

Huella hídrica azul en el área urbana de Ipiales

Lizeth Vanessa Torres Barrera

Enero 2020.

Asesor.

Jorge Andrés Rincón Iargo

Arquitecto

Mgr. Medio Ambiente y Desarrollo

Universidad Católica de Manizales

Manizales-Caldas

Programa de Especialización en Gerencia de Proyectos del Territorio y Valuación
Inmobiliaria

Agradecimientos.

Quiero expresar mi gratitud a la institución y personas que con su ayuda y colaboración permitieron que esta tesis pudiera realizarse:

En primer lugar, quiero agradecer a Dios a mis padres Álvaro Torres y Patricia Barrera por su apoyo incondicional en cada decisión que he tenido en la vida, por darme la oportunidad de cumplir mis sueños y ser parte de ellos gracias a mis hermanitos Tatiana, Santiago y Ángel que son la inspiración más fuerte que tengo para salir adelante, dar lo mejor de mí para poder ser su ejemplo a seguir.

Gracias, al Arq. Jorge Rincón director de mi tesis. Sus consejos y orientaciones respecto al trabajo me posibilitaron encontrar más perspectivas y sentidos a la investigación que estaba realizando.

Y un agradecimiento especial a cada uno de los profesores de la Especialización, me aportaron conocimientos valiosos, ampliando la visión y perspectiva en todos los temas.

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción.	9
1. Formulación del problema.....	11
2. Objetivos de la investigación.....	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. Marco conceptual.....	14
3.1 Agua.	14
3.2 Escasez de agua.....	15
3.3 Agua en Colombia.....	16
3.4 Huella hídrica.	16
3.4.2 La huella hídrica azul	17
3.4.3 La huella de agua gris.....	17
4. Marco Contextual	19
4.1 Antecedentes de la investigación.	19
5. Marco Referencial.....	25
6. Marco Normativo.....	28
7. Marco Metodológico	29

7.1 Manual de Evaluación de huella hídrica.	29
7.1.1 Estudios con base a WFN-FAO.....	29
7.1.2 Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Azul.	30
7.2 Alcances y Objetivos.....	31
7.3 Etapas	31
7.3.1 Etapa 1	32
7.3.2 Etapa 2	32
7.2.3 Etapa 3	33
8. Desarrollo.....	35
9. Conclusión.	40
10. Recomendaciones	41
11. Bibliografía.	42

Índice de Figuras

1. Figura 1. Vista aérea de Ipiales.....	20
2. Figura 2. Mapa de Ipiales año 2.000.....	22
3. Figura 3. Pasos para la cuantificación de la Huella Hídrica.....	27
4. Figura 4. Fases de la evaluación de la huella hídrica.....	28

Índice de Tablas

1.	Tabla 1. Disminución de Caudal río Blanco.....	21
2.	Tabla 2. Usuarios de la corriente principal del río Blanco.....	21
3.	Tabla 3. Referente de tabla de cálculo para huella hídrica azul.....	30
4.	Tabla 4. Referente de impacto ambiental de la cuenca.....	31
5.	Tabla 5. Tabla de relación para obtención de datos.....	32
6.	Tabla 6. Análisis y comparación de datos.....	34
7.	Tabla 7. Tabla de Huella Hídrica Azul Urbana.....	35
8.	Tabla 8. Análisis de resultados.....	38

Resumen.

En esta monografía se muestra un estudio sobre la huella hídrica azul en el municipio de Ipiales y su importancia para analizar de una manera cuantitativa los diferentes problemas por los cuales está atravesando el municipio en torno al desabastecimiento de agua; por lo tanto se plantea a continuación mediante el cálculo de la huella hídrica azul verificar el consumo que presenta la población de Ipiales y establecer una relación entre el consumo y el abastecimiento por parte de la empresa prestadora del servicio.

El método que se plantea para el cálculo de huella hídrica azul es el planteado en el Manual de Evaluación HH- Manual para la evaluación de la huella hídrica azul redactado por Water Footprint Network, Futuro Latinoamericano, Servicios Ambientales S.A., Carbonfeel.org a nivel de ciudad, el cual plantea mediante ciertas operaciones un cálculo de huella hídrica azul muy adecuado para usarlo como metodología en esta investigación.

Finalmente, se analiza la sostenibilidad de la huella hídrica azul y el impacto ambiental que causan los consumos de la población a la cuenca del río Blanco.

Palabras clave: Huella Hídrica Azul, Sostenibilidad, Impacto Ambiental, Agua.

Abstract.

This monograph shows a study on the blue water footprint in the municipality of Ipiales and its importance to analyze in a quantitative way the different problems that the municipality is going through around the water shortage; therefore it is proposed below by calculating the blue water footprint to verify the consumption presented by the population of Ipiales and establish a relationship between consumption and supply by the service provider.

The method proposed for the calculation of residential water footprint is the one proposed in the HH Evaluation Manual - Manual for the evaluation of the blue water footprint written by the Water Footprint Network, Futuro Latinoamericano, Servicios Ambiental SA, Carbonfeel.org at the level of city, which proposes through certain operations a calculation of residential blue water footprint very suitable for use as a methodology in this research.

Finally, the sustainability of the blue water footprint and the environmental impact caused by the population's consumption to the Blanco river basin are analyzed.

Keywords: Blue Water Footprint, Sustainability, Environmental Impact, Water.

Introducción.

El agua es un recurso natural renovable, pero finito, de vital importancia para la vida vegetal, animal y humana, fuente de vida y necesidad fisiológica, todos los seres vivos dependen de ella, actualmente se podría pensar que el crecimiento urbano representa un aspecto negativo en el consumo de agua. En el transcurso de la historia se han desarrollado métodos para conducir este líquido a las diferentes ciudades para su consumo y así suplir las diferentes necesidades, es ahí cuando empieza el consumo de agua en las zonas urbanas, pero de una manera mesurada.

El consumo desmedido de agua surge a raíz de la revolución industrial debido a que en este punto el ser humano inicia un consumo descontrolado de agua y no se realiza ningún tratamiento a las aguas residuales contaminadas en su mayoría de plomo y estaño por las industrias y la contaminación de aguas residuales de viviendas, lo que provocó una gran contaminación a ríos y mares. Desde ese momento las poblaciones en todo el mundo han tenido un crecimiento acelerado, así las zonas rurales cada vez están menos pobladas y los centros urbanos presentan una expansión desenfrenada, esta situación refleja las limitaciones en la disponibilidad de los recursos para suplir sus necesidades y, sumerge al territorio en una crisis ambiental que se empieza a evidenciar con mucha fuerza, por lo que muchas ciudades han empezado a implementar el término de ciudades sostenibles.

