera la información horaria diaria, por parámetro por estación de monitoreo, ya que los datos tenían 3 réplicas por toma submuestra, de hora por día, se promediaron los valores para la matriz final, la cual se le realizó finalmente el análisis que consistió en el promedio, la dispersión a través de la suma superior e inferior de la desviación estándar al promedio, los valores máximos y mínimos y a los que aplicar la relación con el cumplimiento de la norma.

Análisis de los parámetros in situ comportamiento al interior del día**pH**

En las siguientes tablas, se muestran que entre las variaciones establecidas por la norma para máximo, este no tiene valores en ninguna de sus mediciones a partir de la serie de datos establecidos, como tendencias, mientras que en cuanto paso hacia el mínimo, esta tiene un promedio de ocurrencias diarias muy baja, esta presenta en general que la media es 0,011 en MGE1, y en MGE4, o en términos específicos que la ocurrencia es casi cero, lo que presenta que solo se realizan algunos incumplimientos de la norma en las estaciones MGE1 y 4 pero sin una ocurrencia marcada. En la evaluación de la media del pH en cada uno de las estaciones se presentó que MGE1 tiene 6,938 con una moda de 6,941, MGE2 pH de 7,1916 con moda de 7,107, mientras que en MGE4 la media es 7,215 sin moda y en MGE7 es 7,664 con moda de 7,635, lo que presenta que el pH tiende a ser muy estable con una media global que tiende al 7, siendo el aporte de del río Páez el que marca un poco la tendencia hacia lo básico, posiblemente por la carga de material de disolución rocoso básico, las modas tendieron a estar muy cerca del promedio, al revisar la dispersión de los datos a través de la desviación estándar se presentó que esta son para MGE1 0,588, MGE2 0,598, MGE4 0,604 y MGE7 0,6440, lo que presenta que en la aglomeración de datos de la campana está tendiendo hacia el pico, o que la dispersión de datos frente a las medias presentadas es muy pequeña, los índices de Curtosis que miden que tan apuntalada es la curva de datos mientras el coeficiente de asimetría mide la dispersión hacia alguno de los costados.

Se presenta que frente a Curtosis los datos del promedio del pH se mostró que estos eran superiores a 0 marcándose la tendencia que se expresaba con la desviación estándar, en la cual se entiende que los datos están muy cerca al promedio por lo que el pH no es un factor que tienda a ser muy variable de forma diaria a través del análisis específico de los datos horarios. Mientras que los coeficientes de asimetría para el promedio muestras que todos son superiores a 0 y no superan el primer orden de magnitud con lo cual se observa que los datos tienden a ser un poco más numerosos a la derecha de la media o que en general los datos del pH tendieron a ser ligeramente más básicos que ácidos.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”



Evaluación del pH por días, evaluados a partir de datos horarios

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Resumen de los estadísticos descriptivos para el pH

Estadísticos	pHmax-cont-incump_hr				pHmin-cont-incump_hr				Prom-pH_hr				Devest-pH_hr			
	MGE 1	MGE 2	MGE 4	MGE 7	MGE 1	MGE 2	MGE 4	MGE 7	MGE 1	MGE 2	MGE 4	MGE 7	MGE 1	MGE 2	MGE 4	MGE 7
Media	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0	6,94	7,19	7,22	7,66	0,17	0,33	0,15	0,13
Moda	0	0	0	0	0	0	0	0	6,94	7,11	-	7,64	0,19	-	-	-
Desviación estándar	0	0	0	0	0,15	0	0,07	0	0,59	0,60	0,60	0,64	0,14	0,10	0,10	0,08
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0	2,00	0	1,00	0	7,96	8,17	8,27	8,84	1,14	0,75	0,70	0,64
Curtosis	-	-	-	-	-	-	-	-	105,31	115,18	111,89	112,80	-	-	-	-
Coficiente de asimetría	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,80	-9,49	-9,29	-9,29	-	-	-	-

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

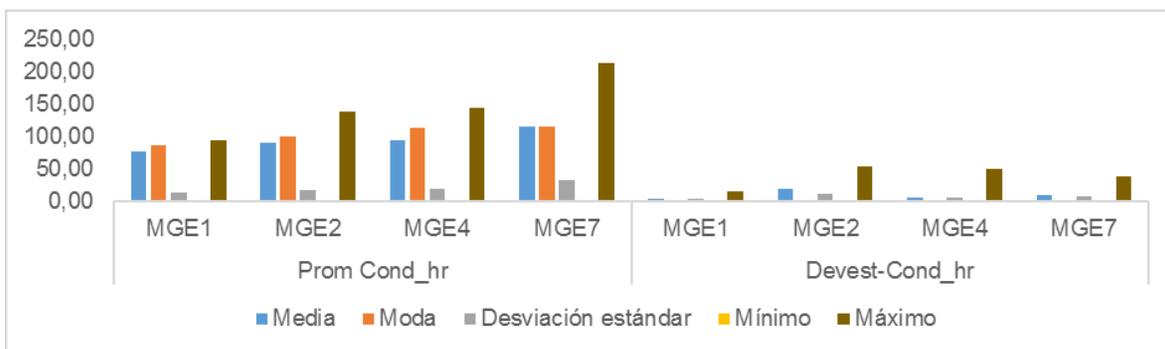
Conductividad

En las siguientes tablas, se presenta el resumen del comportamiento de los datos de conductividad analizados a partir de 30 mediciones diarias, en estos se revisó sobre el promedio el cual para la estación MGE1 es de 76,9 con un moda de 85,73, MGE2 con promedio de 89,51 con moda de 100,44, MGE4 de 94,08 con moda de 112,8 y MGE7 con promedio de 115 con moda 115,25, en este se observa que el volumen de agua diferencial con una mayor conductividad en el río Páez que en el Magdalena, ya que la conductividad permite evaluar de forma rápida y aproximada la mineralización global del agua y seguir la evolución estos resultados expresan aguas medianamente a muy mineralizadas dando mineralización débil (100 y 200 $\mu\text{s/cm}$) esto según lo establecido por Rodier (2011), se adiciona además que el comportamiento muestra que existe una mayor mineralización o un mayor contenido hacia el río Páez, por las rocas parentales por donde atraviesa, en general estando en una carga de nutrientes en los máximos del promedio diario nunca superó los 200 $\mu\text{s/cm}$, salvo en unas mediciones del 23,30 y 31 de Marzo correspondientes a temporadas lluviosas, aunque en la mayoría de mediciones de los 30 submuestreos presentó por lo menos alguna medición cercana o superior a los 200 $\mu\text{s/cm}$, posiblemente debidos a un arrastre de material en algún punto de la cuenca, siendo un patrón menor, se evidencia además que existe una tendencia a que estos valores cambien con los periodos climáticos, en cuanto existe una mayor capacidad de arrastre de minerales por energía que se ve menor con el flujo, este variando diferente entre los cuerpos de agua del Magdalena el cual se nota que la presa cambia el patrón de sedimentación y arrastre de minerales, con relación a lo que presenta el río Páez, esto se observa en la amortiguación que se evidencia en el MGE4 con las aguas mezcladas, la cual el comportamiento del Páez es atenuado por el volumen del agua del Magdalena.

En cuanto la dispersión de las medidas por variabilidad se expresa en la desviación estándar la cual está entre 12,98 en MGE1, 15,78 en MGE 2, 18,06 en MGE4 y en MGE7 114,25, mostrando que existe una mayor dispersión asociada al río Páez, ya que la presa está nivelando y unificando la carga de minerales del río Magdalena, haciendo que la dispersión sea 4 veces menor que en el flujo del Páez. La revisión Curtosis de los datos muestra el mayor valor de aglomeración de datos se presenta en el MGE7, esto producto de cambios fuertes del valor que presenta unos pocos datos extremos que acentúan la curva, mientras que los puntos del Magdalena se asocian de forma gradual, por el control de la presa. Y en cuando el coeficiente de asimetría, los 3 puntos del Magdalena presentan valores negativos, lo que indica que las conductividades

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

tendieron a agruparse hacia la izquierda del promedio, mientras que en el Río Páez es centrado.



