

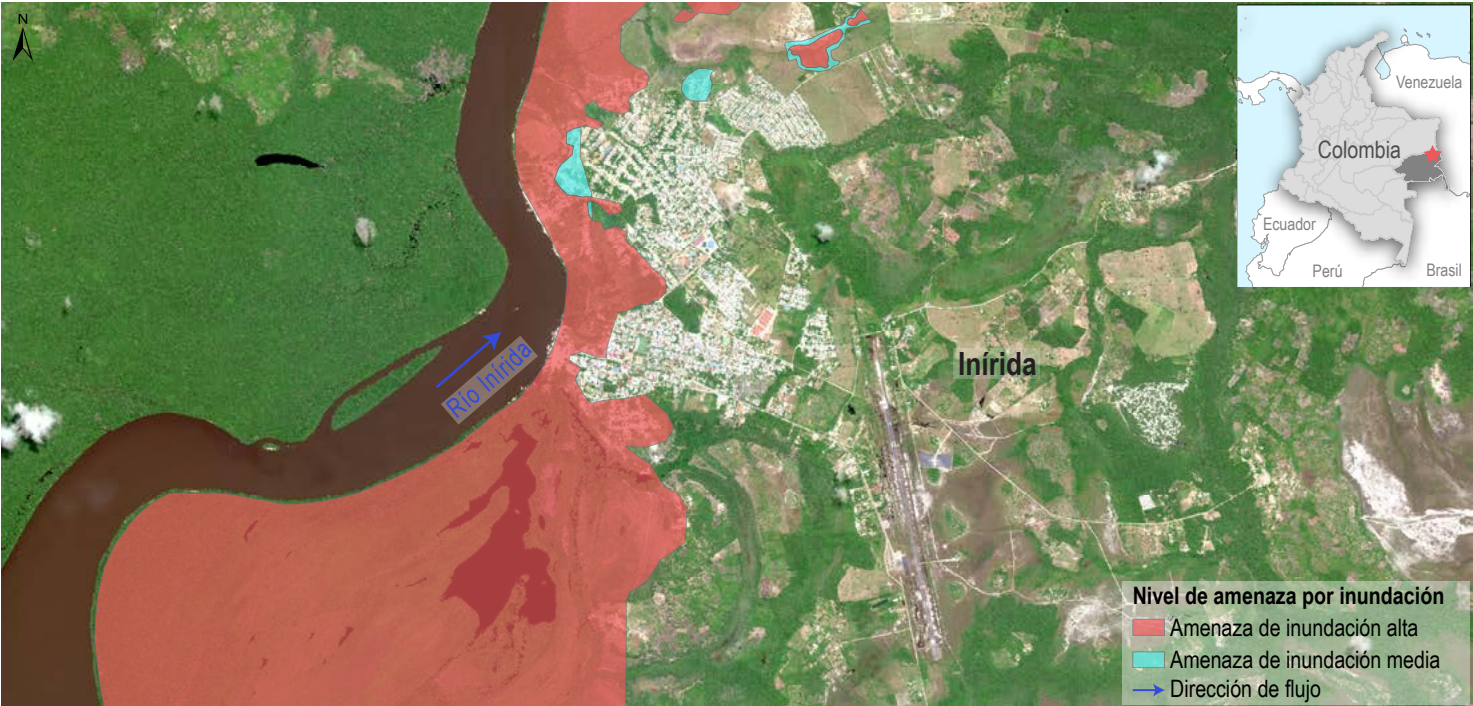
ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO INÍRIDA, GUAINÍA

Contexto del análisis:

