



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



CIENCIAACTIVA
Becas y Co-financiamiento de Concytec

INVESTIGACIÓN

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS Y LA BIODIVERSIDAD, POR EL USO
DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO-
ABANCAY-PERÚ”**

Carlos Moreano Huayhua

Lima, 19 de julio de 2019



CONTENIDO

- 1. Marco conceptual**
- 2. Objetivos**
- 3. Problemas de Investigación**
- 4. Metodología**
- 5. Valoración económica de SEH**
- 7. Resultados**
- 8. Conclusiones**

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Concepto de hidroeconomía
2. Modelos hidroeconómicos y biodiversidad
3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos
4. La regulación hídrica y el pago por servicios ecosistémicos hidrológicos
5. Demanda de agua agrícola y poblacional
6. Costo de oportunidad

Se revisaron 35 documentos entre artículos científicos, libros y reportes científicos, parte de la revisión bibliográfica fue publicado como artículo de revisión en la revista SCIENDO de la Universidad de Trujillo.

SCIENDO	
ISSN: 1681-7230	ISSN L: 2617-0726
REVISTA DE INVESTIGACIONES APLICADAS	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN	
Inicio Acerca de Iniciar Sesión Buscar Actual Archivos Equipo Editorial	
Inicio > Archivos > Vol. 21, Núm. 2 (2018)	
Vol. 21, Núm. 2 (2018)	
Tabla de contenidos	
Artículos Originales	
El servicio forestal de salud en el bienestar de la población de la provincia de Jaén - revisión Calamante	93-103
Ósmaro Méndez, Vladimir Pinedo	93-103
Influencia del abstracción sobre la resistencia a la corrosión, sulfuro, sulfuro, abstracción, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural	107-118
Javier Alvarado-Morales, Vladimir Alvarado-González, Isán Vásquez-Rivero	107-118
Relación entre características socioeconómicas y el rendimiento académico en estudiantes de agronomía de una universidad pública	119-124
Digna Recovica, Cesar Zee, Lilia Nivia	119-124
Sistema TIC electrónico y archivo documentario del ODT del Gobierno Regional La Libertad	125-134
Adriana Torres	125-134
Influencia de la concentración de miel de Eucalyptus andina "saliva" en el comportamiento microbiano y fisiológico de un sustrato orgánico natural	135-144
Walter Saravieso	135-144
Eficiencia de un sistema de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de Amazonas 2008	147-155
Mirtha Santibañán, Nelson Santibañán, Magno A. Arriaga, María Luchina	147-155
Los roles sociales como fundamento del marketing relacional y la fidelización de clientes	157-163
Jose Linares, Sally Pozo	157-163
Governments y actividades de adherencia a la bioseguridad hospitalaria: Hospital I. Hodge - Salud	165-170
Albino Castro, Dolores Castillo	165-170
Tendencias de créditos directos en las micro y pequeñas empresas en Perú	171-180
Sandra Cortez, María Cortez, Milton Cortez	171-180
Modelo de las competencias tecnológicas para incrementar el grado de apropiación de los estudiantes de CIETEC	191-200
Jose Gomez, Elias Guzman	191-200
Modelo de Tesis y actitudes de lectura en la biblioteca de la UPEL	201-204
Segundo E. López, Aldo Pazos, Armando Oj. Jan Crespo, Carla Vargas	201-204
Experiencias docentes para incrementar la capacidad de resolución de problemas en estudiantes de educación secundaria	205-211
Liliana Mendoza	205-211
Modelo de Tesis y actitudes de lectura en la biblioteca de la UPEL	212-214
Segundo E. López, Miguel Caceres, Armando Oj. Angélica López, Aldo E. Pazos	212-214
El comercio electrónico y su relación con el nivel de ventas de las Pymes exportadoras de calzado de la Provincia de Trujillo	217-223
Haniel Huacha	217-223
Contribución de las prácticas culturales en el desarrollo del capital social comunitario	225-237
Yessica Sánchez, Walden Avilán	225-237
Impacto de educación emocional en la inteligencia emocional de docentes universitarios	239-248
Candy Calderín, Karla Azabache-Bivarado	239-248
Capacidad emprendedora in situ de las PyMES en el contexto de cambios climáticos del sector salud de la provincia de Huancavelica	249-257
Bianchi Figueroa-Guillén, Segundo Ruiz-Navas, Angélica Guzmán	249-257
Artículos de Revisión	
Hidroeconomía en el contexto de cambio climático: ¿Será una alternativa viable para mejorar la cobertura vegetal y la disponibilidad hídrica?	259-264
Carlos Moreano	259-264

21(2): 259-264, 2018

SCIENDO

CIENCIA PARA EL DESARROLLO

ARTÍCULO DE REVISIÓN

**Hidroeconomía en el contexto de cambio climático:
¿Será una alternativa viable para mejorar la cobertura
vegetal y la disponibilidad hídrica?**

Hydroeconomy in the context of climate change: Will it be a viable alternative to improve vegetation cover and water availability?

Carlos Moreano Huayhua

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018.027>

Marco Teórico

Concepto de Hidroeconomía

Los modelos hidroeconómicos son a menudo utilizados para evaluar las opciones de gestión de los recursos hídricos, normalmente con el objetivo de entender cómo maximizar el valor de uso de agua y reducir los conflictos entre los usos que compiten entre sí (Momb Blanch *et al.*, 2016).

Modelos Hidroeconómicos

- Combinación explícita de HIDROLOGÍA-ECONOMÍA-INGENIERÍA → Resultados mas relevantes para la toma de decisiones [***Traducen impactos de la gestión del agua en términos económicos***]
- Análisis integrado a escala de cuenca
- Caracterización económica de los servicios hidrológicos
 - Curvas de demandas o funciones de beneficio
 - Costes de operación variables
- Representación realista de restricciones legales-institucionales, ambientales y operativas
- Portafolio de opciones de gestión (Oferta/Demanda)

Fuente: Pulido, 2013

Modelos Hidroeconómicos

INPUTS

HIDROLOGÍA

DEMANDAS

INFRAESTRUCTURA

RESTRICCIONES
Institucionales
Ambientales

SIMULACIÓN

OPTIMIZACIÓN

RESULTADOS

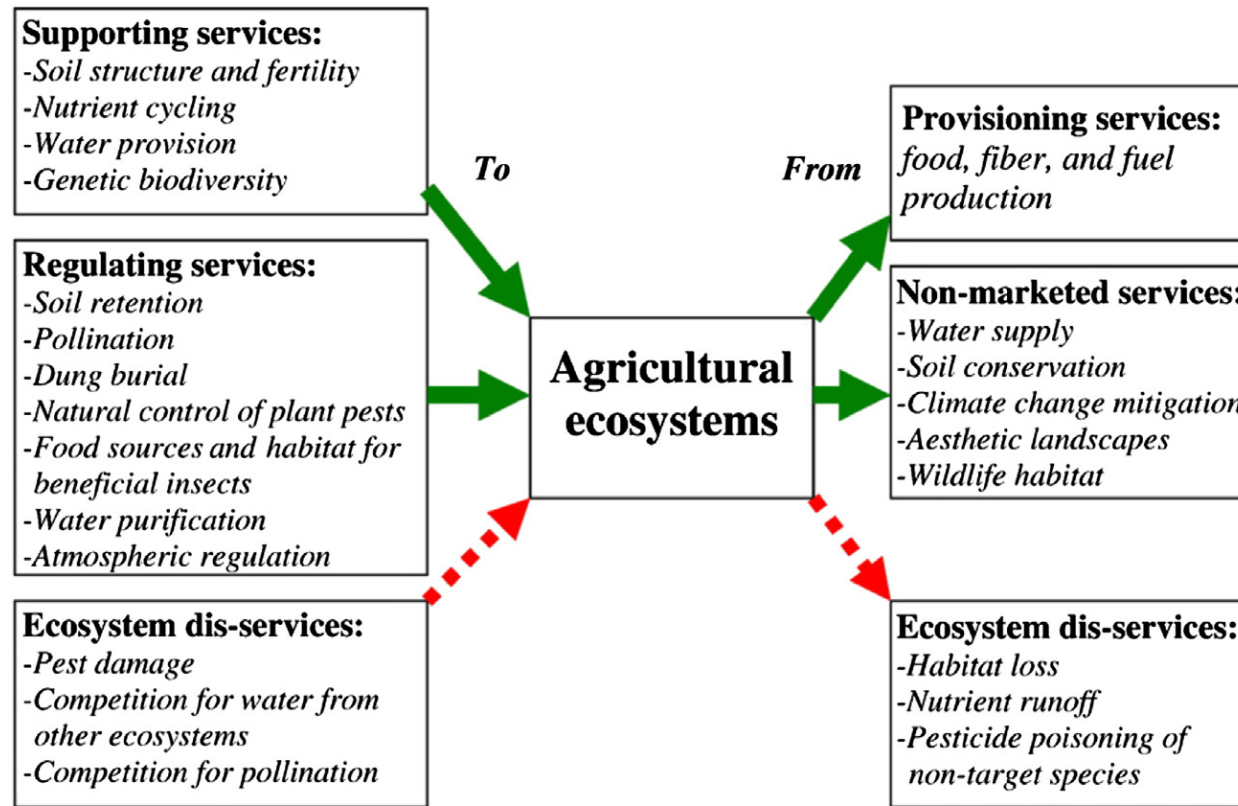
Gestión del recurso
hídrico (Volumen,
caudal, suministros,
otros)

