

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2018-2019 (Modalidad Virtual)

Tesina para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades

Análisis de la vulnerabilidad del sistema de agua para consumo humano por amenaza del
cambio climático en el Cantón Suscal de la provincia del Cañar

Segundo Miguel Caguana Pinguil

Asesora: María Elena Acosta

Lectora: Yolanda Rojas Paiva

Quito, octubre de 2020

Tabla de contenidos

Resumen	V
Agradecimientos.....	VI
Introducción	1
Capítulo 1	4
Marco contextual, marco teórico y metodológico.....	4
1.1. Marco contextual.....	4
1.1.1 Cantón Suscal	4
1.1.2 Población.....	5
1.1.3 Aspectos históricos.....	6
1.1.4 Actividades económicas y acceso a agua en el cantón	7
1.1.5 Recursos hídricos en el cantón	8
1.2. Marco teórico conceptual	10
1.2.1 Cambio climático	10
1.2.2 Vulnerabilidad	13
1.2.3 Estrés hídrico.....	13
1.3 Marco metodológico.....	14
Capítulo 2	19
Evaluación de la vulnerabilidad del recurso hídrico en cantón Suscal	19
2.1 Componentes del sistema	19
2.2. Vulnerabilidad del sistema de agua de consumo humano del Cantón Suscal.	21
Conclusiones	34
Anexo 1. Instrumento de investigación.....	36
Glosario	41
Lista de siglas y acrónimos	42
Lista de referencias.....	43

Ilustraciones

Gráficos

Gráfico N° 1 Ubicación geográfica del cantón Suscal	4
Gráfico N° 2. Población del cantón Suscal por años	6
Gráfico N° 3. Vulnerabilidad de los componentes del sistema de agua potable del Cantón...23 Suscal.	23
Gráfico N° 4. Valoración de los indicadores promedios del sistema de agua potable.....26 del cantón Suscal.....	26
Gráfico N° 5. Percepciones de los habitantes urbanos del cantón Suscal en torno al..... 27 problema de prestación de servicios de agua potable	27

Tablas

Tabla 1. Principales componentes identificados	15
Tabla 2. Caracterización general de la vulnerabilidad	16
Tabla 3. Escala para evaluar el nivel de aceptación de los indicadores	16
Tabla 4. Peso relativo de cada componente	19
Tabla 5. Expertos que participaron en la evaluación de componentes.....	20
Tabla 6. Valores de importancia relativa de los componentes del agua de consumo humano	20
Tabla 7. Vulnerabilidad del sistema sin ponderación	23
Tabla 8. Vulnerabilidad del sistema con ponderación.	23
Tabla 9. Número de personas que valoraron cero a indicadores por componente.....25 y número de personas que valoraron cinco a indicadores en el sistema de agua..... 25 potable del Cantón Suscal.	25
Tabla 10. Propuesta de medidas de adaptación y mitigación ante las amenazas..... 31 del cambio climático	31

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina

Yo, Segundo Miguel Caguana Pinguil, autor de la tesina titulada “Análisis de la vulnerabilidad del sistema de agua para consumo humano por amenaza del cambio climático en el Cantón Suscal de la provincia del Cañar” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades, concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, octubre de 2020



Segundo Miguel Caguana Pinguil

Resumen

Esta investigación determinó la vulnerabilidad del sistema de agua para consumo humano en el contexto del cambio climático que afecta directamente a los habitantes de cantón Suscal, asimismo, propone estrategias de adaptación al cambio climático para mitigar los efectos del mismo. En base a la metodología de evaluación de vulnerabilidad del recurso hídrico con enfoque integral se concluye que el sistema presenta vulnerabilidad media en todos los componentes e indicadores analizados, constituyéndose una alerta para la sostenibilidad del sistema. De los 10 componentes indagados, el componente G (tratamiento de agua) e I (manejo de agua post-uso) presentan porcentajes superiores con relación a los demás componentes.

Por tanto, las estrategias de adaptación propuestas están dirigidas a mitigar la vulnerabilidad de esos componentes, en base al cuidado de las fuentes de abastecimiento y la implementación de medidas de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación en la subcuenca baja del Río Capulí, con el fin de garantizar la calidad y sostenibilidad de prestación de servicios de agua potable para el presente y futuro del cantón.

Según entrevistas y observación en sitio realizadas y estudios revisados, se determina que la infraestructura es de reciente construcción “plan maestro de agua potable - fase I”, por lo tanto, no presenta ningún tipo de problema desde la captación hasta las instalaciones domiciliarias y la gestión de prestación de servicios de agua potable dentro del casco urbano que está bajo la responsabilidad del Municipio. Además, disponen un nuevo estudio - II fase del plan maestro para trasladar el agua de otra subcuenca fuera del territorio cantonal. En tal sentido, el cantón Suscal requiere fortalecer la gestión del agua más allá de la infraestructura, asegurando un servicio de agua potable de calidad y sostenible.

Palabras claves: vulnerabilidad, cambio climático, adaptación, estrés hídrico, componentes e indicadores.

Agradecimientos

A FLACSO Ecuador, a mis queridos padres, a mi esposa e hijas que dieron todo el apoyo incondicional para culminar esta especialidad. De igual manera a la Dra. María Elena Acosta, quien con su conocimiento y experiencia coadyuvo la consecución de este trabajo académico.

Introducción

El cambio climático es un problema global que está afectando a varios sectores entre ellos la disponibilidad del agua de consumo humano, riego, producción hidroeléctrica, etc., al aumento de la temperatura está causando la alteración de patrones de precipitación, mermando la frecuencia e intensidad de lluvias. Esta problemática se está profundizando en territorios locales como el cantón Suscal, en donde las poblaciones tanto rurales como urbanas están padeciendo estrés hídrico¹ especialmente en los meses de verano, porque las fuentes de agua se están agotando y a ello se suma la escasez de precipitación que golpea la dotación de servicio básico.

En varias regiones del mundo ya está ocurriendo conflictos de disputa por el agua, que a su vez han ido encareciendo el costo de los servicios de agua potable, a lo que suman la destrucción de las fuentes de agua, la contaminación y por otro lado el desperdicio en el consumo por parte de los usuarios, así como la falta de gestión eficiente del agua a nivel de domicilios, industrias y gobierno local, situaciones que se vive en cantón Suscal. De ahí la importancia de este estudio en orientar al gobierno local, sobre la amenaza que constituye el cambio climático en cuanto al recurso hídrico del cantón y a su vez promover a la toma de medidas urgentes de adaptación tanto en la población como en las autoridades para que se asegure un servicio de agua potable de calidad y sostenible.

En varias ciudades pequeñas esta problemática pasa desapercibida para los gobiernos locales y es por ello por lo que hacen incipiente esfuerzo en abordar el tema dentro del plan, programas y proyectos, o solo enfocándose en la infraestructura física, sin fomentar una cultura de cuidado de las fuentes de agua y de responsabilidad de la población en el cuidado del recurso hídrico. Además, por esta razón existe vacío en tratar este tema dentro del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial y por lo tanto no constituye una prioridad de la administración municipal. Para abordar el problema, las causas y consecuencias del cambio climático, a nivel de distintos gobiernos debe ser tratado mediante políticas públicas y, asimismo, abordar como un eje transversal. La administración municipal por el

¹ Estrés hídrico se da “cuando la demanda de agua es más que la cantidad disponible durante un período determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad”.
<https://www.ecologiaverde.com/estres-hidrico-agua-en-peligro-46.html>. Bajado 15 de enero 2020.

desconocimiento da poca importancia y por estas razones es importante analizar, discutir y generar estrategias para afrontar el problema que está generando el cambio climático.

Asimismo, los gobiernos locales deben preocuparse en garantizar la dotación los servicios básicos a largo plazo, pero para ello deben sensibilizarse y colocar el tema dentro de la agenda política y ciudadana. En la zona no existe este tipo de investigación y por lo tanto hay un vacío. Este trabajo contribuye al debate entre as autoridades y permite tomar decisiones en base a un conocimiento científico. Por esta razón está investigación se desarrolla en el marco de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudad, evalúa el índice de vulnerabilidad del agua de consumo humano en el cantón Suscal, en relación con línea de investigación del cambio climático en el contexto urbano.

Por lo expuesto la presente investigación se plantea responder a la siguiente pregunta:

¿Qué vulnerabilidad afrontan las poblaciones del Cantón Suscal en torno al agua de consumo en el contexto del cambio climático?

El objetivo general es “analizar la vulnerabilidad de sistema de agua para consumo humano de los habitantes del cantón Suscal en el contexto del cambio climático”.

Los objetivos específicos son:

- i) Determinar el índice de vulnerabilidad del sistema de agua que afecte a los habitantes del cantón Suscal en torno al agua de consumo en el contexto del cambio climático.
- ii) Indagar las posibles estrategias de adaptación al cambio climático para garantizar la disponibilidad del agua de consumo en el cantón Suscal.
- iii) Elaborar una propuesta sobre acciones que mitiguen las amenazas que constituye el cambio climático para la dotación de agua de consumo humano, para que las autoridades del GAD tomen decisiones.

El documento está estructurado en tres capítulos, el primero aborda el contexto donde se va a realizar el estudio, los referentes teórico conceptuales base de la investigación y la metodología aplicada; el segundo determina el índice de vulnerabilidad del recurso hídrico en el cantón Suscal y establecer las posibles estrategias de adaptación al cambio climático para garantizar la disponibilidad del agua de consumo humano; y en el tercero se propone las posibles medidas que mitiguen las amenazas que constituye el cambio climático para la

dotación de agua de consumo humano para que las autoridades del GADIPCS tomen decisiones.

Capítulo 1

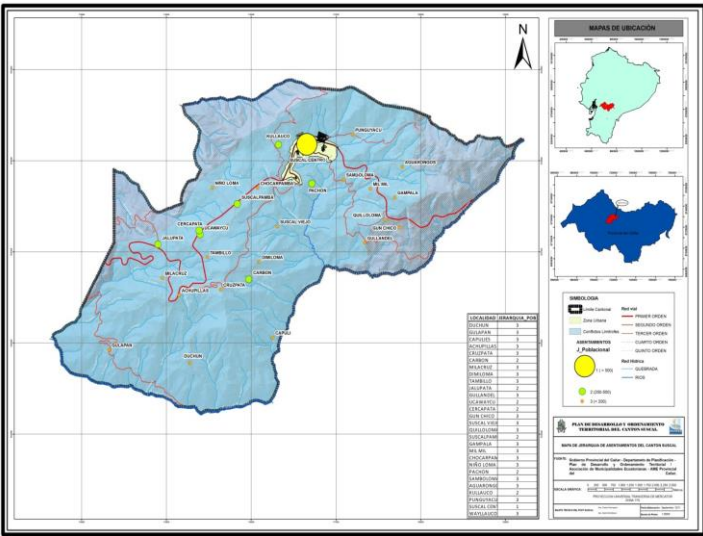
Marco contextual, marco teórico y metodológico

1.1. Marco contextual

1.1.1 Cantón Suscal

El cantón Suscal está localizado en la provincia del Cañar y en el territorio del cantón Cañar, es a manera de isla dentro del mar del cantón Cañar y según los indicadores tomados del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón -PDyOT- (2014-2019), afirma que tiene una extensión territorial de 64.88 km² y el área urbana representa 1.04 km² que representa 1,62% del territorio cantonal. Al Norte limita con cordillera Wayrapaltiu, parroquia General Morales y parte de parroquia Chontamarca; al Sur Río Cañar y Gualleturo; al Este con la parroquia Zhud, delimita por los Ríos Capulí y Yanacachi y al Oeste parroquias Chontamarca y Ducur. Se encuentra a una altitud entre 2400 a 3300 msnm, en punto más alto es el cerro Wayrapaltiu. En la parte más baja la temperatura es más cálida pudiendo fluctuar entre 12 a 18 °C, mientras en la parte más alta la temperatura entre 12 a 6 °C. Según las características climáticas podemos encontrar en la zona la predominancia de vegetación natural y campos de cultivos que diferencian en cada piso altitudinal y nichos ecológicos sostiene el Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural Participativo del Cantón Suscal (De aquí en adelante GADIPCS 2015).