Una ciudad sostenible es la que ofrece calidad de vida a sus habitantes sin poner en riesgo sus recursos naturales, cuando se habla de sostenibilidad no se habla de hacer sostenible a una ciudad por 5 o 10 años, sino que se habla principalmente de una perdurabilidad a través del tiempo. Este término de ciudades sostenibles ha tomado mucha importancia en los últimos años, en este caso se ha enfocado la investigación al gasto desmedido de los recursos naturales entre estos el líquido vital en el municipio de Ipiales-Nariño.

El agua es el elemento más importante para la vida humana y es imprescindible para conseguir un desarrollo sostenible, a nivel mundial se está atravesando una crisis por agua potable, a pesar de que la tierra aparentemente dispone de una gran cantidad de agua, la distribución de esta es desigual en nuestro planeta el 70% es agua sin embargo solo el 0.025% del agua de la tierra es apta para el consumo humano, por lo que la ONU plantea el “Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” (Objetivos de desarrollo sostenible ONU).

Existen diversas causas que producen la escasez de agua se pueden destacar la contaminación, la sequía y el uso descontrolado de este recurso, a todo esto, que manejan los países repercute en el uso excesivo de este líquido. Esta crisis hídrica pone en riesgo no solo al municipio de Ipiales sino a todo el planeta, afectando los ecosistemas acuáticos y terrestres y, consecuentemente a millones de personas. La solución para estos problemas involucra varias acciones, pero una de las principales es la concientización de todos los habitantes de una sociedad, en cuanto al uso y consumo consciente de este recurso.

En el municipio de Ipiales se ha presentado un crecimiento de población excesivo y sin control en los últimos años, según cifras del DANE la población pasó de 93.000 habitantes en el año 2000 a 145.000 en el año 2017, esto ha traído consigo consecuencias en el abastecimiento y mala calidad de agua que reciben los habitantes de este municipio, para verificar el consumo del recurso hídrico que realizan sus habitantes se ha planteado el cálculo de la huella hídrica azul en el área urbana del municipio de Ipiales.

1. Formulación del problema.

Ipiales es un municipio que se encuentra en el departamento de Nariño, cuenta con una población aproximada de 140.100 habitantes, es una ciudad frontera con el Ecuador de vital importancia por el tránsito de población flotante, siendo este sitio de llegada para varios turistas, Colombianos, Ecuatorianos y actualmente Venezolanos, por lo que ha presentado un crecimiento poblacional excesivo y sin control en los últimos años, el suministro de agua potable para este municipio es un servicio de carácter local por lo que la planta de tratamiento desde hace algunos años ha presentado un deterioro considerable por los años que lleva de construcción, adicionalmente a esto se ha presentado una escasez de agua en la bocatoma de agua del Río Blanco en el municipio de Carlosama, de la cual se toma el agua para distribuir en la ciudad.

La empresa de servicios públicos de la provincia de Obando – EMPOOBANDO E.S.P es la entidad encargada de la prestación, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado, es decir, la empresa encargada de abastecer el área urbana con agua potable de calidad, la planta de tratamiento con la que cuenta este municipio fue construida hace aproximadamente 60 años y actualmente la capacidad que tiene la planta de tratamiento para la distribución de agua al municipio es aproximadamente 250 L.P.S. teniendo una entrega anual de 7.884.000 m³.

Presuntamente esta planta de tratamiento no abastece a la totalidad de la población urbana, y la crisis en la que Ipiales se encuentra por la escasez y mala calidad de agua es preocupante debido a que no hay un abastecimiento constante del recurso diariamente habilitan el agua por horarios y sectores lo que no permite a la población tener un acceso continuo a este recurso, bajando la calidad de vida de sus habitantes por lo que se considera de gran importancia llevar control de los consumos que realizan las personas en el área urbana y poder crear una

conciencia de consumo apropiado en la población y así evitar que se presenten este tipo de desabastecimientos de agua; adicionalmente a esto el crecimiento urbano no planificado han traído graves consecuencias de abastecimiento de agua a la población.

Se plantea esta investigación porque en el municipio de Ipiales no se han realizado estudios preliminares del cálculo de la huella hídrica y la sostenibilidad hídrica que tiene la ciudad y los problemas que se han venido presentando de abastecimiento y mala calidad del agua en el municipio de Ipiales.

¿Cuál es el consumo de agua que presentan los habitantes del área urbana y como ha sido el impacto ambiental en la cuenca del rio blanco?

2. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo General

Calcular la huella hídrica azul que tiene el municipio de Ipiales- Nariño, para verificar el consumo de agua en el área urbana, y ver cuál es la sostenibilidad de la Huella Hídrica Azul para analizar el impacto ambiental en la cuenca del río Blanco.

2.2 Objetivos Específicos

- Calcular el consumo de huella hídrica azul que se presentan en diferentes sectores del área urbana del municipio objeto de estudio.
- Calcular la sostenibilidad de huella hídrica azul para ver el impacto ambiental que los consumos de agua en el área urbana han causado la cuenca del Río Blanco.
- Comparar resultados del consumo que se presenta en el municipio y ver el cuál ha sido el impacto ambiental a la cuenca del Río Blanco.

3. Marco Conceptual

3.1 Agua.

El valor que tienen los recursos naturales se ha venido perdiendo con el tiempo, especialmente el de este líquido tan importante y principal fuente de vida para los seres vivos, por eso es necesario crear conciencia de preservar este recurso y usarlo a conciencia.

Se calcula que el mundo contiene cerca de 1.400 millones de km³ de agua. Sólo el 0,003% de esta enorme cantidad, alrededor de 45 000 km³, son los llamados “recursos de agua dulce”: el agua que teóricamente puede utilizarse para beber, la higiene, la agricultura y la industria. Pero no toda esta agua es accesible. Por ejemplo, las crecidas estacionales hacen muy difícil que se pueda retener el agua antes de que fluya hacia ríos remotos. (Fao, 2014).

(...) El agua en la tierra ocupa un **70%** de la misma, pero el **97%** del agua se encuentra en mares y océanos, y es salada lo que la convierte en un recurso inutilizable, tanto para el consumo como para las diferentes actividades que la requiera. Solo el **3%** del agua restante del mundo es dulce, de este porcentaje se desprende un 79% de agua que se encuentra en estado sólido (glaciares), el 1% de agua superficiales accesibles (ríos, lagos) y un 20% de aguas subterráneas. (Enzo, 2018).

Como se observa el porcentaje de agua dulce a la cual puede acceder el ser humano de nuestro planeta es apenas del 1% por eso es tan importante crear conciencia en las sociedades sobre el uso de este recurso, actualmente se tiene un uso desmedido y de sobreexplotación de este recurso y por ende en los últimos años se han presentado muchos problemas de escasez que han traído una serie de consecuencias para el ser humano, teniendo en cuenta lo anterior se realizan varios estudios que hablan acerca de la importancia de la preservación de este recurso y cómo esto ha afectado a nuestro planeta.

3. 2 Escasez de agua.

