

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL



**ECOEficiencia EN EL USO DEL AGUA EN EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA DE JULIO A
DICIEMBRE DEL 2019**

TESIS

Para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN EN: GESTIÓN AMBIENTAL

ANGIE TATYANA FERNÁNDEZ ESCOBAR

Tingo María – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 015 -2020-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 08:00 am, del lunes 26 de octubre del 2020, reunidos virtualmente vía Microsoft Team, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

“ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA DE JULIO A DICIEMBRE DEL 2019”

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental de nombre Angie Tatyana Fernandez Escobar.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**

Acto seguido, a horas 9.50. am. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Ing. MSc. Franklin Dionisio Montalvo
Presidente del Jurado

.....
Dr. Casiano Aguirre Escalante
Miembro del Jurado

.....
Ing. Erle O. J. Bustamante Scaglioni
Miembro del Jurado

.....
Ing. MSc. Víctor M. Beteta Alvarado
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA
MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL
TESIS



**ECOEficiencia EN EL USO DEL AGUA EN EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA DE JULIO A
DICIEMBRE DEL 2019**

Autor : Angie Tatyana Fernández Escobar
Asesor : Ing. M Sc. Victor Manuel Beteta Alvarado
Programa de investigación : Gestión Ambiental
Línea de investigación : Sistemas de Gestión
Eje temático de investigación : Gestión de la ecoeficiencia
Lugar de ejecución : Tingo María - Huánuco
Duración del trabajo : 6 meses
Financiamiento : S/.2 000 – Dos mil nuevos soles
FEDU : NO
Propio : SI
Otros : NO

2019

DEDICATORIA

A Dios, quien como guía está presente
en el caminar de mi vida,
bendiciéndome y dándome fuerzas
para continuar con mis metas trazadas
sin desfallecer.

A mis padres, María Escobar y Juan
Fernández, por ser mi motor y mayor
inspiración, porque a través de su
amor, paciencia y apoyo me han
permitido concluir con éxito cada etapa
de mi vida.

A mis abuelos, Cirila y Víctor, por ser
ejemplo de perseverancia y lucha ante
las adversidades, los amo con todo el
corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Maestría en Ciencias en Agroecología mención Gestión Ambiental, que contribuyó en mi formación personal.

A mi asesor, el Ing. M Sc. Victor Manuel Beteta Alvarado por su orientación profesional, comprensión y respaldo del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Erle Bustamante Scaglioni por sus consejos y orientación contribuyendo a la mejora de la investigación.

A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M Sc. Franklin Dionisio Montalvo y Dr. Casiano Aguirre Escalante, por su apoyo, comprensión y sugerencias ofrecidas en la investigación.

A César, mi ángel que me guía desde el cielo, y a Sebastián y Alessia, por llenar mis días de alegría y amor.

A mis amigos de toda la vida, Jeniffer, Patricia, Krystell, Erick, y Pilar, por su apoyo moral y profesional en esta etapa de mi vida, esperando que nuestra amistad se mantenga a través del tiempo.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.2. Ecoeficiencia.....	7
2.2.1. Ecoeficiencia en el Perú.....	8
2.2.2. Ecoeficiencia en instituciones públicas.....	8
2.2.3. Normatividad nacional relacionada con la ecoefficiencia.....	9
2.2.4. Indicadores de ecoeficiencia	10
2.2.5. Plan de ecoeficiencia	10
2.3. Gestión del recurso hídrico en el Perú	11
2.3.1. Consumo de agua	12
2.3.2. Consecuencias del consumo no controlado de agua	13
2.4. Sostenibilidad en el uso del agua	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Ubicación.....	17
3.1.1. Ubicación política.....	17
3.1.2. Ubicación geográfica.....	17
3.1.3. Características ambientales de la zona de estudio	18
3.2. Materiales y equipos	18
3.2.1. Materiales	18

3.2.2. Materiales de laboratorio microbiológico	18
3.2.3. Equipos	18
3.3. Metodología.....	18
3.3.1. Elaboración de la línea base	18
3.3.2. Calidad fisicoquímica y microbiológica de las fuentes de agua	25
3.3.3. Balance hídrico del abastecimiento de agua	29
3.3.4. Propuesta de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua	32
3.3.5. Tipo y nivel de investigación	32
IV. RESULTADOS	34
4.1. Línea base en el uso del agua	34
4.1.1. Consumo de agua	34
4.1.2. Identificación de hábitos en el uso del agua y sus instalaciones.....	35
4.1.3. Inventario de equipo sanitario	40
4.2. Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las fuentes de agua.....	43
4.2.1. Análisis fisicoquímico.....	43
4.2.2. Análisis microbiológico	44
4.3. Cálculo de balance hídrico del abastecimiento de agua	48
4.3.1. Área y perímetro de las cuencas hidrográficas	48
4.3.2. Datos de precipitación (mm/mes) y temperatura (°C)	48
4.3.3. Capacidad de retención de agua	49
4.3.4. Determinación de la evotranspiración según thornthwaite	50
4.3.5. Cálculo de la oferta hídrica según el caudal disponible	52
4.3.6. Demanda hídrica	54
4.3.7. Déficit hídrico.....	54
4.4. Propuesta de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua	55

V.	DISCUSIÓN	58
VI.	CONCLUSIONES	62
VII.	RECOMENDACIONES	63
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
IX.	ANEXOS	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Consumo de agua según la metodología de Casado (2011).	20
2. Preguntas para identificar los hábitos en el uso del agua y sus instalaciones.	23
3. Inventario de equipos de consumo de agua por área en los servicios higiénicos.	24
4. Inventario de equipos de consumo de agua por área en otras instalaciones	25
5. Puntos de muestreo.	26
6. Parámetros a utilizar en la evaluación fisicoquímica de las fuentes de agua de la UNAS.	27
7. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica de las fuentes de agua de la UNAS.	28
8. Consumo de agua por estrato.	34
9. Consumo de agua total.	34
10. Análisis físicoquímico de la quebrada Cocheros.	43
11. Análisis físicoquímico de la quebrada Córdova.	44
12. Análisis físicoquímico de la quebrada Naranjal.	44
13. Análisis microbiológico de la quebrada Cocheros.	45
14. Análisis microbiológico de la quebrada Córdova.	46
15. Análisis microbiológico de la quebrada Naranjal.	47
16. Área y perímetro de las cuencas hidrográficas en estudio.	48
17. Temperatura promedio en el distrito de Rupa Rupa (2000 - 2019).	48
18. Precipitación promedio según las cuencas (2000-2019).	49
19. Capacidad de retención de agua.	49
20. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Cocheros.	50

21. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Córdoba.	51
22. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Naranjal.	52
23. Caudal disponible de las cuencas Cocheros, Córdoba y Naranjal.	52
24. Oferta hídrica de las cuencas Cocheros, Córdoba y Naranjal.	53
25. Demanda hídrica de las cuencas Cocheros, Córdoba y Naranjal.	54
26. Propuestas de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua.	55
27. Número de muestras de los estudiantes.	70
28. Número de muestras de los docentes.	70
29. Número de muestras del personal administrativo.	71
30. Número de muestras del comercio	71
31. Formato de detección de prácticas no eficientes para los estudiantes.	71
32. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para docentes.	72
33. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para el personal administrativo.	72
34. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para comerciantes.	72
35. Infraestructuras abastecidas de agua por quebrada.	73
36. Inventario de equipos sanitarios dentro de los servicios higiénicos según área.	74
37. Servicios higiénicos de las áreas del campus universitario.	77
38. Inventario de equipos de áreas que no cuentan con servicios higiénicos.	80
39. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2000-2006).	81

40. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2007-2013).	82
41. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2014-2019).	83
42. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdoba (2000-2006).	84
43. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdoba (2007-2013).	85
44. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdoba (2014-2019).	86
45. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2000-2006).	87
46. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2007-2013).	88
47. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2014-2019).	89
48. Información de temperatura media según la Estación Abelardo Quiñones - Tingo María.	90
49. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Cocheros con el proceso de la contabilidad de las aguas.	91
50. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Córdoba con el proceso de la contabilidad de las aguas.	92
51. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Naranjal con el proceso de la contabilidad de las aguas.	93
52. Oferta y demanda hídrica de las quebradas Cocheros, Córdoba y Naranjal.	94
53. Validación de datos de precipitación para la quebrada Cocheros	94
54. Validación de datos de precipitación para la quebrada Córdoba	95
55. Validación de datos de precipitación para la quebrada Naranjal	96
56. Validación de datos de temperatura	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Consumo de agua en el Perú por sectores (MINAGRI, 2016).	12
2. Comparación entre porcentajes de la población de las regiones naturales y disponibilidad relativa de agua (MINAGRI, 2016).....	13
3. Ubicación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	17
4. Puntos de muestro para la evaluación de la calidad de agua.	25
5. Suministro de agua las 24 horas del día.....	35
6. Existencia de averías en los grifos o inodoros.....	36
7. Existencia de fugas en los grifos o inodoros.	36
8. Reporte de de fugas o averías.	37
9. Reparación es inmediata en los grifos o inodoros cuando se reporten.	37
10. Cerrado correcto de los grifos después de su uso.	38
11. Mal uso del grifo cuando se asea.....	38
12. Conocimiento de programa de revisión de fugas y mantenimiento.	39
13. Cerrado del grifo momentáneo al surgir una interrupción o distracción.	39
14. Buen manejo del agua en la UNAS.	40
15. Equipos sanitarios de la UNAS dentro de los servicios higiénicos.	41
16. Total de servicios higiénicos en el campus universitario.....	41
17. Equipos sanitarios con observaciones por averías o fugas.....	42
18. Equipos sanitarios que no se encuentran en servicios higiénicos.....	42
19. Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1976).....	50
20. Curva de oferta y demanda hídrica del recurso hídrico de la UNAS.	54

21. Servicios higiénicos de mujeres de las oficinas de Pabellón Central, equipamiento convencional y presentaba fuga de agua en el inodoro.	98
22. Grifos ahorradores de agua en los servicios higiénicos ubicados en el Tabladillo.	98
23. Urinarios e inodoros ahorradores de agua los servicios higiénicos que han sido remodelados.	99
24. Fugas de agua en los servicios higiénicos remodelados.	99
25. Fugas de agua en los servicios higiénicos cuyo equipamiento es convencional.	100
26. Deterioro de equipamiento sanitario en las ex viviendas de docentes (deshabitadas).	100
27. Fugas de agua y averías en el grifo que provee de agua al Laboratorio de Operaciones Unitarias (EPIA-FRNR).	101
28. Averías en el equipamiento sanitario de los servicios higiénicos de la oficina de la Dirección de Infraestructura.	101
29. Almacenamiento de agua en contenedores por la falta de abastecimiento durante todo el día.	102
30. Grifos en mal estado y con averías en el Pabellón “Gallito de las Rocas”.	102
31. Inodoro fuera de servicio.	103
32. Aplicación de encuestas.	103
33. Muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico.	104

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de julio a diciembre del 2019. Para la elaboración de la línea base se utilizó la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente en la Guía de Ecoeficiencia (2016), el consumo de agua fue calculado según lo manifestado por Casado (2011), los parámetros físicoquímicos y microbiológicos fueron comparados con los límites máximos permisibles de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (2010) y el balance hídrico del abastecimiento de agua por la contabilidad de aguas, además la validación de datos de precipitación y temperatura fueron realizados según su coeficiente de variación. Se aplicaron 236 encuestas a la población universitaria y se realizó el inventario de equipos sanitarios, el consumo total de agua es de 3258.92 m³/mes y, en términos generales, la población universitaria práctica buenos hábitos de uso del agua, sin embargo, la falta de algún programa de mantenimiento de las instalaciones sanitarias de la universidad manifestado por más del 60% del total de encuestados tanto alumnos, docentes, personal administrativo y comerciantes, es una constante falencia, presenciando la existencia de averías y fugas de agua, las mismas que no son reportadas por el 87.10% de los alumnos. Los análisis físicoquímicos no superan los límites máximos permisibles establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA), para ninguno de los puntos muestreados a diferencia del microbiológico, donde se encontró presencia de coliformes totales (3 – 11 UFC/100 mL), coliformes termotolerantes (4 – 13 UFC/100 mL) así como *Salmonella sp.*, y mohos y levaduras (3 – 26 UFC/100 mL). Por otro lado, se contabilizó un total de 87 servicios higiénicos y otras 05 áreas que no cuentan con servicios higiénicos, pero si con algunos equipos sanitarios. Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes.y finalmente, se ha realizado la propuesta de seis medidas de ecoeficiencia para uso recurso hídrico dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Palabras claves: Oferta hídrica, demanda hídrica, calidad, Cocheros, Córdova, Naranjal.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the ecoefficiency of the water use on the Universidad Nacional Agraria de la Selva campus from July to December of 2019. In order to create a baseline, the methodology proposed by the Ministerio del Ambiente in the Guía de Ecoeficiencia (2016) was used; the water consumption was calculated according to Casado (2011); the physicochemical and microbiological parameters were compared to the maximum allowable limits put in place by the Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (2010); and the water balance for the water supply was done according to water accounting. Moreover, the validation of the data for precipitation and temperature was done according to the variation coefficient. Of the university population, 236 people were surveyed and an inventory of sanitary equipment was done. The total water consumption was 3258.92 m³/month and, in general terms, the population at the university practice good habits for water use, nonetheless, the lack of a program for the maintenance of the sanitary installations at the university was revealed by more than 60% of the total of those surveyed, including students, professors, administrative personnel and business owners. This is a constant flaw evidenced by the existence of breakdowns and leaks in the water supply, which are not reported by 87.10% of the students. The physicochemical analysis does not surpass the maximum allowable limits established in the Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) at any of the sampling points; unlike the microbiological analysis, where the presence of total coliforms (3 – 11 UFC/100 mL), thermotolerant coliforms (4 – 13 UFC/100 mL) as well as *Salmonella* sp., mold and yeast (3 – 26 UFC/100 mL) were found. On the other hand, a total of eighty seven bathrooms and five other areas which do not have bathrooms, but do have some type of sanitary equipment, were assessed. A water deficiency exists in the month of August, valued at 0.54 thousand m³/month. Finally, a proposal for six ecoefficiency measures was given for the use of the water resource on the Universidad Nacional Agraria de la Selva campus.

Keywords: Water supply, water demand, quality, Cocheros, Córdova, Naranjal

I. INTRODUCCIÓN

La ecoeficiencia es el uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales obteniendo beneficios ecológicos y económicos contribuyendo a la menor generación de residuos y disminuyendo la contaminación ambiental. Las medidas de ecoeficiencia son acciones aplicadas para realizar mejoras continuas en los diversos servicios, con el menor uso de recursos y produciendo menores impactos negativos en el medio ambiente (MINAM 2010).

En el Perú también se promueve la ecoeficiencia como parte de las políticas públicas, por ello se promulgó la Ley N° 29289 “Ley de Presupuesto del sector público para el año fiscal 2009”, donde el objetivo principal es, que todas las entidades públicas adopten medidas de ecoeficiencia principalmente en el ahorro y cuidado del papel, energía y agua (Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM, y su modificatoria Decreto Supremo N°011-2010-MINAM), y posteriormente se publicó la Guía de Ecoeficiencia para Instituciones del Sector Público cuya última versión fue publicada en el 2016.

La ciudad de Tingo María posee un déficit de cobertura en el servicio de agua potable, la misma que abastece solo a la zona urbana de la ciudad, por lo que, la Universidad Nacional Agraria de la Selva obtiene el servicio de agua a través de red de agua entubada rudimentaria, abastecida por tres quebradas denominadas “Cocheros”, “Córdova” y “Naranjal”, las mismas que cuentan con autorización de derecho de uso de agua por la Administración Local del Agua Tingo María.

Según Bustamante (2005), en el año 2004 existía un déficit promedio de -0.89 miles m³/mes del servicio de agua de la quebrada Naranjal hacia la población universitaria en el mes de junio y la quebrada Cocheros

presentó un déficit promedio de -0.0080 miles m^3 /mes, -0.0073 miles m^3 /mes para los meses de mayo y junio, respectivamente, la quebrada Córdova presenta déficit en los mismos meses que Cocheros con valores de -0.0065 miles m^3 /mes y -0.0068 miles m^3 /mes, además, para el año 2024, la quebrada Naranjal seguirá manteniendo el mismo déficit en el abastecimiento de agua en el mes de junio y lo mismo sucederá para las quebradas Cordova y Cocheros en todos los meses con déficit promedio que oscila entre -4.01 y -1.06 miles m^3 /mes, excepto diciembre por el periodo lluvioso.

Así mismo, la falta de medidores de control de agua, mantenimiento periódico de los equipos sanitarios y las malas prácticas de uso del agua, son factores claves que influyen en el abastecimiento del mismo (Jorge 2017).

Considerando que existe un déficit en el servicio de abastecimiento de agua para la Universidad Nacional Agraria de la Selva se plantea la siguiente interrogante ¿Cuál es la ecoeficiencia en el uso de agua en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el periodo de Julio – Diciembre del 2019?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el periodo de julio a diciembre del 2019.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar la línea base en el uso del agua en las áreas académicas, administrativas, residenciales y comerciales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Evaluar la calidad físicoquímica y microbológica de las fuentes de agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Calcular el balance hídrico del abastecimiento de agua en las áreas académicas, administrativas, residenciales y comerciales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Proponer medidas de ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) – Nuevo León-México

La Universidad Autónoma de Nuevo León posee seis campus localizadas en estados semiáridos con estudios que las indican como zonas con estrés hídrico. Por lo mencionado anteriormente, la UANL incentiva y promueve el uso ecoeficiente del agua en todos sus campus, impulsando políticas orientadas a mejorar su servicio pero haciendo un menor uso del recurso (Universidad Autónoma de Nuevo León 2018):

- Implementación del programa de concientización de uso eficiente del agua, donde el consumo de agua potable per cápita bajó de 12.4 m³ en el año 2011 a 7.7 m³ en el año 2019, incluso cuando la población estudiantil aumentó durante el año 2019.
- Instalación de equipos ahorradores de agua, reemplazando a los sistemas antiguos en grifos, inodoros y duchas.
- Utilizar el agua residual tratada para mantener el 85% de las áreas verdes del campus universitario, generando un ahorro económico del 17.58% del total del precio del agua potable.
- Implementación del programa “Cero Fugas de Agua en la UANL” corrigiendo los problemas de fugas en la red de suministro de agua potable, pudiendo disminuir el consumo del recurso en 63,881 m³ al

año, generando ahorros económicos por más de \$97.000 en los últimos ocho años, desde que se ha implementado el programa.

- Programa de suministro eficiente del agua.

Universidad CES – Medellín - Colombia

La Ley 373 de 1997 de Colombia, y que aún se encuentra vigente, establece que los usuarios del recurso hídrico, incluyendo universidades, empresas privadas e instituciones del estado deben desarrollar un Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua (PUEYRA), donde incluyan las políticas, lineamiento acciones y otros, que vayan a implementar para mejorar o conservar la calidad del servicio y a su vez, preservando el recurso hídrico. Por ello, la Universidad CES de Colombia, recurrió a implementar opciones de mejora para incrementar la eficiencia y el ahorro del recurso (Universidad CES 2018):

- Se estableció un cronograma de mantenimientos para verificar el estado de funcionamiento tanto de baterías sanitarias, lavamanos y duchas, con el objetivo de identificar daños que puedan generar fugas.
- Cronograma de inspección a las redes de distribución, con lo cual se verifique el estado de éstas.
- Limpiezas periódicas a las canaletas del techo con las cuales se transporta el agua lluvia a los tanques de almacenamiento; con el objetivo de retirar sólidos y material particulado.
- Verificación del estado de funcionamiento de las máquinas dispensadoras de agua y bebidas tales como café, con lo cual se identifican daños y/o averías que causen una pérdida del recurso.
- Se incentiva el ahorro y uso eficiente del recurso tanto con empleados, estudiantes y personal visitante a la Universidad, a través de campañas educativas y acciones/actividades de sensibilización.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Facultad de Ciencias Biológica - Universidad Nacional San Agustín - Arequipa

El consumo promedio mensual de agua es de 15 m³, aplicándose las siguientes medidas para su uso y ahorro ecoeficiente:

- Programa de control de fugas para poder detectar a tiempo las fallas en la red del suministro de agua en las infraestructuras internas y los servicios sanitarios; liderado por la Secretaria de Gestión Administrativa.
- Sensibilización a la población universitaria sobre el uso eficiente del recurso hídrico, a través de infografías o afiches distribuidos en todo en las instalaciones de la facultad, pero principalmente en los servicios sanitarios.
- La Secretaria de Gestión Administrativa actuará de forma inmediata cuando se reporte alguna falla en la red de suministro de agua, ya sea alguna avería o deterioro del equipo sanitario. Los reportes pueden realizarse por docentes, alumnos o personal administrativo de la universidad.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima

Medidas del cuidado del agua hacia una ciudad universitaria sostenible (Bustamante 2011):

- Mantenimiento y riego de las áreas verdes en horas de baja intensidad solar.
- Programa de control de fugas de agua para todo el campus universitario, revisando periódicamente la red de suministro de agua.
- Colocar afiches o avisos sobre el cuidado del recurso hídrico en todos los puntos más concurridos de la universidad.

- Programa de reporte de averías de las instalaciones sanitarias, al observar alguna falla en la red de agua, se debe reportar a través de un correo electrónico a la Oficina General de Administración para su inmediata reparación.

Universidad Nacional Agraria La Molina (Unalm) - Lima

La UNALM posee equipos sanitarios antiguos cuya capacidad de consumir agua es elevada además de encontrarse en estado deteriorado. Las instalaciones que ocupa el alumnado poseen un 21% de equipos en mal estado. Por otro lado se calculó que el promedio diario per cápita de consumo de agua de los docentes de 14.38 litros/persona y para el personal administrativo de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) de 9.89 litros/persona. Además, se realizó análisis físico-químicos y microbiológicos en los servicios higiénicos que utilizan los alumnos, facultades y el personal administrativo, concluyendo que superan los Límites Máximos Permisibles para el consumo de agua. Realizado el diagnóstico del consumo de agua se han propuesto medidas de ecoeficiencia para su uso de donde se puede obtener un ahorro de agua de 88'012 550.4 litros que equivale a un costo de S/ 213 166.40 soles como lo reportan Advíncula *et al.* (2014).

2.2. ECOEFICIENCIA

La ecoeficiencia involucra todas las acciones encaminadas a proporcionar bienes y servicios, tomando en cuenta la vital importancia del cuidado y, permitiendo el aprovechamiento de los recursos que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, disminuyendo los impactos ambientales negativos, como resultado del aprovechamiento cada vez más eficiente de los recursos y la energía. Las municipalidades, empresas privadas, instituciones públicas, como las universidades, están sujetas a la implementación de acciones de ecoeficiencia (MINAM 2016).

La ecoeficiencia genera beneficios ecológicos enfocados en la adopción al cambio climático, preservación de hábitats y ecosistemas, pero también

genera ahorros económicos contribuyendo a mejorar la calidad del servicio y la competitividad institucional (Chavez 2016).

2.2.1. ECOEFICIENCIA EN EL PERÚ

La ecoeficiencia en el Perú tuvo sus inicios a través de la Comisión Nacional del Ambiente (CONAM) con el impulso de la Producción Más Limpia, creándose en el año 2006 con el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) un Subcomité de Producción Más Limpia, cuyo dirección pertenecía al Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental, aprobándose la Guía Práctica para la Implementación Producción Más Limpia (GP 900.200) y norma en el año 2008 la Norma Técnica Peruana 900.201:2008 Producción Más Limpia.

El esquema de la Producción Más Limpia se relaciona con la ecoeficiencia, debido a que, es un instrumento que permite identificar y evaluar la mejora continua para el uso eficiente de los recursos, generando ahorros económicos y la disminuyendo impactos ambientales negativos (MINAGRI 2007).

Este instrumento se incluyó en la definición de la ecoeficiencia, con un concepto más amplio y con objetivos que traspasan solo el proceso operativo o productivo. En el caso de nuestro país, su enfoque abarca principalmente el servicio público, buscando elevar el rendimiento con el aprovechamiento sostenible de los recursos en beneficio del Perú.

2.2.2. ECOEFICIENCIA EN INSTITUCIONES PÚBLICAS

El Ministerio del Ambiente impulsa y promueve de forma activa estrategias y acciones de ecoeficiencia en las instituciones que pertenecen al estado (municipios, universidades y otros) (MINAM 2016). Se denomina a una institución ecoeficiente cuando:

- Usa de forma eficiente los recursos existentes desde suelo, agua, energía, hasta biodiversidad y otros.

