

ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA RIO BLANCO

MUNICIPIOS DE CUMBAL – CUASPUD CARLOSAMA – ALDANA – IPIALES



2022

CUERPO DIRECTIVO

HUGO MARTÍN MIDEROS LÓPEZ

Director General

JUAN CAMILO GUEVARA HIDALGO

Subdirector Administrativo y Financiero

MARÍA NATHALIA MORENO SANTANDER

Subdirectora de Conocimiento y Evaluación Ambiental

JOSÉ ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ

Subdirector de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental

TATIANA VILLARREAL ENRÍQUEZ

Jefe Oficina Jurídica

SANDRA PATRICIA CASTRO

Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO

ANDRÉS RICARDO SANTACRUZ MALLAMA

Gestor Oficina de Recurso Hídrico

Profesional Universitario SUBCEA

CARMEN ALICIA CABRERA BURBANO

Ingeniera Ambiental

MARCO AURELIO CANDO ALPALA

Sistemas de Información Geográfica y Procesamiento Información Hidrológica

Geógrafo

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	5
RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVO GENERAL	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. MARCO REFERENCIAL	10
3.1. MARCO CONCEPTUAL	10
3.2. MARCO LEGAL	13
3.3. MARCO CONTEXTUAL	15
4. METODOLOGÍA	18
5. OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA	20
5.1. OFERTA HÍDRICA TOTAL	20
5.1.1. Estimación de precipitación	20
5.1.2. Estimación de temperatura	21
5.1.3. Estimación de evapotranspiración	22
5.1.4. Estimación de escorrentía total	25
5.1.5. Estimación de Oferta hídrica Total	27
5.1.6. Estimación de Oferta Hídrica Neta	28
5.2. DEMANDA HÍDRICA	29
5.2.1. Demanda de agua para uso doméstico	29
5.2.2. Demanda de agua para uso industrial	35
5.2.3. Demanda de agua para uso Agrícola	36
5.2.4. Demanda de agua para uso pecuario	38
6. ÍNDICE DE ESCASEZ	44
7. CONCLUSIONES	46
8. RECOMENDACIONES	47
ANEXOS	49

GLOSARIO

Oferta Hídrica: Es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre.

Precipitación: Es la cantidad de lluvia que cae en un área en un intervalo de tiempo en específico.

Evapotranspiración real: Es la cantidad de agua evaporada desde la superficie del suelo y transpirada por la cubierta vegetal.

Evapotranspiración potencial: Se refiere a la transpiración de una matriz de suelo cuando su humedad se mantiene constante a capacidad de campo.

Escorrentía: Es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje.

Oferta hídrica superficial total: Aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la Microcuenca y satisfecho las cuotas de Evapotranspiración e infiltración del sistema del suelo- cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes.

Balance hídrico: Se refiere a la cuantificación de los recursos hídricos que ingresan a un sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.

Caudal ecológico: El caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua.

Calidad del agua: La calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe en un amplio rango de posibles usos, por lo general, la alteración de la calidad del agua tiene que ver con la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias químicas y sintéticas de naturaleza tóxica.

Demanda hídrica: cantidad o volumen de agua usado por los sectores económicos y la población.

Índice de escasez: Se define como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.

RESUMEN

Inicialmente se realizó la priorización de la fuente hídrica, a través de un análisis de diferentes componentes que permitieron definir a la cuenca del río Blanco como fuente de gran importancia para elaborar el presente estudio.

Seguido a esto, de manera preliminar se analizó la información que se encuentra documentada en los diferentes procedimientos de la entidad como son concesiones de aguas y permisos de vertimientos, de igual manera se revisó el tema de quejas o denuncias ambientales radicadas ante la corporación relacionadas con conflictos por el uso de agua; y por contaminación o afectaciones en el río blanco; además, se estudiaron documentos técnicos que contienen información para caracterizar la fuente objeto de estudio como son los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) de los municipios que comprende la cuenca y el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) realizado en el año 2011, entre otros.

Así mismo, se indagó sobre los aspectos sociales y económicos desarrollados al margen de la cuenca del río Blanco, usos actuales, disponibilidad del agua, áreas influyentes. De igual manera la existencia de áreas protegidas o de mayor cuidado, riesgos relacionados al recurso hídrico; siendo estos, aspectos que influyen directamente sobre la calidad y cantidad del recurso hídrico.

Finalmente se consolida toda la información suministrada y se realiza los mapas cartográficos de precipitación, temperatura, evapotranspiración real y potencial, escorrentía total que permitieron dar a conocer el cálculo de la Oferta hídrica total, teniendo en cuenta la información hidrometeorológica y se realiza la reducción de la misma por calidad de agua y caudal ecológico obteniendo la Oferta Hídrica Neta, también se realiza una caracterización socioeconómica a través de encuestas (Anexo 1), verificación de concesiones y usos de suelo para calcular la Demanda hídrica Total del Río Blanco.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como finalidad determinar el Índice de Escasez de agua superficial del Rio Blanco, cuyo cauce principal atraviesa los municipios de Cumbal, Cuaspud Carlosama, Aldana e Ipiales del departamento de Nariño; lo anterior mediante la metodología elaborada por Corponariño en el año 2021, que tomo como base la adoptada por la Resolución 865 de 2004 emitida por el Ideam.

Es importante mencionar que la explotación exagerada de una fuente hídrica puede tener efectos sobre las características de la calidad del agua, alterar la dinámica del flujo y conducir a su desaparición, por lo cual es importante la planificación de sostenibilidad del recurso, conocer la cantidad de agua disponible ofrecida por la fuente, los niveles de demanda y las restricciones de uso necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora, teniendo en cuenta que el agua constituye también un sustento para la flora, la fauna y los ecosistemas en general, por lo cual uno de los requerimientos para la gestión del recurso hídrico es el índice de escasez (Gutiérrez, Díaz y Muñoz, 2015).

Por lo tanto, para Corponariño es importante determinar índices que permitan conocer puntualmente el estado actual de las cuencas de su jurisdicción, como es el caso del índice de escasez de agua, para de esta manera planificar y tomar decisiones sobre las acciones a ejecutar con la finalidad de garantizar la conservación y disponibilidad del recurso hídrico en el departamento de Nariño.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Calcular el Índice de escasez de Agua del Rio Blanco ubicado en el Departamento de Nariño, mediante la metodología elaborada por Corponariño en el año 2021, que tomo como base la adoptada por la Resolución 865 de 2004 emitida por el Ideam.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la Oferta hídrica neta disponible del Rio Blanco, con base a la reducción por calidad del agua y reducción por caudal ecológico.
- Realizar el cálculo de la demanda hídrica del Rio Blanco, teniendo en cuenta los usos de suelo, concesiones de agua y actividades económicas desarrolladas en la cuenca.
- Evaluar el índice de escasez mediante el cálculo de la demanda y la disponibilidad hídrica del Rio Blanco.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. MARCO CONCEPTUAL

BALANCE HÍDRICO: La estimación de la oferta hídrica para un espacio y periodo específico tiene como base el ciclo hidrológico modelado mediante el balance hídrico el cual determina la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía. El balance hídrico es considerado un buen método para estimar con un margen de error pequeño el caudal medio anual en diferentes regiones de Colombia. Esta metodología se aplica en cuencas con áreas de drenaje mayores, instrumentadas y con información confiable y con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación que permite estimar la oferta hídrica media anual.

OFERTA HÍDRICA TOTAL: El cálculo de la oferta hídrica total tiene como propósito ayudar a comprender las condiciones de referencia en las que se encuentra el cuerpo de agua frente a la oferta y demanda de este recurso. Así mismo, su estimación es necesaria como parte de la evaluación y caracterización de las dinámicas hidrológicas del agua que se mantiene en el cauce y por ende para la obtención de la oferta hídrica neta.

REDUCCIÓN POR CALIDAD DEL AGUA: La calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe sus posibles usos, generalmente la alteración a la calidad del agua tiene que ver con la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias químicas y sintéticas de naturaleza tóxica, por lo cual la oferta hídrica se debe afectar el 25%.

REDUCCIÓN POR CAUDAL MÍNIMO ECOLÓGICO

Esta reducción va dirigida a la Gestión Integral del Recurso Hídrico, proteger la biodiversidad, mantener los servicios ecosistémicos, el ciclo hidrológico, la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, lo que representa

indirectamente el bienestar humano. El IDEAM adopta como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.

Por último, se realiza la suma de la reducción por calidad del agua, más la reducción por caudal ecológico, dando como resultado la oferta hídrica Neta.

OFERTA HÍDRICA NETA: El valor de la oferta hídrica neta de la cuenca muestra la cantidad de agua que se puede disponer para todas las actividades antropogénicas que requieren del recurso hídrico. Así mismo, para determinar si el cuerpo de agua se encuentra o no en equilibrio frente a la demanda de agua.

USOS DE AGUA: Los usos de agua se determinan dado que son necesarios para saber cómo la oferta se distribuye de acuerdo a las actividades socioeconómicas que se encuentran alrededor de la cuenca. De igual forma, tener conocimientos acerca de los usos del agua es de gran importancia al momento de evaluar posibles desabastecimientos en algún sector de uso, en el caso de que se obtuviese un índice de escases preocupante.

DEMANDA HÍDRICA TOTAL: En el desarrollo del proceso para encontrar el índice de escasez, la demanda hídrica total adquiere gran importancia al momento de tener conocimiento de la relación que existe entre esta y la oferta hídrica neta ya que es necesaria para saber la disponibilidad que tiene recurso hídrico para el abastecimiento de la población y demás actividades socioeconómicas para las que se requiere.