Resultados
económicos
(Beneficios, coste de
oportunidad)

Valoración
económica

Biodiversidad y servicios ecosistémicos

La biodiversidad es un concepto ecológico altamente complejo y abstracto. Aunque no es una entidad física, influye en el bienestar humano de múltiples maneras, en su mayoría, de forma indirecta. Si bien se han realizado considerables esfuerzos de investigación en la valoración económica de la biodiversidad, sigue siendo un "objeto de valoración" particularmente desafiante (Bartkowski et al., 2015).



Feedback effect of dis-services from agriculture to agricultural input (e.g., removal of natural enemy habitat can encourage pest outbreaks)

Fuente: Zhang et al., 2019

Biodiversidad funcional

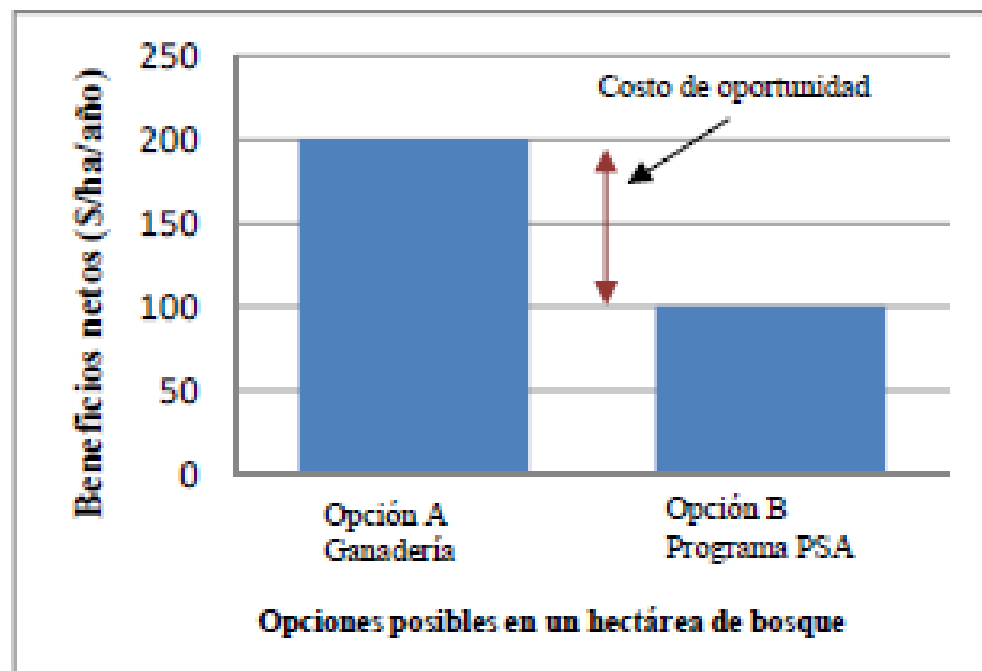
Los biocrusts desempeñan múltiples funciones en la prestación de servicios de los ecosistemas: Control, regulación del agua y regulación del clima y calidad del aire. Los biocrusts como comunidad tienen un valor intrínseco (estético y cultural) que debe ser valorado por los humanos. Sin embargo, estudios realizados demuestran que existe una brecha de conocimiento general con respecto a los servicios proporcionados por los ecosistemas dominados por biocrusts y los beneficios derivados para la sociedad, que pueden ser causados por la falta de conocimiento sobre el papel clave de los biocrusts en el funcionamiento del ecosistema. Como consecuencia, el público en general no percibe la preservación de los biocrusts como prioridad de conservación. Por ello se convoca a la ***necesidad de nuevos programas de educación ambiental e investigación que incluyan la diversidad de beneficios que los biocrusts brindan a la sociedad*** (Rodríguez-Caballero et al., 2017).



Biocrusts, mejoran los procesos de infiltración y recarga del acuífero.

Costo de oportunidad

El costo de oportunidad es el valor de la mejor opción de producción de uso de la tierra a la que se renuncia cuando el propietario o poseedor de un terreno privado, público o comunal, acepta cambiar voluntariamente el uso de parte o la totalidad su territorio, a través de un contrato de conservación para la implementación de actividades que eviten la deforestación y degradación de los bosques, hacia usos que mejoren la provisión de servicios ambientales (biodiversidad, agua, paisaje) y que generalmente se asocian a menores beneficios netos cuando es protegido (Leguia, 2013).



Marco Teórico

Agroecosistemas



OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Determinar el valor económico de los flujos hidrológicos y la biodiversidad por el uso del agua en la cuenca del río Mariño.

Objetivos específicos

- a. Determinar la oferta hídrica de la cuenca del río Mariño usando el modelo LUTZ SCHOLZ.
- b. Determinar la demanda del servicio de agua agrícola y poblacional en la cuenca del río Mariño.
- c. Realizar el balance hídrico de la cuenca del río Mariño
- d. Calcular el costo económico del agua como servicio ambiental, para uso agrícola y poblacional en la cuenca del río Mariño, comparando el costo del agua para diferentes cultivos y usos.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN



Sobrepastoreo



Disminución de CV

Monocultivo

Agricultura degradante

Población 2019

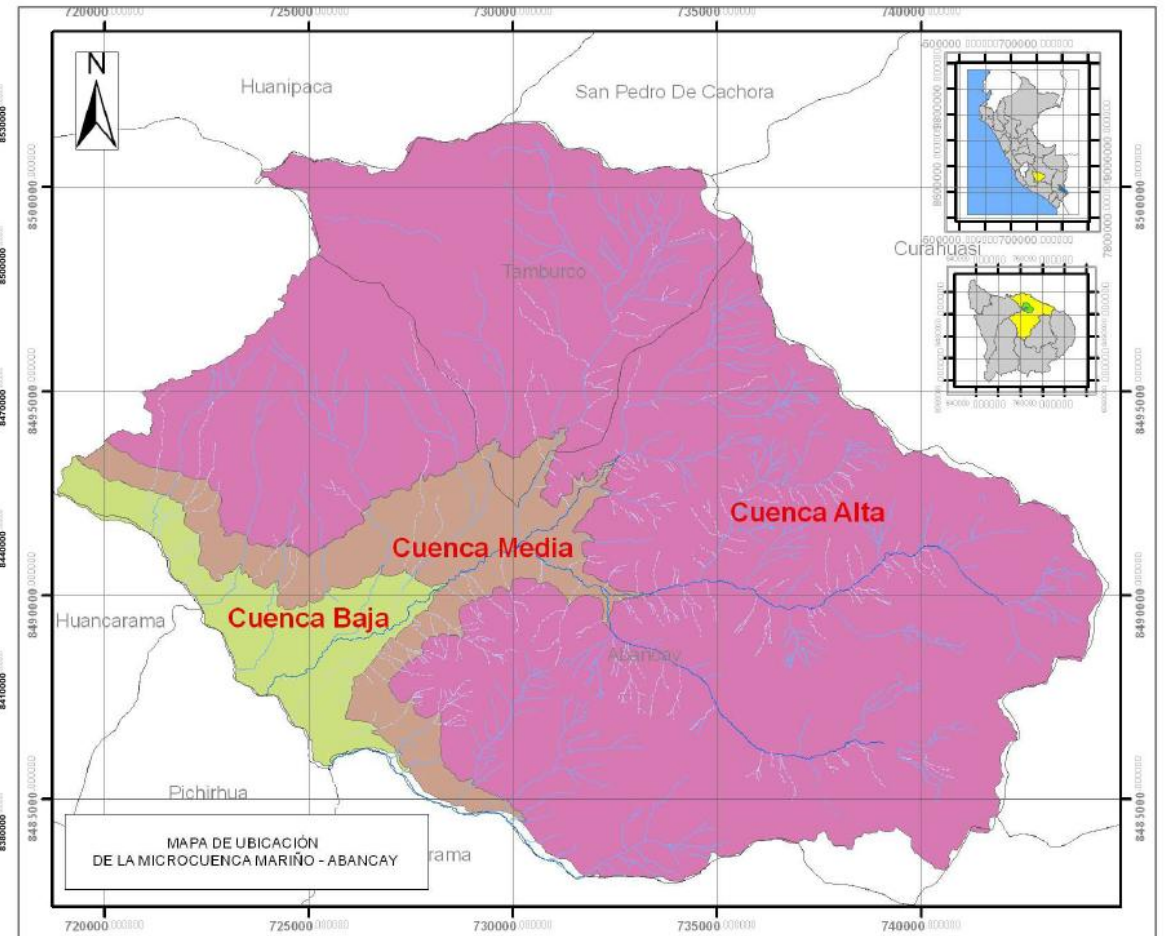
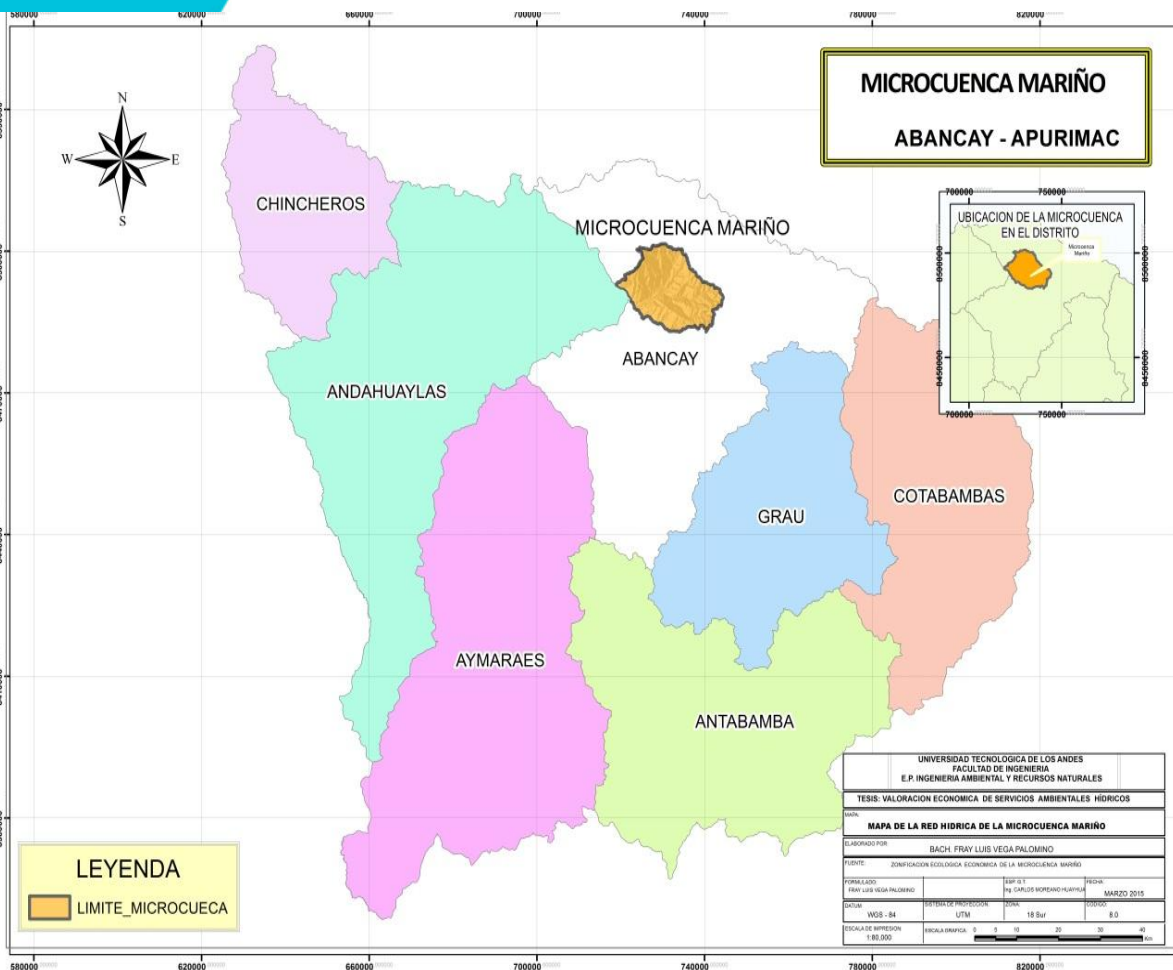
Población 2016



Crecimiento poblacional

Metodología

Mariño (área 244 km²)
79, 889 habitantes al 2019
Promedio de PP= 780 mm
Temperatura media= 18°C



METODOLOGÍA

Modelo hidrológico determinístico - estocástico LUTZ SCHOLZ



CUESTIONARIO DE VALORACIÓN CONTINGENTE

Buenos días / buenas tardes.

Mi nombre es _____ y trabajo para la Universidad Nacional Agraria La Molina, que es una Universidad que viene realizando estudios de investigación en el ámbito de la cuenca Mariño.

Estamos realizando una encuesta dirigida a los hogares de la ciudad de Tamburco, para conocer la percepción de la gente sobre un tema relacionado a **“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS FLUJOS HIDROLÓGICOS Y LA BIODIVERSIDAD POR EL USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO”**