Evaluación de la conductividad por días, evaluados a partir de datos horarios

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Resumen de los estadísticos descriptivos para la conductividad

Estadísticos	Prom Cond_hr				Devest-Cond_hr			
	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7
Media	76,79	89,51	94,08	115,00	3,50	18,86	5,73	8,92
Moda	85,73	100,44	112,80	114,25	1,51	-	-	0,00
Desviación estándar	12,98	15,78	18,06	31,49	3,76	10,38	4,72	6,49
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	93,00	137,73	144,53	212,40	14,92	53,73	50,22	38,88
Curtosis	5,98	4,98	3,11	1,08	-	-	-	-
Coefficiente de asimetría	-1,84	-1,23	-0,93	0,29	-	-	-	-

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Oxígeno disuelto

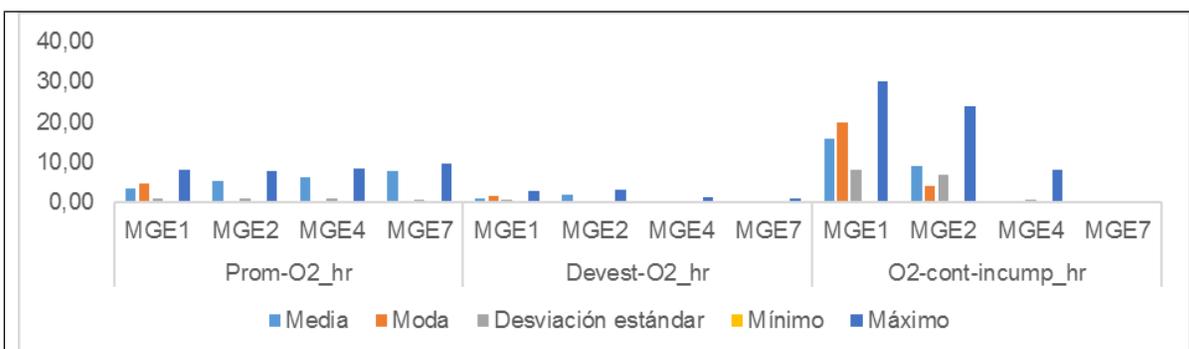
La información presentada por el oxígeno disuelto se presenta en las siguientes tablas, a partir de 30 mediciones diarias, en esta el primer análisis que se debe presentara es que los datos presentados tienen una gran cantidad de vacíos en la toma de la información, luego la evaluación del promedio de estos datos muestra en MGE1 con 3,48 con moda de 4,75 incumpliendo la normas como se presentó en la descripción mensual la que en tendencia en las épocas lluviosas es menor comparado con agosto que es un pico de temporada seca. Desde la estación MGE2 se observa un promedio superior siendo el río Páez quien aporta una mayor cantidad de este soluto.

La revisión de parámetros incumplidos por la norma, se analizó el número de veces de las 30 mediciones tomadas diarias, este se sacó un promedio y se encontró que en MGE1, con 15,97 mediciones de las 30 diarias están debajo de la norma, con un moda de 20 veces, lo que muestra el comportamiento de la estación MGE1 tiende a una carencia en este parámetro de manera recurrente, llegando algunos días a tener sus 30 mediciones debajo de la norma, como el 24 de Marzo, 5 de abril, 21 de abril y 4 de mayo con valores superiores a 26 en 9 días entre el 3 de marzo al 4 de mayo. Esto tendiendo a ser en temporada de lluvias.

En cuanto la dispersión de los valores media a través de la desviación estándar, muestra que en las estaciones del Magdalena este se encuentra entre 1,14 y 0,98, el cual sobre el promedio es casi una cuarta parte y más si se considera el MGE1, lo que muestra una gran variabilidad o una gran dispersión de los valores del oxígeno disuelto en estas condiciones. Evidenciando que existe una variable asociada que está permitiendo variar el oxígeno en el agua. En cuanto a Curtosis se presenta que MGE1 y MGE2 son negativos y cercanos a cero, por lo que muestran una dispersión normal de los datos del oxígeno a partir de la media, mientras que la estación MGE7 tiene un positivo de un orden de magnitud superior, por lo cual se puede presentar que el oxígeno esta de manera estable muy cerca a l promedio con algunos valores extremos y que MGE4, está reaccionando al aporte de MGE7. En cuanto el coeficiente de asimetría MGE1 y 2 tienden a 0, o que la variación esta equilibrada a ambos lados del promedio, esto debido a una fluctuación casi cíclica que debe estar sufriendo el oxígeno, mientras que MGE4 tiende a tener valores de oxigeno más recargados a la derecha de la media.

Evaluación del oxígeno disuelto por días, evaluados a partir de datos horarios

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Resumen de los estadísticos descriptivos para el oxígeno disuelto

Estadísticos	Prom-O2_hr				Devest-O2_hr				O2-cont-incump_hr			
	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7
Media	3,48	5,28	6,40	7,78	1,01	2,04	0,51	0,38	15,97	9,07	0,13	0,00
Moda	4,75	-	-	-	1,71	-	-	-	20,00	4,00	0,00	0,00
Desviación estándar	1,14	1,14	0,98	0,85	0,64	0,50	0,22	0,19	8,24	7,01	0,87	0,00
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	8,06	7,91	8,34	9,63	2,78	3,35	1,24	1,08	30,00	24,00	8,00	0,00
Curtosis	-1,08	-0,74	52,76	37,43	-	-	-	-	-	-	-	-
Coefficiente de asimetría	-0,28	0,69	7,13	-4,43	-	-	-	-	-	-	-	-

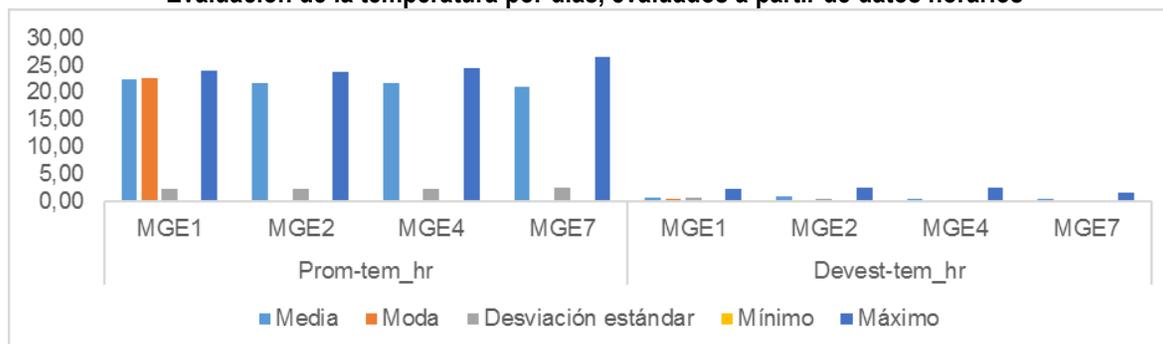
Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Temperatura

La temperatura analizada se resume en las siguientes tablas a partir de las 30 mediciones diarias en esta se presenta que el promedio de MGE1 con 22,37, MGE2 con 21,66 MGE4 con 21,82 y MGE7 con 20,96, mostrando que el promedio de las temperaturas son cercanas, siendo más fría el agua del río Páez y que la tendencia es aumentar la temperatura a medida que se avanza por el Magdalena, en vez de mezclarse linealmente con la unión de ambos cuerpos de agua, sin desconocer que debe afectar la tendencia. Se muestra que el paso por el cauce va aumentando la tendencia esto, evaluado después de aguas debajo de la central.

La dispersión de la temperatura del agua presento una desviación estándar mayor en el MGE1, frente a los que se tiene aguas abajo, esto debido al efecto de la temperatura de la masa de agua del embalse frente al comportamiento en el cauce, con un Curtosis negativo en todos los valores, lo cual indicó que los datos se aglomeran hacia el promedio dando una curva muy acentuada, mientras que el coeficiente de asimetría mostro que todos los valores son negativos, o que la regularidad de los datos es que estén hacia los valores inferiores del promedio.

Evaluación de la temperatura por días, evaluados a partir de datos horarios



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

"Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales"

Resumen de los estadísticos descriptivos para la temperatura

Estadísticos	Prom-tem_hr				Devest-tem_hr			
	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7
Media	22,37	21,66	21,82	20,96	0,49	0,90	0,40	0,45
Moda	22,66	-	-	-	0,29	-	-	-
Desviación estándar	2,14	2,22	2,22	2,42	0,58	0,46	0,25	0,23
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	24,00	23,84	24,51	26,46	2,21	2,41	2,34	1,47
Curtosis	64,10	48,75	50,03	29,60	1,16	-0,41	20,35	4,29
Coefficiente de asimetría	-6,49	-5,24	-5,28	-3,37	1,56	0,35	3,32	1,53

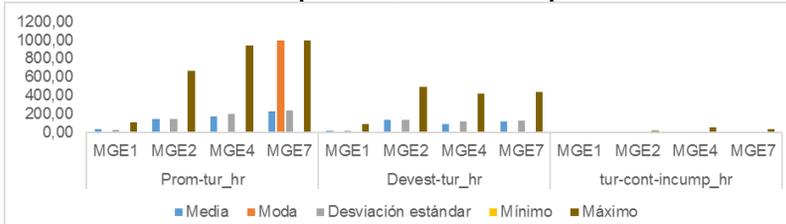
Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Turbiedad

En las siguientes tablas se presenta el comportamiento diario de la turbiedad evaluada a través de los datos de las 30 mediciones diarias, en esta se presenta que el promedio que MGE1 de 31,4 seguida por MGE2 con 141,48, MGE4 168,01 y MGE7 230,28, presentándose que el primer punto registra un valor muy bajo, seguido por la confluencia, y tercero cerca de MGE 3 las aguas del río Páez tiene la mayor turbiedad promedio siendo mayor a la norma de 190 NTU. Los máximos muestran valores muy altos en MGE7 siendo mayores a 900NTU en 4 días el 29 de abril, y del 8 al 10 de mayo, teniendo de 185 días evaluados 78 días más arriba de la norma, esto propio tanto de la temporada de lluvias como de las condiciones del río, esto muestra que el aporte del río Páez aumenta la carga de turbiedad del río Magdalena y no en viceversa. La dispersión de los datos muestra que esta se conserva muy cerca entre las estaciones evaluadas de 0,17 en MGE1 y 9,69 en MGE4, con Curtosis de que tiende a 0 en MGE2, MGE4 y MGE7 o que se encuentra normal y que en MGE1 es muy marcada hacia la media, en coeficiente de asimetría muestra que los valores están centrados.

