



CPS No. 1020 DE 2016

APOYO AL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL EMBALSE DEL QUIMBO

Cumplimiento de la obligación contractual 2

Revisión de los planes de ordenamiento territorial de los municipios del área de influencia del embalse El Quimbo en concordancia con la normatividad vigente

Elaborado por

Julio Fierro Morales, Geólogo MSc. Geotecnia
Milena Ordoñez Potes, Ingeniera Civil MSc. Geotecnia
Diana Patricia Lozano Zafra, Geóloga MSc. Geoinformación
Ana María Llorente Valbuena, Ingeniera Ambiental MSc. Geomática (a)
Eduardo Quintero Chavarría, Ingeniero Civil MSc. Geofísica (a)
Andrés Castillo, Ingeniero Civil Esp. Recursos hidráulicos
David Aponte, Ingeniero civil MSc. Geotecnia (a)
Erika Cuida López, Geóloga
Angie Ramírez Huerta, Geóloga
Daniela Mateus Zabala, Geóloga
Juan Francisco Díaz González, Geólogo
Javier Valencia, Ingeniero Civil



Con la colaboración de los miembros del Grupo de Investigación Geoambiental TERRAE

José Sebastián Gómez Romero, estudiante de Geología
Jeremy Audrey León, estudiante de Geología
Vivian González Aldana, estudiante de Geología
Xiomara Triana Parra, estudiante de Geología
Nathalia Cerón Espejo, estudiante de Geología
María Alejandra Ramos Gámez, estudiante de Geología

Bogotá D.C., 25 de diciembre de 2016

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO	6
3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MUNICIPIOS OBJETO DE ESTUDIO	6
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	7
4.1	CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS	8
5	IMPLICACIONES EN TÉRMINOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	32
6	CONCLUSIONES	37
7	RECOMENDACIONES	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LOS MUNICIPIOS POTENCIALMENTE AFECTABLES POR EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO.	7
--	----------

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANÁLISIS MUNICIPIO EL AGRADO.	9
TABLA 2. ANÁLISIS MUNICIPIO ALTAMIRA	11
TABLA 3. ANÁLISIS MUNICIPIO GARZÓN.....	13
TABLA 4. ANÁLISIS MUNICIPIO GIGANTE	15
TABLA 5. ANÁLISIS MUNICIPIO TESALIA	17
TABLA 6. ANÁLISIS MUNICIPIO PAICOL	19
TABLA 7. ANÁLISIS MUNICIPIO HOBO	21
TABLA 8. ANÁLISIS MUNICIPIO NEIVA.....	23
TABLA 9. ANÁLISIS MUNICIPIO YAGUARÁ	25
TABLA 10. ANÁLISIS MUNICIPIO CAMPOALEGRE.....	27
TABLA 11. ANÁLISIS MUNICIPIO PALERMO	29
TABLA 12. ANÁLISIS MUNICIPIO RIVERA	31
TABLA 13. IMPLICACIONES EN TÉRMINOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	35

1 INTRODUCCIÓN

En términos de ordenamiento territorial, la incorporación del riesgo de desastre es fundamental para la definición de usos adecuados del suelo a corto, mediano y largo plazo del territorio. Por tal razón, la Ley 1523 de 2015, adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones, entre las cuales se encuentra la obligatoriedad de los municipios de incorporar la gestión del riesgo de desastre de manera integral en la planificación del desarrollo local, acciones estratégicas y prioritarias en materia de gestión del riesgo de desastres, especialmente, a través de los planes de ordenamiento territorial, de desarrollo municipal o distrital y demás instrumentos de gestión pública, como lo estipula el Parágrafo del Artículo 14, de la ley en mención.

En lo que refiere a amenaza de origen tecnológico, el Decreto 1807 de 2014, por el cual reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones., establece en el Parágrafo 2 del Artículo 3 que: *“Aquellos municipios o distritos que se encuentren expuestos a amenazas por otros fenómenos naturales (sísmicos, volcánicos, tsunami, entre otros) o de origen tecnológico, deben evaluarlas con base en la información disponible generada por las autoridades y sectores competentes y de acuerdo con la situación de cada municipio o distrito.”* Lo cual implica que los municipios localizados en el área de influencia de inundación generada por una eventual falla del sistema Quimbo – Betania, deberían incorporar en su revisión de sus planes de ordenamiento territorial las áreas afectadas por este escenario, así como contar con en sus planes municipales de gestión del riesgo las estrategias y medidas, para la alerta y respuesta temprana frente al escenario de riesgo de desastre que configura la ubicación y puesta en funcionamiento del proyecto hidroeléctrico El Quimbo.

En ese contexto, como apoyo a la Gobernación del Huila, se realiza un análisis desde una perspectiva geoambiental de los planes de ordenamiento territorial y Planes Municipales de Gestión de los municipios que se verían potencialmente afectados por evento de inundación súbita generado por una eventual falla del sistema Quimbo – Betania, entendiendo que:

- De acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, los responsables de realizar los Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia, son entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, en este caso EMGESA tal como se describe a continuación:

“Artículo 42. Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia. Todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de

Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis diseñará e implementará las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento”.

- Los principios generales que orientan la gestión del riesgo son (Artículo 3, Ley 1523 de 2015):

1. Principio de igualdad: *Todas las personas naturales tendrán la misma ayuda y el mismo trato al momento de atenderseles con ayuda humanitaria, en las situaciones de desastre y peligro que desarrolla esta ley.*

2. Principio de protección: *Los residentes en Colombia deben ser protegidos por las autoridades en su vida e integridad física y mental, en sus bienes y en sus derechos colectivos a la seguridad, la tranquilidad y la salubridad públicas y a gozar de un ambiente sano, frente a posibles desastres o fenómenos peligrosos que amenacen o infieran daño a los valores enunciados.*

3. Principio de solidaridad social: *Todas las personas naturales y jurídicas, sean estas últimas de derecho público o privado, apoyarán con acciones humanitarias a las situaciones de desastre y peligro para la vida o la salud de las personas.*

4. Principio de autoconservación: *Toda persona natural o jurídica, bien sea de derecho público o privado, tiene el deber de adoptar las medidas necesarias para una adecuada gestión del riesgo en su ámbito personal y funcional, con miras a salvaguardarse, que es condición necesaria para el ejercicio de la solidaridad social.*

5. Principio participativo: *Es deber de las autoridades y entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, reconocer, facilitar y promover la organización y participación de comunidades étnicas, asociaciones cívicas, comunitarias, vecinales, benéficas, de voluntariado y de utilidad común. Es deber de todas las personas hacer parte del proceso de gestión del riesgo en su comunidad.*

6. Principio de diversidad cultural: *En reconocimiento de los derechos económicos, sociales y culturales de las personas, los procesos de la gestión del riesgo deben ser respetuosos de las particularidades culturales de cada comunidad y aprovechar al máximo los recursos culturales de la misma.*

7. Principio del interés público o social: *En toda situación de riesgo o de desastre, el interés público o social prevalecerá sobre el interés particular. Los intereses locales, regionales, sectoriales y colectivos cederán frente al interés nacional, sin detrimento*

de los derechos fundamentales del individuo y, sin demérito, de la autonomía de las entidades territoriales.

8. Principio de precaución: Cuando exista la posibilidad de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas, a las instituciones y a los ecosistemas como resultado de la materialización del riesgo en desastre, las autoridades y los particulares aplicarán el principio de precaución en virtud del cual la falta de certeza científica absoluta no será óbice para adoptar medidas encaminadas a prevenir, mitigar la situación de riesgo.

