Bogotá D.C., 13 de enero de 2025 **[CON-UN-CI-2400078H3-2024-053]**

Señores:
Aeronáutica Civil
Atn. Andrés Arboleda Salazar
Secretario de Servicios Aeroportuarios.
Dirección: Avenida el Dorado #103 - 15 Edificio Central Aerocivil
Bogotá D.C.

REF: CONTRATO INTERADMINISTRATIVO No. 24000786 H3 DE 2024 "REALIZAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA PARA ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL AERÓDROMO EN LA ALTA GUAJIRA".

ASUNTO: Respuesta a Observaciones de Informe Hidrología V1

Respetado ingeniero Andrés:

Por medio del presente se responde punto a punto las observaciones remitidas por la Aerocivil al informe de hidrología del proyecto.

> **Observación 1 (noviembre):** en el documento se menciona que "La Alta Guajira se encuentra en una región árida por lo que la principal fuente de agua proviene de pozos subterráneos, aunque muchos de ellos están dañados…". Se solicita explicar a qué se hace referencia cuando se dice que están "dañados".

R/: Se atiende la observación y se modifica la redacción indicando, aunque muchos de ellos fueron construidos durante el gobierno del general Gustavo Rojas Pinilla, teniendo un inventario para el año 1972 de 625 pozos con molinos y 415 jagüeyes; los cuales fueron ejecutados por la empresa Proaguas (Los wayuu y el agua: una historia más allá de la sequía | Archivo General de la Nación, s. f.), ver página 5 del documento modificado.

> **Observación 2 (noviembre):** en el documento se indica que *"Aquí, no hay ríos permanentes que aseguren el suministro continuo de agua, en su lugar, durante la temporada de lluvias, se forman arroyos temporales que drenan el agua de lluvia.".* Se solicita justificar porque esta consultoría los denomina "arroyos" y no escorrentías.

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

R/: Durante la visita realizada el día 08/09/2024, mediante registro fotográfico se puedo evidenciar la existencia de cauces (canales naturales vacíos), esto corresponde a cauces intermitentes por los cuales solo transita caudal en temporadas de lluvias, lo anterior, también fue constatado mediante la modelación morfométrica de la zona de estudio, de la cual el HEC-HMS arrojó existencia de corrientes. Estos a su vez justifican y soportan la presencia y aprovechamiento de Jagüeyes en la zona.

De igual forma, se realizó la verificación mediante las imágenes y/o fotografías aéreas suministradas por la Aeronáutica Civil, tal y como se señala a continuación:

