

**GRUPO DE PENSAMIENTO CONVOCADO POR EL MINISTERIO DE TRANSPORTE,
LA CÁMARA COLOMBIANA DE INFRAESTRUCTURA, CCI, Y LA SOCIEDAD
COLOMBIANA DE INGENIEROS: SUB GRUPO DE HIDRÁULICA**

**RECOMENDACIÓN DE ACCIONES QUE DEBEN EMPRENDERSE PARA MANEJAR
Y CONTROLAR A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO LOS EFECTOS DE LOS
INVIERNOS SEVEROS
(Documento No 2)**

En este documento, el Grupo de Hidráulica plantea al Gobierno una serie de recomendaciones para el manejo y control de eventos hidrológicos extremos como los sucedidos desde octubre del año 2010, los cuales han afectado en forma notoria todo el territorio nacional, con efectos dramáticos sobre poblaciones enteras que deben relocalizarse, decenas de miles de habitantes que han sido desplazados, miles de viviendas inundadas o destruidas por deslizamientos masivos, cientos de kilómetros de vías seriamente afectadas y cuantiosas pérdidas económicas a muchas empresas productivas agropecuarias que son generadoras importantes de empleo. Todos estos efectos podrán afectar en uno o dos puntos el crecimiento económico del país durante el 2011, retrasando muchas de las metas del actual Plan de Gobierno.

Pero antes de iniciar los planteamientos, se hace una reflexión sobre la institucionalidad. El invierno ha encontrado un país poco preparado para la atención de emergencias, sin planes de contingencia, con instituciones débiles e ineficaces, y con una enorme deficiencia en la coordinación interinstitucional que debería ser la base para la reconstrucción. Pero sobre todo, es un país que no aprende las duras lecciones que le enseña la naturaleza. En los años siguientes a 1971 se emprendieron estudios importantes por parte del gobierno de turno para enfrentar a futuro las consecuencias del desastroso invierno que asoló la cuenca Magdalena – Cauca ese año, pero las acciones no prosperaron en los siguientes gobiernos, por no haberse constituido una verdadera política de Estado a ese respecto. En abril de 2011, tan sólo cuatro meses después de uno de los inviernos más fuertes de que se tenga memoria, el país ve con asombro que se vuelven a inundar las mismas poblaciones, que se vuelven a cerrar las mismas carreteras y que se siguen decretando las mismas alertas rojas. Pareciera que cuando las aguas bajaron en enero, también bajó la iniciativa y la dinámica que parecía haberse iniciado con el desastre anterior. Sobre estos temas también se plantean recomendaciones, con el ánimo que se conviertan en políticas de Estado.

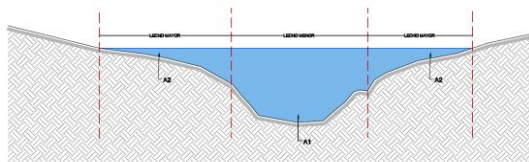
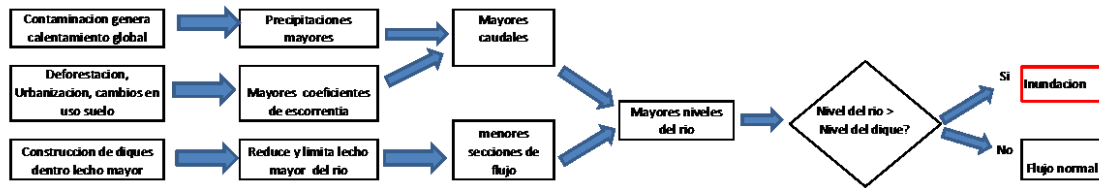
Consideraciones iniciales

Los cambios térmicos en el Pacífico derivados del calentamiento global (fenómenos de La Niña y de El Niño) están generando en Colombia y en la región Americana lluvias con intensidades y duraciones cada vez mayores y alternadamente sequías también más intensas y frecuentes, situaciones que son irreversibles. Simultáneamente, los coeficientes de escorrentía de las cuencas vienen creciendo por la urbanización del país, el cambio de la cobertura vegetal, por la eliminación de los bosques y su reemplazo por ciudades, vías, pastos o por áreas de cultivo. La combinación de lluvias de mayor intensidad y duración, con mayores coeficientes de escorrentía, producen tiempos de concentración menores y caudales extremos mayores.