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL: Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación, es decir, la evapotranspiración real está condicionada por las disponibilidades de agua, cuando esta es suficiente su valor corresponde a la potencial; cuando hay déficit hídrico la evapotranspiración real es inferior a la evapotranspiración potencial.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL: Es la máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente

provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa.

ESCORRENTIA TOTAL: El valor de la escorrentía total es necesario para calcular la oferta hídrica, razón por la cual se considera importante y necesario en el proceso hacia la obtención del índice de escasez. Este parámetro es obtenido a partir de la medición de estaciones hidrométricas más cercanas que conforman la red hidrológica.

ÍNDICE DE ESCASEZ: Teniendo presente que el agua es un recurso esencial en el desarrollo de las actividades socioeconómicas y para la conservación de ecosistemas, se necesita un indicador que muestre el estado de la oferta del agua superficial que puede ser usada y la relación que esta tienen con la demanda actual. Todo esto teniendo en cuenta las reducciones y ajustes que se deben hacer para mantener un cuerpo de agua saludable en cuanto a cantidad del recurso hídrico. Este índice debe ser calculado periódicamente para poder saber en qué condiciones se encuentra la cuenca hidrográfica y tomar acciones frente a los resultados obtenidos.

3.2. MARCO LEGAL

A continuación, se describe la normatividad que rige en la República de Colombia, la cual hace referencia a las obligaciones o derechos para la conservación de los recursos naturales renovables y normas específicas enfocadas a la protección del recurso hídrico.

Tabla 1. Normatividad

NORMATIVIDAD	
NORMA	DESCRIPCIÓN
Constitución Política	Consagra derechos y obligaciones para proteger los recursos y garantizar un medio ambiente sano. Asigna competencias a diferentes entes estatales para adelantar las tareas de administración, planeación, prevención y defensa del medio ambiente.
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional: Establece las normas generales para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana y define desde el aspecto sanitario los usos del agua y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Ley 99 de 1993	Sistema Nacional Ambiental SINA: Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Define el marco legal y asigna funciones en relación con la formulación de la Política Nacional Ambiental, ordenamiento territorial y manejo de cuencas, obras de infraestructura, control de contaminación, definición y aplicación de tasas de uso del

NORMATIVIDAD	
NORMA	DESCRIPCIÓN
	agua y retributivas, licencias ambientales, concesiones de agua y permisos de vertimiento, control, seguimiento y sanciones, manejo de conflictos de competencias, cuantificación del recurso hídrico, seguimiento de la calidad del recurso hídrico, conservación de cuencas, instrumentos económicos y de financiación.
Ley 373 de 1997	Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 507 de 1999	La cual modifica la ley 388 de 1997 en la cual se define, entre otros, competencias en el manejo de las cuencas hidrográficas para elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial en los municipios y distritos.
Ley 1333 de 2009	Se establece el Procedimiento Ambiental Sancionatorio y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente: define normas generales y detalla los medios para el desarrollo de la Política Ambiental. Entre otras competencias, asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pagos, medición de usos, uso eficiente del agua y demás herramientas para la administración, protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables

NORMATIVIDAD	
NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.
Resolución 0337 de 1978	Por la cual se adopta un sistema de codificación para las estaciones hidrometereológicas.
Resolución 865 de 2004	Adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones
Resolución 0330 de 2017	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS

Fuente: Este estudio

3.3. MARCO CONTEXTUAL

Área de estudio

En Colombia el territorio se ha dividido mediante la resolución 0337 de 1978 en 5 áreas hidrográficas de importancia nacional que son: Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico, que a su vez están divididas en zonas y subzonas hidrográficas (IDEAM, 2018). La subcuenta de Río Blanco es catalogada como una cuenca de orden 3 con el código 137, perteneciente al área hidrográfica del Pacífico. El Río Blanco es afluente del Río Guaitara (Orden 2) que a su vez lo es del Río Patía (Orden1). La microcuenca de Río Blanco es subdividida en 10 subcuencas de cuarto orden y tres microcuencas de quinto orden como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 2. Zonificación y codificación de la cuenca del Río Blanco

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Numero de cuencas		
	Orden 1	Orden 2	Orden 3	Orden 4	Orden 5
Pacífico	Río Patía	Río Guaitara	Rio Blanco	Quebrada los Sapos	
				Quebrada Tarfue	Quebrada El Tablón
					Quebrada Llano Largo

				Quebrada Monte Ralo	
				Quebrada La Agencia	
				Quebrada El Corral	
				Río Guapul	
				Quebrada Rio Negro	Quebrada Rio Blanco
				Río Chiquito	
				Quebrada Cuaces - Lag. Cumbal	
				Quebrada Nicanam	

Fuente: Este estudio

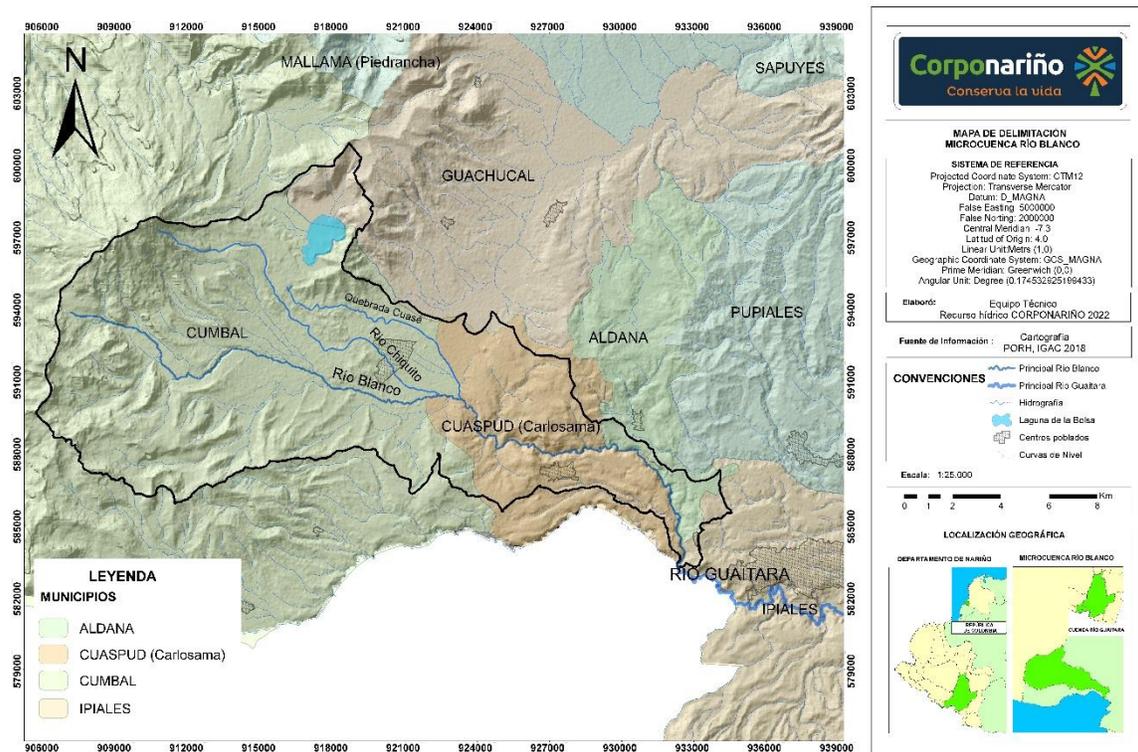
El río Blanco nace del volcán nevado de Cumbal (4.764 m.s.n.m) y el volcán Chiles (4.753m.s.n.m) ubicados en el cordón occidental de la cordillera, hace un recorrido en dirección oriente – occidente y su corriente principal circula por los municipios de Cumbal, Aldana, Cuaspud Carlosama e Ipiales en el departamento de Nariño; hasta convertirse en el afluente principal del río Carchi – Guátara, delimitando la frontera entre los países de Colombia y Ecuador, el cauce principal del río blanco comprende una distancia de 38,092 km desde su nacimiento en el municipio de Cumbal hasta su desembocadura al río Guátara en el municipio de Ipiales (Plan de Ordenamiento del Rio Blanco, 2011).

Área de drenaje

El área de la cuenca del río Blanco es aproximadamente de 212,72 km² obtenida a partir de la topografía realizada a escala 1:25.000 del IGAC como se muestra en el mapa N° 1 y se localiza con las coordenadas: inicio de la cuenca 591335.548 N, 910244.582 W y final 583390.931 N, 932449.611 W.

La red hidrográfica de la microcuenca de Río Blanco surte a diferentes acueductos municipales y un gran número de acueductos veredales, de igual forma es importante para el desarrollo agrícola, ganadero e industrial, que son las principales fuentes económicas para la población de la zona.