Del conteo de incumplimiento se encontró que en MGE7 de las 30 mediciones diarias cerca de 7 al día están arriba de la norma, seguida de MGE4 con 6,50.

Evaluación de la turbiedad por días, evaluados a partir de datos horarios



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Resumen de los estadísticos descriptivos para la turbiedad

Estadísticos	Prom-tur_hr				Devest-tur_hr				tur-cont-incump_hr			
	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7	MGE1	MGE2	MGE4	MGE7
Media	31,49	141,48	168,01	230,28	11,99	131,73	89,68	115,45	0,02	4,16	6,50	7,60
Moda	0,00	-	-	1000,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desviación estándar	25,07	146,98	195,06	232,16	14,38	135,86	117,22	122,98	0,17	4,81	9,69	8,37
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	110,29	668,17	939,23	1000,00	91,44	494,86	415,90	441,42	2,00	16,00	50,00	30,00
Curtosis	114,55	-0,95	4,31	-0,70	0,94	1,85	2,52	1,46	8,66	-0,63	0,76	-0,27
Coefficiente de asimetría	10,32	0,75	1,95	0,74	0,99	1,47	1,68	1,36	2,59	0,87	1,43	1,03

Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 -: radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

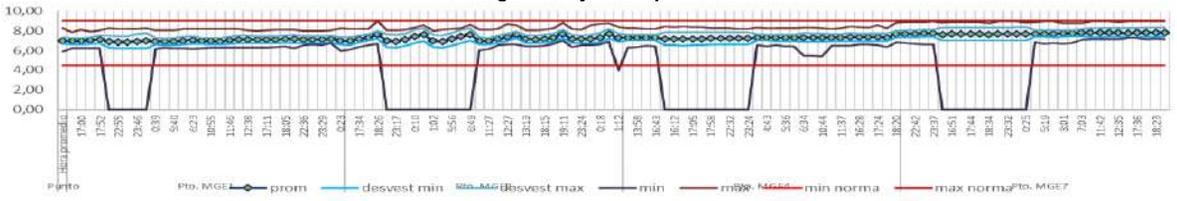
Análisis al comportamiento de los parámetros in situ

El comportamiento del pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y turbiedad tomadas in vitro a partir del promedio de 30 tomas diaria durante el lapso del 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Quimbo se presentan en las siguientes tablas.

La toma de muestras se realizó a unos periodos semejantes, aunque no se tomaron exactamente a la misma hora, por lo tanto, fue necesario estandarizar la hora de la toma para realizar el ciclo de tomas, estas se extrajeron del promedio de las 30 tomas para cada estación de monitoreo.

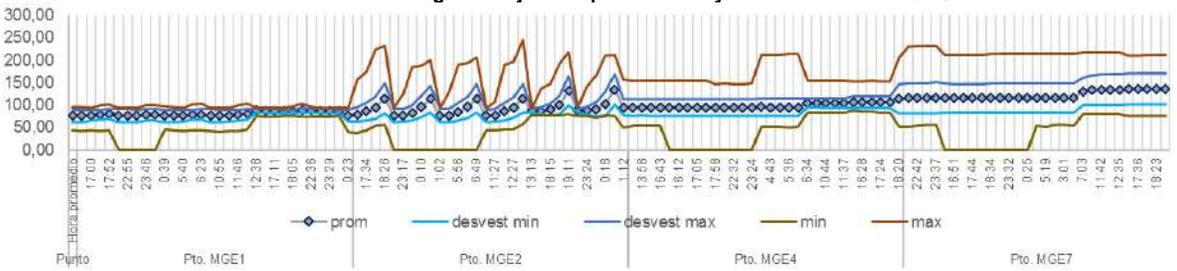
“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

Comportamiento del pH a partir del promedio de 30 tomas diaria durante 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Quimbo



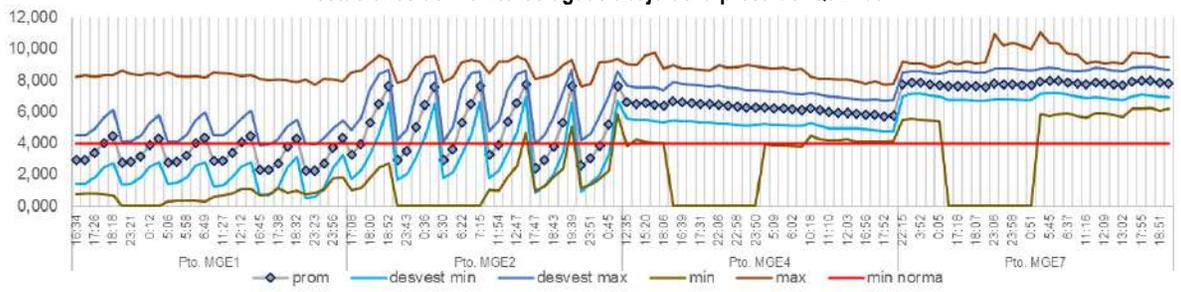
Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016

Comportamiento de la conductividad a partir del promedio de 30 tomas diaria durante 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo



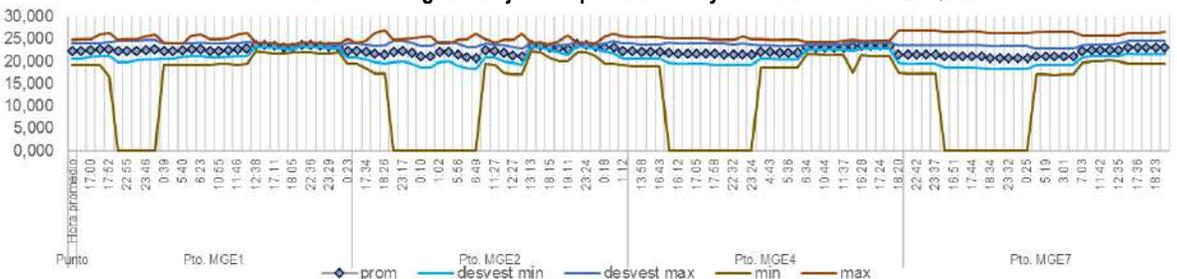
Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Comportamiento del oxígeno disuelto a partir del promedio de 30 tomas diaria durante 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Quimbo



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

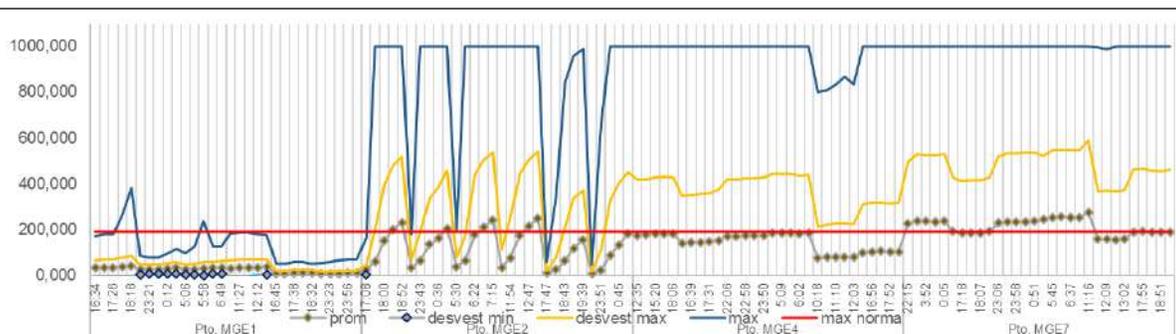
Comportamiento de la temperatura a partir del promedio de 30 tomas diaria durante 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - : radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

Comportamiento de la turbiedad a partir del promedio de 30 tomas diaria durante 29 febrero al 31 de agosto del 2016, en 4 estaciones de monitoreo aguas abajo de la presa del Quimbo

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”



Fuente: Modificado ANLA a partir del ICA No. 14 - radicado 2016058655-1-000 del 16 de septiembre de 2016.

El comportamiento del pH, presentó unos picos de los mínimos que llegan a cero estos muy debajo de la norma, estos son el producto de la falta de toma de datos, producidas por el factor humano, o condiciones ambientales, los cuales se presentaron marcadamente en horas de la noche y la madrugada. Fuera de este elemento el comportamiento del pH fue muy estable para todas las estaciones, se mostró que el pH variaba en unos picos de su promedio en la estación MGE2 en lapsos de 6 horas, aunque este no fue muy excéntrico, evidencia de ello es que los rangos donde la variación de la desviación estándar es muy cercana al eje del pH. Este fue levemente superior en la estación MGE7, en este se observó que los datos excéntricos de sus máximos estuvieron constantemente sobre el límite de la norma, esto muestra que el comportamiento del río Páez, tiene una tendencia básica, esto asociado a los minerales del cauce.

Se evidencia que existen unas tendencias que sucede en las 4 estaciones de muestreo que puede ser parte del ciclo normal del pH, en el cual desde las 6 de la tarde hasta media noche, tiende a ser ligeramente más ácido, este comportamiento es muy tenue, el cual se debería presentar si existiera una estandarización de las tomas para determinar la raíz del comportamiento. Al parecer el equilibrio del CO₂ en estado disuelto es afectado por la temperatura, por lo que aguas cálidas del día al cambia apenas empieza a bajar la temperatura y aumenta la solubilidad de los gases cambia el equilibrio del ácido carbónico. Tendiendo a que mayores concentraciones de CO₂ disuelto en aguas más frías tiendan a producir mayor cantidad de ácido carbónico, marcando la tendencia de ligera acidificación del agua al caer la tarde.