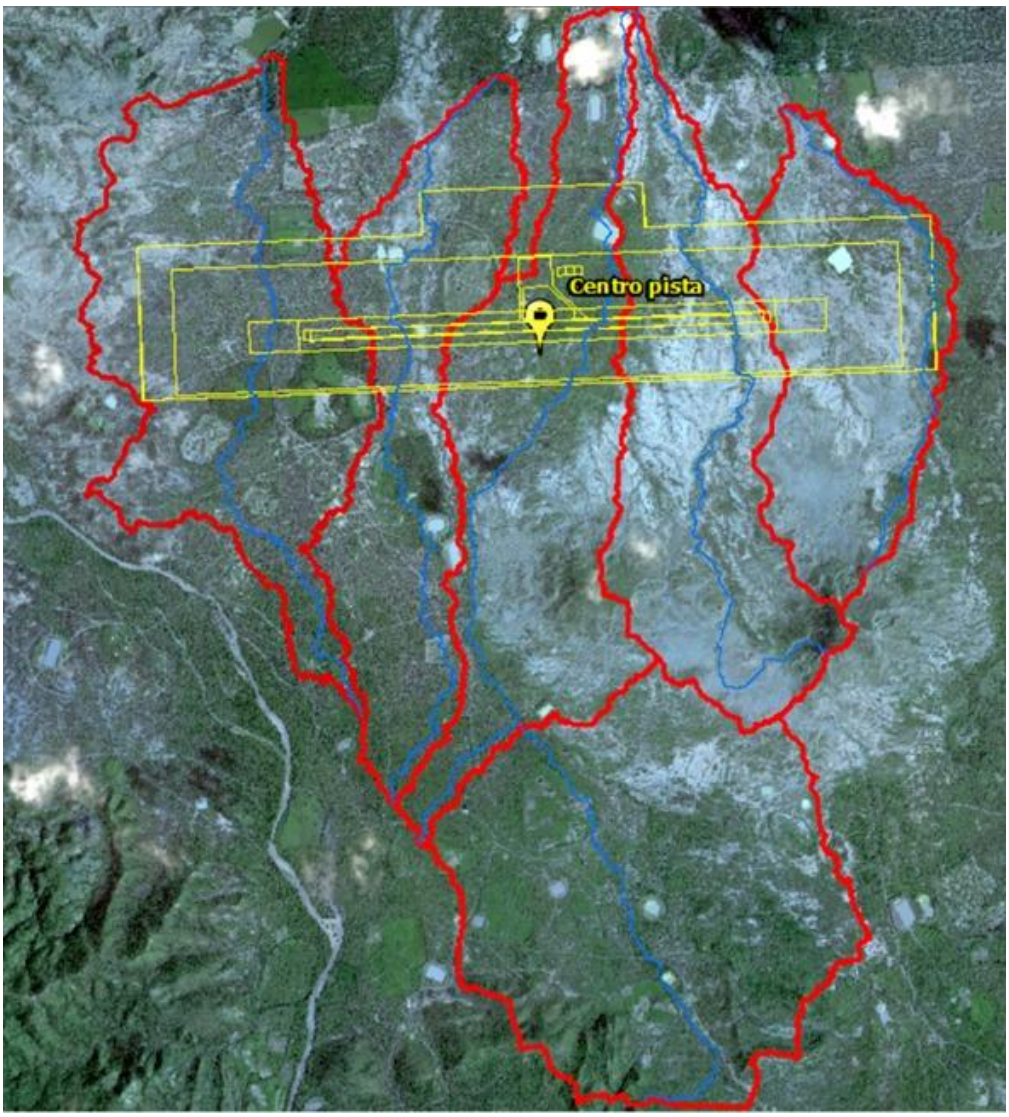


Figura 1 Verificación de determinación de cuencas y cauces principales vs fotografías áreas

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com



Figura 2 Evidencia de cauces efímeros o intermitentes



Figura 3 Jagüey identificado en Zona de Estudio.

Por lo anterior, esta consultoría considera la existencia de arroyos o cauces intermitentes en la zona del proyecto y no escorrentías, debido a que se evidencia claramente secciones de canales conformados.

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

> **Observación 3 (noviembre):** Se solicita incluir en los anexos los datos originales de las estaciones hidroclimatológicas utilizadas, así como todo el procesamiento estadístico realizado, incluyendo la depuración de datos anómalos y los procedimientos empleados para la complementación de datos faltantes. Asimismo, dentro del documento, se solicita presentar una tabla detallada con las precipitaciones máximas en 24 horas multianuales, indicando el valor medio y todos los datos estadísticos relevantes, como la desviación estándar, el coeficiente de variación y otros indicadores pertinentes. Esto permitirá garantizar la transparencia y trazabilidad del análisis realizado.

R/: Dentro de la subcarpeta denominada *IDF ESTACIONES* de los anexos entregados se cargó una carpeta llamada *DATOS CRUDOS*, para atender la observación realizada.

Los datos del procesamiento estadístico realizado pueden ser consultados en la carpeta de anexos entregada inicialmente (las cuales se adjuntan nuevamente) en la subcarpeta denominada *IDF ESTACIONES*, en ella están los 3 archivos para las estaciones seleccionadas, en el mismo se puede consultar datos de precipitaciones máximas en 24 horas, distribución Gumbel realizada, Intensidades calculadas, IDFs Ajustadas a metodología Diaz-Granados y finalmente Bloque alterno para la construcción de hidrograma unitario. Dado al volumen de información estos no fueron incluidos en el informe, pero en los anexos puede ser consultados.