- Disminuye el impacto ambiental negativo de sus procesos como la mala disposición de residuos sólidos, hacinamiento y contaminación.
- Adiciona un valor agregado al servicio que otorga en materia de innovación, sostenibilidad y responsabilidad socioambiental.

2.2.3. NORMATIVIDAD NACIONAL RELACIONADA CON LA ECOEFICIENCIA

La normatividad nacional relacionada a la ecoeficiencia según la guía de ecoeficiencia para sector público, es la siguiente:

- Decreto Supremo N°009-2009-MINAM, que establece medidas de ecoeficiencia para el sector público.
- Decreto Supremo N°011-2010-MINAM, que modifica algunos artículos del Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM.
- Normas técnica Peruana NTPISO 14045:2013 Gestión ambiental.
- Evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto. Principios, requisitos y directrices.
- Resolución Ministerial N°021-2011-MINAM y modificatoria con Resolución Ministerial N°083-2011-MINAM, que menciona los valores de material reciclado en plásticos, papeles y cartones a ser usados por las entidades del sector público.
- Decreto Supremo N°004-2011-MINAM, reglamento de la aplicación gradual de los porcentajes de material reciclado en plásticos, papeles y cartones que debe usar y comprar el sector público.
- Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.
- Decreto Supremo N° 053-2007-EM, Reglamento de Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

2.2.4. INDICADORES DE ECOEFICIENCIA

Los indicadores son todas las variables que se evalúan en una determinada dimensión y permiten estimar resultados generando una mejora continua. El número de indicadores puede variar pero debe mantener el equilibrio que existe con las dimensiones, para poder comunicar todo tipo de información en relación con el progreso o retraso que conlleven a cumplir los objetivos y metas establecidos, pudiendo ser de tipo económico, ambiental o social (Reategui 2018).

Según la guía de ecoeficiencia propuesta por el Ministerio del Ambiente (2016), las instituciones deben implementar como mínimo cinco indicadores que permitan evaluar el uso de sus recursos así como los impactos que éstos generan al ambiente relacionado con las actividades que desarrollan. Una alternativa es utilizar el ecobalance, que permite comparar las evaluaciones de años pasados de otras instituciones así como verificar si sus acciones han sido eficientes. Esto, y complementado con otro tipo de información y análisis mostrará dónde se encuentra la mayor contaminación ambiental y, donde existe potencial para tomar medidas. Los indicadores de ecoeficiencia más comúnmente analizados por las empresas son:

- Vertimientos
- Emisiones
- Generación de residuos
- Consumo de agua
- Consumo energía
- Consumo de materiales

2.2.5. PLAN DE ECOEFICIENCIA

El plan de ecoeficiencia institucional es aquel documento que incluye las acciones y estrategias de ecoeficiencia identificadas como aceptables en el diagnóstico de oportunidades, conteniendo innovación técnica,

tecnológica y organizacional para la mejora continua del servicio público. El Plan de Ecoeficiencia Institucional de forma obligatoria debe ser aprobado y publicado, así como los resultados generados (Chavez 2016).

Por lo expuesto, es obligatorio que todas las entidades pertenecientes al estado peruano puedan contar con un Plan de Ecoeficiencia, con el objetivo de lograr las metas establecidas en el Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM y su modificatoria, que como mínimo debe presentar, la línea base de consumo de los recursos (agua, tóner, electricidad, combustible y papel). Este diagnóstico va a permitir la elaboración de las acciones e indicadores del resultado para evaluar la implementación de las medidas de ecoeficiencia en la institución, reflejado en la disminución del uso y consumo de los recursos antes mencionados; además, también debe contener un cronograma para la ejecución de estas medidas (SUSALUD 2011).

El plan de ecoeficiencia establece las estrategias de sensibilización y comunicación de las medidas de ecoeficiencia, con el único objetivo de que se asuman responsablemente la tarea de cumplir con las metas del Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM en la institución (SUSALUD 2011).

2.3. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL PERÚ

A nivel mundial, el Perú se encuentra en el puesto ocho de países con mayor disponibilidad de agua, y a nivel de América Latina, en el puesto tres, esto según lo manifestado por AQUASTAT, el sistema de información de la FAO sobre el agua en la agricultura. Lamentablemente ello no ha sido manifestado en la correcta gestión hídrica, obteniendo como resultado una relación negativa entre la disponibilidad del recurso y la inversión pública debido a la geografía accidentada del país (IPROGA 2015).

En los últimos años y considerando también la influencia del cambio climático ha generado la iniciativa privada y pública para generar un uso eficiente del recurso hídrico. Con tal situación, con Decreto Legislativo 997 (2008), se crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA), adscrita al Ministerio de Agricultura, ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema

Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y, posteriormente, en el año 2009, se promulga la Ley 29338 de los recursos hídricos (IPROGA 2015).

2.3.1. CONSUMO DE AGUA

El consumo de agua en el Perú se distribuye en seis sectores, pero principalmente en el energético y agrícola (ver figura 1), donde en comparación con el uso población, el agrícola es doce veces mayor (MINAGRI 2016).

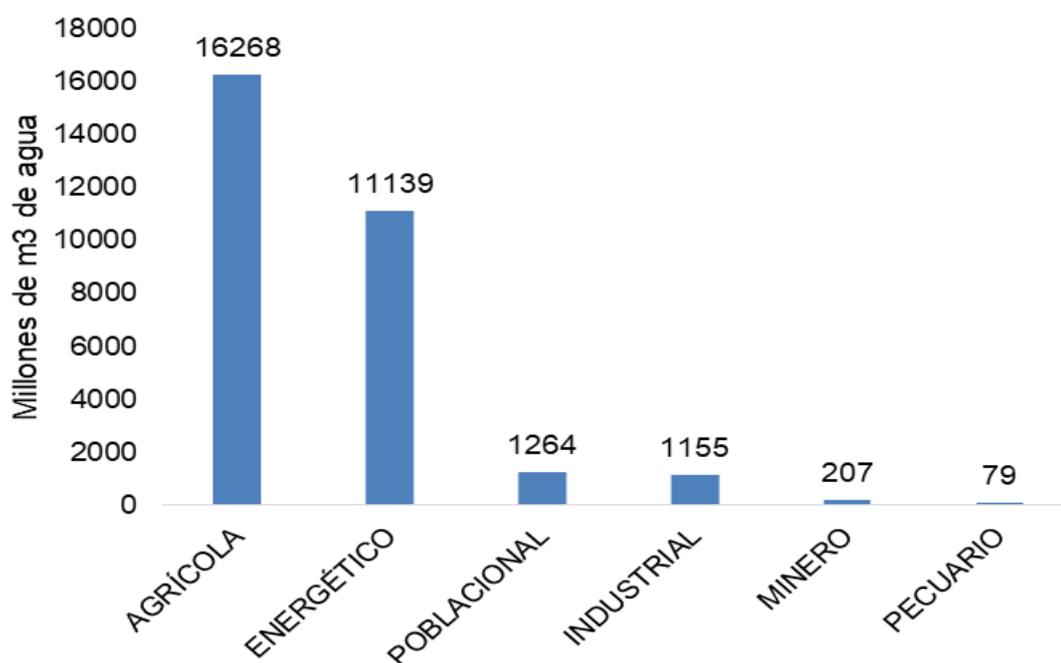


Figura 1. Consumo de agua en el Perú por sectores (MINAGRI, 2016).

Según MINAGRI (2016), la zona costera del país utiliza el 36% del recurso disponible en esa región de forma natural, debido a su alto crecimiento demográfico y por lo tanto, la demanda existente para actividades agrícolas y la concentración de grandes industrias. El consumo promedio de agua por persona es de 1105 m³/año, es decir, alrededor de 3000 litros de agua por persona al día, que comparado con el consumo en la sierra y selva equivale a tres y diez veces más, respectivamente.

En la zona sierra del Perú se usa 0,83% del agua disponible, con un consumo de agua promedio de 354 m³/año, alrededor de, 1000 litros de agua por persona al día. A diferencia de la selva, y considerando la gran

cantidad de agua disponible en volumen, se aprovecha tan solo el 0,02% del agua disponible, el consumo promedio por persona es de 109 m³/año, alrededor de 300 litros de agua por persona al día. En el caso de las zonas áridas o con estrés hídrico se ha considerado una red de reservorios como solución temporal (SUNASS 2018).

La capacidad de almacenamiento que tiene el país es de 2731 millones de m³ de agua, distribuida en nueve reservorios, como se muestra en la Figura 2, además según los reportes de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en el año 2018 la población peruana consumió 163 litros de agua por día por persona, superando lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud siendo este de 100 L/día/persona.

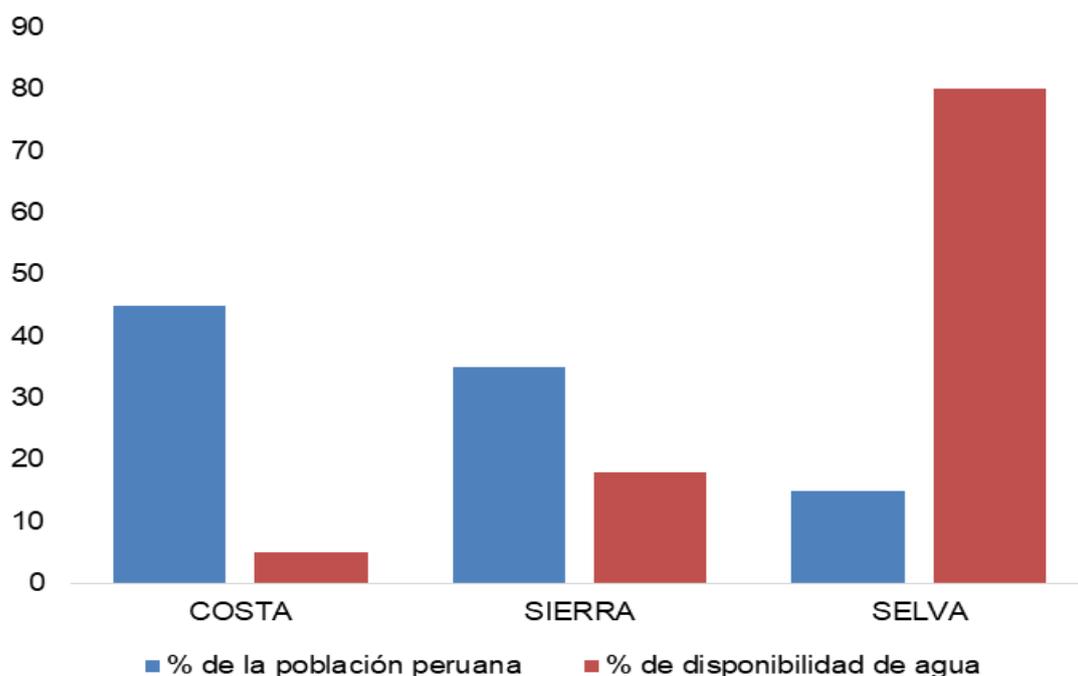


Figura 2. Comparación entre porcentajes de la población de las regiones naturales y disponibilidad relativa de agua (MINAGRI, 2016).

2.3.2. CONSECUENCIAS DEL CONSUMO NO CONTROLADO DE AGUA

La inadecuada gestión y aprovechamiento del recurso generan impactos que contribuyen al deterioro de la calidad del agua; según Reategui (2018), estos impactos se dividen en:

- Inexistencia de tratamiento de las aguas residuales: las aguas residuales como consecuencia de acciones humanas son una de las principales causas de contaminación de agua superficial y subterránea.
- Consecuencias negativas en el modelo agro-alimentario, es decir, la capacidad de la tierra para proporcionar alimentación a toda especie que depende de ella, debe ser asegurado en el tiempo, siendo un requisito fundamental para nuestra supervivencia y el agua constituye el punto de partida. En las zonas donde la precipitación no es abundante se debe fomentar un modelo productivo que permita la buena gestión hídrica.
- La contaminación generada en las aguas residuales industriales no tratadas conlleva a la pérdida de la vida en los ríos o quebradas, por lo tanto no pueden ser utilizados como recurso.
- El uso de combustibles fósiles para la generación de energía, necesitan de una gran cantidad de agua para que su producción sea la esperada, principalmente, para sus circuitos de refrigeración, generando un impacto negativo de la fuente de donde la obtienen, debido a que, generalmente, se sitúan en áreas cercanas a sus fuentes interfiriendo también con su ecosistema.
- La tala indiscriminada de bosques, los incendios forestales, la agricultura intensiva, los monocultivos, cambio de uso de suelo para efectos de extensión urbana y la sobreexplotación del recurso hídrico ha generado como consecuencia desertificación y sequía.
- Al generar impactos negativos sobre el agua se altera su calidad viéndose reflejado en la pérdida de fauna y flora, siendo necesario buscar su conservación.
- La inadecuada gestión de los ecosistemas fluviales se ve reflejado en la canalización de cauces de ríos y quebradas, utilizar los ríos como transporte fluvial y la construcción de infraestructuras en las fuentes o en sus márgenes han generado la degradación del ecosistema. Lamentablemente considerar que el agua que

desemboca en el mar no tiene importancia, es una idea que permanece, por el contrario, esa agua lo que consigue es llenar de vida el mar y con ello poder mantener la riqueza y diversidad.

2.4. SOSTENIBILIDAD EN EL USO DEL AGUA

Para tener un ecosistema saludable, potenciar el desarrollo económico e indispensablemente para la supervivencia humana el agua es un recurso fundamental, considerado un eje principal para el desarrollo sostenible. Además la población necesita el agua para contribuir a la mejora de su salud, contrarrestar posibles enfermedades e incentivar la producción y conservación de una variada serie de bienes y servicios con los que contamos, también es un vínculo principal entre el medio ambiente, la población y el sistema climático (ONU 2015).

Una buena gestión del agua involucra que se considere como renovable, debido a que, es un recurso limitado e insustituible, clave para el bienestar humano. Aproximadamente, 1700 millones de personas habitan en cuencas fluviales haciendo uso intensivo del mismo, según esta información para el 2025 más de la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez hídrica. Según la ONU, 2015, la principal estrategia para la gestión hídrica es asegurar su uso eficiente y equitativo, donde el agua puede ser un facilitador para fortalecer la resiliencia del sistema social, económico y ambiental ante cambios rápidos e imprevistos, superando así, el gran desafío que supone para el desarrollo sostenible.

A continuación, la organización de las naciones unidas a través del decenio internacional para la acción “El agua fuente de vida” (2015), recomienda algunas acciones que pueden contribuir a la buena gestión del recurso hídrico.

- Realizar un seguimiento periódico de los consumos de agua.
- Realizar un mantenimiento periódico de la red de agua interior de la concesión.

- Diseñar espacios de áreas verdes de bajo consumo.
- Instalar mecanismos de ahorro de agua en las operaciones de limpieza.
- Instalar mecanismos de ahorro de agua en los aseos.
- Evitar el uso del agua en el almacenamiento de materiales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco.

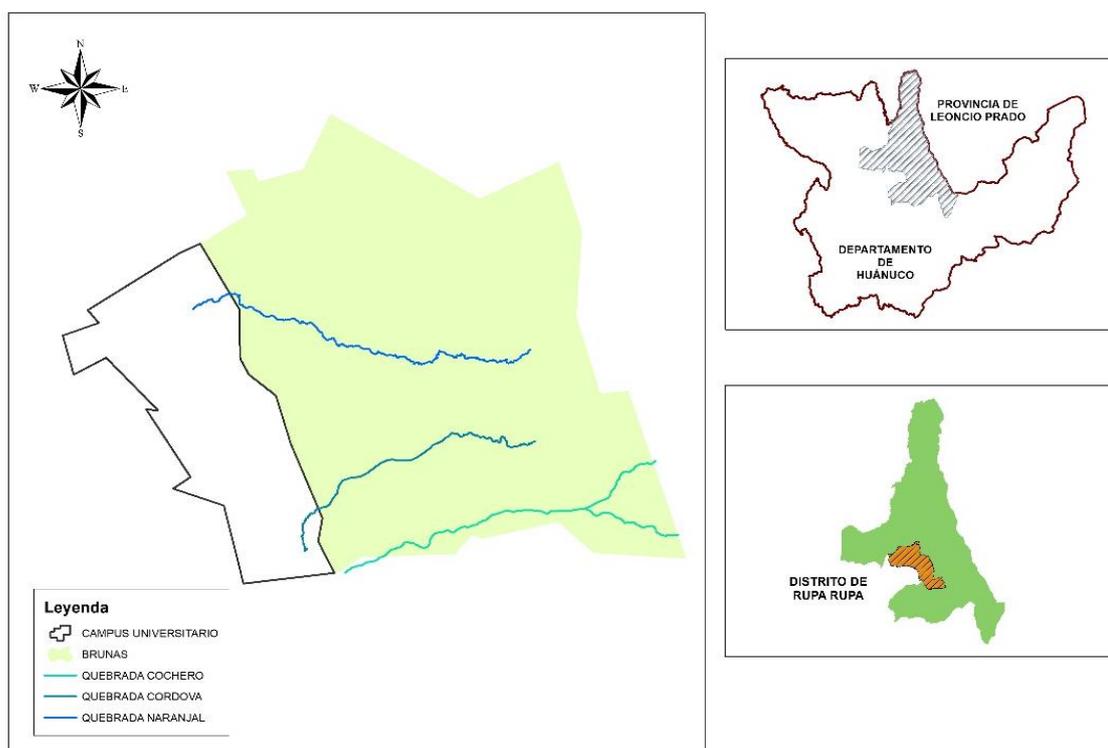


Figura 3. Ubicación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Según la Estación Meteorológica Abelardo Quiñones (2019) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el distrito de Rupa Rupa se encuentra ubicada en una altitud de 649 m.s.n.m., encontrándose en las

coordenadas 9°18'00" Sur y 75°60'00" Oeste, teniendo como capital a la ciudad de Tingo María.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según SENAMHI (2019) y la ESTACIÓN "ABELARDO QUIÑONES" (2019) de Tingo María, la provincia de Leoncio Prado presenta un clima tropical, cálido y húmedo, con una temperatura media de 24 °C, precipitación anual de 3352.9 mm y una humedad relativa de 76.55 %.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIALES

Se utilizó: botellas de vidrio, balde de 4 L, cronómetro, cuaderno de apuntes, lapicero y formatos de registro de consumo de agua.

3.2.2. MATERIALES DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Se utilizó: placas Petri, pipetas graduadas de 1 ml, 5 ml y 10 ml, probetas graduadas de 100 ml, tubos de ensayo, vaso precipitado de 50 ml, 200 ml y 500 ml, matraces de 100 ml y 250 ml, crisoles, gradillas y mechero Bussen.

3.2.3. EQUIPOS

Se utilizó: laptop marca Toshiba Satellite Intel Core I7, cámara fotográfica Canon para el registro de imágenes y equipo multiparámetro marca Hanna para la lectura de los parámetros fisicoquímicos.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE

Para la elaboración de la línea base, se recolectó la información del consumo de agua en las áreas académicas, administrativas, residenciales y comerciales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; luego se realizó la

identificación de los hábitos de consumo, posteriormente, el inventario de equipos sanitarios. La metodología utilizada es la propuesta por el Ministerio del Ambiente en el año 2016, denominada “Guía de Ecoeficiencia” y se describe a continuación:

3.3.1.1. Determinación del tamaño de muestra

Para el cálculo de la muestra se solicitó a la Oficina de Bienestar Universitario y Oficina de Recursos Humanos el número total de alumnos, docentes y personal administrativo para el semestre 2019-II. Se utilizó la fórmula propuesta por Martínez *et al.* (2004), siendo lo siguiente:

$$n = \frac{N \cdot k^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + k^2 \cdot p \cdot q} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- n = Tamaño de muestra
- N = Población
- K = Nivel de confianza al 95 %
- P = Probabilidad de éxito
- q = Probabilidad de fracaso (1-p)
- e = Error máximo admisible

Cuando se desea estimar una proporción, se debe conocer varios aspectos:

- a) **El nivel de confianza o seguridad (1- α):** El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente ($Z\alpha$). Por ejemplo, para una seguridad del 95%, $Z\alpha = 1.96$ (valor proveniente de la distribución normal Z).
- b) Una idea del **valor aproximado del parámetro** que queremos medir, esta idea se puede obtener revisando la literatura, por estudios pilotos previos. En caso de no tener dicha información se utiliza el valor $p = 0.5$ (50%).

Se clasificaron en cuatro grupos, de acuerdo al área, para calcular la muestra estratificada y se utilizaron el criterio de “afijación proporcional” (Martínez *et al.*, 2004) para el reparto de unidades de la muestra; es decir, según las proporciones de la población en cada grupo con respecto al total según la siguiente fórmula:

$$n_h = n * \frac{N_h}{N} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

n_h = Muestra estratificada.

n = Tamaño de muestra.

N_h =Tamaño del estrato.

N = Población.

3.3.1.2. Consumo de agua

Para determinar el consumo de agua se utilizó la metodología propuesta por Casado (2011), donde se procedió a realizar una encuesta en el mes de octubre (ver Cuadro 1), para esto el tamaño de la muestra fue la obtenida según el inciso 5.3.1.1. Para el consumo de un mes de agua por persona (CM), se tuvo en cuenta tres aspectos: consumo de agua para grifo (C_1), consumo de agua para inodoro (C_{12}), consumo de agua para urinario (C_3) y la medición del caudal para los grifos.

Cuadro 1. Consumo de agua según la metodología de Casado (2011).

N°	Preguntas	N° veces
1	¿Cuántas veces te lavas las manos o la cara diariamente en los servicios higiénicos?	
2	¿Cuántas veces utilizar el inodoro?	
3	¿Cuántas veces utilizas el urinario?	
4	¿Cuánto tiempo utilizas el grifo del lavado de manos?	Tiempo (min)

Fuente: Casado (2011).

Caudal método volumétrico:

$$Q = V/T \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- Q = Caudal L/min.
 V = Volumen en L
 T =Tiempo en min.

Consumo de agua para grifo (C₁):

$$C_1 = a \times b \times c \times d \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

- a = Número de veces promedio de uso del grifo por día (usos/día).
 b = Días laborados por mes (Nº días/mes).
 c = Tiempo promedio de uso por cada vez que se utiliza (min/usos).
 d = Caudal promedio del grifo (m³/min).

Consumo de agua para inodoro (C₂):

$$C_2 = a_2 \times b_2 \times e_2 \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- a₂ = Número de descargas promedio de uso del inodoro por día.
 b₂ = Días laborados por mes (Nº días/mes).
 e₂ = m³ por descarga promedio del inodoro (m³/descarga).

Consumo de agua para urinario (C₃):

$$C_3 = a_3 \times b_3 \times e_3 \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

Donde:

a_3 = Número de veces promedio de uso del
urinario por día (descarga/día).

b_3 = Días laborados por mes (Nº días/mes).

e_3 = m³ por descarga promedio del urinario
(m³/descarga).

Consumo mensual por persona (CP):

$$CP = \sum_{i=1}^n Ci \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

C_1 = Consumo de agua por grifo

C_2 = Consumo de agua por inodoro

C_3 = Consumo de agua por urinario

Consumo mensual (CM):

$$CM = CP \times N \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Donde:

CP = Consumo mensual por persona

N = Número de personas

Importe del mes (M):

$$IM = CM \times tarifa \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

Donde:

CM = Consumo mensual

Consumo per cápita diario (CPD):

$$CPD = \frac{CM}{N \times n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

Donde:

CM = Consumo mensual

N = Número de personas

n = Días laborados

3.3.1.3. Identificación de hábitos en el uso del agua y sus instalaciones

La identificación de hábitos se realizó según el la Guía de Ecoeficiencia propuesto por el Ministerio del Ambiente (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Preguntas para identificar los hábitos en el uso del agua y sus instalaciones.

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿Posee agua todo el día?			
2	Cada vez que va a los servicios o lugares con grifos de agua ¿encuentra que los inodoros o grifos están mal cerrados y corre el agua?			
3	¿Observa que los inodoros y/o grifos gotean?			
4	En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?			
5	Cuando se reporta alguna avería en los grifos o inodoros, ¿la reparación es inmediata?			

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
6	¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?			
7	¿Deja correr el agua mientras se asea?			
8	¿Se tiene programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones?			
9	Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?			
10	¿Consideras que existe un buen manejo del agua en la UNAS?			

Fuente: MINAM (2016).

3.3.1.4. Inventario de equipo sanitario

El inventario de equipos sanitarios se llevó a cabo por observación directa, con asistencia del personal encargado de cada oficina administrativa y académica, así como también los servicios higiénicos de los módulos estudiantiles, en los que se verifico los elementos con los que cuentan los servicios higiénicos (urinarios, inodoros, lavamanos), si se encuentran operativos o con averías, esto según el inventario propuesto por el MINAM (2016) (ver Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Inventario de equipos de consumo de agua por área en los servicios higiénicos.