Gráfico N° 1 Ubicación geográfica del cantón Suscal



Este territorio recibe influencia del viento húmedo del Pacífico y con estaciones bien marcadas de invierno y verano que duran cada uno los seis meses, aunque actualmente la estación de invierno y verano es bastante inestable como consecuencia del cambio climático. Precisamente el invierno empieza en enero y dura hasta fines de mayo o a veces suele empezar a caer las primeras lluvias en diciembre, mientras tanto desde julio hasta noviembre o diciembre son meses muy secos. (GADIPCS 2015). Al parecer este patrón de clima ha cambiado ya que según los moradores afirman que en “antaño tanto el invierno y el verano eran bien estables que actual”, “algunos ancianos” del territorio afirman que “actualmente hacen días muy calorosos con fuerte sol en relación con antes”. El sol intenso y fuertes vientos suelen secar los suelos rápidamente e incluso habido años en donde la presencia de fuertes vientos suele adelantarse dañando las cementeras del maíz. En los meses de invierno las precipitaciones son muy intensas en la zona van entre 500 a 1500 mm/año (PDyOT 2015) y son muy torrenciales, pero en varano es totalmente seco acompañado de vientos fuertes que son en los meses de julio y agosto que dificulta las labores en las chacras y provocan estrés hídrico para cultivos, pastos e incluso en el uso doméstico.

Evidentemente el cantón presenta meses bien secos y temperaturas muy altas que puede llegar en la parte baja hasta 22 °C y esta situación está provocando estrés hídrico anual mínimo entre 0-25 mm/año y máximo de 0 – 100 mm/año (GADIPCS 2015) y esta situación puede empeorar con el aumento de temperatura global y al disminuir la oferta hídrica para diferentes actividades económicas.

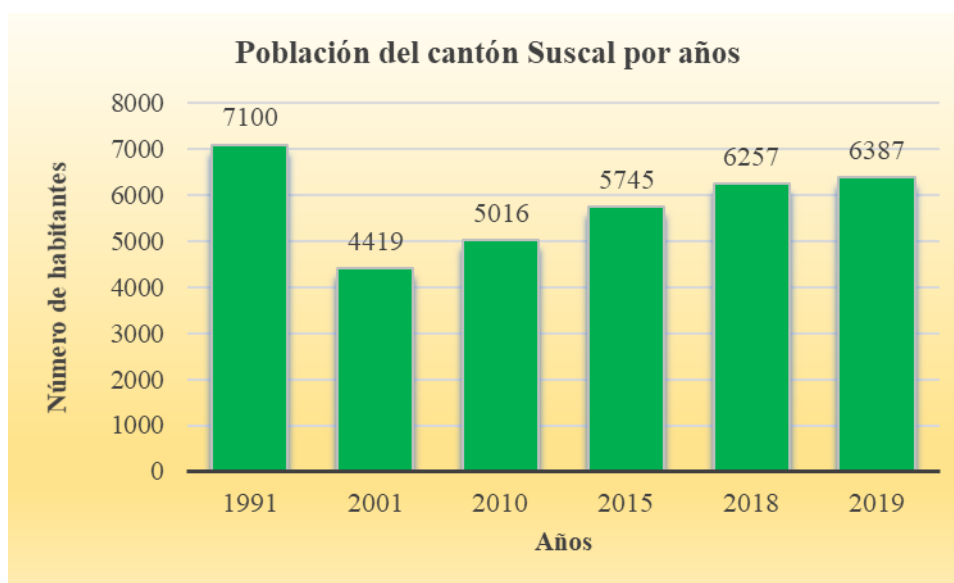
1.1.2 Población

Es importante considerar las características de la población, que según el PDyOT (2015) el cantón Suscal hasta antes de 1996 era una parroquia rural del cantón Cañar, sin embargo, a partir de esa fecha se independizó y se convirtió en cantón Suscal desde su creación tiene apenas 26 años de vida institucional por lo que es un cantón joven.

Según los indicadores del (PDyOT 2015, 64) sostiene que en las proyecciones realizadas por AME para el 2014 en el cantón Suscal existe 5.742 habitantes, de los cuales 2.745 son mujeres y 2.271 son hombres, 74,76% habitan en zona rural y apenas 25.24% viven en el área urbana, de la población total del cantón 76,73% pertenecen a pueblos y nacionalidades indígenas. Según el INEC en la proyección de la población al 2019 el cantón alcanzó una población de 6387 habitantes.

En los censos realizados desde las décadas de los noventa se observa una variación ascendente y descendente de la población. Entre 1991 a 2001 hay un descenso de habitantes del cantón Suscal, probablemente esta caída responde a la masiva emigración internacional que experimento el cantón y el país a finales de la década de 90, puesto que salieron poblaciones jóvenes hacia Estados Unidos y Europa. A partir de 2010 se registra un crecimiento constante de la población, sobre todo, la población urbana debido a que las habitantes de zonas rurales han emigrado para radicarse en la zona urbana del cantón.

Gráfico N° 2. Población del cantón Suscal por años



Fuente: INEC 2010; POyDT 2015-2019; DBE 2019

1.1.3 Aspectos históricos

El referente histórico es importante en el marco de esta investigación por las raíces culturales e identitarias de la zona. La población del cantón Suscal es de raíces Cañaris con sus propias peculiaridades en torno a la cultura viva, sus costumbres y tradiciones que caracterizan a este pueblo milenario. Desde su asentamiento tienen historia porque antes del año 1996, la población asentadas en lo que hoy es Suscal vivía en Zhirpud, posteriormente mediante el apoyo de un Sacerdote del pueblo, para estar junto a la panamericana que cruza por la cabecera cantonal desde Cuenca a Guayaquil y viceversa, se trasladaron al actual asentamiento en donde fueron configurando el área urbana. Desde 1996 se da la coexistencia de festividades indígenas y mestizas, como la fiesta de cantonización, conmemoran a los Patronos religiosos como la virgen de la Dolorosa en el mes de marzo, en junio celebran el

“curpos criste” y la “otava”, aunque cabe mencionar que la concurrencia a estas fiestas ha ido sufriendo desgastes con relación al antaño.

Uno de los Raymis muy importante que realizan todos los años es el Pawkar Raymi, en donde todas las comunidades concentran en el centro cantonal y mediante caminatas van “paseando” por casi todas las comunidades en donde los habitantes de las comunidades reciben a los “extraños o visitantes” con la gastronomía típica y bebidas. Los “pukareros” (carnavaleros) van de comuna en comuna, al final de la tarde se concentran en el centro cantonal para festejar y compartir la gastronomía entre los concurrentes. Previo a la celebración, los comuneros anticipan esta fiesta, que en el antaño duraba hasta 15 días. Esta fiesta es en agradecimiento a la pacha mama por brindar los primeros frutos de los cultivos y al florecimiento, donde el agua y los granos son esenciales, esto comparte con los concurrentes para agradecer su presencia y dar gracias al Apuk.

1.1.4 Actividades económicas y acceso a agua en el cantón

Las actividades económicas en el cantón tienen estrecha relación con el abastecimiento y consumo de agua, según PDyOT 2015, la principal actividad económica es la agropecuaria y complementan con actividades extra prediales² y no agropecuarias. En el territorio existe 1551,97 has destinadas a la agricultura, actividad que realizan en el período invernal, que suele caer las primeras lluvias desde el mes de enero hasta fines de mayo.

La agricultura es de secano porque cosechan una sola vez al año y el resto de los meses no, el verano no permite el desarrollo agropecuario por la sequía. De 28 comunidades apenas 6 comunidades tienen acceso a pequeñas fuentes de agua de riego, como por ejemplo el sistema de riego Chaucha que posibilita cultivar hortalizas, tubérculos y legumbres para el autoconsumo y para ofertar en el mercado local. La Asociación de productores “Chuya Mikuna” (comida limpia) producen una mejor calidad de hortalizas en el verano que en el invierno porque las lluvias causan podrición de las hortalizas. Mientras tanto, 22 comunidades que carecen de fuentes de riego en el verano sufren la disponibilidad de pastos para animales mayores y menores e incluso para abrevadero de bovinos deben recorrer largas distancias hasta llegar las vertientes o riachuelos.

² Las actividades extra prediales son todas aquellas actividades que realizan fuera de finca como albañiles, jornaleros, transportistas, tienderos, etc.

En esta zona también bajo sistema agroforestal existen huertos de café de altura, plátano y cítricos. En meses de verano las tierras agrícolas pasan en barbecho con pastoreo y en el campo existen más pastos secos que cultivos. En el invierno, existe producción de leche que es comercializada a través de intermediarios. El área destinada a la producción pecuaria es de 2333,97 has y uso agropecuario 2182,37 has, mientras área de protección es 1571,37 has. (GADIPCS 2015). Como ya mencionamos en párrafo anterior, en el cantón existe fuerte emigración de los jóvenes agricultores fuera del país y por esta razón las mujeres están dedicando más al sistema de crianza de ganado bovino que a la agricultura tradicional. La forma de tenencia de tierras es minifundio por crecimiento de la población y el acceso al mismo es de varias formas mediante compras y herencias (GADIPCS 2015).

En el área urbana encontramos diversidades de actividades económicas no agrícolas como tiendas de primera necesidad, librerías, venta de ropas, expendio de instrumentos musicales, restaurantes, farmacias, mercados, ferias los sábados y miércoles, cabinas telefónicas e internet, almacenes agropecuarios. Así mismo, divisamos algunas empresas privadas como las cooperativas y bancos, sector importante que absorbe la mano de obra local en la prestación de servicios financieros. Asimismo, en la rama de servicios de movilidad se vislumbra cooperativas de transportes de cargas pesadas y sistemas de alquileres de transporte urbano y comunitario; en el año 2019 han implementado transporte urbano buses que circulan desde cabecera cantonal hacia diferentes comunidades localizados a una distancia de 3 a 5 kilómetros del centro urbano. Pero también existen agencias de envíos y recepción de remesas de los emigrantes que están fuera del país (GADIPCS 2015).

1.1.5 Recursos hídricos en el cantón

Existe una estrecha relación entre las zonas urbanas y rurales en cuanto a cuidado, abastecimiento y uso de los recursos hídricos en el cantón Suscal. En el territorio existe fuerte degradación de los recursos naturales estratégicos (agua, bosque, suelo, biodiversidad) debido al crecimiento demográfico y consecuente avance de la frontera agrícola que ha ocasionado la deforestación de bosques primarios, pues actualmente en la zona encontramos pequeños remanentes de bosque nativo muy disperso y por esa razón hay fuerte erosión de suelos especialmente en aquellas áreas muy pronunciadas. El remanente de bosque nativo en mayor extensión encontramos en el cerro Wayrapaltiu, lugar donde nacen varias fuentes de agua que abastece el agua de consumo humano en las comunidades del cantón, así como en el centro urbano.

El ex alcalde del cantón afirma “que algunas fuentes habrían agotado por la deforestación” (entrevista 2019), evidentemente la transformación de bosques primarios en áreas de cultivos habría causado desaparición de ojos de agua, mermando la oferta local del agua y esta situación empeoraría con los impactos del cambio climático porque los ríos, pozos, las fuentes y manantiales pueden secarse a medida que aumenta la temperatura del aire. (FAO 2018). A nivel global existe aumento de la temperatura y eso está causando la disminución y cambios en la temporalidad de precipitaciones (FAO 2018), como es el caso del territorio del cantón Suscal que enfrenta veranos fuertes, corriendo el riesgo de que en el mediano y largo tiempo la zona se quede sin abastecimiento hídrica para consumo humano y producción agropecuaria, situación que se complejiza por el aumento de la población sobre todo del área urbana, que se está expandiendo bajo el modelo capitalista produciendo la desigualdad, sin una buena planificación (Brenner 2017).

En referente a los recursos hídricos la microcuenca del Río Capulí que es la más grande en relación otras microcuencas, tiene una extensión de 3.18 km² y desemboca en la Cuenca del Río Cañar. Esta subcuenca es la principal de donde captan agua para regadío en meses de verano. Mientras tanto, agua para consumo humano del área urbana viene desde las montañas del Cerro Wayrapaltiu ubicado aproximadamente 3 km de distancia de la cabecera cantonal y en época de verano prolongado presenta estrés hídrico. Actualmente tiene implementado la primera fase del plan maestro de agua potable para mejorar la planta de tratamiento, tanques de almacenamiento, sistemas de conducción y domiciliarias. Y para garantizar la dotación del agua durante 24 horas del día, están por ejecutar la segunda fase del plan maestro, captando el agua desde páramos de Carshaw ubicado aproximadamente a 20 km de distancia.

Sin embargo, el área de recarga hídrica del lugar de captación está en constante deterioro por sobrepastoreo del ganado y por el avance de la frontera agrícola, situación que puede causar la disminución del caudal en el largo plazo, creando problemas en la dotación de servicios de agua de riego y consumo humano en el cantón Suscal. El estrés hídrico puede aumentar con los impactos del cambio climático provocado por el calentamiento global resultante de las actividades antropogénicas que aumentan la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.