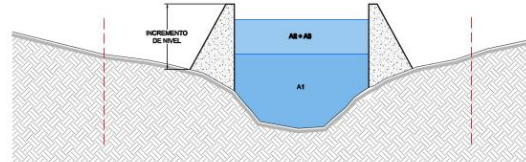
Lamentablemente se están invadiendo los sistemas naturales de regulación de los cursos de agua que naturalmente se inundan periódicamente (lecho mayor), permitiendo la

ubicación de zonas pobladas, industrias, cultivos y ganados dentro de estas áreas sagradas de los cursos de agua y el país es testigo cómo anualmente deben reubicarse temporalmente a sus habitantes y ganados y se pierden cosechas, viviendas e infraestructura de servicios.

Por otra parte, la construcción de diques paralelos a los cursos de agua y ubicados dentro de los lechos mayores del cauce reducen la sección natural de flujo, lo que genera incrementos en los niveles durante periodos de caudales altos, poniendo en grave riesgo las áreas encerradas por estos, si los niveles son sobrepasados o fallan por problemas de diseño, de construcción o falta de mantenimiento, como se explica en los esquemas siguientes.



CONDICION NATURAL



CONDICION CON JARILLONES

Si los caudales y niveles de los cursos de agua se incrementan, aún sin la influencia del cambio climático, y sobrepasan los niveles de los diques de protección, se generan inundaciones en áreas pobladas y productivas ubicadas cerca y dentro del lecho mayor de los ríos y cauces afectando:

- Áreas pobladas ubicadas dentro del lecho mayor de los cauces (La Virginia), o encerradas dentro de diques y jarillones (Sur del Atlántico).
- Áreas agrícolas y ganaderas ubicadas dentro del lecho de los cauces, o encerradas dentro de diques y jarillones (Valle del Cauca, Sabana de Bogotá).

Si a esto se añade el mal manejo que comúnmente se hace de los suelos y las aguas en las cuencas hidrográficas de los ríos de montaña, con gran permisividad y descontrol en la ocupación de cauces y vertimientos de aguas, no es de extrañar que sucedan, cada vez con mayor frecuencia, los desastres por deslizamientos y por inundaciones como los que vive Colombia desde finales del 2010 y durante el 2011.

Por lo anterior, los criterios con los que se han venido diseñando las obras de infraestructura, y muy especialmente las obras hidráulicas, deben ser analizados y revaluados para tomar las acciones que permitan garantizar hacia el futuro su estabilidad y adecuado funcionamiento, ya que debido al creciente aumento de las intensidades y duraciones de las precipitaciones, los caudales de diseño para tiempos de recurrencia usualmente establecidos son cada vez mayores, de modo que los actuales sistemas de drenaje de las carreteras, las alturas y anchos de corona de los diques de protección, la capacidad de los vertederos de los embalses y demás características de las obras hidráulicas están resultando sub-estimados.