Servicios higiénicos							
Área	Cantidad de equipos				Características de los equipos		
	Grifos	Inodoro	Urinario personal	Urinario	Ducha	Estado	Modelo

Fuente: MINAM (2016).

Cuadro 4. Inventario de equipos de consumo de agua por área en otras instalaciones

Áreas	Equipos		Característica de los equipos		Observación
	Grifos	Ducha	Estado	Modelo	

Fuente: MINAM (2016).

3.3.2. CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS FUENTES DE AGUA

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología.

3.3.2.1. Puntos de muestreo

Las muestras fueron obtenidas de las quebradas (Naranjal, Córdova y Cocheros) en los niveles de colina muy alta, alta y baja, con las coordenadas UTM WGS 84 18 S del cuadro 5.

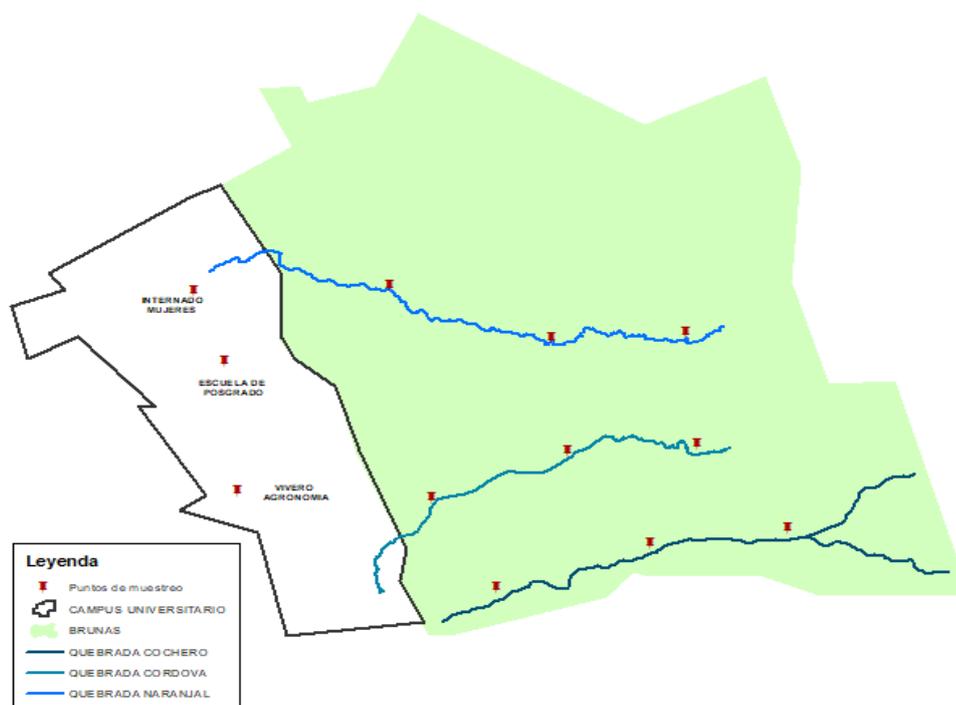


Figura 4. Puntos de muestro para la evaluación de la calidad de agua.

Cuadro 5. Puntos de muestreo.

Quebrada	Denominación	Este (m)	Norte (m)	Descripción
Cocheros	P ₁	392 148	8 969 936	Colina muy alta
	P ₂	391 560	8 969 821	Colina Alta
	P ₃	391 239	8 969 737	Colina baja
	P ₄	390 470	8 970 069	Vivero de agronomía
Córdova	P ₁	391 863	8 970 197	Colina muy alta
	P ₂	391 396	8 970 167	Colina Alta
	P ₃	391 208	8 969 954	Colina baja
	P ₄	390 437	8 970 480	Escuela de Posgrado
Naranjal	P ₁	391 797	8 970 484	Colina muy alta
	P ₂	391 324	8 970 553	Colina Alta
	P ₃	390 887	8 970 598	Colina baja
	P ₄	390 353	8 970 704	Internado de mujeres

3.3.2.2. Toma de muestra

Se utilizaron las indicaciones establecidos en el Manual para Análisis Básicos de Agua de Bebida, de la Organización Panamericana de la Salud (Aurazo 2004), específicamente el capítulo 4, sección 1.1. (Recolección de muestra de una corriente de agua), así como las disposiciones del acápite 6 de la RM N° 156-2010/MINSA (DIGESA 2011).

Recolección de muestra de una corriente de agua

Para proceder a llenar el frasco con la muestra, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se sumergió hasta una profundidad de aproximadamente 20 centímetros, con la boca del frasco ligeramente hacia arriba. Cuando se trata de una corriente, se colocó la boca del frasco en sentido contrario a la corriente del agua.

Disposiciones específicas

Las muestras se colectaron en envases limpios, secos, herméticos. Cuando se trata de muestras para análisis microbiológicos los envases deben ser esterilizados, además de identificar a las muestras con

rótulo o etiquetas, con letra legible y considerando datos la zona de muestreo y parámetros in situ.

La conservación y transporte de todas las muestras colectadas deberá efectuarse de tal manera que se impida su ruptura, derrame, alteración o deterioro, evitando su exposición a la luz solar directa.

3.3.2.3. Análisis fisicoquímicos

Para la evaluación de los análisis fisicoquímicos se utilizó el reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA –DIGESA: ANEXO II Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica y ANEXO III Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

Todos los métodos presentados en el siguiente cuadro (Cuadro 6), son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA/WWA/WEF 1989).

Cuadro 6. Parámetros a utilizar en la evaluación fisicoquímica de las fuentes de agua de la UNAS.

Parámetros	UM	LMP	Metodología
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5	pH, Conductividad, Sólidos Totales – Método Instrumental Potenciométrico.
Conductividad (25 °C)	uS/cm	1 500.00	Equipo multiparámetro portátil, Modelo HANNA.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000.00	
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500.00	APHA-AWWA/WEF 2340 Dureza-Ca-D Calcio: Método Titulométrico de EDTA (APHA 1989)
Cloro	mg/L	5.00	APHA-AWWA/WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Cloro: Método colorimétrico DPD (APHA 1989)
Nitratos	mg NO ₃ /L	50.00	APHA-AWWA/WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Nitrato

UM: Unidad de medida; LMP: Límite máximo Permissible.

3.3.2.4. Análisis microbiológicos

Para los análisis microbiológicos se utilizó la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 591-2008/MINSA ítem XVI.4 (agua y hielos para consumo humano) y el reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA – DIGESA.

Los métodos indicados en el Cuadro 6 son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA/WWA/WEF 1989).

Cuadro 7. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica de las fuentes de agua de la UNAS.

Parámetros	Unid. medida	LMP	Metodología
Bacterias	UFC/100	0	APHA-AWWA-WEF (1989). APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes	mL a 35		
Totales	°C		
<i>Salmonella sp.</i>	N°org/L	0	APHA-AWWA-WEF (1989). APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
Bacterias	UFC/100 mL a 45°C	0	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes Fecales			
Termotolerantes	UFC/100 mL a 35 °C	500	APHA-AWWA-WEF Approved By Standard Methods Committee – Recuento de Heterótrofos.
Bacterias Heterotróficas			
Mohos y levaduras	UFC/100 mL	0	APHA-AWWA-WEF (1989)

LMP: Límite máximo permisible.

3.3.3. BALANCE HÍDRICO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para realizar el cálculo del balance hídrico del abastecimiento de agua se debió obtener la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento, la misma que se determinó de la siguiente forma como lo expresó Bustamante (2005):

- Demarcación de la cuenca (obtener características fisiográficas existentes de área y perímetro).
- Datos de precipitación (mm/mes) obtenidos a través de información satelital del programa NASA GIOVANNi con la extensión TRMM_3B43_7_precipitation y temperatura (°C/mes) de la estación meteorológica “José Abelardo Quiñones” de la ciudad de Tingo María, los datos utilizados fueron desde enero del 2000 hasta diciembre del 2019. La media de precipitación y temperatura fueron obtenidos con el programa IBM SPSS STATISTICS 25. Para completar los datos faltantes se utilizaron el método racional deductivo (estimación de valores mensuales faltantes por medio de promedio aritmético), el método se sintetiza en los siguientes pasos:
 - ✓ Efectuar la suma de precipitaciones mensuales en todos los años completos y obtener la precipitación mensual promedio.
 - ✓ Calcular para todos los años completos los porcentajes mensuales de precipitación.
 - ✓ Todos los porcentajes mensuales correspondientes a cada uno de los doce meses se suman y se divide tal suma entre el número de años completos, es decir, se calcula el porcentaje promedio S_j , con j variando de 1 a 12, uno para enero y 12 para diciembre.
 - ✓ El método acepta la hipótesis que considera que los meses desconocidos tendrán un porcentaje igual al porcentaje promedio (S_j), como se muestra:

$$P_i = \left(\frac{\sum P}{1200 - \sum S_i} \right) S_i \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Donde:

i = Cada uno de los meses desconocidos

P_i = Precipitación mensual desconocida en cada año incompleto (mm)

$\sum S_i$ = Suma de porcentajes promedio de los meses cuya precipitación se desconoce, en porcentaje.

$\sum P$ = Suma de las precipitaciones mensuales conocidos en los años incompletos (mm)

S_i = Porcentaje promedio asignado a cada uno de los meses desconocidos o faltantes.

- Cálculo de la capacidad de retención de agua del suelo según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (ONERN 1976).
- Determinación la evotranspiración según la metodología de Thornthwaite con la siguiente ecuación:

$$ETP = 1.6 * \left(\frac{10t}{I} \right)^a \dots\dots\dots \text{Ecuación 12}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial media diaria del mes (mm/día)

t = Temperatura promedio diario del mes en cuestión (°C)

I = Índice de calor anual

$$I = \sum_1^{12} i = \sum_1^{12} \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \dots\dots\dots \text{Ecuación 13}$$

Donde:

- i = Índice de calor mensual
- t = Temperatura media diaria del mes (°C)
- a = Coeficiente experimental de ajuste

$$a = (675 * 10^{-9}) * I^3 - (771 * 10^{-7}) * I^2 - (1972 * 10^{-5}) * I + 0.4924$$

- Cálculo de la oferta hídrica según el caudal disponible.

$$Q = E * A \dots\dots\dots \text{Ecuación 14}$$

Donde:

- Q = Caudal disponible (m³/mes)
- E = Escorrentía (m/mes)
- A = Área de la cuenca (m²)

$$E = \frac{(PP - ETP) - (ARN_i - ARN_f)}{2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 15}$$

Donde:

- PP = Precipitación media mensual (°C)
- ETP = Evapotranspiración
- ARN_i = Retención de agua al inicio del ciclo hidrológico
- ARN_f = Retención de agua al final del ciclo hidrológico

- El valor de la demanda hídrica se obtuvo del inciso 4.1.1. de la línea base en el uso de agua.
- Una vez obtenido la oferta hídrica y la demanda hídrica se realizó la siguiente diferencia para obtener el déficit hídrico:

$$\text{Déficit Hídrico} = \text{Oferta hídrica} - \text{Demanda hídrica} \dots\dots \text{Ecuación 16}$$

3.3.4. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

De acuerdo a lo obtenido en la línea base, se determinaron los ámbitos que más podrían estar afectando el consumo ecoeficiente del agua, ya sea con respecto a los equipos de agua, a los hábitos o prácticas inadecuadas para los cuales se deben ejecutar acciones de mejora.

Según la información obtenida se han evaluó aquellas propuestas que pueden ser aplicadas en el campus, así como, las que pueden ser más inmediatas, detallado en las medidas de ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la universidad.

3.3.5. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.3.5.1. Tipo de investigación

Aplicada por que se recurrió a la ciencia ambiental e hidrológica para evaluar la calidad y cantidad del recurso hídrico dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Teniendo como referente teórico a Jacobo *et al.* (2013), quien indica que la investigación aplicada se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren y está vinculada estrechamente a la investigación básica.

3.3.5.2. Nivel de investigación

Descriptivo porque se identificó la ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Teniendo como referente teórico a Jacobo *et al.* (2013) quien indica que los estudios descriptivos son la base y punto inicial de los otros tipos de estudio.

3.3.5.3. Variables de investigación

Por ser una investigación descriptiva presenta variables de tipo control e intervinientes, las mismas que son observadas y descritas en su ambiente natural (Hernández 2010), descritas a continuación:

Variable control

Ecoeficiencia en el uso del agua

Variables intervinientes

Campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Demanda hídrica

Oferta hídrica

3.3.5.4. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño de investigación no experimental, donde no se posee el control directo de las variables independientes (Hernández 2010).

IV. RESULTADOS

4.1. LÍNEA BASE EN EL USO DEL AGUA

4.1.1. CONSUMO DE AGUA

El consumo de agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por estratos es de 2253.07 m³/mes, siendo el estrato de estudiantes el que mayor consume con un valor de 1330.67 m³/mes.

Cuadro 8. Consumo de agua por estrato.

Estrato	Consumo mensual por persona (m ³)	Consumo mensual (m ³)	Consumo per cápita diario (CPD)
Estudiantes	1.67	1330.67	0.06
Docentes	1.19	307.47	0.05
Administrativos	0.94	313.81	0.05
Comerciantes	9.71	301.12	0.49
Total	13.52	2253.07	0.65

Sin embargo, dentro de la evaluación también se ha considerado el consumo mensual de los laboratorios de la universidad cuyo valor es de 1005.87 m³/mes, por lo que el consumo total de agua en la universidad es de 3258.92 m³/mes.

Cuadro 9. Consumo de agua total.

	Consumo mensual (m ³)
Consumo de agua por estrato	2253.07
Consumo de agua en laboratorios	1005.87
Total	3258.92

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE HÁBITOS EN EL USO DEL AGUA Y SUS INSTALACIONES

Se ha realizado la aplicación de 236 encuestas para identificar los hábitos en el uso de agua y sus instalaciones, divididas en 93 encuestas para estudiantes, 62 para docentes, 72 para el personal administrativo y 9 para los comerciantes, detallado a continuación:

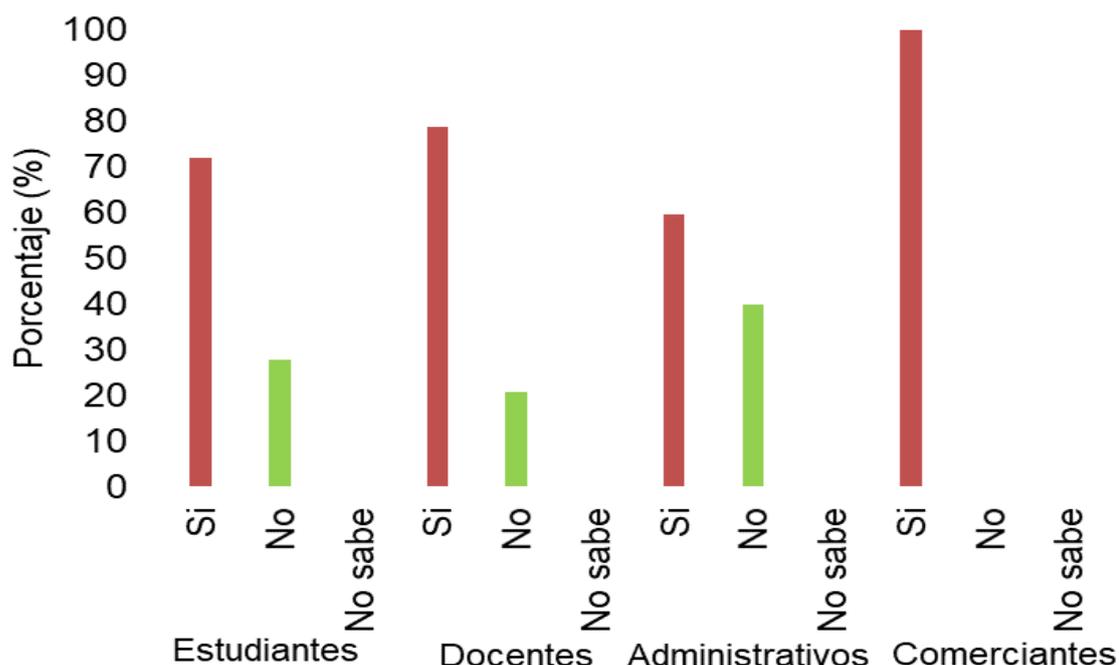


Figura 5. Suministro de agua las 24 horas del día.

El total de los comerciantes encuestados manifestaron que sí poseen agua todo el día, durante toda la semana, más del 70% de alumnos y docentes manifiestan que sí poseen agua todo el día, pero el 40.28% del personal administrativo menciona que durante su horario de trabajo solo poseen agua durante ciertas horas muy limitadas comprendidas entre 2 a 3 horas diarias.

Se observa que, el 60.22% de los estudiantes, 79.03% de docentes, 59.72% del personal administrativo y el 22.22% de comerciantes encuestados manifestaron que muy a menudo encontraban los inodoros o grifos mal cerrados y que corren el agua cuando ocupan los servicios higiénicos (ver Figura 6).

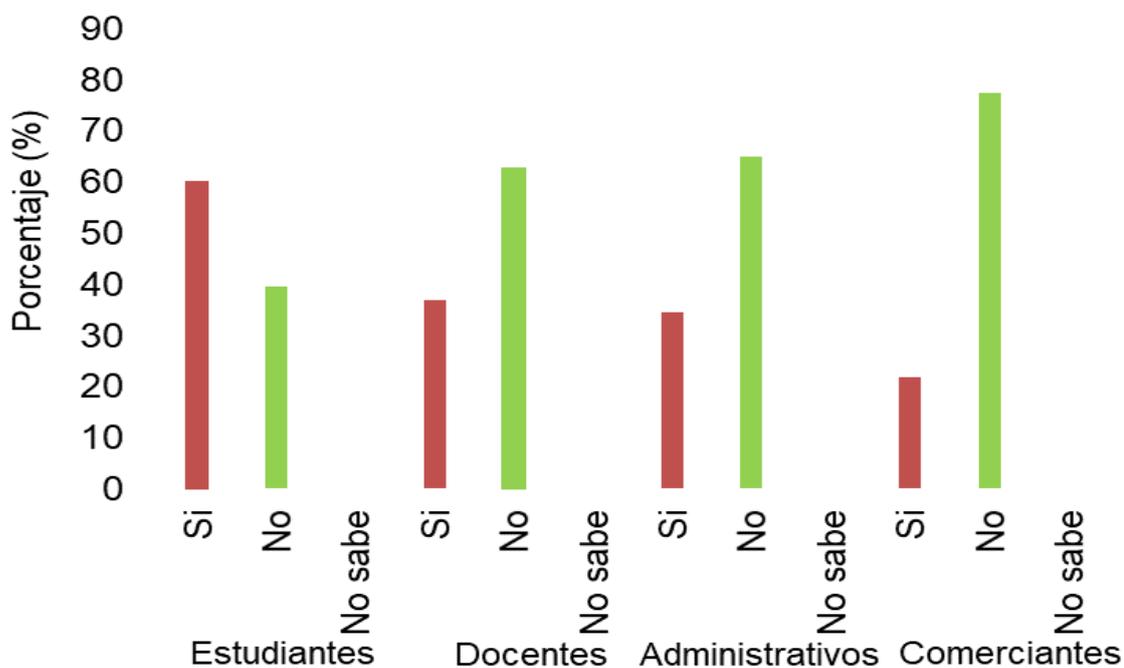


Figura 6. Existencia de averías en los grifos o inodoros.

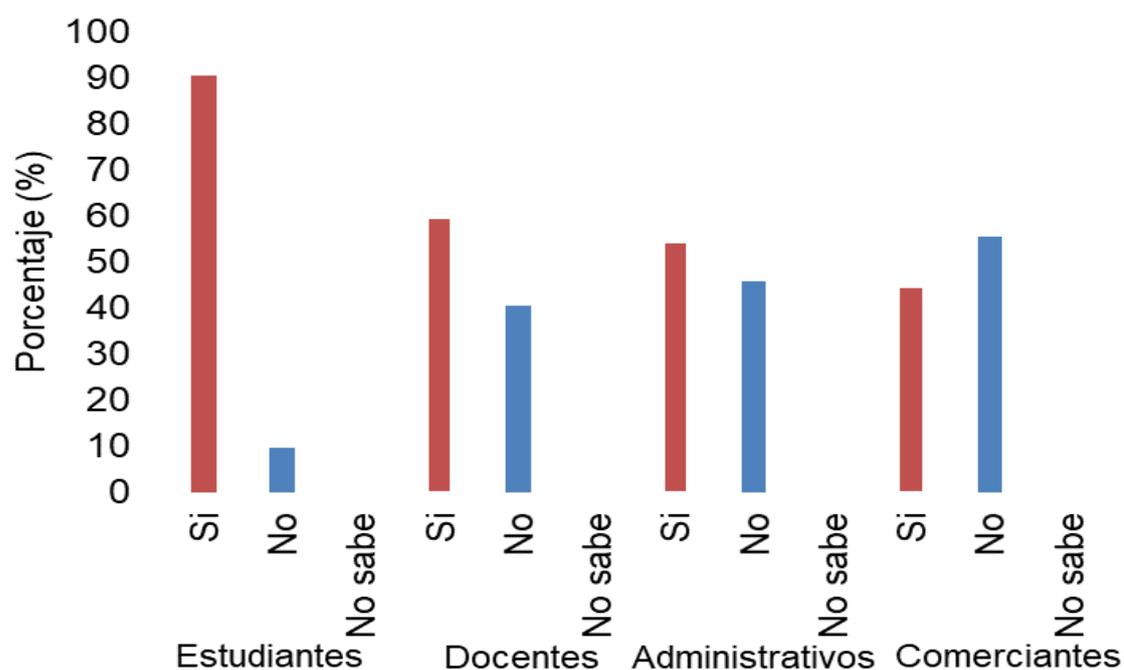


Figura 7. Existencia de fugas en los grifos o inodoros.

Más del 50% de estudiantes y personal administrativo manifiesta que los inodoros y/o grifos gotean, mientras que menos del 50% de docentes y comerciantes mencionan lo mismo. Así mismo, se debe considerar, que muchas de las instalaciones han sido reparadas y/o renovadas antes de la aplicación de las encuestas para el licenciamiento de la universidad.

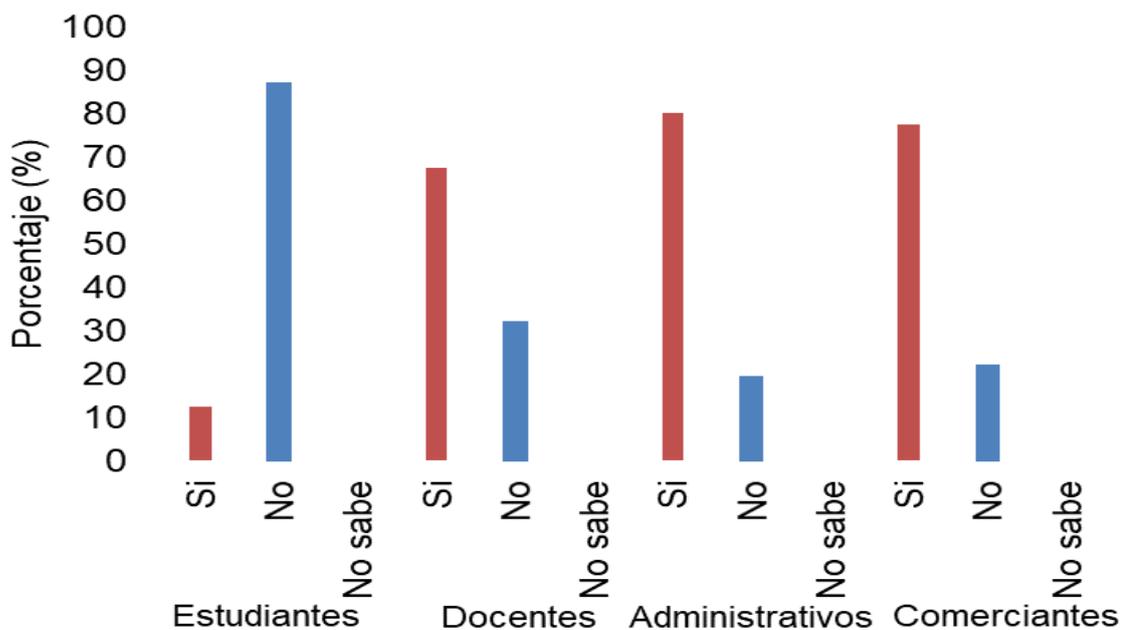


Figura 8. Reporte de de fugas o averías.

El 87.10% de los estudiantes no reporta fugas o averías, mientras que más del 50% de docentes, personal administrativo y comerciantes si reporta en caso de encontrar.