1.2. Marco teórico conceptual

Los referentes conceptuales para la presente investigación abordan aspectos relacionados con: cambio climático, vulnerabilidad y estrés hídrico, que por motivos didáctico se los presenta individualmente, sin embargo, es importante reconocer sus interrelaciones y vínculos para analizar el índice de vulnerabilidad de los recursos hídricos por amenaza del cambio climático en cuanto a la disponibilidad de agua para consumo humano en el cantón Suscal.

1.2.1 Cambio climático

El cambio climático no es un proceso nuevo ni reciente, tiene un antecedente histórico, desde atañe viene causando consecuencias en las civilizaciones antiguas, por esa razón para aquellas poblaciones antiguas, constituyo un desafío la adaptación al clima cambiante, así por ejemplo según OMM (2011, 5) sostienen que la civilización Maya que apareció en el año 2.000 AC y que expandió “por toda América Central y México, declino por una pertinaz sequía que duro 200 años”. Fue tal vez una civilización muy “susceptible a las sequias prolongadas porque la mayoría de sus centros urbanos dependía de los ríos para su subsistencia”. La OMM manifiesta que el reciente cambio climático tiene relación con la revolución industrial y en el último decenio ha representado un 85% del aumento de la temperatura mundial (2011, 8). En efecto, desde la era del desarrollo industrial ha aumentado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera, causando el calentamiento global con consecuencias fatales y afectando a todos los sectores económicos, pero con más fuerza en países menos desarrollados debido a la poca capacidad que tienen para afrontar las amenazas del cambio climático, las mismas condiciones de pobreza aumenta la vulnerabilidad a riesgos climáticos. El cambio climático según Galindo (2015) sostiene que es una consecuencia del aumento de GEI provocado por los actuales patrones de producción y consumo basado en el uso de combustibles fósiles, “es una externalidad negativa global con causas y consecuencias globales” en la atmósfera. (Galindo et al 2015). Los mismos autores afirman que el cambio climático pone de relieve los problemas de un estilo de desarrollo imperante a nivel global, por lo que sugiere la urgente necesidad de transformar ese estilo promoviendo procesos de desarrollo sostenibles. En esta perspectiva, el cambio climático es uno de los desafíos global del presente siglo sostiene Lossourn et al (2016) y a su vez requiere un esfuerzo global, nacional y local para mitigarse y adaptarse a las nuevas condiciones climática.

Según el informe del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático manifiesta que el calentamiento “en el sistema climático es inequívoco y desde mediados del

siglo XX, los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios” (Ministerio del Ambiente 2017, 270). La concentración de gases de efecto invernadero ha aumentado en la atmósfera provocando, precisamente en los últimos 800.000 años, la concentración de dióxido de carbono que ha aumentado en un 40% desde la era preindustrial, debido a las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles y por el cambio del uso del suelo. Por lo tanto, los procesos naturales y, antropógenos, son los principales impulsores del cambio climático. Entonces, las consecuencias como el aumento de la temperatura de la atmósfera y del mar, la disminución de volúmenes de nieve y hielo en todas partes del mundo, las alteraciones del ciclo global del agua que están causando serias repercusiones en la provisión del agua para consumo humano, son atribuidas al cambio climático. El mismo informe revela que entre el período de 1880 al 2012, se registró un calentamiento de 0.83 °C y para contener el cambio climático, propone reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de GEI.

Ante este desastre climático que está aconteciendo a nivel global, el 12 de Diciembre del año 2015, se reunieron varios líderes y gobiernos del mundo para establecer el llamado “Acuerdo París” (AP), este acuerdo es un tratado internacional legalmente vinculante que entre tantos, en uno de esos acuerdos en el artículo 1 del Anexo de dicho acuerdo en el literal a, establecen mantener la temperatura “debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y de seguir por limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C”, lo que se supone con este acuerdo se reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático. (Naciones Unidas 2015). Este acuerdo constituye gobernanza climática internacional y es una obligación de 196 país de cumplir y hacer esfuerzo de lucha contra el cambio climático, sin embargo, los países hegemónicos han descatado este acuerdo que debía entrar en vigor desde el año 2020 y debido a la actual crisis económica y social, varios países priorizaran y destinaran sus recursos y esfuerzos en aquella problemática que en la lucha por el clima.

Asimismo, en el año 2015, la comunidad internacional, los gobiernos y líderes mundiales, establecieron agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 17 objetivos y 169 metas alcanzables hasta el año 2030. Dentro de estos objetivos 13 acción por el clima establecen adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos y como meta establecen fortalecer la resiliencia y adaptación al cambio climático, cumplir con la convención marco de Naciones Unidas, mejorar la capacidad humana, aumentar la capacidad de planificación, etc. (CEPAL 2016). Es decir, a nivel global van configurando esfuerzos por

parte de la comunidad internacional, no obstante, debido a nuevos cambios globales que acontecen, estos esfuerzos van a desacelerar significativamente y con ellos con posibles efectos irreversibles.

Un aspecto que tiene estrecha relación con el cambio climático es el crecimiento poblacional en las ciudades y por tanto con el cuidado, abastecimiento y consumo del agua. Lossourn et al (2016) manifiesta que en “megaciudades el crecimiento de la demografía urbana y poblacional es la causa principal de la vulnerabilidad de los recursos hídricos”. Este particular ocurre tanto en megaciudades como en ciudades pequeñas, en estas últimas décadas los censos y proyecciones a nivel global y a nivel del país develan constante crecimiento de las urbes.

Producto de la emigración de zonas rurales a urbanas, dando lugar a expansión rápida de ciudades y en muchos casos sin una planificación, este fenómeno ejerce presión sobre los recursos naturales (CEPAL y PNUMA 2002), muchas veces transformado los suelos productivos en obras de cemento. En esta perspectiva según el enfoque que plantea Brand (2009) sostiene que el actual crecimiento de las ciudades con relación al antaño, están creciendo en el contexto globalizado. Es decir, la economía global influye en el rumbo urbano, pero la incidencia del mismo pone en relieve la brecha de desigualdad en el contexto urbano principalmente en grandes ciudades en donde vislumbra con mayor facilidad asentamientos deplorables en servicios y en el futuro afirma que puede “existir menor disponibilidad del agua y aumento de sequías y, se sumaría a esta problemática el aumento de la población, ocasionando sobre explotación del agua superficial y subterránea” (Magrin 2015, 21).

En este sentido, según Brenner (2017) indica que lo urbano alude a tipo de asentamiento delimitado, es decir el autor hace una distinción entre urbano y rural. En este mismo marco WFE (2016) manifiesta que entre los diez riesgos globales de mayor preocupación es la crisis al agua que sitúa en el tercer lugar y este constituye una preocupación global para gestionar y sostener las actividades económicas. El crecimiento poblacional viene acompañado por otros dos riesgos climáticos como la falta de mitigación y adaptación al cambio climático y la mayor incidencia de los eventos meteorológicos como las sequías prolongada que puede dejar a población de ciudades sin servicios del agua y mermar las cosechas de los alimentos. Mientras tanto Aguilar et al (2015) atribuyen que los riesgos del agua tienen lazos con la

política de agua y la gestión urbana, esta situación puede darse especialmente en países en vías de desarrollo por que la crisis económica supone la falta de inversión en infraestructura de agua. En cambio, CEPAL (2002) afirma que la gestión del agua y la gestión urbana son dos de los cinco mayores desafíos para el desarrollo sostenible en América Latina.

1.2.2 Vulnerabilidad

Según GIZ (2017), citando a Parry et al. (2007, 20) sostiene que la vulnerabilidad alude al “grado en que un sistema es susceptible a, e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la vulnerabilidad y los extremos climático”. En esa perspectiva, la vulnerabilidad expresa la interacción de los diferentes factores o componentes que contribuyen a la vulnerabilidad del cambio climático: la exposición, la sensibilidad, el impacto potencial y la capacidad de adaptación. La exposición tiene que ver con los factores de la “temperatura, precipitación, la evapotranspiración y el balance hídrico climático” (GIZ 2016, 20). También incluye los eventos extremos como fuertes lluvias y la sequía.

La sensibilidad refiere al grado en que un sistema está adverso o benéficamente afectado por la exposición al cambio climático. Las actividades humanas también afectan el manejo de agua y el agotamiento de recursos. La densidad poblacional también puede ser considerada como sensibilidad. La combinación entre la exposición y susceptibilidad determinan el impacto potencial y la capacidad de adaptación hace referencia a la capacidad para hacer frente a las consecuencias del cambio climático. Según sostiene que el en futuro aumentara la vulnerabilidad actual en el abastecimiento del agua en los andes tropicales y por esta razón plantea la urgente necesidad de evaluar las prácticas actuales de manejo del agua para reducir la brecha entre la demanda y oferta y disminuir la vulnerabilidad a futuro.

1.2.3 Estrés hídrico

Fortuño (2017) manifiesta que el creciente aumento de población mundial implica también mayor consumo de agua potable, sin embargo, nos encontramos en muchas regiones del mundo en situación de “estrés hídrico” debido a dos problemáticas, primero la escasez física debido a que la demanda es mayor que el suministro de agua, cuantitativamente la escasez de agua es cuando la oferta de agua dulce disminuye por debajo de 1.000 m³ por persona y año, y la escasez absoluta cuando cae entre debajo de 500 m³ por persona y año (twenergy 2019)³

³ <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/estres-hidrico-situacion-mexico/> 2019

El segundo está relacionado a la escasez económica, se supone que existe la disponibilidad de agua, pero por algunas razones económicas no existe la posibilidad de utilizar las fuentes de agua, por ejemplo, costo de extracción, agua contaminada. Para dar respuesta a estas problemáticas y garantizar el suministro del agua, existen dos vías: la desalinización y tratamiento de agua residuales, infraestructura necesaria para el suministro de agua, pero se requiere fuertes inversiones para tratamiento de agua residuales e implementación de sistema de agua potable y para evitar una crisis de abastecimiento de agua.

El estrés hídrico está relacionado con el déficit y crisis hídricos y en términos cuantitativos es cuando la oferta de agua cae por debajo de los 1.700 m³ de agua por persona y año (twenergy 2019). Al respecto Naciones Unidas sostiene que hoy en día de cada 6 personas en el mundo al menos 1 vive en esta situación y se prevé su empeoramiento. Cuando la disponibilidad de agua dulce baja entre 1.700 a 1.000 m³ por persona y año, es considerado “escases periódica o limitada (twenergy 2019)”.⁴

Las causas que producen el estrés hídrico son naturales, crecimiento demográfico, cambios naturales de la cantidad de agua disponible, retrasos en temporales de precipitaciones, deshielos, cambios artificiales provocados por humanos, cambio climático a nivel global son los que están ocasionando el estrés hídrico. Como consecuencia presenta conflictos sociales con el deterioro de agua dulce en términos de cantidad (ríos secos, disminución del caudal en las fuentes y en pozos) y calidad (contaminación química, contaminación con materia orgánica).

1.3 Marco metodológico

Dentro de la metodología de la evaluación de la vulnerabilidad no existe un único método específico sino está en función al objetivo de análisis, contexto y tiempo. En esta perspectiva, la metodología se basa en el modelo desarrollado por Mendoza (2008), quien propone un análisis multicriterio que incluye aspectos cuantitativos con aporte cualitativo Magaña (2012), para ello, en primer lugar, se revisó la información secundaria relacionada al estudio de vulnerabilidad en diferentes disciplinas y particularmente en torno al recurso hídrico. Además, se realizó trabajo de campo a través del recorrido en situ para identificar los diferentes componentes del sistema que influyen en la vulnerabilidad de los recursos hídricos para

⁴ <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/estres-hidrico-situacion-mexico/> 2019

consumo humano. Se utilizó técnicas como: la observación participante y diálogo con autoridades, entrevistas a actores claves y se contó con la participación de expertos. La metodología desarrollada por Mendoza (2008, 30) consiste en definir componentes claves para el análisis, para cada componente indicadores y la caracterización de este a partir de las observaciones realizadas en el trabajo de campo. En el marco de la investigación se identificó los 10 componentes más relevantes como son: 1. Zona de recarga hídrica, 2. Fuente de abastecimiento de agua, 3. Toma de agua y obra de captación, 4. Línea de conducción, 5. Tanque de almacenamiento, 6. Red de distribución, 7. Tratamiento del agua, 8. Uso y manejo del agua en el hogar, 9. Manejo del agua post uso y 10. Gestión administrativa. Estos componentes fueron utilizados en la guía de entrevistas virtuales al igual que en la matriz de indicadores (anexo 1). Como podemos observar en la tabla No 1, tenemos una columna de 10 componentes de A hasta J, en a otra columna constan los nombres de los componentes del sistema de análisis para establecer la vulnerabilidad hídrica en el cantón Suscal.