El agua en el mundo: un recurso cada vez más escaso El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático. (ONU, 2019 pág. 1).

Water Scarcity: About 2.5 billion people (36% of the world’s population) live in water-scarce regions where more than 20% of global GDP is produced. By 2050, more than half of the world’s population—and about half of global grain production—will be at risk due to water stress. Intense water scarcity may displace as many as 700 million people by 2030. Growing populations and increasing demand for food and energy will exacerbate scarcity problems, as will poor decisions on water allocation and use. (HLPW, 2018).

Escasez de agua: Alrededor de 2.500 millones de personas (36% de la población mundial) viven en regiones con escasez de agua donde se produce más del 20% del PIB mundial. Para 2050, más de la mitad de la población mundial y aproximadamente la mitad de la producción mundial de granos estarán en riesgo debido al estrés hídrico. La intensa escasez de agua puede desplazar hasta 700 millones de personas por 2030. El aumento de las poblaciones y

la creciente demanda de alimentos y energía exacerbaron los problemas de escasez, al igual que las malas decisiones sobre la asignación y el uso del agua. (HLPW, 2018).

Tanto la ONU (Organización de las naciones unidas) y los miembros de HLPW (High Level Panel on Water, Panel de alto nivel sobre el agua) coinciden en que dentro de pocos años vamos a entrar en una crisis de agua que nos afectará a todos los seres humanos, debido al crecimiento desmedido que se ha venido presentando en las áreas urbanas y la poca conciencia que tienen sus habitantes acerca de este recurso.

3. 3 Agua en Colombia.

En Colombia cuenta con una gran riqueza hídrica, cuenta con uno de los ríos más largos y caudalosos del nivel mundo según datos de la revista (Saberia, 2015) “es el río más largo del mundo con una longitud de 7.020 km y además es también el más caudaloso. Con 219.000 metros cúbicos de agua por segundo” lamentablemente no todas las poblaciones pueden acceder al agua potable, según Rodrigo Marín, 2013 “Además explicó que la mayoría de los municipios del país se abastecen de pequeñas fuentes que no llegan a los 50 litros por segundo, a pesar de los inmensos recursos hídricos con que cuenta el país.” Entonces se podría pensar que el desabastecimiento de agua que se presenta en el municipio de Ipiales puede deberse a la mala gestión de recursos hídricos y a la nula conciencia social acerca del uso y la preservación de este recurso, adicionalmente que no hay estudios preliminares en los cuales puedan basar el consumo que tienen los habitantes de esta ciudad y si el agua que estos reciben es de calidad.

3.4 Huella hídrica.

(Díaz, Lizarazo, Torres. 2016) Definen que: “La huella hídrica es un indicador en el ámbito mundial por ser la principal herramienta para identificar de manera cuantitativa la relación del hombre con el agua, y sus posibles impactos sobre el recurso hídrico.”

(W.F.P, 2019) Definen que: La huella hídrica mide la cantidad de agua utilizada para producir cada uno de los bienes y servicios que utilizamos. Se puede medir para un solo proceso, como el cultivo de arroz, para un producto, como un par de jeans, para el combustible que ponemos en nuestro automóvil o para una empresa multinacional completa. La huella hídrica también puede decirnos cuánta agua está consumiendo un país en particular, o globalmente, en una cuenca fluvial específica o desde un acuífero.

Se tomaron estas definiciones como referencia para realizar el estudio de la huella hídrica el municipio de Ipiales, porque lo que se busca con el cálculo de esta huella hídrica es ver la relación de los habitantes de esta ciudad y el consumo que tienen de este recurso. Hay tres tipos de huella hídrica.

3.4.1 La huella hídrica verde: es el agua de la precipitación que se almacena en la zona de la raíz del suelo y es evaporada, transpirada o incorporada por las plantas. Es particularmente relevante para productos agrícolas, hortícolas y forestales. (W.F.P, 2019).

3.4.2 La huella hídrica azul: es el agua que se obtiene de los recursos de aguas superficiales o subterráneas y se evapora, se incorpora a un producto o se toma de un cuerpo de agua y se devuelve a otro, o se devuelve en un momento diferente. La agricultura de riego, la industria y el uso doméstico del agua pueden tener una huella hídrica azul. (W.F.P, 2019).

3.4.3 La huella de agua gris: es la cantidad de agua dulce requerida para asimilar contaminantes para cumplir con estándares específicos de calidad del agua. La huella de las aguas grises considera la contaminación de fuentes puntuales descargada a un recurso de agua dulce directamente a través de una tubería o indirectamente a través de la escorrentía o la lixiviación del suelo, superficies impermeables u otras fuentes difusas. (W.F.P, 2019).

Para el desarrollo de este trabajo, se ha tenido en cuenta calcular únicamente la huella hídrica azul, se usará esta huella porque, la huella azul permite saber el uso que se le está dando al agua potable a la cual tienen acceso los habitantes de este municipio, en este caso los consumos domésticos que realizan las personas en su vida cotidiana.

4. Marco Contextual

4.1 Antecedentes de la investigación.

El municipio de Ipiales se encuentra localizado en el departamento de Nariño, cuenta con una extensión aproximada de 1.6946 km² que representan el 5% del área total del departamento Nariñense. Cuenta con tres cuencas hidrográficas, y aun así tiene dificultades para mantener un suministro constante de agua potable y de buena calidad a la población urbana y rural del municipio, debido al mal consumo de recursos y a la contaminación que han recibido estas cuencas con los residuos de las poblaciones que no han sido tratados correctamente.

Los tejidos hídricos en las ciudades son un tema de estudio muy prometedor, no solo porque los ríos, quebradas, humedales y costa de mar están en la génesis de los trazados urbanos, sino porque el rol del agua en la ciudad contemporánea, sea para darle al tejido hídrico una acción positiva y de encuentro ciudadano, o para enterrarla y entubarla dibujando sobre ella un nuevo espacio urbano es condición ineludible de sostenibilidad ambiental, en la que la tensión presencia-ausencia del sistema hídrico es muy relevante. (Talavera,2017, pág.101).

Ipiales cuenta con una población aproximada de 140.100 habitantes ubicados en 9 sectores conformados por alrededor de 120 barrios (Figura 1), el alcantarillado del sector urbano fue construido en 1.937, tiene cobertura del 82% del área urbana, para ese entonces abastecería a una población aproximada de 93.270 habitantes y 10% el área rural es de tipo combinado, opera por gravedad y la topografía hacen que se agudicen los problemas de abastecimiento sobre todo en las partes bajas de la ciudad, adicionalmente no dispone de tratamiento de aguas residuales. A través de los años se le han ido desarrollado adecuaciones y ampliaciones y aun así no se logra una buena cobertura en la ciudad por ende los problemas de abastecimiento se han generado desde la construcción de la bocatoma del Río Blanco en el municipio de Carlosama.