Se debe concluir entonces en la necesidad imperiosa de concretar la ejecución de acciones de carácter inmediato, así como de mediano y largo plazo, tendientes a enfrentar las actuales emergencias causadas por el cambio climático y planificar

razonablemente el uso y el manejo de los recursos de agua y suelo, con miras a evitar situaciones similares en el futuro, estableciendo además para ello los criterios de diseño para una infraestructura de desarrollo menos vulnerable a los embates de lluvias extremas. Tales acciones, entre otras, se relacionan a continuación:

A. De carácter inmediato.

Adicional a las obras de emergencia que necesariamente deben continuarse para cerrar diques fallados, averiados o sobrepasada la corona por el nivel de las aguas, la remoción de derrumbes en las vías, y las variantes temporales para restablecer la transitabilidad, la reconstrucción de puentes etc., amén de la reubicación de la población afectada, la reconstrucción de viviendas, escuelas, servicios públicos y las ayudas humanitarias, acciones indispensables pero que como su nombre lo indica son acciones remediales de emergencia, éstas no pueden convertirse en las solución final y de largo plazo. Las acciones de corto plazo que se recomienda iniciar de inmediato para planear adecuadamente las obras de mediano y largo plazo que resuelvan definitivamente la vulnerabilidad de la infraestructura existente frente al ineludible cambio climático son las siguientes:

A1- Programa Nacional de Proyecciones Hidrológicas. Revisión urgente e inmediata de las proyecciones regionales de caudales y niveles máximos probables para diversos períodos de recurrencia para los grandes ríos y para las cuencas pequeñas, y revisión de las normas de diseño (períodos de retorno mínimos, y bordes libres) para los diversos tipos de estructura (diques, vertederos, puentes, pontones, estaciones de bombeo etc.), teniendo en consideración el impacto que pueda tener la falla de la estructura (pérdida de vidas, costos de reposición, reparación y perjuicios).

Los resultados de tales proyecciones, así como los registros hidrológicos básicos de la red hidrometeorológica nacional deben ser de conocimiento público inmediato, si fuere del caso a costos razonables.

A2- Programa de reconocimiento detallado de las condiciones reales de la infraestructura existente. Con miras a mejorar y o reforzar los sistemas de drenaje de las carreteras y ferrocarriles, los puentes y pontones, los diques y jarillones existentes, así como los muelles y puertos fluviales, se debe iniciar de inmediato el inventario detallado de la condición real de esa infraestructura, cuya realización deberá iniciarse de inmediato por parte de entidades de carácter ambiental, municipal, departamental y nacional, según corresponda; con el concurso de firmas consultoras de ingeniería especializadas para ese efecto. Así, se establecerán las necesidades urgentes de reparación, restitución o mantenimiento, y su priorización.

A3- Procesamiento de Imágenes de Satélite: Contratar de inmediato el procesamiento de imágenes de satélite de esta época de aguas altas (abril 2011) a lo largo de los ríos principales para identificar con claridad la magnitud y los límites de las áreas inundadas, para las cuales se deberá determinar el correspondiente período de recurrencia, acorde con el Plan de Proyecciones Hidrológicas esbozado en un numeral anterior. Tal información se pondrá a disposición de la comunidad técnica, científica, de las corporaciones regionales, de las alcaldías y de los ciudadanos.

A4- Inventario de Diques: Realizar en las áreas identificadas como inundables el Inventario de diques existentes, investigando las características técnicas de estos. (Alturas, niveles, relación del nivel con los niveles máximos probables, anchos de corona, taludes, materiales de construcción, revestimientos, existencia de filtros etc.). De especial importancia es la identificación de tuberías que atraviesen o pasen bajo los

diques y que los puedan llevar a procesos de tubificación semejantes al ocurrido con el rompimiento del Canal del Dique en Noviembre pasado.

Se aclara que los diques y jarillones que estén ubicados dentro del cauce mayor de los ríos se podrán reforzar únicamente de manera temporal, dada la urgencia, pues para ellos se aplicarán las condiciones que sobre el restablecimiento de los lechos mayores de los ríos se definen más adelante.

B: De mediano plazo.