Tabla 1. Principales componentes identificados

Componente	Nombre del componente
A	Zona de recarga hídrica (Páramos)
B	Fuentes de abastecimiento de agua
C	Toma de agua y obra de captación
D	Línea de conducción
E	Tanque de almacenamiento
F	Red de distribución
G	Tratamiento del agua
H	Uso y manejo del agua a nivel del hogar
I	Manejo de agua post-uso
J	Gestión administrativa

Fuente: Mendoza 2008

Tanto para los componentes como para los indicadores se estableció escalas de categorías, para ellos se propuso el siguiente supuesto: mayor valor asignado es igual mayor vulnerabilidad. Los indicadores son parámetros que dan información que puede ser medible por ejemplo cantidad de lluvia como indicador de precipitación, nos da información cuantitativa GIZ (2017). Mientras tanto en la priorización de componentes se usó componentes de 1 a 10. Dando mayor importancia al mayor valor y menor importancia al número 1. En base de la matriz realizamos la evaluación de los componentes con el apoyo de 14 expertos en el tema de gestión del agua y gestión ambiental de diferentes instituciones tanto públicas como privadas.

Para la caracterización general de la vulnerabilidad se tomó de Mendoza se utilizó los parámetros para determinar los diferentes niveles de importancia de cada componente evaluado: muy alta, alta, media, baja, muy bajo o nula. En función de la tabla No 2 podemos ubicar el nivel de componentes.

Tabla 2. Caracterización general de la vulnerabilidad

Niveles	Índice en %
Muy alta	80,1-100
Alta	60,1-80,0
Media	40,1-60,0
Baja	20,1-40,0
Muy baja o nula	0,0-20,0

Fuente: Mendoza 2008

Mientras tanto, para definir el valor de importancia relativa de los indicadores de cada componente, se utilizó escala de 1 a 5, en donde muy poca importancia es 1 y extrema importancia es 5, tabla No 3.

Tabla 3. Escala para evaluar el nivel de aceptación de los indicadores

Descripción	Puntaje
Muy poca importancia	1
Poca importancia	2
Moderada importancia	3
Alta importancia	4
Extrema importancia	5

Fuente: Mendoza 2008

Esta metodología desarrollada y validada por Mendoza (2008), quien para construir la metodología recorrió a los pasos empleados por Musálem (2005) que son los siguientes: a. nivel de importancia de los componentes e indicadores, b. aplicación de la metodología a los sistemas de recursos hídricos para consumo humano, c. cálculo de la vulnerabilidad de los componentes y el sistema, d. medidas de adaptación, que se desarrollaron de la siguiente manera:

a. Nivel de importancia de los componentes e indicadores

Una vez elaborada la matriz de componente e indicadores para analizar el caso del cantón Suscal, se ubicó a los expertos en el tema para que realicen la evaluación de los componentes e indicadores. A cada componente se asignó un valor de 1 a 10 en orden de importancia, 1 menos importante y 10 más importante. Los indicadores se evaluaron en una escala de 1 a 5, donde 1 menos importante y 5 más importante. El valor de importancia se registró en base de datos para promediar las opiniones de los expertos.

b. Aplicación de la metodología a los sistemas de los recursos hídricos para consumo humano

La metodología de análisis de vulnerabilidad hídrica se aplicó en la microcuenca del Río Capulí del cantón Suscal por cuanto este territorio es de interés por el abastecimiento de agua de consumo humano y agua de riego para los habitantes tanto de la zona urbana como rural del cantón. Los resultados del análisis de la vulnerabilidad de los recursos hídricos de consumo humano en Suscal permitirán a partir de ello tomar decisiones para implementar medidas de adaptación. El cantón dispone una única microcuenca de ahí se priorizo la evaluación de la vulnerabilidad en el casco urbano del Municipio.

c. Cálculo de la vulnerabilidad de los componentes y del sistema

El cálculo de vulnerabilidad se realizó basando en la evaluación de la vulnerabilidad por componente y la vulnerabilidad del sistema en su conjunto. Según la metodología desarrollada y validada por Mendoza (2008), sostiene que la vulnerabilidad del sistema se calcula bajo dos escenarios. Primero con ponderación y segundo sin ponderación, es decir asignando un peso relativo a los indicadores de cada componente, luego la sumatoria de todos los componentes y dividimos para diez para obtener una media. La segunda opción consiste en hacer un cálculo más concertado de la vulnerabilidad, multiplicando la sumatoria promedio de todos los componentes más la sumatoria de cada indicador y dividido para la sumatoria de todos los indicadores. Indudablemente, la tabulación de la información se realizó en una hoja de Excel y mediante esta herramienta todo el proceso de cálculos indicados.

d. Medidas de adaptación

Finalmente se determinó las medidas de adaptación y de mitigación para los componentes que presentaron mayor vulnerabilidad de los recursos hídricos para consumo humano en el cantón

Suscal. Un componente con mayor vulnerabilidad conduce implementar algunas medidas para evitar los riesgos.

Por tanto, la metodología propone realizar la evaluación de la vulnerabilidad del sistema en forma integral, de ahí la importancia de esta metodología que implica abordar el tema con un enfoque integral, donde aborda la combinación entre la infraestructura del agua de consumo y el ecosistema de la microcuenca que provee el agua de consumo humano.

Capítulo 2

Evaluación de la vulnerabilidad del recurso hídrico en cantón Suscal

Como señalamos en el marco metodológico esta investigación no se trata de construir componentes ni indicadores, sino aplicar la metodología de “para el análisis de la vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano” desarrollado por Mendoza (2008). A partir de la identificación de un conjunto componentes e indicadores que integra el sistema de agua de consumo humano, que permite obtener datos para realizar la evaluación y análisis de cada componente e indicadores. Según la metodología propuesta primero sugiere analizar los componentes y a su vez los indicadores definidos para componente del sistema en forma integral en el caso del cantón Suscal.

2.1 Componentes del sistema

La evaluación de vulnerabilidad del sistema de agua potable para consumo humano en el cantón Suscal, consideró 10 componentes (Tabla N° 4).

Tabla 4. Peso relativo de cada componente

Componente	Nombre del componente	Peso relativo
A	Zona de recarga hídrica	11%
B	Fuentes de abastecimiento de agua	11%
C	Toma de agua y obra de captación	10%
D	Línea de conducción	9%
E	Tanque de almacenamiento	9%
F	Red de distribución	9%
G	Tratamiento de agua	11%
H	Uso y manejo del agua a nivel del hogar	10%
I	Manejo de agua post-uso	10%
J	Gestión administrativa	9%

Fuente: Mendoza 2008, 59

Nota: Los datos numéricos provienen del aporte de 14 expertos.

El matriz de componente, así como los indicadores fueron evaluados por 14 expertos que trabajan en la gestión de los recursos naturales, particularmente vinculados con la gestión del agua y gestión ambiental, son de entidades públicas, empresas privadas y públicas y organización campesina y representantes de academia, casi todas de nacionalidad ecuatoriana y uno de República de Colombia (Tabla N° 5).

Tabla 5. Expertos que participaron en la evaluación de componentes

No	Sector/Cargo	Institución/Organización
1	Academia	Universidad de Cuenca
1	Academia	Universidad Técnica del Norte
2	Técnicos	Empresa Elecaustro
1	Asesor	GAD Biblián
1	Promotor	Organización de segundo grado OSG-TUCAYTA
1	Técnico	Gobierno provincial de Ibarra – GPI
2	Técnicos	SENAGUA
1	Técnico	MAG
1	Consultor	Hábitat Consultor
1	Consultor	PDyOT del Cañar
1	Técnico	Mancomunidad del Pueblo Cañari

Una vez realizada la valoración de la matriz por diferentes expertos se tabulo los datos para determinar la importancia que le asignaron a cada uno de los 10 componentes, se procedió a transformar los datos en porcentajes y se calculó de peso relativo del componente en porcentaje (ver Tabla N° 6).

De acuerdo con la valoración realizada por los expertos podemos ver, que un 85,71% coincidieron que el componente A (zona de recarga hídrica) tiene mayor importancia, mientras que el 7,14% dan menor importancia. El 78,58% de evaluadores coincidieron que el componente B (fuentes de abastecimiento de agua) tiene mayor importancia. Asimismo, el 64,29% coincidió que el componente G (tratamiento de agua) y 50% que el componente I (manejo de agua post -uso) tiene también mayor importancia. En cambio, el 14,14% de expertos coincidieron que los componentes E (tanque de almacenamiento) y F (red de distribución) tienen menor importancia en relación con otros componentes.

Tabla 6. Valores de importancia relativa de los componentes del agua de consumo humano

Componentes	Valor de importancia en porcentaje (%)										Peso relativo en %
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
A	85,71	0,00	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,14	11%
B	78,57	7,14	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	11%
C	21,43	7,14	35,71	21,43	7,14	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	10%
D	14,29	7,14	35,71	7,14	14,29	7,14	7,14	0,00	7,14	0,00	9%
E	7,14	7,14	35,71	14,29	7,14	28,57	0,00	0,00	0,00	0,00	9%
F	7,14	14,29	35,71	7,14	7,14	14,29	7,14	0,00	7,14	0,00	9%
G	64,29	7,14	7,14	7,14	0,00	14,29	0,00	0,00	0,00	0,00	11%
H	35,71	28,57	14,29	7,14	0,00	7,14	0,00	7,14	0,00	0,00	10%
I	50,00	7,14	14,29	14,29	7,14	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	10%
J	35,71	0,00	28,57	7,14	0,00	14,29	0,00	7,14	7,14	0,00	9%

Fuente: Datos tomados del trabajo de investigación

Nota: Los datos numéricos provienen del aporte de 14 expertos.

Como señalan los datos uno de los componentes del sistema de mayor importancia son las zonas de recarga hídrica que proveen agua a poblaciones que habitan en la parte baja de la subcuenca, microcuenca y cuenca del cantón Suscal, pues éstas usan el agua en diferentes actividades socioeconómicas y en desarrollo productivas como: riego, consumo humano, generación hidroeléctrica y en las actividades recreativas. Sin embargo, debido a las actividades antrópicas que practican los habitantes asentados en la cuenca alta, continúan degradando la zona, evidenciándose la pérdida de extensas áreas de bosques, áreas de páramos, bosquetes y matorrales. Esta problemática es visible en el cantón Suscal, causando impacto negativo en las fuentes de agua y amenazando a los habitantes que ya están experimentando los riesgos de escasez de agua, de ahí que los expertos coincidieron en dar mayor importancia al componente A (zona de recarga hídrica), sino no se atiende a este componente existe una alta vulnerabilidad del sistema de agua.

Además, en el cantón Suscal las fuentes hídricas existentes en zonas de recarga hídrica (Componente B) también están agotándose años tras años, llegando la escasez absoluta en algunas zonas debido a la acelerada degradación de ecosistemas naturales, según las conversaciones mantenida con el ex – alcalde del cantón Suscal, sostiene que algunas fuentes se habrían agotado en el territorio del cantón Suscal con consecuencias la merma del caudal de agua de consumo y este problema a largo plazo puede empeorar con el impacto del cambio climático, haciendo que los habitantes tanto de la zona rural como de la zona urbana del cantón sufran el estrés hídrico y escasas hídrica.