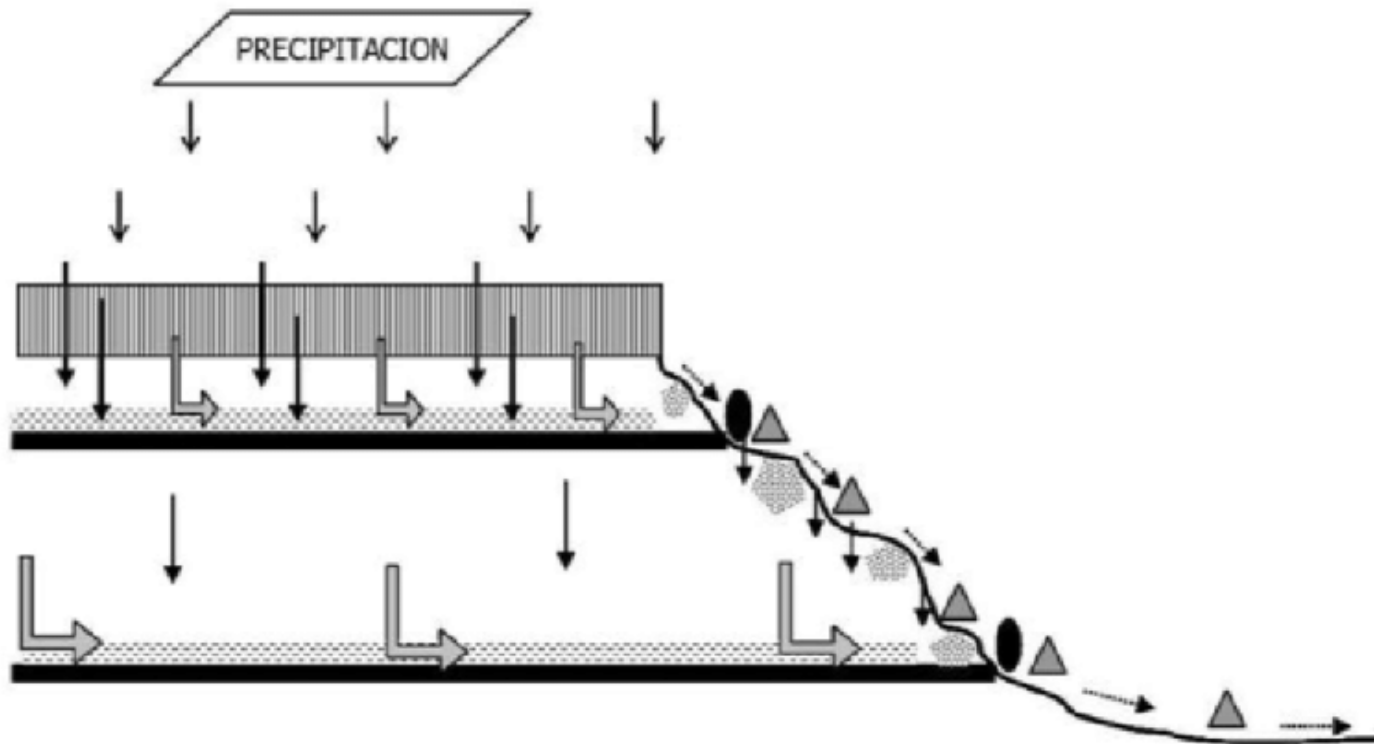
Si no tiene inconveniente, nos gustaría conocer su opinión para enriquecer el estudio. Las preguntas tomarán aproximadamente 20 minutos y la información obtenida en esta entrevista es estrictamente confidencial. No hay respuestas buenas ni malas, simplemente le pedimos la mayor honestidad posible al responder.

Gracias.

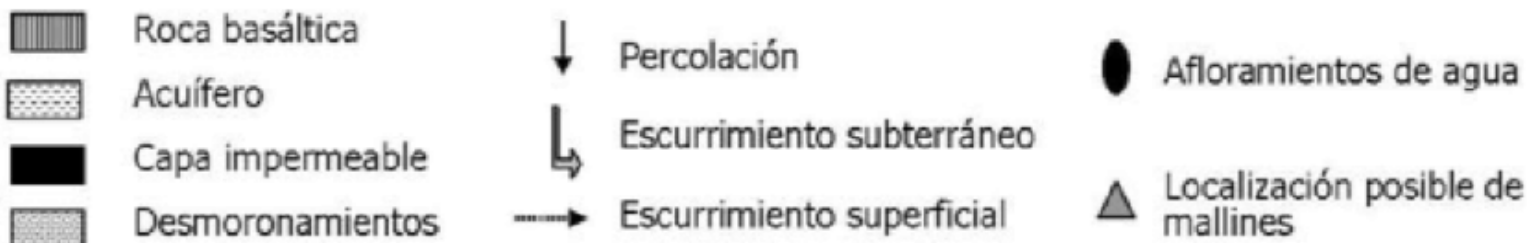
ESCENARIOS ACTUALES



ESCENARIO FUTURO



REFERENCIAS



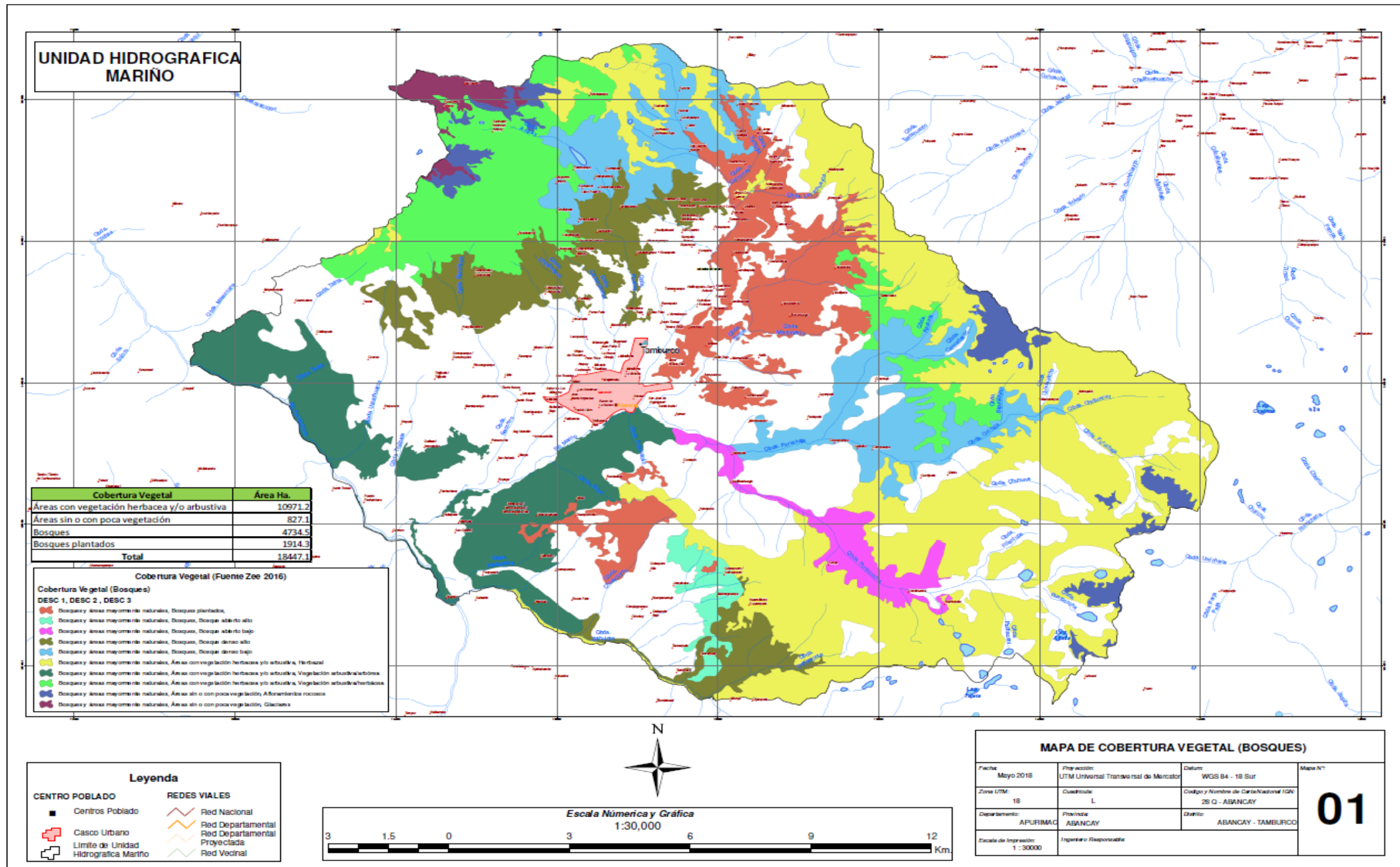
Resultados

1. Aspectos ecológicos y de biodiversidad en la cuenca

Las unidades correspondientes a las zonas de vida del área de construcción de los sistemas de almacenamiento corresponden a: Páramo Húmedo Subalpino Subtropical (ph – SaS), Páramo Pluvial Subalpino Subtropical (ph – SaS) y Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh – MBS).