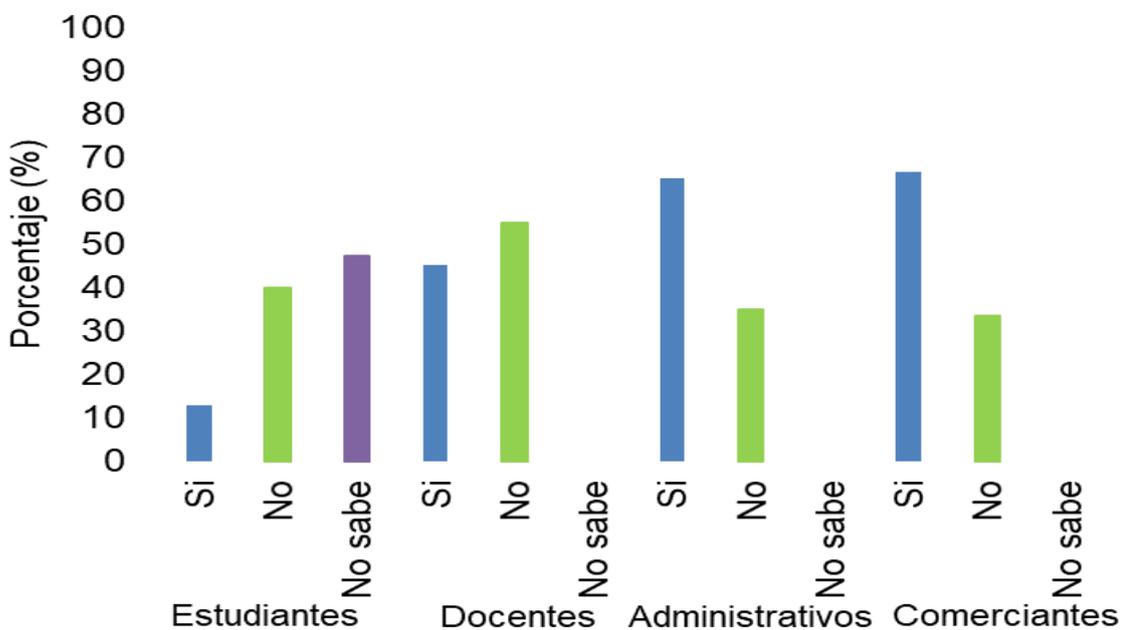


Figura 9. Reparación es inmediata en los grifos o inodoros cuando se reporten.

El 47.31% de los estudiantes manifiesta desconocer si al reportar una avería la reparación se da de forma inmediata, por otro lado, el 54.84% de los docentes menciona que no se atiende con rapidez los reportes de avería

y más del 60% del personal administrativo y los comerciantes mencionan que si da solución inmediata a los reportes.

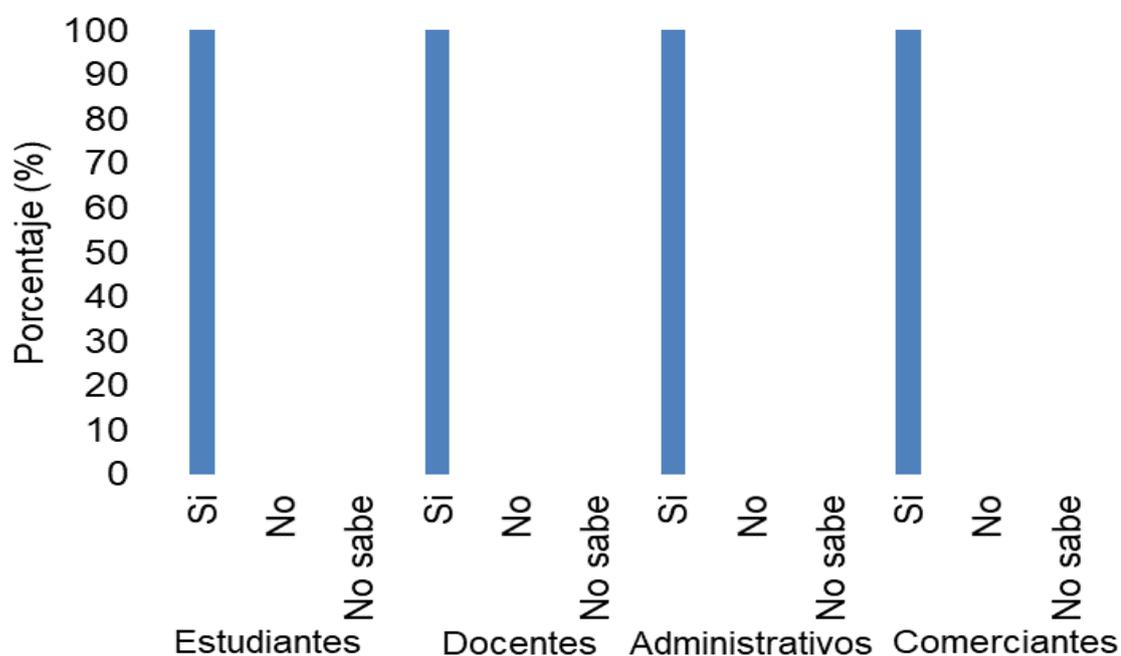


Figura 10. Cerrado correcto de los grifos después de su uso.

El 100% de los encuestados tanto estudiantes, docentes, personal administrativo y comerciantes manifiestan que se aseguran de cerrar bien los caños después de lavarse las manos.

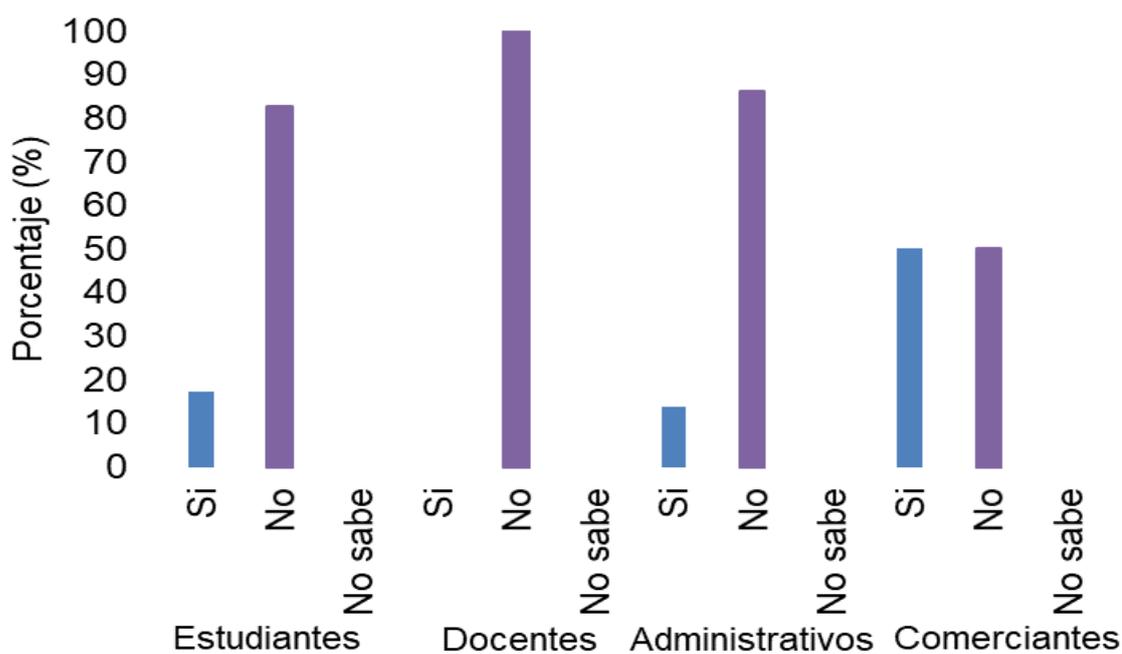


Figura 11. Mal uso del grifo cuando se asea.

El 100% de los docentes y más del 80% de estudiantes y personal administrativo manifiestan que no dejan correr el agua mientras se asean, sin embargo, el 50% de los comerciantes manifiesta que sí lo realiza.

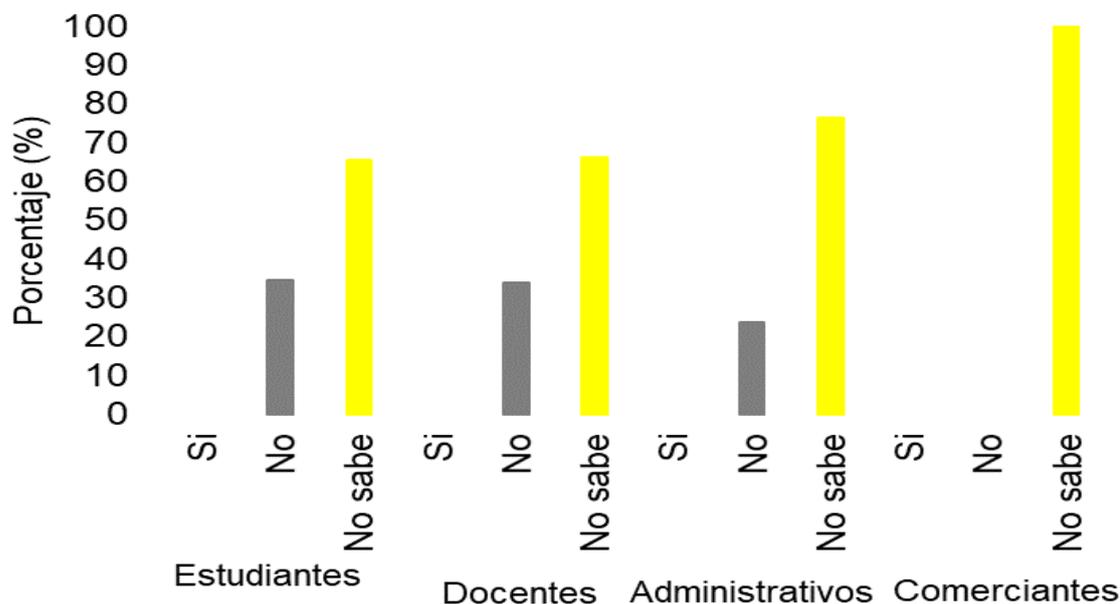


Figura 12. Conocimiento de programa de revisión de fugas y mantenimiento.

Más del 60% del total de encuestados en los diferentes estratos manifiesta desconocer de algún programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones, mientras que menos del 40% menciona que no existen dichos programas.

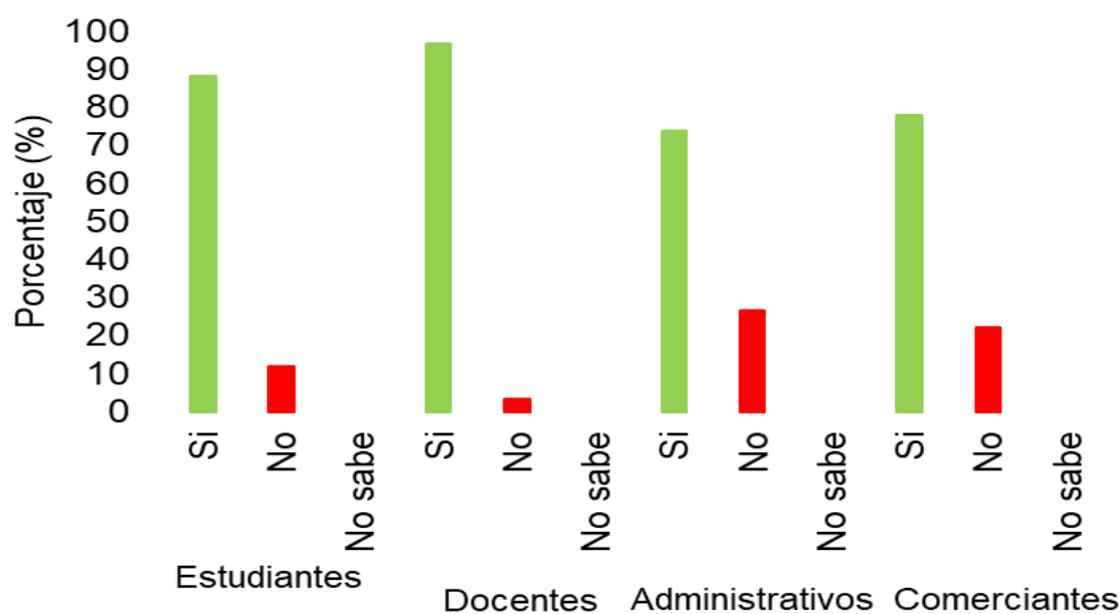


Figura 13. Cerrado del grifo momentáneo al surgir una interrupción o distracción.

El 88.17% de los estudiantes, el 96.77% de los docentes, el 73.61% del personal administrativo y el 77.78% de los comerciantes cierran el grifo momentáneamente cuando surge alguna interrupción o distracción al tiempo de usar el grifo.

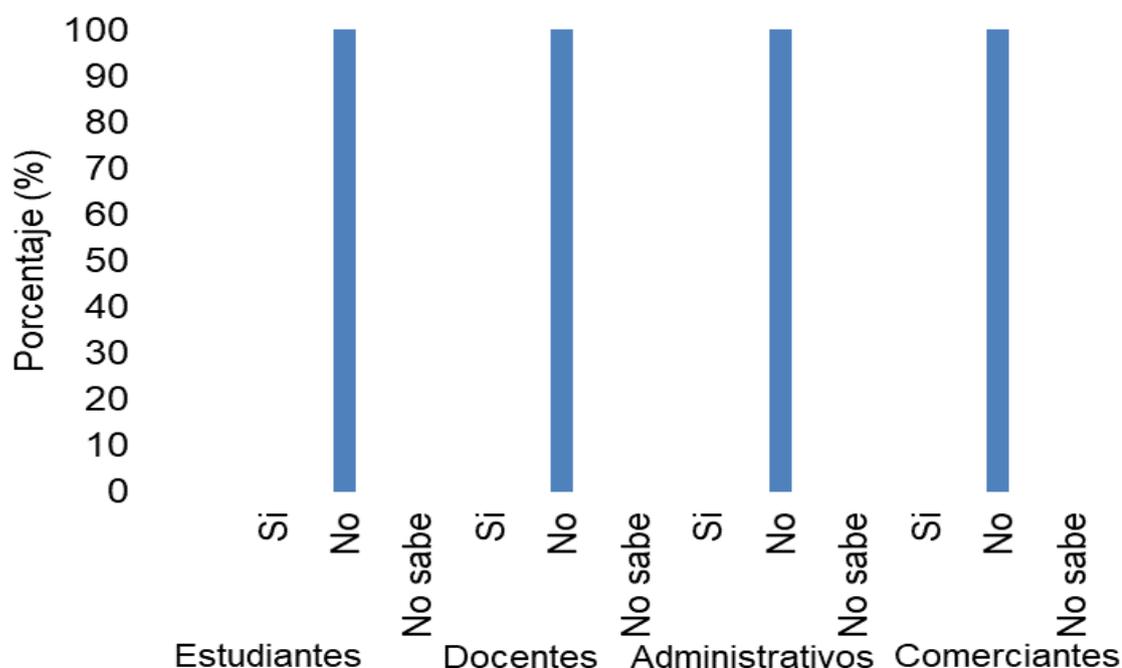


Figura 14. Buen manejo del agua en la UNAS.

El 100% de los encuestados tanto estudiantes, docentes, personal administrativo y comerciantes manifiestan que no existe un buen manejo del agua en la universidad.

4.1.3. INVENTARIO DE EQUIPO SANITARIO

Se realizó el inventario de equipos sanitarios por cada área del campus de la universidad, considerando los equipos dentro de los servicios higiénicos, así como los que se encuentran en otras áreas. Se han excluido de la investigación a los edificios en construcción o cuya entrega de obra aún no se ha llevado a cabo.

Se contabilizó un total de 355 grifos, 344 inodoros, 73 urinarios personales, 11 urinarios compartidos y 71 duchas para las 44 áreas, excluyendo aquellas áreas que no cuentan servicios higiénicos (Cuadro 31).

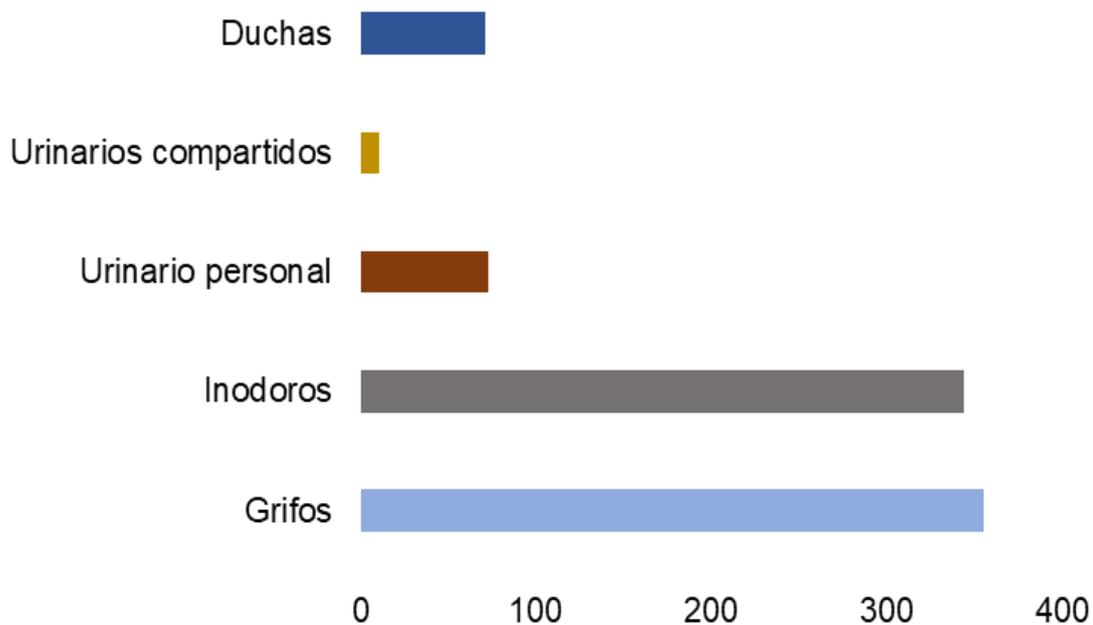


Figura 15. Equipos sanitarios de la UNAS dentro de los servicios higiénicos.

En total se han contabilizado 87 servicios higiénicos de mujeres, 45 de varones y 41 unisex (ver cuadro 32).

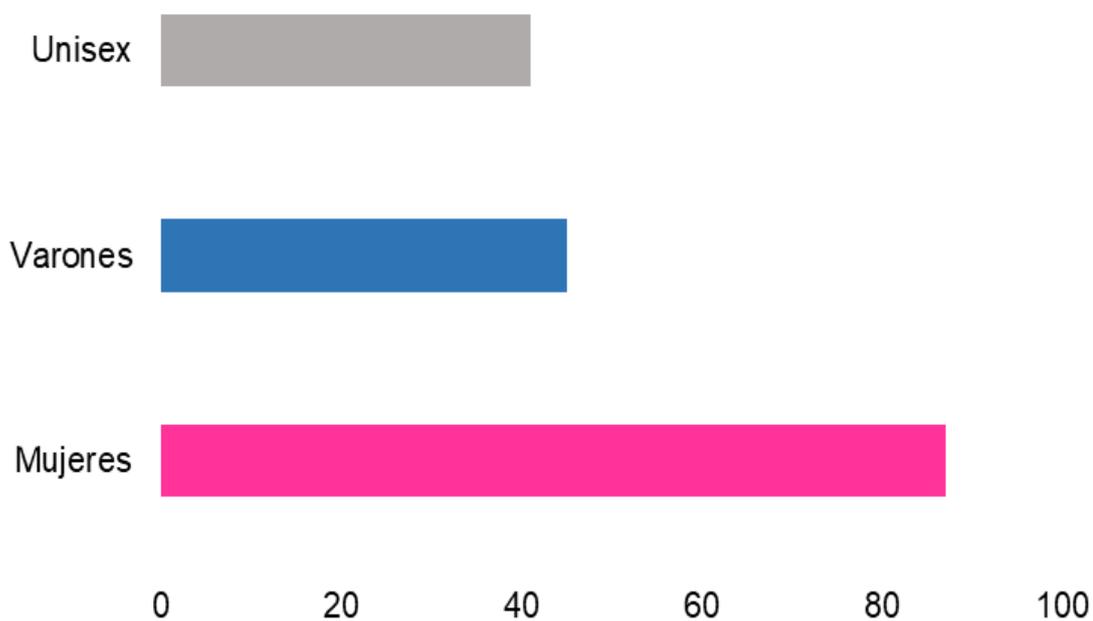


Figura 16. Total de servicios higiénicos en el campus universitario.

Existen 05 áreas (Laboratorio de Operaciones Unitarias, Comercio de Zoocriadero, Laboratorio de Suelos, Comercio de Suelos, y Comedor) que no cuentan con servicios higiénicos, pero si con algunos equipos sanitarios, con un total de 8 grifos y 2 duchas (ver Cuadro 33).

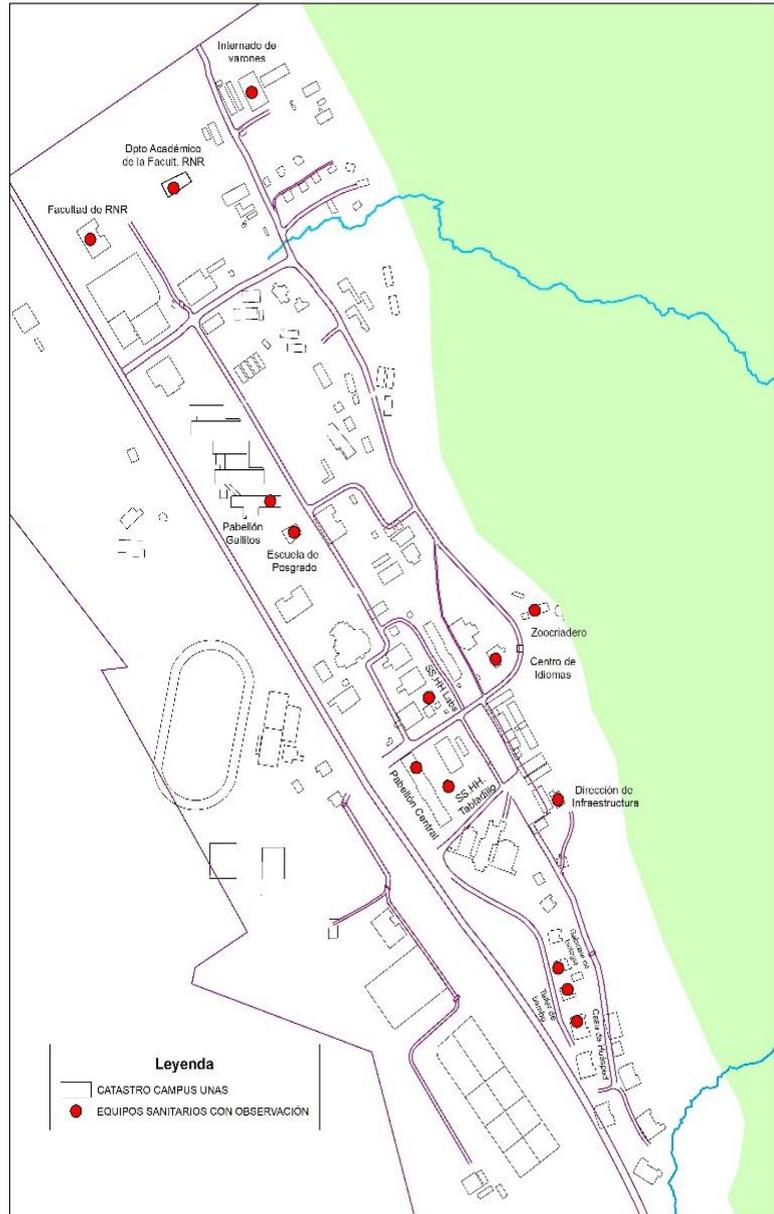


Figura 17. Equipos sanitarios con observaciones por averías o fugas.