2.2. Vulnerabilidad del sistema de agua de consumo humano del Cantón Suscal

En el sector urbano del cantón Suscal existen un total de 650 familias y 2600 habitantes que reciben servicios de agua potable de la red pública que en la actualidad es un sistema nuevo puesto que a inicios del año 2019 fue inaugurada en el marco del plan maestro del agua potable fase I, exclusivamente para el área urbana con un caudal, según las estimaciones que abastecería por un lapso de tres años dando servicio las 24 hora. Por esta razón existe un nuevo plan maestro de agua potable fase II, que consiste en trasladar de la subcuenca del Río Angas que desemboca en la cuenca del Río Bulu Bulu a la subcuenca del Río Capulí que converge en la cuenca del Río Cañar, exclusivamente de los páramos de Cerro Carzhao de la parroquia Zhud del Cantón Cañar, de puntos llamados Estero Pampa y Amsa Wayku, estas fuentes de agua están ubicado a una distancia aproximado de 7 kilómetros del centro urbano del cantón Suscal. Con estas dos nuevas fuentes, los estudios realizados estiman garantizar la

dotación del agua para los próximos 50 años y durante 24 horas. Este estudio ya cuenta con la aprobación y viabilidad del SENAGUA, los estudios técnicos, sociales y económica y con ello se pretende dar la sostenibilidad del servicio de agua a los habitantes del centro urbana, dotando 100% de cobertura, mientras tanto en zonas rurales según sistematización realizada en el año 2016, cifra que se supone que no habría variado hasta la fecha, afirman una cobertura 57,50%. (Acosta et al 2019, 19). Por lo tanto, desde el gobierno local en coordinación con otras instancias públicas deben generar políticas públicas de protección de fuentes hídricas con algunas medidas sostenibles y evitar el avance de la frontera agrícola. Similar proceso debe implementar en zonas rurales para garantizar la prestación de servicios comunitarios de agua potable. Al establecer medidas de adaptación y mitigación se garantizaría la prestación de servicio agua potable, no solo en el área urbana sino también a los habitantes de la zona rural. Caso contrario estos problemas van a ir agravando más con los impactos del cambio climático que hoy ya viven las poblaciones del mundo.

Análisis de los componentes

Al analizar la carga hídrica de la subcuenca del Río Capulí, zona que provee servicios ecosistémicos tanto a los habitantes del área urbana como a área rural del cantón Suscal, particularmente servicios de agua potable en el área urbana desde un enfoque integral, en base a los resultados bajo dos metodologías (sin ponderación y con ponderación), presentaron vulnerabilidad media, 48,13 sin ponderación y 47,83 con ponderación.

Como podemos ver en la tabla 8 y en el gráfico 2, los componentes analizados tienen una vulnerabilidad de nivel media porque se encuentra dentro del índice entre 40,1 y 60%, aunque dentro de ese nivel podemos visualizar que el componente G presenta más alto nivel vulnerabilidad en relación a otros, este componente que tiene que ver con el tratamiento de agua potable, frecuencia de tratamiento y porcentaje de población que consume agua tratada, no obstante, el componente I relacionado al manejo de agua post-uso y componente A (zona de recarga hídrica), presentan muy poca diferencia en sus niveles, similarmente el componente H (uso y manejo de agua a nivel de hogares) y B (fuentes de abastecimiento de agua) casi tienen el mismo nivel de vulnerabilidad. Apenas el componente C (toma de agua y obra de captación) presenta dentro del grupo el nivel más bajo. Como mencionamos no existe alguna vulnerabilidad alta dentro de los componentes analizado en su conjunto.

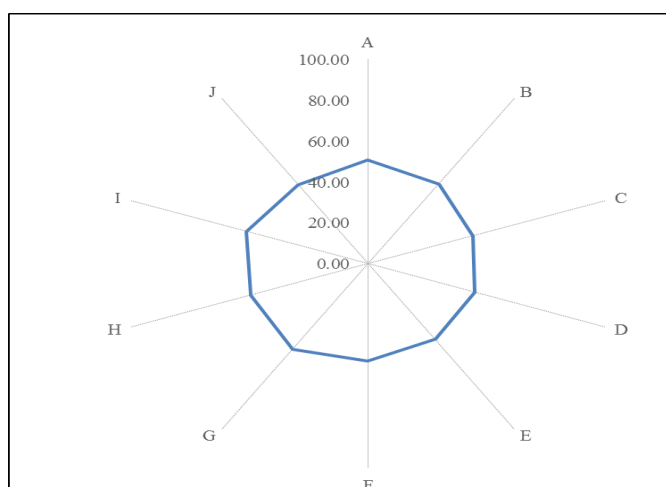
Tabla 7. Vulnerabilidad del sistema sin ponderación

Componente	Vulnerabilidad del componente en (%)	Caracterización de la vulnerabilidad
A	50,60	Media
B	48,17	Media
C	44,17	Media
D	45,00	Media
E	45,71	Media
F	47,57	Alta
G	51,67	Baja
H	49,50	Media
I	51,20	Media
J	47,71	Alta
Sistema	48,13	Media

Tabla 8. Vulnerabilidad del sistema con ponderación

Componente	Vulnerabilidad promedio (a)	Peso relativo (b)	axb
A	2.33	0.11	0.27
B	2.17	0.11	0.25
C	2.00	0.10	0.20
D	1.67	0.09	0.15
E	2.25	0.09	0.20
F	2.83	0.09	0.24
G	1.33	0.11	0.15
H	2.67	0.10	0.28
I	2.00	0.10	0.21
J	4.58	0.09	0.42
Sumatoria axb			2.36
Vulnerabilidad global ponderada			47.83
Caracterización de la vulnerabilidad			Media

Gráfico N° 3. Vulnerabilidad de los componentes del sistema de agua potable del Cantón Suscal



Fuente: Datos tomados del trabajo de campo

En ítems anteriores mencionamos que el sistema de agua potable dentro del cantón Suscal, particularmente en la área urbana, es nuevo porque con la implementación de la primera fase del plan maestro de agua potable, habilitaron desde la captación hasta las domiciliarias con nueva construcción, sin embargo, el componente G (Tratamiento de agua) e I (Manejo de agua post-uso) que están relacionados al tratamiento de aguas servidas presentan problemas de tratamiento, pues la planta de tratamiento de agua residuales en el cantón, carece de un buen funcionamiento porque está evacuando agua contaminada hacia la microcuenca baja, por esta razón se supone que estos dos componentes presentan niveles de vulnerabilidad más alta en relación a otros componentes. También el componente A y B, presentan niveles altos dentro del grupo de componentes analizados en forma integral, pues estos dos tienen relación con zona de recarga hídrica (páramos) y con fuentes de abastecimiento de agua, respectivamente. Estos dos componentes están sufriendo los golpes fuertes a causa de actividades antrópicas que ha venido ocurriendo desde el antaño y persiste actualmente. Las actividades agropecuarias están avanzando con la frontera agrícola causando la degradación del ecosistema páramos y remanentes de bosquetes nativos, por esta razón bastos áreas son transformadas en campos de cultivos y pastos.

Un elemento que no está analizado a profundidad es la disponibilidad del agua dentro del casco urbano y por esta razón amerita interrogar ¿el caudal existente cubre de demanda de todos los habitantes de la zona urbana? ¿Qué meses del año padecen el estrés hídrico? ¿Hay estrés y escases hídrica dentro del cantón?, son preguntas que amerita estudiar a profundidad y correlacionar con las implicaciones que puede traer el impacto del cambio climático.

Análisis de indicadores

El análisis de la vulnerabilidad se realizó desde una visión específica a fin de determinar actividades que de una u otra manera influyen en la disminución de la vulnerabilidad de los componentes del sistema integral en su conjunto. Es así como para el sistema de agua potable particularmente del área urbana del cantón Suscal, se observa indicadores con valoración alta e indicadores con valoración cero. Los indicadores se evaluaron en una escala de 1 a 5, donde 1 menos importante y 5 más importante.

Tabla 9. Número de personas que valoraron cero a indicadores por componente y número de personas que valoraron cinco a indicadores en el sistema de agua potable del Cantón Suscal

Componente	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
N° de indicadores con valor de 5	5	6	5	6	7	7	3	6	5	14
N° de indicadores con valor de 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

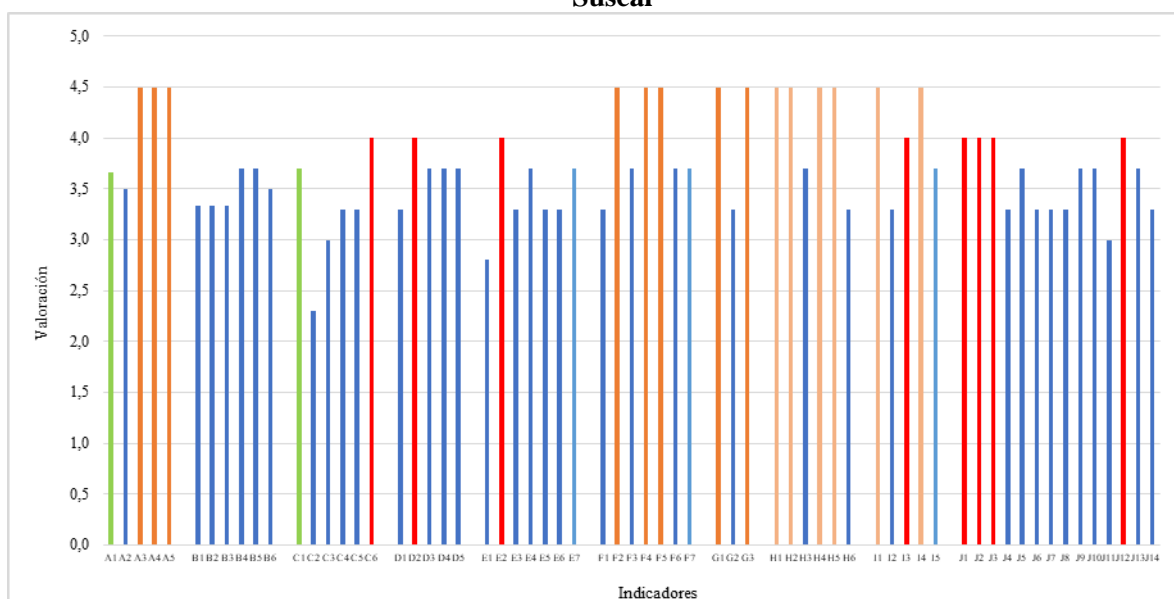
Fuente: Datos tomados del trabajo de campo

En la tabla número 9 podemos visualizar la cantidad de personas que dieron distintos valores a indicadores de cada componente, pues en el componente A cinco personas asignaron valor de cinco, mientras tanto en el componente J las catorce personas dieron valor de cinco, mientras tanto ningún evaluador asignó valores cero a indicadores de los componentes. Estos análisis reflejan el nivel de importancia que tienen cada indicador de los componentes.

En el gráfico 4 podemos ver en el componente A (zona de recarga hídrica), particularmente los indicadores relacionados al uso del suelo y su tendencia y, plan de manejo y acción, son considerados prioritarios, están en el segundo lugar en relación con otros indicadores, mientras tanto, los indicadores del componente G (tratamiento de agua) e I (manejo de agua post-uso) están en el segundo lugar y son considerados por los expertos como prioritarios para implementar acciones de adaptación. Los indicadores de los demás componentes presentan valores porcentuales similares, como habíamos mencionado la evaluación de los demás indicadores de cada componente, presentan vulnerabilidad media. Es decir, el sistema analizado en forma integral, no constituyen de una prioridad muy alta.

Sin embargo, al darse una evaluación y obtener resultados de vulnerabilidad media, no quiere decir que está exento de las amenazas del cambio climático, sino es importante ir priorizando, dando importancia a cada uno de los componentes e indicadores porque están muy articulados entre ellas. Las estrategias de adaptación pueden mitigar evitando que aumente la vulnerabilidad del sistema analizado en el presente trabajo de investigación.

Gráfico N° 4. Valoración de los indicadores promedios del sistema de agua potable del cantón Suscal

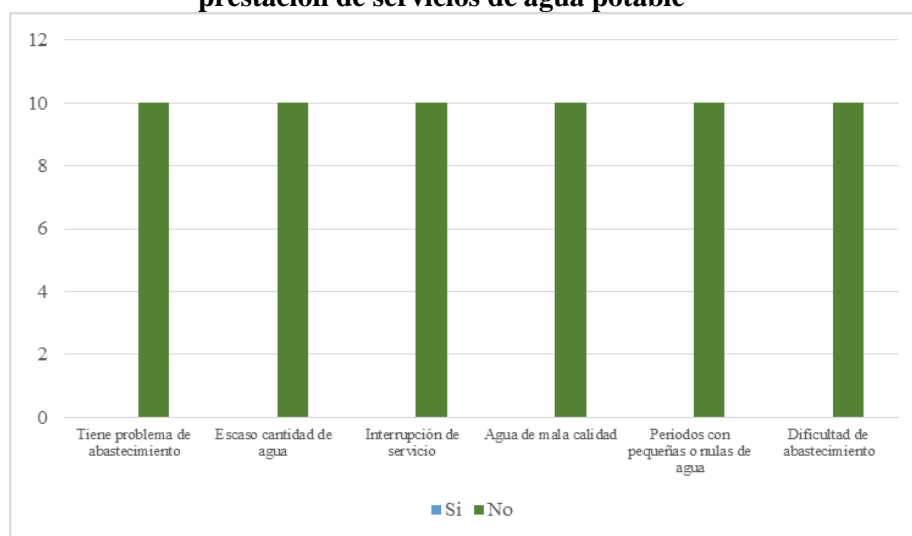


Fuente: Datos tomados del trabajo de campo

Es importante señalar que la percepción de las y los habitantes sobre los componentes A (Zona de recarga hídrica), B (Fuentes de abastecimiento), G (Tratamiento de agua) y I (Manejo de agua post-uso), en base al formulario aplicado, esta varía de acuerdo a tres aspectos: a. residencia, según el lugar donde vive, sea este zona urbana o rural, b. abastecimiento de agua, en relación a la frecuencia y caudal de agua que llega a sus viviendas, y c. estación, depende si es invierno o verano.

