

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS®	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 1 de 40

PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA



**UNIVERSIDAD DE
LOS LLANOS VILLAVICENCIO**

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 2 de 40

CONTENIDO

1.	OBJETO	3
2.	ALCANCE	3
3.	OBJETIVOS	3
4.	REFERENCIAS NORMATIVAS	4
5.	DEFINICIONES	4
6.	GENERALIDADES	5
6.1	<i>Localización del predio</i>	<i>7</i>
6.2	<i>Descripción de las instalaciones universitarias – Sede Barcelona.....</i>	<i>8</i>
6.2.1	Instalaciones.....	8
6.2.2	Acceso.	9
7.	DIAGNOSTICO.....	9
7.1	<i>Aspectos biofísicos</i>	<i>9</i>
7.1.1	Cobertura y usos de suelo.....	9
7.1.2	Información hidrogeológica.	11
7.1.3	Oferta hídrica.	13
7.1.4	Riesgos sobre la oferta hídrica.	15
7.2	<i>Aspectos Socioeconómicos</i>	<i>16</i>
7.3	<i>Aspectos técnicos</i>	<i>17</i>
7.3.1	Fuentes de captación.....	17
7.3.2	Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua.....	17
7.3.3	Usuarios y usos.....	27
7.3.4	Consumo de agua.	28
7.3.5	Demanda anual.....	35
7.4	<i>Balance de agua del sistema</i>	<i>36</i>
7.5	<i>Pérdidas.....</i>	<i>37</i>
8.	PLAN DE ACCIÓN	37
8.1	<i>Líneas, programas y proyectos.</i>	<i>38</i>
8.2	<i>Seguimiento del plan</i>	<i>39</i>
8.2.1	Indicadores de Gestión.....	39
8.2.2	Programas y Actividades.....	39
9.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	40
10.	HISTORIAL DE CAMBIOS	40

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 3 de 40

1. OBJETO

Establecer las acciones y alternativas necesarias para realizar una adecuada gestión del recurso hídrico representado en el agua subterránea de la cual se abastece la Universidad de los Llanos sede Barcelona, con el fin de garantizar el uso eficiente del recurso en el normal funcionamiento de la institución y generar la cultura de ahorro del agua en la comunidad universitaria.

2. ALCANCE

El presente Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua aplica a todos los procesos, actividades y/o servicios que requieran agua, desarrollados en la sede Barcelona por la comunidad universitaria, proveedores y visitantes.

Es responsabilidad del Rector de la Universidad asignar los recursos necesarios para la implementación del programa y velar por su correcto funcionamiento.

La coordinación de la ejecución del PUEA estará a cargo del área de Gestión Ambiental de la Coordinación del Sistema Integrado de Gestión –SIG.

La responsabilidad de la ejecución de este programa recae en todo el personal involucrado, a través del uso adecuado y la promoción del ahorro de agua, el reporte de novedades o daños que afecten el suministro de agua, la entrega de información a la Coordinación del SIG, el uso óptimo de materias primas e insumos y en general el cumplimiento de las acciones definidas a su áreas y roles.

3. OBJETIVOS

- Diagnosticar el estado del sistema de abastecimiento de agua de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos.
- Realizar el diagnóstico de la oferta de las fuentes de abastecimiento de agua subterránea de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos.
- Evaluar la demanda actual y futura del agua subterránea de acuerdo con el crecimiento de la comunidad universitaria de la Universidad de Los Llanos.
- Determinar los usos del agua dados en cada una de las dependencias de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos.
- Plantear un balance hídrico del sistema de abastecimiento de agua de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos.
- Fijar metas anuales para la reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos.
- Proponer alternativas para el manejo eficiente del recurso hídrico subterráneo, así como para la reutilización del agua y/o utilización de aguas lluvias en la sede Barcelona de la Universidad de los Llanos.
- Formular un Plan de Acción (programas y/o proyectos, cronograma, presupuesto) encaminado al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico subterráneo en la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos, así como a la recuperación y conservación de las fuentes de abastecimiento y la educación de la comunidad universitaria.
- Plantear metas e indicadores para los programas y/o proyectos que se formulen.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 4 de 40

4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- **Ley 373 del 12 de junio de 1997**, emitida por el Congreso de la Republica, por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.
- **Decreto 3102 del 30 de diciembre de 1997**, decretada por el Presidente de la Republica, por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas y elementos de bajo consumo de agua.
- **Resolución PS-GJ 1.2.6.012.0688 del 18 de mayo de 2012**, emitida por Cormacarena, por medio de la cual se otorga al Instituto de Acuicultura del Llano IALL-Universidad de los Llanos, concesión de aguas subterráneas de un pozo profundo de 115m, por un caudal total de 4.5l, distribuidos así: uso pecuario (piscícola) 3.24 l/s y uso doméstico 1.16 l/s, ubicado en la vereda Barcelona, jurisdicción del municipio de Villavicencio-Meta. Mediante radicados 006888 de 18 abril de 2017 se solicita la prórroga de la concesión y 014955 del 16 de agosto de 2018 se reitera la solicitud por parte de la Universidad, ante lo cual mediante oficio PM.GA 3.18.7493 con radicado de envío 012315 del 17 de agosto de 2018 se pronuncia la Corporación frente al inicio de trámite.
- **Decreto 1076 26 de mayo de 2015**, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- **Resolución PS-GJ 1.2.6.15.2798 del 17 de junio de 2015**, emitida por Cormacarena, por medio de la cual se acoge el concepto técnico No. PM.GA 3.44.15.867 de fecha 13 de mayo del 2015, y se otorga permiso ambiental de concesión de aguas subterráneas, a ser captado mediante cuatro (4) aljibes (Granja, vivero, INAT y área de cultivos), para uso doméstico, pecuario y riego, por un caudal total de 0,74l/s a favor de la Universidad de los Llanos.
- **Resolución PS-GJ 1.2.6.15.0982 del 31 de diciembre de 2015**, emitida por Cormacarena, por medio de la cual se acoge el concepto técnico No. PM.GA 3.44.15.2756 del 10 de diciembre del 2015, y se resuelve recurso de reposición interpuesto por la Universidad de los Llanos, respecto a la Resolución PS-GJ 1.2.6.15.2798 del 17 de junio de 2015, mediante la cual se otorga permiso ambiental de concesión de aguas subterráneas, a ser captado mediante cuatro (4) aljibes (Granja, vivero, INAT y área de cultivos), para uso doméstico, pecuario y riego, por un caudal total de 0,74l/s, en beneficio de la sede Barcelona.
- **Resolución PS-GJ 1.2.6.15.0955 del 12 de junio de 2015**, emitida por Cormacarena, por medio de la cual se acoge el concepto técnico No. PM.GA 3.44.15.571 de fecha 21 de abril del 2015, y se otorga permiso ambiental de concesión de aguas subterráneas, a ser captado mediante un pozo de 135m de profundidad, para consumo doméstico a favor de la Universidad de los Llanos – sede Barcelona, por un caudal de 3,3 l/s.
- **Decreto 1090 del 28 de junio de 2018**, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 1257 del 10 de julio de 2018**, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3 del Decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015.

5. DEFINICIONES

- **Concesión de agua.** Es el modo de adquirir el derecho a usar o aprovechar las aguas de uso público para los siguientes usos: Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación, Riego y silvicultura, Abrevaderos cuando se requiera derivación, Uso industrial, Generación térmica o nuclear de electricidad, Explotación minera y tratamiento de minerales, Explotación petrolera, Inyección para generación geotérmica, Generación hidroeléctrica, Generación cinética directa, Transporte de minerales y sustancias tóxicas, Acuicultura y pesca, Recreación y deportes, entre otros.
- **Demanda de agua.** La demanda de agua estimada corresponde a la cantidad o volumen de agua

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 5 de 40

usado por los sectores económicos y la población. Considera el volumen de agua extraído o que se almacena de los sistemas hídricos y que limita otros usos; contempla el volumen utilizado como materia prima, como insumo y el retornado a los sistemas hídricos.

- **Oferta de agua.** Variaciones del estado y de las características de una masa de agua que se repiten de forma regular en el tiempo y en el espacio y que muestran patrones estacionales o de otros tipos
- **Pérdidas.** Las pérdidas de agua en los sistemas de acueducto o suministro de agua se pueden clasificar, de forma general, en pérdidas técnicas (Fugas por fallas en los elementos de la red) y pérdidas comerciales (Consumos ilegales, consumos no medidos, consumos medidos no facturados y a errores de micromedición y facturación).
- **Programa para el uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA).** El Programa es una herramienta enfocada a la optimización del uso del recurso hídrico, conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso.
- **Riesgos sobre la oferta hídrica.** Riesgos relacionados con el manejo y gestión del déficit y del exceso de agua, como son desabastecimiento, sequía, desertificación y contaminación hídrica.
- **Uso Eficiente y Ahorro del Agua (UEAA).** Es toda acción que minimice el consumo de agua, reduzca el desperdicio u optimice la cantidad de agua a usar en un proyecto, obra o actividad, mediante la implementación de prácticas como el reúso, la recirculación, el uso de aguas lluvias, el control de pérdidas, la reconversión de tecnologías o cualquier otra práctica orientada al uso sostenible del agua.

6. GENERALIDADES

La Universidad de los Llanos es una Institución de Educación Superior, de carácter público, del orden nacional, creada inicialmente como Universidad Tecnológica de Los Llanos en 1974 funcionando en el Colegio INEM “Luis López de Mesa” y posteriormente en 1975 se traslada a la vereda Barcelona, a terrenos donados por la señora Felicidad Barrios que hacían parte de su predio Hacienda Apiay. En 1993 el Ministerio de Educación Nacional le otorga reconocimiento como Universidad, adoptándose como razón social Universidad de los Llanos mediante Acuerdo Superior 007 de 1998.

La sede Barcelona de la Universidad de los Llanos, es la sede principal, al suroriente del casco urbano del municipio de Villavicencio a unos 12km, cuyo predio está identificado con la Cédula Catastral No. 04-04-0005-0098-000 tiene un área de 43,32Ha, se encuentra en suelo rural, área donde no hay cobertura del servicio público de acueducto lo que unido a la alta población que permanece en sus instalaciones obliga a la institución a garantizar el suministro del recurso hídrico para el desarrollo de las actividades académicas, administrativas y de apoyo que se desarrollan al interior de la sede.

Actualmente cuenta con la concesión de agua de agua subterránea para 5 aljibes y 2 pozos profundos para un caudal total de 8,54 l/s otorgados para consumo doméstico, pecuario y riego; las captaciones están distribuidas en diferentes áreas de la sede para garantizar el normal funcionamiento y operación de la institución en razón a la extensión del predio de 43,32ha y a la distribución de los espacios administrativos, académicos y de experimentación en la sede, como se presenta en la siguiente imagen.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 6 de 40

Imagen 1: Localización de aljibes y pozos.



Fuente: Google Earth

En el siguiente cuadro se presenta la relación de concesiones de aguas otorgadas para beneficio de la Universidad de Los Llanos sede Barcelona, indicando expediente, acto administrativo, vigencia, fuente concesionada, caudal y ubicación.

Cuadro 1: Relación de concesiones de aguas sede Barcelona.