Mapa 1. Área de drenaje del Río Blanco

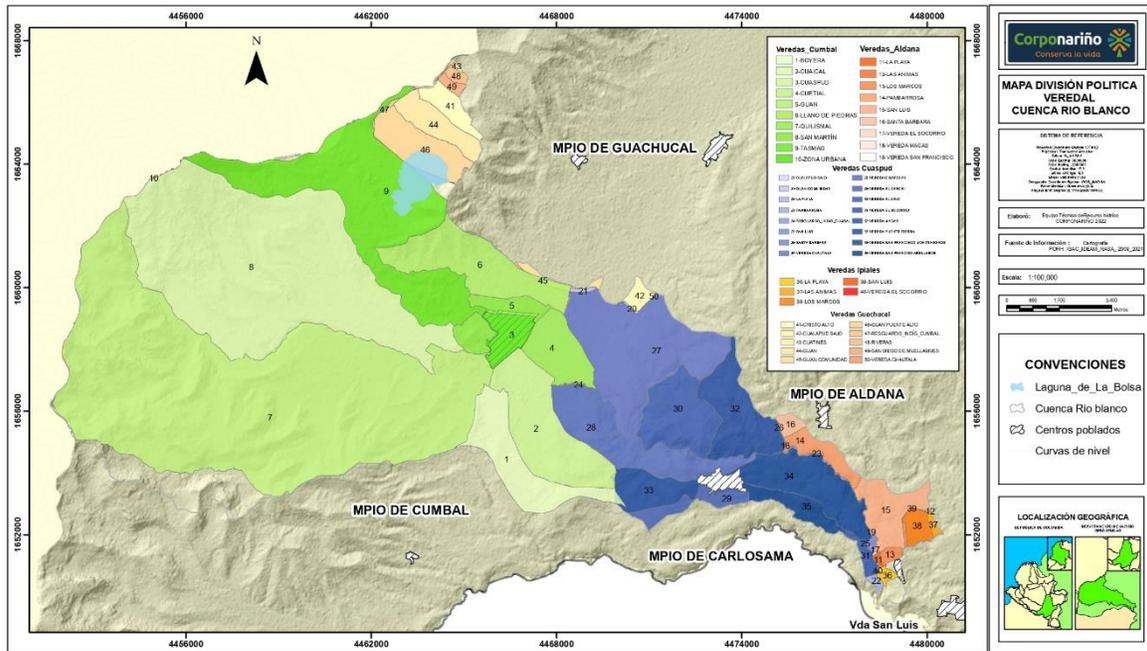


Fuente: Este estudio

División política – administrativo

La cuenca del río Blanco comprende cuatro municipios (Cumbal, Cuaspud Carlosama, Aldana e Ipiales), dentro de estos municipios se encuentran las veredas que se mencionan a continuación:

Mapa 2. Veredas influyentes en el área de drenaje



Fuente: Este estudio

4. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el cálculo de Índice de escasez del rio blanco fue la elaborada en el año 2021 por la Corporación Autónoma Regional de Nariño, CORPONARIÑO, que tomo como base la adoptada por la Resolución 865 de 2004 emitida por el IDEAM.

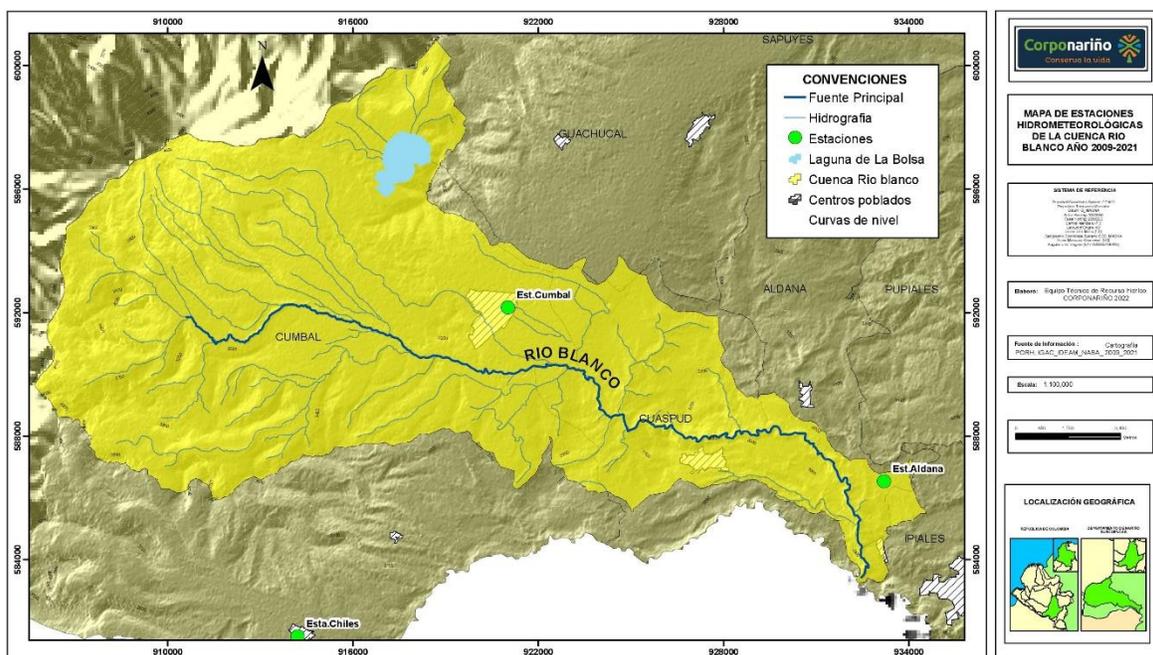
Para el cálculo de la oferta hídrica de la cuenca del Rio Blanco, se cuantificó la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, para lo cual fue necesario recolectar información hidrológica y meteorológica suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, y en la plataforma Power Data Access Viewer, con el fin de obtener datos de las estaciones con periodicidad anual de precipitación y temperatura para un periodo de 12 años (2009-2021). Para la selección de las estaciones se tomó como principal parámetro la ubicación; es decir, que estén dentro o cerca del área de estudio con el fin de realizar la consulta de los registros hidrometeorológicos mayores a 10 años.

Tabla 3. Estaciones Hidrometeorológicas

CODIGO	ESTACIÓN	CATEGORIA	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
52050130	Chiles	Pluviométrica	-77,8483333 W	0,81166667 N	3100
52055230	Aeropuerto San Luis	Sinóptica principal	-77,67775 W	0,85708333 N	2961
52050110	Cumbal	Pluviométrica	-77,7871111 W	0,908 N	392

Fuente: Este estudio

Mapa 3. Estaciones Hidrometeorológicas en el área de estudio



Fuente: Este estudio

Una vez obtenida toda la información para el cálculo de la Oferta hídrica superficial total, a partir de la escorrentía total se procede a realizar la reducción de la misma por calidad del agua y caudal mínimo ecológico, obteniendo la Oferta Hídrica Neta Superficial del río blanco.

Para el cálculo de la demanda hídrica, se presentan tres escenarios, según la metodología elaborada en el año 2021, por Corponariño de los cuales se tomó el escenario N° 3: cuando no existe información, en este escenario se debe estimar potencialmente el volumen de agua demandada en millones de metros cúbicos a

nivel sectorial. Estas estimaciones se basan principalmente en la asociación de dos variables: el volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien. De igual manera se recopiló información sobre concesiones de agua otorgadas del Río Blanco, usos de suelo y características socioeconómicas, lo anterior por medio de encuestas estructuradas (Anexo 1) realizadas a la población presente en el área de estudio. Finalmente se consolida toda la información de Oferta y Demanda hídrica, para determinar el Índice de Escasez de Agua del río blanco.

5. OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA

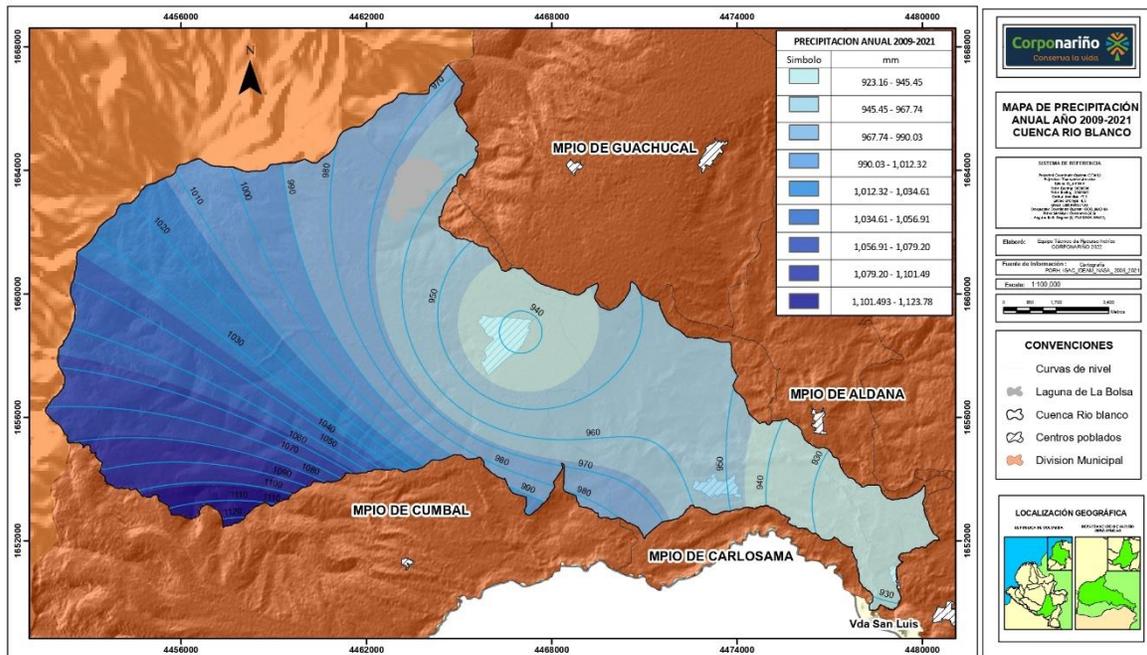
5.1. OFERTA HÍDRICA TOTAL

La oferta hídrica superficial total se obtuvo a partir de calcular el escurrimiento superficial total en lámina de agua, realizando una intersección de capas de los mapas en formato raster de precipitación y evapotranspiración real con la ayuda de herramientas de análisis espacial.