Conductividad

El resultado para el análisis de la conductividad, presenta que el primer patrón a descartar es la presencia de ceros en la curva de mínimos, estos son productos de la falta de mediciones realizadas, producto de factores humanos y ambientales, los cuales tendieron a darse en las noches, el patrón del promedio tiende a ser estable en MGE 1, 4 y 7 con un comportamiento de picos en MGE2 el cual se da cada 3 horas. Se observa en la sucesión aguas abajo el gradiente tiende a aumentar, para el Magdalena y bajar para el río Páez, lo que muestra que los cambios en las tasas de cada uno están relacionados y el punto 2 que es quien recibe directamente las muestras puede estar siendo afectado por el comportamiento de cada una de las fuertes, lo cual no es un patrón habitual, posiblemente la falta de estandarización del sector de la muestra hace que tome una masa de agua de cada cuerpo de agua de manera sistemática. De igual forma se debe estandarizar la toma de muestras para poder definir el origen de este patrón.

El río Páez mostro una marcada alta conductividad la cual marca los valores máximos de manera constantemente en 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$, esto está marcado por la disolución de un mineral específico que tiende a darle un comportamiento uniforme a la carga del agua, es de notar que, a una mayor temperatura aumenta la conductividad, esto debe ser marcado por las tasas de disolución de gases.

Oxígeno disuelto

El comportamiento general del oxígeno, muestra en las diferentes estaciones de monitoreo un comportamiento muy diferente, en este análisis las muestras que están en cero corresponden a datos que no se tomaron, lo que muestra el patrón que muchas horas no se tomaban las muestras debido a diversos factores.

En el punto MGE1 existe un patrón sinusoidal del comportamiento promedio arrastrando los estadísticos de referencia, en general esta se encuentra debajo de la norma (4mg/L) y es quien alcanza los mínimos de manera natural muy bajos, estos afectándose en temporadas de lluvia y secas, al parecer el comportamiento turbio de las épocas húmedas remueve mucho las aguas lo que permite una liberación de este gas, es posible

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

que el aumento del oxígeno disuelto a una periodicidad corresponde a la inyección de oxígeno que realiza la empresa. La baja en el oxígeno presentado en el punto MGE1 se debe a que las aguas del embalse están consumiendo oxígeno por la descomposición de la materia orgánica

En el punto MGE2 existe un comportamiento sinusoidal muy marcado, el cual no es explicable simplemente por cambios en la remoción de fondo de la temporada de lluvias o la confluencia de las masas de agua, por lo tanto, debe revisarse él porque del comportamiento en este punto.

El punto MGE7 posee el promedio de oxígeno disuelto más alto el cual se observa que influye al MGE4, quien aumento los niveles de oxígeno bastante frente a lo que se tiene el Magdalena.

Se observó que el comportamiento de los máximos, como variaciones en todas las estaciones se posicionó sobre 8mg/L, lo que puede estar mostrando el comportamiento estándar del oxígeno disuelto con las variaciones climáticas, de altura sobre el nivel del mar y presión atmosférica. En general el comportamiento del oxígeno disuelto durante el día no mostró patrones de cambio con la temperatura, como se esperaría en el equilibrio de gases, por lo que se debe revisar las razones por la cual se presenta variabilidad de los datos de las muestras.

Temperatura

La temperatura, muestra que el valor promedio es muy estable en ambos cuerpos de agua en un rango de los 22°C a 24°C, esta muestra pequeñas variaciones horarias propias de los cambios diarios, salvo en el punto MGE2 el cual muestra un patrón sinusoidal mucho más marcado que los otros puntos de referencia, se observó que el punto MGE4 es el que presenta cambios más marcados de temperatura, esto debido a que está en el cauce del Magdalena el cual tiene mayor incidencia de la radiación solar, ya que no tiene ni la masa de agua de la presa y le aporta aguas del río Páez con mayor temperatura, se muestra además que los valores mínimos que fueron cero, correspondieron a datos no tomados.

Los valores máximos del agua rondaron por los 25°C siendo más estables en MGE4 y los más altos en MGE7, el cual tiene una variación entre máximos y mínimos mayor, debido a que es una masa de agua menor al Magdalena lo cual permite una mayor acción de la temperatura debido a la relación de exposición a la radiación solar frente a la relación área/volumen

Turbiedad

La turbiedad, fue altamente diferente entre el agua que provenía de la presa y la que traía el río Páez, considerando que la presa en el Magdalena contiene los sedimentos es evidente que MGE1 tenga los valores muy menores, presentándose unos pequeños picos, relacionados con las temporadas lluvias con mayor energía de arrastre, aquí el promedio es 4 veces menor al parámetro de la norma. Cuando las aguas se mezclan con el río Páez se presenta un marcado aumento, estando en promedio con el límite de la norma con una desviación estándar muy superior sobre los 400 NTU y presentando casi todas las mediciones máximas sobre 100NTU, en este comportamiento se ve más marcado por las temporadas de lluvia de abril y mayo como se había mencionado en descripciones anteriores, por la escala no se observan cuando marca cero, lo cual se asocia a falta de datos.

RESUMEN CONSIDERACIONES ANLA**Respecto al análisis de los resultados de los monitoreos de parámetros in-situ aguas abajo del sitio de presa**

Como se pudo apreciar en el análisis dada la variabilidad presentada en los datos horarios, es necesario determinar las condiciones que originan este comportamiento por lo cual es necesario que se garantice que la información a analizar se recopila en los mismos estados de tiempo para todas las sitios de monitoreo; es decir la toma de muestra en periodos de tiempo no estandarizados impiden determinar o definir claramente la dinámica del río Magdalena y su posible afectación por la operación de la central hidroeléctrica.

Conforme a lo antes mencionado, y con el fin de implementar una estrategia de seguimiento y control, para la calidad del agua a la salida del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, y en el tramo del río Magdalena antes de la

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

entrada al Embalse de Betania, se requiere de la instalación de estaciones de medición automáticas, de parámetros in situ (Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH, Temperatura, Niveles de la corriente y Precipitación), en puntos que sean representativos de las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4. Con la implementación de las estaciones se busca ampliar el conocimiento del recurso hídrico.

luego de su paso por la central hidroeléctrica El Quimbo y generar alertas por niveles altos o bajos en las variables, de acuerdo a criterios preestablecidos.

Debido a que las características propias de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4 son diversas, las especificaciones técnicas de cada estación de monitoreo automático, no exigen una generalidad, por lo tanto, para el desarrollo de esta obligación, la empresa deberá dar cumplimiento a las siguientes etapas, cuyo alcance fue discutido en reuniones realizadas los días 2 y 16 de diciembre de 2016, en las que participaron profesionales de la ANLA y el Subdirector de Hidrología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM:

1. DIAGNÓSTICO Y ESTUDIOS PREVIOS

Esta etapa permite el reconocimiento de la zona de estudio como insumo importante para la generación de los diseños de la estructura de monitoreo automático y la selección de los puntos de medición estratégica.

Para el reconocimiento de los efectos hidráulicos, que tiene la variación de caudales del río Magdalena, es necesario el desarrollo de un modelo hidráulico que incluya la modelación de escenarios del estado actual y los caudales calculados para diferentes periodos de retorno y los relacionados con la operación del embalse.

Para el correcto levantamiento de información, necesaria para alimentar el modelo hidráulico, se espera que la empresa cumpla con los siguientes criterios.

- a. Hacer el levantamiento topo-batimétrico de la corriente principal y la zona de confluencia de otros caños y quebradas que se encuentren 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, obteniendo las características de la llanura de inundación de la corriente principal a cada lado en una distancia de por lo menos 50 a 100 metros. Esta información deberá incluir las generalidades de la cobertura de la llanura inundable, de modo que para la definición de las características de la estructura de monitoreo, se contemplen los cambios en cobertura que son necesarios.
- b. El levantamiento batimétrico de las secciones transversales debe ser suficientemente detallado para cada sección transversal. El levantamiento batimétrico debe hacerse tomando secciones transversales cada 10 metros sobre la corriente principal, 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, en la dirección longitudinal de los mismos. Para cada sección se debe identificar el nivel de banca llena.
- c. Adicionalmente, en todas las secciones transversales obtenidas se debe reportar el nivel del agua el día del levantamiento. De igual manera se espera que en el levantamiento topográfico se cuente con la realización de aforos, de manera que se puedan amarrar los niveles medidos topográficamente con las mediciones de caudal, lo cual servirá para el ajuste y calibración del modelo hidráulico.
- d. En el caso de que existan obras laterales (Ej: jarillones, muros de contención o gaviones), indicar claramente el inicio y final de la obra de control fluvial tanto en la dirección longitudinal como transversal a las corrientes de agua.
- e. En el análisis hidráulico y de corrientes predominantes, deben destacarse zonas muertas en cercanías a la ubicación actual de las estaciones de monitoreo, de manera que se excluyan de los puntos de ubicación de las estaciones automáticas.
- f. El análisis de modelación hidráulica debe realizarse mediante una herramienta técnicamente validada y soportada para este tipo de ejercicios, con el cual se reconozcan los niveles mínimos, medios, máximos y caudales de diseño de la corriente principal, junto con el análisis de la dinámica

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

fluvial para estos mismos caudales.