> **Observación 4 (noviembre):** el modelo Hms no se puede ejecutar, aparentemente este vacío. Se solicita revisar.

R/: Se verificó la información cargada en la subcarpeta CUENCAS **HEC-HMS *4.12*** en ANEXOS, encontrándose completa. Se sugiere cambiar el enlace de ubicación del proyecto dentro de la versión HEC-HMS utilizada para no generar conflictos al llamar los archivos, sin embargo, la carpeta en su totalidad fue nuevamente cargada.

La carpeta completa debe tener un tamaño de 3.64 GB, aproximadamente.

> **Observación 5 (noviembre):** se solicita dentro de los parámetros morfométricos incluir metodología para calcular la pendiente media.

R/: HEC-HMS en su Versión 4.12 contiene un módulo denominado GIS, con el cual se realiza el tratamiento de información mediante el cargue del DEM de la zona, el cual fue proporcionado por la Aeronáutica Civil; los resultados de la modelación morfométrica pueden ser consultados de igual forma en el software HEC-HMS 4.12 en el módulo de Parámetros → Características → Subcuencas/Corrientes. Lo anterior responde a la metodología tomada para realizar el cálculo de parámetros morfométricos. No se considera incluir la información de la metodología en el documento para evitar confusión al lector, esta metodología está ampliamente explicada en el libro de hidrología aplicada de Ven Te Chow, el manual de drenaje para carreteras del Invias (https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/984-manual-de-drenaje-para-carreteras) y otros documentos y libros científicos.

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

Observación 6 (noviembre): Se solicita reorganizar la información en el informe para mejorar su claridad. Es confuso que se mencione un caudal de 47.72 m^3/s antes de presentar las curvas IDF y los hietogramas. Además, es importante especificar a cuál de las cuencas corresponde dicho caudal.

Asimismo, se indica que el tiempo de concentración es de 3 horas, pero no se especificar a qué cuenca corresponde dicho tiempo de concentración. Adicionalmente, la metodología de cálculo se presenta posterior a los hietogramas de diseño, pero tampoco incluye los resultados de los tiempos de concentración para cada cuenca

R/: Se atiende la observación y se reorganiza el documento según las recomendaciones solicitadas por la supervisión de la Aerocivil.

Con relación a los tiempos de concentración, estos pueden ser revisados para cada cuenca en la *Tabla 7. Resultados método racional* el informe en su versión 2. Adicional se redacta nuevamente los párrafos para evitar confusiones.

Observación 7 (noviembre): se solicita incluir la metodología para estimar los hietogramas de diseño.

R/: No es clara la observación, en el informe se indica que la metodología para estimar los hietogramas de diseño corresponde al bloque alterno, metodología ampliamente conocida a nivel nacional, no se considera incluir la información de la metodología en el documento para evitar confusión al lector, esta metodología está ampliamente explicada en el libro de hidrología aplicada de Ven Te Chow, el manual de drenaje para carreteras del Invias (https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/984-manual-de-drenaje-para-carreteras) y otros documentos y libros científicos.

Observación 8 (noviembre): Se solicita aclarar con cuál estación hidroclimatológica se realizaron los cálculos. En caso de que se hayan utilizado múltiples estaciones, es necesario especificar el criterio empleado para seleccionar el valor de precipitación media (isoyetas, polígonos de thiessen, etc).

R/: Para el proyecto se hizo uso únicamente la estación para el cálculo de lluvia de diseño, siendo seleccionada la estación de Tumamana con código: 15070200 del IDEAM.

Observación 9 (noviembre): En la tabla 6 se resaltan los valores de coeficiente de escorrentía para pastos en topografía plana y ondulada. Sin embargo, considerar que todas las cuencas están exclusivamente cubiertas por pastos se considera inexacto, según lo evidenciado por las imágenes satelitales y el mapa de coberturas del IGAC. Por lo tanto, se solicita seleccionar los coeficientes de escorrentía basándose en los mapas de coberturas,

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

y calcular un valor ponderado considerando el área de cada tipo de cobertura presente dentro de la cuenca.