5.1.1. Estimación de precipitación

Para el cálculo de precipitación mínima, media y máxima, con los registros meteorológicos, se realizó el mapa de isoyetas:

Mapa 4. Precipitación anual de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

Tabla 4. Valores de precipitación de la cuenca Rio Blanco

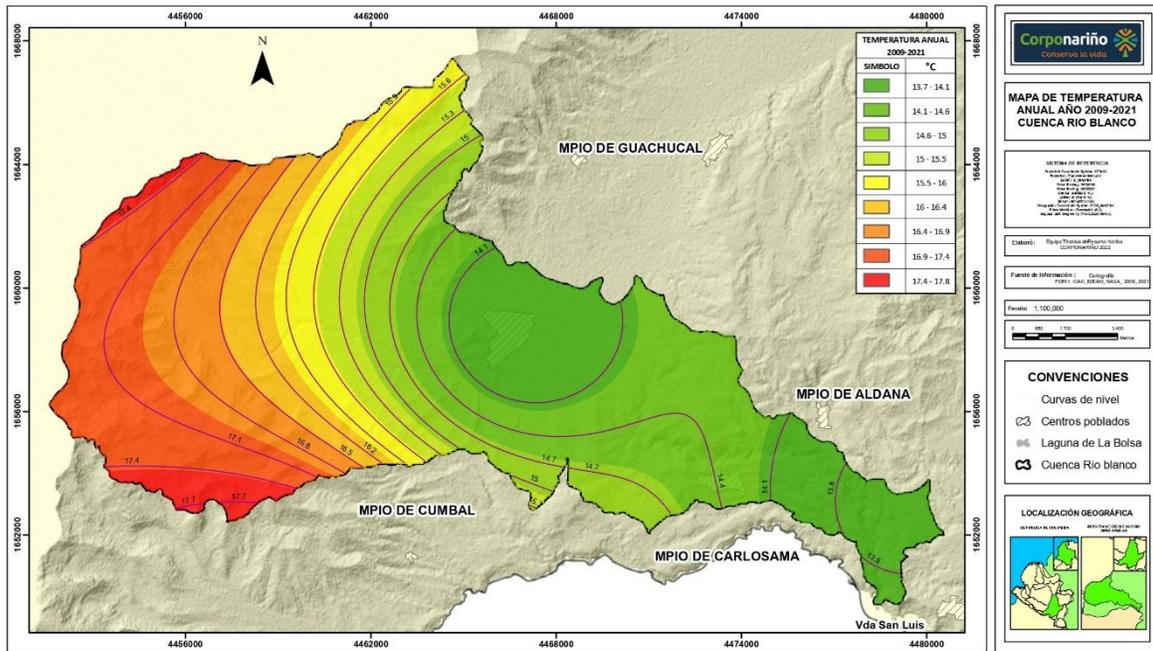
MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
923,16	1023,22	1123,28

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Estimación de temperatura

Para la obtención del mapa de isotermas, se tuvo en cuenta los datos de temperatura obtenidos de las estaciones presentes en el área de estudio.

Mapa 5. Temperatura anual de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

Tabla 5. Valores de Temperatura de la cuenca Rio Blanco

MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
13,7	15,75	17,8

Fuente: Este estudio

5.1.3. Estimación de evapotranspiración

La evapotranspiración es la suma de la cantidad de agua que pasa a la atmósfera por los procesos de evaporación del agua interceptada por el suelo y de la transpiración de las plantas.

Evapotranspiración Real

La evapotranspiración real se estimó utilizando la ecuación de Turc, que utiliza como parámetros la precipitación anual y temperatura media anual, calculada mediante la siguiente expresión:

Ecuación 1. Ecuación de Turc

$$ETR = \left(0,9 + \frac{P^2}{(l(t)^2)} \right)^{0,5}$$

Donde:

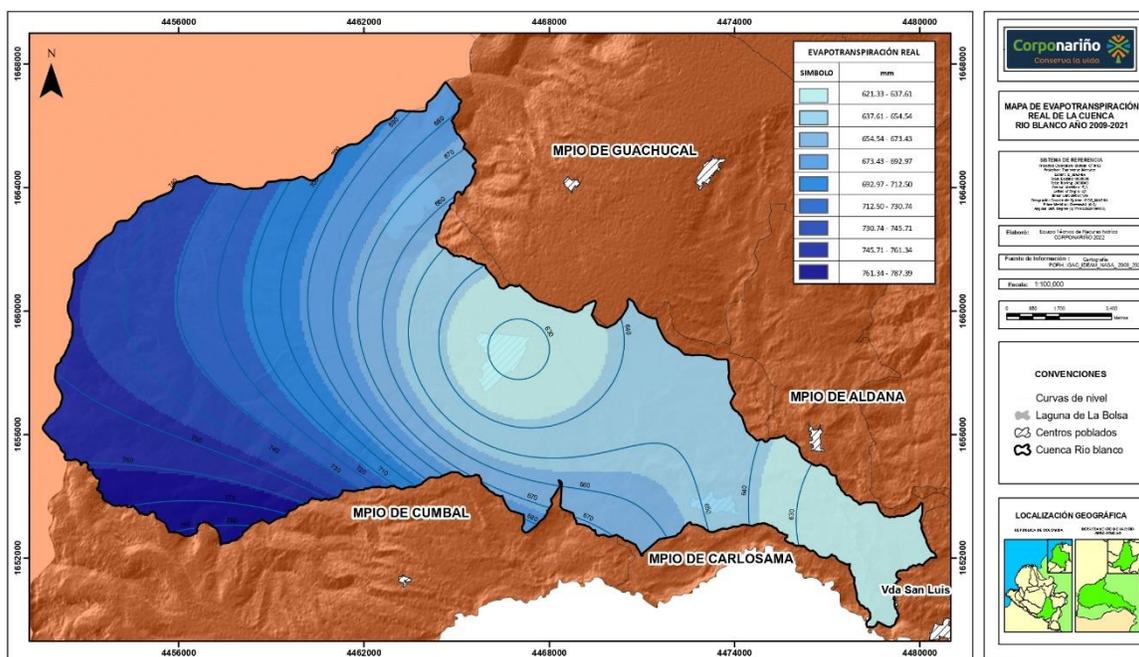
ETR: Evapotranspiración real media anual (mm)

P: Precipitación media anual (mm)

L: Parámetro heliométrico, expresado así $300+25t+0.05t^2$

T: temperatura media anual (°C)

Mapa 6. Evapotranspiración real de la cuenca Río Blanco



Fuente: Este estudio

Tabla 6. Valores de Evapotranspiración Real de la cuenca Río Blanco

MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
621,33	704,36	787,39

Fuente: Este estudio

Evapotranspiración potencial

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se utilizó la fórmula de THORNTHWAITE y MATER, la cual se obtiene de calcular para cada mes la evapotranspiración potencial y a partir de la sumatoria mensual el valor anual, utilizando factores para los cálculos como la temperatura media mensual y la latitud tomada como duración teórica de insolación.

Para la aplicación de la fórmula de Thornthwaite y Mather, se procedió a calcular un índice térmico mensual, a partir de los valores de temperaturas medias mensuales del área de estudio para calcular el índice térmico anual:

Ecuación 2. Índice térmico mensual

$$I = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,5}$$

Se estimó la evapotranspiración corregida para cada mes, con la siguiente expresión:

Ecuación 3. Evapotranspiración potencial no corregida

$$ETP' = c * t^a$$

En donde los coeficientes “c” y “a” son los mismos para cada mes y están en función del Índice anual.

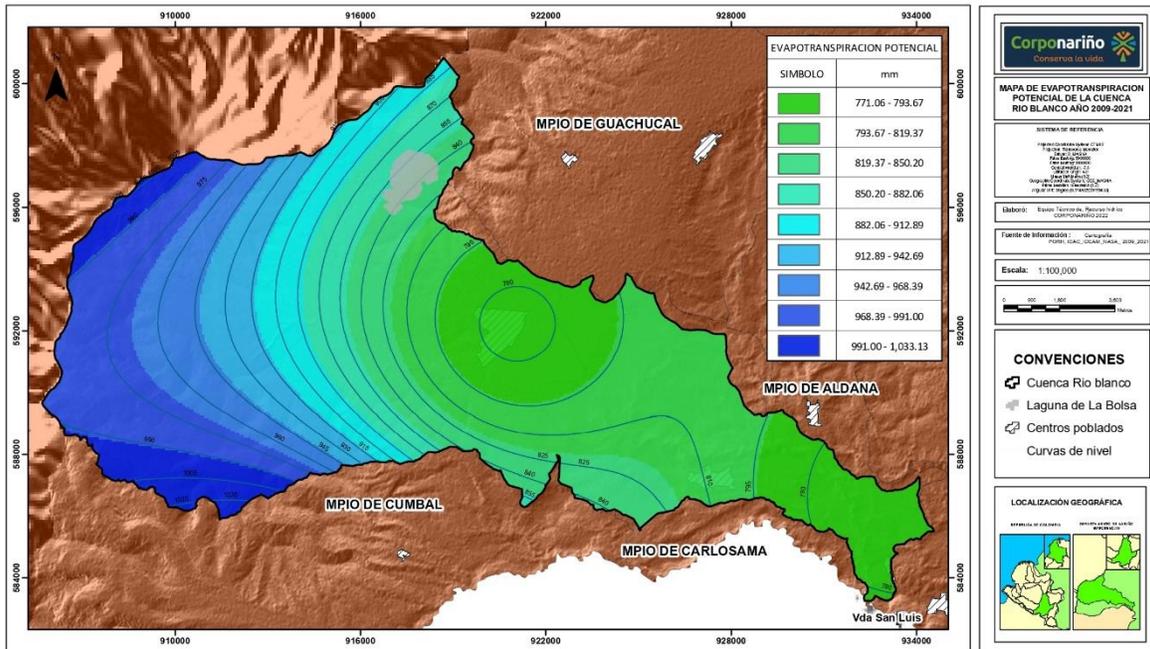
Para obtener los valores corregidos de la evapotranspiración se afectaron los valores mensuales por un coeficiente de corrección K, para la duración de la insolación técnica para cada mes:

Ecuación 4. Evapotranspiración potencial corregida

$$ETP = K * ETP'$$

Finalmente, para la corrección de la Evapotranspiración potencial anual se obtuvo con la suma de los valores mensuales de ETP.