B1- Programa Nacional de Restablecimiento de los lechos mayores de los ríos y recuperación y conservación de humedales. El mecanismo idóneo para lograr el restablecimiento de los anchos mínimos que deben existir entre diques de confinamiento de los cursos de agua para evitar sobre-elevaciones extremas durante los periodos de aguas altas y las consecuentes inundaciones catastróficas cuando los niveles de estos diques son sobrepasados es la introducción, en los Planes de Ordenamiento Territorial - POT, de reglamentaciones específicas para cada cuenca, acordes con los caudales extremos previsible, y tomar las acciones pertinentes para correr los diques actuales y adecuar sus niveles a los nuevos niveles máximos, para tiempos de recurrencia correspondientes a la importancia del área que estos protegen. Igualmente son los POT los instrumentos apropiados para reglamentar la reubicación de viviendas ubicadas en áreas inundables.

Este programa se debe enmarcar dentro de planes de desarrollo integral de cuencas que deben adelantar las Corporaciones Regionales. Para ello las CAR deben contratar los estudios técnicos correspondientes, incluyendo la gestión de riesgo, con el fin de asesorar y dar las pautas y reglamentaciones que deben ser incluidas por los Alcaldes y Concejos Municipales en los POT de sus respectivos municipios, y de forzoso cumplimiento.

El Gobierno Nacional debe buscar los mecanismos para apoyar presupuestalmente a los Municipios para la realización de las obras de reconstrucción, recuperación de humedales, retiro de jarillones y para relocalización de viviendas ubicadas en áreas inundables o susceptibles de inundación.

B2- Plan de Reforzamiento de diques. Como usualmente los diques se construyen sin diseños precisos, con materiales no siempre adecuados, sin núcleos impermeables y sin filtros que eviten problemas de tubificación, se considera muy importante el establecimiento de normas para el diseño y construcción de diques similares al Código Colombiano de Diseño Sismo Resistente de estructuras o el RAS para diseño de acueductos y alcantarillados. Una población o un área agrícola o ganadera protegida por un dique frágil o de altura insuficiente, vive tranquila, crece y se le hacen inversiones, confiada por **la falsa sensación** de seguridad que un dique le ofrece.

Los diques deben por tanto, tener las condiciones técnicas suficientes que permitan garantizar la seguridad para la cual fueron construidos, en función de la importancia del área protegida (Riesgo de pérdida de vidas, daño de viviendas e infraestructura urbana, afectación de áreas productivas industriales, agrícolas y ganaderas). Por tanto se recomienda:

B2-1- Código de Construcción de diques: Contratar la preparación de un Manual (Código) de construcción y reforzamiento de diques considerando tiempos de recurrencia de niveles máximos, separación mínima entre diques, bordes libres, ancho en la corona, taludes mínimos, materiales y métodos constructivos, filtros para prevenir tubificación y

revestimientos etc., según importancia del área protegida y convertir este manual en una norma de obligatorio cumplimiento.

B-2-2- Planeamiento y ejecución del Plan de Construcción y reforzamiento de diques y jarillones, considerando la importancia del área por proteger y el riesgo de desbordamiento en caso de presentarse un nuevo periodo de lluvias similar o mayor que el observado en el año 2011. Este plan debe considerar prioritariamente los resultados del inventario de áreas identificadas como inundables y de diques existentes para contratar los diseños detallados de las obras requeridas, y preparar los cronogramas de ejecución e inversión, la asignación de recursos presupuestales y la contratación de las obras y la Interventoría de las mismas.

C: De largo plazo.

C1- Planes de ordenamiento y de utilización sostenible de los recursos de las cuencas de los ríos de montaña. Las Corporaciones Regionales bajo la orientación del Ministerio del Medio Ambiente, como lo manda la Ley, deben establecer, a través de consultorías técnicas de alto nivel, los Planes de Ordenamiento y de desarrollo integral sostenible de las cuencas, dando prioridad al uso de los recursos hídricos para consumo humano, usos industriales y agropecuarios, con consideraciones técnicas de carácter interdisciplinario y de gestión interinstitucional para la adecuada coordinación en la definición de los mejores intereses de la comunidad en el uso de tales recursos.