Como resultado de esta fase, la empresa deberá proponer el sitio exacto de la ubicación de las estaciones automáticas, que serán representativas de las actuales MGE1, MGE2 y MGE4, contemplando la dinámica hidrológica y eliminando posibles aspectos generados de incertidumbre en la información como los remansos, turbulencias, etc. Esta propuesta de ubicación, deberá ser aprobada por la ANLA. (La evaluación y aprobación es responsabilidad directa de la ANLA, pero se contará con el aval técnico del IDEAM y el acompañamiento de la CAM).

2. DISEÑO ESTACIONES AUTOMÁTICAS Y ESTRUCTURAS ANEXAS

Para la etapa de diseño, es necesario relacionar los resultados del análisis hidráulico, además de los aspectos de seguridad y los necesarios que garanticen la confiabilidad de los datos obtenidos para cada estación proyectada.

El diseño establecido para las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4, debe cumplir con las siguientes observaciones:

a. Elementos de Seguridad

Para garantizar el cuidado de los equipos de monitoreo y permitir la precisión de los datos, es necesario establecer la seguridad de los equipos que realizan medición directa sobre el río y los equipos externos para la transmisión de los datos.

Para la protección de los productos externos es posible establecer el cerramiento de los equipos, los cuales pueden estar dispuestos en forma de torre. De igual forma, es necesario incluir restricciones de acceso en la parte superior e inferior para controlar el acceso delincriminal o la afectación por la variedad de especies circundante (aves, reptiles, insectos, entre otros), sin interrumpir las actividades de inspección y mantenimiento de los sistemas.

Para los equipos sumergidos es necesario establecer sistemas de amortiguación de crecientes, control de material flotante o sumergido, que pueda impactar sobre los sistemas de monitoreo, control anti vandálico, buscando el cumplimiento de las medidas de seguridad del personal operativo, sin que esto altere las actividades de mantenimiento y control de los equipos.

b. Elementos de Monitoreo

Para el monitoreo de la calidad de agua en la corriente se hace necesaria la implementación de los siguientes sistemas:

- ✓ **Monitoreo Hidrométrico:** por el medio del cual, se conocerán los niveles del río Magdalena, para que estos puedan ser convertidos a caudal a través de una curva de calibración nivel (H) vs caudal (Q), la tecnología para lectura directa de esta variable, deberá ser considerada de acuerdo con las condiciones de la zona. Las estaciones en donde actualmente no se cuenta con curva de calibración H vs Q, deberán ser dotadas con las estructuras para la ejecución de aforos por suspensión y/o vadeo, así como, con miras externas para calibración de equipos y registro de niveles de agua durante la medición. Las variables medidas por este tipo de estación deberán ser transmitidas en tiempo real.
- ✓ **Monitoreo Pluviométrico:** para lo cual la empresa deberá establecer un sistema de monitoreo que permita conocer la variación de la precipitación por cada punto de monitoreo, que permita conocer los cambios climatológicos relacionados aguas abajo del embalse del Quimbo y su relación con la calidad del agua.
- ✓ **Monitoreo de Calidad del Agua:** las estaciones de monitoreo deberán medir los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH y Temperatura, de manera que se permita la calibración u operación independiente de cada elemento de monitoreo (sondas independientes para cada parámetro), sin perjudicar la medición de todas las variables. Para los casos en los que no se cuenta con sistemas de monitoreo independiente, se podrán utilizar sensores combinados por hasta 3 parámetros (el Oxígeno Disuelto, si deberá tener sonda

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

independiente).

Los sensores deberán contemplar rangos de medición apropiados, que abarquen datos mínimos y máximos requeridos para analizar su variabilidad.

c. Obra Civil

El diseño de las obras civiles deberá contar como mínimo con:

- ✓ **Sistema soporte de sensores, alojamiento de equipos y seguridad:** Esta podrá ser en concreto, metalmecánica, combinada o la que sea establecida por la empresa, que permita la estabilidad del sitio, el soporte de los diferentes tipos de sensores para las condiciones óptimas de lectura de valores máximos y mínimos, así, como el alojamiento seguro, tratando de mantener la integridad de los equipos contra efectos naturales y vandálicos.
- ✓ **Sistema autónomo de alimentación de energía eléctrica:** Para limitar la dependencia y solicitud de acometidas eléctricas por parte de un distribuidor autorizado, se recomienda establecer sistemas de aprovisionamiento energético que permita la autonomía y respaldo de alimentación eléctrica a la estación, para que opere siete (7) días a la semana las 24 horas del día, el cual debe estar debidamente protegido con un sistema de seguridad eléctrico contra picos de voltaje, sobre corriente, entre otros aspectos.
- ✓ **Sistema de lectura y almacenamiento automático de datos:** En el que se incluye el conjunto de sensores de calidad de agua, de nivel y precipitación incluidos los controladores que hacen parte de la estación, interconectados mediante protocolos estándar de comunicación, los cuales deberán ser instalados y soportados en la estructura civil de acuerdo a las condiciones específicas de cada punto, permitiendo que se cumplan todos los requerimientos mínimos para que en la lectura no se presente interferencia entre sensores, obstrucciones, o cualquier otro tipo de acción que afecte la adecuada lectura de los datos.

d. Elementos de Transmisión

El sistema de transmisión de datos podrá ser establecido por la empresa, garantizando el control oportuno de la información transmitida al centro de Control, la empresa deberá especificar las razones de su elección. Las especificaciones de diseño deberán contemplar el respectivo sistema autónomo de transmisión de datos que permita contar con la información en tiempo real al Centro de Control propuesto por la empresa, con la validación del IDEAM, la CAM y la ANLA.

La información deberá ser transmitida al sistema de almacenamiento de datos del Centro de Control establecido por los sistemas o mecanismos de integración compatibles o estándar con los sistemas de almacenamiento local.

e. Elementos de Análisis

Para la recepción de la información se requiere contar con la capacidad técnica que permita establecer normalidad de los datos, homogenización, definición de alertas y la programación de los mantenimientos necesarios por estación y parámetros de calidad de agua.

De igual manera se debe contemplar el manejo detallado de las descripciones de las estaciones establecidas para cada periodo de avance por fase de diseño, construcción, monitoreo, calibración y mantenimiento periódico.

Como resultado de esta fase, la empresa deberá presentar el diseño completo de las estaciones y demás estructuras anexas, para la correspondiente aprobación de la ANLA, antes de dar inicio como tal, a las obras de construcción e instalación de las estaciones.

3. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INSTALACIÓN

Una vez aceptadas los diseños establecidos por la empresa y evaluado su respectivo cronograma, esta

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

deberá contemplar un periodo de dos (2) meses ¹para el desarrollo y construcción de las obras requeridas para la instalación de las estaciones automáticas.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y SEGUIMIENTO

Finalmente, una vez establecida la ubicación, el diseño y el tipo de estaciones a implementar, se deberá estructurar un plan específico de mantenimiento, calibración y seguimiento de las estaciones automáticas, con el cual se garantice la representativa de la información y la confiabilidad de la misma.

Este plan deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Mantenimiento de los sensores con base en las condiciones definidas en sus respectivas fichas técnicas y a las condiciones hidrológicas y agentes externos de perturbación.
2. Rutina de mantenimientos (preventivos y correctivos).
3. Calibración de los equipos (directa en campo y remota), acompañado de campañas de contramuestreo con sondas portátil y muestras para laboratorio y aforos de caudal.
4. Alertas de manteamiento de las sondas.
5. Análisis de datos picos.
6. Mantenimiento de estructuras anexas.
7. Entre otras actividades que la empresa defina.

Nota: La evaluación y aprobación de cada una de las fases, es responsabilidad de la ANLA, pero se contará con el apoyo y aval técnico del IDEAM y el acompañamiento de la CAM, para finalmente modificar el programa de seguimiento y monitoreo establecido al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo y las obligaciones asociadas, teniendo en cuenta para ello la adición de los nuevos elementos para el seguimiento y control de los parámetros objeto de medición con las estaciones automáticas.

Requerimientos: Realizar la instalación de estaciones de medición automáticas, de parámetros in situ (Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH, Temperatura, Niveles de la corriente y Precipitación), en puntos que sean representativos de las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4.

Debido a que las características propias de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4 son diversas, las especificaciones técnicas de cada estación de monitoreo automático, no exigen una generalidad, por lo tanto, para el desarrollo de esta obligación, la empresa deberá dar cumplimiento a las siguientes etapas, cuyo alcance fue discutido en reuniones realizadas por parte profesionales de la ANLA y el Subdirector de Hidrología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM:

1. DIAGNÓSTICO Y ESTUDIOS PREVIOS

- Desarrollar de un modelo hidráulico que incluya la modelación de escenarios del estado actual y los caudales calculados para diferentes periodos de retorno y los relacionados con la operación del embalse, al respecto y para un correcto levantamiento de la información, necesaria como entrada del modelo hidráulico se deberá cumplir como mínimo lo siguiente:
 - a. Hacer el levantamiento topo-batimétrico de la corriente principal y la zona de confluencia de otros caños y quebradas que se encuentren 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, obteniendo las características de la llanura de inundación de la corriente principal a cada lado en una distancia de por lo menos 50 a 100 metros. Esta información deberá incluir las generalidades de la cobertura de la llanura inundable, de modo que, para la definición de las características de la estructura de monitoreo, se contemplen los cambios en cobertura que son necesarios.
 - b. El levantamiento batimétrico de las secciones transversales debe ser suficientemente detallado para cada sección transversal. El levantamiento batimétrico debe hacerse tomando secciones transversales cada 10 metros sobre la corriente principal, 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, en la dirección longitudinal de los mismos. Para cada sección se debe identificar el nivel de banca llena.