Mapa 7. Evapotranspiración Potencial de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

Tabla 7. Valores de Evapotranspiración Potencial de la cuenca Rio Blanco

MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
771,06	903	1033,13

Fuente: Este estudio

5.1.4. Estimación de escorrentía total

Balance hídrico:

La Oferta hídrica en la cuenca Rio Blanco fue cuantificada con la aplicación del Balance hídrico simplificado, como método indirecto para la obtención de caudales medios históricos.

En primer lugar, se determinó la escorrentía superficial total, utilizando los mapas de precipitación y evapotranspiración real en formato raster, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula y modelo cartográfico:

Ecuación 5. Escorrentía superficial total

$$ESC = P - ETR$$

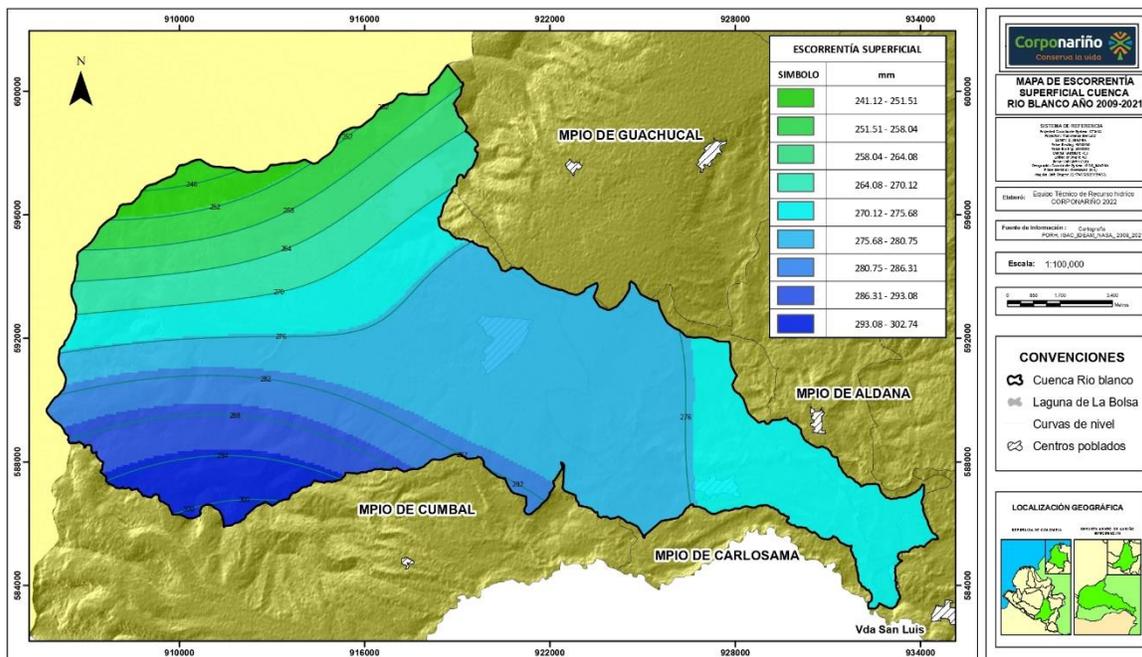
Dónde:

ESC: Escorrentía superficial total (mm)

P: Precipitación anual (mm)

ETR: Evapotranspiración real (mm)

Mapa 8. Escorrentía superficial total de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

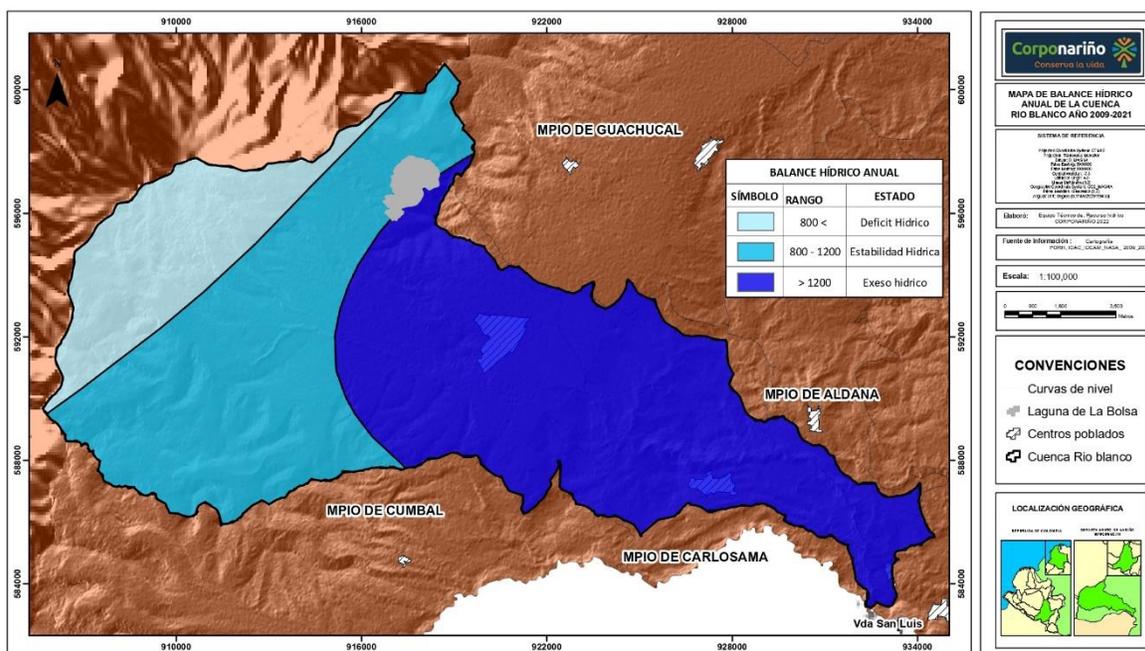
Tabla 8. Valores de Escorrentía superficial Total de la cuenca Rio Blanco

MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
241,12	271,93	302,74

Fuente: Este estudio

De igual manera también se calculó el balance hídrico, de la cuenca Rio Blanco por medio del método de Holdridge, el cual está basado en la temperatura, precipitación, y la evapotranspiración potencial media anual:

Mapa 9. Balance hídrico de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

5.1.5. Estimación de Oferta hídrica Total

Se estima la Oferta hídrica total transformando el valor de lámina de agua, resultado del mapa de escorrentía total a caudal expresado en millones de m³/año, usando la siguiente fórmula desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM:

Ecuación 6. Escorrentía Superficial

$$Y = \frac{(Q * t)}{(A * 10000)}$$

Ecuación 7. Caudal

$$Q = \frac{Y * (A * 10000)}{t}$$

Dónde:

Y: Escorrentía superficial(mm)

Q: Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (millones de m³/año)

A: Área de la microcuenca (km²)

t: Cantidad de segundos en el periodo de agregación (31536000 seg)

Tabla 9. Oferta Hídrica Total de la cuenca Rio Blanco

CUENCA	ÁREA (Km²)	ESCORRENTÍA SUPERFICIAL TOTAL (mm)	OHT (millones de m³/año)
Rio Blanco	212,72	271,93	578,46

Fuente: Este estudio

5.1.6. Estimación de Oferta Hídrica Neta

Con el fin de calcular la oferta hídrica Neta, se aplican previamente los valores de los factores de reducción por calidad de agua (25%) y caudal mínimo ecológico (25%), a la oferta hídrica total. Posterior a esto, se realiza la suma de la reducción por calidad del agua, más la reducción por caudal ecológico, dando como resultado la reducción total de la oferta hídrica.

Para el cálculo de la Oferta Hídrica Neta, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 8. Oferta Hídrica Neta de la cuenca Rio Blanco

$$OHN = OHT - (OHT * (Rca + Rce))$$

Donde:

OHN: Oferta Hídrica Neta (millones de m³/año)

OHT: Oferta Hídrica Total (millones de m³/año)

Rca: Factor de reducción por calidad de agua (%)

Rce: Factor de reducción por caudal ecológico (%)

Tabla 10. Oferta Hídrica Neta de la cuenca Rio Blanco

CUENCA	OHT (millones de m³/año)	Reducción por calidad del agua(%)	Reducción por caudal ecológico (%)	OHN (millones de m³/año)
Rio Blanco	578,46	25	25	289,23

Fuente: Este estudio

5.2. DEMANDA HÍDRICA

Para la estimación de la demanda hídrica se tiene en cuenta el volumen de agua utilizada para el desarrollo de actividades socioeconómicas y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales que se presente en la cuenca Rio Blanco.

Ecuación 9. Demanda total de agua

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Donde:

DT: Demanda Total de agua

DUD: Demanda de agua para uso doméstico

DUI: Demanda de agua para uso industrial

DUS: Demanda de agua para el sector servicios

DUA: Demanda de agua para uso agrícola

DUP: Demanda de agua para uso pecuario

Para el caso del rio blanco, la demanda de agua para el sector servicios no aplica ya que no se encontró ninguna variable que nos permita realizar el análisis.