La Iniciativa REACH (REACH), en coordinación con el Grupo Interagencial sobre Flujos Migratorios Mixtos (GIFMM) y el Equipo Humanitario Local (EHL) de Guainía, desarrolló entre mayo y septiembre de 2022 la [Evaluación Basada en Área \(EBA\)](#) en Inírida. Esta evaluación buscó mejorar la comprensión sobre las necesidades humanitarias y las dificultades de acceso a servicios de refugiados y migrantes venezolanos, retornados colombianos, y miembros de la comunidad de acogida que viven en áreas de urbanización informal de Inírida, Guainía, que han experimentado afectaciones del conflicto armado -principalmente desplazamiento forzado- y la llegada de población proveniente de Venezuela en condiciones de vulnerabilidad.¹ Además de estas afectaciones, en los últimos años la temporada de lluvias ha generado graves inundaciones en el departamento; durante la última ola invernal, éstas dejaron al menos 2.500 personas afectadas en Inírida y sus alrededores, lo que ha repercutido en el incremento de las necesidades humanitarias de sus habitantes.² Concretamente, en el área urbana de Inírida, que cuenta con 23.000 habitantes, la Secretaría de Planeación de Inírida identificó [zonas con amenaza media y alta a inundaciones](#), en las que se encuentran ubicadas 948 edificaciones (Mapa 1).³

En este contexto, la EBA identificó que aproximadamente un cuarto de los hogares del área evaluada reportó que había sido afectado directa o indirectamente por inundaciones y lluvias intensas entre 2021-2022. Además de pérdidas materiales individuales, dichas inundaciones también generaron daños como la inhabilitación de pozos comunitarios, la principal forma de acceso a agua en el área debido al déficit de servicios de acueducto. En el área evaluada, la EBA también identificó falta de alcantarillado y recolección de basuras, riesgos para el consumo seguro de agua por cuenta de la falta de tratamiento del agua para consumo humano, la presencia de defecación al aire libre, y el hecho de que, para algunas comunidades, el río Inírida constituye la principal fuente de agua para consumo humano. Con el fin de profundizar en la comprensión de los riesgos ambientales y entender cómo podrían agravar la severidad de necesidades humanitarias de la población, REACH realizó un análisis multitemporal basado en teledetección sobre la calidad de agua y cambios de cobertura alrededor del río Inírida, cuyos resultados se presentan en esta hoja informativa.

Mapa 1. Zonas con amenaza por inundación en el área urbana del municipio de Inírida⁴



Calidad del agua:

Los resultados del análisis de imágenes satelitales Sentinel-2 para los índices de salinidad y clorofila indican buena calidad del agua para los periodos observados. Los resultados en **salinidad** pueden deberse a que las fuentes naturales (agua lluvia, fósiles, subterráneas) o antrópicas (agua riego o fertilizantes) no hacen un gran aporte en la salinidad del río Inírida. Los resultados del índice de **clorofila** reflejan buena calidad del agua, lo cual puede estar relacionado con que ríos de “aguas negras”¹², como el Inírida, no cuentan con contenidos excesivos de nutrientes que impulsen el crecimiento de algas.

En cuanto a la **turbidez** (Mapa 2), se entiende que la turbidez es causada por partículas (normalmente arcilla con elementos orgánicos/no orgánicos en suspensión) y puede ser reflejo de la influencia de asentamientos humanos sobre las fuentes hídricas.¹³

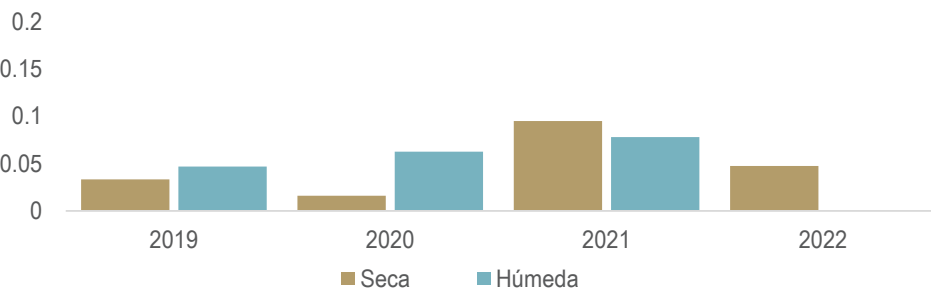
Se utilizaron tres rangos para definir la turbidez del agua, valores entre -0.2 y 0 indican turbidez baja, entre 0 y 0.25, turbidez moderada, y mayores de 0.25, alta turbidez¹⁴.