Figura 1. Vista aérea de Ipiales.

Geoportal igac, 2019 Imagen aérea, recuperada el 13 de diciembre de 2019 de:

<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>

En el municipio de Ipiales hay tres cuencas importantes:

- Cuenca del río Guáitara.
- Cuenca del río Chingual.
- Cuenca del río San Miguel.

La sub cuenca del río Blanco es la más importante para el municipio de Ipiales, puesto que es de este río de donde abastecen el acueducto para el casco urbano y rural del municipio, esta cuenca hidrográfica del río blanco con un área total de hectáreas aproximadamente, de las cuales 1.15 Has. son del municipio de Ipiales según diagnóstico tomado del P.B.O.T 2000 "(...) CORPONARIÑO, 1.991 el promedio del caudal del río blanco estaba en 3.98m³/seg. Para 1.999,

su promedio, calculado en la bocatoma de Ipiales, es de 2.98 m³/seg.” Lo que quiere decir que (Tabla 1):

Tabla 1. Disminución de Caudal río Blanco.

Río Blanco		
Caudal promedio	Unidades	Año
3.98	m ³ /seg	1991
2.89	m ³ /seg	1999
1.09	m³/seg	8

Fuente propia.

En ocho años el caudal del río se redujo en 1.09 m³/seg, lo que demuestra que el uso del agua en las áreas urbanas genera desgaste en las cuencas y aún más si la población no hace un uso racional del agua. La Bocatoma que abastece el acueducto del área urbana del municipio de Ipiales, cuenta con un caudal hasta la fecha (2011) de 225 lps, En este lugar, también se sitúa la bocatoma antigua, la cual aún se encuentra funcionando debido a la demanda de agua que presenta el municipio (Tabla 2).

Tabla 2. Usuarios de la corriente principal del río Blanco.

Cuadro 40. Usuarios de Acueductos de la corriente principal del río Blanco

NOMBRE USUARIO	VEREDAS A LAS QUE ABASTECE	USUARIOS	NOMBRE FUENTE HÍDRICA	CAUDAL CAPTADO	X	Y	H
Empocarlosama S.A.S (Cuaspud)	Casco Urbano	500	Río Blanco	12	0922252	0590323	3089
Empocarlosama S.A.S (Cuaspud)	San Francisco	110	Río Blanco	3,5	0922483	0590329	3080
Segundo Imbacuan (Cuaspud)	Chaviznan	40	Río Blanco	1,2	0922483	0590329	3080
Empobando (Ipiales)	Casco Urbano	81300	Río Blanco	246,36	0925419	0588535	3004

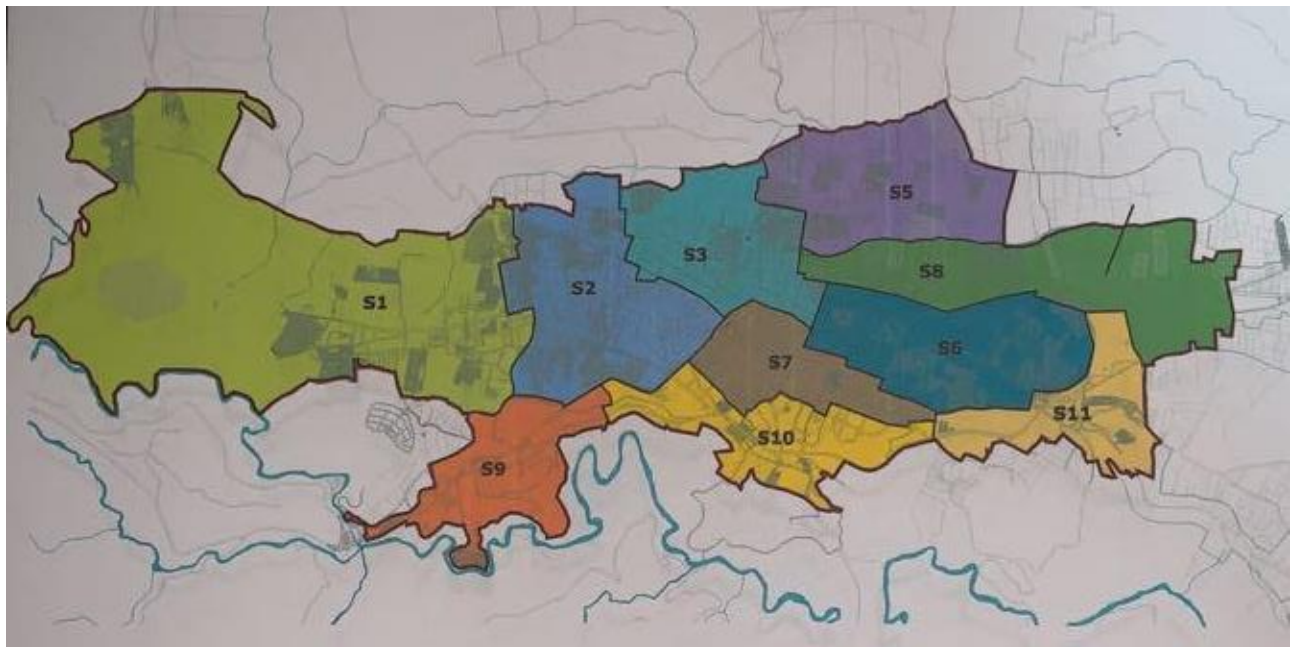
Fuente. Ordenamiento del cauce principal del río Blanco 2011- CORPONARIÑO

CORPONARIÑO, (2011) Ordenamiento del cauce del río Blanco [Figura]. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhrioblanco.pdf>

Adicional a esto, la cuenca del río blanco recibe residuos que no han sido tratados previamente de los municipios de Cumbal y Carlosama lo que genera una mayor contaminación de agua al momento de recibirla en la bocatoma que distribuye el agua potable al municipio de Ipiiales.

Actualmente la población ha crecido sin control ni planificación, por ende los usuarios del acueducto no son los mismos que hace 18 años (Figura 2), el municipio de Ipiiales no tiene nuevos sectores, pero se ha incrementado el número de barrios en cada sector del municipio, Ipiiales tiene el programa de uso eficiente y ahorro del agua (PEAA) vencido, por lo que no hay estudios actuales del caudal del río Blanco por ende se ha reducido considerablemente, y por eso la falta de agua diaria en la población urbana de Ipiiales.