De manera especial se deben incluir en esos Planes, entre otros, los aspectos relativos a: 1) El control de los procesos de erosión y socavación, cuyo principal detonante es el agua, por su mal uso y manejo en suelos de alta pendiente; 2) La definición del potencial hídrico general, la utilización integrada de tales recursos y la recarga de de fuentes subterráneas; 3) Protección garantizada contra inundaciones de la infraestructura básica de tratamiento de aguas para consumo, plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y rellenos sanitarios; 4) Reglamentación a incorporar en los POT municipales sobre el uso de las áreas de la cuenca para programas de vivienda, segura, estable y sostenible; 5) Programas de educación y de extensión agropecuaria, para el mejor uso de los recursos y el cuidado y manejo de zonas forestales y bosques de las partes altas, productoras del recurso hídrico.

C2- Planes de ordenamiento y de desarrollo de los recursos de grandes cuencas. De manera similar al ordenamiento de cuencas de ríos de montaña, se coordinarán y elaborarán Planes de ordenamiento para las grandes cuencas, tipo Magdalena, Cauca, San Jorge, Meta, Atrato y Caquetá, entre otros, orientados hacia el uso multipropósito del recurso hídrico para navegación, generación hidroeléctrica, irrigación y recreación. Se aplicarán en su concepción y formulación las recomendaciones generales incluidas en los numerales anteriores, en cuanto a la selección y ubicación de diques y jarillones, protección de humedales y zonas bajas de amortiguamiento de las crecientes, y todas aquellas que deban incorporarse para establecer estructuras de baja vulnerabilidad a situaciones críticas invernales como las que actualmente vive el país.

Se aclara que puede que para una u otra zona del país se hayan formulado Planes de Ordenamiento similares a los que acá se describen, pero se hace necesario revisarlos, ajustarlos a las nuevas condiciones climáticas y tecnologías vigentes, y que incorporen adecuadamente los reales intereses de las comunidades a beneficiar.

Dentro del plan de mejoramiento de las grandes cuencas son prioritarias las siguientes:

C2-1- Proyecto de mejoramiento Hidráulico del Rio Bogotá y manejo de crecientes.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR- inició el plan de Mejoramiento hidráulico del río Bogotá, consistente en la ampliación de la sección hidráulica del río mediante el corrimiento de jarillones y dragado del río. Los diseños realizados indican que al terminar este programa, los niveles máximos del río descenderán aproximadamente 1,5 m lo que permitirá evitar las inundaciones que se han venido presentando en el presente año. Es urgente que se dé prioridad a este programa y se agilice su ejecución, iniciando su construcción desde Alicachín hacia aguas arriba. Este programa contribuirá decisivamente en la solución de los problemas de inundación en las estaciones de bombeo que evacúan las aguas negras de la ciudad de Bogotá y reducirá el riesgo que actualmente se presenta por el incremento en los niveles máximos del río para los habitantes de Bogotá y los municipios vecinos protegidos por diques y jarillones.

Durante el invierno actual ha sido evidente que la capacidad de regulación de los embalses es insuficiente para las precipitaciones que se están presentando, por lo cual el estudio de nuevos embalses para el control de inundaciones es una acción que debería emprender la CAR. Debe analizarse la posibilidad de que algunos de estos embalses estén localizados directamente sobre el río principal, arriba del cañón del Sisga, para lograr una regulación más efectiva, así como zonas de inundación controlada dentro de la Sabana para el mismo efecto. Igualmente el manejo de los embalses debe realizarse coordinadamente y con modelos estocásticos de planeamiento de largo, mediano y corto plazo de forma tal que permita optimizar el manejo del agua y prever con oportunidad desembalses antes de los períodos de invierno para disponer de capacidad de regulación de crecientes.