9. Principio de sostenibilidad ambiental: El desarrollo es sostenible cuando satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de los sistemas ambientales de satisfacer las necesidades futuras e implica tener en cuenta la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo. El riesgo de desastre se deriva de procesos de uso y ocupación insostenible del territorio, por tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres.

10. Principio de gradualidad: La gestión del riesgo se despliega de manera continua, mediante procesos secuenciales en tiempos y alcances que se renuevan permanentemente. Dicha gestión continuada estará regida por los principios de gestión pública consagrados en el artículo 209 de la Constitución y debe entenderse a la luz del desarrollo político, histórico y socioeconómico de la sociedad que se beneficia.

11. Principio sistémico: La política de gestión del riesgo se hará efectiva mediante un sistema administrativo de coordinación de actividades estatales y particulares. El sistema operará en modos de integración sectorial y territorial; garantizará la continuidad de los procesos, la interacción y enlazamiento de las actividades mediante bases de acción comunes y coordinación de competencias. Como sistema abierto, estructurado y organizado, exhibirá las calidades de interconexión, diferenciación, recursividad, control, sinergia y reiteración.

12. Principio de coordinación: La coordinación de competencias es la actuación integrada de servicios tanto estatales como privados y comunitarios especializados y diferenciados, cuyas funciones tienen objetivos comunes para garantizar la armonía en el ejercicio de las funciones y el logro de los fines o cometidos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

13. Principio de concurrencia: La concurrencia de competencias entre entidades nacionales y territoriales de los ámbitos público, privado y comunitario que constituyen el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres, tiene lugar cuando la eficacia

en los procesos, acciones y tareas se logre mediante la unión de esfuerzos y la colaboración no jerárquica entre las autoridades y entidades involucradas. La acción concurrente puede darse en beneficio de todas o de algunas de las entidades. El ejercicio concurrente de competencias exige el respeto de las atribuciones propias de las autoridades involucradas, el acuerdo expreso sobre las metas comunes y sobre los procesos y procedimientos para alcanzarlas.

14. Principio de subsidiariedad: *Se refiere al reconocimiento de la autonomía de las entidades territoriales para ejercer sus competencias. La subsidiariedad puede ser de dos tipos: la subsidiariedad negativa, cuando la autoridad territorial de rango superior se abstiene de intervenir el riesgo y su materialización en el ámbito de las autoridades de rango inferior, si estas tienen los medios para hacerlo. La subsidiariedad positiva, impone a las autoridades de rango superior, el deber de acudir en ayuda de las autoridades de rango inferior, cuando estas últimas, no tengan los medios para enfrentar el riesgo y su materialización en desastre o cuando esté en riesgo un valor, un interés o un bien jurídico protegido relevante para la autoridad superior que acude en ayuda de la entidad afectada.*

15. Principio de oportuna información: *Para todos los efectos de esta ley, es obligación de las autoridades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mantener debidamente informadas a todas las personas naturales y jurídicas sobre: Posibilidades de riesgo, gestión de desastres, acciones de rehabilitación y construcción así como también sobre las donaciones recibidas, las donaciones administradas y las donaciones entregadas.*

2 OBJETIVO

Analizar la influencia del proyecto hidroeléctrico el Quimbo en los aspectos relacionados con la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial de los municipios localizados agua abajo del proyecto y que se verían potencialmente afectados bajo un evento de falla súbita del sistema Quimbo – Betania.

3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MUNICIPIOS OBJETO DE ESTUDIO

Se considera para el presente análisis los municipios localizados dentro del área de influencia directa definida en el proyecto, y aquellos municipios que se verían afectados por una falla del sistema Quimbo – Betania, los cuales corresponden a Tesalia, Potrerillos, Hobo, Yaguará, Palermo, Rivera y Neiva.

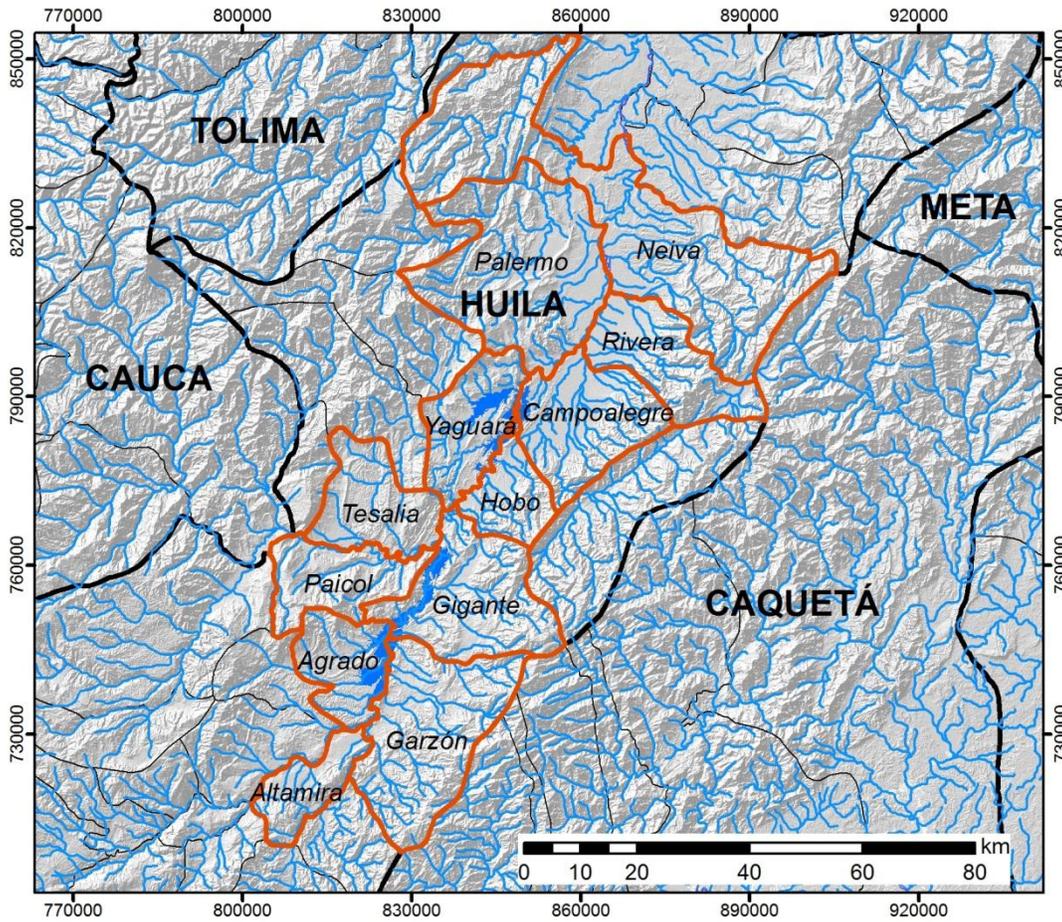


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LOS MUNICIPIOS POTENCIALMENTE AFECTABLES POR EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Corporación Terrae llevó a cabo un análisis a los documentos de Línea Base del Estudio de Impacto Ambiental elaborado por Emgesa a través de la empresa Ingetec y remitido a la autoridad ambiental del orden nacional en 2008 para la obtención de la Licencia Ambiental. Los resultados se encuentran plasmados en el producto “Revisión geoambiental y de riesgo” que acompaña el presente documento y de ese análisis se concluye que existen incertidumbres importantes frente a las condiciones de estabilidad y seguridad del Proyecto Hidroeléctrico el Quimbo.