Figura 2. Mapa de Ipiiales año 2.000



PBOT (2.000) Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Ipiiales

[Mapa], (pág. 116)

S1- Puenes-Patinodromo

S7- Centro

S2- Cabal-Bavaria

S8- Hospital

S3- Totoral Sur

S9- Rumichaca

S5- Seminario

S10- Cementerio

S6- Terminal

S11- El Charco

Una de las mayores problemáticas del siglo XXI es, quizá, la necesidad de proveer agua para la creciente población mundial. El suministro de agua debe satisfacer las demandas para consumo humano, agrícola e industrial. El panorama es tan preocupante que se estima que una sexta parte de la población mundial no tiene garantizado el acceso al agua potable y un gran porcentaje de personas no cuenta con servicios básicos de saneamiento. Mientras que la demanda de agua va en aumento en relación con el recurso hídrico disponible, existe una explotación desmedida de las fuentes, además de contaminación, mal uso y desperdicio, causados por la utilización de sistemas de distribución inadecuados e ineficientes. (Arango, 2013)

Se entiende que el área urbana debe ir de la mano con el desarrollo hídrico para que haya un equilibrio de este recurso y los consumos que realicen los habitantes de una ciudad, se observa que una de las principales problemáticas de la crisis del agua en Ipiales se ha dado por el crecimiento excesivo de la ciudad y la falta de control y planificación de esta, no hay estudios previos de los consumos que realizan sus habitantes, por ende se necesita crear una conciencia de uso adecuado del agua para evitar malgastar este recurso, por esto, se propone calcular la huella hídrica con indicadores que permitan verificar la oferta y la demanda de agua y con ello verificar los consumos que realizan los habitantes de la ciudad de Ipiales y así poder optimizar el uso de este recurso de la mejor manera, para evitar la escasez que se presenta en este momento.

Se han realizado diferentes estudios de la huella hídrica, pero el que más llamó la atención y se toma como referente es el Manual de Evaluación- Manual para la evaluación de la huella hídrica redactado por Water Footprint Network, Futuro Latinoamericano, Servicios Ambientales S.A., Carbonfeel.org, y publicado el 11 de mayo del 2015 como referencia para realizar este estudio.

5. Marco Referencial

Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de la gestión del agua en el territorio urbano, 2013. - “En el estudio se evaluó la huella hídrica de la ciudad de Bogotá a través de la metodología desarrollada por Arjen Hoekstra con el fin de identificar los volúmenes del agua directos e indirectos que sustentan la vida y el desarrollo de la capital. La ciudad de Bogotá aporta al PIB nacional alrededor del 25 %, utilizando el agua tanto para la sostenibilidad de las poblaciones, como de los 2 sectores productivos. El trasvase de las aguas para la red de abastecimiento de la ciudad de Bogotá, la ineficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, la normatividad cambiante en el tema de aguas, los cambios institucionales en la gestión del agua, entre otros, hacen más compleja nuestra relación con el recurso hídrico en la Capital colombiana. La aplicación de la metodología de la huella hídrica permitió evaluar los volúmenes del agua usados en la ciudad como consecuencia de todas las dinámicas mencionadas anteriormente. Como conclusión general del estudio se identifica que la ciudad ha avanzado positivamente en el tema de los consumos per cápita como consecuencia de los cambios en el marco legislativo, organizacional y cultural, mientras que los efectos de los vertimientos a los ríos siguen siendo una problemática que se asocia, básicamente, a las debilidades en los sistemas de control, falta de la información sobre la implementación de los mecanismos de la producción más limpia, la dificultad en el cumplimiento de la normatividad, la credibilidad en el marco regulador legislativo en el tema de los vertimientos, entre otros. Por consiguiente, el tema de monitoreo y control de los vertimientos se vuelve prioritario bajo las miradas de una gestión del agua sostenible.”

Huella Hídrica de los usuarios de Lima Metropolitana, 2018. -“La Huella Hídrica es un importante instrumento para la planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos que

permite la optimización del uso del recurso en el ámbito de su cuenca (ANA, 2014). Con el interés de contar con una primera aproximación a la dimensión actual de la Huella Hídrica directa de los usuarios de Lima Metropolitana, se realizó este estudio de cuantificación. Este documento fue desarrollado en el marco del Convenio de Cooperación suscrito entre AQUAFONDO, organización creada para movilizar recursos financieros destinados a la conservación, protección o restauración de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín y el Proyecto de Adaptación de la Gestión de Recursos Hídrico en Zonas Urbanas al Cambio Climático con la Participación del Sector Privado – ProACC, implementado por la Cooperación Alemana–GIZ en colaboración con la Autoridad Nacional del Agua (ANA).”

Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España, 2011. - “Aproximarnos a la compleja realidad de la “Huella Hídrica” es tratar la dualidad “Huella Hídrica” vs. “desarrollo”, en el contexto marcado por la “sostenibilidad”, lo que supone cuando menos valorar los nuevos paradigmas ecológicos que coadyuvan a comprender la compleja evolución de las Ciencias Sociales en general, y de la economía y la geografía, en particular. Para economistas como Galbraith o Sen es necesario reconducir hoy la disciplina económica a la función que la vio nacer, es decir, a tratar de garantizar el futuro bienestar basándose en la racionalidad de las políticas y de los comportamientos presentes. En este sentido la economía y la geografía son campos en los que se han multiplicado las recetas y propuestas de solución ofreciendo novedosos paradigmas aún parciales y a veces inconexos entre sí que tratan de redibujar una perspectiva nueva, un nuevo paradigma cómo describiría Kuhn, desde la cual poder ampliar el concepto de economía o el de geografía, junto a las propias ciencias ambientales.”

Manual de Evaluación HH, 2015. – “**Objetivo del manual:** El siguiente manual tiene como objetivo facilitar la evaluación de Huella Hídrica (HH) en el marco de ciudades,

presentando de manera sistemática los pasos a seguir. Está destinado a gestores en gobiernos municipales, pero también puede ser de uso para estudiantes, investigadores y gestores del ámbito privado.

Pasos para la evaluación de la Huella Hídrica: A continuación, se describen los cuatro pasos incluidos en el Manual para la evaluación de la HH de la WFN con los detalles incluidos en el Proyecto Huella de Ciudades:

Figura 4: Pasos para la cuantificación de la HH”



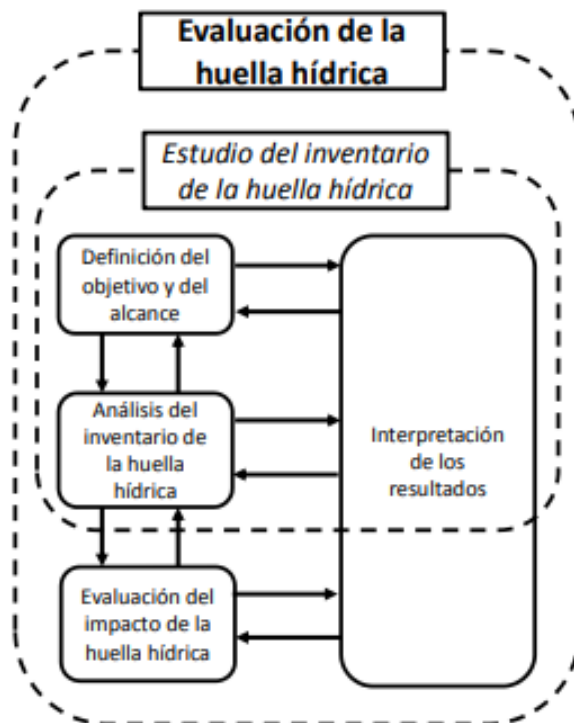
Para el desarrollo de la investigación se toma el último libro el manual de evaluación de la Huella Hídrica para desarrollar el marco metodológico.