Las y los habitantes de las zonas urbanas expresan no tener ningún inconveniente con el servicio de agua para consumo humano (ver gráfico 5), menos cuando es invierno donde el caudal de agua aumenta por la precipitación, esto resalta a partir de la construcción del sistema etapa uno. Indican que cuando la cantidad de agua no es suficiente para consumo humano, simplemente acuden al departamento del agua potable del Municipio del cantón Suscal para realizar los respectivos reclamos. En el área urbana todos los problemas que tiene que ver con la prestación de servicio de agua potable, son remediados por los trabajadores del Municipio.

Gráfico N° 5. Percepciones de los habitantes urbanos del cantón Suscal en torno al problema de prestación de servicios de agua potable



Fuente: Datos tomados del trabajo de campo

En algunos lugares de la zona urbana del cantón cuando hay escases en verano realizan el abastecimiento tomando agua de sus propios tanques de almacenamiento que tienen construido en sus casas o tanques azules que disponen instalado en la parte más alta del techo de las viviendas. De estos dos mecanismos son los que disponen las y los habitantes, práctica que se suele encontrar en las zonas rurales del cantón, que combinan en las comunidades con los sistemas de agua de riego de donde cuando es necesario se abastecen de agua para consumo humano.

Si bien las y los usuarios del sistema de agua no tienen ningún tipo de problema relacionado con el servicio, el problema que afronta el Municipio está relacionado con la infraestructura de tratamiento de aguas residuales. Por la carencia de esta infraestructura existe la contaminación de Río e incluso son contaminada en la subcuenca del Río Capulí.

Capítulo 3

Acciones de mitigación frente a las amenazas del cambio climático para la dotación de agua de consumo humano en el cantón Suscal

Una vez realizada la evaluación de la vulnerabilidad del recurso hídrico a partir de la metodología de Mendoza (2008), se estableció cuatro componentes de vulnerabilidad media, dos que tienen que ver con el abastecimiento (A y B) y dos que tienen que ver con el consumo de agua (G e I), como son la afectación de las fuentes de agua por contaminación y escases hídrica, el deterioro de las zonas de recarga hídrica por deforestación y ampliación de la frontera agrícola, así como por falta de tratamiento de agua de consumo y el manejo de agua post – uso, produciendo una huella hídrica importante que debe ser tratada desde el enfoque integral y de sostenibilidad, que si bien la vulnerabilidad no es alta, significa que están a tiempo de tomar medidas de adaptación para mitigar los efectos del cambio climático.

Las preguntas realizadas a los habitantes estuvieron relacionadas al abastecimiento del agua, a la escasez, la continuidad de servicios, en torno a la cantidad y calidad del agua. En función a estas variables se logró determinar que el sistema no presenta algún tipo de problema porque la infraestructura de captación, conducción, almacenamiento, distribución e instalaciones domiciliarias son nuevas y permite una dotación eficiente del agua a los habitantes urbanos del cantón Suscal, también no existe desperdicio del agua tanto en la infraestructura de conducción como en las domiciliarias.

El abastecimiento, la cantidad y la calidad del agua de consumo humano, no constituyen problemas para los usuarios, sino es solucionado con facilidad acudiendo al Municipio. Este particular responde porque desde hace dos años atrás con el proyecto del plan maestro de agua potable, implementaron infraestructura nueva para abastecer agua de calidad y cantidad durante las 24 horas del día. Por esta razón actualmente los usuarios del sistema no tienen ningún tipo de problema relacionado con el servicio del agua, sino, uno de los problemas que afronta el Municipio está relacionado con el mantenimiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales. Pues por esta situación existe contaminación del Río e incluso las actividades agro-productivas son contaminadas en la subcuenca del Río Capulí. Asimismo, la zona de recarga hídrica y fuentes de abastecimiento presentan problema severos a causa del avance de la frontera agrícola que en el mediano o en largo plazo puede traer problemas en la prestación de servicios de agua potable en el casco urbano del cantón, por lo

tanto estos problemas constituyen desafíos para las autoridades del territorio, pues actualmente existe un estudio del plan maestro de agua potable II fase, sin embargo, no garantiza la sostenibilidad de dotación de agua potable porque el estudio basa exclusivamente en la construcción de infraestructura para trasladar el agua de otra subcuenca, no obstante, la zona de donde proponen captar presenta problemas de avance de frontera agrícola. Por esta razón es indispensable que las autoridades municipales implementen medidas de adaptación a fin de garantizar la sostenibilidad de dotación de agua potable tanto en área urbana como en rural.

El gobierno local debe implementar medidas para mejorar el tratamiento de aguas residuales, a pesar de que el cantón dispone una planta de tratamiento, pero carece del mantenimiento de la infraestructura para realizar el tratamiento de aguas servidas. Por lo que es prioritaria la intervención en este componente porque al contrario los habitantes de la subcuenca baja van a utilizar en las actividades agropecuarias agua contaminada para regar los cultivos, es decir, puede acarrear la contaminación tanto del Río como aspecto social y productivo.

Por tanto, las autoridades locales deben dar prioridad la protección de zonas de recarga hídrica (Componente A) y en fuentes de abastecimiento de agua (Componente B) porque estos componentes constituyen amenazas potentes para las futuras generaciones ya que la degradación de ecosistemas merma los caudales de agua y esta situación empeorará con los impactos del cambio climático. Y también debe tomar acciones frente al tratamiento de agua (Componente G) y el manejo de agua post – uso (Componente I). Por esta razón, el gobierno local y en coordinación con autoridades ambientales y con otros niveles de gobiernos con competencias exclusivas, pueden crear e implementar ordenanzas para conservar y proteger los ecosistemas de páramos.

Una de las medidas que estaría bien vistas es la elaboración e implementación de ordenanzas para evitar la degradación de pequeños bosquetes que aún quedan en la subcuenca alta, pues actualmente, en los recorridos realizados, es notorio la tala y quema de los remanentes de pequeños bosquetes, ya no hay bosque de árboles en zonas donde proviene el agua y se supone que el caudal está cada vez en merma.

Similarmente, en la zona de donde proponen realizar la nueva captación de agua, sufre también la degradación acelerada por el avance de la frontera agrícola, incluso esta zona está

fuera del territorio del cantón Suscal y son propiedades privadas, de ahí una medida para establecer la regeneración natural del ecosistema es las compras de páramos que sería una importante inversión desde el gobierno local a fin de garantizar la dotación sostenible del agua en el territorio del cantón.

Otras medidas interesantes con mayor seguridad son compras de páramos para garantizar la regeneración natural de vegetación existente, pues al contrario los propietarios van a seguir degradando que a la larga va a traer secuelas muy duras en la dotación de servicios del agua potable en todo el territorio cantonal. Al existir el estrés hídrico en meses de verano, es pertinente en invierno realizar la cosecha de agua de lluvia mediante construcción de un embalse en la parte alta de la subcuenca. Hay experiencias en otros territorios que el gobierno local ha recorrido a este sistema de cosecha de agua a fin de garantiza la dotación de los servicios de la calidad, cantidad de agua durante las 24 horas y todos los meses del año. Implementar acciones de tratamiento de agua y manejo de agua post-uso, fortaleciendo las capacidades de los técnicos de Municipio, realizando las campañas de concientización de la población sobre la vulnerabilidad del recurso hídrico del cantón Suscal, la responsabilidad en el no desperdicio del agua, fomentando el reciclaje de agua para diferentes actividades dentro de las viviendas, tanto en las zonas urbanas y rurales. Evidenciar en los mensajes la relación entre las zonas rurales y urbanas, es un sistema ecológico ambiental en el que el cuidado, tratamiento, distribución y consumo de agua es una responsabilidad de todos los habitantes y autoridades.

Los habitantes del cantón pueden sufrir estrés y escases hídricos por la degradación de zonas de recarga hídrica más no por la carencia de infraestructura. La gestión de recurso hídrico no es solo un asunto de infraestructura y económico, tiene que ver con el cuidado de los bienes/recursos naturales desde donde nace el agua, hasta cuando vuelve a la tierra. Por lo tanto, el gobierno local debe dar prioridad en garantizar la dotación de servicios de agua potable implementando medidas biofísicas y abordar la problemática de manera integral entre lazando los temas de infraestructura, ambiental y social.

Por otro lado, al no existir alguna estación meteorológica en la zona para ir monitoreando los parámetros climáticos, es importante aprovechar las bondades de tecnología de información y comunicación (TIC) para monitorear el caudal y calidad del agua, con la instalación de sensores que permiten realizar estos trabajos, que requiere el interés y la sensibilidad de las

autoridades locales para invertir en estos tipos de tecnologías que permite ir monitoreando con precisión el problema relacionado a los componentes de vulnerabilidad media. A lo que se debe sumar invertir en procesos de capacitación para la generación de información, en base a ellos implementar las medidas de adaptación y mitigación de manera efectiva.

En relación con los problemas identificados en el análisis del sistema de agua de cuatro componentes en el cantón Suscal se proponen algunas medidas de mitigación y adaptación para implementar en el corto, mediano y largo plazo (Tabla N. 11). Específicamente, medidas para restaurar la zona de recarga hídrica y para manejo de aguas residuales para evitar la contaminación del Río y trabajar en pro de la sostenibilidad del recurso hídrico.

Tabla 10. Propuesta de medidas de adaptación y mitigación ante las amenazas del cambio climático

Componente A. Zona de recarga hídrica				Período Ejecución		
Medidas de mitigación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
Institucionales	Proyecto de creación de pago por servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo e implementación de la propuesta de ordenanza en donde se establece como política la creación de fondo de agua dirigida a proyectos de conservación de fuentes hídricas. En la actualidad no existe la canalización de recursos económicos derivados de cobros por prestación de servicios de agua potable a proyectos de conservación. Como actividad adicional es la aprobación de la ordenanza por concejales del cantón, incluso en el momento actual hay una buena predisposición de todos los ediles para apoyar a estos proyectos. 	GADIPCS, SENAGUA-MAE		X X X	
	Proyecto de regulación del uso del suelo mediante desarrollo e implementación de normativa.	<ul style="list-style-type: none"> Amparando en la ley de contratación pública, declarar área de utilidad pública a la zona de captación de agua. Esta declaratorio va a impedir el avance de la frontera agrícola y por lo tanto la degradación de fuentes hídricas. En Municipio aledaño han elaborado la ordenanza, pero no han logrado frenar el avance de la frontera agrícola, porque la elaboración del plan carece de una participación activa de los actores involucrados. Por esta razón es importante la participación en la implementación de acuerdos y reglamentación sobre los recursos hídricos 	GADIPCS, SENAGUA-MAE		X X	
Medidas de adaptación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
Estructurales y físicas	Proyecto de diversificación de abastecimiento de fuentes de abastecimiento de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> Actualización del plan maestro de agua potable. Fase II. Actualmente, existe un estudio elaborado por la anterior administración, sin embargo, hay que hacer actualizar porque ya en más de un año los costos varían. Posteriormente hay que realizar la gestión de financiamiento Implementación del plan para la consecución de la obra para un lapso de 30 años. 	GADIPCS, Petroecuador. SENAGUA-MAE	X X X		