Expediente	Resolución	Vigencia	Fuente concesionada	Caudal	Ubicación
97-3070	PS-GJ 1.2.6.012.0688 del 19.05.12. Notificada 13.06.12	Cinco años (12.06.17)*	Pozo profundo IALL	4,5 l/s	1054667E 942170N
PM-GA 5.37.2.6.006.063	PS-GJ 1.2.6.15.0982 del 17.06.15. Notificada 18.06.15	Cinco años (13.03.21)	Aljibe Granja	0,32 l/s	1054989E 942229N
			Aljibe Vivero	0,15 l/s	1055158E 94287N
			Aljibe Cultivos	0,15 l/s	1054667E 942117N
			Aljibe INAT	0,12 l/s	1055072E 942594N
	PS-GJ 1.2.6.15.2798 del 31.12.15. Notificada 14.03.16		Aljibe Piscina (Contingencia)	2,17 l/s	1054667E 942170N
PM-GA 3.37.2.6.010.021	PS-GJ 1.2.6.15.0955 del 12.06.15. Notificada 18.06.15	Cinco años (17.06.20)	Pozo profundo PTAP	3,3 l/s	1054668E 942102N

*: Mediante radicados 006888 de 18 abril de 2017 se solicita la prórroga de la concesión.

Al respecto se debe menciona que:

- El aljibe de la Piscina, se utiliza para emergencias en caso de falla o contingencia por el funcionamiento del pozo profundo PTAP o de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, según lo establecido en la Resolución PS-GJ 1.2.6.15.2798.
- En cumplimiento al artículo noveno de la Resolución PS.GJ 1.2.6.15.0982 de 2015, se realizó la clausura del aljibe de la Veterinaria que abastecía del agua el área de clínica veterinaria y otros

Al imprimir este documento se convierte en copia no controlada del SIG y su uso es responsabilidad directa del usuario

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 7 de 40

espacios de apoyo pero que al entrar en funcionamiento el pozo profundo PTAP no era necesario continuar con el uso de esta captación, dándose cumplimiento a lo propuesto por la Universidad y a lo ordenado en los requerimientos efectuados por la autoridad ambiental como se informó mediante los radicados 012037 del 18 de junio de 2018 y 013567 del 11 de julio de 2018.

- Mediante el artículo octavo de la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.15.0982 de 2015 (expediente No. PM-GA 5.37.2.6.006.063) y décimo primero de la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.15.0955 de 2015 (expediente No. PM-GA 3.37.2.6.010.021), expedidas por Cormacarena para el otorgamiento de la concesión de agua subterránea de los aljibes y pozo profundo de la PTAP, se requirió a la Universidad de los Llanos sede Barcelona, allegar el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua, de acuerdo a lo estipulado en la Ley 373 de 1997.

6.1 Localización del predio

El predio beneficiado de las concesiones de agua subterráneas corresponde a la sede Barcelona, el cual se ubica en el kilómetro 12 vía a Puerto López en la vereda del mismo nombre, en suelo suburbano rural con actividad de equipamiento asignada para este uso de suelo de acuerdo al POT – Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Villavicencio (Acuerdo 287 de 2015)

Imagen 2: Localización del predio sede Barcelona.



Fuente: Google Earth - Plano Catastral, IGAC. <http://ssiglwpws.igac.gov.co/>

Imagen 3: Suelo suburbano rural: actividad equipamientos.



Fuente: Plano 11 Áreas de actividad de suelo rural. POT Villavicencio, 2015.

La pendiente promedio a lo largo del recorrido en el terreno que cubre la totalidad de las fuentes de

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 8 de 40

agua subterránea es de 1,2% en promedio, como se puede observar en la siguiente imagen del perfil del terreno, donde se resalta que las áreas más altas se ubican por el aljibe Piscina y el pozo PTAP

Imagen 4: Perfil del área de influencia de las fuentes de agua.



Fuente: Google Earth

6.2 Descripción de las instalaciones universitarias – Sede Barcelona

6.2.1 Instalaciones.

El campus Barcelona de la Universidad de Los Llanos cuenta con un área de 43,32Ha, predios de propiedad de la institución, donde se ubican y desarrollan las actividades académicas de las facultades de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Ciencias Básicas e Ingeniería y Ciencias Humanas y de la Educación, así como actividades administrativas, de apoyo, gestión y la Rectoría. En forma general en el siguiente cuadro se resumen la infraestructura, instalaciones e institutos de investigación que conforman esta sede:

Cuadro 2: Instalaciones universitarias de la sede Barcelona.

Servicios	Instalaciones
Administrativos	Edificio Administrativo y oficinas.
Academia	Aulas y medios de apoyo (Biblioteca, Anfiteatro, Clínica veterinaria, Auditorios, Centro de óptica)
Experimental	Granja, laboratorios y áreas de cultivos.
Bienestar	Áreas recreativas y culturales (Canchas deportivas, Polideportivo, Piscina), Aulas de bienestar.
Investigación	Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquía Colombiana – ICAOC y el Instituto de Acuicultura de los Llanos –IALL.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 9 de 40

A continuación, se presenta una relación del área y cantidad de espacios existentes en la sede Barcelona.

Cuadro 3: Áreas por espacios.

Espacio	Cantidad	Área (m²)
Auditorios	1	339
Aulas de clase	46	2.863,89
Cafeterías	10	3.270
Clínicas	1	1.036
Cómputo	79	2.212
Espacios deportivos	8	35.346
Laboratorios	44	3.916
Oficinas	79	2.212
Parqueaderos	1	437
Salas de tutores	0	0
Servicios sanitarios	17	340
Sistema de Biblioteca	1	1.303
Unidades de apoyo	1	2.888
Zonas de recreación		
Terreno	1	430.320
Otros	15	2.476

Fuente: Oficina de Planeación. 2018.

6.2.2 Acceso.

Para acceder a la sede Barcelona se debe tomar la vía Puerto López hasta el kilómetro 5, donde se toma la vía a la vereda Barcelona por unos 2,5 kilómetros hasta llegar a la entrada principal de la institución, ubicada al costado izquierdo de la vía.

7. DIAGNOSTICO

7.1 Aspectos biofísicos

7.1.1 Cobertura y usos de suelo.

El predio de la Universidad de los Llanos sede Barcelona se encuentra ubicado en la cuenca del río Guatiquía, por lo que dentro de la zonificación ambiental de Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca –POMCA- del mencionado afluente, se define como zona de alta densidad de uso (Vía institucional) identificada como ZAA- S-ZAD.

Imagen 5: Zonificación ambiental según POMCA río Guatiquía



Fuente: Plano 2 de 3 Zonificación ambiental. POMCA Río Guatiquía, 2009.

Los usos del suelo dados al interior del predio de la Universidad de los Llanos sede Barcelona se orientan a actividades administrativas, académicas, de investigación, extensión, bienestar universitario y experimental, esté ultimo emplea aproximadamente el 44% del terreno para las actividades de cultivos, pastoreo, silvicultura, vivero, procesos de humificación y granja, e incluso áreas de bosque.

De acuerdo con el Estudio General de suelos del Departamento de Meta realizado por la Subdirección de Agrología del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC – al Mapa de Suelos del País disponible en el Geoportal del IGAC, en la capa activa se determina el área del predio de la sede Barcelona predomina el suelo tipo PAVa, el cual corresponde a paisaje de Piedemonte Mixto, con una litología de sedimentos finos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados, cuyas principales características del tipo de relieve y procesos geomorfológicos actuales corresponden a un relieve plano a ligeramente ondulado, pendientes 0-7%, con varios niveles de origen tectónico y afectados por escurrimiento difuso generalizado.

Imagen 6: Tipo de suelo.



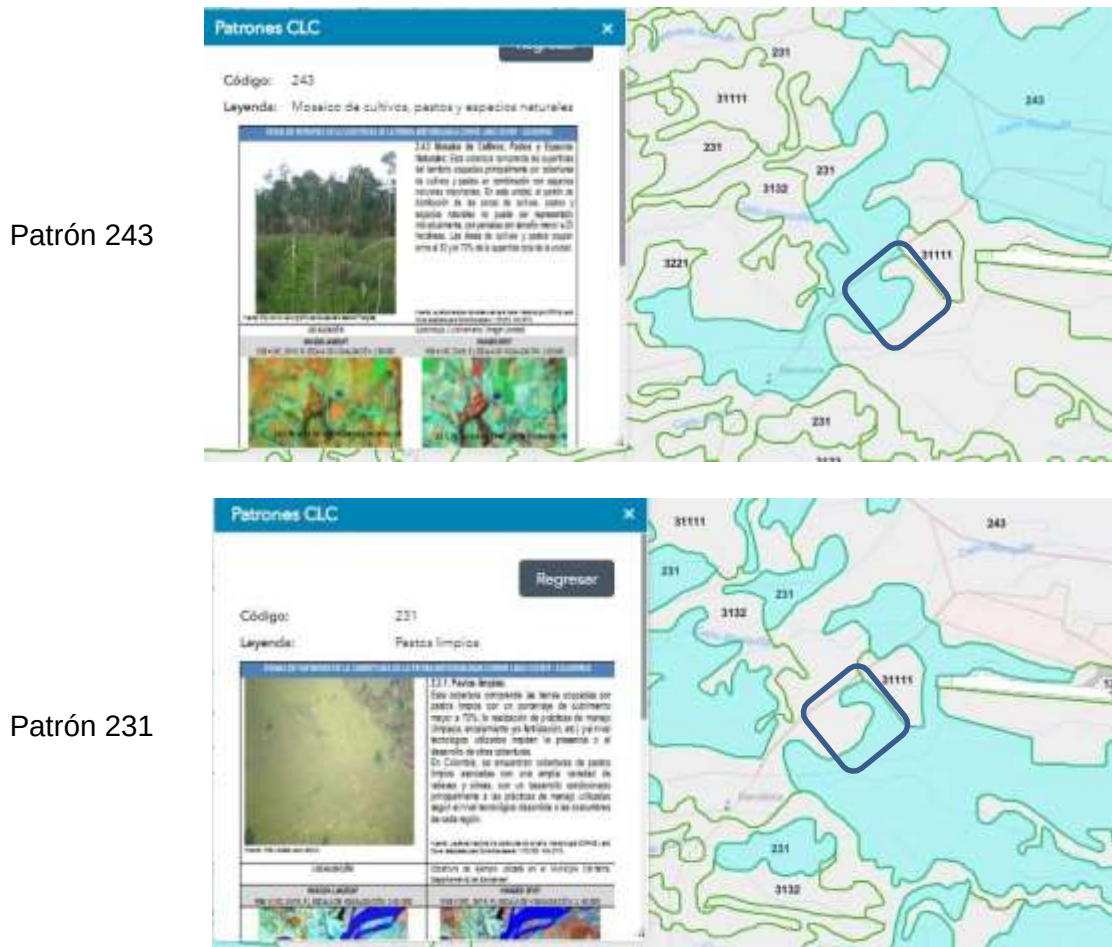
Fuente: IGAC- http://ssiglwps.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 11 de 40

Los usos del suelo están ligados directamente a las coberturas vegetales presentes y con las actividades económicas. De acuerdo con lo establecido en el mapa de cobertura del IGAC se tienen dos usos de suelo:

- 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.
- 231. Pastos limpios.

Imagen 7: Cobertura (Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia).



Fuente: IGAC- <http://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/visor-patrones-corine-land-cover>

7.1.2 Información hidrogeológica.

Según el Estudio Nacional del Agua 2014 del IDEAM, Colombia presenta 16 provincias hidrogeológicas distribuidas en cinco áreas hidrográficas dentro de las cuales las fuentes de agua de la sede Barcelona se ubican en el área hidrográfica del Orinoco y en la provincia hidrológica Llanos Orientales, donde se destacan formaciones las formaciones geológicas de depósitos recientes de tipo aluvial y terrazas, con presencia de acuíferos libres a semiconfinados, cuyo espesor es de 550m y reservas de $239,06 \text{ m}^2 \times 10^{10}$ (IDEAM, 2013). Así mismo, dentro del Estudio (IDEAM, 2014) se identificaron 61 sistemas acuíferos, ubicando las fuentes de la Universidad en el sistema SAP 3.1.

PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD

Código: PG-GCL-01

Imagen 8: Área hidrográfica Orinoco y Provincia hidrológica Llanos Orientales.

Provincias hidrogeológicas

Convenciones

Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua, 2014.

Cuadro 4: Sistema acuífero SAP 3.1.

Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua, 2014.

Sistemas acuíferos

Convenciones

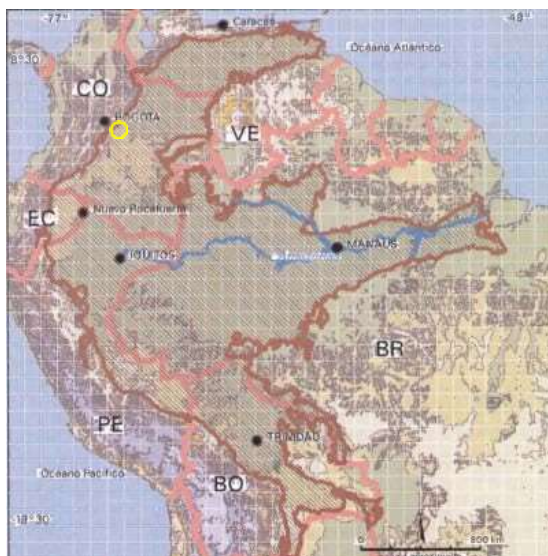
Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua, 2014.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 13 de 40

En el área hidrográfica del Orinoco y Amazonas se identifica un único sistema denominado 13S Sistema Acuífero Transfronterizo Amazonas, que comprende los países de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Este gran sistema acuífero regional presenta (Programa UNESCO/OEA, 2007) una extensión aproximada de 3.950.000Km², en su gran mayoría coincide con la gran planicie

amazónica en la parte central y en la parte oriental con la provincia de Orinoco. A pesar de la abundancia de agua superficial, las aguas subterráneas son muy utilizadas por los 6 países; el principal uso es abastecimiento humano, seguido de riego para agricultura y suministro industrial.

Imagen 10: Sistema acuífero transfronterizo Amazonas.



Fuente: UNESCO/OEA. *Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas*, 2007.

7.1.3 Oferta hídrica.

Acorde a los resultados obtenidos en las pruebas de bombeo a los pozos de la PTAP y del IALL, en 2017 se establece un caudal promedio de 11,9l/s y 4,8l/s respectivamente, en la prueba de caudal escalonado, y en 2018 se tiene un caudal de 13,6 l/s para el IALL y 11,75 l/s para la PTAP, concluyendo los informes de la prueba (Tecnoambiental S.A.S, 2017) que poseen capacidades hidráulicas buenas. Dichos caudales, permiten evidenciar que existe una oferta de agua superior a la requerida por lo que es muy baja la probabilidad de falta de disponibilidad o afectación del acuífero con el caudal concesionado.

Con relación a la calidad del agua suministrada por los aljibes existen tres parámetros en general que superan los valores permisibles de control y vigilancia de la calidad del agua, Turbidez, Coliformes totales y Escherichia coli, y en especial para los aljibes del INAT y la Granja se evidencia sobrepaso de los valores de Nitratos.

Los valores de los parámetros indicados están interrelacionados con los parámetros microbiológicos, los nitratos en agua subterránea se asocian al drenaje de fertilizantes en cultivos y pastos, aumento de la urbanización, así como la disposición

de efluentes de agua residual al suelo y la turbidez está asociada con finas partículas de minerales, materia orgánica en suspensión o microorganismos, al ver el comportamiento de microorganismos y turbidez existe una estrecha relación con materia orgánica en suspensión.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 14 de 40

Cuadro 5: Calidad de agua de los aljibes de la sede Barcelona.

Parámetro	Unidad	Valor máximo aceptable (Resolución 2115 de 2015)	Aljibe				
			Piscina	Cultivos	INAT	Vivero	Granja
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l	200	< 3	-	< 3	-	< 3
Calcio	mg Ca/l	60	2	-	2	2	2
Cloruros	mg Cl-/l	250	5	-	2	4	4
Color aparente	UPC	15	< 5e- 005	-	< 5	-	< 5
Conductividad	μS/cm	1.000	49	23,8	39,1	31	49,3
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	300	6	-	9	-	8
Hierro total	mg Fe/l	0,3	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 1
Magnesio	mg Mg/l	36	< 1	-	1	-	1
Nitratos	mg NO ₃ /l	10	4,81	-	11,36	-	10,8
Nitritos	mg NO ₂ /l	0,1	< 0,07	-	< 0,07	-	< 0,07
pH	UN	6,5-9,0	7,16	7,14	7,13	7,16	7,15
Sulfatos	mg CaCO ₃ /l	250	-	-	< 3	< 3	< 3
Turbidez	NTU	2	-	-	2,1	2,3	2,3
Coliformes totales	NMP/100ml	0	4.839	4.839	80	177	177
Escherichia coli	NMP/100ml	0	39	< 1	< 1	< 1	< 1

Fuente: Resultados análisis TA 23086 a 23090, Tecnoambiental SAS. Febrero de 2015.

Respecto a la calidad del agua en los pozos profundos se consideraron dos normas de comparación acorde al uso del recurso, frente a la calidad del agua del pozo de la PTAP se tiene incumplimiento de los niveles de cloro residual y del pH, no obstante en términos generales se presenta buenas características fisicoquímicas y microbiológicas el agua captada.

Cuadro 6: Calidad de agua del pozo PTAP.

Parámetro	Unidad	Valor máximo aceptable (Resolución 2115 de 2015)	Pozo
			PTAP
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l	200	< 3
Calcio	mg Ca/l	60	<1,2
Cloro residual	mg Cl ₂ /l	0,3 – 0,2	<0,1
Cloruros	mg Cl-/l	250	1
Color aparente	UPC	15	< 5
Conductividad	μS/cm	1.000	8,7
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	300	3
Hierro total	mg Fe/l	0,3	0,1
Magnesio	mg Mg/l	36	< 1
Nitratos	mg NO ₃ /l	10	<1,33
Nitritos	mg NO ₂ /l	0,1	< 0,07
pH	UN	6,5-9,0	5,93
Sulfatos	mg CaCO ₃ /l	250	<5
Turbidez	NTU	2	<1

Al imprimir este documento se convierte en copia no controlada del SIG y su uso es responsabilidad directa del usuario

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 15 de 40

Coliformes totales	NMP/100ml	0	<1
Escherichia coli	NMP/100ml	0	<1

Fuente: Resultados análisis TA 29793, Tecnoambiental SAS. Julio de 2017.

Respecto a los parámetros medidos para el agua del pozo del IALL, frente a los criterios admisibles para la destinación del recurso, ninguno de los parámetros sobrepasa dichos criterios, considerando una muy buena fuente de abastecimiento.

Cuadro 7: Calidad de agua del pozo del IALL.

Parámetro	Unidad	Criterio admisible para uso pecuario (Decreto 1076 de 2015)	Pozo
			IALL
Aluminio total	mg Al/L	5,0	< 0,2
Arsénico total	mg As/l	0,2	<0,0025
Boro total	mg B/l	5,0	<0,162
Cadmio total	mg Cd/l	0,05	< 0,005
Cobre total	mg Cu/l	0,5	<0,01
Cromo hexavalente	mg Cr+6/l	1,0	<0,02
Mercurio total	Mg Hg/l	0,01	<0,0007
Nitratos	mg NO3/l	100,0	< 0,3
Nitritos	mg NO2/l	10,0	< 0,02
pH	UN	5,0 -9,0	5,48
Plomo total	mg Pb/l	0,1	<0,04
Zinc total	mg Zn/l	25	<0,04
Coliformes totales	NMP/100ml	0	<1
Escherichia coli	NMP/100ml	0	<1

Fuente: Resultados análisis TA 29795, Tecnoambiental SAS. Julio de 2017.

7.14 Riesgos sobre la oferta hídrica.

Con el fin de analizar el riesgo de la fuente abastecedora es necesario partir del índice de escasez, el cual evalúa la relación existente entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominante, y el índice de vulnerabilidad, que permite identificar la fragilidad del sistema hídrico considerando la oferta neta, el uso y las condiciones de capacidad de regulación hídrica del área hidrográfica, resultados presentados en el Estudio Nacional del Agua.

El índice de escasez promedio para el municipio de Villavicencio es del 1,41%, por lo que la demanda es muy baja con respecto a la oferta, además se tiene una capacidad de regulación o de almacenamiento alta que permite definir una vulnerabilidad por disponibilidad de agua baja tanto para el año promedio como para año seco, con un índice de escasez de 1,60%, notándose que no hay mayor diferencia entre el año medio y el año seco.

El comportamiento del índice de escasez en el año medio muestra a enero y febrero, con porcentajes de 2,5 y 2,52% respectivamente, sin embargo, no representan mayores problemas por futuras crisis de disponibilidad de agua.

En condiciones hidrometeorológicas secas, para el 2015 se plantea que en los meses de enero un

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 16 de 40

índice de escasez medio, 10,67 y 12,78% respectivamente, lo que indica que si bien hay disponibilidad de agua se encuentra limitada.

Por lo anterior, es claro que no existe un riesgo significativo frente a la disponibilidad del recurso hídrico, sin embargo, es importante considerar los meses de enero y febrero por la vulnerabilidad de la oferta hídrica de las fuentes.

Algunos de los riesgos identificados frente a la oferta del recurso que pueden afectar su calidad y/o cantidad son:

Contaminación del recurso hídrico. Debido al desarrollo de actividades agropecuarias como apoyo a la docencia o en las actividades entorno a la Universidad, es evidente el uso de agroquímicos, la generación de heces fecales, la presencia de redes de aguas negras y la pérdida de cobertura vegetal por el aumento de áreas construidas ponen en riesgo de contaminación de agua subterránea por infiltración de sustancias o elementos nocivos, así mismo en el entorno es notoria la presencia de establecimientos comerciales y viviendas que disponen sus aguas residuales en pozos sépticos, lo cual por la cantidad de pozos puede ocasionar el transporte de este tipo de efluentes hacia el acuífero que abastece de agua a la Universidad.

Inundación. Acorde al plano 3 Zonificación por amenazas naturales, inundación suelo rural, del POT de Villavicencio, la amenaza por inundación es baja ante desbordamientos naturales de ríos o quebradas, considerándose un evento extraordinario de poca frecuencia, más si se tiene que solo hay dos fuentes superficiales el caño Piñalito que pasa por el costado sur del predio y el canal de escorrentía que atraviesa la Universidad.

Remoción en masa. Según el POT de Villavicencio, plano 5 Zonificación por amenazas naturales, inundación suelo rural, el área de la Universidad corresponde a una zona relativamente estable donde no se han presentado éste tipo de amenaza natural, por lo cual es catalogada bajo riesgo.

7.2 Aspectos Socioeconómicos

En cuanto a organizaciones comunitarias del área se cuenta con la Junta de Acción Comunal de la vereda Barcelona, respecto a presencia institucional están Ejercito Nacional (Cuarta División) y la Fuerza Aérea (Base Aérea de Apiay – CACOM 2).