5.2.1. Demanda de agua para uso doméstico

Las concesiones otorgadas del rio Blanco, para uso doméstico fue suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Nariño, sede Ipiales, como se muestra a continuación:

Tabla 11. Usuarios del Rio blanco

Usuarios	Caudal concesionado (l/s)	Fuente hídrica
EMPOOBANDO	560	Rio Blanco
EMPOCARLOSAMA	30	Rio Blanco
COPMSERCUM	15	Quebrada Causé
CORPORACIÓN INDÍGENA AMBIENTAL DEL ACUEDUCTO DEL GRAN CUMBAL	4,5	Rio Blanco
AVANCE URBANO	1	Rio Blanco

Fuente: Este estudio

Para el cálculo de la demanda de agua para uso doméstico se tuvo en cuenta la sumatoria de caudales para la zona urbana y rural de la cuenca, además se tuvo en cuenta el número de habitantes de los municipios de Aldana, Cumbal, Cuaspud Carlosama e Ipiales, proyectados para el 2022 según datos tomados del censo de población realizado por el DANE en el año 2018.

Para el cálculo de la demanda para uso doméstico se tuvo en cuenta los siguientes ítems:

Tabla 12. Ítems para el cálculo de la demanda de agua para uso doméstico

ITEMS
Población proyectada
Nivel de complejidad
Dotación Neta (l/hab/día)
Pérdidas técnicas
Dotación neta corregida (m ³ /hab/día)
Dotación bruta (m ³ /hab/día)
Demanda de Agua para Uso doméstico (m ³ /año)
Demanda de Agua para Uso doméstico (millones m ³ /año)

Fuente: Este estudio

- **Población proyectada:**

Para el cálculo de la población proyectada, se realizó por medio del método geométrico, el cual se mantiene constante el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo, mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 10. Proyección de población

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde:

Pf: Población futura

Puc: Población último censo

r: Tasa de crecimiento

Tf: Año futuro

Tuc: Año último censo

Tabla 13. Proyección de población rural

Tasa de crecimiento (%) Población Rural	1,2	
	81249	
T	Año	Población
0	2022	81249
1	2023	82224
2	2024	83211
3	2025	84209
4	2026	85220
5	2027	86242
6	2028	87277
7	2029	88325
8	2030	89384
9	2031	90457
10	2032	91543

Fuente: Este estudio

Tabla 14. Proyección de población urbana

Tasa de crecimiento (%) Población urbana	1,2	
	123387	
T	Año	Población
0	2022	123387
1	2023	124868
2	2024	126366
3	2025	127882
4	2026	129417
5	2027	130970
6	2028	132542
7	2029	134132
8	2030	135742
9	2031	137371
10	2032	139019

Fuente: Este estudio

- **Nivel de complejidad:**

Para determinar el nivel de complejidad para la población hasta el año 2032, en el área urbana y rural del rio blanco, se utilizan los niveles de complejidad del sistema establecidos por el Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

Tabla 15. Asignación del Nivel de Complejidad

Nivel de complejidad	Población	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Fuente: RAS 2000

Para el Rio Blanco, le corresponde un nivel de complejidad Alto, para la población urbana y rural.

- **Dotación Neta:**

La Dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y se determina según la Resolución 2320 de 2009

Tabla 16. Dotación neta según el Nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frío o templado (L/hab.día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (L/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 de 2009

Para el Rio Blanco, la dotación neta es 140 L/hab.día, para población urbana y rural, ya que esta corresponde a un clima frío.

- **Pérdidas técnicas:**

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la planta potabilizadora y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en los municipios presentes en el área de estudio, sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la planta potabilizadora, incluidos los consumos de operaciones en la red. Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisibles

depende de nivel de complejidad del sistema, como se muestra a continuación:

Tabla 17. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40%
Medio	30%
Medio Alto	25%
Alto	20%

Fuente: RAS 2000

- **Dotación neta corregida:**

Para el cálculo de la dotación neta corregida se tiene en cuenta el valor establecido anteriormente para la dotación neta. El valor de la dotación neta expresado en l/habitante/día se transforma a m³/habitante/día, esta operación se hace dividiendo el valor entre 1000 para así obtener como resultado el valor de la dotación neta corregida en m³/habitante/día.

- **Dotación bruta**

Para el cálculo de la dotación bruta se tiene en cuenta la Resolución 2320 de 2009. La cual se considera como la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto, mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 11. Dotación bruta

$$Dotación\ bruta = \frac{dneta}{1 - \%p}$$

Donde:

dneta: dotación neta

%p: pérdidas técnicas máximas admisibles

- **Demanda de agua para Uso doméstico**

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 9. Demanda de agua para uso doméstico

$$DUD = Dbruta * Población proyectada$$

Tabla 18. Demanda de agua para uso doméstico

ITEMS	RURAL	URBANO
Población proyectada	91543	139019
Nivel de complejidad	Alto	Alto
Dotación neta(l/hab/día)	140	140
Pérdidas técnicas (%)	20	20
Dotación Neta corregida (m ³ /hab/día)	0,14	0,14
Dotación bruta (m ³ /hab/día)	0,175	0,175
Demanda de agua para uso doméstico (m ³ /año)	5847282,31	8879846,188
Demanda de agua para uso doméstico (millones m ³ /año)	5,85	8,88
TOTAL (m ³ /año)	14727128,5	
TOTAL (millones m ³ /año)	14,73	

Fuente: Este estudio

Finalmente, la demanda de agua para uso doméstico del rio blanco se estima en 14,73 millones de m³/año.

5.2.2. Demanda de agua para uso industrial

El sector industrial del rio blanco, se identificó a partir de las concesiones otorgadas de esta fuente hídrica, las cuales fueron suministradas por la Corporación Autónoma Regional de Nariño, sede Ipiales. Con esta información se procedió a clasificar las actividades productivas con el código CIIU 3112 y 3114 (Anexo 1 de la Resolución 865 de 2004), logrando identificar una actividad económica de lavado de pisos en las empresas lácteas ubicadas en el casco urbano del Municipio de Cumbal y sus alrededores, con un factor de consumo de 20,9 y tres actividades económicas de acuicultura y pescas ubicadas en el Municipio de Cumbal, adoptando un factor de consumo de 1,5. Teniendo en cuenta el caudal concedido y el factor de consumo (Anexo 1 de la Resolución 865 de 2004) de cada actividad económica, se logra determinar la demanda de agua para uso industrial a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 12. Demanda de agua para uso industrial

$$DUI = \sum_{i=1}^n Vp_i * Fcii$$

Donde:

DUI = Demanda de agua para uso industrial

Vpi=Volumen de producción según sector económico

Fcii=Factor de consumo según sector económico

Tabla 19. Demanda de agua para uso industrial

ACTIVIDAD ECONÓMICA	CAUDAL CONCEDIDO(l/s)	CAUDAL CONCEDIDO (m³/año)	FACTOR DE CONSUMO	DEMANDA DE AGUA (millones m³/año)
LAVADO DE PISOS EN LAS EMPRESAS LACTEAS UBICADAS EN EL CASCO URBANO Y SUS ALREDEDORES	6	189216	20,9	3,95
ACUICULTURA Y PESCA	5	157680	1,5	0,24
ACUICULTURA Y PESCA	7	220752	1,5	0,33
ACUICULTURA Y PESCA	10	315360	1,5	0,47
TOTAL				4,99

Fuente: Este estudio

Finalmente, la demanda de agua para uso industrial del rio blanco se estima en 4,99 millones de m³/año.

5.2.3. Demanda de agua para uso Agrícola

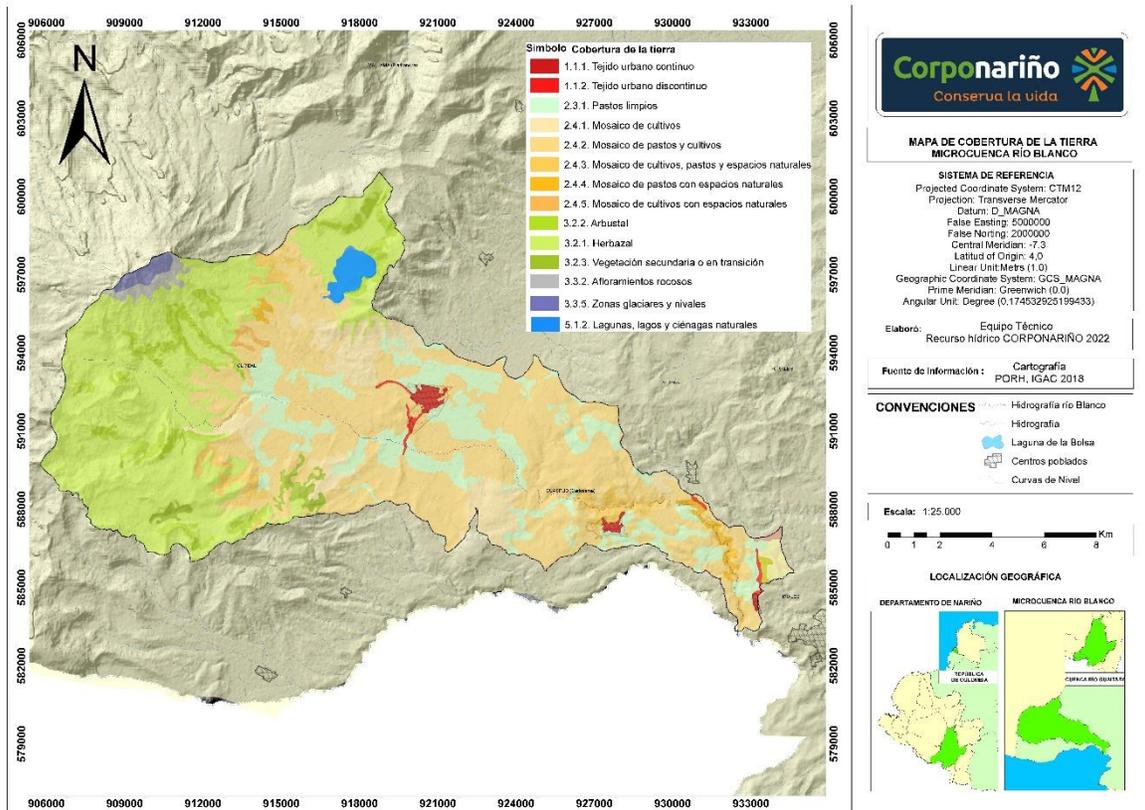
Para el cálculo de la demanda de agua para uso agrícola, se tomó como referencia el mapa de cobertura de suelo de la cuenca Rio Blanco, la precipitación y la evapotranspiración potencial media, posteriormente se asignó el coeficiente de consumo (kc) a cada cobertura encontrada en la cuenca, obtenida teóricamente de la FAO 33. Se calculó el uso consuntivo de cada cultivo, multiplicando el coeficiente de consumo con la evapotranspiración potencial media (ETP*Kc).