Sociales	Proyecto de sensibilización y formación a actores locales	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al COOTAD, el municipio tiene la competencia de prestación de servicios de agua potable, por lo que tiene la facultad de sensibilizar, formar y capacitar a través de planificación e implementación de talleres dirigidos a las autoridades y a los usuarios para que todos los actores estén conscientes del buen uso del agua y su cuidado. 	GADIPCS, SENAGUA-MAE	X X		
Componente B. Fuentes de abastecimiento de agua				Período Ejecución		
Medidas de mitigación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
Estructurales	Cosecha de agua en el invierno	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de reservorio para almacenar agua en el invierno y aprovechar en el verano. Este sistema va a garantizar la disponibilidad del agua de forma sostenible. 	GADIPCS, SENAGUA-MAE, GPC		X	
	Proyecto de eco hidrología	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación en zonas de amortiguamiento con uso de especies nativas. Esta estrategia va a garantizar la recuperación del ecosistema. Pero lo ideal es promover la regeneración natural de fuentes hídricas, tratar de que las especies existentes en la zona se recupere para mantener como reserva de agua. 	GADIPCS, SENAGUA-MAE, GPC, Mancomunidad	X		
Medidas de adaptación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
No estructurales	Proyecto de desarrollo de sistema de alerta temprana	<ul style="list-style-type: none"> Hoy en día en el mercado podemos encontrar tecnologías que permite monitorear el agua, por lo que podemos comprar e implementar sensores para monitorear el caudal y calidad de agua post-uso. Incluso esta herramienta podemos utilizar en fuentes de agua para ir midiendo el caudal. 	GADIPCS, Universidades		X	
	Proyecto de elaboración de mapas de riesgo y vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Existe varias metodologías para elaborar mapas de riesgo y vulnerabilidad, para ello se puede adquirir shieps y a partir de esa información elaborar mapas de diferentes colores y escalas. 	GADIPCS, Universidades		X	
G. Tratamiento de agua				Período Ejecución		
Medidas de mitigación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
Institucionales	Proyecto de monitoreo de agua residuales.	<ul style="list-style-type: none"> Es importante elaborar políticas públicas de gestión de agua residual porque en el municipio hay ausencia del monitoreo de agua para determinar la calidad. Hay desagües que evacuan el agua residual hacia las quebradas, pero este debe ser prohibido mediante algunas regulaciones. 	GADIPCS, Mancomunidad			X
Medidas de adaptación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
	Proyecto de elaboración de planes de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> Desde una visión integral es vital implementar todas las acciones encaminadas a mantener la disponibilidad del agua en forma sostenible, por ejemplo, crear una cultura y respeto al agua mediante sensibilización a los usuarios. Crear normas para del uso eficiente del agua a nivel de residencias. 	GADIPCS, GPC, Mancomunidad		X	
I. Manejo de agua post-uso				Período Ejecución		
Medidas de mitigación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
Infraestructurales	Proyecto de mejoramiento de planta de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> Deben existir normas que permita el mejoramiento de planta de tratamiento, de tal forma canalizar los recursos económicos para mejorar la infraestructura de tratamiento. Por la carencia de alguna norma imposibilita la intervención oportuna y eficiente desde las autoridades locales. 	GADIPCS, Universidad		X	
Medidas de adaptación	Proyecto	Actividades	Involucrados	Corto	Mediano	Largo
No estructurales	Proyecto de adaptación basada en ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza constante de infraestructura de planta de tratamiento, readecuación de materiales y cometidas Regeneración de corredores ecológicos para dar un paisaje 	GADIPCS, Mancomunidad	X		

		escénico a los habitantes de zonas aledañas.				
	Proyecto de implementación de TIC	En el mercado existen tecnologías para monitoreo de calidad de aguas residuales. Sin embargo, no existe una cultura de empoderamiento por esas tecnologías que coadyuve manejo post-uso de agua.	GADIPCS, Universidades	X		

Fuente: Datos del trabajo de campo

Como podemos observar en la tabla anterior, en el territorio se puede implementar un conjunto de medidas para evitar las amenazas del cambio climático, pues en la actualidad la vulnerabilidad es media, sin embargo, existe los riesgos en la dotación de agua potable tanto en calidad como en cantidad. Por esta razón, en otros territorios ya están implementando adaptación basadas en ecosistemas (ABE), pues se trata como el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Las acciones concretas de ABE consisten el uso y manejo sustentable de los recursos naturales, la conservación y restauración de ecosistemas naturales, estas acciones van a garantizar en forma sostenible y sustentable los servicios ecosistémicos y además mantener secuestrado el carbono en el suelo. En esta perspectiva y con el objetivo de aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad se sugiere implementar algunas actividades como compra de páramos y su conservación para lograr la regeneración natural. En áreas de amortiguamiento sugiere implementar la reforestación con el uso de las especies nativas y sensibilizar a los aledaños para evitar los incendios forestales. A nivel de subcuenca también es indispensable la gestión integrada de los recursos hídricos.

La conservación y restauración de ecosistemas naturales no únicamente ayudan la adaptación sino también contribuye a la mitigación de los impactos del cambio climático. La regeneración también coadyuva a reglar el ciclo hidrológico, retiene el agua y regula los niveles de esorrentía (Magrin 2015). También es importante en coordinación con otros niveles de gobierno o con entidades competentes implementar proyecto de compensación ambiental, pues este consiste en establecer acuerdos recíprocos por el agua (ARA) e implementar en mejora de pastos y/o cultivos en propiedades de pequeños productores, este mecanismo logra evitar el avance de la frontera agrícola.

Conclusiones

El sistema analizado de manera integral presenta vulnerabilidad media, lo que plantea una alerta que conmina a las autoridades y habitantes del cantón Suscal a tomar medidas de adaptación y mitigación a nivel de cada componente. No se visualiza aún una vulnerabilidad alta porque como habíamos mencionado la infraestructura es construida por el gobierno local hace dos años atrás, sin embargo, a nivel de tratamiento de agua residual presenta mayor porcentaje de vulnerabilidad en relación a otros componentes porque la infraestructura construida para el tratamiento de aguas servidas carece de mantenimiento por lo que esta evacuando en la subcuenca agua contaminada, dificultando el uso de esta agua en las actividades agropecuarias a los habitantes que están localizado en la parte baja de la subcuenca. Por lo que es prioritario desde el gobierno local intervenir implementando con medidas para realizar tratamiento del agua residual y evitar la contaminación del río ya que a más de afectar a las actividades productivas está vulnerando el micro flora y fauna del Río Capulí.

Dos componentes del sistema analizado presentan mayor vulnerabilidad en relación con otros y son componentes esenciales ya que tiene que ver la provisión del agua, es decir, son ecosistema que están en peligro por las amenazas de las actividades antrópicas y el otro componente está relacionado con la infraestructura del tratamiento del agua residual. Estos dos componentes pueden verse afectado con los impactos del cambio climático porque al parecer en el territorio las precipitaciones y la temperatura son bastante irregular.

El análisis visualiza la vulnerabilidad de la zona de recarga hídrica y fuentes de abastecimiento de agua porque estos dos componentes analizados están en constante peligro ya que, en el largo plazo, el caudal de agua que abastece a la población del cantón Suscal, tanto habitantes de la zona rural como urbana, pueden padecer el estrés y escases del agua. Según los estudios del plan maestro, indica que la actual fuente de donde captan apenas abastecería los 50 años y por lo tanto existe fuerte riesgo de que los habitantes del cantón queden sin el abastecimiento del agua y esta situación puede empeorar con los efectos del cambio climático, por lo que es importante que las autoridades locales implementen medidas de adaptación y mitigación propuesta a fin de garantizar la disponibilidad del agua para presente y futuras generaciones.

El presente estudio permitió analizar la vulnerabilidad del sistema del cantón Suscal en su conjunto porque la metodología utilizada facilitó el abordaje de todos los componentes en forma integral desde la subcuenca de donde proviene el agua hasta el tratamiento de agua residual, considerando la parte de infraestructura, administrativa, manejo uso del agua a nivel de usuarios, por lo tanto, es un enfoque que estudia la prestación de servicios de agua potable en un territorio específico, visualizando la vulnerabilidad de los diferentes componentes en las condiciones actuales.

En base a los resultados obtenidos de la evaluación de la vulnerabilidad del sistema, el gobierno Municipal en coordinación con otros actores institucionales, se pueden priorizar e implementar un conjunto de medidas de mitigación y adaptación en el corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, esas opciones van a depender de la decisión política de autoridades locales, los recursos disponibles y hoy en día es menester fortalecer la alianza interinstitucional entre diversos actores sean estas privados, públicos y comunitarios. La participación de estas últimas es prioritaria porque son actores que habitan en la subcuenca y por lo tanto su economía depende del uso y aprovechamiento de los recursos naturales estratégicos. Al no existir las medidas de compensación ambiental y concientización de las consecuencias van a continuar con la degradación de los recursos naturales y por eso es importante el acuerdo recíproco por el agua, en donde entre todos los actores del territorio se establecen acuerdo para la gestión de los recursos naturales.

Este estudio es bastante complejo que requiere la predisposición y la cooperación de varios actores o de los expertos en el tema, sin embargo, es una experiencia enriquecedora que permitió aplicar la metodología en un contexto específico, el cantón Suscal, y analizar la vulnerabilidad desde la multicausalidad, un enfoque integral.

Anexos

Anexo 1. Instrumento de investigación

Formato para la ponderación de componente e indicadores

Análisis del índice de la vulnerabilidad de la amenaza del cambio climático en cuanto a la disponibilidad del agua de consumo humano en el Cantón Suscal de la provincia del Cañar. (Trabajo de investigación de especialización)

Segundo Miguel Caguana Pinguil
Estudiante de la Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –Sede Ecuador

PRESENTACIÓN

Antecedentes

Dentro de la especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades que promueve Flacso, ha surgido el interés en analizar el índice de la vulnerabilidad de la amenaza del cambio climático en cuanto a la disponibilidad del agua de consumo humano en el cantón Suscal de la provincia de Cañar Ecuador, pues el tema constituye alto interés y preocupación porque los habitantes del cantón en épocas de verano eventualmente sufren la escases del agua y esta situación puede empeorar con los impactos del cambio climático.

Para investigar este tema hay varias metodologías desarrolladas y en este trabajo se propone utilizar la propuesta metodológica desarrollada en la tesis de maestría de Magdalena Mendoza de CATIE en el año 2008. Es una metodología que fue validada en tres subcuencas de Costa Rica y por esta razón se supone que coadyuvará a generar el conocimiento de la vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano y a su vez ayudará a tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo, implementar acciones necesarias para su reducción, como la asignación y uso de recursos humanos y económicos, finalmente reducir y evitar conflictos socioambientales.

Esta investigación va a permitir tomar decisiones relacionado con manejo y gestión para reducir los impactos negativos que puede traer la disminución de la oferta de agua en los habitantes del área urbana objeto del presente estudio.

Objetivo

El objetivo general es “analizar la vulnerabilidad de sistema de agua para consumo humano de los habitantes del cantón Suscal en el contexto del cambio climático”.

La metodología propuesta ya tiene identificado los componentes e indicadores, sin embargo, para cumplir con las expectativas en el ámbito local, se ha considerado someter a la evaluación de cada uno de los componentes e indicadores de esta propuesta a través de los expertos del país y otros externos. Por lo tanto,

Quisiera solicitar su apoyo y colaboración, completando los formularios que se presentan a continuación. Muchas gracias de antemano por su tiempo y fina atención a esta solicitud.

Cualquier duda, comentario u observación puede dirigirse a las siguientes direcciones de correo electrónico: sairiinti@gmail.com

Evaluación de componentes e indicadores de acuerdo con su importancia

Propuesta metodológica para evaluar la vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano

Nombre del evaluador:.....Especialidad:
.....

Institución:.....Cargo:.....
.....

Instrucciones:

1. Para cada uno de los componentes, asignar un valor (1 al 10) en orden de importancia para evaluar la vulnerabilidad de recurso hídrico para consumo humano a través de todo el sistema de gestión (ver notas al pie de página del cuadro).

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD DEL RECURSOS HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO	
COMPONENTES DEL SISTEMA	PRIORIZACIÓN DEL COMPONENTE (1 AL 10)
Zona de recarga hídrica (Páramos)	
Fuentes de abastecimiento de agua	
Toma de agua y obra de captación	
Línea de conducción	
Tanque de almacenamiento	
Red de distribución	
Tratamiento del agua	
Uso y manejo del agua a nivel del hogar	
Manejo de agua post-uso	
Gestión administrativa	

Fuente: Mendoza 2008, 96.