¹ Este tiempo está supeditado al que la empresa proponga en la fase anterior y ANLA apruebe.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

- c. En todas las secciones transversales obtenidas se debe reportar el nivel del agua el día del levantamiento. De igual manera se espera que en el levantamiento topográfico se cuente con la realización de aforos, de manera que se puedan amarrar los niveles medidos topográficamente con las mediciones de caudal, lo cual servirá para el ajuste y calibración del modelo hidráulico.
- d. En el caso de que existan obras laterales (Ej.: jarillones, muros de contención o gaviones), indicar claramente el inicio y final de la obra de control fluvial tanto en la dirección longitudinal como transversal a las corrientes de agua.
- e. En el análisis hidráulico y de corrientes predominantes, deben destacarse zonas muertas en cercanías a la ubicación actual de las estaciones de monitoreo, de manera que se excluyan de los puntos de ubicación de las estaciones automáticas.
- f. El análisis de modelación hidráulica debe realizarse mediante una herramienta técnicamente validada y soportada para este tipo de ejercicios, con el cual se reconozcan los niveles mínimos, medios, máximos y caudales de diseño de la corriente principal, junto con el análisis de la dinámica fluvial para estos mismos caudales.

Como resultado de esta fase, la empresa deberá proponer el sitio exacto de la ubicación de las estaciones automáticas, que serán representativas de las actuales MGE1, MGE2 y MGE4, contemplando la dinámica hidrológica y eliminando posibles aspectos generados de incertidumbre en la información como los remansos, turbulencias, etc.

La empresa deberá dar cumplimiento con el desarrollo de esta actividad, en los dos (2) primeros meses contados a partir de ejecutoria del acto administrativo que acoja el presente documento, a fin de que la ubicación de las estaciones de monitoreo sea aprobada por parte de esta Autoridad.

2. DISEÑO ESTACIONES AUTOMÁTICAS Y ESTRUCTURAS ANEXAS

- Para la etapa de diseño, es necesario relacionar los resultados del análisis hidráulico, además de los aspectos de seguridad y los necesarios que garanticen la confiabilidad de los datos obtenidos para cada estación proyectada.
- El diseño establecido para las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4, debe cumplir como mínimo lo siguiente:

a. Elementos de Seguridad

1. Establecer el tipo de seguridad de los equipos que realizan medición directa sobre el río y los equipos externos para la transmisión de los datos.
2. Para la protección de los productos externos es posible establecer el cerramiento de los equipos, los cuales pueden estar dispuestos en forma de torre.
3. Incluir restricciones de acceso en la parte superior e inferior para controlar el acceso delincuencia o la afectación por la variedad de especies circundante (aves, reptiles, insectos, entre otros), sin interrumpir las actividades de inspección y mantenimiento de los sistemas.
4. Para los equipos sumergidos es necesario establecer sistemas de amortiguación de crecientes, control de material flotante o sumergido, que pueda impactar sobre los sistemas de monitoreo, control anti vandálico, buscando el cumplimiento de las medidas de seguridad del personal operativo, sin que esto altere las actividades de mantenimiento y control de los equipos.

b. Elementos de Monitoreo

Para el monitoreo de la calidad de agua en la corriente se hace necesaria la implementación de los siguientes sistemas:

1. **Monitoreo Hidrométrico:** por el medio del cual, se conocerán los niveles del río Magdalena, para que estos puedan ser convertidos a caudal a través de una curva de calibración nivel (H) vs caudal (Q), la tecnología para lectura directa de esta variable, deberá ser considerada de acuerdo con las

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

condiciones de la zona. Las estaciones en donde actualmente no se cuente con curva de calibración H vs Q, deberán ser dotadas con las estructuras para la ejecución de aforos por suspensión y/o vadeo, así como, con miras externas para calibración de equipos y registro de niveles de agua durante la medición. Las variables medidas por este tipo de estación deberán ser transmitidas en tiempo real.

2. **Monitoreo Pluviométrico:** para lo cual la empresa deberá establecer un sistema de monitoreo que permita conocer la variación de la precipitación por cada punto de monitoreo, que permita conocer los cambios climatológicos relacionados aguas abajo del embalse del Quimbo y su relación con la calidad del agua.
3. **Monitoreo de Calidad del Agua:** las estaciones de monitoreo deberán medir los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH y Temperatura, de manera que se permita la calibración u operación independiente de cada elemento de monitoreo (sondas independientes para cada parámetro), sin perjudicar la medición de todas las variables. Para los casos en los que no se cuente con sistemas de monitoreo independiente, se podrán utilizar sensores combinados por hasta 3 parámetros (el Oxígeno Disuelto, si deberá tener sonda independiente).

Los sensores deberán contemplar rangos de medición apropiados, que abarquen datos mínimos y máximos requeridos para analizar su variabilidad.

c. Obra Civil

El diseño de las obras civiles deberá contar como mínimo con:

1. **Sistema soporte de sensores, alojamiento de equipos y seguridad:** Esta podrá ser en concreto, metalmecánica, combinada o la que sea establecida por la empresa, que permita la estabilidad del sitio, el soporte de los diferentes tipos de sensores para las condiciones óptimas de lectura de valores máximos y mínimos, así, como el alojamiento seguro, tratando de mantener la integridad de los equipos contra efectos naturales y vandálicos.
2. **Sistema autónomo de alimentación de energía eléctrica:** Para limitar la dependencia y solicitud de acometidas eléctricas por parte de un distribuidor autorizado, se recomienda establecer sistemas de aprovisionamiento energético que permita la autonomía y respaldo de alimentación eléctrica a la estación, para que opere siete (7) días a la semana las 24 horas del día, el cual debe estar debidamente protegido con un sistema de seguridad eléctrico contra picos de voltaje, sobre corriente, entre otros aspectos.
3. **Sistema de lectura y almacenamiento automático de datos:** En el que se incluye el conjunto de sensores de calidad de agua, de nivel y precipitación incluidos los controladores que hacen parte de la estación, interconectados mediante protocolos estándar de comunicación, los cuales deberán ser instalados y soportados en la estructura civil de acuerdo a las condiciones específicas de cada punto, permitiendo que se cumplan todos los requerimientos mínimos para que en la lectura no se presente interferencia entre sensores, obstrucciones, o cualquier otro tipo de acción que afecte la adecuada lectura de los datos.
4. **Elementos de Transmisión:** El sistema de transmisión de datos podrá ser establecido por la empresa, garantizando el control oportuno de la información transmitida al centro de Control, la empresa deberá especificar las razones de su elección. Las especificaciones de diseño deberán contemplar el respectivo sistema autónomo de transmisión de datos que permita contar con la información en tiempo real al Centro de Control propuesto por la empresa, con la validación del IDEAM, la CAM y la ANLA.

La información deberá ser transmitida al sistema de almacenamiento de datos del Centro de Control establecido por los sistemas o mecanismos de integración compatibles o estándar con los sistemas de almacenamiento local.

d. Elementos de Análisis

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

1. Para la recepción de la información se requiere contar con la capacidad técnica que permita establecer normalidad de los datos, homogenización, definición de alertas y la programación de los mantenimientos necesarios por estación y parámetros de calidad de agua.
 2. Se debe contemplar el manejo detallado de las descripciones de las estaciones establecidas para cada periodo de avance por fase de diseño, construcción, monitoreo, calibración y mantenimiento periódico.
- Como resultado de esta fase, la empresa deberá presentar el diseño completo de las estaciones y demás estructuras anexas, para la correspondiente aprobación de la ANLA, antes de dar inicio como tal, a las obras de construcción e instalación de las estaciones.

Contempladas las observaciones para la etapa de diseño, la empresa deberá presentar en un tiempo de dos (2) meses contados a partir de la aprobación de los sitios de ubicación de las estaciones por parte de la ANLA, el cronograma de actividades de construcción, las especificaciones de las estaciones de monitoreo, transmisión y manejo de datos. Al respecto se debe señalar, que si el diseño, se contempla la solicitud de permisos adicionales como el de ocupación de cauces y lechos, estos tiempos se deberán contemplar en el cronograma.

3. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INSTALACIÓN

Una vez aceptados los diseños establecidos por la empresa y evaluado su respectivo cronograma por parte de la ANLA, esta deberá contemplar un periodo de dos (2) meses, para el desarrollo y construcción de las obras requeridas para la instalación de las estaciones automáticas.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y SEGUIMIENTO

- Una vez establecida la ubicación, el diseño y el tipo de estaciones a implementar, se deberá estructurar un plan específico de mantenimiento, calibración y seguimiento de las estaciones automáticas, con el cual se garantice la representativa de la información y la confiabilidad de la misma.