Un ejemplo de planeamiento en Colombia es el centro de despacho de ISA, en donde se maneja en forma optimizada y en tiempo real el sistema de todos los embalses de generación de energía. Por lo sucedido en la Sabana de Bogotá en este invierno, es evidente que el antiguo Comité Hidrológico de la Sabana, conformado por la CAR, la EEB y la EAAB, con el fin de tener reglas unificadas de operación de los embalses, no está operando o si lo está no ha sido nada efectivo.

En efecto, la operación integrada y con el objetivo claro de operación para propósito múltiple (abastecimiento, control de inundaciones, riego y generación de energía) de los embalses del río Tunjuelo, de Chingaza- San Rafael, Neusa, Sisga y Tominé de propiedad de la EAAB, la CAR y la EEB deben ser un elemento esencial de manejo del recurso del agua en la Sabana de Bogotá. Aparentemente, el embalse del Neusa inició el periodo lluvioso con niveles muy altos que obligaron a abrir compuertas en la mitad de la catástrofe invernal, y la inoperatividad de una bomba en el embalse del Tominé son factores que contribuyeron a ella.

Dicho Plan de Mejoramiento debe complementarse con un estudio y análisis de las condiciones de operación y manejo de las compuertas de Alicachín, en el extremo bajo de la Sabana de Bogotá, para determinar la conveniencia de su eventual reubicación a una cota más baja que la actual, con lo cual se garantizarían mejores condiciones para el drenaje de la ciudad y de la Sabana en general.

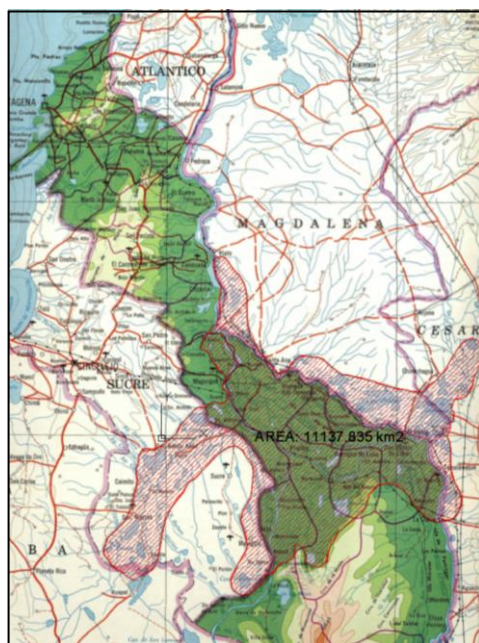
C2-2- Proyecto de mejoramiento Hidráulico del Rio Cauca en el Valle del Cauca

Acciones similares a las recomendadas para la sabana de Bogotá son aplicables para esta cuenca. El plan del Agua estudiado por la CVC y los estudios de aprovechamientos hidroeléctricos en los años 90 para la construcción de nuevos embalses de regulación deben retomarse

C2-3 Proyecto de regulación y manejo de inundaciones de la zona media y baja de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar.

El área donde confluyen los ríos Magdalena, Cauca, Cesar y San Jorge (Depresión Momposina y la Mojana) cuando coinciden en fase los períodos de caudales extremos de estos ríos y se remansan entre sí, generan enormes inundaciones de poblaciones y tierras agrícolas y ganaderas en un área aproximada de 11.000 km². Es por esto que la revisión, actualización y plan de implementación de los proyectos propuestos por el Proyecto Cuenca Magdalena Cauca – Convenio Colombo-Holandés debe convertirse en un proyecto de interés nacional prioritario. Para llevar a cabo este propósito, no hay necesidad de traer más misiones holandesas, japonesas o chinas que vienen muchas veces con fines comerciales; la ingeniería Nacional está suficientemente capacitada para hacerlo

Complementariamente, se deben retomar los estudios de aprovechamiento hidroeléctrico mediante presas de baja cabeza provistas de esclusas, realizados por ISA en 1983, considerando los beneficios conjuntos del manejo de inundaciones y de mejoras a la navegación en el tramo Puerto Wilches – Puerto Salgar, pues constituyen una iniciativa que merece un análisis más detallado. Esquemas de participación público - privada para este desarrollo puede ser una alternativa interesante.