La vereda Barcelona se ubica en el corregimiento 7, conteniendo el mayor número de área respecto a las demás veredas que lo componen. Dicha vereda de caracteriza (Amaya, 2017) por los siguientes rasgos socio-económicas:

- Servicio público de acueducto: No, la principal fuente son aljibes.
- Servicio de alcantarillado: No, poseen pozos sépticos en su mayoría.
- Servicio de energía eléctrica: Si.
- Número de personas que habitan el hogar: 4
- Nivel de escolaridad: 66% posee básica primaria y secundaria.
- Tiempo de residencia en la vereda: El 49% viven en ella desde hace más de 10 años, seguidos de un 21% entre 0 a 2 años de residencia en el área.
- Ingresos mensuales: El 64,6% presenta ingresos menores a \$1.000.000 de pesos un 24,05% cuentan con ingresos de hasta \$2.000.000 y un 11,39% con más de \$2.000.000 mensuales.
- Actividad económica: El 69% de las personas laboralmente activas se dedican a actividades privadas sea en Villavicencio o en los establecimientos comerciales de la vereda, el 15% en el

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 17 de 40

sector público, un 10% se dedica a la ganadería y tan solo un 6% a labores agropecuarias.

- Tamaño de los predios: 84,8% de los predios se encuentran en el rango de 0 a 1 Has, lo que es un dato preocupante en una zona donde el fraccionamiento de los predios está muy por debajo de lo permitido.
- Uso de la tierra: hace unos veinte años la mayoría de fincas poseían una extensión de más de 200 hectáreas donde trabajaban la ganadería y que actualmente no existen más de 20 fincas que cuenten con más de 30 hectáreas, por otro lado, el uso del suelo hace diez años se encontraba fuertemente ligado a la actividad ganadera con presencia no muy significativa de la agricultura. La agricultura se ha convertido en una actividad casi inexistente a excepción de unos cuantos cultivos de piña, melón, sandía entre otros que no requieren suelos muy fértiles. Una actividad que cada vez está tomando más fuerza en el sector en los últimos cinco años ha sido el turismo, prestando servicios de recreación y hospedaje destinados al turismo o momentos de descanso. Las tierras están teniendo un crecimiento urbano acelerado, que se ha visto reflejado en la parcelación de tierras por áreas cada vez más pequeñas, en donde se destaca las construcciones residenciales.

7.3 Aspectos técnicos

7.3.1 Fuentes de captación.

La sede Barcelona cuenta actualmente con siete fuentes de agua subterránea: cinco aljibes y dos pozos profundos, cuyas características generales se describen a continuación.

Cuadro 8: Características de las captaciones.

Nombre	Tipo de Captación		Coordenadas		Profundidad (m)
	Aljibe	Pozo Profundo	E	N	
Piscina (Contingencia)	X		1054666	942186	7.00
Granja	X		1054997	942236	7.70
Vivero	X		1054951	942288	6.50
Cultivos	X		1055156	942120	7.70
INAT	X		1055072	942590	7.00
IALL		X	1054973	942199	115.00
PTAP		X	1054667	942099	135.00

Fuente: Documentos SIG, 2018.

7.3.2 Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua.

A continuación, se presenta la descripción y estado de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de la sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos desde las captaciones hasta la red de distribución del agua, incluida la macro y micromedición del agua.

7.3.2.1 Captaciones Aljibe Piscina.

Localizado por detrás de la oficina de Bienestar Universitario, posee una profundidad de 7.00m, lámina de agua a 5,7m de profundidad en época seca, es un aljibe revestido en concreto con un diámetro de 36", provisto de una tapa metálica; para extraer el agua se emplea una electrobomba de 1HP y tubería de sección de 1 1/2", actualmente no se encuentra instalada ni la electrobomba ni medidor de agua.

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 18 de 40



Fotos 1 y 2: Aljibe Piscina, con su sistema de captación y derivación.

Como se mencionó previamente, este aljibe es usado durante emergencias en caso de falla o contingencia por el funcionamiento del pozo profundo PTAP, en forma general el agua captada se destina al uso doméstico y se emplea, en caso de contingencia, para abastecer toda el área administrativa, aulas, espacios de apoyo, clínica veterinaria, almacén, etc.

7.3.2.2 Aljibe Granja.

Ubicado en la Granja, tiene una profundidad 9m y una altura de lámina de agua de 6,1m en época seca, diámetro de 36" con revestimiento en concreto con tapa metálica; la captación se realiza mediante una electrobomba de 5HP y tubería de succión de 2" de diámetro, la cual se ubica en una caseta a pocos metros del aljibe. Este aljibe actualmente cuenta con un micromedidor de 2" ubicado en la tubería de salida del agua, entre el aljibe y la caseta de la motobomba.

El aljibe presenta mal olor, similar a alcantarillado de aguas negras (Acuitec Ingeniería, 2017), por lo que es posible la existencia de filtraciones de aguas residuales. El agua captada es destinada para uso doméstico en las unidades sanitarias de la granja y para uso pecuario en los proyectos productivos y/o experimentales.



Fotos 3 y 4: Aljibe Granja, con su sistema de captación y derivación.

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 19 de 40

7.3.2.3 Aljibe Vivero.

Localizado en el vivero, tiene una profundidad de 7m y lámina de agua a 1.70m de profundidad en época seca, se encuentra revestido en concreto con un diámetro de 36" y está provisto de una tapa metálica, actualmente se emplea para uso de riego para el vivero en época de estiaje, empleando una electrobomba de 1HP y tubería de succión de 1 ¼" para realizar la captación. En la actualidad cuenta con un micro medidor de 1 1/2" ubicado en la tubería de salida del aljibe.

El agua captada es empleada únicamente para las labores del área del vivero, no es destinada a ningún uso doméstico.

Las paredes del aljibe presentan desmoronamiento al momento del mantenimiento, así como se percibe mal olor como al de aguas negras (Acuitec Ingeniería, 2017).



7.3.2.4 Aljibe Cultivos.

Se ubica en el área de cultivos de la Universidad, tiene una profundidad de 9m y una lámina de agua de 5,6m de profundidad en época seca, está revestido en concreto con un diámetro de 36", para realizar la captación se emplea una electrobomba de 4,5HP y una tubería de succión de 1 ¼". Actualmente el agua captada se emplea para uso de riego para los cultivos en época de estiaje, no tiene uso doméstico; actualmente no está instalada la electrobomba, posee un micro medidor de 1 ½" ubicado en la tubería que conduce el agua al tanque de almacenamiento.



	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 20 de 40

7.3.2.5 Aljibe INAT.

Ubicado en el área de posgrados, antiguo INAT, posee una profundidad de 7 m y una lámina de agua de 4,6m de profundidad, se encuentra revestido en concreto con un diámetro de 36" y provisto de tapa metálica. El agua es captada por medio de una electrobomba sumergible de 2HP y tubería de succión de 1 ½". Actualmente cuenta con un micro medidor de 1 ½" ubicado en la tubería de salida en la caseta bajo el tanque de almacenamiento. En forma general el agua captada se destina al uso doméstico y se emplea para abastecer las unidades sanitarias de las oficinas, aulas cafetería y auditorio del área del posgrados y Acreditación.

Presenta fugas por las instalaciones hidráulicas (Acuitec Ingeniería, 2017).



Fotos 9 y 10: Aljibe INAT, con su sistema de captación y derivación.

7.3.2.6 Pozo profundo IALL.

Tiene una profundidad de 115m, 8" de diámetro revestido y encamisado en acero al carbón, este pozo fue perforado hace aproximadamente 30 años. El agua se extrae mediante una electrobomba tipo lapicero de 20HP, la tubería de descarga de la bomba es de 3" en acero al carbón.

El pozo se encuentra a la intemperie, con un cercado en alambre de púas y plantas ornamentales; el tablero eléctrico se ubica en un cuarto cerrado aproximadamente a 10m del pozo. Actualmente cuenta con un macro medidor de 3" ubicado en la tubería de salida pero que no está funcionando. El agua captada se destina al uso doméstico y se emplea para abastecer las oficinas, auditorios y espacios de apoyo del Instituto de Acuicultura de los Llanos.

El pozo presenta fugas de agua en las instalaciones hidráulicas en superficie, el registro o válvula de bola está dañado, así como la rosca de la tubería de descarga presenta deterioro por acción de la corrosión (Acuitec Ingeniería, 2017). No hay diseños del pozo ni planos.

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 21 de 40



Fotos 11 y 12: Pozo IALL, con su sistema de captación, derivación y medidor de caudal.

7.3.2.7 Pozo profundo PTAP.

Ubicado en la margen derecha del canal de escorrentía que atraviesa la Universidad, por detrás de la piscina, cuenta con una profundidad de 130 m, tubería de descarga de bombeo de 4" de diámetro en acero al carbón, electrobomba sumergible tipo lapicero de 30HP; fue perforado hace 5 años; sin embargo, no hay diseños de construcción ni planos.

Posee cable eléctrico encauchetado 3x10" con una longitud de 36,75m; tanto el pozo como el tablero de control se encuentran en una caseta cubierta y encerrada en malla eslabonada, con piso en placa. El pozo posee un macro medidor de 4" ubicado en la tubería de salida. En forma general el agua captada se destina al uso doméstico y se emplea para abastecer toda el área administrativa, aulas, espacios de apoyo, clínica veterinaria, almacén, etc.

Los accesorios galvanizados presentan deterioro en las roscas lo que ocasiona fugas de agua (Acuitec Ingeniería, 2017).



Fotos 13 y 14: Pozo PTAP, con su sistema de captación y derivación.

7.3.2.8 Conducción.

En el caso del agua extraída del pozo profundo del IALL es conducido por tubería de 3" hasta los

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 22 de 40

estantes y mediante tubería de 2" el agua es llevada al tanque de almacenamiento, y en el del pozo de la PTAP sale una tubería de 4" que conduce el agua a la planta de tratamiento.

En el aljibe de la granja se tiene una tubería de conducción de 2" hacia los tanques de almacenamiento; el aljibe del vivero presenta una tubería de 1" para aspersión en el área. El aljibe de cultivos tiene una tubería de 2" hacia los tanques de almacenamiento, y en el aljibe del INAT se conducen las aguas por tubería de 1 ½".

7.3.2.9 Tratamiento.

Únicamente el agua captada del pozo profundo PTAP es sometida a tratamiento en una planta de potabilización tipo mixta, cuyo caudal de diseño es de 10L/s y posee los procesos y operaciones unitarias aireación, oxidación, desinfección, coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

La PTAP está construida en lámina metálica ASTM A36, calibre 6mm, sometida a proceso de sandblasting grado SP-10 para garantizar total adherencia de la pintura, la cual es altamente resistente a la corrosión. A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los componentes de la PTAP:

- **Aforo.** En la línea de conducción del agua cruda del pozo a la planta se tiene un macromedidor para verificar el caudal de entrada y ajustar el caudal de operación mediante una válvula de bronce de 3".
- **Aireación.** Mediante una torre de aireación conformada por cinco bandejas, de las cuales, las cuatro superiores están empacadas con carbón coque y la inferior sirve como bandeja colectora. El agua llega por una tubería distribuidora de 4" con cuatro brazos inyectores, con lo cual se liberan los gases que trae el agua subterránea, disuelven oxígeno del aire en el agua y fomenta la oxidación de hierro y manganeso.



Fotos 15 y 16: Vista general de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y de la torre de aireación.

- **Coagulación.** Corresponde a la segunda operación unitaria que se desarrolla en el hidrociclón, donde se efectúa la mezcla rápida de los productos químicos con el agua por efecto de la gravedad; los productos químicos son alcalinizante (FC-41), hipoclorito de sodio y coagulante, aplicándose en la última bandeja de la torre de aireación mediante bombas dosificadoras.
- **Floculación.** Al agua que desciende del hidrociclón pasa hasta el floculador, donde por el ascenso del agua y la disminución de su velocidad se forman los flóculos hasta el peso y densidad adecuada

Al imprimir este documento se convierte en copia no controlada del SIG y su uso es responsabilidad directa del usuario

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 23 de 40

para desplazarse constantemente y producir el lecho fluidizado o manto de lodos. El agua completamente floculada asciende hasta los dos canales colectores.