Este plan deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Mantenimiento de los sensores con base en las condiciones definidas en sus respectivas fichas técnicas y a las condiciones hidrológicas y agentes externos de perturbación.
2. Rutina de mantenimientos (preventivos y correctivos).
3. Calibración de los equipos (directa en campo y remota), acompañado de campañas de contramuestreo con sondas portátil y muestras para laboratorio y aforos de caudal.
4. Alertas de mantedamiento de las sondas.
5. Análisis de datos picos.
6. Mantenimiento de estructuras anexas.
7. Entre otras actividades que la empresa defina.

Este plan deberá entregarse junto con los diseños y cronograma de trabajo, para su correspondiente evaluación y aprobación.

(...)

Fundamentos Legales

La Constitución Política de Colombia en el Capítulo Tercero del Título Segundo denominado “*De los derechos, las garantías y los deberes*”, incluyó los derechos colectivos y del ambiente, o también llamados derechos de tercera generación, con el fin de regular la preservación del ambiente y de sus recursos naturales, comprendiendo el deber que tienen el Estado y sus ciudadanos de realizar todas las acciones para protegerlo, e implementar aquellas que sean necesarias para mitigar el impacto que genera la actividad antrópica sobre el entorno natural.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

El artículo 79 de la Constitución Política establece que *“todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano”* y así mismo, que *“es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”*.

Por mandato constitucional² *“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”*.

La Ley 99 de 1993³, dispuso la creación del Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como el *“organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible”*.

Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

En ejercicio de las facultades extraordinarias conferidas en los literales d), e) y f), del artículo 18 de la Ley 1444 de 2011, el Gobierno Nacional expide el Decreto 3573 del 27 de septiembre de 2011, creando la AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA, y le asignó entre otras funciones, la de *“Otorgar o negar las licencias, permisos y trámites ambientales de Competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”*.

Acorde con lo establecido en el numeral 2 del Artículo 3º del Decreto 3573 del 27 de septiembre de 2011, mediante el cual se disponen las funciones de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, le corresponde a esta Autoridad, realizar el seguimiento de las licencias, permisos y trámites ambientales.

A través del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 el Gobierno Nacional expidió el Decreto Único Reglamentado del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyo objeto es compilar la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en ejercicio de las facultades reglamentarias conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las leyes del sector Ambiente. Ahora bien, el artículo 3.1.2 de la Parte 1 del Libro 3 del citado decreto, señala que el mismo rige a partir de su publicación en el Diario Oficial, hecho acaecido el día 26 de mayo de 2015 en razón a la publicación efectuada en el Diario Oficial N° 49523.

Mediante el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 citado, el Gobierno Nacional reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias con el objetivo de fortalecer el proceso de licenciamiento ambiental, la gestión de las autoridades ambientales y promover la responsabilidad ambiental en aras de la protección del medio ambiente.

A su vez, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, establece en el numeral 8 del artículo 2.2.2.3.9.1 de la Sección 9 del Control y Seguimiento Capítulo 3 de Licencias Ambientales Título 2 Parte 2, Libro 2, que uno de los propósitos de las actividades de control y seguimiento que la autoridad ambiental competente efectúa a los proyectos, obras o actividades es el de *“imponer medidas ambientales adicionales para prevenir, mitigar o corregir impactos ambientales no previstos en los estudios ambientales del proyecto”*. (Subrayado fuera de texto)

Además de lo anterior, el artículo mencionado también dispone que *“En el desarrollo de dicha gestión, la autoridad ambiental podrá realizar entre otras actividades, visitas al lugar donde se desarrolla el proyecto, hacer requerimientos, imponer obligaciones ambientales, corroborar técnicamente o a través de pruebas los resultados de los monitoreos realizados por el beneficiario de la Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental”* (Subrayado fuera de texto).

² Artículo 80 Constitución Política de Colombia

³ Artículo 2º de la Ley 99 de 1993.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

En consecuencia, se considera necesario imponer a EMGESA S.A E.S.P., las medidas ambientales adicionales que se relacionarán en la parte resolutive del presente acto administrativo a fin que las mismas, garanticen un adecuado manejo ambiental del proyecto.

Mediante Resolución 1467 del 09 de septiembre de 2016, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “*por la que se efectúa un encargo*”, se encargó a la Subdirectora de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la ANLA, en el empleo de Director General de la ANLA hasta tanto se provea en forma definitiva, por lo cual se encuentra facultada para suscribir el presente Acto Administrativo.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Imponer a EMGESA S.A E.S. P, por las razones expuestas en la parte considerativa del presente acto administrativo, la siguiente obligación adicional:

1. Presentar la propuesta de manejo de caudales cuando se presente una condición en la cual a nivel horario implique una descarga de caudal turbinado entre 0 y menor a 36m³/s, de tal manera que se asegure que en todo momento se dan las condiciones mínimas de 36 m³/s, teniendo en cuenta para ello que el caudal ecológico aportado a través de la descarga de fondo, solo fue considerado durante el llenado del embalse, en cumplimiento del Programa de manejo de calidad de aguas en el embalse y aguas abajo y de la Ficha de Manejo 7.2.7.6.5 Caudal ecológico durante el llenado y operación.

PARAGRAFO: EMGESA S.A E.S. P deberá allegar la información solicitada en el presente artículo presentando los soportes, información o registros en el término de un (1) mes contado a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

ARTÍCULO SEGUNDO: Imponer a EMGESA S.A E.S. P, por las razones expuestas en la parte considerativa del presente acto administrativo, las siguientes obligaciones adicionales y presentar los soportes de cumplimiento en el tiempo que especifique cada obligación:

1. Realizar la instalación de estaciones de medición automáticas, de parámetros in situ (Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH, Temperatura, Niveles de la corriente y Precipitación), en puntos que sean representativos de las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4, teniendo en cuenta las siguientes etapas:

1.1 **Diagnóstico y Estudios Previos:** Desarrollar un modelo hidráulico que incluya la modelación de escenarios del estado actual y los caudales calculados para diferentes periodos de retorno y los relacionados con la operación del embalse. Para un correcto levantamiento de la información es necesario como entrada del modelo hidráulico cumplir como mínimo con lo siguiente, lo cual deberá presentarse en el término de 2 meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo:

- a. Hacer el levantamiento topo-batimétrico de la corriente principal y la zona de confluencia de otros caños y quebradas que se encuentren 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, obteniendo las características de la llanura de inundación de la corriente principal a cada lado en una distancia de por lo menos 50 a 100 metros. Esta información deberá incluir las generalidades de la cobertura de la llanura inundable, de modo que, para la definición de las características de la estructura de monitoreo, se contemplen los cambios en cobertura que son necesarios.
- b. El levantamiento batimétrico de las secciones transversales debe ser suficientemente detallado para cada sección transversal. El levantamiento batimétrico debe hacerse tomando secciones transversales cada 10 metros sobre la corriente principal, 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de los puntos MGE1, MGE2 y MGE4, en la dirección longitudinal de los mismos. Para cada sección se debe identificar el nivel de banca llena.
- c. En todas las secciones transversales obtenidas se debe reportar el nivel del agua el día del levantamiento. De igual manera se espera que en el levantamiento topográfico se cuente con la realización de aforos, de manera que se puedan amarrar los niveles medidos

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

topográficamente con las mediciones de caudal, lo cual servirá para el ajuste y calibración del modelo hidráulico.

- d. En el caso de que existan obras laterales (Ej: jarillones, muros de contención o gaviones), indicar claramente el inicio y final de la obra de control fluvial tanto en la dirección longitudinal como transversal a las corrientes de agua.
- e. En el análisis hidráulico y de corrientes predominantes, deben destacarse zonas muertas en cercanías a la ubicación actual de las estaciones de monitoreo, de manera que se excluyan de los puntos de ubicación de las estaciones automáticas.
- f. El análisis de modelación hidráulica debe realizarse mediante una herramienta técnicamente validada y soportada para este tipo de ejercicios, con el cual se reconozcan los niveles mínimos, medios, máximos y caudales de diseño de la corriente principal, junto con el análisis de la dinámica fluvial para estos mismos caudales.
- g. Como resultado de esta fase, la empresa deberá proponer el sitio exacto de la ubicación de las estaciones automáticas, que serán representativas de las actuales MGE1, MGE2 y MGE4, contemplando la dinámica hidrológica y eliminando posibles aspectos generados de incertidumbre en la información como los remansos y turbulencias. La evaluación y aprobación es responsabilidad directa de esta Autoridad, pero se contará con el aval técnico del IDEAM y el acompañamiento de la CAM.

1.2 Diseño Estaciones Automáticas y Escrituras Anexas: Es necesario relacionar los resultados del análisis hidráulico, además de los aspectos de seguridad y los necesarios que garanticen la confiabilidad de los datos obtenidos para cada estación proyectada. El diseño establecido para las estaciones MGE1, MGE2 y MGE4, debe cumplir como mínimo lo siguiente:

1.2.1. Elementos de Seguridad

- a) Establecer el tipo de seguridad de los equipos que realizan medición directa sobre el río y los equipos externos para la transmisión de los datos.
- b) Para la protección de los productos externos es posible establecer el cerramiento de los equipos, los cuales pueden estar dispuestos en forma de torre.
- c) Incluir restricciones de acceso en la parte superior e inferior para controlar el acceso delincinencial o la afectación por la variedad de especies circundante (aves, reptiles, insectos, entre otros), sin interrumpir las actividades de inspección y mantenimiento de los sistemas.
- d) Para los equipos sumergidos es necesario establecer sistemas de amortiguación de crecientes, control de material flotante o sumergido, que pueda impactar sobre los sistemas de monitoreo, control anti vandálico, buscando el cumplimiento de las medidas de seguridad del personal operativo, sin que esto altere las actividades de mantenimiento y control de los equipos.