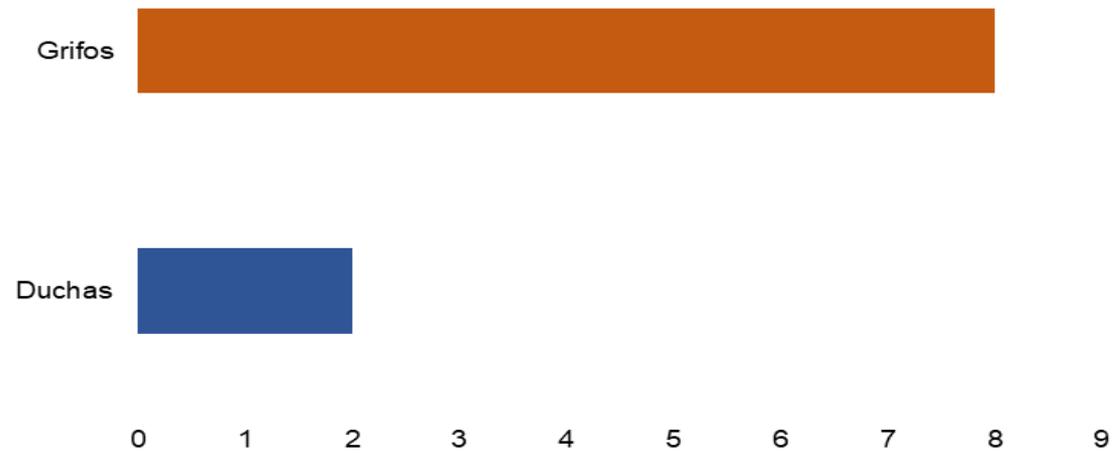


Figura 18. Equipos sanitarios que no se encuentran en servicios higiénicos

4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS FUENTES DE AGUA

Se realizó el análisis físicoquímico con la evaluación de los parámetros de conductividad, pH, sólidos totales disueltos (STD), dureza, cloro, nitratos, mientras que, para el análisis microbiológico se evaluaron coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Salmonella sp.*, *Vibrio cholerae*, mohos y levaduras y bacterias heterotróficas.

Los resultados de la evaluación físicoquímica y microbiológica fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud.

4.2.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Los valores obtenidos en el análisis físicoquímico de la quebrada Cocheros, Córdova y Naranjal no superan los límites máximos permisibles establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, para ninguno de los puntos muestreados, detallado a continuación:

Cuadro 10. Análisis físicoquímico de la quebrada Cocheros.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	µS/cm	1 500.00	125	155	165	175
pH	unidades	6.5 a 8.5	7.25	7.02	7.15	7.55
STD	mg/L	1 000.00	73	66	55	43
Dureza	mg/L	500.00	95	85	79	64
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Vivero de agronomía

Cuadro 11. Análisis físicoquímico de la quebrada Córdoba.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	µS/cm	1 500.00	96	121	151	171
pH	unidades	6.5 a 8.5	7.16	7.07	6.96	6.11
STD	mg/L	1 000.00	99	69	61	67
Dureza	mg/L	500.00	90	87	81	61
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Escuela de Posgrado

Cuadro 12. Análisis físicoquímico de la quebrada Naranjal.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	µS/cm	1 500.00	85	109	125	189
pH	unidades	6.5 a 8.5	6.27	6.1	5.85	5.66
STD	mg/L	1 000.00	98	89	85	71
Dureza	mg/L	500.00	91	76	65	59
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Internado de Mujeres

4.2.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los valores obtenidos en el análisis microbiológico de la quebrada Cocheros, Córdoba y Naranjal en comparación con los límites máximos permisibles establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano mediante D.S N°031-2010-SA por parte de la Dirección General de

Salud Ambiental del Ministerio de Salud, se detalla a continuación los siguientes parámetros:

Cuadro 13. Análisis microbiológico de la quebrada Cocheros.

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	7	3
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	9	12
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 mL	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	0	1	1	1	1
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	3	9	13	17
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL	500	7	10	13	23

P₁ = Colina Alta, P₂ = Colina Media, P₃ = Colina Baja, P₄ = Colina Muy Baja.

Para la quebrada Cocheros, los puntos de muestreo 3 y 4 que son colina baja y muy baja respectivamente, los valores obtenidos en la evaluación de coliformes totales (7 UFC/100 mL y 3 UFC/100 mL), coliformes termotolerantes (9 UFC/100 mL y 12 UFC/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 UFC/100 mL). Los resultados de los parámetros de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae* para todos los puntos de muestreo (1 Presencia/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 Presencia/100 mL) y del mismo modo para mohos y levadura cuyos valores en los puntos de muestreo son mayor o igual que 3 UFC/100 mL cuando el límite máximo permisible es de 0 UFC/100 mL. Por otro lado, las bacterias heterotróficas tienen valores entre 7 y 23 UFC/100 mL y no superan el límite máximo permisible de 500 UFC/100 mL.

Cuadro 14. Análisis microbiológico de la quebrada Córdoba.

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	6	11
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	4	12
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 ml	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 ml	0	0	0	0	0
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	8	11	19	26
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL	500	3	7	15	27

P₁ = Colina Alta, P₂ = Colina Media, P₃ = Colina Baja, P₄ = Colina Muy Baja.

Para la quebrada Córdoba, los puntos de muestreo 3 y 4 que son colina baja y muy baja, respectivamente, los valores obtenidos en la evaluación de coliformes totales (6 UFC/100 mL y 11 UFC/100 mL), coliformes termotolerantes (4 UFC/100 mL y 12 UFC/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 UFC/100 mL). Los resultados de los parámetros de *Salmonella sp.* para todos los puntos de muestreo (1 Presencia/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 Presencia/100 mL), de igual forma para mohos y levaduras con valores mayor e igual a 8 UFC/100 mL se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 UFC/100 mL). También se ha reportado la presencia de bacterias heterotróficas en todos los puntos de muestreo considerados en el estudio con valores que fluctuaron entre 3 - 27 UFC/100 mL, pero su valor está por debajo de los límites permisibles (500 UFC/100 mL), además también se muestra la ausencia de *Vibrio cholerae*.

Cuadro 15. Análisis microbiológico de la quebrada Naranjal.

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	7	11
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	9	13
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 ml	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 ml	0	0	0	0	0
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	6	11	19	25
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL	500	5	15	27	41

P₁ = Colina Alta, P₂ = Colina Media, P₃ = Colina Baja, P₄ = Colina Muy Baja.

Para la quebrada Naranjal, los puntos de muestreo 3 y 4 que son colina baja y muy baja, respectivamente, los valores obtenidos en la evaluación de coliformes totales (7 UFC/100 mL y 11 UFC/100 mL), coliformes termotolerantes (9 UFC/100 mL y 13 UFC/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 UFC/100 mL). Los resultados de los parámetros de *Salmonella sp.* para todos los puntos de muestreo (1 Presencia/100 mL) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 Presencia/100 mL), de igual manera para los mohos y levaduras con valores mayor e igual a 6 UFC/100 mL se encuentran por encima de los límites máximos permisibles (0 UFC/100 mL). También se ha reportado la presencia de bacterias heterotróficas en todos los puntos de muestreo con valores entre 5 - 41 UFC/100 mL, pero su valor está por debajo de los límites permisibles (500 UFC/100 mL), además también se muestra la ausencia de *Vibrio cholerae*.

4.3. CÁLCULO DE BALANCE HÍDRICO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.3.1. ÁREA Y PERÍMETRO DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Luego a la delimitación de las cuencas de las quebradas Cocheros, Córdova y Naranjal, se determinó sus áreas y perímetros (ver Cuadro 19).

Cuadro 16. Área y perímetro de las cuencas hidrográficas en estudio.

Cuenca hidrográfica	Área (Km ²)	Perímetro (Km)
Cocheros	0.51	4.03
Córdova	0.49	3.68
Naranjal	0.48	3.77

4.3.2. DATOS DE PRECIPITACIÓN (MM/MES) Y TEMPERATURA (°C)

El dato de temperatura se obtuvo de la Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñones” (Cuadro 20) y la precipitación (Cuadro 21) a través de imágenes satelitales con el programa NASA GIOVANNI, el rango de años utilizado para estimar el promedio fue de enero del 2000 a diciembre del 2019.

Cuadro 17. Temperatura promedio en el distrito de Rupa Rupa (2000 - 2019).

Mes	Temperatura promedio (°C/mes)
Enero	25.05
Febrero	24.73
Marzo	24.98
Abril	25.38
Mayo	25.18
Junio	24.73
Julio	24.43
Agosto	24.93
Setiembre	25.26
Octubre	25.52
Noviembre	25.66
Diciembre	25.16

Fuente: Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñones”, 2019.

Cuadro 18. Precipitación promedio según las cuencas (2000-2019).

Mes	Precipitación promedio (mm/mes)		
	Cuenca Cocheros	Cuenca Córdova	Cuenca Naranjal
Enero	359.83	255.35	312.14
Febrero	406.43	295.83	350.20
Marzo	418.59	308.93	366.42
Abril	279.42	172.45	198.40
Mayo	251.67	148.52	158.32
Junio	197.99	104.92	125.44
Julio	155.31	75.47	90.74
Agosto	148.23	64.87	75.44
Setiembre	196.42	101.95	114.21
Octubre	317.78	208.52	223.36
Noviembre	354.87	245.19	284.55
Diciembre	411.19	309.79	356.43

Fuente: NASA GIOVANNI (2019).

4.3.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

La capacidad de retención de agua en el suelo (CRA) se obtuvo según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (ONERN, 1976), en el cual la zona en estudio posee una clasificación Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT) y la clasificación de OTAYA (2008), donde se menciona que la capacidad máxima de almacenamiento se considera igual al 10% de la precipitación total anual para la zona de vida Premontano.

Cuadro 19. Capacidad de retención de agua.

	Cuenca Cocheros	Cuenca Córdova	Cuenca Naranjal
Precipitación total anual (mm)	3497.73	2291.79	2655.65
CRA*	349.77	229.17	265.56

*CRA = Capacidad de retención de agua en el suelo.

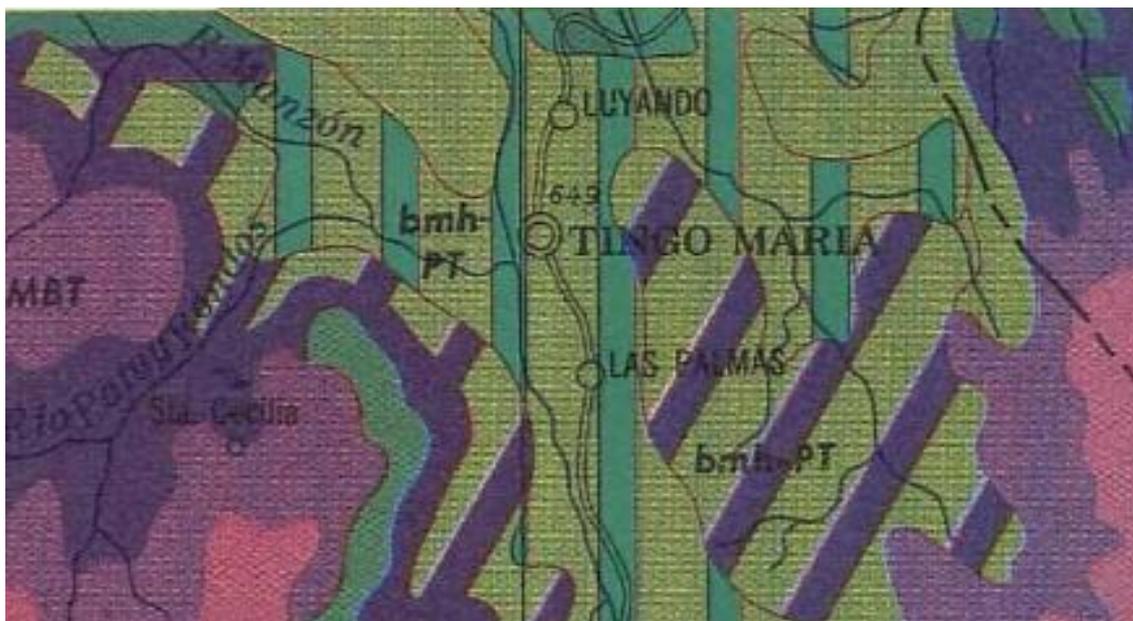


Figura 19. Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1976).

4.3.4. DETERMINACIÓN DE LA EVOTRANSPIRACIÓN SEGÚN THORNTHWAITE

Se realizó el cálculo de la evotranspiración potencial y la evotranspiración real para cada uno de las cuencas con los datos de precipitación (mm/mes), temperatura (°C/mes) y la capacidad de retención de agua en el suelo (CAR), además la evaluación se empezó en el mes de setiembre por ser inicio del año hidrológico.

Cuadro 20. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Cocheros.

Mes	Evapotranspiracion Potencial (ETP) (mm/mes)	Evapotranspiracion Real (mm/mes)
Setiembre	112.65	125.60
Octubre	108.01	105.74
Noviembre	111.62	116.31
Diciembre	117.57	113.46
Enero	114.57	109.99

Mes	Evapotranspiracion Potencial (ETP) (mm/mes)	Evapotranspiracion Real (mm/mes)
Febrero	108.01	98.50
Marzo	103.78	98.70
Abril	110.89	109.01
Mayo	115.77	114.61
Junio	119.71	128.21
Julio	121.87	130.64
Agosto	114.27	128.56

Cuadro 21. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Córdoba.

Mes	Evapotranspiracion Potencial (ETP) (mm/mes)	Evapotranspiracion Real (mm/mes)
Setiembre	112.65	125.60
Octubre	108.01	105.74
Noviembre	111.62	116.31
Diciembre	117.57	113.46
Enero	114.57	109.99
Febrero	108.01	98.50
Marzo	103.78	97.56
Abril	110.89	101.15
Mayo	115.77	114.61
Junio	119.71	128.21
Julio	121.87	130.64
Agosto	114.27	128.56

Cuadro 22. Evotranspiración potencial (ETP) y evotranspiración real de la cuenca Naranjal.

Mes	Evapotranspiracion Potencial	Evapotranspiracion Real
	(ETP) (mm/mes)	(mm/mes)
Setiembre	115.77	114.61
Octubre	119.71	128.21
Noviembre	121.87	130.64
Diciembre	114.27	128.56
Enero	112.65	125.60
Febrero	108.01	105.74
Marzo	111.62	116.31
Abril	117.57	113.46
Mayo	114.57	109.99
Junio	108.01	98.50
Julio	103.78	98.58
Agosto	110.89	106.04

4.3.5. CÁLCULO DE LA OFERTA HÍDRICA SEGÚN EL CAUDAL DISPONIBLE

4.3.5.1. Caudal disponible

Para el cálculo del caudal disponible (L/s) por el balance hídrico del Holdridge, se ha considerando la evaporación, precipitación, infiltración y escorrentía.

Cuadro 23. Caudal disponible de las cuencas Cocheros, Córdoba y Naranjal.

Mes	Caudal disponible (L/s)		
	Cocheros	Córdoba	Naranjal
Setiembre	1.88	0.09	0.54
Octubre	2.60	0.77	1.17
Noviembre	3.41	1.48	2.14
Diciembre	4.17	2.36	3.22
Enero	4.17	2.36	3.40

Mes	Caudal disponible (L/s)		
	Cocheros	Córdoba	Naranjal
Febrero	5.28	3.22	4.49
Marzo	3.99	2.48	3.54
Abril	3.59	1.84	2.67
Mayo	3.00	1.24	1.76
Junio	2.47	0.70	1.18
Julio	1.19	0.34	0.57
Agosto	0.60	0.17	0.28

4.3.5.2. Oferta hídrica

La oferta hídrica corresponde también al volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades.

Cuadro 24. Oferta hídrica de las cuencas Cocheros, Córdoba y Naranjal.

Mes	Oferta hídrica (m ³ /mes)			Oferta Total (miles m ³ /mes)
	Cocheros	Córdoba	Naranjal	
Setiembre	4872.96	233.28	1399.68	6.51
Octubre	6739.20	1995.84	3032.64	11.77
Noviembre	8838.72	3836.16	5546.88	18.22
Diciembre	10808.64	6117.12	8346.24	25.27
Enero	10808.64	6117.12	8812.80	25.74
Febrero	13685.76	8346.24	11638.08	33.67
Marzo	10342.08	6428.16	9175.68	25.95
Abril	9305.28	4769.28	6920.64	21.00
Mayo	7776.00	3214.08	4561.92	15.55
Junio	6402.24	1814.40	3058.56	11.28
Julio	3084.48	881.28	1477.44	5.44
Agosto	1555.2	440.64	725.76	2.72

4.3.6. DEMANDA HÍDRICA

La demanda hídrica fue calculada con el consumo de agua (ver inciso 4.1.1.) de la línea base en el uso de agua, así como información proporcionada por la Dirección de Infraestructura respecto a la distribución de agua en los diferentes ambientes de la universidad (ver Cuadro 32).

Se ha considerado un solo valor para todo el año, debido a que, la universidad no maneja un registro mensual del consumo del recurso hídrico y se detalla en el Cuadro 27.

Cuadro 25. Demanda hídrica de las cuencas Cocheros, Córdova y Naranjal.

Año	Demanda hídrica (miles m ³ /mes)
2019	3.26

4.3.7. DÉFICIT HÍDRICO

El déficit hídrico fue calculado con la información de oferta y demanda hídrica (ver cuadro 51).

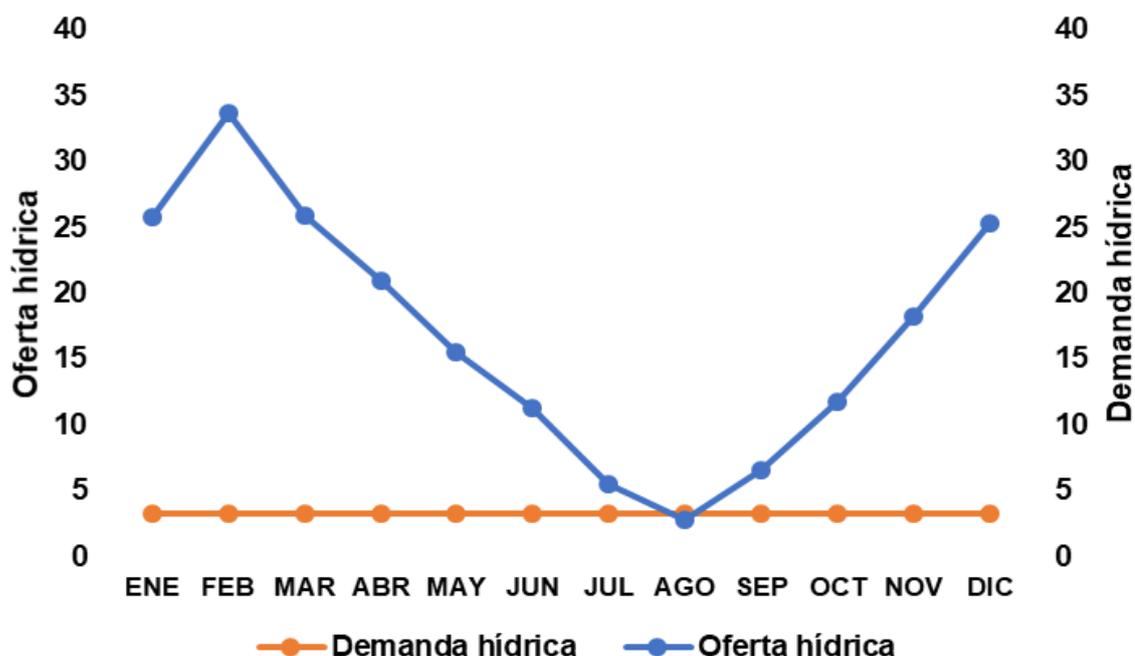


Figura 20. Curva de oferta y demanda hídrica del recurso hídrico de la UNAS.

Existió un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes.

4.4. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

En base a las encuestas realizadas a los alumnos, como al personal docente, administrativo y comercial así como a la observación realizada de las instalaciones durante el inventario, se han identificado características y prácticas que van en contra del uso ecoeficiente del agua, para las cuales se ha planteado las siguientes propuestas.

Cuadro 26. Propuestas de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua.

Prácticas en contra del uso ecoeficiente del agua	Propuestas para el uso ecoeficiente del agua
<p>Uso de caños convencionales y todavía persiste en los ambientes antiguos de la universidad a excepción de algunos, como el Paraninfo y oficinas administrativas de la Facultad de Agronomía, lo cual no permite controlar o disminuir el flujo abundante. Solo se ha implementado los caños ahorradores en las edificaciones nuevas.</p>	<p>Cambiar los inodoros, caños y duchas gradualmente, por unos que sean ahorradores, se recomienda comenzar por las instalaciones que ya se encuentran en mal estado, las mismas que consumen agua de manera innecesaria.</p>
<p>Inexistencia de medidores de agua en el sistema de abastecimiento (quebrada Córdova, Cocheros y Naranjal), evitando llevar un control del consumo de agua para mejorar la calidad del servicio.</p>	<p>Colocar medidores de caudal y volumen en los sistemas de abastecimiento para las tres fuentes de agua que utiliza la universidad (Córdova, Cocheros y Naranjal), de esta forma se pueda detectar épocas de mayor consumo y aplicar medidas de control más específicas, que busquen la preservación del recurso.</p>

Prácticas en contra del uso ecoeficiente del agua	Propuestas para el uso ecoeficiente del agua
<p>El 60.22 % de los estudiantes, 79.03% de docentes, 59.72% del personal administrativo y el 22.22% de comerciantes manifiestan que encuentran los inodoros o grifos mal cerrados y que corren el agua cuando ocupan los servicios higiénicos.</p>	<p>Identificar los puntos de fuga de agua en las instalaciones, de modo que puedan ser reparados inmediatamente.</p>
<p>Los usuarios dejan el caño abierto mientras se asean, lo cual ocurre con los comerciantes en mayor medida (50%), mientras que el 20% de estudiantes y personal administrativo también lo realiza.</p>	<p>Realizar campañas de sensibilización para el uso ecoeficiente del agua, dirigido a toda la población universitaria.</p> <p>Además, en cocinas y cafeterías, en las que se realiza un uso intenso durante gran cantidad de horas al día, la elección de electrodomésticos eficientes puede suponer una importante reducción de consumo de agua.</p>
<p>Las fugas o averías no son reportadas principalmente por los alumnos (87.10%), mientras que más del 50% de docentes, personal administrativo y comerciantes si reporta en caso de encontrar.</p>	<p>Delegar personal capacitado para llevar un registro de las instalaciones de agua y su funcionamiento, además de encargarse de la reparación de averías, fuga y otros que sean necesarios, y hacer de conocimiento de todos los usuarios, quiénes son las personas a las cuales pueden acudir para reportar una avería en alguna instalación de agua.</p>

Prácticas en contra del uso ecoeficiente del agua	Propuestas para el uso ecoeficiente del agua
Más del 60% del total de encuestados tanto alumnos, docentes, personal administrativo y comerciantes, manifiesta desconocer de algún programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones, mientras que menos del 40% menciona que no existen dichos programas.	Establecer un cronograma de mantenimiento de las instalaciones como son los caños, inodoros, duchas, así como tanques y tuberías, además de realizar evaluaciones periódicas a las instalaciones de agua verificando su correcto funcionamiento.

V. DISCUSIÓN

El consumo de agua diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 100 L a más, considerándose un acceso óptimo y de abastecimiento continuo, atendiendo todas las necesidades de higiene (OMS, 2003), sin embargo estos consumos dependen de las situaciones particulares de las instituciones, debido a que, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva los estudiantes tienen un consumo de 55.67 L/día, los docentes 39.67 L/día y el personal administrativo 31.33 L/día, haciendo un total de 126.67 L/día, contrario a lo que sucede en la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia), donde según Manco (2017), los estudiantes tienen un consumo de 11.5 L/día y los docentes más el personal administrativo 36.7 L/día, haciendo un total de 48.2 L/día, es decir, tres veces el inferior del consumo en la UNAS, la variación en estos valores se debe al uso de agua en cada institución, que corresponden con las actividades que se realizan, demanda de la población universitaria y los servicios que ofrece como internado y comedor.

Se obtuvo como resultado que el 54.57% del alumnado realiza buenas prácticas frente al uso eficiente del agua (ver cuadro 30), sin embargo el 87.10% manifestó que no reportan las fugas o averías, el 100% menciona que no existe un buen manejo de uso del agua en la universidad y el 65.59% desconoce de algún programa de revisión de fugas o mantenimiento de instalaciones, coincidiendo con lo descrito por Advíncula *et al.* (2014), en un estudio realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) sobre el uso ecoeficiente del agua, donde se afirma que, por lo menos el 80% del alumnado, indica que no reportan las averías en grifos o inodoros y menos el 85% considera que no hay un buen manejo del agua en la UNALM. Estos comportamientos en los estudiantes pueden darse por la falta de información

sobre los programas de mantenimiento o reparación de instalaciones sanitarias y la inexistencia de buenas prácticas de uso del agua.