- * Zona de recarga hídrica: Es la zona aparente donde se da el proceso de recarga de los acuíferos y manantiales mediante la infiltración del agua de lluvias; zona aparente donde se da el proceso de infiltración y alimentación de las fuentes superficiales y subsuperficiales que abastecen a las poblaciones.
- * Fuente de abastecimiento de agua. Son los cuerpos de agua que abastecen a las poblaciones (ríos, embalses, lagos, manantiales, acuíferos, nevados, mar)
- * Toma de agua y obras de captación. Son las obras necesarias para captar el agua de la fuente a utilizar y poder aprovechar durante todo el año.
- * Línea de conducción. Es el conjunto de estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la obra toma o sistema de captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.
- * Tanque de almacenamiento. Es un elemento cuya función principal es la de suministrar reservas de agua, que cubran las variaciones horarias del consumo de la comunidad y las necesidades de esta, cuando requiera efectuar reparaciones en la obra de toma o línea de conducción.
- * Red de distribución. Es la tubería que une al tanque de almacenamiento con la red de distribución, tiene la función de entregar el agua a los usuarios en la entrada de sus viviendas.
- * Tratamiento del agua. Es el método o procedimiento que se sigue para que se logre la calidad del agua necesaria para que sea potable o lo más potable posible.
- * Uso y manejo del agua en el hogar. Es la forma en que se utiliza el agua dentro de la vivienda, se refiere a la distribución de la cantidad para cada una de las actividades, los elementos que se toman en cuenta para conservar la calidad y las medidas para el ahorro de la misma.
- * Manejo de agua post-uso. Es el tratamiento que se da a las aguas residuales después de su utilización en el hogar o el sitio de habitaciones.
- * Gestión administrativa. Es el proceso que consiste en las actividades de planeación, organización, ejecución y control desempeñados para el manejo del recurso hídrico para consumo humano.

2. Leer detenidamente la lista de indicadores que conforman cada uno de los componentes del sistema y posteriormente, para cada indicador, seleccionar el valor de importancia relativa (1 al 5) para evaluar la vulnerabilidad de recurso hídrico para consumo humano.

Dónde:

1	2	3	4	5
Muy poca importancia	Poca importancia	Moderada importancia	Alta importancia	Extrema importancia

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD DEL RECURSOS HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO		VALOR DE IMPORTANCIA				
COMPONENTES	INDICADORES	1	2	3	4	5
Zona de recarga hídrica (Páramos)	Tenencia de tierra					
	Grado o porcentaje de cobertura vegetal del suelo					
	Uso del suelo					
	Tendencia de uso del suelo					
	Planificación (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro)					
Fuentes de abastecimiento de agua	Tenencia de tierra					
	Obras de protección de la fuente					
	Fuentes de contaminación					
	Vulnerabilidad a amenazas naturales					
	Conflicto por el uso del agua de la fuente de abastecimiento					
Toma de agua y obra de captación	Balance entre oferta y demanda de agua					
	Tipo de obra de captación					
	Vulnerabilidad a amenazas naturales					
	Disponibilidad de accesorios y repuestos					
	Estado de la tubería					
	Mantenimiento					
Línea de conducción	Medidas de mitigación y prevención que se aplica					
	Vulnerabilidad a amenazas naturales					
	Disponibilidad de accesorios y repuestos					
	Estado de la tubería					
	Mantenimiento					
Tanque almacenamiento de	Medidas de mitigación y prevención que se aplican					
	Tenencia de tierra					
	Disponibilidad de accesorios y repuestos					
	Estado del tanque					
	Capacidad de almacenamiento (horas para vaciarse)					
	Mantenimiento					
Red de distribución	Vulnerabilidad a amenazas naturales					
	Medidas de mitigación y prevención que se aplica					
	Cobertura del servicio					
	Continuidad del servicio					
	Estado de la tubería y de la caja de válvula					
	Estado de las conexiones domiciliarias					
Tratamiento del agua	Mantenimiento					
	Vulnerabilidad a amenazas naturales					
	Medidas de mitigación y prevención que se aplica					
Uso y manejo del agua a nivel del hogar	Tratamiento que necesita y se aplica al agua					
	Frecuencia del tratamiento					
	Porcentaje de la población que consume agua tratada					
	Calidad, estado y mantenimiento de red domiciliar de distribución del agua					
	Porcentaje de viviendas en las que se requiere almacenar agua					
	Calidad de las medidas que se practican para el almacenamiento del agua en el hogar					
Manejo de agua post-uso	Personas capacitadas sobre el uso y manejo del agua en el hogar					
	Ahorro del agua					
	% de familia que cuentan con pila u otro dispositivo de almacenamiento (tanque de almacenamiento familiar)					
	Cobertura del servicio de alcantarillado (% de población con el servicio)					
	Tratamiento de aguas negras (% de aguas que son tratadas)					
Manejo de agua post-uso	Nivel de tratamiento de las aguas residuales (avanzado, terciario, secundario, primario, pretratamiento)					
	Sitio de descarga de las aguas negras					
	Capacitación a la población para el manejo de las aguas residuales					

Gestión administrativa	Organización que administra el recurso hídrico para consumo humano						
	Nivel de avance de la organización para su constitución con personería jurídica						
	Reglamento interno de la organización						
	Equidad de género en la integración, participación y toma de decisiones en la organización local gestora del agua						
	Funciones de la organización de agua						
	Capacitación de las organizaciones						
	Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación						
	Cobertura de micromedición (medidores de agua)						
	Tarifas de cobro						
	Porcentaje de morosidad en el pago						
	Porcentaje de conexiones ilegales						
	Fontanero capacitado y a tiempo completo						
	Disponibilidad de herramientas, equipo y materiales						
Manejo y gestión de fondos económicos							

Fuente: Mendoza 2008, 98

Guía de entrevistas semiestructuradas
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA ENFRENTAR LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN Y ESCASEZ DEL RECURSOS HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO
GUIA DE ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADA APLICADA A ACTORES CLAVES

Segundo Miguel Caguana Pinguil
Estudiante de Especialización Liderazgo, Cambio Climático y Ciudad
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Flacso
2019

Fecha: ___ / ___ / 2019

A. Objetivo

Conocer las medidas de adaptación adaptadas por los pobladores del área urbana del Cantón Suscal, para enfrentar los problemas de contaminación y escasez del recurso hídrico para consumo humano.

B. Datos Generales

Nombre:

Área urbana: _____ Ocupación: _____

C. Preguntas

1. ¿Usted ha tenido o tiene problemas con el abastecimiento de agua para consumo humano?
Si ___ No ___

2. ¿Qué hace (haría) cuando la cantidad de agua para consumo humano no es suficiente?

3. ¿Qué hace (haría) cuando la continuidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano es interrumpido de forma inesperada?

4. Si el agua que recibe (recibiera) para consumo humano no es de buena calidad ¿qué es lo que hace o haría?

5. ¿Qué medidas preventivas toma para disminuir los efectos de los períodos en que se le suministra cantidades pequeñas o nulas de agua?

6. ¿Considera que es fácil o difícil enfrentar los problemas relacionados con el abastecimiento, cantidad y calidad del agua para consumo humano? ¿por qué? _____

Glosario

Adaptación. - es un conjunto de medidas a implementar después de realizar la evaluación de la vulnerabilidad y esas medidas involucran tres grandes categorías: i) Opciones estructurales/físicas, ii) opciones sociales y, iii) opciones institucionales.

Cambio climático. - aumento de las variabilidades de temperaturas, precipitaciones y demás fenómenos meteorológicos.

Componentes. - Forma parte de la composición de un todo, son elementos que a través de algún tipo de asocio, dan lugar a un conjunto.

Estrés hídrico. - Está relacionado con el déficit hídrico y crisis hídrico y en términos cuantitativos es cuando la oferta de agua cae por debajo de los 1.700 m³ de agua por persona y año.

Escasez del agua. - Es cuando la oferta de agua dulce disminuye por debajo de 1.000 m³ por persona y año.

Indicadores. - son parámetros que dan información que puede ser medible por ejemplo cantidad de lluvia como indicador de precipitación, nos da información cuantitativa.

Mitigación. - “Son medida dirigidas a reducir en los sectores de uso final en empleo de la energía y la intensidad de gases de efecto invernadero, descarbonizar el suministro de energía reducir las emisiones netas e impulsar los sumideros de carbono en sectores basados en tierras” GIZ (2014).

Vulnerabilidad. - es el grado en que un sistema es susceptible a, e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos.

Lista de siglas y acrónimos

AP.- Acuerdo París.

ABE.- Adaptación Basada en Ecosistemas

AME.- Asociación de Municipalidades del Ecuador

ARA.- Acuerdo Recíproco por el Agua.

BDE.- Banco de Desarrollo del Ecuador

CAF.- Banco de Desarrollo de América Latina.

CC.- Cambio climático

CEPAL.- Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CONAGUA.- Consejo Nacional del Agua

EMAPAL EP.- Empresa Municipal del Agua Potable.

FAO.- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GADIPCS.- Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural Participativo del Cantón Suscal.

GEI. Gases de Efecto Invernadero.

GPI.- Gobierno Provincial de Imbabura.

GIZ.- Corporación Alemana para la Cooperación Internacional.

IPCC.- Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

INEC.- Instituto Nacional de Estadística y Censo.

MAG.- Ministerio de Agricultura y Ganadería

ODS.- Objetivo de Desarrollo Sostenible.

OMM.- Organización Meteorológica Mundial.

ONU.- Organización de Naciones Unidas.

OSG.- Organización de Segundo Grado

PDyOT.- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

PNUMA.- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

SENAGUA.- Secretaría Nacional del Agua.

TIC.- Tecnología de Información y Comunicación.

TUCAYTA.- Corporación de Organizaciones Indígenas y Campesinas Cañaris.

Lista de referencias

- Aguilar, et al. 2015. *Ciudades en América Latina. Retos para el desarrollo sostenible*. Nueva York: Routhledge, 2015.
- Ambiente, Ministerio del. «<https://ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>.» <https://ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>. Lunes de Mayo de 2017. <https://ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf> (último acceso: Sábado de Enero de Revise2020).
- . *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Lunes de Mayo de 2017. <file:///C:/Users/ADMIN/Documents/TERCERA-COMUNICACION-BAJA.pdf> (último acceso: Sábado de Enero de 2020).
- Brand, Peter. 2009. *La Ciudades Latinoamericanas en el siglo XXI: globalización, neoliberalismo, planeación*. Medellín Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2009.
- Brenner, Neil. *Toría urbana crítica y políticas de escala*. Buenos Aires: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2018-2207>, 2017.
- Censos, INEC Instituto Nacional de Estadística y. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>. 10 de Octubre de 2010. Commons atribución 4.0 internacional (último acceso: 07 de Junio de 2019).
- CEPAL, PNUMA. *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2322/2/S2002002_es.pdf., 2002.
- FAO. 2018. *Climate-smart agriculture training manual – A reference manual for agricultural extension*. Rome. : 106 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., 2018.
- Fortuño, Marc. *Wold Economic Forum*. https://es.weforum.org/agenda/2017/03/la-economia-del-agua-cada-vez-sera-mas-importante?utm_content=buffera2d85&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer&fbclid=IwAR0-rhffI6mu6NfOrgRI1WETbeD4k4G3DxTgI7hl_S4hKvAQa3AdsIOMghI, 2017.

- GADIP. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordinamiento Territorial del Cantón Suscal- PDyOT*. Plan de desarrollo, Suscal: Municipio del Suscal, 2015.
- Galindo F, et al. 2015. *Ocho tesis sobre el cambio climático y desarrollo sostenible en América Latina*. Santiago de Chile: Impreso en Naciones Unidas, 2015.
- GIZ. 2016. *El libro de la vulnerabilidad. Conceptos y lineamientos para evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. Alemania: BMZ, 2016.
- . *El libro de la vulnerabilidad. Conceptos y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. Alemania: Additiv. Visuelle Kommunikation, 2016.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural del Cantón Suscal, GADICS. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordinamiento Territorial del Cantón Suscal*. Plan de Desarrollo, Suscal: GAD, 2015.
- IPCC. *Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del grupo del trabajo I al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*. Ginebra: Stockers y otros, 2013.
- Lossourn, et al. *Agua, mega ciudades y cambio climático*. País Francia: Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>, 2016.
- Magrin, Graciela O. 2015. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2015.
- OMM. *El clima y tú*. Ginebra, Suiza: P-CER_11247, 2011.
- Suscal, GAD Intercultural. <https://municipiodesuscal.gob.ec/index.php/13-suscal/10-poblacion>. 10 de Junio de 2014. <https://municipiodesuscal.gob.ec/index.php/13-suscal/10-poblacion> (último acceso: 07 de Junio de 2019).
- Twenergy. <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/estres-hidrico-situacion-mexico/>. 27 de Noviembre de 2019. <http://www.google.com> (último acceso: Sábado de Mayo de 2020).
- WFE. *The Global Risks Report 2016, 11th Edition*. Informe mundial de los principales riesgos, Ginebra: Foro Económico Mundial, 2016.
- WWAP, UNESCO. *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Agua para un mundo sostenible*. Catálogo, París: Vegetable inks on FSC Mixed Sources pape, 2015.