1.2.2. Elementos de Monitoreo: Para el monitoreo de la calidad de agua en la corriente se hace necesaria la implementación de los siguientes sistemas:

- a) **Monitoreo Hidrométrico:** por el medio del cual se conocerán los niveles del río Magdalena, para que estos puedan ser convertidos a caudal a través de una curva de calibración nivel (H) vs caudal (Q), la tecnología para lectura directa de esta variable, deberá ser considerada de acuerdo con las condiciones de la zona. Las estaciones en donde actualmente no se cuente con curva de calibración H vs Q, deberán ser dotadas con las estructuras para la ejecución de aforos por suspensión y/o vadeo, así como, con miras externas para calibración de equipos y registro de niveles de agua durante la medición. Las variables medidas por este tipo de estación deberán ser transmitidas en tiempo real.
- b) **Monitoreo Pluviométrico:** para lo cual la empresa deberá establecer un sistema de monitoreo que permita conocer la variación de la precipitación por cada punto de monitoreo, que permita

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

conocer los cambios climatológicos relacionados aguas abajo del embalse del Quimbo y su relación con la calidad del agua.

- c) Monitoreo de Calidad del Agua: las estaciones de monitoreo deberán medir los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Turbidez, Sólidos en Suspensión (SS), pH y Temperatura, de manera que se permita la calibración u operación independiente de cada elemento de monitoreo (sondas independientes para cada parámetro), sin perjudicar la medición de todas las variables. Para los casos en los que no se cuente con sistemas de monitoreo independiente, se podrán utilizar sensores combinados por hasta 3 parámetros (el Oxígeno Disuelto, si deberá tener sonda independiente).

Los sensores deberán contemplar rangos de medición apropiados, que abarquen datos mínimos y máximos requeridos para analizar su variabilidad.

1.2.3. Obra Civil: El diseño de las obras civiles deberá contar como mínimo con:

- a) Sistema soporte de sensores, alojamiento de equipos y seguridad: Esta podrá ser en concreto, metalmecánica, combinada o la que sea establecida por la empresa, que permita la estabilidad del sitio, el soporte de los diferentes tipos de sensores para las condiciones óptimas de lectura de valores máximos y mínimos, así, como el alojamiento seguro, tratando de mantener la integridad de los equipos contra efectos naturales y vandálicos.
- b) Sistema autónomo de alimentación de energía eléctrica: Para limitar la dependencia y solicitud de acometidas eléctricas por parte de un distribuidor autorizado, se recomienda establecer sistemas de aprovisionamiento energético que permita la autonomía y respaldo de alimentación eléctrica a la estación, para que opere siete (7) días a la semana las 24 horas del día, el cual debe estar debidamente protegido con un sistema de seguridad eléctrico contra picos de voltaje, sobre corriente, entre otros aspectos.
- c) Sistema de lectura y almacenamiento automático de datos: En el que se incluye el conjunto de sensores de calidad de agua, de nivel y precipitación incluidos los controladores que hacen parte de la estación, interconectados mediante protocolos estándar de comunicación, los cuales deberán ser instalados y soportados en la estructura civil de acuerdo a las condiciones específicas de cada punto, permitiendo que se cumplan todos los requerimientos mínimos para que en la lectura no se presente interferencia entre sensores, obstrucciones, o cualquier otro tipo de acción que afecte la adecuada lectura de los datos.
- d) Elementos de Transmisión: El sistema de transmisión de datos podrá ser establecido por la empresa, garantizando el control oportuno de la información transmitida al centro de Control, la empresa deberá especificar las razones de su elección. Las especificaciones de diseño deberán contemplar el respectivo sistema autónomo de transmisión de datos que permita contar con la información en tiempo real al Centro de Control propuesto por la empresa, con la validación del IDEAM, la CAM y la ANLA.

La información deberá ser transmitida al sistema de almacenamiento de datos del Centro de Control establecido por los sistemas o mecanismos de integración compatibles o estándar con los sistemas de almacenamiento local.

1.2.4. Elementos de análisis

- a) Para la recepción de la información se requiere contar con la capacidad técnica que permita establecer normalidad de los datos, homogenización, definición de alertas y la programación de los mantenimientos necesarios por estación y parámetros de calidad de agua.
- b) Se debe contemplar el manejo detallado de las descripciones de las estaciones establecidas para cada periodo de avance por fase de diseño, construcción, monitoreo, calibración y mantenimiento periódico.

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

- c) Como resultado de esta fase, la empresa deberá presentar el diseño completo de las estaciones y demás estructuras anexas, para la correspondiente aprobación de la ANLA, antes de dar inicio como tal, a las obras de construcción e instalación de las estaciones.
- d) Contempladas las observaciones para la etapa de diseño, la empresa deberá presentar en un tiempo de dos (2) meses contados a partir de la aprobación de los sitios de ubicación de las estaciones por parte de la ANLA, el cronograma de actividades de construcción, las especificaciones de las estaciones de monitoreo, transmisión y manejo de datos. Al respecto se debe señalar, que, si en el diseño se contempla la solicitud de permisos adicionales como el de ocupación de cauces y lechos, estos tiempos se deberán contemplar en el cronograma.

1.3 Construcción de obras de instalación: Una vez aceptados los diseños establecidos por la empresa y evaluado su respectivo cronograma por parte de la ANLA, esta deberá contemplar un periodo de dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria del acto administrativo que los apruebe, para el desarrollo y construcción de las obras requeridas para la instalación de las estaciones automáticas.

1.4 Plan de mantenimiento, calibración y seguimiento: Una vez establecida la ubicación, el diseño y el tipo de estaciones a implementar, se deberá estructurar un plan específico de mantenimiento, calibración y seguimiento de las estaciones automáticas, con el cual se garantice la representatividad de la información y la confiabilidad de la misma, el cual deberá entregarse junto con los diseños y cronograma de trabajo, para su correspondiente evaluación y aprobación, además de contar con los siguientes aspectos:

- a) Mantenimiento de los sensores con base en las condiciones definidas en sus respectivas fichas técnicas y a las condiciones hidrológicas y agentes externos de perturbación.
- b) Rutina de mantenimientos (preventivos y correctivos).
- c) Calibración de los equipos (directa en campo y remota), acompañado de campañas de contramuestreo con sondas portátil y muestras para laboratorio y aforos de caudal.
- d) Alertas de mantenimiento de las sondas.
- e) Análisis de datos picos.
- f) Mantenimiento de estructuras anexas.
- g) Entre otras actividades que la empresa defina.

PARAGRAFO: Si en el diseño se requiere de permisos adicionales como el de ocupación de cauces y lechos, se deberá adelantar el trámite de modificación de licencia ambiental. Igualmente, la empresa deberá identificar si como resultado de la implementación de la metodología de monitoreo requiere la modificación del plan de monitoreo y seguimiento.

ARTÍCULO TERCERO: Comunicar el contenido del presente acto administrativo a las Alcaldías y Personerías Municipales de Garzón, Gigante, El Agrado, Paicol, Tesalia y Altamira en el Departamento del Huila, a la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios de la Procuraduría General de la Nación, a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena- CAM, y a la Defensoría del Pueblo Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente.

ARTÍCULO CUARTO: Comunicar el presente acto administrativo a la FUNDACIÓN EL CURÍBANO, a los señores Alexander López Quiroz, Luz Angélica Patiño, William Alfonso Navarro Grisales y Antonio José Perdomo Polanco; Gobernación del Huila y a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena —CAM, que han sido reconocidos a lo largo de diferentes actuaciones como terceros intervinientes.

ARTÍCULO QUINTO: Por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, notificar el contenido del presente acto administrativo al representante legal y/o apoderado debidamente constituido de la empresa EMGESA S.A. E.S.P., de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO SEXTO. - Publicar la presente Resolución en la Gaceta Ambiental de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, en los términos establecidos en la Ley.

ARTÍCULO SEPTIMO: En contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante el Director de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez

“Por la cual se imponen unas medidas ambientales adicionales”

(10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

COMUNÍQUESE, NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los 10 de febrero de 2017

Claudia V. González H

CLAUDIA VICTORIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Directora General (E)

Ejecutores

KEVIN DE JESUS CALVO ANILLO
Profesional Técnico/Contratista

**Revisores**

ADRIANA PAOLA RONDON
GARCIA
Líder Jurídico



SONIA GUEVARA CABRERA
Abogada

**Aprobadores**

ADRIANA PAOLA RONDON
GARCIA
Líder Jurídico



Expediente No. LAM 4090
Concepto Técnico N° 7105 Fecha 29 diciembre de 2016
Fecha: 30 de diciembre de 2016

Proceso No.: 2017009368
Plantilla_Resolucion_SILA_v2_42634

Nota: Este es un documento electrónico generado desde los Sistemas de Información de la ANLA. El original reposa en los archivos digitales de la Entidad.