6. Marco Normativo

Norma internacional para la huella hídrica ISO 14046:2014 y su implementación.

- La norma ISO 14046 publicada en Julio de 2014, presenta los principios, requisitos y directrices para la **realización de la evaluación** de la **huella hídrica** de los productos y servicios, la misma puede definirse como la cantidad de agua usada, tanto directa como indirectamente, para producir un producto incluyendo todo su consumo a través de la cadena de suministro. La norma se basa en la metodología de la **evaluación del ciclo de vida**, mediante las cuatro fases propuestas en **ISO 14040** y **14044** pero en este caso, solo orientada al recurso hídrico.

Fig.3 Fases de la evaluación de la huella hídrica (tomada de ISO, 2014)



Fases de la evaluación de la huella hídrica (tomada de ISO, 2014)

7. Marco Metodológico

Para el desarrollo de este trabajo se va a tomar el método de cálculo de huella hídrica planteado por el Manual de Evaluación HH- Manual para la evaluación de la huella hídrica azul redactado por Water Footprint Network, Futuro Latinoamericano, Servicios Ambientales S.A., Carbonfeel.org a nivel de ciudad.

7.1 Manual de Evaluación de huella hídrica.

Manual de Evaluación HH, 2015 “**Huella Hídrica Azul**”. – Los sectores de la ciudad son evaluados desde el enfoque consumidor, esto se debe a que las actividades propias del sector, no son productivas ni de procesos, son actividades de consumo. La evaluación está basada en la cantidad de habitantes por división político-administrativa (p.ej. distrito, macro distrito, zona).”

Huella Hídrica Azul- La huella hídrica Azul de los diferentes sectores puede cuantificarse de dos maneras:

1. En base a la HH Azul per cápita de la base de datos de la WaterFootprint Network.
2. En base a las investigaciones realizadas por la WFN y la FAO, la HH Azul per cápita corresponde al 10% del total del volumen de agua facturado.

Para realizar el cálculo de la huella hídrica en Ipiales, se va a tomar como base de para desarrollo las investigaciones de la WFN y la FAO para calcular la huella hídrica azul, por ende, se explica que:

7.1.1 Estudios con base a WFN-FAO: El volumen facturado por el sector, debe ser primero distribuido a cada uno de las divisiones político-administrativas. La distribución mencionada es realizada en base al volumen de agua per cápita que se usa por distrito. Dichos valores son obtenidos por la empresa de agua potable (Tabla 3).

Tabla 3. Referente de tabla de cálculo para huella hídrica azul.

(A) Distrito	(B) N° de habitantes	(C) Volumen de Agua Facturada per cápita (hab *m ³ /año)	(D) Volumen de Agua Facturado Teórico (m ³ /año)	(E) Porcentaje de distribución de agua potable
Distrito 1	300.000	50	15.000.000	21%
Distrito 2	305.000	30	9.150.000	13%
Distrito 3	280.750	70	19.652.500	27%
Distrito 4	210.000	100	21.000.000	29%
Distrito 5	122.500	65	7.962.500	11%
Total	1.218.250		72.765.000	

ManualEvaluacionHH, (2015) Manual para la evaluación de la huella hídrica [Tabla 7].

Recuperado de <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>

Realizando la multiplicación entre el número de habitantes por sector (B) y el volumen per cápita (C), se obtiene el volumen de agua facturado teórico (D). Si se obtiene el porcentaje de agua del total teórico por distrito (E), se puede obtener el porcentaje de distribución del agua dividiendo el total parcial del distrito entre total del sector.

Este método se va a usar para el cálculo de la huella hídrica en los diferentes sectores del municipio de Ipiales, para ver cuál es el consumo de agua que realizan y así poder comparar los resultados con el impacto que tiene el consumo de agua urbano en la cuenca del río Blanco.

7.1.2 Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Azul.

La huella hídrica Azul Total de la ciudad es la suma de las huellas hídricas cuantificadas de los sectores evaluados. Su sostenibilidad es cuantificada comparando la disponibilidad de agua azul mensual (agua disponible real) de la cuenca de la que se extrae agua para el uso y consumo en la ciudad con el uso y consumo de agua en la ciudad.

Para determinar la escasez de agua y la sostenibilidad de agua, se debe dividir la HH Azul cuantificada de la ciudad por el volumen de agua disponible real (agua azul). Si la división es

menor a 1, entonces se puede concluir que el impacto ambiental en cuanto al consumo de agua no existe o no es significativo. Cuanto mayor sea a 1, la situación es peor, como se puede ver

$$\text{Sostenibilidad huella hídrica azul} = \frac{\text{Huella Hídrica Azul}}{\text{Oferta Hídrica Neta}}$$

Impacto ambiental sobre la cuenca, rango de evaluación de impacto (Tabla 4).

Tabla 4. Referente de impacto ambiental de la cuenca.

Mayor a 4	
Mayor a 2	
Mayor a 1,5	
Mayor a 1	

ManualEvaluacionHH, (2015) Manual para la evaluación de la huella hídrica [Tabla 14].

Recuperado de <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>

Se calcula la sostenibilidad de huella hídrica para ver el impacto que los consumos que hace la población le generan a la cuenca del Río Blanco.

7.2 Alcances y Objetivos:

- Calcular el consumo de huella hídrica azul que se presentan en diferentes sectores del área urbana del municipio objeto de estudio.
- Calcular la sostenibilidad de huella hídrica azul para ver el impacto ambiental que los consumos de agua en el área urbana han causado a la cuenca del Río Blanco.
- Comparar resultados del consumo que se presenta en el municipio y ver el cuál ha sido el impacto ambiental a la cuenca del Río Blanco.

7.3 Etapas.

- Etapa 1 recolección de datos.
- Etapa 2 aplicación de metodología de cuantificación de huella hídrica y sostenibilidad de la huella hídrica.
- Etapa 3 Comparación de datos.

7.3.1 Etapa 1.

La recolección de datos para realizar el cálculo de la huella hídrica azul del área urbana del municipio de Ipiales se hizo de las siguientes entidades públicas EMPOOBANDO E.S.P, Alcaldía Municipal de Ipiales y COORPONARIÑO.

7.3.2 Etapa 2.

Los datos recolectados se van a aplicar en el método que muestra el Manual de evaluación de huella hídrica de la siguiente forma:

Con base a estudios **WFN-FAO**: El volumen facturado por el sector y No. de habitantes, dichos valores son obtenidos por la empresa de agua potable EMPOOBANDO E.S.P y la alcaldía municipal de Ipiales.