Un aspecto importante a considerar es la biodiversidad de especies herbáceas y arbustivas presentes en este piso ecológico, esta cobertura vegetal permite una mayor infiltración del agua en épocas de precipitación y menor escorrentía disminuyendo procesos erosivos en la cuenca. Producto de la infiltración se recarga el acuífero lo que genera la disponibilidad de agua en las diferentes fuentes hídricas (manantes y riachuelos) que afloran en la parte media y baja de la cuenca, generando una oferta de agua para el desarrollo de las diferentes actividades consuntivas y no consuntivas.

Resultados



Resultados



**Santuario Nacional del
Ampay, área de 36 Km²**



Biocrusts





Cuadro 1. Características de las estaciones meteorológicas

Estación	Tipo	Ubicación política			Ubicación Geográfica			Período
		Departamento	Provincia	Distrito	Longitud	Latitud	Altitud	
Granja San Antonio	MAP	Apurímac	Abancay	Tamburco	72°53'55"	13°37'39"	2619	1964-2017
Curahuasi	CP	Apurímac	Abancay	Curahuasi	72°44'05"	13°33'08"	2763	1964-2017
Andahuaylas	CO	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	73°38'55"	13°22'00"	2865	1964-2017
Tambobamba	CO	Apurímac	Cotabambas	Tambobamba	72°10'30.8"	13°56'41.7"	3275	1995-2017

Fuente: SENAMHI, 2017

Disponibilidad de agua en la cuenca del río Mariño

Oferta de agua mediante Modelación Hidrológica: Relación lluvia-escorrentamiento

Cuadro 2. Caudales generados en la cuenca del río Mariño

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic	Total (m ³)
Caudales promedio mensual													
Caudal (l/s)	1,260.93	1,506.80	1,223.55	655.28	308.95	171.12	112.13	105.13	118.56	173.46	269.82	522.12	6,427.86
Volumen (m ³)	3,377,264.00	3,645,259.00	3,277,150.00	1,698,497.00	827,500.00	443,547.00	300,340.00	281,569.00	307,304.00	464,589.00	699,381.00	1,398,459.00	16,720,859.00
Caudales ecológicos (menor a 20 m³/s)													
Caudal (l/s)	126.09	150.68	122.35	65.53	30.90	17.11	11.21	10.51	11.86	17.35	26.98	52.21	642,79.00
Volumen (m ³)	337,726.35	364,525.87	327,715.01	169,849.68	82,750.00	44,354.68	30,034.02	28,156.90	30,730.38	46,458.88	69,938.10	139,845.93	1,672,085.81
Caudales al 75% de persistencia													
Caudal (l/s)	796.62	1,027.90	959.57	467.23	234.78	136.08	88.19	80.60	75.34	116.81	160.61	303.70	4,447.41
Volumen (m ³)	2,133,667.00	2,486,688.00	2,570,099.00	1,211,049.00	628,837.00	352,718.00	236,205.00	215,870.00	195,282.00	312,854.00	416,298.00	813,422.00	11,572,989.00

Fuente: Elaboración propia, 2018

Oferta de agua para uso poblacional

N°	Fuente	Producción de agua (Lps)							
		2017	2016	2015	2012	2011	2010	2009	2008
1	Laguna Rontoccocha	37.10	32.39	29.19	37.72	36.05	34.40	31.57	27.30
2	Manante Manzanales	1.00	1.00	1.00	1.02	1.15	1.38	0.65	1.59
3	Manante Amaruyoc	25.00	25.00	25.00	24.46	24.25	23.00	23.42	23.82
4	Manante Marcamarca	63.30	55.11	80.20	64.72	60.82	58.79	65.14	72.04
5	Manante Marcahuasi	6.10	6.21	6.21	7.38	6.97	7.52	8.09	8.43
6	Manante Chinchichaca	16.00	16.30	16.30	15.36	14.96	14.83	14.96	15.23
Total		148.50	136.01	157.90	150.66	144.20	139.92	143.83	148.41

Uso y demandas de agua en la cuenca del río Mariño

Cuadro 4. Área de cultivo en la cuenca Mariño

Parte de la cuenca	Área bajo riego por aspersión (ha)	Área bajo riego por gravedad (ha)	Áreas en descanso (ha)	Áreas en seco (ha)	Áreas forestadas (ha)	Áreas eriazas (ha)	Total (ha)
Cuenca Alta	1918	193	740	180	620	1650	5301
Cuenca Media	838	176			25	120	1159
Cuenca Baja	323	171				65	559
Total	3079	540	740	180	645	1835	7019

Fuente: Elaboración propia, elaboración de cédula de cultivo 2017-2018

Demanda de agua para riego por gravedad en la cuenca alta del río Mariño

DESCRIPCION	CEDULA ha	PERIODO											
		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Maíz Amiláceo	34		0.28	0.28	0.42	0.63	0.79	0.83	0.75	0.61	0.52	0.33	
Papa	30				0.48	0.50	0.88	1.00	0.88	0.76	0.75		
Tarwi	8				0.33	0.67	1.00	1.00	0.67	0.36	0.74		
Hortalizas	3				0.65	0.56	0.75	1.00	0.94	0.71			
Hortalizas general	3	1.00	1.09	1.00							0.66	0.50	1.00
Arveja Verde	9	1.00	1.00									0.50	1.00
Haba Verde	12	0.83	0.87	0.70								0.32	0.67
Maíz	12		0.28	0.28	0.42	0.63	0.79	0.83	0.75	0.61	0.52	0.33	
Hortaliza (coles)	3	1.00							1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Alfalfa	48	0.83	0.50	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	0.92	0.92	0.92	0.92
Rye grass con trébol	18	0.85	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.85	0.85	0.85	0.85
Frutales	8	0.88	0.88	0.75	0.75	0.75	0.88	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ciruelo	5	0.88	0.88	0.75	0.75	0.75	0.88	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
AREA	193.00	106.00	149.00	140.00	166.00	166.00	166.00	166.00	169.00	169.00	169.00	152.00	106.00
		9%	12%	12%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	13%	9%
Kc ponderado		0.86	0.57	0.46	0.47	0.55	0.69	0.72	0.78	0.78	0.77	0.66	0.85
Días por mes	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
ETP promedio mensual	mm	83.4	96.1	103.5	116.9	119.7	109.7	102.9	88.2	94.6	90.6	87.1	80.4
ETR (consumo)	mm	72.0	54.8	47.1	54.7	65.2	75.4	74.6	68.4	73.5	69.6	57.6	68.6
Precipitación Efectiva	mm	9.8	13.7	21.9	44.8	53.3	75.0	104.4	102.4	90.3	38.3	13.1	8.3
Demanda unitaria neta	m³/ha	622.1	410.5	252.1	99.5	119.4	4.5				312.7	444.8	603.4
Eficiencia del sistema	%	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Demanda bruta de agua	m³/ha	2,440.0	1,610.0	989.0	390.0	468.0	18.0				1,226.0	1,744.0	2,366.0
Volumen requerido por mes	m³	482,144	318,136	195,426	77,064	92,477	3,557				242,258	344,614	467,522
Caudal	l/s	180.0	118.8	75.4	28.8	35.7	1.3				93.5	128.7	180.4

Estimación de la población de la ciudad de Abancay

Año	Tasa Referencial	Aritmético	Geométrico	Parabólico	Exponencial Modificado	Población Estimada
2,007	45,864	45,864	45,864	45,864	45,864	45,864
2,008	45,873	46,758	47,454	45,320	51,401	47,454
2,009	45,882	47,651	49,099	44,693	52,455	49,099
2,010	45,892	48,545	50,800	43,983	53,509	50,800
2,011	45,901	49,438	52,561	43,190	54,563	52,561
2,012	45,910	50,332	54,383	42,315	55,617	54,383
2,013	45,919	51,225	56,268	41,357	56,671	56,268
2,014	45,928	52,119	58,218	40,316	57,725	58,218
2,015	45,937	53,012	60,236	39,192	58,779	60,236
2,016	45,947	53,906	62,324	37,986	59,833	62,324
2,017	45,956	54,799	64,485	36,697	60,887	64,485
2,018	45,965	55,693	66,720	35,325	61,940	66,720
2,019	45,974	56,586	69,032	33,870	62,994	69,032
2,020	45,983	57,480	71,425	32,333	64,048	71,425

Fuente: Plan Maestro Optimizado, 2013-EMUSAP ABANCAY S.A.C.