- **Sedimentación.** De los canales colectores, el agua pasa a tres tubos que conducen al sedimentador donde por dos flautas de distribución de 4" se entrega el agua a lo largo de la zona media central del sedimentador a una velocidad y gradiente tan bajos que las partículas se precipitan hacia el fondo, donde se encuentran las tolvas colectoras de lodos, que es extraído abriendo una válvula de 6". El agua clarificada sigue su ascenso a través de módulos de sedimentación acelerada, que corresponden a unos paneles hexagonales plásticos con inclinación de 60°, en los módulos continúa el proceso de sedimentación de los flóculos que no se han precipitado; finalmente el agua clarificada asciende en flujo pistón hasta llegar a las flautas colectoras, dos tubos de 4", que las recogen y entregan al tanque de equilibrio.
- **Filtración.** El agua depositada en el tanque de equilibrio es bombeada por una electrobomba de 7.5HP por una tubería de 4" al tren o batería de filtración conformada por tres filtros tipo vertical, que contiene cada uno 1.200kg de arena cuarzo malla 8-12 y 20-40, el flujo desciende a presión a una tasa de 3.2 gal por minuto por pie.



Fotos 17 y 18: PTAP: tanque principal de procesos, macromedidor (demarcado) y filtros.

7.3.2.10 Tanques de almacenamiento.

Con el fin de garantizar el suministro a las diferentes áreas de la Universidad, se cuenta con 67 tanques subterráneos y elevados para el almacenamiento del agua, que le permiten una capacidad de almacenamiento de 326.500l, donde el 61% de dicha capacidad se tiene en tanques subterráneos. Más detalles en el Anexo 1.

Cuadro 9: Almacenamiento de agua.

Ubicación	Fuente de captación	Capacidad (L)	Material	Cantidad	Capacidad Total (L)
TANQUES ELEVADOS					
Edificio Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería	Pozo PTAP	2.000	Plástico	2	4.000
Batería de Baños salones de básicas.		1.000	Plástico	3	3.000
Detrás de la cafetería		1.000	Asbesto	3	3.000

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 24 de 40

Ubicación	Fuente de captación	Capacidad (L)	Material	Cantidad	Capacidad Total (L)
(Nestea)					
Laboratorio Química		1.000	Plástico	3	3.000
Edificio Davinchi		1.000	Plástico	2	2.000
Edificio Albert Einstein	Pozo PTAP	1.000	Plástico	1	1.000
Edificio Administrativo (Rectoría)		1.000	Plástico	3	3.000
Auditorio Eduardo Carranza		1.000	Plástico	4	4.000
Biblioteca central		500	Plástico	1	500
Centro de Salud		1.000	Plástico	2	2.000
Escuela MVZ		1.000	Plástico	3	3.000
Laboratorio Electrónica		1.000	Plástico	3	3.000
Respaldo aulas matemáticas		1.000	Eternit	3	3.000
Clínica Veterinaria		1.000	Plástico	1	1.000
Al lado de la piscina para Perros		1.000	Plástico	1	1.000
Frente laboratorio entomología		1.000	Plástico	3	3.000
Comedor Estudiantil		1.000	Plástico	1	1.000
Bienestar		10.000	Concreto elevado	1	10.000
P.T.A.P		150.000	Concreto elevado	1	150.000
Laboratorio Suelos		1.000	Plástico	2	2.000
Kiosko frente polideportivo		1.000	Plástico	2	2.000
INAT		Aljibe INAT	2.000	Plástico	2
Granja (área administrativa)	Aljibe Granja	1.000	Plástico	4	4.000
Granja (área pollos)		1.000	Plástico	2	2.000
Granja (área cerdos)		1.000	Plástico	2	2.000
Granja (área cultivos)	Aljibe Cultivos	2.000	Plástico	2	4.000
Granja (área vivero)	Aljibe Vivero	2.000	Concreto (piso)	1	2.000
IALL (CRITOX)	Pozo IALL	1.000	Plástico	1	1.000
IALL (Área Pozo)		2.000	Plástico	2	4.000
IALL (Área laboratorios)		500	Concreto	1	500
IALL (Tanque elevado principal)		108.000	Concreto	1	108.000
TANQUES SUBTERRÁNEOS					
Edificio Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería	Pozo PTAP	9.000	Concreto enchapado	1	9.000
Edificio Administrativo		13.000	Concreto enchapado	1	13.000

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 25 de 40

Ubicación	Fuente de captación	Capacidad (L)	Material	Cantidad	Capacidad Total (L)
Auditorio Eduardo Carranza		40.000	Concreto	1	40.000
Servicios Generales		13.000	Concreto enchapado	1	13.000
Polideportivo		122.000	Concreto	1	122.000
Laboratorio de aguas	Aljibe INAT	1.000	Plástico	1	1.000
IALL	Pozo IALL	10.000	Concreto	1	10.000

Fuente: Manual de Servicios Generales. Marzo de 2016- Actualización 2018.

En los tanques en concreto es evidente la presencia de grietas donde se observan goteras o escapes de agua; si bien se ha realizado mantenimientos y lavados de los aljibes y pozos no se adelantan con la debida frecuencia estas acciones para los tanques.

7.3.2.11 Distribución

La distribución en los aljibes de la granja e INAT se realiza en tubería de PVC de 2", en el vivero se realiza mediante tubería de 2" y en el aljibe de cultivos se emplea dos mangueras de ¾".

En el pozo del IALL el agua es distribuida en tubería de 2" para uso doméstico, el agua de uso pecuario es llevado en tubería de 3" de diámetro.

Para ninguno de los sistemas anteriores existen planos de la redes de distribución del agua, ni catastro de redes.

Existe un plano de la red del pozo profundo PTAP, no obstante no se encuentra actualizado pues no trae la tramos de red del tanque de almacenamiento en concreto de la PTAP a la red y otros tramos menores, sin embargo es la única información existente que arroja un total de 2.081,17m de tubería.

Cuadro 10: Longitud de tuberías de la red de distribución principal.

Diámetro	Longitud (m)
4"	58,34
3"	843,14
2"	1.179,69
Total	2.081,17

Fuente: Plano Red de Acueducto, EDESA. 2010.

7.3.2.12 Macro y micro medición

Como se evidencio en la descripción de cada uno de los puntos de las fuentes de abastecimiento, actualmente 6 de las siete fuentes cuentan con un mecanismo de medición de caudal, a continuación se presenta la relación de los macro y micromedidores de agua existentes en la sede Barcelona, su ubicación y estado:

Cuadro 11: Relación de macro y micromedidores.

Captación	Tipo	Estado
Aljibe Piscina	No Aplica	No hay
Aljibe Granja	Micromedidor (2")	Regular
Aljibe Vivero	Micromedidor (1 ½")	Regular

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 26 de 40

Aljibe Cultivos	Micromedidor (1 ½")	Regular
Aljibe INAT	Micromedidor ((1 ½")	Regular
Pozo IALL	Macromedidor (3")	Malo
Pozo PTAP	Macromedidor (4")	Bueno

Fuente: Propia.

Si bien por fuera presentan las condiciones indicadas, existe duda frente a su funcionamiento en razón a los datos registrados en el formato de Toma de Lectura de Medidores al observarse algunas inconsistencias en el análisis de consumo.



Fotos 19 a 21: Micromedidores de los aljibes Vivero, Granja y Cultivos.



Fotos 22 a 24: Micromedidores de los aljibes Vivero, Granja y Cultivos.

7.3.2.13 Dispositivos para entrega del agua.

Respecto a las unidades sanitarias se identificaron 179 llaves o grifos, 32 orinales, 195 inodoros y 66 duchas en las diferentes áreas de la sede Barcelona, respecto al tema de servicios generales existen 19 llaves de pocetas de lavado y 23 llaves de lavaplatos.

En las áreas de laboratorio, específicamente en las zonas de experimentación, se cuenta con 162 llaves y 23 duchas; finalmente frente a las llaves externas o ubicadas en zonas verdes o áreas particulares se existen 24 llaves. Un mejor detalle de la ubicación se muestra en el Anexo 2.

Al imprimir este documento se convierte en copia no controlada del SIG y su uso es responsabilidad directa del usuario

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 27 de 40

7.3.2.14 Características fisicoquímicas del agua tratada

Las características del agua tratada presentan condiciones adecuadas frente a los parámetros físicos químicos requeridos para agua potable, lo que permite establecer el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.

No obstante, los parámetros microbiológicos presentan un leve incremento respecto al valor aceptable, lo que puede ser ocasionado por una inadecuada dosificación del desinfectante.

Cuadro 12: Calidad de agua tratada por la PTAP.

Parámetro	Unidad	Valor máximo aceptable (Resolución 2115 de 2015)	Salida PTAP
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l	200	< 3
Calcio	mg Ca/l	60	< 1,2
Cloro residual	mg Cl ₂ /l	0,3 – 0,2	< 0,1
Cloruros	mg Cl-/l	250	< 1
Color aparente	UPC	15	< 5
Conductividad	μS/cm	1.000	5,8
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	300	3
Hierro total	mg Fe/l	0,3	< 0,1
Magnesio	mg Mg/l	36	< 1
Nitratos	mg NO ₃ /l	10	< 1,33
Nitritos	mg NO ₂ /l	0,1	< 0,07
pH	UN	6,5-9,0	7,94
Sulfatos	mg CaCO ₃ /l	250	< 5
Turbidez	NTU	2	< 1
Coliformes totales	NMP/100ml	0	8
Escherichia coli	NMP/100ml	0	1

Fuente: Resultados análisis TA 29794, Tecnoambiental SAS. Julio de 2017.

Al respecto se hace necesario revisar el procedimiento, dosis y equipos de dosificación a fin de determinar la falla que está generando una deficiencia en la desinfección del agua a suministrar en la sede Barcelona.

7.3.3 Usuarios y usos.

En el uso doméstico, los usuarios del suministro de agua en la sede Barcelona lo constituyen básicamente la comunidad universitaria: estudiantes, docentes y administrativos, quienes serían la población fija.

Cuadro 13: Población universitaria en los últimos tres años.

Tipo de usuario	2016	2017	2018-I
Estudiantes	3.176	3.290	3.338
Docentes	428	454	428

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 28 de 40

Administrativos	612	541	541
Total	4.216	4.285	4.307

Fuente: Oficina de Planeación. 2018.

Presentando un crecimiento de la población en estos últimos años de 1,0735%, lo que incide directamente en la demanda de agua para uso doméstico, cuyo uso se da en el horario de funcionamiento de la Institución que corresponde a 7:30 am a 6pm de lunes a viernes y los sábados de 7am a 3pm.

Respecto al uso pecuario, los usuarios corresponden a las diferentes especies de animales que se tienen en la Universidad en los escenarios académicos productivos, cuyas cantidades varían con relación a aspectos técnicos, sociales y necesidades de los proyectos pecuarios, existiendo para la fecha una población de 190 animales en la Granja Barcelona.

Cuadro 14: Individuos animales de proyectos productivos.

Especie	Capacidad máxima instalada	Cantidad 2015	Cantidad 2018
Cerdos	40	36	31
Pollos	2000	1004	0 (500 por llegar)
Gallinas	200	101	0 (500 por llegar)
Conejos	70	20	21
Ovejos caprinos	20	13	32 (22 Ovinos–10 Cabras)
Curis	60	19	80
Codornices	500	480	0
Lapas	5		8
Bovinos		18	13
Equinos		8	5

Fuente: Centro Agrario de Producción Granja Barcelona. 2018.