Tabla 20. Uso consuntivo para cultivo

COBERTURA	Kc	Uso consuntivo
Pastos limpios	1	903
Mosaico de pastos y cultivos	0,77	695,27
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)		903
PRECIPITACIÓN (mm)		1023,22

Fuente: Este estudio

Mapa 10. Cobertura de suelo de la cuenca Rio Blanco



Fuente: Este estudio

La principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego. Cuando la precipitación es menor que el uso consuntivo el agua debe ser suministrada a través de sistemas de riego, la demanda de agua para uso Agrícola se calculó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 13. Demanda de agua para uso Agrícola

$$DUA = [P(ETP * Kc)] \text{ ha}$$

Donde:

DUA= Demanda de agua para el sector agrícola

P = Precipitación

ETP = Evapotranspiración potencial

Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo (FAO 33)

ha = Número de hectáreas cultivadas

Tabla 21. Demanda de agua para uso Agrícola

COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (m ²)	Kc	DEMANDA DE AGUA (millones de m ³ /año)
Pastos limpios	2623,46	26234564	1	24,24
Mosaico de pastos y cultivos	7755,45	77554480	0,77	55,17
Evapotranspiración Potencial (mm)		903	TOTAL	79,41
Evapotranspiración Potencial (m)		0,90		
Precipitación (mm)		1023,22		
Precipitación (m)		1,023		

Fuente: Este estudio

Finalmente, la demanda de agua para uso agrícola del rio blanco se estima en 79,41 millones de m³/año.

5.2.4. Demanda de agua para uso pecuario

Se determina a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, ovinos, aves, porcinos y equinos, además se incluyó animales de tipo cuyícola, los cuales fueron identificados en la base de datos del último censo agropecuario del año 2021 realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por un factor de consumo aproximado respecto a la temperatura media de los municipios de Cumbal, Cuaspud Carlosama, Aldana e Ipiales.

Para la estimación de la demanda de uso pecuario en este estudio se considera las características climáticas adoptando un rango de temperatura (cálido 20°C a 31°C, templado o medio 16°C a 20°C, frío 12°C a 18 °C y páramo 6°C a 12 °C), por lo cual se tuvo en cuenta la temperatura de cada municipio.

Tabla 22. Factores de consumo por tipo de animal

TIPO DE ANIMAL COMERCIAL	TEMPERATURA	CONSUMO (m ³ /animal-año)	FUENTE
Bovino	10	11,58	Anexo 3. Resolución 865 de 2004
	14,4	13,33	Anexo 3. Resolución 865 de 2004
	21,1	15,61	Anexo 3. Resolución 865 de 2004
	26,6	19,66	Anexo 3. Resolución 865 de 2004
	32,2	22,76	Anexo 3. Resolución 865 de 2004
Porcinos	Frio < 17	9,13	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Medio 17-24	10,22	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Cálido >24	10,96	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
Aves postura	-	0,16	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
Aves engorde	-	0,16	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
Aves traspatio	-	0,16	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
Equinos	Frio < 17	7,30	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Medio 17-24	9,13	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Cálido >24	10,96	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Frio < 17	6,48	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Medio 17-24	7,30	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
	Cálido >24	9,13	Módulos de consumo CAR, septiembre 2005
Cunícola	-	0,16	https://www.mailxmail.com/curso-informaciones-utiles-sanidad-animal/consumo-agua-2
Cuyícola	-	0,03	https://www.fao.org/3/W6562S/w6562s04.htm

Fuente: Plan de Ordenamiento del cauce principal Rio Blanco

Ecuación 14. Demanda de agua para uso pecuario

$$DUP = \sum_{i=1}^n V_{pai} * F_{ca}$$

Donde:

DUP: Demanda de agua para uso pecuario

V_{pai}: Volumen de producción por tipo de animal industrial

F_{ca}: Factor de consumo según de producción animal

En el área de influencia del rio blanco se logró identificar mediante encuestas los tipos de animales que más influyen en la zona y teniendo como referencia que la información pecuaria se encuentra por Municipio y no por unidad hídrica como una cuenca, subcuenca o microcuenca, es necesario saber el porcentaje que cubre la

cuenca dentro del área total del municipio para que posteriormente con este porcentaje se afecte el número total de animales de cada municipio, dando como resultado el número de animales en la cuenca Rio Blanco

- **Sector bovino:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla N° 22, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para bovinos será de 11,58 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector bovino, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,2022 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23. Consumo de agua sector bovino

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (km ²)	ÁREA DEL MUNICIPIO DENTRO DE LA CUENCA RIO BLANCO (km ²)	% ÁREA MUNICIPIO EN LA CUENCA RIO BLANCO	% ÁREA CUENCA EN EL MUNICIPIO	TOTAL BOVINOS MUNICIPIO	TOTAL BOVINOS CUENCA RIO BLANCO	TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (millones m ³ /año)
Aldana	52	6	100	11	9526	1047	13	11,58	12120,0905	0,0121
Cuaspud	52	42,62	100	82	10653	8731	13	11,58	101101,2326	0,1011
Cumbal	677	152,57	100	23	33955	7652	12	11,58	88613,0871	0,0886
Ipiales	1707	1,99	100	0,12	26574	31	12	11,58	357,8898	0,0004
TOTAL BOVINOS CUENCA						17460		DUP (SECTOR BOVINO)	202192,3001	0,2022

Fuente: Este estudio

- **Sector equino:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla N° 22, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para equinos será de 7,3 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector equino, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,0032 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24. Consumo de agua sector equino

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (km ²)	ÁREA DEL MUNICIPIO DENTRO DE LA CUENCA RIO BLANCO (km ²)	% ÁREA MUNICIPIO EN LA CUENCA RIO BLANCO	% ÁREA CUENCA EN EL MUNICIPIO	TOTAL EQUINOS MUNICIPIO	TOTAL EQUINOS CUENCA RIO BLANCO	TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (millones m ³ /año)
Aldana	52	6	100	11	185	20	13	7,3	148,3820	0,0001
Cuaspud	52	42,62	100	82	339	278	13	7,3	2028,1428	0,0020
Cumbal	677	152,57	100	23	600	135	12	7,3	987,0967	0,0010
Ipiales	1707	1,99	100	0,12	453	1	12	7,3	3,8460	0,0000
TOTAL EQUINOS CUENCA						434		DUP (SECTOR EQUINOS)	3167,4674	0,0032

Fuente: Este estudio

- Sector avícola:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla N° 22, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para el sector avícola será de 0,16 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector avícola, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,0013 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Consumo de agua sector avícola

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (km ²)	ÁREA DEL MUNICIPIO DENTRO DE LA CUENCA RIO BLANCO (km ²)	% ÁREA MUNICIPIO EN LA CUENCA RIO BLANCO	% ÁREA CUENCA EN EL MUNICIPIO	TOTAL AVES MUNICIPIO	TOTAL AVES CUENCA RIO BLANCO	TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (millones m ³ /año)
Aldana	52	6	100	11	9.870	1.084	13	0,16	173,5097	0,0002
Cuaspud	52	42,62	100	82	2.200	1.803	13	0,16	288,4819	0,0003
Cumbal	677	152,57	100	23	22.000	4.958	12	0,16	793,2832	0,0008
Ipiales	1707	1,99	100	0,12	42.500	49	12	0,16	7,9085	0,0000
TOTAL AVES CUENCA						7.895		DUP (SECTOR AVÍCOLA)	1263,1833	0,0013

Fuente: Este estudio

- Sector ovino:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla N° 221, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para ovinos será de 5,475 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector ovino, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,0011 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26. Consumo de agua sector ovino

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (km ²)	ÁREA DEL MUNICIPIO DENTRO DE LA CUENCA RIO BLANCO (km ²)	% ÁREA MUNICIPIO EN LA CUENCA RIO BLANCO	% ÁREA CUENCA EN EL MUNICIPIO	TOTAL OVINOS MUNICIPIO	TOTAL OVINOS CUENCA RIO BLANCO	TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (millones m ³ /año)
Aldana	52	6	100	11	10	1	13	5,475	6,0155	0,0000
Cuaspud	52	42,62	100	82	197	161	13	5,475	883,9472	0,0009
Cumbal	677	152,57	100	23	146	33	12	5,475	180,1451	0,0002
Ipiales	1707	1,99	100	0,12	232	0	12	5,475	1,4773	0,0000
TOTAL OVINOS CUENCA						196		DUP (SECTOR OVINOS)	1071,5851	0,0011

Fuente: Este estudio

- Sector Porcino:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla N° 22, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para porcinos será de 9,13 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector porcino, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,0054 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27. Consumo de agua sector porcino