C2.4 Programa de protección de las ciudades, playas y estuarios costeros.

El cambio climático traerá como consecuencia el aumento de los niveles medios del mar, aumentos estimados entre 0,6 y 1,3 m. a final del presente siglo, con lo cual todas las áreas costeras colombianas, las playas, las ciudades y poblados, las aéreas de estuarios sufrirán inundaciones. Los tramos finales de los ríos sufrirán una disminución de la pendiente lo que generará cambios morfológicos e hidráulicos en ellos y las riberas cercanas a sus desembocaduras se verán afectadas por la curva de remanso que se generara por el incremento del nivel del mar. Los impactos sobre las riberas de las desembocaduras de los ríos Magdalena, Sinú, Atrato, San Juan, Dagua, Patía y los demás ríos menores deben empezarse a estudiar con detalle para planear las acciones remediales.

Los puertos podrán tener problemas operativos por el incremento del nivel de la cubierta de los buques respecto al nivel de los niveles de la losa del muelle y en ciudades como Riohacha, Santa Marta, Cartagena, Montería, Turbo, Buenaventura y Tumaco y los poblados menores costeros, además de definir las aéreas en riesgo de inundación y prever la reubicación de las viviendas en riesgo, o la construcción de diques de defensa y estaciones de bombeo (al estilo de los “polders” holandeses), es necesario estudiar la afectación sobre las vías urbanas y carreteras costeras, los drenajes de aguas lluvias y aguas negras que no podrán desaguar por gravedad. Es por esto que se recomienda iniciar el estudio de estos riesgos para adoptar oportunamente medidas que mitiguen y controlen estos gravísimos impactos derivados del cambio climático.

El ejemplo del “Delta Plan” holandés derivado de la rotura del dique del Polder que defendía del embate del oleaje del mar del norte a la población de “Vere” en los años 50 del siglo pasado, y que inundó un importante porcentaje de este país es un referente que debe analizarse. El gobierno holandés inició con un enorme grupo de especialistas y con el laboratorio de hidráulica de Delft el pronóstico de los niveles extraordinarios del mar y del oleaje que podrían afectar a Holanda en el futuro y el estudio del tipo de obras de defensas que debían construirse, los niveles que debían tener de los diques de protección, los sistemas constructivos, los materiales por emplear, los revestimientos, las compuertas en las desembocadura de los ríos etc.. Luego de profundos y detallados estudios y diseños se iniciaron la construcción de las obras que después de 60 años aun están ejecutando para evitar una nueva tragedia.

Esta exitosa experiencia debe servir al gobierno colombiano para adoptar las medidas de largo plazo que prevengan los previsibles efectos derivados del cambio climático

C2.5 Creación del Ministerio de Recursos Hídricos. Las obras de corto, mediano y especialmente las de largo plazo requieren una institucionalidad fuerte, especializada y con recursos para acometerlas. Por esto proponemos analizar con todo el rigor y detalle la creación del Ministerio de Recursos Hídricos. Su objetivo es concentrar bajo la dirección de una sola entidad la responsabilidad de la planeación así como la prevención y atención de emergencias relacionadas con el recurso agua en Colombia, hoy dispersa en múltiples Ministerios, Corporaciones, Gobernaciones, Empresas de Servicios Públicos y otras entidades del orden Nacional y Regional.

Como el desarrollo de esta propuesta de reorganización del Estado puede tomar varios años y legislaturas, se podría iniciar esta idea con la creación de una unidad dentro del Departamento Nacional de Planeación que temporalmente cumpla con esta función de coordinación.

Bogotá, 29 de Abril de 2011

Germán Silva Fajardo

Jorge Enrique Sáenz Samper

Carlos Rodríguez Amaya