Tabla 5. Tabla de relación para obtención de datos.

Sectores de la ciudad.	No. de habitantes	Volumen del agua facturada per cápita (hab.m3/año)	Volumen del agua facturada teórico (hab.m3/año)	Porcentaje de distribución del agua
------------------------	-------------------	--	---	-------------------------------------

Alcaldía Municipal de Ipiales	Alcaldía Municipal de Ipiales	EMPOOBANDO E.S.P	(No. de habitantes*Volumen del agua facturada per cápita)	(Volumen del agua facturada teórico del sector/ Volumen del agua facturada teórico total)
-------------------------------	-------------------------------	------------------	---	---

Fuente propia.

Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Azul: La huella hídrica Azul Total de la ciudad es la suma de las huellas hídricas cuantificadas de los sectores evaluados, estos datos se obtendrán después de realizar el cálculo de la huella hídrica azul. Su sostenibilidad es cuantificada comparando la disponibilidad de agua azul mensual (agua disponible real) de la cuenca de la que se extrae agua para el uso y consumo en la ciudad con el uso y consumo de agua en la ciudad. En la cuenca del río blanco según el POT rio Blanco, 2011 “se estima una oferta hídrica neta de 59.511 millones m³/ al año”

Al obtener el resultado de la huella hídrica azul de los sectores del municipio de Ipiales, se puede aplicar la fórmula de sostenibilidad de huella hídrica azul y así verificar el impacto que se le está causando a la cuenca del río Blanco.

$$\text{Sostenibilidad huella hídrica azul} = \frac{\text{Huella Hídrica Azul}}{\text{Oferta Hídrica Neta}}$$

7.2.3 Etapa 3.

- Comparación de datos mediante una tabla que permitan ver cuál es el consumo que se presenta en el municipio y ver cómo afecta a la cuenca del rio blanco.

Tabla 6. Análisis y comparación de datos.

Huella hídrica Azul de Ipiales	Impacto en la cuenca del rio blanco
Huella hídrica azul por sector, consumo anual.	Sostenibilidad de la huella hídrica azul de la cuenca del rio Blanco.

Analizar los resultados.

8. Desarrollo.

8.1 Etapa 1:

Los datos obtenidos de la Alcaldía Municipal de Ipiales y la empresa EMPOOBANDO

E.S.P fueron los siguientes:

- 20 rutas de acueducto para la distribución de agua en 48.818 predios.
- Número de usuarios con servicio de agua.
- Volumen de agua facturada por sector anual.

8.2 Etapa 2:

- Cálculo de huella hídrica azul del área urbana del municipio de Ipiales.

Tabla 7. Tabla de Huella Hídrica Azul Urbana.

Año 2019					
No. De Ruta	Sectores de la ciudad.	No. de usuarios	Volumen del agua facturada per cápita (hab.m3/año)	Volumen del agua facturada teórico (hab.m3/año)	Porcentaje de distribución del agua (%)
1	San Vicente, Panán, Marquillo, El Lago, Álamos Norte, Santa Teresa, Edén, Bosque Madero.	1,368	198,048	270,929,664	6%
2	Área comprendida entre la carrera 6 y 1 y entre calles 12 y 18, Balcones de Madelena, Bellavista, Victoria Norte, Los Cedros.	1,164	197,916	230,374,224	5%
3	Obrero, Totoral, García Herreros, Seminario (parcialmente), Lirios Norte, Santa Teresa, Urb. Villa Esperanza, Nubes Verdes, Santa Anita, Puertas del Sur, Colinas del Norte, Abedules, El Edén, Nubes Blancas.	1,783	257,796	459,650,268	10%

4	La Laguna, Terminal, Centenario, Champagnat, Seminario, Esmeralda, Sector La Cárcel, Las Animas, Barrio Champagnat, Caminos de Aragón I y II, Nuestra Señora de las Lajas, Victoria, Norte, Avenida Panamericana, Urb. Liberia, Integrado Ciudad de Ipiiales, Libertad, Plaza de Mercado.	1,678	271,248	455,154,144	10%
5	Área comprendida entre la carrera 6 y 12 Barrios Libertad, Gólgota, La Escala, Avenida Las Lajas (parcialmente)	1,002	87,432	87,606,864	2%
6	Área comprendida entre la carrera 6 y 1 entre calles 1 y 12 Barrio Alfonso López, La Crústula, Centro de la Ciudad.	1,018	175,488	178,646,784	4%
7	Área comprendida entre la Carrera 6 y 13 y entre calles 12 y 17, Barrios Ángel Felipe Sarasty, Benjamín Herrera, José Antonio Galán, Centro de la Ciudad.	1,120	218,340	244,540,800	5%
8	Puente del Negrito, San Vicente II, Obrero Gremial, Gualcala I II y III, Kennedy, San Hernando, Barrio el Centro, San José, Vivienda Cristiana, Nuevo Horizonte, Santa Catalina, Acuarios, Kavana, Rincón de Sanjuan, Andaluz, Conjunto Zafiro, Madrigal.	1,691	231,720	391,838,520	9%
9	Grupo Cabal, Sena, Castellana, Rincón de Santa Cecilia, Fundadores, Coliseo, Chambu, Alborada, Santa Rosa, Buambiles, Panam, Banco de la República.	885	203,340	179,955,900	4%
10	La Dorada, Benjamín Herrera, Yerbabuena, Palermo, Antonio Galán, Cementerio, Antonio Nariño, La Florida, Puente Nuevo, Villa del Carmen, El Chorro, Monserrate.	975	134,844	131,472,900	3%
11	Pinares de Santa Ana, Charco Chico, Charco Grande, Tejar, Puente Vejo, El Rosal, Jaime Bateman, Chupaya, La Floresta, Sagrado Corazón, Avenida Las	1,955	137,724	269,250,420	6%