Adicionalmente, se logró establecer que existen municipios que no se encuentran incluidos en el área de influencia directa identificada dentro del Estudio de Impacto Ambiental, localizados aguas abajo de la localización del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, los cuales de acuerdo con la modelación realizada por la Corporación Terrae e incluso por el análisis de riesgo realizado bajo el escenario de falla del sistema descrito en

el Plan de Contingencia del proyecto EMGESA – INGETEC (2015), se verían afectados bajo un evento de falla en cadena del Quimbo y Betania.

A continuación se realiza un análisis de las implicaciones del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, frente a las determinaciones del uso del suelo de los municipios objeto de estudio.

4.1 CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS

A partir del análisis de los EOT, PBOT y POT de los municipios objeto de estudio, así como resultados arrojados por los productos generados por la Corporación TerraE “REVISIÓN GEOAMBIENTAL Y DE RIESGO”, “SISMICIDAD NATURAL E INDUCIDA” y “CAUDALES ECOLÓGICOS Y CALIDAD DEL AGUA” (los cuales acompañan el presente producto), se tienen las siguientes consideraciones:

A. Tipo de afectación:

- Inundación permanente por llenado del embalse: municipios localizados dentro del área de llenado de la presa.
- Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania: municipios localizados aguas abajo del proyecto El Quimbo, los cuales se verían afectados bajo un evento de inundación súbita por la falla del sistema Quimbo – Betania.

Los resultados se desarrollan en las siguientes tablas por cada uno de los municipios:

TABLA 1. ANÁLISIS MUNICIPIO EL AGRADO.

Nombre del municipio:	El Agrado
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Generales	<ul style="list-style-type: none"> • Teniendo en cuenta que el EOT se hizo en 2001, para un periodo de 9 años, no se tiene en cuenta la influencia del PHEQ en los análisis de amenaza y riesgo. • En el EOT del municipio define al río Magdalena como ecosistema de gran importancia, no sólo municipal sino nacional, incluso con directrices que orienten a visualizarlo como patrimonio nacional.
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • No incluye mapa o información relacionada con la amenaza por movimientos en masa o por inundaciones. • Es necesario realizar un mapa geológico a detalle y el levantamiento de la respectiva columna estratigráfica que permita identificar la competencia de los materiales dentro y en cercanías del vaso del embalse, el cual se encuentra hacia el oriente del municipio. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con el embalse del Quimbo. • En cuanto al componente geomorfológico, es necesario hacer un inventario de procesos de remoción en masa (deslizamientos y flujos de detritos) que puedan afectar las laderas que limitan el embalse. Esto teniendo en cuenta que dichos procesos aumentan el aporte de sedimentos, generando una carga de sólidos considerada que debe ser estudiada en detalle para tener claro si se ve afectada la vida útil del sistema hidroeléctrico El Quimbo.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto.	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Suaza y el río Magdalena.</p> <p>Se han identificado múltiples eventos de inundaciones y avenidas torrenciales en la quebrada La Yaguilga que han afectado las veredas de La Galda, La Yaguilga y San José de Belén, dejando múltiples familias damnificadas.</p> <p>Para amenaza baja por inundación se identifica un área de 884,37 Ha que corresponden en su mayoría a zonas sembradas y la bocatoma del acueducto La Galda. Estos eventos están asociada principalmente a la quebrada La Yaguilga y otros cuerpos como quebrada Buenavista y el río Magdalena.</p>

Nombre del municipio:	El Agrado
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones, temperatura media del aire y categorización de clima.
Hidrogeología	Debido a la cercanía del municipio con el embalse del Quimbo, se considera pertinente la caracterización de los acuíferos que se encuentren en la zona y estimar el cambio en su dinámica producto de la presencia del embalse. Como el nivel del embalse va a afectar directamente el municipio de agrado se considera necesario estudiar los efectos que tendría el cambio del nivel freático en la activación de procesos morfodinámicos. Es necesario por tanto la construcción de modelos hidrogeológicos detallados de los depósitos recientes e instrumentación con piezómetros especialmente en el área de los procesos morfodinámicos.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que todo el municipio es considerado como una zona de alta amenaza sísmica, se debe tener hacer un monitoreo constante y detallado sobre la incidencia que tiene la presencia del embalse en el comportamiento sísmico de la zona. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales. • Se debe contemplar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de las zonas, haciendo énfasis en las que presentan actividad neotectónica. Esto con el fin de identificar zonas con problemas de estabilidad y poder plantear un Plan de Contingencias que ayude a minimizar los posibles daños relacionados
Calidad del agua	Dentro de la microcuenca de la quebrada La Yaguilga, en particular en el sector de la Quebrada Chimbayaco, existen cultivos de café, lo cual tiene graves repercusiones en la calidad del agua de estos cuerpos. Si se tiene en cuenta que son afluentes del río Magdalena y ahora, en su desembocadura, el río ya no es un cuerpo lotico sino lentic, la posibilidad de autodepuración del río al recibir este afluente contaminado disminuye, entendiendo que no tiene las dinámicas de oxigenación y autorrecuperación iniciales, aumentando así la contaminación del río Magdalena. Lo anterior va en contravía del interés del POT de rescatar la importancia del río Magdalena.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	No aplica

TABLA 2. ANÁLISIS MUNICIPIO ALTAMIRA

Nombre del municipio:	Altamira
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Generales	<ul style="list-style-type: none"> • Aun cuando el EOT tienen una validez para los años entre 2014 a 2017 y fue presentado después de haberse otorgado la Licencia Ambiental a EMGESA S.A, no se contempla el PHEQ como una fuente de amenaza.
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • La presencia de la cola del embalse en la porción septentrional del municipio, podría afectar la estabilidad de las laderas a ambos lados, generando, aumentando o agravando los fenómenos de remoción en masa. Se recomienda hacer mapas geológicos y geomorfológicos detallados de la zona de influencia del PHEQ, los cuales permitan identificar el tipo y estado de los materiales presentes que condicionan la estabilidad del terreno. • Se debe tener en cuenta que tan susceptible es la zona frente a procesos de movimientos en masa, teniendo en cuenta que estos podrían aportar sedimentos a los afluentes del embalse, haciendo que esta carga disminuya la vida útil del proyecto. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con el embalse del Quimbo, en particular de la Falla de Algeciras, cuyo trazo afecta el Municipio. • Revisión POT, documento diagnóstico: no incluye aspectos morfodinámicos ni de zonificación de amenaza por movimiento en masa e inundaciones. Dado que el municipio está aguas arriba de la represa, es importante incluir un inventario de procesos de movimientos en masa en cercanías al embalse del Quimbo, con el fin de monitorear posibles deslizamientos que se puedan reactivar por la dinámica de llenado y vaciado del embalse y genere zonas con condición de amenaza por movimientos en masa; es decir identificando procesos cuyo detonante sea la dinámica del embalse. De igual forma, al tener la presa, es necesario se haga una evaluación de amenaza por inundación, bajo la construcción y entrada de operación del proyecto hidroeléctrico. • Es necesario tener en cuenta la presencia de los volcanes Sotará, Pan de Azúcar, Puracé y Sierra Nevada de los Coconucos, los cuales se encuentran aguas arriba del municipio, conformando una amenaza por procesos de inundación y avalanchas generadas por el deshielo de estos debido a un eventual evento volcánico.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto.	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea

Nombre del municipio:	Altamira
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	<p>mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Suaza y el río Magdalena.</p> <p>Se han presentado eventos de inundación en las veredas El Puente y El Tigre y el llano de La virgen ocasionadas por el río Suaza y en la apte urbana el zanjón La Charca, dejando múltiples familias damnificadas y generando afectaciones a cultivos.</p> <p>Para amenaza baja por inundación se identifica un área de 570.478,37 m². Estos eventos están asociadas al zanjón La Charca (el cual ha afectado el casco urbano) y el río Suaza</p> <p>Se plantea el manejo artificial de caudales y la construcción de obras de infraestructura para protección de inundaciones a corto y mediano plazo.</p>
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones, temperatura media del aire y categorización de clima.
Hidrogeología	No hay afectación directa, sin embargo, ya que en el diagnóstico ambiental no se ha considerado la hidrogeología se sugiere mejorar este componente considerando en él la red de fracturas como un factor relevante. No se puede descartar las descargas en el embalse por recargas en el municipio. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escorrentía.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • No se contempla la posible afectación por sismicidad inducida por la presencia del embalse. • Como única fuente de sismicidad natural se reconoce la actividad de la Falla de Pitalito – Altamira, la cual pertenece al sistema de fallas Suaza – Garzón, sin embargo se desconoce cuál es la afectación que tienen la presión generada por el embalse en esta falla. • No se tiene claro cuál es la posible incidencia que tiene el peso permanente del agua en el Embalse El Quimbo sobre la actividad de la falla Pitalito – Altamira, la cual presenta evidencia de neotectonismo. Se recomienda hacer un análisis donde se contemple los posibles problemas de estabilidad relacionados al proyecto y darle el manejo adecuado. • Se recomienda hacer un monitoreo constante y detallado sobre el comportamiento sísmico de la zona luego de llenado el embalse del PHEQ • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	Aumento en la lámina de agua en el embalse del Quimbo en épocas de lluvia que podría conllevar a la inundación de predios.

TABLA 3. ANÁLISIS MUNICIPIO GARZÓN

Nombre del municipio:	Garzón
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Este municipio presenta alta complejidad estructural, con diferentes lineamientos y pliegues en su territorio, sin embargo en el EOT no se tiene claro cuál es la posible incidencia del peso permanente del agua en el Embalse El Quimbo, ubicado hacia el noroccidente del municipio. sobre la actividad del sistema de fallas de Garzón – Algeciras. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con el embalse. • Dado que la mayoría de los cauces que están presentes en el municipio van a desembocar al embalse o al río Magdalena antes de llegar a este, se considera pertinente tener un control de los procesos de movimientos en masa de la zona, con el fin de tener conocimiento de la posible afectación que pueda tener el embalse por la carga de sedimentos que estos procesos puedan generar. • El diagnostico de amenazas naturales fue hecho en 2007. Actualmente hay un embalse y es necesario generar el mapa de amenaza por inundación (por fuertes lluvias y las generadas por el deshielo de los nevados cercanos), de acuerdo con la reglamentación vigente. Al igual que el de movimientos en masa es necesario actualizar el inventario de procesos y calibrar así el modelo existente. Así como determinar los deslizamientos que pueden ser reactivados o generados por la dinámica del embalse del Quimbo.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Magdalena.</p> <p>Para amenazas de carácter hidroclimático se identifican inundaciones (lentas y súbitas) y avenidas torrenciales. Se identifican las subcuencas de Ríoloro, Voltezuela, Majo, Garzón, Las Damas, Aguacaliente y La Pescada.</p> <p>Se han presentado múltiples evntos de inundaciones de tipo súbita y lenta que han afectado el casco urbano del municipio de Garzón, estas inundaciones estánascoiadas a la quebrada Garzón y La Cascajosa (carácter torrencial).</p> <p>Para zonas de amenaza alta se identifican 462.004,98 m², zonas de amenaza media se identifican 390559,04 m²</p>
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones,

Nombre del municipio:	Garzón
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	temperatura media del aire y categorización de clima.
Hidrogeología	Es necesario levantar información de este componente para poder generar un modelo conceptual como mínimo de las unidades recientes. Una vez construido este marco se debe hacer seguimiento detallado de variaciones del nivel freático en las zonas con procesos morfodinámicos y entender los posibles efectos que tendría el nivel del embalse sobre las zonas de descarga. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escurrentía.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • El municipio de Garzón se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica debido a la presencia del sistema de Fallas Garzón – Algeciras, con esfuerzos transcurrentes. Sin embargo se desconoce cuál es la afectación que tiene la presión del agua en el vaso del embalse, sobre este sistema de fallas. • Se recomienda hacer un monitoreo continuo y detallado de la actividad sísmica luego de llenado el vaso del embalse. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	No aplica

TABLA 4. ANÁLISIS MUNICIPIO GIGANTE

Nombre del municipio:	Gigante
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Generales	<ul style="list-style-type: none"> Gigante es el municipio que alberga la parte norte del embalse en donde, además, se incluyen las obras principales del proyecto como el caso del dique auxiliar y la presa. Por ello es necesario actualizar el esquema de ordenamiento territorial, hecho en el año 2000, que contemple la influencia de un cuerpo de agua permanente en el área del PHEQ.
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> En el Acuerdo por el cual se adopta el instrumento, no se menciona aspectos relacionados con geomorfología, movimientos en masa, erosión o inundación. Se considera necesario hacer una caracterización geológica detallada de los materiales sedimentarios que conforman las laderas y taludes intervenidos para la construcción del proyecto. Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. En cuanto al componente geomorfológico, es necesario hacer un inventario de procesos de remoción en masa (deslizamientos y flujos de detritos) que se encuentren en el municipio, haciendo énfasis en las zonas que se encuentran dentro del PHEQ, debido a que estos procesos aumentan el aporte de sedimentos, generando una carga de sólidos considerable que debe ser estudiada en detalle para tener claro si se ve afectada la vida útil del sistema hidroeléctrico El Quimbo. Es necesario tener en cuenta la presencia de los volcanes Sotará, Pan de Azúcar, Puracé y Sierra Nevada de los Coconucos, los cuales se encuentran aguas arriba del municipio, conformando una amenaza por procesos de inundación y avalanchas generadas por el deshielo de estos debido a un eventual evento volcánico haciendo que el nivel del río Magdalena aumente y logre afectar la parte oriental del municipio.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	<p>En el EOT no se considera actividades mineras dentro del municipio ni las implicaciones de éstas en términos de ordenamiento territorial y ambiental. No obstante, en el marco del PHEQ se desarrollaron actividades extractivas de material de arrastre y cantera dentro del municipio de Gigante, así como botaderos, quedando algunos de éstos sumergidos en el embalse y otros expuestos. Lo anterior podría configurar zonas de amenaza media o alta por procesos de movimientos en masa que no estaban contemplada desde la formulación del EOT.</p>
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se enuncian que las rondas de las quebradas, los nacimientos de las fuentes hídricas, los lagos, lagunas y humedales, los ecosistemas de importancia municipal y regional y las zonas de alto riesgo no mitigables pertenecen al sistema ambiental, más sin embargo no se</p>

Nombre del municipio:	Gigante
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse
Ubicación	Aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	hace una acotación espacial relacionada a las rondas. No se identifica amenaza de tipo hidroclimático (inundaciones).
Clima	No se realizan caracterización de variables hidroclimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	Es necesario levantar información de este componente para poder generar un modelo conceptual como mínimo de las unidades recientes. Una vez construido este marco se debe hacer seguimiento detallado de variaciones del nivel freático en las zonas con procesos morfodinámicos y de igual forma entender los posibles efectos que tendría el nivel del embalse El Quimbo sobre las zonas de descarga. Adicionalmente, la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escurriente.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que gran parte del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo se encuentra dentro de este municipio, se considera necesario hacer un monitoreo en detalle que permita estimar la influencia que tiene la presencia del embalse en el comportamiento sísmico de la zona. • Se debe contemplar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de las zonas, haciendo énfasis en las que presentan actividad neotectónica. Esto con el fin de identificar zonas con problemas de estabilidad y poder plantear un Plan de Contingencias que ayude a minimizar los posibles daños relacionados. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	Aumento en la lámina de agua en el embalse del Quimbo en épocas de lluvia que podría conllevar a la inundación de predios.