En cuanto a los profesores, el 66.13% realiza buenas prácticas en el uso eficiente del agua (ver cuadro 31), manifestando que el 67.74% reporta fugas o averías y el 100% se asegura de cerrar bien los grifos después del lavado de manos, sin embargo, el 100% considera que no existe un buen manejo del uso del agua en la UNAS, coincidiendo con Advíncula *et al.* (2014), sobre el comportamiento de los docentes universitarios frente al uso del agua en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), donde mayoría de ellos realiza buenas prácticas en el uso de agua, al no desperdiciar el recurso asegurándose de cerrar bien los caños y el 90 % de ellos indica que tiene la iniciativa de reportar las averías en las instalaciones y el 100% opina que no hay un buen manejo del agua en la UNALM.

Para el personal administrativo, se obtuvo como resultado que 67.01% realiza buenas prácticas frente al uso eficiente del agua (ver cuadro 32), además el 54.17% menciona que observa que inodoros y/o grifos gotean y que, y el 100% manifiesta que no se realiza un buen manejo del uso del agua en la universidad, coincidiendo con Jorge (2017), quién obtuvo como resultado que el 55,86% del personal (área administrativa) realizan buenas prácticas, sin embargo se debe priorizar temas de buenas prácticas en el indicador de consumo de agua, debdio a que el 77,2 % aseguro que la antigüedad de las instalaciones supera los 20 años, así mismo los inodoros y grifos del servicio higiénico tanto de varones como de mujeres no son ahorradores y existe la presencia de fugas.

Según la Ley de Recursos Hídricos (2010) en el artículo 9, la Autoridad Nacional del Agua, a través de sus sedes a nivel nacional, debe asegurarse que se cumpla lo establecido en los derechos de uso de agua otorgados, además, en el artículo 40, se menciona que el operador debe buscar una correcta gestión del recurso hídrico, a través de la implementación de equipos y de un programa de capacitaciones. Sin embargo, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, no existen equipos de medición de

caudal ni volumen de agua y para asegurar un uso ecoeficiente del agua se necesitan mediciones reales, porque una “estimación del consumo de agua” puede generar errores y por lo tanto, la aplicación de medidas no serían las adecuadas.

En los puntos muestreados de colina baja y muy baja para la quebrada Cocheros, los valores obtenidos en la evaluación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Salmonella sp.*, se encuentran superando el valor de 0 UFC/100 mL establecido en los límites máximos permisibles (DIGESA 2010), contrario a lo manifestado por Sias (2014), cuyos valores de coliformes totales y termotolerantes es de 0 UFC/100 mL, es decir, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles. Además, también se detectó la presencia de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae*, bacterias patógenas cuyo principal medio de eliminación es la desinfección del agua (Ríos *et al.* 2017), esto se ha podido contrastar con el análisis fisicoquímico, donde el valor obtenido para el muestreo de cloro en todos los puntos ha sido de 0 mg/L.

En cuanto al análisis fisicoquímico de la quebrada Cocheros, los valores de sólidos totales disueltos varían entre 43 – 73 mg/L, encontrándose dentro del límite máximo permisible de 1000 mg/L (DIGESA 2010), coincidiendo con Sias (2014), cuyos valores para sólidos totales disueltos varían entre 33 – 43 mg/L también por debajo del límite máximo permisible.

Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes para el servicio de abastecimiento de agua del campus de la universidad para una población de 3624, por otro lado, el déficit hídrico encontrado por Bustamante (2005), en el año 2004 fue de 0.89 miles m³/mes para una población universitaria de 736, esta diferencia evidencia el déficit hídrico de la fuente de agua superficial que asegura la disponibilidad hídrica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva frente a la tendencia del crecimiento de la población universitaria.

La Universidad Nacional Agraria de la Selva, tiene derecho de uso de agua, por volúmenes de 729 467.53 m³ (Resolución Administrativa N°059-2004-GR-DRA-HCO/ATDR-TM) y 65 594.88 m³ (Resolución Administrativa

N°033-2013-ANA-ALA-TM) haciendo un total de 795 062.41 m³ anuales, es decir, 66.26 miles de m³ por mes, sin embargo, según los resultados de la presente investigación en la línea base se determinó que el consumo fue de 3.26 m³ por mes, esta diferencia de valores puede darse a la falta de controles permanentes y con equipos para su medición, lo que implica un reporte errado del consumo de agua y un gasto económico exagerado, consideradas parte de prácticas no ecoeficientes y las que responden al mal manejo del recurso manifestado por el 100% de alumnos, docentes, personal administrativo. Además, la UNAS debe regularizar las licencias de uso de agua para asegurar su derecho y cumplir con sus obligaciones.

El consumo promedio por persona es de 109 m³/año, alrededor de 9 m³ al mes (SUNASS 2018), mientras que, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde el consumo de agua fue 3.25 miles de m³ al mes para una población universitaria de 3625, es decir, 10.76 m³ al año, además existe un déficit hídrico para el 2019 en el mes de agosto con 0.54 miles de m³, es decir, 600 personas no podrán satisfacer su consumo promedio de agua en el campus universitario, además es obligación del usuario (UNAS), buscar el uso eficiente del recurso, desde la distribución, consumo y mantenimiento, así como la satisfacción de las necesidades básicas de toda la población universitaria y del ente fiscalizador vigilar que esto se cumpla.

VI. CONCLUSIONES

1. El manejo del uso del agua en la Universidad Nacional Agraria de la Selva no es ecoeficiente, los problemas se aprecian en toda la ciudad universitaria, desde equipos sanitarios con fugas, averías y descompuestas, la inexistencia de un programa de mantenimiento y la falta de control (medidores) del consumo de agua contribuyen al mal uso del recurso hídrico.
2. El consumo total de agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva es de 3258.92 m³/mes, donde el 54.57% de los alumnos, el 66.13% de los docentes, 67.01% del personal administrativo y el 76.39% realizan buenas prácticas en cuanto al uso eficiente del agua.
3. Se ha contabilizado un total de 87 servicios higiénicos de mujeres, 45 de varones y 41 unisex y cinco áreas que no cuentan con servicios higiénicos pero si con algunos equipos sanitarios, con un total de 8 grifos y 2 duchas.
4. La calidad del agua de las quebradas Cocheros, Córdova y Naranjal no es óptima para consumo humano en la parte baja de las mismas, después del sistema de abastecimiento, debido a que, supera los límites máximos permisibles del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud para el análisis coliformes totales y termotolerantes, además se ha identificado la presencia de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae*.
5. Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes.
6. Se han identificado seis prácticas que van en contra del uso ecoeficiente del agua, proponiéndose seis medidas de ecoeficiencia para uso recurso hídrico dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para contribuir al uso ecoeficiente del recurso hídrico en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, debería formarse un Comité para el Uso Ecoeficiente del Agua. La misma que debe estar precedida por diferentes miembros de la universidad, encabezado por el rector, debido a que, preservar el recurso hídrico requiere una especial atención y acción de las autoridades de la universidad.
2. Instalación de medidores de caudal de agua en los sistemas de abastecimiento de agua de las tres quebradas Cocheros, Córdova y Naranjal, que permitirá llevar un control sobre el consumo del recurso en la universidad.
3. En la evaluación de los análisis microbiológicos resalta se han detectado la presencia de microorganismos como Coliformes, *Salmonella sp.*, bacterias heterotróficas y *Vibrio cholerae*, es por ello que se recomienda incorporar un proceso de desinfección del agua, como tratamiento en el sistema de abastecimiento ya que es muy efectivo contra las bacterias.
4. Se recomienda realizar un estudio de las fuentes de agua subterráneas que utiliza la universidad para abastecer algunas infraestructuras.
5. Disponer de recursos necesarios y la toma oportuna de decisiones es fundamental para la implementación del plan de ecoeficiencia, por ello es indispensable involucrar a las autoridades.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advíncula, O; García, S; García, J. 2014. Plan de ecoeficiencia en el uso del agua potable y análisis de su calidad en las áreas académicas y administrativas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. *Ecología Aplica* 13(1):101-114.
- APHA-AWWA-WEF (American Public Health Association - American Water Works Association - Water Environment Federation, Estados Unidos). 1989. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 17ava Ed.
- ANR (Asamblea Nacional de Rectores, Perú). 2011. *Censo Nacional Universitario* (en línea). Lima, Perú, Asamblea Nacional de Rectores. 456 p. Informe. Consultado 08 feb. 2019. Disponible en <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/865/503.%20II%20Censo%20Nacional%20Universitario%202010%20Principales%20resultados.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aurazo, M. 2004. *Manual para Análisis Básicos de Agua de Bebida*, Organización Panamericana de la Salud. Capítulo 4, Toma de Muestras.
- Bustamante Scaglioni, EOJ. 2005. *Balance hídrico de la parte alta de las microcuencas de abastecimiento de agua del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Tesis Ing. Tingo María, Perú, UNAS. 113 p.
- Bustamante, Y. 2011. *Ecoeficiencia en la universidad hacia un desarrollo sostenible*. *Rev. Inv. Fac. de Cienc. Adm.* 14(27):54-68.
- Casado Cárdenas, P. 2011. *Línea base de ecoeficiencia periodo 2009 – 2010 del pabellón central de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Tingo María, Peru, UNAS. 74 p. Informe de práctica pre profesional.

- Chavez Rios, E. 2016. Plan de ecoeficiencia institucional en el uso eficiente de los recursos públicos en el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo; Lima, 2015. Tesis Mag. Lima, Perú, UCV. 161 p.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). 2008. Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”. Perú.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). 2010. Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. ANEXO II y ANEXO III. Perú.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). 2011. Resolución Ministerial N° 156-2010/MINSA “Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud”. Perú.
- Hernández, R. 2010. Metodología de la investigación. 5 ed. Ciudad de México, México. McGraw-Hill. 656 p.
- IPROGA (Instituto de Promoción para la Gestión del Agua, Perú). 2015. La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en Perú (en línea). s.p. Informe. Consultado 25 abr. 2019. Disponible en <https://www.iproga.org.pe/articulos/huella.html>.
- Jacobo, S; Gonzales, F; Perez, E; Rojas, R. 2013. Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias. Huánuco, Perú. 204 p.
- Jorge Yauri, LF. 2017. Ecoeficiencia periodo 2015-2016 del pabellón central (área administrativa) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Práctica pre profesional bachiller en Ing. Amb. Tingo María, Peru, UNAS. 129 p. Informe de práctica pre profesional.
- Lopes, L. Sustentabilidade ambiental: avaliação do gasto como água e energia em universidades públicas federais da região sul do Brasil. Congresso Brasileiro de Custos (22, 2015, Foz do Iguaçu, Brasil).

- Manco, D. 2017. Estimación de la demanda de agua en centros educativos: caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Rev.Luna Azul 44(9):124-130.
- Martínez, A., et al. 2004. Metodología de la investigación social cuantitativa. Editorial Crative Commons. Barcelona, España. 64 p.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas, Perú). 2008. Ley N° 29289 Ley de presupuesto del sector público para el año fiscal 2009. Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2017. Instituciones públicas ecoeficientes: Análisis de los indicadores de ecoeficiencia en el sector público (en línea). Lima, Perú, MINAM. p. 27-38. Informe anual 2016. Consultado 05 feb. 2019. Disponible en http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=593
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2009a. Decreto Supremo N° 009-2009- MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2010. Guía de ecoeficiencia educacional (en línea). Lima, Perú, MINAM. 108 p. Guía. Consultado 11 mar. 2019. Disponible en <http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia%202010/otros/ecoeficiencia/Guia%20de%20Ecoeficiencia%20Educa%20cional.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2010a. Decreto Supremo N° 011-2010- MINAM. Modificación de artículo del Decreto Supremo N° 009-2009- MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2016. Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público. Lima, Perú. 97 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2007. Guía Práctica para la Implementación Producción Más Limpia (en línea). Lima, Perú, MINAGRI. 96 p. Guía. Consultado 04 abr. 2019. Disponible en http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Proteccion_del_Medio_Ambiente/Guia_para_implementation_de_la_Produccion_Mas_Limpia_INDECOPI.pdf

- MINAGRI (Ministerio Nacional de Agricultura y Riego, Perú). 2016. MINAGRI: Uso y manejo del agua (en línea, sitio web). Consultado 14 mar. 2019. Disponible en <http://minagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/329-uso-y-manejo-deagua>
- MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 2017. Vigilancia sanitaria de la Unidades Ejecutoras de Salud. Consultado 05 abr. 2019. Disponible en <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3981.pdf>.
- OMS (Organización Mundial de la Salud, Suiza). 2003. Agua, saneamiento y salud: La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud (en línea, sitio web). Consultado 07 ene. 2020. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1976. Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (en línea, sitio web). Consultado 17 dic. 2019. Disponible en <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/VirtualLibrary/Maps/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, Estados Unidos). 2015. Agua y Desarrollo Sostenible (en línea, sitio web). Consultado 21 mar. 2019. Disponible en https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml
- Otaya, AL; Vásquez, GL; Bustamante, G. 2008. Estimación de la oferta hídrica con información escasa en ecosistemas estratégicos. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*. 61(1):4366-4380.
- Quispe Sarayasi, V. 2018. Diagnóstico y elaboración de un plan de ecoeficiencia para el decanato de la facultad de Ciencias Biológicas de la UNSA; Arequipa 2018. Tesis Biol. Arequipa, Perú, UNSA. 90 p.
- Reategui Inga, RPG. 2018. Nivel de ecoeficiencia en la Cooperativa Agraria Cafetelera Divisoria Ltda y la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo. Tesis Mag. Tingo María, Perú, UNAS. 113 p.

- Ríos, S; Agudelo, R; Gutiérrez, L. 2017. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac.Nac. Salud Pública 35(2):236-247.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Perú). 2019. SENAMHI: Condiciones de tiempo (en línea, sitio web). Consultado 28 oct. 2019. Disponible en http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi.Artículo
- Sias Baylon, D. 2014. Evaluación de la calidad del agua mediante indice de oregon en el sistema de abastecimiento poblacional proveniente de la quebrada Cocheros. Práctica pre profesional bachiller en Ing. Amb. Tingo María, Peru, UNAS. 86 p. Informe de práctica pre profesional.
- SUSALUD (Superintendencia Nacional de Salud, Perú). 2011. Plan de ecoeficiencia. Lima, Perú. 56 p.
- SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento, Perú). 2018. Consumo de agua potable (en línea, nota de prensa). Consultado 28 mar. 2019. Disponible en http://www.sunass.gob.pe/doc/NotasPrensa/2018/Enero/np012_2018.pdf
- UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León, México). 2018. UANL: Uso eficiente del agua (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2020. Disponible en <http://sds.uanl.mx/uso-eficiente-del-agua/>
- UCES (Universidad CES, Colombia). 2018. UCES: Programa de uso eficiente y racional del agua (en línea, sitio web). Consultado 08 feb. 2020. Disponible en https://www.ces.edu.co/wpcontent/uploads/2019/02/PUEYRA_UCES_2018.pdf
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development, Suiza). 2000. Ecoeficiencia, creando más valor con menos impacto (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2019. Disponible en http://www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-spanish.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuadros

Cuadro 27. Número de muestras de los estudiantes.

Facultad	Especialidad	Alumnos matriculados	Muestra pregrado
Agronomía	Agronomía	325	10
Zootecnia	Zootecnia	220	7
Ingeniería en Industrias Alimentarias	Ingeniería en Industrias Alimentarias	195	6
	Ingeniería Forestal	273	8
Recursos Naturales Renovables	Ingeniería en conservación de suelos y agua	256	8
	Ingeniería ambiental	271	8
	Ingeniería en recursos naturales renovables	219	7
Ciencias Económicas y Administrativas	Economía	291	9
	Administración	286	9
Contabilidad	Contabilidad	320	10
Ingeniería en informática y sistemas	Ingeniería en informática y sistemas	240	7
Ingeniería mecánica eléctrica	Ingeniería mecánica eléctrica	107	4
Total		3003	93

Fuente: Oficina de Recursos Humanos de la UNAS.

Cuadro 28. Número de muestras de los docentes.

Tipo de contratación	Número de docentes	Muestra
Nombrados	208	44
Contratados	14	5
Auxiliares	31	11
Jefe de practica	5	2
Total	258	62

Fuente: Oficina de Recursos Humanos de la UNAS.

Cuadro 29. Número de muestras del personal administrativo.

Tipo de contratación	Personal administrativo	Muestra
Nombrados	187	36
Contratados	59	15
Cas	87	21
Total	333	72

Fuente: Oficina de Recursos Humanos de la UNAS.

Cuadro 30. Número de muestras del comercio

Establecimientos	Número de personas	Muestra
10	31	9

Fuente: Oficina de Recursos Humanos de la UNAS.

Cuadro 31. Formato de detección de prácticas no eficientes para los estudiantes.

Practicas no ecoeficientes en agua	Si	No	No sabe
En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?	12.90	87.10	0.00
¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?	100.00	0.00	0.00
¿Deja correr el agua mientras se asea?	17.20	82.80	0.00
Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?	88.17	11.83	0.00
Promedio (%)	54.57	45.43	0.00

Cuadro 32. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para docentes.

Practicas no ecoeficientes en agua	Si	No	No sabe
En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?	67.74	32.26	0.00
¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?	100.00	0.00	0.00
¿Deja correr el agua mientras se asea?	0.00	100.00	0.00
Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?	96.77	3.23	0.00
Promedio (%)	66.13	33.87	0.00

Cuadro 33. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para el personal administrativo.

Practicas no ecoeficientes en agua	Si	No	No sabe
En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?	80.56	19.44	0.00
¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?	100.00	0.00	0.00
¿Deja correr el agua mientras se asea?	13.89	86.11	0.00
Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?	73.61	26.39	0.00
Promedio (%)	67.01	32.99	0.00

Cuadro 34. Formato de detección de prácticas no eficientes en agua para comerciantes.

Practicas no ecoeficientes en agua	Si	No	No sabe
En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?	77.78	22.22	0.00
¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?	100.00	0.00	0.00

¿Deja correr el agua mientras se asea?	50.00	50.00	0.00
Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?	76.39	23.91	0.00
Promedio (%)	67.01	32.99	0.00

Cuadro 35. Infraestructuras abastecidas de agua por quebrada.

Quebrada Cocheros		Quebrada Córdova	Quebrada Naranjal
Almacén	Comedor	Ex residencia de docentes	Vivero
Patrimonio	Carpintería	Dirección de Infraestructura	Facultad de RNR
Laboratorio de Operaciones Unitarias (EPIA – FRNR)	Pabellón Gallitos	Escuela de Posgrado	Mecánica
Oficinas del Centro Pre-Universitario	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas		Internado damas
Oficinas administrativas (Ex comedor)	Internado de varones I		Residencia Británico
Pabellón central	Mercantil III		Internado varones II
SS.HH N°1	Complejo Deportivo		Ex viviendas de docentes
Facultad de Ingeniería Informática y Sistemas	Facultad de Zootecnia		Silvicultor
Centro de idiomas	Faculta de Ingeniería Industrial Alimentarias		
Mercantil I	Parainfo		
Biblioteca	Laboratorio de Física y CIUNAS		
Museo	Tópico y Dirección de Bienestar Universitario		
Laboratorio de Suelos (F.Agronomía) y Laboratorio de Fitopatología	Mercantil IV		
Mercantil II	Laboratorio de Microscopía		
SS.HH N°2			

Fuente: Dirección de Infraestructura de la UNAS.

Cuadro 36. Inventario de equipos sanitarios dentro de los servicios higiénicos según área.

Área	Servicios Higiénicos						
	Cantidad de equipos					Características de los equipos	
	Grifos	Inodoro	Urinario personal	Urinario	Ducha	Estado	Modelo
Almacén							
Patrimonio	1	2	0	0	1	Regular	Convencional
RAEE en baja - Unidad Patrimonio							
DIF	1	1	0	0	0	Regular	Convencional
Pre-Universitario	2	3	0	0	0	Regular	Convencional
Gabinete de topografía	6	6	0	0	0	Bueno	Convencional
Pabellón central	5	5	0	0	0	Regular	Convencional
SS.HH Tabladillo	6	12	3	0	0	Bueno	Moderno
FISS	36	37	16	0	0	Bueno	Convencional y Moderno
Centro de idiomas	2	2	0	0	0	Regular	Convencional

DICDA	2	2	0	1	0	Bueno	Convencional
Biblioteca	10	9	5	0	0	Bueno	Moderno
Laboratorios N°04 (Fitopatología, Museo)	2	2	0	0	0	Bueno	Moderno
Zoocriadero	2	2	0	1	1	Regular	Convencional
SS.HH de Suelos	6	13	3	0	0	Bueno	Moderno
Laboratorio de Microscopia, CIUNAs	1	1	0	0	0	Bueno	Moderado
Laboratorio N°03 (Microbiología)	4	4	0	0	0	Bueno	Moderno
Tópico y OBU	6	6	0	0	0	Bueno	Convencional
Mercantil (Frente a Paraninfo)	1	1	0	0	0	Bueno	Convencional
Facultad de Zootecnia	16	14	8	0	0	Bueno	Convencional
Planta piloto de la FIIA	1	1	0	0	1	Bueno	Convencional
Paraninfo	15	15	4	0	0	Bueno	Moderno
Laboratorios FIIA	4	4	2	0	4	Bueno	Moderno
FIIA	16	16	3	1	0	Bueno	Convencional
Laboratorio N°01 (Química)	4	4	0	0	0	Bueno	Moderno

Escuela de Postgrado	2	2	0	1	0	Regular	Tradicional
Pabellón Gallitos	24	20	12	0	0	Regular	Convencional
Economía	24	21	12	0	0	Bueno	Moderno
E.P.Administración	16	14	0	2	0	Bueno	Convencional
Internado de varones Sheraton	4	8	0	0	4	Bueno	Moderno
Internado de varones Callao	24	16	0	1	6	Regular	Convencional
Complejo	5	5	0	0	0	Regular	Convencional
Facultad de R.N.R	17	15	3	1	0	Bueno	Moderno
Departamento de CSA, RNR, IA, IF	3	3	1	0	0	Regular	Convencional
Laboratorio de Semillas	2	2	0	0	0	Bueno	Moderno
Internado de mujeres	44	44	0	0	44	Regular	Convencional
Vivero	1	1	1	0	1	Bueno	Convencional
Casa de huéspedes	16	12	0	0	7	Regular	Convencional
Taller de bambú	4	1	0	0	1	Regular	Convencional
Gabinete de biología de suelos (Agronomía)	1	1	0	0	1	Regular	Convencional

Laboratorio Central de Investigación	1	1	0	1	0	Bueno	Moderno
Oficinas del FEUNAS	1	1	0	0	0	Bueno	Moderno
Silvicultor	1	1	0	0	0	Regular	Convencional
Facultad de Agronomía	16	14	0	2	0	Bueno	Moderno
Total	355	344	73	11	71		

Cuadro 37. Servicios higiénicos de las áreas del campus universitario.

Área	Total de SS.HH			Observaciones
	Mujer	Varon	Unisex	
Almacén				
Patrimonio	0	0	1	
RAEE en baja - Unidad Patrimonio				
DIF	0	0	1	Presenta fuga en el inodoro
Pre-Universitario	1	1	0	
Gabinete de topografía	0	0	6	

Pabellón central	2	2	1	Un baño de varones esta inhabilitado
SS.HH Tabladillo	1	1	0	No funcionan todos los inodoros
FISS	7	6	0	
Centro de idiomas			1	La presión del agua disminuye durante durante el día
DICDA	1	1	0	
Biblioteca	2	2	0	
Laboratorios N°04 (Fitopatología, Museo)	1	1	0	
Zoocriadero	1	1	0	Presencia de fugas en los equipos
SS.HH de Suelos	1	1	0	Algunos inodoros no funcionan
Laboratorio de Microscopia, CIUNAs	0	0	1	
Laboratorio N°03 (Microbiología)	0	0	4	
Tópico y OBU	1	1	4	
Mercantil (Frente a Paraninfo)	0	0	1	
Facultad de Zootecnia	1	1	0	
Planta piloto de la FIIA	0	0	1	

Paraninfo	3	3	1	
Laboratorios FIIA	2	2	0	
FIIA	2	2	1	
Laboratorio N°01 (Química)	0	0	4	
Escuela de Postgrado	1	1	0	Baño de Damas malogrado
Pabellón Gallitos	4	4	0	Equipos malogrados
Economía	3	3	0	
E.P.Administración	0	0	0	
Internado de varones Sheraton	0	2	0	
Internado de varones Callao	0	1	0	Fuga, equipos malogrados
Complejo	3	3	0	
Facultad de R.N.R	2	2	1	Fuga
Departamento de CSA, RNR, IA, IF	1	1	1	Fuga
Laboratorio de Semillas	1	1	0	
Internado de mujeres	44	0	0	

Vivero	0	0	1	
Casa de huéspedes	0	0	6	Equipos malogrados y fuga
Taller de bambú	0	0	1	El inodoro se encuentra averiado
Gabinete de biología de suelos (Agronomía)	0	0	1	La ducha no funciona
Laboratorio Central de Investigación	0	0	1	
Oficinas del FEUNAS	0	0	1	
Silvicultor	0	0	1	
Facultad de Agronomía	2	2	0	
TOTAL	87	45	41	

Cuadro 38. Inventario de equipos de áreas que no cuentan con servicios higiénicos.