Mapa 2. Turbidez del agua en la zona urbana del municipio de Inírida (Temporada seca 2022)



La turbidez del agua del río Inírida alrededor del casco urbano para todas las fechas evaluadas es moderada, siendo el año 2021 el de mayor turbidez identificada (ver Figura 1).

Figura 1. Promedios anuales de turbidez en la área evaluada



El aumento en los niveles de turbidez entre el 2019 y 2022 en el río también puede deberse a las actividades mineras por procesos de dragado que se realizan en el Alto y Medio río Inírida. Otras fuentes han identificado que esta actividad está ocasionando problemas de salud en los habitantes de la zona, por cuenta el uso de mercurio para la extracción de oro, ya que este es un metal bioacumulable. Esta problemática abre espacio a un estudio más profundo de los cambios en la salud de los habitantes de la zona (ver [más](#)).

Metodología:

Utilizando imágenes Worldview de alta resolución de la temporada húmeda⁵ (octubre 2020) y seca⁶ (enero 2016), se realizó la fotointerpretación de la zona de interés para ver cambios significativos en la cobertura urbana y vegetal. Se usaron imágenes Sentinel-2⁷ compuestas de la mediana para estación seca, húmeda y anual (Tabla 1), para calcular los índices de turbidez de diferencia normalizada (NDTI⁸), clorofila diferencial normalizado (NDCI⁹) y salinidad de diferencial normalizado (NDSI¹⁰), que permiten identificar la calidad del agua en un periodo dado. Debido a las escasas imágenes sin nubes, se analizaron las imágenes en las fechas especificadas más adelante. Con las imágenes obtenidas se procedió a realizar el calculo de índices espectrales para ver la evolución de la turbidez y clorofila entre los años 2018 - 2022.

Tabla 1. Años y temporadas de imágenes Sentinel-2 recolectadas

Temporada	Año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Seca					
Húmeda					
Anual					

Conclusiones y recomendaciones:

El análisis de cambio de cobertura permitió identificar el incremento de población en áreas propensas a inundaciones cíclicas. De acuerdo con lo observado durante la recolección de datos de la EBA, esta población habita principalmente en viviendas de materiales altamente susceptibles a los efectos del agua. Es recomendable, por tanto, reforzar procesos de planificación urbana y preparación comunitaria para la mitigación de riesgos frente a eventos extremos, tanto como la mejora de la infraestructura existente. El aumento de la población y la disminución de cobertura vegetal puede aumentar la intensidad y la frecuencia de la amenaza, así como la cantidad de personas que se puedan ver afectadas.

Por medio de los índices obtenidos con teledetección se puede inferir que se deben reforzar sistemas de acceso a agua y saneamiento en la zona. De manera prioritaria, es importante realizar actividades que ayuden a extender prácticas de higiene, como la purificación del agua antes de su consumo. Se recomienda realizar algún tipo de tratamiento al agua del río Inírida o de fuentes cercanas como pozos o quebradas para evitar el consumo de manera directa de estas fuentes. Se recomienda incluso que el tratamiento del agua sea reforzado entre los pobladores del área urbana conectados al acueducto municipal, teniendo en cuenta que, según datos de la MSNA 2021, dichas prácticas no están generalizadas.¹¹ Ante el aumento poblacional del área, también se sugiere la mejora de los sistemas de disposición de residuos, teniendo en cuenta que una inadecuada disposición puede aumentar los riesgos a la salud, e incluso también generar incrementos en los niveles de contaminación en el río, por causa de la agricultura, los residuos urbanos y la actividad forestal.