TABLA 5. ANÁLISIS MUNICIPIO TESALIA

Nombre del municipio:	Tesalia
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología y Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con el embalse del Quimbo, particularmente las cercanas a la zona de presa. • En el acuerdo no se mencionan aspectos de geomorfología, movimientos en masa, erosión o inundación. Este municipio se encuentra aguas abajo del embalse y como tal es importante se considere el embalse como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado • Es necesario tener en cuenta la presencia del Volcán Nevado del Huila, el cual se encuentran aguas arriba del municipio, conformando una amenaza por procesos de inundación y avalanchas generadas por el deshielo de estos debido a un eventual evento volcánico haciendo que el nivel del río Páez aumente.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	En el municipio de Tesalia se desarrollaron la mayor parte de zonas de extracción de material de arrastre para la construcción del PHEQ. Dichas actividades no están contempladas en el POT del municipio, por lo tanto las implicaciones que estas pueden acarrear en el entorno no están contempladas (dinámica de los ríos, intensificación de la erosión, sedimentación, etc)
Hidrología – Caudal Ecológico	Se consideracomo zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m ³ /s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Magdalena. Para amenaza alta por inundación se identifica un área de 92.478,67 m ² , amenaza media por inundación se identifica un área de 32.243,83 m ² . Estas están asociadas a la quebrada Los Bollos, además de ello cuenta con un estudio de vulnerabilidad a escala 1:20.000
Clima	No se realizan caracterización de variables hidroclimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	La evaluación y caracterización debe centrarse en los efectos inducidos en los niveles freáticos por las zonas de préstamo. En este sentido es necesario el conocimiento de la interacción río acuífero. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escorrentía.

Nombre del municipio:	Tesalia
Tipo de afectación:	Inundación permanente por llenado del embalse Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA-INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua del río Paéz asociados a las crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) o falla de elementos del proyecto hidroeléctrico El Quimbo.</p>

TABLA 6. ANÁLISIS MUNICIPIO PAICOL

Nombre del municipio:	Paicol
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la ubicación del municipio, con respecto al embalse, es importante tener claro cuál es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, identificando zonas con posibles problemas de estabilidad por la generación de nuevos esfuerzos en la zona. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con el embalse, particularmente las cercanas a la zona de presa. • Este municipio no cuenta con un EOT aun en su página, solo se observa la resolución por la cual crean el comité para elaborar el EOT. Es importante consideren un inventario de procesos de remoción en masa y el embalse del Quimbo como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena. • Es necesario tener en cuenta la presencia del Volcán Nevado del Huila, el cual se encuentran aguas arriba del municipio, conformando una amenaza por procesos de inundación y avalanchas generadas por el deshielo de estos debido a un eventual evento volcánico haciendo que el nivel del río Páez aumente.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	No se identifican disposiciones asociadas a rondas de protección, cuerpos loticos, lenticos entre otros asociados el sistema ambiental del municipio. No se identifica amenaza de tipo hidrolimatico (inundaciones).
Clima	No se realiza caracterización de variables hidrolimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	Es necesario definir el grado de interconexión del vaso del embalse con esta cuenca vecina. Entonces se debe construir un modelo regional en donde se priorice la red de fracturas. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escorrentía.
Sismicidad natural e inducida	Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas cercanas, considerando que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual lo pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que se presente una falla en la presa del PHEQ. La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con

Nombre del municipio:	Paicol
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) Crecientes asociadas a la falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).

TABLA 7. ANÁLISIS MUNICIPIO HOBO

Nombre del municipio:	Hobo
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. • Este municipio se encuentra aguas abajo del embalse y como tal es importante se considere el embalse como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica.
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Magdalena.</p> <p>Se enuncia que el municipio El Hobo es susceptible de sufrir inundaciones asociadas a la quebrada El Hobo, más sin embargo no se cuantifica la lámina de agua correspondiente a la creciente máxima probable para distintos tiempos de retorno ni por ende las zonas de amenaza y riesgo.</p> <p>No se cuenta con un estudio de vulnerabilidad.</p>
Clima	No se realiza caracterización de variables hidroclimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	Adicionalmente a considerar los nacimientos de agua como zonas importantes (EOT), Se debe caracterizar mínimamente la extensión de los acuíferos o depósitos ubicados en cercanías del río Magdalena y considerar una caracterización de detalle en cercanía del embalse de Betania en donde un posible escenario es el abatimiento del nivel del embalse. Además es necesario determinar mediante un modelo de lluvia escorrentía el volumen de agua que se constituye como recarga.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se

Nombre del municipio:	Hobo
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	<p>detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.</p>
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse de Betania en épocas de lluvia que podría conllevar a la inundación de predios.</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse del Betania asociado a la llegada de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) y falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

TABLA 8. ANÁLISIS MUNICIPIO NEIVA

Nombre del municipio:	Neiva
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<p>Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos.</p> <p>Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses, en particular con el de Betania.</p> <p>Este municipio se encuentra aguas abajo del embalse y como tal es importante se considere el embalse como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena en caso de falla, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado.</p>
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica.
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciete de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Magdalena el río Las Ceibas.</p> <p>Se encuentran estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo para las principales corrientes presentes en el municipio y por otra parte se formula una serie de estudios para complementar las zonas de amenaza y riesgo.</p> <p>No se contempla un estudio de amenaza asociado con el rebose de la presa de Betania bien sea por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rebose del embalse de Betania por crecientes máximas probables (CMP) no contempladas. • Falla en elementos del embalse de Betania (dique principal, dique auxiliar, entre otros). • Rebose del embalse de Betania por crecientes máximas probables (CMP) provenientes del proyecto hidroeléctrico el Quimbo (no proyectadas por EMGESA-INGETEC). • Rebose del embalse de Betania por crecientes asociadas a la falla de en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros). • Falla en elementos del embalse de Betania (dique principal, dique auxiliar, entre otros) provenientes del proyecto hidroeléctrico el Quimbo (no proyectadas por EMGESA-INGETEC). • Falla en elementos del embalse de Betania (dique principal, dique auxiliar, entre otros) provenientes de la creciete asociada a la falla proyecto hidroeléctrico el Quimbo (falla en el dique principal, dique auxiliar, entre otros).

Nombre del municipio:	Neiva
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones, temperatura media del aire y categorización de clima
Hidrogeología	Por la ubicación de la ciudad de Neiva se considera importante la caracterización hidrogeológica para determinar la capacidad de infiltración del subsuelo y dado el caso evaluar deformación del subsuelo e inestabilidad. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga mediante un modelo de lluvia escurriente es indispensable para todo el municipio.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Calidad del agua	
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Rebose del embalse de Betania por crecientes máximas probables (CMP) provenientes del proyecto hidroeléctrico el Quimbo (no proyectadas por EMGESA-INGETEC).</p> <p>Rebose del embalse de Betania por crecientes asociadas a la falla de en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Falla en elementos del embalse de Betania (dique principal, dique auxiliar, entre otros) provenientes del proyecto hidroeléctrico el Quimbo (no proyectadas por EMGESA-INGETEC).</p> <p>Falla en elementos del embalse de Betania (dique principal, dique auxiliar, entre otros) provenientes de la creciente asociada a la falla proyecto hidroeléctrico el Quimbo (falla en el dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