R/: Los coeficientes de escorrentía corresponden al levantamiento de información realizado en visita del 8 de septiembre del pasado 2024, en el cual se pudo verificar el tipo de cobertura del área de estudio. Lo anterior teniendo en cuenta que las coberturas han cambiado a lo largo del tiempo.

Se incluye en el documento explicación de la toma de decisión.

Observación 10 (noviembre): En varios apartados del documento se utiliza como referencia el Manual del Invias; sin embargo, dicho manual recomienda el uso del método racional únicamente para cuencas con áreas menores a 2.50 km². Dado esto, se sugiere emplear una metodología alternativa para las cuencas 1 y 3, o, en su defecto, justificar técnicamente el uso del método racional en estos casos, asegurando que se respalda adecuadamente su aplicación fuera del rango recomendado.

R/: Se incluye en el documento explicación de la toma de decisión. El área de estudio de las subcuencas no supera el 5% de la subzona hidrográfica, por lo cual no generará mayor impacto el uso del método racional, los cuales no superan el exceso para las cuencas señaladas ni en 1 km². Y teniendo en cuenta la poca instrumentación de la zona, es inviable implementar un método regional de estimación de precipitación y caudal de diseño.

Observación 11 (noviembre): Se solicita reorganizar el documento, ya que actualmente las precipitaciones máximas mensuales multianuales se presentan en una sección posterior, cuando estos valores, al ser informativos y fundamentales para contextualizar el análisis, deberían ubicarse al inicio del documento. Esto facilitaría la comprensión y seguimiento de la información presentada.

R/: Se atiende observación y se reorganiza el documento en su segunda versión.

Observación 12 (noviembre): En el documento se incluye una tabla (sin numeración) que presenta valores de precipitación en eventos climáticos extremos. Sin embargo, no se especifica cómo se utilizó esta información dentro del análisis. Se solicita aclarar el propósito de dicha tabla y la metodología empleada para integrar estos datos en el contexto del estudio.

R/: Se atiende observación y se reorganiza el documento en su segunda versión.

Observación 13 (noviembre): No se incluyen los resultados del estudio hidrológico en el documento. Se solicita presentar una tabla clara y detallada con los valores de caudal calculados para cada cuenca, desglosados por diferentes períodos de retorno. Además, es necesario especificar cuáles de estos caudales serán utilizados para el diseño hidráulico,

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

justificando la selección de los mismos. Esto permitirá una mejor comprensión y trazabilidad del análisis realizado.

Universidad Nacional de Colombia

R/: Se atiende observación y se incluye la *Tabla 7. Resultados método racional* en el documento en su segunda versión.

Adicionalmente, una vez atendidas las observaciones remitidas el 15 de diciembre de 2024 vía correo electrónico, se hace entrega de la segunda versión del Informe de Hidrología y en caso de ser necesario estamos atentos a una mesa de trabajo entre especialistas con el fin de atender las observaciones que con origen a este documento llegaran a presentarse.

Cualquier inquietud con gusto la atenderemos.

Cordial saludo,

ING. CARLOS ALFONSO GÓMEZ GUACANEME
Director de Consultoría
Universidad Nacional de Colombia
Copia: *Ing. Jhonattan Báez Gómez*
Anexo: "250110_Informe_Hidrológico V2
Anexos_Hidrologia:
(https://drive.google.com/file/d/1P5FbZFTOj-50ZsA9pDRQG818K5Mm5SwJ/view?usp=sharing)"
Archivo

Bicentenario2020

Universidad Nacional – Calle 44 No. 45-67
Unidad Camilo Torres Bloque B-5 Ofc. 202
+57 (1) 3165000 ext. 10699
Bogotá, Colombia
Unal.guajira@gmail.com

PROYECTO
CULTURAL, CIENTÍFICO Y COLECTIVO
DE NACIÓN