Áreas	Equipos		Característica de los equipos		Observación
	Grifos	Ducha			
Laboratorio de Aguas	2	0	Malo	Convencional	Presenta fugas
Comercio de Zoocriadero	0	1	Bueno	Convencional	-
Laboratorio de Suelos	1	0	Bueno	Moderno	-
Comercio de Suelos	0	1	Bueno	Convencional	-
Comedor	5	0	Bueno	Convencional	-
Total	8	2			

Cuadro 39. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2000-2006).

AÑO	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	284.39	122.39	400.01	166.89	295.24	109.97	221.87	90.43	253.76	113.96	222.92	93.77	318.33	127.15
FEB	326.70	140.60	309.76	129.24	350.42	130.52	318.24	129.70	274.23	123.15	308.33	129.69	339.74	135.70
MAR	328.67	141.45	367.26	153.23	321.24	119.65	287.48	117.17	303.36	136.23	375.99	158.15	375.42	149.95
ABR	222.05	95.56	178.27	74.38	275.77	102.71	274.86	112.02	175.34	78.74	213.80	89.93	218.13	87.13
MAY	198.87	85.59	184.68	77.05	286.36	106.66	232.66	94.82	131.35	58.99	170.21	71.60	138.83	55.45
JUN	218.10		134.46	56.10	161.37	60.10	202.42	82.50	121.80	54.70	167.75	70.56	139.58	55.75
JUL	129.41		173.36	72.33	210.05	78.24	110.17	44.90	195.37	87.73	94.80	39.87	86.35	34.49
AGO	162.36		77.27	32.24	165.19	61.53	190.13	77.49	91.97	41.30	127.13	53.47	110.46	44.12
SET	167.22		179.19	74.76	169.19	63.02	207.84	84.71	166.49	74.76	188.96	79.48	186.82	74.62
OCT	198.63		233.71	97.51	252.70	94.12	227.40	92.68	274.58	123.31	325.41	136.88	283.01	113.04
NOV	220.46		340.70	142.14	324.05	120.70	256.16	104.40	370.04	166.17	241.22	101.46	361.81	144.51
DIC	331.48		297.56	124.15	410.20	152.78	415.13	169.19	313.91	140.97	416.37	175.14	445.92	178.11
SUMA	1427.66	585.59	2876.22	1200.00	3221.79	1200.00	2944.35	1200.00	2672.20	1200.00	2852.90	1200.00	3004.40	1200.00
PROM	118.97		239.68	100.00	268.48	100.00	245.36	100.00	222.68	100.00	237.74	100.00	250.37	100.00

Cuadro 40. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2007-2013).

AÑO	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	364.15	120.23	428.98	125.94	362.24	117.68	409.77	144.12	250.31	70.54	399.88	122.43	285.69	94.55
FEB	478.58	158.01	609.99	179.08	291.05	94.55	580.42	204.14	494.39	139.31	531.42	162.71	524.56	173.60
MAR	371.87	122.78	489.44	143.69	429.71	139.60	355.35	124.98	495.28	139.56	539.63	165.22	285.38	94.44
ABR	243.57	80.42	357.49	104.95	424.22	137.82	260.70	91.69	381.71	107.56	355.04	108.70	332.12	109.91
MAY	219.43	72.45	198.57	58.30	329.97	107.20	128.42	45.16	343.70	96.85	282.24	86.41	259.67	85.94
JUN	170.41	56.26	210.72	61.86	218.71	71.05	160.57	56.47	245.32	69.13	248.92	76.21	239.47	79.25
JUL	201.19	66.43	195.21	57.31	143.92	46.75	163.31	57.44	189.67	53.45	163.13	49.94	175.49	58.08
AGO	202.13	66.74	154.82	45.45	147.76	48.00	169.32	59.55	115.00	32.41	130.09	39.83	153.85	50.91
SET	174.89	57.74	278.35	81.72	211.76	68.79	175.47	61.72	364.58	102.73	181.24	55.49	135.73	44.92
OCT	219.04	72.32	367.64	107.93	339.41	110.26	297.29	104.56	438.24	123.49	408.52	125.08	407.00	134.69
NOV	491.73	162.35	384.27	112.81	360.57	117.14	413.87	145.56	509.43	143.55	255.45	78.21	336.68	111.42
DIC	497.51	164.26	411.96	120.94	434.47	141.15	297.41	104.60	430.88	121.42	423.87	129.77	490.36	162.28
SUMA	3634.48	1200.00	4087.42	1200.00	3693.80	1200.00	3411.91	1200.00	4258.52	1200.00	3919.40	1200.00	3625.99	1200.00
PROM	302.87	100.00	340.62	100.00	307.82	100.00	284.33	100.00	354.88	100.00	326.62	100.00	302.17	100.00

Cuadro 41. Datos completados de precipitación para la quebrada Cocheros (2014-2019).

AÑO	2014		2015		2016		2017		2018		2019		DATOS DE AÑOS COMPLETOS	
	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	SUMA	
ENE	328.05	105.17	380.76	128.27	495.05	166.01	612.13	156.43	550.92	149.47	332.10		2203.00	122.39
FEB	323.37	103.67	382.50	128.86	461.05	154.61	480.04	122.68	485.02	131.59	258.74		2530.80	140.60
MAR	445.19	142.73	421.46	141.98	476.15	159.67	644.52	164.71	635.24	172.35	423.24		2546.09	141.45
ABR	262.91	84.29	282.20	95.07	221.46	74.27	271.95	69.50	409.32	111.05	227.40		1720.13	95.56
MAY	292.00	93.61	413.57	139.32	188.48	63.21	449.04	114.75	415.73	112.79	169.54		1540.56	85.59
JUN	205.30	65.82	181.87	61.27	205.87	69.04	234.14	59.83	296.82	80.53	196.35		1186.44	65.91
JUL	145.04	46.50	229.58	77.34	117.22	39.31	118.46	30.27	130.76	35.48	133.76	54.21	975.86	54.21
AGO	90.79	29.11	143.14	48.22	149.17	50.02	203.44	51.99	256.95	69.71	123.65	50.12	902.09	50.12
SET	251.26	80.55	203.08	68.41	169.47	56.83	229.86	58.74	119.51	32.42	167.42	67.86	1221.43	67.86
OCT	467.61	149.91	220.23	74.19	241.18	80.88	432.37	110.49	451.08	122.38	270.53	109.65	1973.72	109.65
NOV	499.31	160.08	313.56	105.63	382.20	128.17	380.51	97.24	348.87	94.65	306.51	124.23	2236.21	124.23
DIC	432.19	138.56	390.18	131.44	471.14	157.99	639.20	163.35	322.75	87.56	351.39	142.43	2563.67	142.43
SUMA	3743.01	1200.00	3562.13	1200.00	3578.44	1200.00	4695.66	1200.00	4422.96	1200.00	1607.37	548.50	21600.00	1200.00
PROM	311.92	100.00	296.84	100.00	298.20	100.00	391.30	100.00	368.58	100.00			1800.00	100.00

Cuadro 42. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdova (2000-2006).

AÑO	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	239.36	133.01	353.77	184.07	238.31	106.47	155.43	78.56	197.56	114.52	164.50	88.72	263.91	129.79
FEB	285.55	158.68	257.24	133.84	332.72	148.66	278.20	140.61	215.09	124.68	263.87	142.32	324.57	159.63
MAR	286.23	159.05	346.94	180.52	274.04	122.44	233.62	118.08	266.42	154.44	344.84	185.99	339.35	166.89
ABR	164.04	91.16	125.56	65.33	234.73	104.87	233.16	117.84	117.46	68.09	143.46	77.37	163.24	80.28
MAY	138.57	77.00	125.85	65.48	241.51	107.90	187.82	94.93	77.88	45.14	104.60	56.42	73.01	35.91
JUN	173.77		88.65	46.13	110.95	49.57	153.51	77.59	65.27	37.83	116.54	62.85	82.26	40.45
JUL	83.68		113.83	59.23	155.71	69.57	59.55	30.10	141.03	81.75	43.74	23.59	37.95	18.66
AGO	85.81		33.84	17.61	103.35	46.18	137.21	69.35	41.41	24.00	70.20	37.86	62.43	30.70
SET	104.29		121.61	63.28	108.84	48.63	146.76	74.18	112.65	65.30	139.70	75.35	123.01	60.50
OCT	145.41		173.08	90.06	198.63	88.74	163.57	82.67	222.53	129.00	267.11	144.06	235.98	116.06
NOV	167.32		310.31	161.46	297.76	133.04	219.27	110.82	352.32	204.23	184.78	99.66	329.40	162.00
DIC	285.46		255.60	132.99	389.29	173.93	406.15	205.28	260.50	151.01	381.59	205.81	404.87	199.12
SUMA	1045.74	618.89	2306.28	1200.00	2685.83	1200.00	2374.26	1200.00	2070.11	1200.00	2224.92	1200.00	2439.98	1200.00
PROM	87.15		192.19	100.00	223.82	100.00	197.85	100.00	172.51	100.00	185.41	100.00	203.33	100.00

Cuadro 43. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdoba (2007-2013).

AÑO	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	257.74	151.11	359.04	186.52	252.49	148.14	240.71	150.29	145.30	70.74	207.90	121.99	171.12	93.92
FEB	276.09	161.86	428.49	222.60	175.85	103.18	421.26	263.02	362.16	176.33	329.61	193.40	344.92	189.31
MAR	237.73	139.38	299.96	155.83	249.32	146.28	212.17	132.47	330.12	160.73	346.23	203.15	181.51	99.62
ABR	133.29	78.14	209.27	108.72	200.50	117.64	157.79	98.52	247.91	120.70	189.73	111.33	185.37	101.74
MAY	101.05	59.24	61.03	31.71	202.54	118.83	42.25	26.38	210.79	102.63	134.11	78.69	142.03	77.95
JUN	63.33	37.13	85.80	44.57	103.10	60.49	55.24	34.49	71.75	34.93	106.79	62.66	132.09	72.50
JUL	89.56	52.51	81.71	42.45	44.62	26.18	56.58	35.32	76.37	37.19	28.41	16.67	82.57	45.32
AGO	71.75	42.06	56.69	29.45	48.84	28.66	65.26	40.75	19.22	9.36	27.91	16.38	64.78	35.56
SET	65.55	38.43	110.35	57.33	95.45	56.00	66.28	41.38	185.49	90.31	68.61	40.26	55.25	30.32
OCT	101.34	59.41	187.30	97.30	195.33	114.60	139.65	87.19	243.36	118.49	231.31	135.73	247.91	136.06
NOV	334.87	196.32	184.91	96.06	179.62	105.39	273.73	170.90	300.35	146.23	143.38	84.13	221.61	121.63
DIC	314.53	184.40	245.36	127.46	297.60	174.61	191.05	119.29	271.86	132.36	231.15	135.63	357.21	196.06
SUMA	2046.84	1200.00	2309.91	1200.00	2045.26	1200.00	1921.97	1200.00	2464.68	1200.00	2045.13	1200.00	2186.38	1200.00
PROM	170.57	100.00	192.49	100.00	170.44	100.00	160.16	100.00	205.39	100.00	170.43	100.00	182.20	100.00

Cuadro 44. Datos completados de precipitación para la quebrada Córdova (2014-2019).

AÑO	2014		2015		2016		2017		2018		2019		DATOS DE AÑOS COMPLETOS	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	SUMA	
ENE	188.48	100.92	251.06	136.96	386.97	205.29	431.66	164.99	395.63	161.12	205.99		2394.13	133.01
FEB	182.61	97.78	265.65	144.92	334.23	177.31	371.17	141.87	331.09	134.84	136.30		2856.15	158.68
MAR	294.14	157.50	291.24	158.87	367.00	194.70	488.88	186.86	489.22	199.24	299.57		2862.98	159.05
ABR	140.91	75.45	168.93	92.16	100.63	53.39	147.80	56.49	276.86	112.75	108.31		1640.82	91.16
MAY	140.17	75.05	263.95	143.99	83.96	44.54	294.53	112.57	266.75	108.63	77.96		1386.01	77.00
JUN	105.57	56.53	87.79	47.89	105.42	55.93	106.84	40.84	184.44	75.11	99.26		937.49	52.08
JUL	60.54	32.42	122.88	67.04	41.40	21.96	42.35	16.19	50.41	20.53	96.43		696.67	38.70
AGO	26.59	14.24	59.11	32.25	62.57	33.20	84.35	32.24	145.23	59.15	30.86		598.97	33.28
SET	143.72	76.96	105.29	57.44	65.54	34.77	123.87	47.35	44.39	18.08	52.40		975.85	54.21
OCT	311.84	166.97	117.45	64.07	135.22	71.74	283.83	108.49	344.22	140.18	225.23		1950.84	108.38
NOV	320.86	171.80	196.86	107.39	222.13	117.84	235.42	89.98	234.76	95.61	194.09	131.92	2374.51	131.92
DIC	325.65	174.37	269.52	147.03	356.90	189.34	528.84	202.13	183.55	74.75	239.13	162.53	2925.56	162.53
SUMA	2241.09	1200.00	2199.74	1200.00	2261.97	1200.00	3139.53	1200.00	2946.55	1200.00	1332.31	294.45	21600.00	1200.00
PROM	186.76	100.00	183.31	100.00	188.50	100.00	261.63	100.00	245.55	100.00			1800.00	100.00

Cuadro 45. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2000-2006).

AÑO	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	292.37	139.78	351.99	158.85	245.65	91.30	241.02	97.13	264.68	128.99	203.11	94.18	326.06	129.02
FEB	337.15	161.18	314.01	141.71	419.18	155.79	354.82	142.98	237.40	115.70	258.80	120.00	398.39	157.64
MAR	342.71	163.84	409.42	184.77	328.39	122.05	312.69	126.00	317.06	154.52	431.34	200.00	377.18	149.25
ABR	187.41	89.60	154.94	69.92	303.49	112.79	289.04	116.48	138.98	67.73	136.31	63.20	199.07	78.77
MAY	150.27	71.84	156.58	70.66	312.40	116.11	241.31	97.24	107.41	52.35	114.64	53.15	83.64	33.10
JUN	232.56		106.90	48.24	147.41	54.78	191.95	77.35	73.09	35.62	137.59	63.80	113.29	44.83
JUL	122.15		137.11	61.88	183.09	68.04	73.03	29.43	155.34	75.70	56.14	26.03	55.83	22.09
AGO	70.01		40.74	18.39	100.78	37.46	167.05	67.32	45.30	22.08	78.83	36.55	84.08	33.27
SET	107.79		130.25	58.78	116.28	43.22	166.56	67.12	139.02	67.75	172.66	80.06	153.05	60.56
OCT	180.80		177.13	79.94	245.28	91.16	174.78	70.43	245.38	119.59	288.61	133.82	301.98	119.49
NOV	195.46		395.57	178.52	370.63	137.75	293.58	118.30	387.60	188.90	252.48	117.07	410.08	162.27
DIC	291.37		284.33	128.32	456.22	169.56	472.02	190.21	351.06	171.09	457.57	212.16	530.00	209.72
SUMA	1200.13	626.24	2658.95	1200.00	3228.79	1200.00	2977.87	1200.00	2462.30	1200.00	2588.07	1200.00	3032.64	1200.00
PROM	100.01		221.58	100.00	269.07	100.00	248.16	100.00	205.19	100.00	215.67	100.00	252.72	100.00

Cuadro 46. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2007-2013).

AÑO	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
ENE	293.16	145.15	374.06	176.27	282.10	152.77	389.35	209.74	268.22	105.44	270.00	139.81	155.02	76.96
FEB	360.22	178.36	408.09	192.31	200.40	108.53	381.60	205.57	444.40	174.70	421.05	218.02	459.80	228.29
MAR	296.80	146.95	322.01	151.74	351.55	190.38	237.71	128.06	584.83	229.90	413.72	214.22	199.74	99.17
ABR	153.63	76.07	248.12	116.92	217.24	117.65	131.95	71.08	335.38	131.84	197.53	102.28	167.70	83.26
MAY	110.50	54.71	104.90	49.43	202.01	109.40	54.38	29.29	186.43	73.28	141.05	73.03	140.97	69.99
JUN	83.81	41.49	95.70	45.10	96.70	52.37	62.93	33.90	93.47	36.74	90.67	46.95	168.41	83.61
JUL	126.34	62.56	85.83	40.44	61.68	33.40	69.45	37.42	107.82	42.39	63.88	33.07	81.09	40.26
AGO	71.12	35.21	88.78	41.84	63.03	34.13	61.41	33.08	43.94	17.27	37.33	19.33	85.20	42.30
SET	73.35	36.32	131.58	62.01	96.11	52.05	82.38	44.38	138.08	54.28	77.45	40.10	71.23	35.37
OCT	142.58	70.59	216.95	102.23	167.42	90.67	213.56	115.05	260.41	102.37	176.55	91.42	276.76	137.41
NOV	305.06	151.05	204.70	96.46	173.70	94.07	294.26	158.52	275.60	108.34	147.57	76.41	290.43	144.19
DIC	407.04	201.54	265.76	125.24	303.92	164.59	248.59	133.92	314.07	123.46	280.71	145.35	320.65	159.20
SUMA	2423.61	1200.00	2546.48	1200.00	2215.86	1200.00	2227.56	1200.00	3052.65	1200.00	2317.51	1200.00	2416.99	1200.00
PROM	201.97	100.00	212.21	100.00	184.65	100.00	185.63	100.00	254.39	100.00	193.13	100.00	201.42	100.00

Cuadro 47. Datos completados de precipitación para la quebrada Naranjal (2014-2019).

AÑO	2014		2015		2016		2017		2018		2019		DATOS DE AÑOS COMPLETOS	
MES	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	SUMA	
ENE	262.32	118.40	283.53	144.25	409.10	186.64	552.77	188.27	449.06	172.83	329.28		2516.00	139.78
FEB	204.20	92.16	304.88	155.12	459.37	209.57	457.63	155.86	387.16	149.01	195.38		2901.30	161.18
MAR	354.60	160.04	269.74	137.24	377.36	172.16	554.06	188.71	504.05	193.99	343.42		2949.15	163.84
ABR	168.68	76.13	177.45	90.28	129.62	59.14	192.24	65.47	295.57	113.75	143.67		1612.78	89.60
MAY	163.96	74.00	274.86	139.84	92.32	42.12	250.53	85.33	182.20	70.12	96.00		1293.17	71.84
JUN	167.82	75.74	99.87	50.81	136.64	62.34	120.30	40.97	171.58	66.03	118.10		960.69	53.37
JUL	63.50	28.66	137.06	69.73	50.82	23.19	56.34	19.19	54.68	21.05	73.60	40.81	734.52	40.81
AGO	33.63	15.18	58.10	29.56	71.38	32.56	109.84	37.41	137.46	52.91	60.71	33.66	605.83	33.66
SET	173.77	78.43	98.50	50.12	81.24	37.06	135.62	46.19	45.96	17.69	93.34	51.75	931.47	51.75
OCT	339.10	153.05	111.41	56.68	142.80	65.15	304.43	103.69	318.38	122.53	182.90	101.40	1825.25	101.40
NOV	357.21	161.22	252.12	128.27	244.14	111.38	323.45	110.16	281.66	108.40	235.62	130.63	2351.29	130.63
DIC	370.01	167.00	291.06	148.09	435.49	198.68	466.09	158.75	290.21	111.69	292.46	162.14	2918.55	162.14
SUMA	2658.80	1200.00	2358.59	1200.00	2630.28	1200.00	3523.30	1200.00	3117.97	1200.00	1225.84	520.38	21600.00	1200.00
PROM	221.57	100.00	196.55	100.00	219.19	100.00	293.61	100.00	259.83	100.00			1800.00	100.00

Cuadro 48. Información de temperatura media según la Estación Abelardo Quiñones - Tingo María.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2000	24.10	23.80	24.00	24.70	25.00	24.40	23.70	24.70	25.10	25.20	25.80	24.50
2001	24.20	24.40	24.50	25.40	25.10	24.10	24.50	24.30	25.10	25.80	25.00	25.50
2002	25.00	24.40	24.90	25.50	25.20	24.50	24.10	24.70	24.90	25.10	24.70	25.00
2003	25.30	24.90	24.70	24.80	24.60	24.10	23.90	24.50	24.90	26.20	25.70	25.10
2004	25.60	24.30	25.70	25.50	25.00	24.00	23.90	23.30	24.10	25.10	25.10	25.40
2005	25.90	25.90	25.10	25.60	25.60	24.90	24.20	25.10	25.10	25.10	25.80	25.00
2006	25.00	25.00	24.90	25.40	24.60	24.60	24.60	25.10	25.30	25.60	25.10	25.00
2007	25.30	25.10	24.90	25.40	25.30	25.10	24.60	24.80	25.00	25.10	25.60	25.40
2008	24.30	24.60	24.30	25.20	24.70	24.40	24.30	25.30	24.90	25.20	26.00	24.90
2009	24.80	24.90	25.00	25.20	25.20	24.50	24.70	25.30	25.60	25.90	25.40	24.70
2010	25.30	25.40	26.10	25.90	25.60	25.30	24.70	25.30	25.80	25.50	25.40	24.80
2011	24.30	23.70	24.60	25.30	25.10	24.80	24.80	25.10	25.00	25.00	25.90	25.00
2012	25.40	24.10	25.30	25.40	25.50	24.90	24.40	25.10	25.20	25.60	26.10	24.90
2013	26.00	24.80	25.20	25.70	25.30	24.80	24.30	24.90	25.60	25.50	25.30	25.60
2014	24.60	25.00	25.20	25.50	25.70	25.30	24.50	24.70	25.50	25.40	25.70	25.20
2015	25.20	24.80	25.60	25.30	25.20	25.10	24.80	25.40	26.20	26.10	26.30	25.70
2016	26.60	26.00	25.70	26.10	25.60	24.70	24.90	25.50	25.30	25.70	26.60	25.50
2017	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.70	24.90	25.60	26.00	26.20	26.30	25.60
2018	25.20	24.60	24.10	25.00	25.10	25.50	25.00	25.50	25.60	25.60	26.10	25.50
Media	25.05	24.73	24.98	25.38	25.18	24.73	24.43	24.93	25.26	25.52	25.66	25.16

Cuadro 49. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Cocheros con el proceso de la contabilidad de las aguas.

DIAS	Meses	T °C	P (mm)	ITM	ETP	F.c	ETP.C	PP- ETP	NAC	ARN	ALT	Rep.	Ret.	Def. Hid.	Excedencia Hídrica	1/2 exce	1/2 esco	Escorrentía total	Q(m³/mes)	Q(L/S)
30	SET.	25.26	196.42	11.616	115.765	0.99	114.607	204.23	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	204.23	102.1	0.0	102.1	4879.12	1.8824
31	OCT.	25.52	317.78	11.797	119.708	1.071	128.207	189.57	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	189.57	94.8	51.1	145.8	6968.44	2.6017
30	NOV	25.66	354.87	11.895	121.870	1.072	130.644	224.23	0.00	349.77	0.00	0.00	0	0.000	224.23	112.1	72.9	185.0	8840.97	3.4109
31	DIC	25.16	411.19	11.546	114.273	1.125	128.557	282.63	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	282.63	141.3	92.5	233.8	11172.58	4.1714
31	ENE	25.05	359.83	11.470	112.647	1.115	125.601	234.23	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	234.23	117.1	116.9	234.0	11182.01	4.1749
28	FEB	24.73	406.43	11.249	108.008	0.979	105.740	300.69	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	300.69	150.3	117.0	267.4	12774.48	5.2805
31	MAR	24.98	418.59	11.421	111.621	1.042	116.309	179.86	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	179.86	89.9	133.7	223.6	10684.11	3.9890
30	ABR	25.38	279.42	11.699	117.574	0.965	113.459	165.96	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	165.96	83.0	111.8	194.8	9306.87	3.5906
31	MAY	25.18	251.67	11.560	114.570	0.96	109.987	141.68	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	141.68	70.8	97.4	168.2	8038.23	3.0011
30	JUN	24.73	197.99	11.249	108.008	0.912	98.503	99.49	0	349.77	0.00	0.00	0	0.000	99.49	49.7	84.1	133.9	6395.84	2.4675
31	JUL	24.43	155.31	11.043	103.781	0.951	98.696	56.61	0.0000	349.77	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.0	66.9	66.9	3197.92	1.1940
31	AGO	24.93	148.23	11.387	110.891	0.983	109.006	39.22	39.22	349.77	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.0	33.5	33.5	1598.96	0.5970

Rep. : Reposición

Ret. : Retirada

Def. Hid. : Deficiencia hídrica.