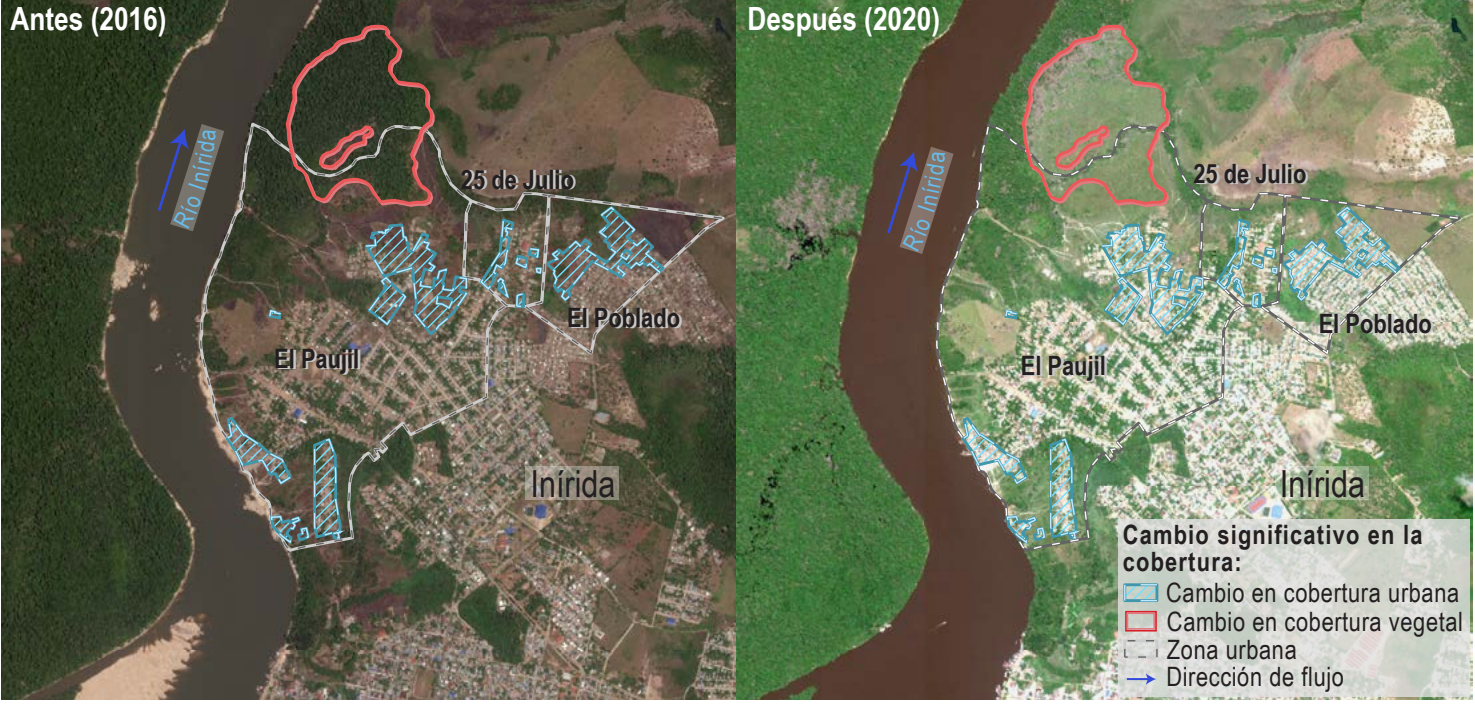
Finalmente, se sugiere el uso de otros índices para evaluar la calidad del agua como pH, materia en suspensión, materia orgánica disuelta, oxígeno disuelto e índices que permitan identificar metales pesados en el suelo o en los sedimentos acumulados en el río en temporada seca y su impacto en las comunidades.