Así mismo dentro del uso pecuario en el Instituto de Acuicultura de los Llanos-IALL se tiene un área instalada de 1.3ha para pozos piscícolas y la presencia fija de 5 personas en el área administrativa y de docencia relacionadas con el uso doméstico.

Finalmente, respecto al uso para riego se cuenta con 77.860m² para cultivos y el área del vivero es de 1.300m², acorde a la disponibilidad del espacio en la sede para los proyectos académicos agrícolas.

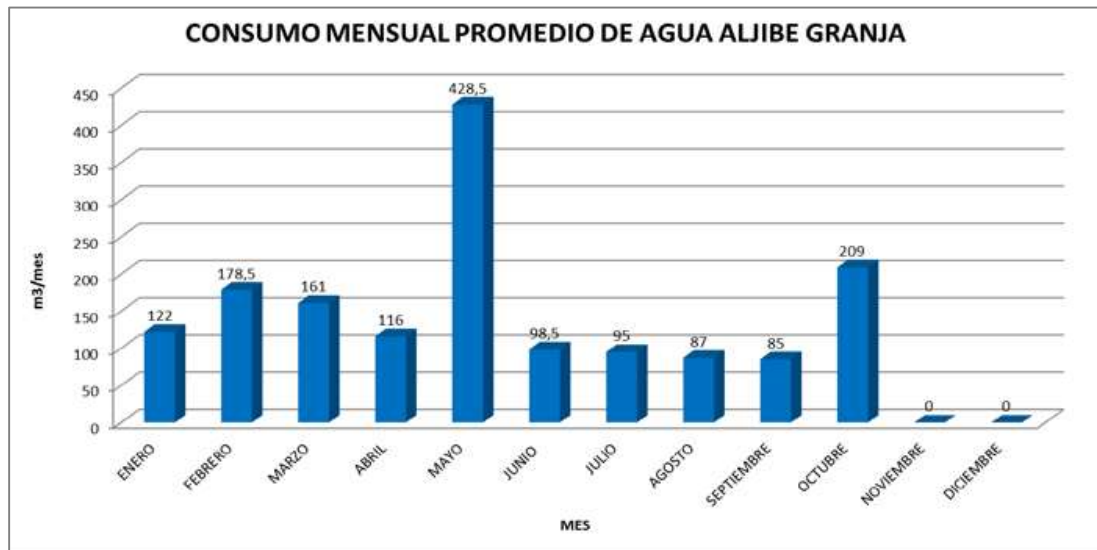
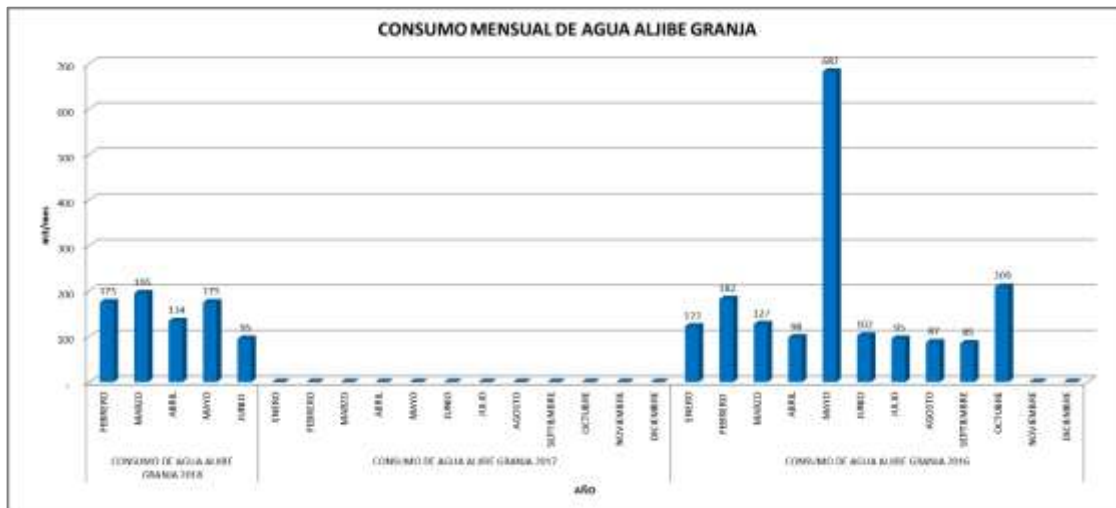
7.34 Consumo de agua.

Los consumos de agua registrados en los últimos tres años para las diferentes captaciones de agua subterránea son reportados en los anexos del presente documento; a continuación se presentan las gráficas donde se resumen el consumo mensual del periodo 2016-2018, así como el promedio mensual de consumo de agua en m³ y en L/s de cada una de las fuentes de abastecimiento, destacando que para este último cálculo se asumieron 12 horas de suministro de agua al día y no 24, en razón a las jornadas de actividades académicas y administrativas de la sede. Es necesario aclarar, que para el año

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD		
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA		
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023 Página: 29 de 40

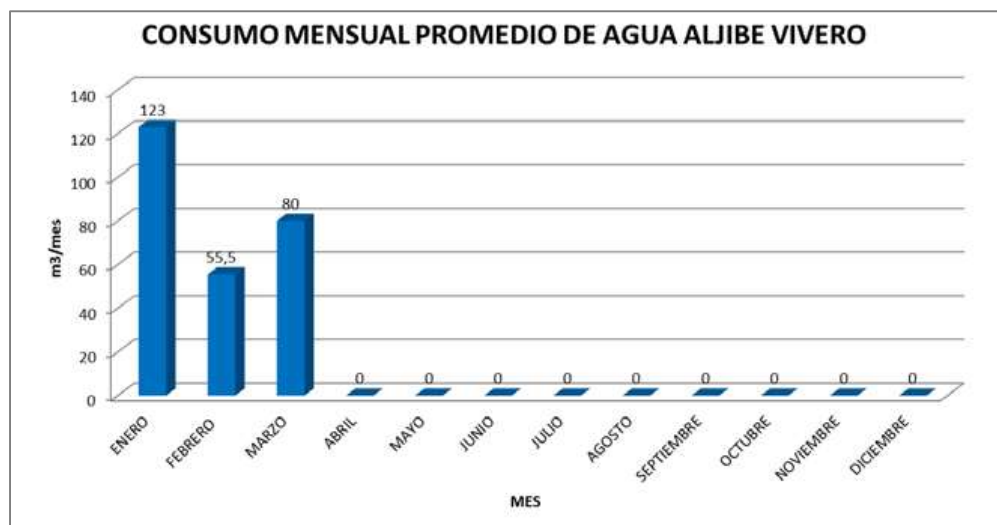
2016 solo se tienen registros de enero a octubre, en 2017 solo hay de los meses de abril, mayo, julio, septiembre, octubre y diciembre y para el año 2018 solo se contó con registros de febrero, marzo, abril, mayo y junio, lo que puede afectar los resultados de los promedios, además que en muchos de los formatos de lectura de medidores no habían datos registrados desconociéndose si era por ser domingo, porque no se adelantaba captación como es el caso de los aljibes para época de estiaje o alguna otra razón, además que no se está contemplando los errores por deterioro del medidor.

- Aljibe Granja



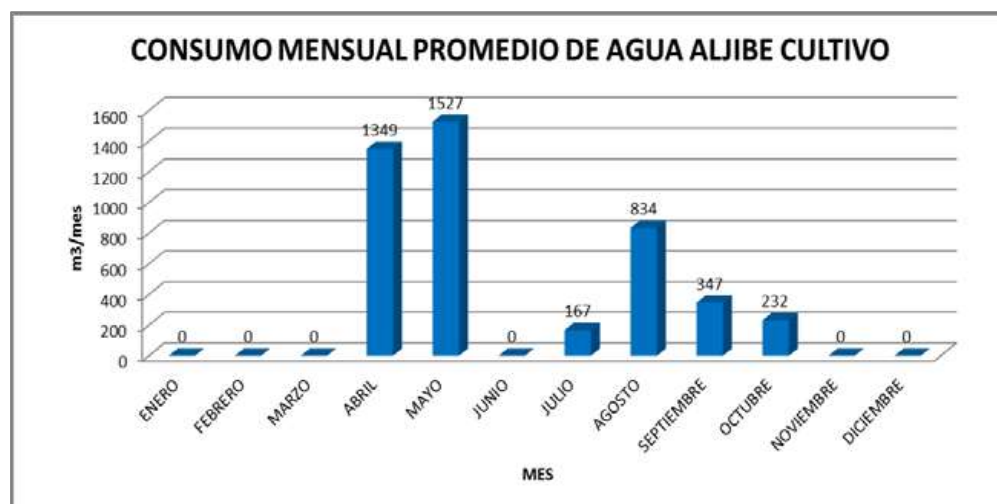
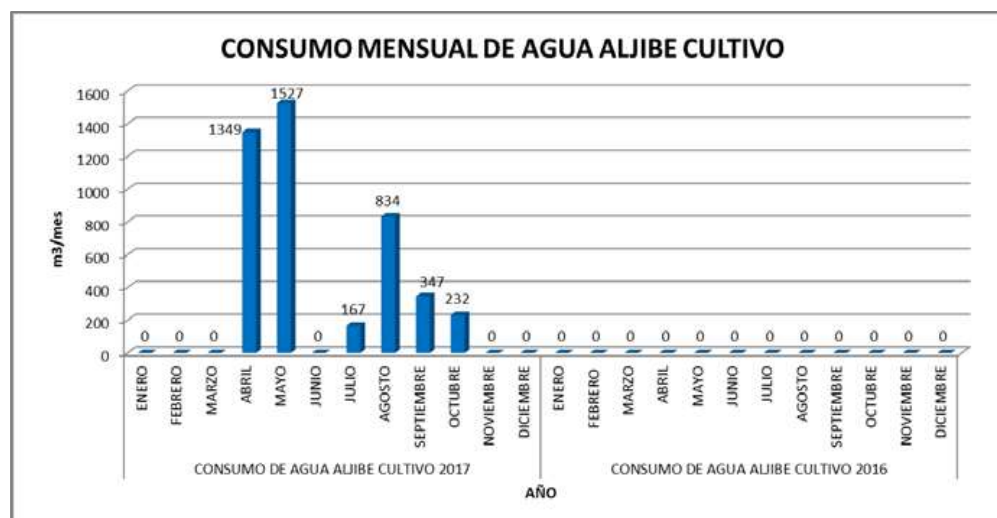