Cuadro 18. Proyección del Volumen Demandado de Agua Potable (m³/año)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Consumo demandado	2,722,780	2,644,338	2,675,596	2,589,787	2,622,752	2,657,319
Facturados medidos	2,371,525	2,368,839	2,448,415	2,417,319	2,493,796	2,570,474
Facturados no medidos	351,256	275,499	227,181	172,468	128,956	86,845
Pérdidas no técnicas	352,298	328,490	334,181	323,926	331,569	339,269
Pérdidas técnicas	1,756,000	1,639,596	1,611,495	1,517,644	1,491,900	1,514,014
Demanda total	4,775,767	4,583,708	4,595,835	4,417,095	4,433,240	4,498,950

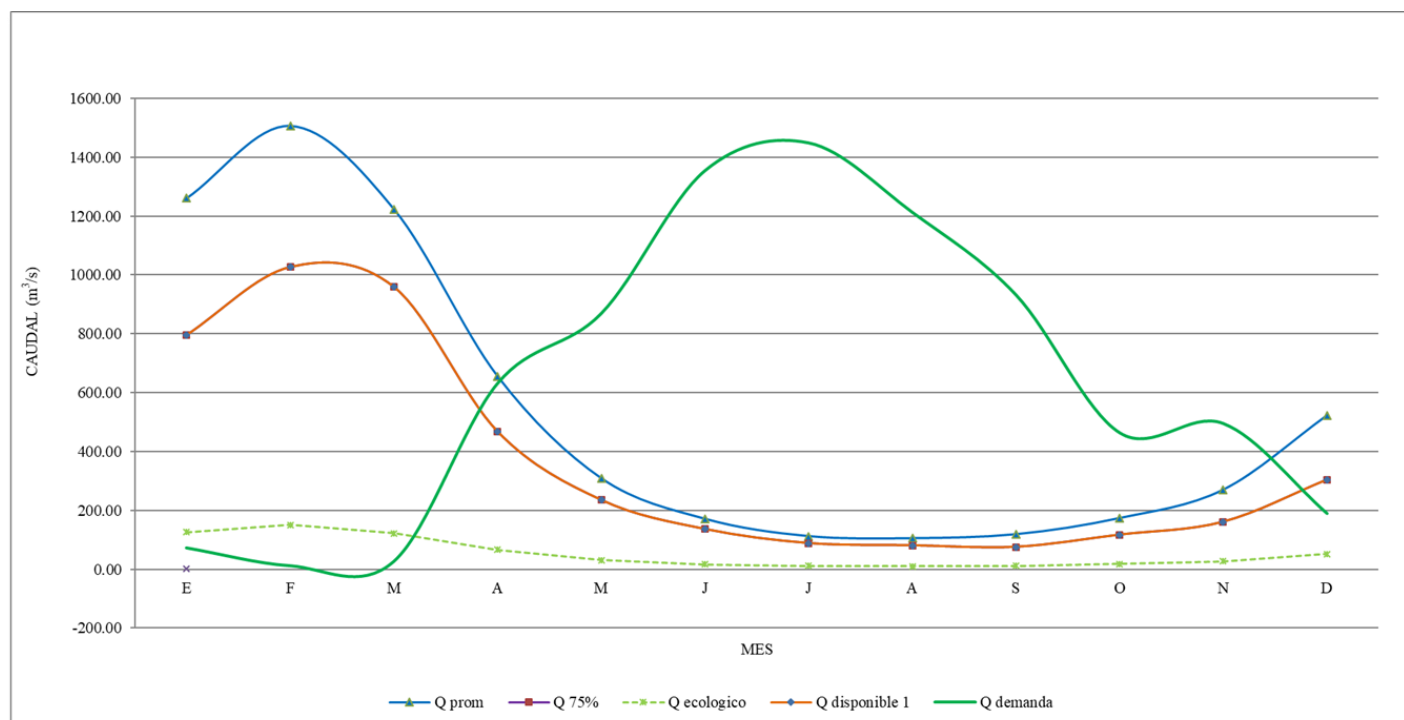
Fuente: Plan Maestro Optimizado, 2013-EMUSAP ABANCAY S.A.C.

Balance de agua para riego en la cuenca del río Mariño

Caudal disponible para asignar al 75% de persistencia													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	796.62	1,027.90	959.57	467.23	234.78	136.08	88.19	80.60	75.34	116.81	160.61	303.70	-
Volumen (m ³)	2,133,667.00	2,486,688.00	2,570,099.00	1,211,049.00	628,837.00	352,718.00	236,205.00	215,870.00	195,282.00	312,854.00	416,298.00	813,422.00	11,572,989.00

Caudal de demanda de agua para riego													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	73.47	12.80	27.37	631.87	869.57	1,354.76	1,449.21	1,213.46	932.84	464.27	495.73	190.26	-
Volumen (m ³)	196,782.00	30,966.00	73,308.00	1,637,807.00	2,329,056.00	3,511,538.00	3,881,564.00	3,250,131.00	2,417,921.00	1,243,501.00	1,284,932.00	509,592.00	20,367,098.00

Balance hídrico													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	723.15	1,015.10	932.20	-164.64	-634.79	-1,218.68	-1,361.02	-1,132.86	-857.50	-347.46	-335.12	113.44	-
Volumen (m ³)	1,936,885.00	2,455,722.00	2,496,791.00	-426,758.00	-1,700,219.00	-3,158,820.00	-3,645,359.00	-3,034,262.00	-2,222,640.00	-930,646.00	-868,634.00	303,829.00	-8,794,111.00