	Lajas, La Floresta 2, Torres de San Ángel, Ciudadela.				
12	Éxito, Primero de Mayo, Los Chilcos, La Merced, Hospital, Centro de Acopio, Camilo Torres, La Paz, Refugios Los Pinos, Refugios Los Sauces, Refugio Los Cedros, Vivienda Cristiana, Centenario, Bomberos, Simón Bolívar.	1,745	260,232	454,104,840	10%
13	Ángel Felipe Sarasty (parcialmente), La Pradera, Villanueva, Rumichaca.	705	96,744	68,204,520	2%
14	Saguaran Bajo, Saguaran Alto, El Placer, Las Lajas, La Cofradía, Carlos Pizarro, Cristo Rey.	897	85,656	76,833,432	2%
15	Miramontes, Mistares I II III y IV, Los Trigales, Limedec, Frontera, Puenes, Praderas de Mayasquer, Plaza Mistares.	1,164	140,256	163,257,984	4%
16	Balcones de la Frontera, San Carlos, Aldeas SOS, La Verbena, Via a San Luis.	528	51,720	27,308,160	1%
17	Puenes, La Américas, El Progreso, Paseo Real, Nueva Esperanza, Las Margaritas, Urb. Mi Casita, Villa Marina, Urb. Cadavid, Gonima, Jardines de la Sierra, Montecarlo, Coralsa, Portal del Rio.	1,937	244,704	473,991,648	11%
18	Villa Jardín, Villalba, Sa Fernando (parcialmente), Asvide, Manzano, Castellana, Porvenir, Las Acacias, Miramar, San Luis, Terranova, Habitare Plus.	1,233	168,792	208,120,536	5%
19	Los Marcos, Centro Comercial Gran Plaza, Altamira, Torre de la Alborada, Torres del Nogal, IPK Plaza, Edificio Praga.	625	75,924	47,452,500	1%
20	La Ovejería, Caminos de Aragón III, Asociación de Vivienda 12 de junio, Torres San Sebastián.	936	57,936	54,228,096	1%
TOTAL		24,409	3,295,860	4,472,922,204	100%

Fuente propia.

Como se puede observar en la (Tabla 7.) se encuentran los consumos de agua que realizan los habitantes por sectores de la ciudad, se obtiene un consumo total de Huella Hídrica Azul Urbana de 4,472,922,204 m³/año, siendo el sector 7 el que más consume agua con un 11% con 244,704 usuarios a pesar de que no es el sector con más usuarios es el que más consumo de agua presenta.

- Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Azul:

En la cuenca del río blanco según el PORH rio Blanco, 2011 “se estima una oferta hídrica neta de 59.511 millones m³/ al año”

$$\text{Sostenibilidad huella hídrica azul} = \frac{4,472,922,204 \text{ m}^3/\text{año}}{59,511,000,000 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Sostenibilidad huella hídrica azul} = 0.0751$$

Impacto en la cuenca del rio blanco es de 0.0751

Mayor a 4	
Mayor a 2	
Mayor a 1,5	
Mayor a 1	

Impacto ambiental sobre la cuenca del rio blanco es de 0.0751 es un impacto muy bajo que le está causando el consumo de agua en el municipio de Ipiales a la cuenca.

8.3 Etapa 3:

Tabla 8. Análisis de resultados.

Huella hídrica Azul de Ipiales	Impacto en la cuenca del rio blanco
4.472.922.204 m ³ /año	1 > 0.0751

Al calcular la huella hídrica azul del municipio de Ipiales se puede observar que el consumo de agua total que realizan los habitantes del área urbana es de 4.472.922.204 m³/año que el mayor consumo de agua lo realiza el sector 7 de la ciudad con un 11%.

9. Conclusión.

Teniendo en cuenta los resultados de huella hídrica anual que presenta el municipio y realizando la comparación con la capacidad máxima que tiene la planta de tratamiento de agua en la actualidad, se puede evidenciar la problemática que se ha venido presentando con respecto a la escasez del recurso hídrico. Los datos que arrojó el estudio muestran un consumo anual real de 4.472.922.204 m³/año versus una capacidad de 7.884.000 m³/año que entrega la planta de tratamiento de agua, estas cifras evidencian la alta desproporcionalidad entre el consumo y el abastecimiento.

Según los datos arrojados por la investigación en el tema de sostenibilidad de huella hídrica se pudo ver el impacto ambiental que el consumo tiene sobre la cuenca del río Blanco, el impacto no representa una afectación potencial a la cuenca, ya que los resultados de los cálculos fueron de 0.0751, siendo este un bajo índice de afectación que está por debajo del mínimo estipulado en el manual de evaluación de huella hídrica.

El indicador de impacto ambiental a la cuenca del río Blanco no se ve tan afectado debido a que aún no se ha resuelto el problema de desabastecimiento en el municipio, es decir, que la planta de tratamiento de agua sigue operando con una capacidad inferior a la requerida por los usuarios, por lo cual los consumos de la población no afectan ambientalmente de una manera significativa a la cuenca.

10. Recomendaciones.

- Debido a las problemáticas que presenta el municipio es necesario realizar una ampliación en la planta de tratamiento de agua para que la población pueda tener un acceso continuo al recurso y promover campañas para generar conciencia a los habitantes con el fin de tener un mejor manejo del recurso hídrico.
- Realizar una actualización de los documentos PORH del Río Blanco y POMCA de la cuenca.
- Promover estudios de cálculo de huella hídrica y hacerlos periódicamente.

10. Bibliografía.

- Talavera, H. (2017). *La huella hídrica en la estructura urbana. El centro tradicional de Bogotá*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v28n3/0124-7913-biut-28-03-99.pdf>
- Arango Ruiz, A (2013). *Crisis mundial del agua*. Recuperado el 27 de noviembre de 2019 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200001
- Enzo, (2018) *Distribución del agua*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <https://epicentrogeografico.com/2018/01/distribucion-del-agua/>
- FAO, (2014). *El agua: el recurso más básico y a la vez el mas indispensable*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/231226/>
- FAO, (2013). *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- ONU, (2019). *No dejar a nadie atrás*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- HLPW, (2018) *Making every drop count, an agenda for wáter action*. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17825HLPW_Outcome.pdf
- Equipo de redacción profesional. (2015, 08). *Los ríos más caudalosos del mundo*. Recuperado el 29 de noviembre de 2019, de <https://www.tutareaescolar.com/los-rios-mas-caudalosos-del-mundo.html>

- Marín, R (2013). *El agua un recurso poco valorado en Colombia*. Recuperado el 29 de noviembre de 2019 de <https://www.dinero.com/economia/articulo/el-agua-recurso-poco-valorado-colombia/174634>
- Díaz O, Lizarazo J, Torres J. (2016). *Determinación de la huella hídrica del algodón*. Recuperado el 29 de noviembre de 2019 de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1586/1931>
- W.F.P (2019). *¿Qué es una huella hídrica?* Recuperado el 29 de noviembre de 2019 de <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>
- Equipo del P.B.O.T (2000). Plan básico de ordenamiento territorial Componente rural fase de diagnóstico. Ipiiales, autor.
- COORPONARIÑO (2019). *Plan de acción institucional 2016 – 2019*. Recuperado el 07 de diciembre de 2019 de http://corponarino.gov.co/expedientes/planeacion/pai2016_2019/PAI_2016-2019.pdf
- COORPONARIÑO (2011). *Plan de ordenamiento Río Blanco*. Recuperado el 07 de diciembre de 2019 de <http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhrioblanco.pdf>
- Water Footprint Network, Futuro Latinoamericano, Servicios Ambientales S.A. (2015). *Manual de Evaluación- Manual para la evaluación de la huella hídrica*. Recuperado el 15 de noviembre de 2019 de <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>