MUN.	ÁREA DEL MUNICIPIO (km ²)	ÁREA DEL MUNICIPIO DENTRO DE LA CUENCA RIO BLANCO (km ²)	% ÁREA MUNICIPIO EN LA CUENCA RIO BLANCO	% ÁREA CUENCA EN EL MUNICIPIO	TOTAL PORCINOS MUNICIPIO	TOTAL PORCINOS CUENCA RIO BLANCO	TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (m ³ /año)	DEMANDA DE USO PECUARIO (millones m ³ /año)
Aldana	52	6	100	11	259	28	13	9,13	259,8108	0,0003
Cuaspud	52	42,62	100	82	479	393	13	9,13	3584,1176	0,0036
Cumbal	677	152,57	100	23	763	172	12	9,13	1569,9322	0,0016
Ipiales	1707	1,99	100	0,12	1.833	2	12	9,13	19,4633	0,0000
TOTAL PORCINOS CUENCA						595		DUP (SECTOR PORCINOS)	5433,3240	0,0054

Fuente: Este estudio

- Sector cuyícola:**

El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta el cuadro N° 1, de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media, para así determinar el piso

térmico de la cuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico frío (12°C a 18°C). El factor de consumo para sector cuyícola será de 0,03 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector cuyícola, estimado en la cuenca Rio Blanco, es de 0,00002664 millones de m³/año, se calculó teniendo en cuenta los datos recolectados en las encuestas ya que no se contó con un censo agropecuario para este sector.

Finalmente, la demanda de agua para uso pecuario, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28. Demanda de agua para uso pecuario

DUP CUENCA RIO BLANCO		
SECTOR	TOTAL DUP (m³/año)	TOTAL DUP (millones m³/año)
Bovino	202192,3001	0,2022
Avícola	1263,1833	0,0013
Equino	3167,4674	0,0032
Ovino	1071,5851	0,0011
Porcino	5433,3240	0,0054
Cuyícola	26,64	0,00003
TOTAL	213154,4999	0,2132

Fuente: Este estudio

DEMANDA HÍDRICA TOTAL

Finalmente, la Demanda hídrica total del Rio blanco, es de 99.35 millones de m³/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29. Demanda hídrica total

DEMANDA HÍDRICA TOTAL		
DEMANDA	m³/año	millones m³/año
DUD	14727128,5	14,73
DUI	4995302,4	4,995
DUP	213154,5	0,21
DUA	79412021,97	79,41
TOTAL	99347607,37	99,35

Fuente: Este estudio

6. ÍNDICE DE ESCASEZ

Para el cálculo del índice de escasez se realizó una relación porcentual entre la demanda potencial del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta neta disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico. Se registra escasez de agua cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento para las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM, 2004).

El índice de escasez se interpreta según las siguientes categorías:

Tabla 30. Categorías del Índice de Escasez de agua

CATEGORÍA	RANGO	COLOR	EXPLICACIÓN
Alto	>50%	Rojo	Demanda alta
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa

Fuente: Metodología Índice de escasez de agua, corponariño, 2021

Ecuación 15. Índice de Escasez de agua

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} * 100$$

Dónde:

Ie: Índice de escasez (%)

Dh: Demanda hídrica total (millones de m³/año)

Oh: Oferta hídrica superficial neta (millones de m³/año)

Realizando la relación correspondiente de la oferta hídrica neta superficial con respecto a la demanda total del rio blanco, el índice de escasez corresponde a 34,35%, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31. Índice de Escasez de agua del rio blanco

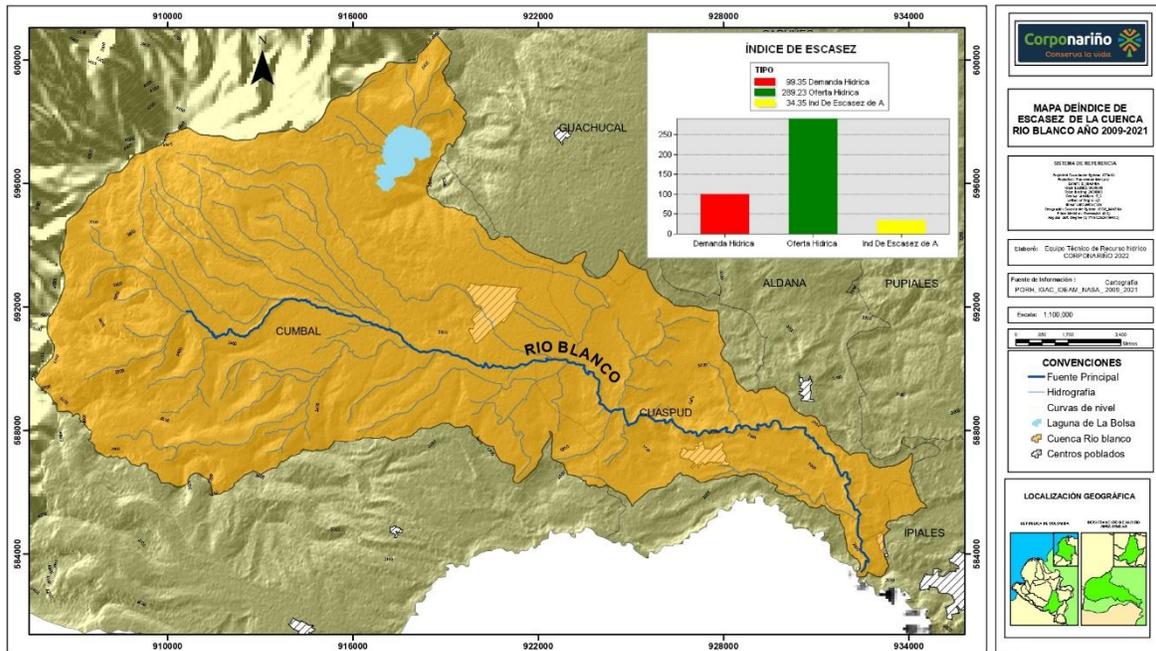
DEMANDA HIDRICA	99,35
OFERTA HIDRICA	289,23
INDICE DE ESCASEZ DE AGUA	34,35%

Fuente: Este estudio

El índice de escasez de agua del rio blanco, se encuentra dentro de la categoría medio alto, lo que corresponde a una demanda apreciable.

Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40 % de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda e implementar la corrección inmediata en las reglamentaciones de las corrientes y usos del agua. De igual manera es necesario asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los sistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesita inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.

Mapa 11. Índice de Escasez del rio blanco



Fuente: Este estudio

7. CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron que la cuenca Rio Blanco tiene un índice de escasez Medio-Alto, el cual corresponde a una demanda apreciable, evidenciando que es necesario crear estrategias de reducción de demanda y optimización de la oferta.
- Teniendo en cuenta la Oferta hídrica del rio blanco, se puede decir que es abundante, debido a que tiene afluentes que le aportan a su caudal.
- De acuerdo al cálculo de la demanda hídrica, se pudo evidenciar que el principal uso del agua es para la agricultura, ya que según el mapa de cobertura de suelo y las encuestas realizadas se verificó que su principal actividad económica es el cultivo de papa, y cuentan con grandes hectáreas de pasto, seguido a este está consumo doméstico, ya que abastece a la población asentada sobre esta área.
- El agua, además de su valioso papel como elemento de consumo y bienestar de los seres vivos, actúa como materia prima o medio de producción de los distintos sectores socioeconómicos, por ello es importante contar con un indicador de estado que refleje la magnitud de la oferta de agua superficial disponible y su relación con la demanda de agua existente, incluyendo las reducciones necesarias para preservar y mantener el equilibrio de las fuentes superficiales.
- El índice de escasez se calcula para condiciones hidrológicas de años promedios, modales y secos; da una visión general de la situación de la relación demanda-oferta hídrica de tal manera que los organismos del Estado involucrados en la gestión ambiental y especialmente la de los recursos hídricos, tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible de las cuencas hidrográficas tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras características desfavorables.

8. RECOMENDACIONES

- Con el propósito de tener un mayor control sobre la conservación del río blanco, se recomienda realizar procesos de vigilancia y registro de puntos donde se observe que se realiza aprovechamiento ilegal del agua.
- Las empresas de servicios públicos, de los Municipios que se abastecen de esta importante fuente hídrica, deben incluir dentro de su presupuesto la ejecución de planes y proyectos para el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.
- Realizar un censo de los usuarios que se abastecen de este importante recurso hídrico independientemente que sean legales e ilegales.
- Hacer un seguimiento a los Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) de cada Municipio, para verificar el cumplimiento de la fase de reforestación y así contribuir a la conservación y la disponibilidad del recurso hídrico.
- Verificar si los usos de agua y el caudal concedido están acorde a las concesiones otorgadas.
- Crear asociaciones regionales, municipales o veredales para hacer uso y aprovechamiento del recurso hídrico para distrito de riego.

BIBLIOGRAFÍA

Gutierrez, C., Diaz, C. & Muñoz, J., 2015. *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESCASEZ DE LA CUENCA DEL RÍO OPIA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA*. [online] Repository.ucatolica.edu.co. Tomado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2727/1/PROYECTO%20%20INDICE%20DE%20ESCASEZ%20DEFINITIVO%2030.%20NOV.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Nariño - Corponariño, 2011. Plan de Ordenamiento del cauce principal Rio Blanco. Tomado de: <https://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhrioblanco.pdf>

DANE. Censo nacional de Colombia. Bogotá, 2018.

IDEAM. (2009-2021). Datos Hidrometeorológicos IDEAM. Bogotá: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales de Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTAS

ANEXO 2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE OFERTA Y DEMANDA (EXCEL)