Cambio en la cobertura y amenaza por inundación:

Para el análisis del cambio de cobertura (Mapa 3) en la zona norte del municipio de Inírida, se utilizaron las imágenes Worldview de dos fechas y temporadas diferentes (2016 temporada seca y 2020 temporada húmeda). A partir de interpretación de las imágenes satelitales (RGB) se identificaron los siguientes cambio:

- Aumento de hogares en la zona urbana (cobertura urbana), que podría tener relación con la perdida de zona boscosa identificada, posiblemente por el uso de madera para la construcción de los hogares de la zona.
- En el resguardo El Paujil y los asentamientos 25 de Julio y El Poblado se observó un aumento de las edificaciones del 25%, 26% y 53% respectivamente, lo que equivale a aproximadamente 1.400 nuevos habitantes en dichas zonas.
- Perdida de zona boscosa (40 ha aprox. cobertura vegetal) cercana al resguardo indígena El Paujil, la cual en temporadas de lluvias podía cumplir funciones de amortiguación y protección en una zona donde se ha identificado alto riesgo de inundaciones (Mapa 1).

Mapa 3. Cambios en la cobertura de la zona norte del municipio de Inírida



¹ La EBA se desarrolló por medio de encuestas estructuradas a nivel de hogar y grupos focales de discusión con líderes comunitarios y miembros de la comunidad. Para acceder a los resultados clave de la evaluación, consulte el [perfil de área](#) y la [hoja informativa de resultados para población desplazada](#).

² EHL Guainía y GIFMM. Agosto 2022. [Alerta de situación humanitaria. Inundaciones en zonas urbanas y rurales de Inírida, Cacahual y Barranco Minas](#).

³ Censo nacional de población y vivienda (2018), proyección, adelantado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE). Por su parte, el número de edificaciones se obtuvo por medio del conteo manual de techos visibles. Hipotéticamente, de ser todas viviendas, dichas edificaciones albergarían aproximadamente cuatro mil personas en zonas de riesgo (cálculo a partir del promedio municipal de 4,2 personas por hogar y el promedio de 1 hogar por vivienda del censo DANE 2018).

⁴ Áreas con condición de amenaza por inundación urbana, Febrero 2019, Secretaría de planeación Inírida, Guainía.

⁵ WorldView-2 del 20 Octubre 2020 Copyright: ©2022 DigitalGlobe Source: US Department of State, Humanitarian information Unit, NextView License

⁶ WorldView-3 del 30 Enero 2016 Copyright: ©2022 DigitalGlobe Source: US Department of State, Humanitarian information Unit, NextView License

⁷ Sentinel-2 de 2018 - 2020 Copyright: Contiene datos modificados de Copernicus Sentinel [2018 – 2022] Source: ESA

⁸ NDTI: (banda roja - banda verde) / (banda roja + banda verde)

⁹ NDCI: (banda roja - banda del borde rojo) / (banda roja + banda del borde rojo)

¹⁰ NDSI: (banda onda corta infrarroja - banda onda corta infrarroja2) / (banda onda corta infrarroja + banda onda corta infrarroja2)

¹¹ Cálculos de REACH a nivel municipal a partir de la [base de datos](#) de la [Evaluación Multisectorial de Necesidades 2021](#) (MSNA, por sus siglas en inglés). Resultados a nivel departamental disponibles [aquí](#).

¹² Ríos de aguas negras: nacen en los bosques amazónicos, se caracterizan por ser pobres en nutrientes y en muchas ocasiones tienen un pH ácido.

¹³ La influencia de residuos humanos y vertederos de aguas residuales domésticas sobre esta sección del río fue identificada en la [concesión de aguas superficiales para el abastecimiento del acueducto municipal de Inírida](#), lo que además puede indicar riesgos el consumo de agua de la para la población urbana conectada al acueducto.

¹⁴ Garg V, Kumar AS, Aggarwal SP, Kumar V, Dhote PR, Thakur PK, Nikam BR, Sambare RS, Siddiqui A, Muduli PR, Rastogi G (2017) Spectral similarity approach for mapping turbidity of an inland waterbody. J Hydrol 550:527–537