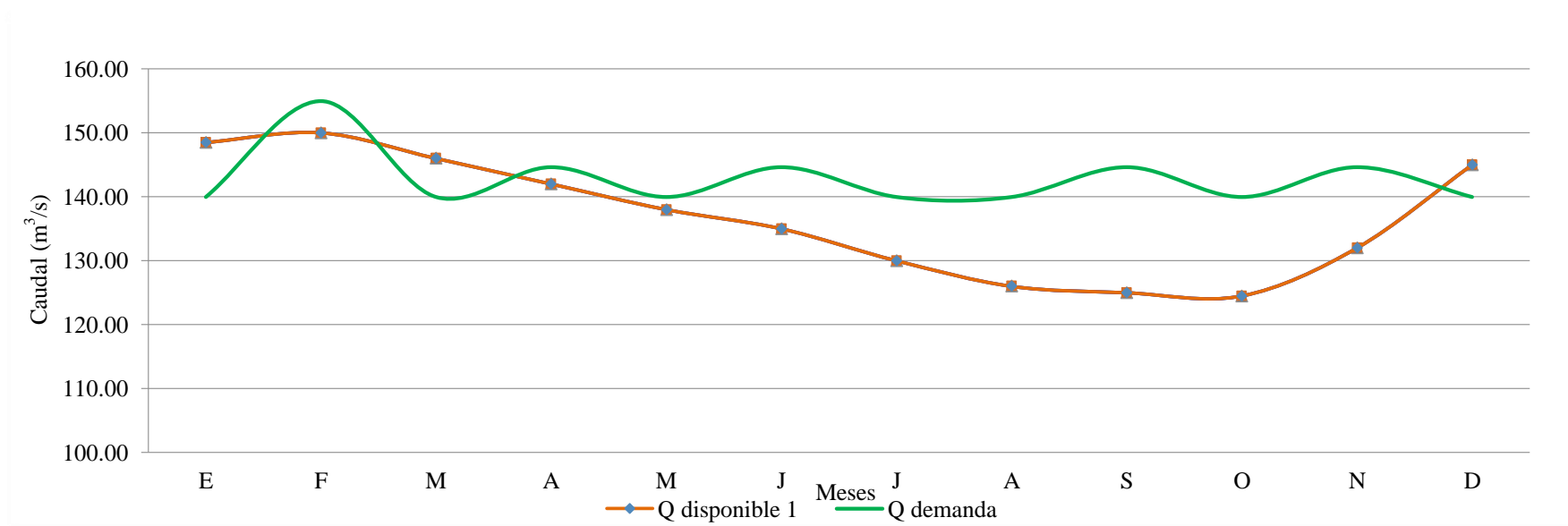
Fuente: Moreano, 2018

Balance de agua para consumo en la cuenca del río Mariño

Caudal disponible para asignar para uso poblacional													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	148.50	150.00	146.00	142.00	138.00	135.00	130.00	126.00	125.00	124.50	132.00	145.00	-
Volumen (m ³)	397,742.00	362,880.00	391,046.00	368,064.00	369,619.00	349,920.00	348,192.00	337,478.00	324,000.00	333,461.00	342,144.00	388,368.00	4,312,914.00

Caudal de demanda de agua para consumo humano													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	139.98	154.97	139.98	144.64	139.98	144.64	139.98	139.98	144.64	139.98	144.64	139.98	-
Volumen (m ³)	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	374,913.00	4,498,956.00

Balance hídrico													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Caudal (l/s)	8.52	-4.97	6.02	-2.64	-1.98	-9.64	-9.98	-13.98	-19.64	-15.48	-12.64	5.02	-
Volumen (m ³)	22,830.00	-12,033.00	16,134.00	-6,848.00	-5,293.00	-24,993.00	-26,721.00	-37,434.00	-50,913.00	-41,452.00	-32,769.00	13,456.00	-186,036.00



Valoración económica del recurso hídrico como servicio ambiental

1. Valor de la productividad hídrica de la cobertura vegetal – Valor de captación

Considerando la importancia hídrica del bosque y cobertura vegetal en un 49.22%, la proporción del costo de oportunidad que debe ser compensado por los usuarios de agua a los poseedores de tierra en la cabecera de cuenca los mismos que se encargan de la protección de la cobertura vegetal, equivale a S/. 118.50/ha/año. De esta manera y tomando en consideración la cobertura vegetal y la oferta hídrica disponible en la cuenca, se determina un valor de captación de S/.0.09/m³.

2. Valor de restauración de bosques

De acuerdo a la capacidad hídrica de la cuenca, la importancia hídrica del bosque es de 49.22%, y la superficie en conflicto de uso de suelo, así como los costos de restauración promedio para el primer año equivalente a S/. 858/ha, y la rentabilidad de la actividad ganadera que se determinó en S/. 118.50/ha/año, se obtiene un valor de restauración de S/.0.48/m³. Este valor debe mostrar cambios en cuanto a disminución en los siguientes años, toda vez que los costos de reforestación disminuyen. Después de los 5 años, el costo tiende a mantenerse constante, en consecuencia, a partir del quinto año se debe obtener un valor de restauración constante en el modelo tarifario, por un período previamente definido, a partir del cual se inicie el pago del valor de captación en sustitución del valor de restauración.

3. Valor del agua como insumo de la producción

a. Valor del agua en la producción agrícola

En la cuenca del río Mariño, se tiene un área total bajo riego de 3619 hectáreas, los mismos que se riegan mediante riego por gravedad y aspersión, para estimar el valor del agua se tomó en consideración el Decreto Supremo N°014-2018-MINAGRI, que aprueba los valores de retribuciones económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea y por el vertimiento de agua residual tratada a aplicarse en el año 2019, de acuerdo al documento mencionado la cuenca del río Mariño que pertenece a la Junta de Usuarios de riego del Sector Hidráulico Medio Apurímac Pachachaca (JUSHMAP), tiene un valor de retribución económica por el uso de agua superficial para fines de riego de S/.0.0014/m³.

a. Valor del agua en la producción agrícola

Cuadro 19. Determinación del costo del agua para diferentes cultivos (s/m³)

Cultivo de Maíz	
Costo del agua en agricultura para el cultivo (s/m ³).	0.05
Precio del producto (s/Kg)	3.00
Costo de producción bajo riego (s/kg).	2.87
Cambio en producción del cultivo bajo riego (Kg/m ³).	0.38
Cantidad de producción del cultivo bajo riego (Kg/Ha).	5,500.00
Cantidad de producción del cultivo sin riego (Kg/Ha).	2,500.00
Volumen de agua usado en riego del cultivo (m ³ /Ha).	8,000.00

Cultivo de Papa	
Costo del agua en agricultura para el cultivo (s/m ³).	0.13
Precio del producto (s/Kg)	2.20
Costo de producción bajo riego (s/kg).	0.44
Cambio en producción del cultivo bajo riego (Kg/m ³).	0.07
Cantidad de producción del cultivo bajo riego (Kg/Ha).	18,650.00
Cantidad de producción del cultivo sin riego (Kg/Ha).	18,000.00
Volumen de agua usado en riego del cultivo (m ³ /Ha).	9,000.00

Cultivo de Alfalfa	
Costo del agua en agricultura para el cultivo (s/m ³).	0.08
Precio del producto (s/Kg)	1.00
Costo de producción bajo riego (s/kg).	0.29
Cambio en producción del cultivo bajo riego (Kg/m ³).	0.11
Cantidad de producción del cultivo bajo riego (Kg/Ha).	8,500.00
Cantidad de producción del cultivo sin riego (Kg/Ha).	6,800.00
Volumen de agua usado en riego del cultivo (m ³ /Ha).	15,000.00

Fuente: Elaboración propia, 2019

b. Valor del agua en el sector doméstico

El agua para el sector doméstico, principalmente es para consumo humano y quehaceres básicos de la familia, para la estimación del valor del agua en el sector doméstico, se consideró la demanda, la tarifa y un nivel de elasticidad precio de la demanda de -0.24. Además, se consideró una tasa de crecimiento de 2.59 %, en el sector urbano de la ciudad de Abancay, (Plan Maestro Optimizado II Quinquenio EMUSAP, 2013), la estimación se realizó como un promedio ponderado que tomó en consideración la zona rural y urbana, equivalente a S/.0.021 m³.

Valor del agua como promedio ponderado de los valores obtenidos como insumo de la producción

Cuadro 20. Valor de uso del agua como insumo de la producción para la cuenca del río Mariño

Sector	Demanda mill m³/año	Precio s/m³
Doméstico	4,498 956.00	0.021
Riego	20, 367 048.00	0.08
Total	248,660 04.00	0.101

El valor de uso del agua como insumo de la producción en la cuenca del río Mariño se determinó en S/. 0.101/m³, el mismo que se puede utilizar para la toma de decisiones en el ajuste de tarifas de agua para fines poblacionales y agrarios en la cuenca del río Mariño, finalmente estos montos deberían servir para poder realizar acciones de conservación de la cuenca alta del río Mariño.

VI. CONCLUSIONES

1. Oferta de Agua

Uno de los factores principales en la determinación de la oferta hídrica en la cuenca del río Mariño es la biodiversidad funcional, conformado por especies del género de las gramíneas como (***Festuca*, *Muhlenbergia*, *Calamagrostis*, *Stipa***), asimismo los bofedales en las partes altas de Rontoccocha, Marca Marca y el Ampay están conformados por ***Distichia muscoides*** en un 90%, por otro lado se tiene la presencia de arbustos y árboles de los géneros ***Polylepis*, *Alnus* y *Podocarpus***, que interceptan las precipitaciones, luego permiten la infiltración que recarga el acuífero para luego generar mayor oferta hídrica en la cuenca del río Mariño.