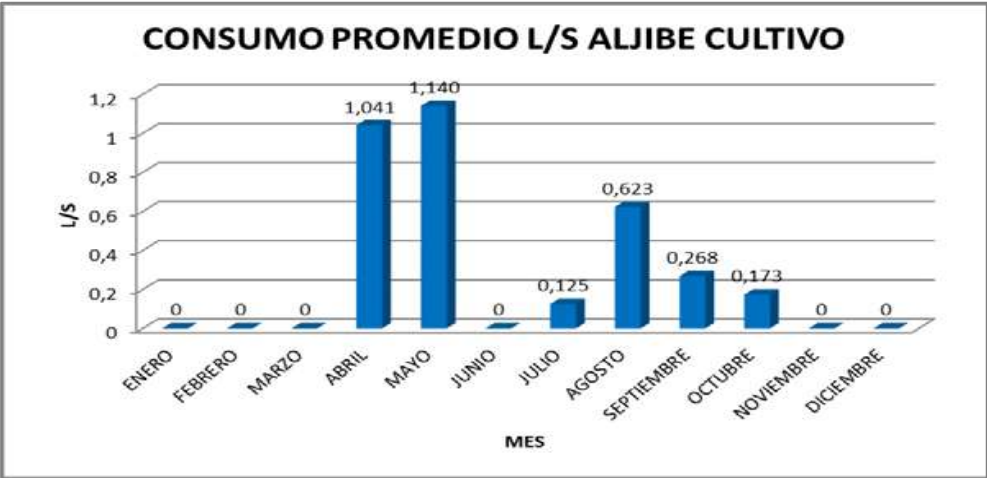
- Aljibe Vivero



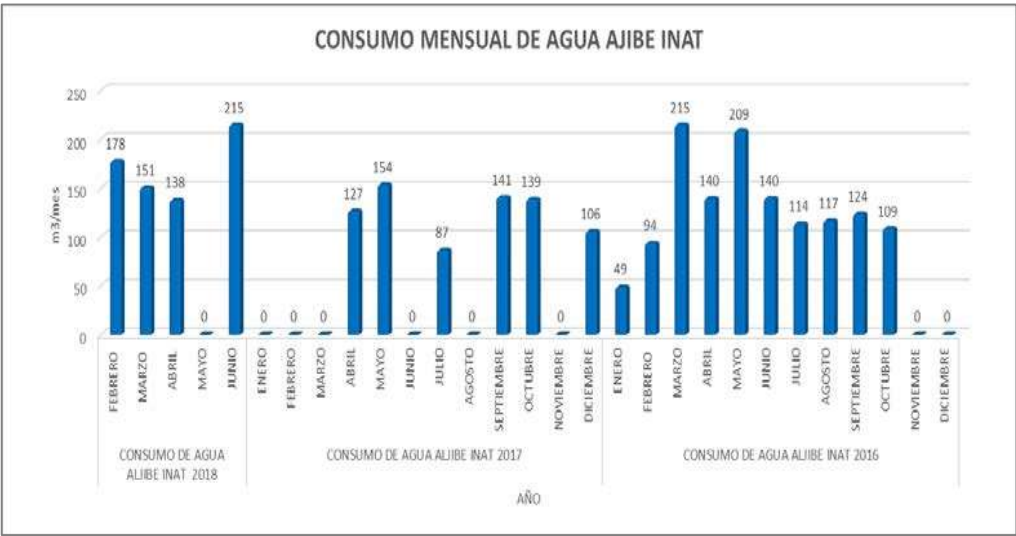


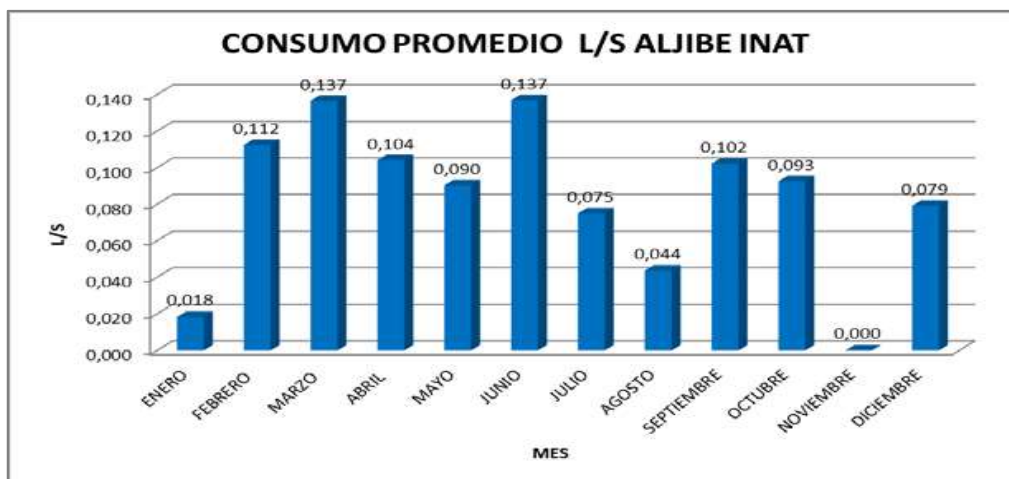
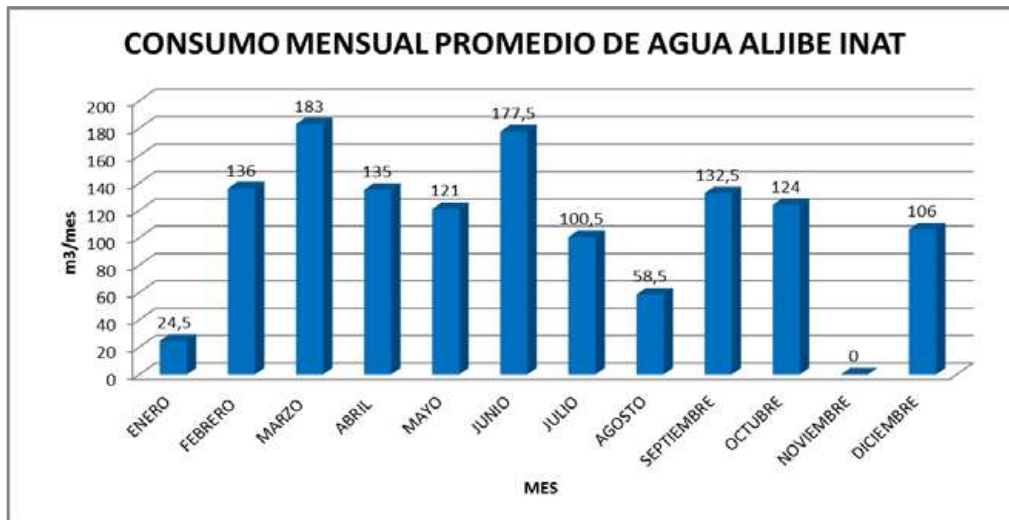
- Aljibe Cultivo



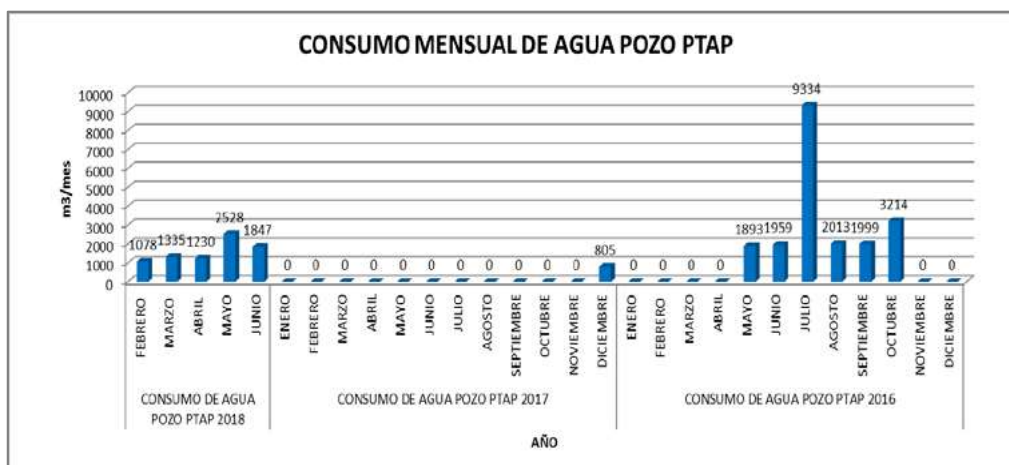


- Aljibe INAT



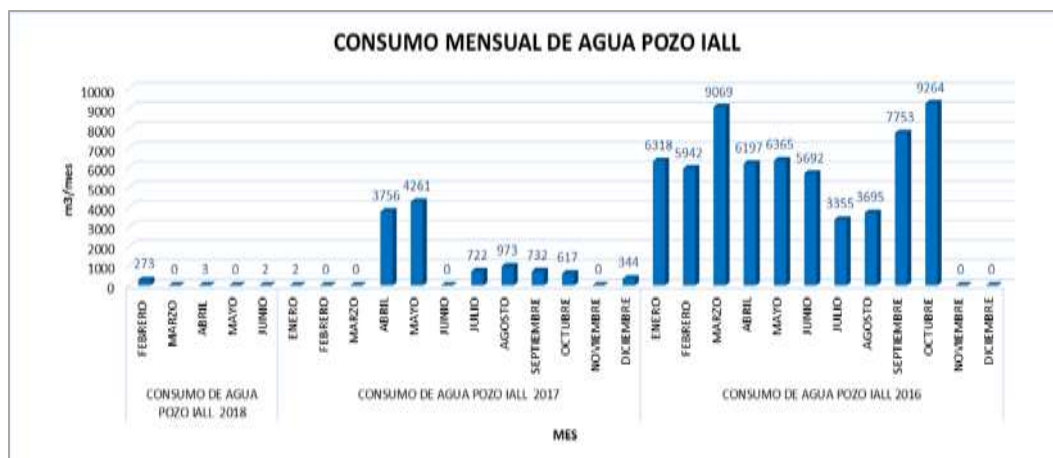


- Pozo PTAP





- Pozo IALL





En este sentido se puede establecer los siguientes módulos de consumo por usuario o unidad para el año 2018:

Aljibe Cultivos:	0,0062 l/s/ha
Aljibe INAT:	0,0004 l/s/hab
Aljibe Vivero:	0,46 l/s/ha
Aljibe Granja:	0,0032 l/s/animal
Pozo PTAP:	0,0004 l/s/hab
Pozo IALL:	0,1092 l/s/hab
	1,68 l/s/ha

En el caso del IALL se asumen caudales para uso doméstico del 20% de total y el restante para uso pecuario debido a la carencia de medidores que permitan medir los consumos por tipo de uso.

7.3.5 Demanda anual.

En la Tabla 1 se puede observar el comportamiento de la demanda de agua para los usos destinados durante los años 2016-2019, tiempo que dura la concesión de agua de la mayoría de captaciones autorizadas.

Para el caso de la dotación de los cultivos, se tomó como referencia la necesidad a gua para el café, siendo el cultivo con mayor extensión y permanencia en el área de experimentación de la sede.

Tabla 1: Promedio demanda teórica de agua anual.

Captación	Dotación	Unidad	2016		2017		2018		2019		2020	
			Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)
Aljibe INAT (1)	24,8 (l/hab/día)	Habitantes	221	0,4639	244	0,5121	270	9,0402	298	0,6255	329	0,6906
Aljibe Cultivos (2)	0,45 (l/ha/s)	Hectárea	7,78	3,501	7,78	3,501	7,78	3,501	7,78	3,501	7,78	3,501
Aljibe Vivero (3)	59.294 (l/ha/día)	Hectárea	0,13	0,1784	0,13	0,1784	0,13	0,1784	0,13	0,1784	0,13	1,0000

	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 36 de 40

Captación	Dotación	Unidad	2016		2017		2018		2019		2020	
			Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)	Cantidad	Caudal (l/s)
Aljibe Granja (4)	8 (l/anim/día)	Unidad Cerdos	40	0,0074	40	0,0037	40	0,0037	40	0,0037	40	0,0037
	0,3 (l/anim/día)	Unidad Pollos	2000	0,0139	2000	0,0069	2000	0,0069	2000	0,0069	2000	0,0069
	0,3 (l/anim/día)	Unidad Gallinas	200	0,0033	200	0,0016	200	0,0016	200	0,0016	200	0,0016
	0,7 (l/anim/día)	Unidad Conejos	70	0,0130	70	0,0065	70	0,0065	70	0,0065	70	0,0065
	4 (l/anim/día)	Unidad Ovejos caprinos	20	0,0019	20	0,0009	20	0,0009	20	0,0009	20	0,0009
	0,7 (l/anim/día)	Unidad Curis	60	0,0010	60	0,0005	60	0,0005	60	0,0005	60	0,0005
	0,3 (l/anim/día)	Unidad Codornices	500	0,0035	500	0,0017	500	0,0017	500	0,0017	500	0,0017
	0,7 (l/anim/día)	Unidad Lapas	5	0,0001	5	0,0000	5	0,0000	5	0,0000	5	0,0000
Pozo PTAP (1)	24,8 (l/hab/día)	Habitantes	4216	8,8492	4285	8,9940	4307	9,0402	4759	9,9894	5259	11,0383
Pozo IALL (1)	24,8 (l/hab/día)	Habitantes	5	0,0105	5	0,0105	5	0,0105	5	0,0105	5	0,0105
	0,45 (l/ha espejo/s)	Hectárea espejo agua	1,3	23,4	1,3	23,4	1,3	23,4	1,3	23,4	1,3	23,4

- (1) Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones - Resolución 549 de 2015.
- (2) <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33671/28351.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (3) <http://info.elriego.com/portfolios/calculo-de-las-necesidades-diarias-de-agua/>
- (4) Recurso hídrico, uso eficiente e Instrumentos económicos para su gestión-Cormacarena

El consumo de agua actualmente se encuentra por debajo de la demanda calculada para los diferentes usos del recurso hídrico en la sede Barcelona.