TABLA 9. ANÁLISIS MUNICIPIO YAGUARÁ

Nombre del municipio:	Yaguará
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. • En el documento diagnóstico mencionan todo lo teórico respecto a procesos de remoción en masa y erosivos, más no hay como tal un inventario o mapa de susceptibilidad amenaza por remoción en masa. En cuanto a inundación, se observa que este considera la amenaza de inundación asociada al nivel de aguas del embalse de Betania, sin embargo esto debe ser actualizado y considerar que sucedería en caso de que falle el embalse del Quimbo.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes, El río Magdalena; adicionalmente 30 m del embalse de Betania.</p> <p>Para amenazas de carácter hidroclimático se identifican inundaciones (lentas y súbitas) y avenidas torrenciales. Se identificaron las quebradas que son generadoras de inundaciones que corresponden a la quebrada Agua dulce, Agua Hedionda y La Mochila; adicionalmente se identifican inundaciones asociadas al embalse de Betania</p> <p>Se enuncia que el municipio de Yaguará es susceptible de sufrir inundaciones asociadas a las quebradas de Agua dulce, Agua Hedionda, La Mochila y el embalse de Betania; más sin embargo no se cuantifica la lámina de agua correspondiente a la creciente máxima probable para distintos tiempos de retorno ni por ende las zonas de amenaza y riesgo.</p> <p>No se cuenta con un estudio de vulnerabilidad.</p>
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones, temperatura media del aire y categorización de clima.
Hidrogeología	Se debe resaltar que en el diagnostico se incluye la hidrogeología articulada con la información del sector petrolero, modelos hidrológicos de lluvia escorrentía para determinar la cantidad de recarga y validación con sondeos eléctricos verticales. Sin embargo no se aprecia un resultado o mapa hidrogeológico ya que todo es referido a la caracterización geológica. Se considera necesario por lo

Nombre del municipio:	Yaguará
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	efectos que tendría una inundación en la zona (Falla de la presa Betania y abatimiento del nivel freático) una caracterización hidráulica de las zonas identificadas con erosión severa y evaluar los efectos que tendría los cambios del nivel freático..
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en río proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse de Betania en épocas de lluvia que podría conllevar a la inundación de predios.</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse del Betania asociado a la llegada de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) y falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

TABLA 10. ANÁLISIS MUNICIPIO CAMPOALEGRE

Nombre del municipio:	Campoalegre
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. • El documento diagnóstico que aparece en la página de internet del municipio fue hecho en el año 1999. En dicho documento, en su primera parte, la visión urbano-regional, en el capítulo 1.3 Amenazas naturales, indican que el embalse de Betania se considera de importancia por ser una fuente de Inundaciones y avalanchas que ponen en peligro los cultivos y los habitantes de los municipios de Campoalegre, Yaguará y Hobo. Sin embargo, en su segunda parte, Dimensiones del desarrollo, capítulo 5.10 Zonas de riesgo y amenazas naturales, ignoran por completo la presencia del embalse de Betania como fuente generadora de inundaciones, además en ningún lugar del documento se presenta la modelación hidráulica debida a la falla del embalse de Betania. Por lo anterior y dado que este municipio se encuentra aguas abajo no solo del embalse de Betania sino también del embalse del Quimbo, es importante se considere ambos embalses como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes.</p> <p>Se enuncian eventos de inundaciones y avenidas torrenciales asociados al río Neiva y sus afluentes, sin embargo no es posible ver estudio de tallado de inundaciones por ende de riesgo.</p> <p>No se cuenta con un estudio de vulnerabilidad.</p>
Clima	Se realiza una descripción del ciclo anual de precipitaciones, temperatura media del aire y categorización de clima.
Hidrogeología	En los modelos hidrogeológicos las rocas cristalinas o con baja porosidad primaria deben considerar las condiciones de fracturamiento del medio, sin embargo, por la ubicación del municipio es necesario mejora la caracterización de los depósitos recientes o acuíferos en cercanías del embalse de Betania, mínimamente se debe considerar

Nombre del municipio:	Campoalegre
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	un cartografía y en cercanías del embalse una caracterización de detalle para poder evaluar los efectos que tendría un abatimiento súbito del nivel del embalse. Adicionalmente la estimación del volumen que se constituye en recarga es indispensable como mínimo mediante un modelo de lluvia escorrentía.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico. • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en río proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse de Betania en épocas de lluvia que podría conllevar a la inundación de predios.</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse del Betania asociado a la llegada de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) y falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

TABLA 11. ANÁLISIS MUNICIPIO PALERMO

Nombre del municipio:	Palermo
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. • En la página de este municipio se encuentra un acuerdo municipal del año 2013 por el cual se adopta la revisión general para la reformulación del PBOT. En dicho documento, en el capítulo 6. Zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, no se toma al embalse de Betania ni El Quimbo como una fuente de amenaza o riesgo por inundaciones. Por lo anterior y dado que este municipio se encuentra aguas abajo no solo del embalse de Betania y del Quimbo, es importante se considere ambos embalses como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes.</p> <p>Se han presentado eventos de inundación que han afectado el casco urbano (barrios La Guagua, Libertad, La Pánama y Eduardo Santos) que están asociados e el río Bache, Tune y las quebradas Nilo y Guagua.</p> <p>Se tiene un inventario de viviendas en riesgo por inundación el cual carece de escala de estudio.</p>
Clima	No se realizan caracterización de variables hidroclimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	Se debe considerar como mínimo una cartografía de los depósitos aluviales y/o acuíferos asociados al río Magdalena. En donde variaciones del nivel freático súbitas pueden generar inestabilidad de laderas (Dado el caso de que se tengan las condiciones morfodinámicas) y por tanto la caracterización hidrogeológica se constituye en un insumo para la evaluación de la estabilidad de los procesos morfodinámicos. Adicionalmente, el municipio debe saber que volumen del balance hídrico se constituye en recarga, lo cual se puede estimar con un modelo de lluvia escurrentía.
Sismicidad natural e	<ul style="list-style-type: none"> • Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso

Nombre del municipio:	Palermo
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
inducida	<p>del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La instrumentación para detección y caracterización de sismos es necesaria, unida con la de grandes zonas inestables latentes que se detecten en los estudios de amenaza por remoción en masa y con niveles de ríos y quebradas del área de influencia, dada la susceptibilidad que presenta la región a encadenamiento de procesos sísmicos con los de remoción en masa y avenidas torrenciales.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en río proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse del Betania asociado a la llegada de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) y falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

TABLA 12. ANÁLISIS MUNICIPIO RIVERA

Nombre del municipio:	Rivera
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
Geología Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario considerar cual es la afectación que tiene el peso del agua del embalse sobre las fallas de la zona, aun cuando estas estén aguas abajo, para poder identificar zonas con problemas de estabilidad debido a la presencia de esfuerzos nuevos. • Debe realizarse un levantamiento de las fallas geológicas y su actividad en función de la amenaza de sismogeneración que puede relacionarse con los embalses. • En la página de este municipio se tiene acceso al índice del documento diagnóstico y al documento del EOT. Aunque en dicho documento se hace mención de zonas susceptibles a inundaciones no se menciona la influencia del embalse de Betania. Por lo anterior y dado que este municipio se encuentra aguas abajo no solo del embalse de Betania sino también del embalse del Quimbo, es importante se considere ambos embalses como una fuente de inundaciones o avenidas torrenciales sobre el río Magdalena, por lo que debe haber un mapa de inundación actualizado.
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	No aplica
Hidrología – Caudal Ecológico	<p>Se considera como zona de ronda hídrica como 100 metros para ríos y/o quebradas cuya creciente de tiempo de retorno de 100 años sea mayor a 100 m³/s y 30 m para quebradas menores. Se identifican como las principales corrientes.</p> <p>Se identifican zonas de amenaza baja y media por inundaciones zonas residenciales (urbanizaciones Candá, Cafetero, La Floresta, entre otros) del cacso urbano, las inundaciones están asociadas a la quebrada La Manga.</p> <p>No se cuenta con estudio de vulnerabilidad.</p>
Clima	No se realizan caracterización de variables hidroclimáticas ni categorización del clima.
Hidrogeología	Los cambios en el nivel del río producto de la inundación cambiaran las condiciones de recarga de los acuíferos o depósitos ubicados en cercanías del río, por tanto, se debe tener una caracterización como mínimo de los depósitos y extensión de los acuíferos, para poder contribuir a la caracterización de procesos morfodinámicos y de estabilidad del subsuelo (Inestabilidad de laderas). Por otro lado, estas zonas se constituyen, dependiendo de la época del año, en zonas de recarga y por tanto son objeto de conservación como se menciona en el EOT.
Sismicidad natural e inducida	Es importante tener en cuenta la influencia que pueda tener el peso del embalse en las fuentes sísmicas, teniendo en cuenta que el campo de esfuerzo ha sido modificado y que el municipio se encuentra aguas