Cuadro 50. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Córdova con el proceso de la contabilidad de las aguas.

DIAS	Meses	T °C	P (mm)	ITM	ETP	F.c	ETP.C	PP- ETP	NAC	ARN	ALT	Rep.	Ret.	Def. Hid.	Excedencia Hídrica	1/2 exce	1/2 esco	Escorrentía total	Q(m³/mes)	Q(L/S)
30	SET.	25.26	101.95	11.616	115.765	0.99	114.607	67.56	0	229.18	58.37	58.37	0	0.000	9.19	4.6	0.0	4.6	224.00	0.0864
31	OCT.	25.52	208.52	11.797	119.708	1.071	128.207	80.31	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	80.31	40.2	2.3	42.5	2069.60	0.7727
30	NOV	25.66	245.19	11.895	121.870	1.072	130.644	114.55	0.00	229.18	0.00	0.00	0	0.000	114.55	57.3	21.2	78.5	3826.82	1.4764
31	DIC	25.16	309.79	11.546	114.273	1.125	128.557	181.23	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	181.23	90.6	39.2	129.9	6330.91	2.3637
31	ENE	25.05	255.35	11.470	112.647	1.115	125.601	129.75	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	129.75	64.9	64.9	129.8	6328.04	2.3626
28	FEB	24.73	295.83	11.249	108.008	0.979	105.740	190.09	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	190.09	95.0	64.9	159.9	7797.41	3.2231
31	MAR	24.98	308.93	11.421	111.621	1.042	116.309	112.41	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	112.41	56.2	80.0	136.2	6638.63	2.4786
30	ABR	25.38	172.45	11.699	117.574	0.965	113.459	58.99	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	58.99	29.5	68.1	97.6	4757.22	1.8353
31	MAY	25.18	148.52	11.560	114.570	0.96	109.987	38.53	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	38.53	19.3	48.8	68.1	3317.83	1.2387
30	JUN	24.73	104.92	11.249	108.008	0.912	98.503	6.42	0	229.18	0.00	0.00	0	0.000	6.42	3.2	34.0	37.2	1815.32	0.7004
31	JUL	24.43	75.47	11.043	103.781	0.951	98.696	-23.23	-23.2261	207.09	-22.09	0.00	-22.09	1.138	0.00	0.0	18.6	18.6	907.66	0.3389
31	AGO	24.93	64.87	11.387	110.891	0.983	109.006	-44.14	-67.36	170.81	-36.28	0.00	-36.28	7.859	0.00	0.0	9.3	9.3	453.83	0.1694

Rep. : Reposición

Ret. : Retirada

Def. Hid. : Deficiencia hídrica.

Cuadro 51. Cálculo de la oferta hídrica de la cuenca Naranjal con el proceso de la contabilidad de las aguas.

DIAS	Meses	T °C	P (mm)	ITM	ETP	F.c	ETP.C	PP- ETP	NAC	ARN	ALT	Rep.	Ret.	Def. Hid.	Excedencia Hídrica	1/2 exce	1/2 esco	Escorrentía total	Q(m³/mes)	Q(L/S)
30	SET.	25.26	114.21	11.616	115.765	0.99	114.607	92.55	0	265.57	38.44	38.44	0	0.000	54.11	27.1	0.0	27.1	1392.81	0.5373
31	OCT.	25.52	223.36	11.797	119.708	1.071	128.207	95.15	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	95.15	47.6	13.5	61.1	3145.61	1.1744
30	NOV	25.66	284.55	11.895	121.870	1.072	130.644	153.91	0.00	265.57	0.00	0.00	0	0.000	153.91	77.0	30.6	107.5	5534.31	2.1352
31	DIC	25.16	356.43	11.546	114.273	1.125	128.557	227.87	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	227.87	113.9	53.8	167.7	8632.56	3.2230
31	ENE	25.05	312.14	11.470	112.647	1.115	125.601	186.54	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	186.54	93.3	83.8	177.1	9117.75	3.4042
28	FEB	24.73	350.20	11.249	108.008	0.979	105.740	244.46	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	244.46	122.2	88.6	210.8	10851.23	4.4855
31	MAR	24.98	366.42	11.421	111.621	1.042	116.309	157.16	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	157.16	78.6	105.4	184.0	9470.97	3.5361
30	ABR	25.38	198.40	11.699	117.574	0.965	113.459	84.94	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	84.94	42.5	92.0	134.5	6921.86	2.6705
31	MAY	25.18	158.32	11.560	114.570	0.96	109.987	48.33	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	48.33	24.2	67.2	91.4	4705.00	1.7566
30	JUN	24.73	125.44	11.249	108.008	0.912	98.503	26.94	0	265.57	0.00	0.00	0	0.000	26.94	13.5	45.7	59.2	3045.84	1.1751
31	JUL	24.43	90.74	11.043	103.781	0.951	98.696	-7.96	-7.9561	257.73	-7.84	0.00	-7.84	0.118	0.00	0.0	29.6	29.6	1522.92	0.5686
31	AGO	24.93	75.44	11.387	110.891	0.983	109.006	-33.57	-41.52	227.13	-30.60	0.00	-30.60	2.965	0.00	0.0	14.8	14.8	761.46	0.2843

Rep. : Reposición

Ret. : Retirada

Def. Hid. : Deficiencia hídrica.

Cuadro 52. Oferta y demanda hídrica de las quebradas Cocheros, Córdoba y Naranjal.

Mes	Demanda total (miles m ³ /mes)	Oferta Total (miles m ³ /mes)	Déficit (miles m ³ /mes)
Setiembre	3.26	6.51	3.25
Octubre	3.26	11.77	8.51
Noviembre	3.26	18.22	14.96
Diciembre	3.26	25.27	22.01
Enero	3.26	25.74	22.48
Febrero	3.26	33.67	30.41
Marzo	3.26	25.95	22.69
Abril	3.26	21.00	17.74
Mayo	3.26	15.55	12.29
Junio	3.26	11.28	8.02
Julio	3.26	5.44	2.18
Agosto	3.26	2.72	-0.54

Cuadro 53. Validación de datos de precipitación para la quebrada Cocheros

Mes	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Tipo de variabilidad
Enero	312.14	90.29	28.93	Variabilidad aceptable
Febrero	350.20	90.21	25.76	Variabilidad aceptable
Marzo	366.42	97.10	26.50	Variabilidad aceptable
Abril	198.40	43.30	21.83	Variabilidad aceptable
Mayo	158.32	29.18	18.43	Variabilidad aceptable

Junio	125.44	43.51	34.69	Variabilidad aceptable
Julio	90.74	29.42	32.42	Variabilidad aceptable
Agosto	75.44	23.77	31.50	Variabilidad aceptable
Setiembre	114.21	37.06	32.45	Variabilidad aceptable
Octubre	223.36	66.32	29.69	Variabilidad aceptable
Noviembre	284.55	74.37	26.14	Variabilidad aceptable
Diciembre	356.43	85.32	23.94	Variabilidad aceptable

Cuadro 54. Validación de datos de precipitación para la quebrada Córdoba

Mes	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación	Tipo de variabilidad
Enero	255.35	35.64	13.96	Variabilidad aceptable
Febrero	295.83	67.89	22.95	Variabilidad aceptable
Marzo	308.93	78.77	25.50	Variabilidad aceptable
Abril	172.45	49.00	28.42	Variabilidad aceptable
Mayo	148.52	25.92	17.45	Variabilidad aceptable
Junio	104.92	24.55	23.40	Variabilidad aceptable
Julio	75.47	25.95	34.38	Variabilidad aceptable
Agosto	64.87	20.04	30.90	Variabilidad aceptable
Setiembre	101.95	27.52	26.99	Variabilidad aceptable
Octubre	208.52	65.13	31.23	Variabilidad aceptable
Noviembre	245.19	64.12	26.15	Variabilidad aceptable
Diciembre	309.79	84.93	27.42	Variabilidad aceptable

Cuadro 55. Validación de datos de precipitación para la quebrada Naranjal

Mes	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Tipo de variabilidad
Enero	359.83	94.96	26.39	Variabilidad aceptable
Febrero	406.43	109.92	27.05	Variabilidad aceptable
Marzo	418.59	104.12	24.87	Variabilidad aceptable
Abril	279.42	73.76	26.40	Variabilidad aceptable
Mayo	251.67	77.81	30.92	Variabilidad aceptable
Junio	198.00	43.94	22.19	Variabilidad aceptable
Julio	155.31	40.45	26.04	Variabilidad aceptable
Agosto	148.23	43.51	29.35	Variabilidad aceptable
Setiembre	196.42	53.68	27.33	Variabilidad aceptable
Octubre	317.78	89.32	28.11	Variabilidad aceptable
Noviembre	354.87	81.34	22.92	Variabilidad aceptable
Diciembre	411.19	81.30	19.77	Variabilidad aceptable

Cuadro 56. Validación de datos de temperatura

Mes	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Tipo de variabilidad
Enero	25.05	0.72	2.87	Poca variabilidad
Febrero	24.73	0.64	2.61	Poca variabilidad
Marzo	24.98	0.58	2.33	Poca variabilidad
Abril	25.38	0.34	1.35	Poca variabilidad
Mayo	25.18	0.34	1.34	Poca variabilidad
Junio	24.73	0.46	1.86	Poca variabilidad

Julio	24.43	0.36	1.48	Poca variabilidad
Agosto	24.93	0.54	2.16	Poca variabilidad
Setiembre	25.26	0.48	1.91	Poca variabilidad
Octubre	25.52	0.40	1.57	Poca variabilidad
Noviembre	25.66	0.51	1.97	Poca variabilidad
Diciembre	25.16	0.35	1.38	Poca variabilidad

Anexo 2. Figuras



Figura 21. Servicios higiénicos de mujeres de las oficinas de Pabellón Central, equipamiento convencional y presentaba fuga de agua en el inodoro.



Figura 22. Grifos ahorradores de agua en los servicios higiénicos ubicados en el Tabladillo.



Figura 23. Urinarios e inodoros ahorradores de agua los servicios higiénicos que han sido remodelados.



Figura 24. Fugas de agua en los servicios higiénicos remodelados.



Figura 25. Fugas de agua en los servicios higiénicos cuyo equipamiento es convencional.



Figura 26. Deterioro de equipamiento sanitario en las ex viviendas de docentes (deshabitadas).



Figura 27. Fugas de agua y averías en el grifo que provee de agua al Laboratorio de Operaciones Unitarias (EPIA-FRNR).

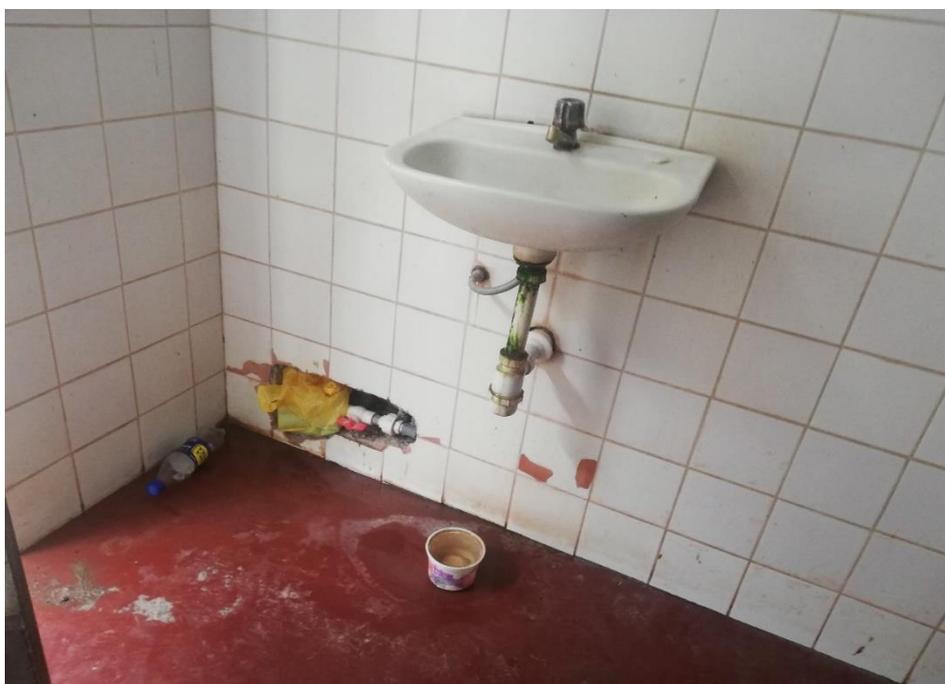


Figura 28. Averías en el equipamiento sanitario de los servicios higiénicos de la oficina de la Dirección de Infraestructura.



Figura 29. Almacenamiento de agua en contenedore por la falta de abastecimiento durante todo el día.



Figura 30. Grifos en mal estado y con averías en el Pabellón “Gallito de las Rocas”.



Figura 31. Inodoro fuera de servicio.

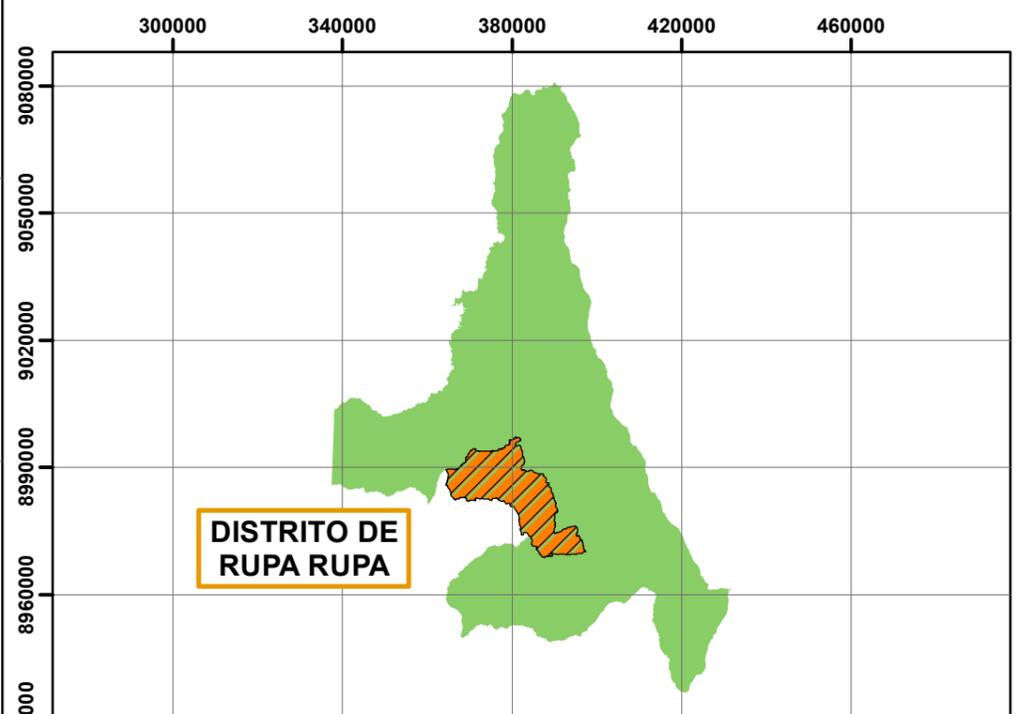
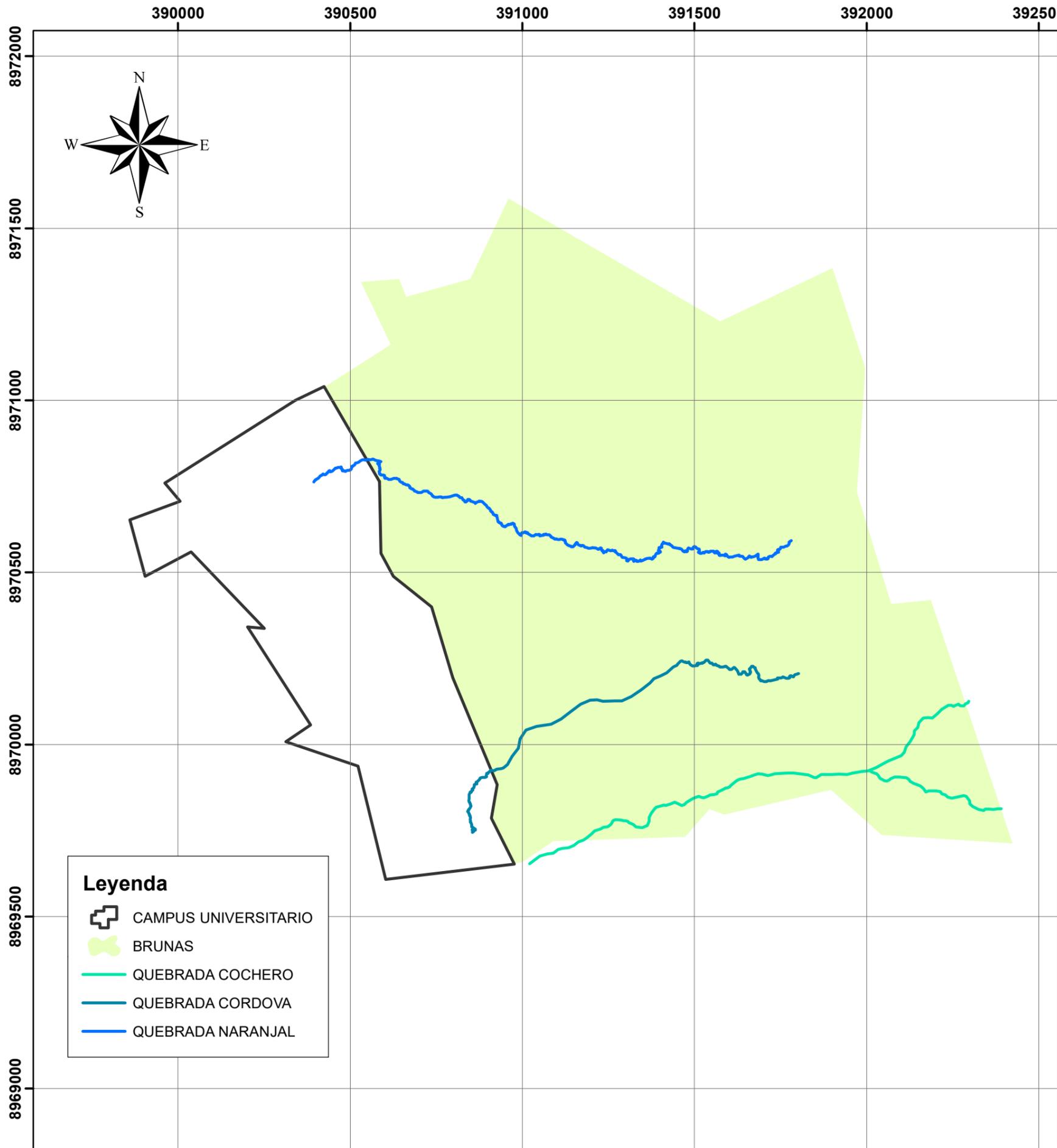


Figura 32. Aplicación de encuestas.



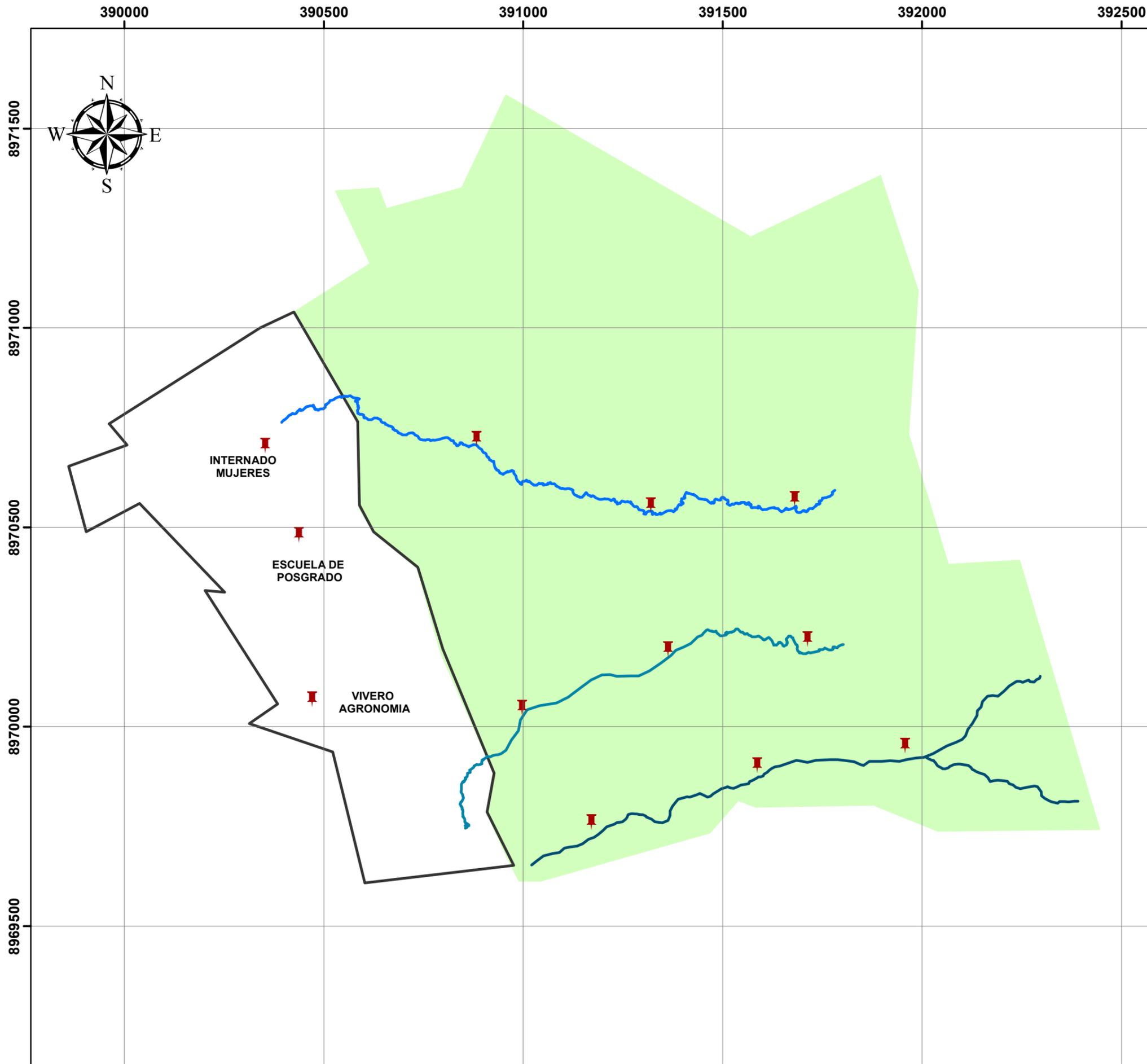
Figura 33. Muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico.

Anexo 3. Mapa de ubicación



 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL		
ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA EN EL PERIODO JULIO-DICIEMBRE DEL 2019		
UBICACIÓN POLITICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ELABORADO POR:
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO	DATUM : WGS 84	FERNANDEZ ESCOBAR ANGIE
DISTRITO: RUPA RUPA	PROYECCIÓN: UTM - Z 18 S	ESCALA: 1:12500
PROVINCIA: LEONCIO PRADO	FECHA: MAYO 2020	LÁMINA: U-01

Anexo 4. Puntos de muestro para evaluación de la calidad del agua



Puntos de muestreo		
Quebrada	Este (m)	Norte (m)
Cocheros	392148	8969936
	391560	8969821
	391239	8969737
Córdova	390470	8970069
	391863	8970197
	391396	8970167
Naranjal	391208	8969954
	390437	8970480
	391797	8970484
Naranjal	391324	8970553
	390887	8970598
	390353	8970704

Leyenda

- Puntos de muestreo
- CAMPUS UNIVERSITARIO
- BRUNAS
- QUEBRADA COCHERO
- QUEBRADA CORDOVA
- QUEBRADA NARANJAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL		
ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA EN EL PERIODO JULIO-DICIEMBRE DEL 2019 PUNTOS DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA		
UBICACIÓN POLITICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ELABORADO POR:
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO	DATUM: WGS 84	FERNANDEZ ESCOBAR ANGIE
DISTRITO: RUPA RUPA	PROYECCIÓN: UTM - Z 18 S	ESCALA: 1:9000
PROVINCIA: LEONCIO PRADO	FECHA: MAYO 2020	LÁMINA: P-01