7.4 Balance de agua del sistema

En forma general para definir el balance de agua de un sistema de abastecimiento se debe tener en cuenta el agua que ingresa al sistema (caudal de concesión), todas las demandas (consumos de agua), almacenamientos, las cantidades de agua perdida (% de perdidas) y demás aguas que ingresen o salgan del sistema.

Para el caso de la sede Barcelona el punto de partida fueron los datos de caudales captados (L/s) y caudales concesionados, para así por diferencia hallar las pérdidas técnicas teóricas del sistema; destacando que no se tuvieron en cuenta variables como agua factura y no facturada, agua contabilizada y no contabilizado, ya que pese a contar con micro medidores estos se ubican en las fuentes de captación y no en la red de distribución y/o en cada uno de los edificios y/o principales instalaciones universitarias que permitan determinar el caudal de agua realmente usado, planteándose un balance general y uno para cada fuente de captación así:

Cuadro 15: Balance general de agua del sistema

VOLUMEN TOTAL DE AGUA ENTRADA AL SISTEMA l/s	5,35	CAUDAL AUTORIZADO L/S	8,54
		PERIDAS DE AGUA L/S	-3,19

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 37 de 40

Del anterior cuadro se puede apreciar que actualmente en la sede Barcelona no se estarían derivando caudales de agua superiores a los autorizados, lo cual matemáticamente arrojaría valores de perdidas negativos, que se podrían asumir como ausencia de perdidas, pero esto no es cierto ya que aunque se esté captando un volumen de agua por debajo de autorizado, sobre este caudal se presentan pérdidas técnicas asociadas a fugas en los componentes de conducción y distribución de agua, filtraciones en los tanques de almacenamiento de agua y fugas en las conexiones; sin contar con las fallas y errores de lecturas de medición de caudal en los actuales medidores de cada fuente subterránea.

Cuadro 16: Balance de agua por fuente de captación.

VOLUMEN DE AGUA (ENTRADA)		VOLUMEN AGUA AUTORIZADA		PÉRDIDAS TECNICAS	
VOLUMEN TOTAL ALJIBE GRANJA L/s	0,131	CAUDAL AUTORIZADO GRANJA L/S	0,32	PERDIDAS GRANJA L/S	-0,320
VOLUMEN TOTAL ALJIBE VIVERO L/s	0,061	CAUDAL AUTORIZADO VIVERO L/S	0,15	PERDIDAS VIVERO L/S	-0,150
VOLUMEN TOTAL ALJIBE CULTIVO L/s	0,481	CAUDAL AUTORIZADO CULTIVO L/S	0,15	PERDIDAS CULTIVO L/S	-0,150
VOLUMEN TOTAL ALJIBE INAT L/s	0,105	CAUDAL AUTORIZADO INAT L/S	0,12	PERDIDAS INAT L/S	-0,120
VOLUMEN TOTAL POZO PTAP L/s	1,841	CAUDAL AUTORIZADO PTAP L/S	3,3	PERDIDAS PTAP L/S	-3,300
VOLUMEN TOTAL POZO IALL L/s	2,731	CAUDAL AUTORIZADO IALL L/S	4,5	PERDIDAS IALL L/S	-4,500

Lo concluido previamente nuevamente se evidencia en el anterior cuadro, por lo cual se reitera que pese a que en el balance no se detecten perdidas todos los sistemas de abastecimiento con su funcionamiento conllevan perdidas de carácter técnico, las cuales según el RAS 2017 pueden llegar a ser del orden del 25%.

7.5 Pérdidas

Como se planteó en la anterior sección en cuadros No. 15 y 16 se reportan las pérdidas técnicas teóricas del sistema de abastecimiento, se plantea la necesidad de llevar a cabo un estudio detallado de la red de conducción y distribución del agua en la sede Barcelona, así como la optimización de los actuales sistema de medición de caudal y de la forma de toma y registro de datos, de manera que se pueda contar con datos que proporcionen mayor confianza que los actuales y que permitan un estudio más detallado del estado técnico de las redes de conducción y distribución, baterías sanitarias y demás instalaciones hidrosanitarias que permitan detectar las respectivas pérdidas técnicas, sin dejar a un lado la responsabilidad de realizar un manejo eficiente del recurso hídrico captado.

8. PLAN DE ACCIÓN

Acorde a lo consignado en los numerales anteriores del presente documento se plantean las líneas estratégicas, programas, proyectos, presupuesto, cronograma e indicadores a fin de cumplir la meta para el uso eficiente y ahorro de agua en el quinquenio 2019-2023.

Metas de reducción:

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 38 de 40

1. Al 2023 se espera realizar una reducción del 5% en el consumo anual de agua en la sede Barcelona.
2. Al 2023 se espera realizar una reducción del 2% en las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento.

Para el cumplimiento de la meta de reducción de consumo se plantean las siguientes metas anuales, las cuales no son acumulativas, y que empiezan a medirse en el segundo año una vez se hayan implementado las respectivas acciones del primer año como son las campañas educativas.

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Meta anual	0%	1%	2%	4%	5%

Para el cumplimiento de la meta de reducción de pérdidas en el sistema se plantean las siguientes metas anuales, las cuales no son acumulativas que al igual que la anterior meta, iniciaría proceso de medición en el tercer año una vez implementados los medidores en los tanques y se pueda establecer una línea base.

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Meta anual	0%	0%	1%	1,5%	2%

8.1 Líneas, programas y proyectos.

En atención a las consideraciones normativas se definen tres grandes líneas estratégicas o temas que guiarán el cumplimiento de la meta de reducción de consumo y la meta de reducción de pérdidas, estos son:

- Protección de las fuentes de abastecimiento.
- Mejoramiento de los sistemas de abasto, macro y micro medición.
- Reducción de pérdidas.
- Campañas educativas sobre el ahorro del agua.

A continuación, se presentan las matrices de estructuración del Plan de Acción a desarrollarse en la sede Barcelona durante el quinquenio 2019-2023, cuyo presupuesto estimado es de \$586.100.000 para el periodo en referencia.

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 39 de 40

8.2 Seguimiento del plan

8.2.1 Indicadores de Gestión.

Cuadro 17: Indicadores de gestión del PUEAA.

Meta	Indicador	Fórmula
Al 2023 se espera realizar una reducción del 5% en el consumo anual de agua en la sede Barcelona.	Reducción de consumo de agua.	$\text{Consumo del período anterior en l/año} - \text{consumo periodo actual en l/año} / (\text{consumo período anterior}) * 100$
Al 2023 se espera realizar una reducción del 2% en las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento	Reducción de pérdidas de agua.	$\text{Perdidas del período anterior} - \text{Pérdidas periodo actual} / (\text{Pérdidas del período anterior})$

8.2.2 Programas y Actividades

Cuadro 18: Cronograma de actividades del PUEAA

Programas	Actividades	Año 1 2019 - 2020	Año 2 2020 - 2021	Año 3 2021 - 2022	Año 4 2022 - 2023	Año 5 2023 - 2024
Programa 1: Protección de las microcuencas abastecedoras.	Cerramiento de los aljibes y pozo profundo del IALL de la sede Barcelona.		X			
Programa 2: Mantenimiento de los sistemas de abasto, macro y micro medición	Instalación de medidores en las tuberías de conducción del pozo profundo del IALL	X				
	Instalación de Macromedidor de agua en la tubería de salida de los tanques elevados de PTAP y polideportivo.	X				
	Mantenimiento, calibración y/o renovación de los medidores de agua existentes.	X		X		X
	Implementación de dispositivos y aparatos ahorradores de agua.	X	X	X		
	Estudio de factibilidad de la captación y aprovechamiento de agua lluvia para los usos pecuario y agrícola.			X		
	Actualización y/o levantamiento de la red de suministro de agua de la sede Barcelona.		X			
	Mantenimiento de aljibes, pozos profundos y tanques de almacenamiento de agua.	X	X	X	X	X
Programa 3: Reducción de pérdidas.	Monitoreo de calidad de agua de las fuentes de suministro de agua del campus Barcelona.	X	X	X	X	X
	Mejoramiento del sistema de registro de consumo de agua.	X				
Programa 4: Campañas educativas sobre el ahorro del agua.	Campaña de reporte de fugas o daños en las redes, tanques de almacenamiento y equipos sanitarios existentes.	X	X	X	X	X
	Divulgación de hábitos de ahorro de agua en la comunidad universitaria.	X	X	X	X	X
	Campañas de concientización sobre el	X	X	X	X	X

 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PROCESO DE GESTION DE LA CALIDAD			
	PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA SEDE BARCELONA			
	Código: PG-GCL-01	Versión: 02	Fecha de aprobación: 31/03/2023	Página: 40 de 40

Programas	Actividades	Año 1 2019 - 2020	Año 2 2020 - 2021	Año 3 2021 - 2022	Año 4 2022 - 2023	Año 5 2023 - 2024
	ahorro de agua en la comunidad universitaria.					
	Visualizar el cuidado del entorno de las fuentes de abastecimiento.	X				

Los indicadores se encuentran descritos en el formato *Matriz de Seguimiento de los Programas del Sistema de Gestión Ambiental (FO-GCL-44)*.

9. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- **FO-GCL-31** Formato para Toma de Lectura de Medidores de Agua.
- **FO-GCL-42** Formato para mantenimiento de aljibes o pozos profundos.
- **GU-GBS-03** Guía de mantenimiento a la infraestructura.

10. HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Cambios	Elaboró / Modificó	Revisó	Aprobó
01	02/09/2019	Documento nuevo.	Martha J. Herrera <i>Contratista</i>	Jorge García <i>Prof. de Apoyo SGA</i>	Samuel Betancur <i>Asesor de planeación</i>
02	31/03/2023	Se eliminaron los siguientes elementos: • Tabla 2: Matriz Plan de Acción, • Tabla 3: Matriz de Proyectos • Tabla 4: Cronograma de ejecución. • Listado de anexos. De igual forma, se modificó cuadro 18: Indicadores de meta física de los proyectos.	Daniel Alfonso Blanco Malagón <i>Prof. de Apoyo Ambiental</i>	Laura Ximena Palma Arismendy <i>Prof. de Apoyo Ambiental</i>	María Paula Estupiñan Tiuso <i>Asesor Planeación</i>