Nombre del municipio:	Rivera
Tipo de afectación:	Inundación súbita por falla del sistema Quimbo – Betania
Ubicación	Aguas abajo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo*
Consideraciones técnicas por cada uno de los componentes	
	abajo, lo cual la pone en una situación de alta vulnerabilidad en el caso que la presa del PHEQ llegue a fallar producto de un evento sísmico.
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<p>Aumento de caudales asociados a tránsito de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC).</p> <p>Crecientes asociadas a la falla de elementos en río proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p> <p>Aumento en la lámina de agua en el embalse del Betania asociado a la llegada de crecientes máximas probables (mayores a las proyectadas en los diseños por EMGESA - INGETEC) y falla de elementos en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (dique principal, dique auxiliar, entre otros).</p>

5 IMPLICACIONES EN TÉRMINOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

De acuerdo a la Ley 1523 de 2015, por la cual, adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones, así como la Sección 3 – Incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial, del Título 2 del Decreto 1077 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, los Gobernadores y Alcaldes son responsables de la gestión del riesgo de desastres en su territorio y su incorporación en los instrumentos de ordenamiento territorial, como se transcribe a continuación:

Ley 1523 de 2012

Artículo 13. *Los Gobernadores en el Sistema Nacional.* Los gobernadores son agentes del Presidente de la República en materia de orden público y desarrollo, lo cual incluye la gestión del riesgo de desastres. En consecuencia, proyectan hacia las regiones la política del *Gobierno Nacional* y *deben responder por la implementación de los procesos de conocimiento y reducción del riesgo y de manejo de desastres en el ámbito de su competencia territorial.*

Parágrafo 1°. *Los Gobernadores como jefes de la administración seccional respectiva tienen el deber de poner en marcha y mantener la continuidad de los procesos de gestión del riesgo de desastres en su territorio, así como integrar en la planificación del desarrollo departamental, acciones estratégicas y prioritarias en materia de gestión del riesgo, especialmente a través del plan de desarrollo departamental y demás instrumentos de planificación bajo su responsabilidad.*

Parágrafo 2°. *Los gobernadores y la administración departamental son la instancia de coordinación de los municipios que existen en su territorio. En consecuencia, están a cargo de las competencias de coordinación, concurrencia y subsidiariedad positiva respecto de los municipios de su departamento.*

Artículo 14. *Los Alcaldes en el Sistema Nacional. Los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema Nacional en el Distrito y el municipio. El alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción.*

Decreto 1077 de 2015

ARTÍCULO 2.2.2.1.3.1.1 *Objeto y ámbito de aplicación. Las disposiciones contenidas en el presente capítulo establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan.*

En este sentido, es fundamental conocer las áreas que se verían afectados por una posible inundación ante la falla de las obras principales de la represa del Quimbo y Betania, con el fin que este sea incorporado a los planes de ordenamiento territorial de los municipios que se verían afectados ante este evento, en la revisión de corto, mediano o largo plazo, de acuerdo a la vigencia de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios que se verían potencialmente afectados. Lo anterior, considerando, establecer como zonas de riesgo no mitigable, el área que se inundada frente a una falla súbita de las estructuras del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, e incorporándolos a los instrumentos de ordenamiento como área de protección donde se restringe la posibilidad de urbanizarse y usos distintos a la conservación ambiental, tal como lo estipula el artículo 35 de la Ley 388 de 1997.

Por lo anterior, es fundamental, que la EMGESA como responsable del proyecto hidroeléctrico “El Quimbo”, realice las siguientes actividades:

- Estudios detallados para la zonificación de riesgo por inundación súbita generada por la falla de las estructuras principales de este proyecto, con el fin que éste sea incorporado en los planes de ordenamiento territorial de los municipios afectados y en los planes municipales de riesgo de desastre.
- Establecimiento de un plan de contingencia consideración inundación súbita generada por la falla de las estructuras principales de este proyecto, donde se incluya Plan de Alertas Tempranas, Plan de Monitoreo, definición de acciones de respuesta inmediatas, preventivas y prospectivas, identificación de actores y establecer umbrales de riesgo.
- Consideraciones frente eventos de sequía, establecer los niveles mínimos del río Magdalena, y su relación con las actividades productivas de los habitantes del área de influencia frente este fenómeno.

Por otra parte, es importante mencionar que las incertidumbres identificadas podrían ser subsanables una vez EMGESA presente estudios técnicos complementarios, anexas información en el Expediente Ambiental o realicen actividades complementarias para

garantizar un mínimo de incertidumbres, la estabilidad de las obras principales y la vida útil del proyecto.

Sin embargo, es necesario recordar que todo proyecto de infraestructura de este tipo posee un riesgo inherente, el cual es necesario gestionar y manejar con los diferentes actores, con el fin de prevenir y preparar a la población y entes territoriales frente un potencial desastre, como lo indica el ciclo de la gestión de riesgo de desastre.

En este sentido, de acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, los responsables de realizar los Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia, son entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, como se describe a continuación:

“Artículo 42. Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia. Todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis diseñará e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento”.

Es decir en este caso EMGESA, lo cual se deberá realizar de forma coordinada e integral con los entes territoriales (gobernación, alcaldías municipales, corporación autónoma regional, e institutos de investigación a nivel nacional como el IDEAM y el SGC y la población en general), con el fin de dar cumplimiento con lo establecido frente a los principios de solidaridad, protección, precaución, sostenibilidad ambiental, gradualidad, coordinación, concurrencia y subsidiaridad y oportunidad de información que menciona el Artículo 3 de la Ley 1523 de 2012.