Por otro lado, en la parte alta de la cuenca se tiene la presencia de los Biocrusts (Costras biológicas), conformado por suelos compuestos por líquenes, musgos y otros hongos, así como cianobacterias, poseedoras de biodiversidad funcional, los que permiten retención e infiltración de agua.

La oferta hídrica en la cuenca del río Mariño se realizó mediante modelación hidrológica lluvia-escorrentamiento, propuesto por Lutz Scholz donde se obtuvo como resultado un caudal de 4474.41 l/s que hace un volumen total por año de 11 Hm³, al 75% de persistencia; asimismo se determinó el caudal ecológico de 642, 79 l/s, que hace un volumen total por año de 1,6 Hm³, por otro lado, se determinó que el rendimiento de la cuenca del río Mariño es de 11.57 l/s/km², el mismo que se encuentra dentro del promedio de rendimiento de caudales en las cuencas andinas que es de 9 a 12 l/s/km².

La oferta de agua para consumo humano en la ciudad de Abancay está conformada por lagunas y manantes, tales como la laguna Rontoqocha, Manantes como Manzanales, Amaruyoc, Marcamarca, Marcahuasi y Chinchichaca, que hacen un total de 148.50 l/s.

VI. CONCLUSIONES

2. Demanda de agua

La demanda de agua para riego actualmente en la cuenca del río Mariño es de 7019 ha, de las cuales se tiene 3619 ha bajo riego, distribuidas en 1918 ha en la parte alta, 838 ha en la parte media y 323 ha en la parte baja de la cuenca

Los principales cultivos que demanda de mayor cantidad de agua es el Maíz, Papa y Alfalfa, con módulos de riego de 8 000, 9 000 y 15 000 m³/ha.

Los meses donde se tiene mayor demanda de agua para la agricultura es en los meses de Junio, Julio, Agosto y Setiembre, con caudales de 1354.76, 1449.21, 1213.46 y 932.48 l/s, meses donde se tiene demanda de agua para la preparación del terreno y mantenimiento de los cultivos.

La demanda de agua para uso poblacional es de 69 032 habitantes ubicada en la ciudad de Abancay, los mismos que requieren de un volumen anual de 4.49 Hm³, proyectada al 2019, de acuerdo a lo proyectado por la Empresa Municipal de Servicios Agua Potable y Alcantarillado (EMUSAP), Abancay.

VI. CONCLUSIONES

3. Balance Hídrico

El volumen de agua disponible para asignar al 75% de persistencia es de 11.57 Hm³ proveniente de manantes, lagunas y quebradas ubicadas en la cuenca del río Mariño, para una demanda de agua para riego de 20.36 Hm³, el mismo que al realizarse el balance hídrico se determinó un déficit hídrico de 8.79 Hm³.

En cuanto al agua para uso poblacional, se tiene un volumen de 4.31 Hm³, para cubrir una demanda de 4.49 Hm³, por lo que haciendo el balance hídrico correspondiente se determinó un déficit de 186 036 m³/año, generando un desabastecimiento y racionalización del agua en los meses de estiaje (agosto, setiembre, octubre y noviembre) en la ciudad de Abancay.

4. Valoración económica del recurso hídrico como servicio ambiental

En cuanto al valor de la productividad hídrica de la cobertura vegetal-Valor de captación, considerando la importancia hídrica del bosque y cobertura vegetal en un 49.22%, la proporción del costo de oportunidad que debe ser compensado por los usuarios de agua a los poseedores de tierra en la cabecera de cuenca los mismos que se encargan de la protección de la cobertura vegetal, equivale a S/. 118.50/ha/año. De esta manera y tomando en consideración la cobertura vegetal y la oferta hídrica disponible en la cuenca, se determina un valor de captación de S/.0.09/m³.

VI. CONCLUSIONES

En cuanto al valor de la restauración del bosque, de acuerdo a la capacidad hídrica de la cuenca, la importancia hídrica del bosque es de 49.22%, y la superficie en conflicto de uso de suelo, así como los costos de restauración promedio para el primer año equivalente a S/. 858/ha, y la rentabilidad de la actividad ganadera que se determinó en S/. 118.50/ha/año, se obtiene un valor de restauración de S/.0.48/m³. Este valor debe mostrar cambios en cuanto a disminución en los siguientes años, toda vez que los costos de reforestación disminuyen. Después de los 5 años, el costo tiende a mantenerse constante, en consecuencia, a partir del quinto año se debe obtener un valor de restauración constante en el modelo tarifario, por un período previamente definido, a partir del cual se inicie el pago del valor de captación en sustitución del valor de restauración.

Valor del agua como insumo de la producción

En el caso de la parte alta de la cuenca del río Mariño, se determinó el costo del agua para los principales cultivos, en este caso, maíz, papa y alfalfa, los montos determinados son mucho más reales al monto del valor de la retribución económica por el uso del agua que tiene aprobado la Autoridad Nacional del Agua, el valor del agua como un promedio ponderado que se determinó es de S/.0.08/m³, un valor más real toda vez que toma en consideración aspectos como el volumen de agua utilizado por hectárea de cultivo, costos de producción de los cultivos principalmente.

El agua para el sector doméstico, principalmente es para consumo humano y quehaceres básicos de la familia, para la estimación del valor del agua en el sector doméstico, se consideró la demanda, la tarifa y un nivel de elasticidad precio de la demanda de -0.24. Además, se consideró una tasa de crecimiento de 2.59 %, en el sector urbano de la ciudad de Abancay, (Plan Maestro Optimizado II Quinquenio EMUSAP, 2013), la estimación se realizó como un promedio ponderado que tomó en consideración la zona rural y urbana, equivalente a S/.0.021 m³.

VII. RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de evaluar con mayor detalle el valor económico de la biodiversidad funcional, se recomienda realizar trabajos de investigación basados en relacionar tipo de cobertura vegetal, identificación de zonas de recarga hídrica y valoración de la cobertura vegetal y Biocrusts en la cuenca alta del río Mariño.
2. De acuerdo al balance hídrico realizado en la cuenca del río Mariño, se determinó un déficit hídrico tanto para el uso del agua para fines agrícolas y consumo humano, por lo que se recomienda realizar acciones de conservación de la cabecera de la cuenca del río Mariño, con la finalidad de garantizar una mayor cobertura vegetal, por consiguiente, mayor infiltración y mayor disponibilidad hídrica para cubrir las diferentes demandas.
3. Realizar investigaciones relacionadas a determinar la eficiencia de uso de agua para fines agrícolas y poblacionales, toda vez que los usuarios de agua aun no tienen una conciencia ambiental en cuanto al manejo y conservación del recurso hídrico.
4. Generar proyectos ambientales que permitan realizar capacitaciones en manejo ambiental de cuencas y conservación de recursos naturales en la cuenca alta, media y baja de la cuenca del río Mariño.
5. Realizar estudios especializados sobre caudal ecológico y calidad de agua principalmente en la cuenca baja del río Mariño, sector de Pachachaca, toda vez que se tienen actividades productivas, que vienen siendo desarrollados utilizando aguas residuales que ponen en riesgo la salud de las personas asentadas en la ciudad de Abancay.
6. Identificar e implementar una organización que se encargue de implementar el mecanismo de retribución económica por servicios ecosistémicos hídricos, que permita realizar acciones de conservación de la cobertura vegetal en la cuenca alta y zonas de recarga hídrica de la cuenca del río Mariño, que tenga por finalidad de mejorar los procesos de infiltración del agua, mayor recarga del acuífero por consiguiente disponibilidad oportuna del agua para las diferentes actividades en la cuenca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



GRACIAS