Finalmente, se considera necesario calcular el costo asociado al riesgo de desastre, considerando el impacto físico, social, ambiental y administrativo que generaría este tipo de eventos, con el fin de establecer estrategias frente a la toma de decisiones de las autoridades territoriales

A continuación se resumen las posibles consecuencias en términos de ordenamiento territorial puede generar en el futuro las incertidumbres identificadas en los productos: “REVISIÓN GEOAMBIENTAL Y DE RIESGO”, “SISMICIDAD NATURAL E INDUCIDA”, “CAUDALES ECOLÓGICOS”, “CALIDAD DEL AGUA” y “SUSTRACCIÓN DE LA RESERVA FORESTAL AMAZONIA (LEY 2ª DE 1959)”:

TABLA 13. IMPLICACIONES EN TÉRMINOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Componente	Posibles consecuencias por las incertidumbres identificadas en producto “revisión geoambiental y de riesgo”	Implicaciones en términos de Ordenamiento Territorial
Geología – Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de las zonas con condición de amenaza y/o riesgo por movimientos en masa. • Incremento de las zonas con condición de amenaza y/o riesgo por avenidas torrenciales, por pérdida de cobertura y cambios en las condiciones hidrogeológicas. • Pérdida de suelo fértil para producción agrícola. 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Cambios en el mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa y avenidas torrenciales de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014).</p>
Actividades extractivas y de disposición final de materiales para la construcción del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de zona con condición de amenaza alta o media por procesos de movimiento en masa generados por terraplén conformados en los sitios de disposición final de material extraído durante la construcción del proyecto. • Contaminación de suelos 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Cambios en el mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa.</p>
Hidrología – Caudal Ecológico	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del recurso hidrobiológico • Mortandad de peses • Disminución de la población piscícola. 	<p>En la etapa de implementación</p> <p>Programas y proyectos de prevención y mitigación de los efectos generados en este ítem, así como Plan de monitoreo y Plan de contingencia.</p>
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de Gases Efecto Invernadero. • Olas de calor, posiblemente incremento de las temporadas de sequías, lo que generaría afectaciones a cultivos y actividades económicas relacionadas. 	<p>En la etapa de formulación e implementación</p> <p>Programas y proyectos de prevención y mitigación de los efectos generados en este ítem, así como Plan de monitoreo y Plan de contingencia.</p> <p>Creación del inventario de gases efecto invernadero, de acuerdo con la Guía para la incorporación de cambio climático en territorio (MADS, 2016)</p>
Hidrogeología	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a las zonas de recarga de acuíferos. • Cambio de las condiciones hidroclimáticas, generan disminución de la recarga de los acuíferos por agua lluvia. 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Redefinición de áreas de protección de acuíferos.</p> <p>En la etapa de formulación e implementación.</p> <p>Programas y proyectos de</p>

Componente	Posibles consecuencias por las incertidumbres identificadas en producto “revisión geoambiental y de riesgo”	Implicaciones en términos de Ordenamiento Territorial
	(Cambio Climático)	prevención y mitigación de los efectos generados en este ítem, así como Plan de monitoreo y Plan de contingencia.
Sismicidad natural e inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de las zonas con condición de amenaza y/o riesgo por movimientos en masa. • Afectaciones a viviendas rurales, vías y estructuras existentes localizadas dentro del área de influencia de los sismos generados. • Cambios en la micro-sísmicos en los municipios por incremento en el número y frecuencia de los sismos registrados. • Incremento del valor aceleraciones pico registradas en el municipio. 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Cambios en el mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa y avenidas torrenciales de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014).</p> <p>En la etapa de formulación e implementación.</p> <p>Programas y proyectos de reforzamiento estructural de viviendas.</p>
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida del recurso hidrobiológico • Contaminación de peses • Mortandad de peses • Disminución de la población piscícola. 	<p>En la etapa de formulación e implementación</p> <p>Programas y proyectos de prevención y mitigación de los efectos generados en este ítem, así como Plan de monitoreo y Plan de contingencia.</p>
Configuración del riesgo por falla en cadena del Quimbo – Betania	<ul style="list-style-type: none"> • Área de riesgo no mitigable por inundación súbita generada por la falla del sistema Quimbo-Betania. 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Cambios en el mapa de inundaciones.</p> <p>Definición de suelo de protección el área de inundación generada por una falla súbita del sistema Quimbo – Betania.</p>
Sustracción de la reserva forestal Amazonia	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de los suelos de protección de los municipios afectados. • Pérdida de biodiversidad. 	<p>En la etapa de diagnóstico</p> <p>Redefinición de áreas de protección de acuíferos.</p> <p>En la etapa de formulación e implementación</p> <p>Programas y proyectos para la recuperación, restauración y protección de ecosistemas estratégicos para los municipios.</p>

6 CONCLUSIONES

- El proyecto hidroeléctrico El Quimbo influye en el ordenamiento territorial de los municipios localizados en el área de inundación permanente (embalse) y agua abajo del proyecto de acuerdo al análisis realizado en el presente documento. Por tal razón, es necesario que en el proceso de revisión de los planes de ordenamiento municipal y departamental se tenga en cuenta:
 - La influencia en términos de riesgo tecnológico del sistema Quimbo - Betania (falla súbita del sistema Quimbo – Betania) en un entorno de alta susceptibilidad a procesos tales como sismicidad, vulcanismo, remoción en masa y torrencialidad.
 - Considerar la posible influencia que tendrá el proyecto en términos de cambios del micro-clima, cambios de vegetación y producción agrícola, pérdida del recurso hidrobiológico y piscícola.
 - Armonizar los usos del suelo de los municipios, de acuerdo con los cambios que generará a corto, mediano y largo plazo el proyecto en términos socio-económicos y culturales.
- Es necesario incorporar en cada una de las etapas de los planes de ordenamiento territorial de los municipios afectados, acciones para prevenir y mitigar los impactos generados por la construcción y puesta en funcionamiento del proyecto hidroeléctrico el Quimbo.
- El responsable de la gestión del riesgo asociada a la represa es EMGESA, por tal razón, ésta deberá ajustar y generar de forma coordinada e integral con los entes territoriales (gobernación, alcaldías municipales), corporación autónoma regional, e institutos de investigación a nivel nacional como el IDEAM y el SGC y la población en general, el Plan de Contingencia, Plan de monitoreo y alertas tempranas con el fin de dar cumplimiento con lo establecido frente a los principios de solidaridad, protección, precaución, sostenibilidad ambiental, gradualidad, coordinación, concurrencia y subsidiaridad y oportunidad de información que menciona el Artículo 3 de la Ley 1523 de 2012.
- El Plan de Contingencia elaborado por INGETEC 2015, da la mayor responsabilidad a las entidades territoriales para la toma de decisiones y acciones de contingencia bajo un nivel máximo de alerta, sin evaluar la capacidad de las entidades de asumir dicha responsabilidad. Razón por la cual es necesario un programa de divulgación y educación frente a los posibles eventos de emergencia que se pueden generar en el futuro.

7 RECOMENDACIONES

- Solicitar a EMGESA como responsable del riesgo asociado al proyecto hidroeléctrico el Quimbo, el estudio detallado del evento de inundación que se puede presentar por fallas en las estructuras principales de contención (Quimbo – Betania), con el fin de establecer el área de inundación, la actividad de las fallas geológicas y sus

sismogeneración, la susceptibilidad real de las laderas embalsadas a la remoción en masa, los elementos expuestos y el riesgo (costos) asociados a este tipo de evento, para su incorporación en la revisión de los planes de ordenamiento territorial de los municipios localizados aguas abajo del proyecto.

- Solicitar a EMGESA un programa de monitoreo hidro-climático, sísmico, de movimientos en masa y la instalación de un sistema de alerta temprana que involucre a la población directamente afectada y las diferentes tomadores de decisiones territoriales (gobernación, alcaldía, comunidad). El cual deberá contar con la coordinación permanente del Servicio Geológico Colombiano, e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM y la Corporación Autónoma Territorial.
- Solicitar a EMGESA un plan de compensación ambiental, social y económica, del área que se vería potencialmente afectada bajo un evento de inundación generado por fallas en las estructuras principales de contención, la cual se debería categorizar como zona de riesgo no mitigable, dado las incertidumbres que existen frente al diseño del proyecto hidroeléctrico El Quimbo. Así como por el área afectada por la sustracción de la reserva forestal amazonia (ley 2ª de 1959).
- Solicitar a EMGESA la actualización del Plan de contingencia elaborado por INGETEC 2016, de acuerdo con las observaciones realizadas en el presente documento y en el producto “REVISIÓN GEOAMBIENTAL Y DE RIESGO”.