

# Boletín Ambiental

Índice de Aridez para Caldas 2021  
Fuente: Zambrano Nájera et al., 2022

Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- Sede Manizales

**187** | enero de 2022

Importancia de los Indicadores del Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- en la planificación de cuencas

**IDEA**  
Instituto de Estudios Ambientales

## **Importancia de los Indicadores del Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- en la planificación de cuencas**

Diana Marcela Rey Valencia  
Ingeniera Civil  
Magíster en Recursos Hidráulicos  
Investigadora del Instituto de Estudios Ambientales -IDEA-  
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
dimreyva@unal.edu.co

Jeannette Zambrano Nájera  
Ingeniera Civil, Ph.D  
Profesora Asociada Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
jdzambrano@unal.edu.co.

Para descargar el boletín:

▶ [Http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html](http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html)

## Introducción

Generalmente, el territorio está segmentado en divisiones político-administrativas y su planificación se realiza normalmente por medio de estas divisiones. Sin embargo, la cuenca es la unidad hidrológica básica, dado que brinda una oferta hídrica, es decir, la cantidad de agua disponible en ese territorio; los usuarios que habitan en la cuenca tienen un consumo específico o demanda según sus necesidades. La forma como utilizamos el agua es fundamental para garantizar el equilibrio y la sustentabilidad de las cuencas, ya que un uso excesivo (o presión) del agua genera grandes impactos al medio natural (en los ríos, en los suelos, etc.) lo que, a su vez, implica desequilibrios en el componente hidrológico, biótico, químico y geomorfológico. Además, el uso excesivo se puede dar por parte de un solo actor (por ejemplo, la agricultura) dejando sin agua a los otros habitantes del territorio y causando grandes conflictos. De hecho, en muchas ocasiones algunas poblaciones tienen poco acceso al agua incrementando los niveles de pobreza y desigualdad; a esto se suma el problema de que una vez utilizada por parte de las industrias, el sector agrícola, energético, doméstico y demás, es devuelta al medio, pero con altos niveles de contaminación. Esto agrava la situación porque además del uso excesivo, la pobre calidad incrementa los impactos causados.

De manera que, se están generando problemas de escasez del agua, lo que es muy grave para las poblaciones vulnerables; provoca pérdida de la biodiversidad porque la biota y la fauna que dependen del agua se ven gravemente impactadas; también, disminución de la regulación del clima, de los ciclos hidrológicos, y de la amortiguación de eventos extremos, lo que a su vez genera problemas sanitarios ya que aumentan por las complicaciones de salud debidas al clima, a las pobres condiciones higiénicas, o por el incremento de vectores como los virus, entre otros.

Para abordar estos problemas se han planteado, dentro el proceso de planificación de cuencas, diferentes indicadores para medir oferta, demanda, calidad de agua y equilibrio oferta - demanda. En la ejecu-

ción de estos indicadores es necesaria la información de la cuenca que proviene de estaciones y mediciones de campo. El presente documento resume el sistema de indicadores que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha propuesto para la planificación; los que fueron consignados en el libro: Definición de Indicadores de Línea Base Ambiental de Caldas (Osorio Zuluaga & Duque Méndez, 2014).

## Descripción del sistema de indicadores

### Monitoreo y mediciones de campo

Para iniciar el proceso es necesario tener datos medidos en la cuenca para determinar las características meteorológicas e hidrológicas de la misma. Estos datos se obtienen a partir del monitoreo ambiental, como el que se realiza en Caldas mediante el Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas -SIMAC-. El SIMAC nace como un esfuerzo conjunto entre diversas instituciones locales y regionales que agrupan el monitoreo hidroclimatológico, la calidad del aire, los sismos y las aguas subterráneas (Zambrano Nájera, 2021). Las estaciones de monitoreo cumplen diferentes propósitos, desde la gestión del riesgo hasta la planificación de cuencas. En caldas se tienen 55 estaciones meteorológicas y 60 estaciones hidrometeorológicas administradas por el SIMAC.

Para tener un registro continuo de datos de las estaciones es necesario realizar un mantenimiento periódico para garantizar su correcto funcionamiento. En el caso de las estaciones hidrometeorológicas, estas son de dos tipos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de estaciones de monitoreo hidroclimatológico instaladas en Caldas Fuente: propia

Tipo	Descripción	Variables
Meteorológicas	Estas miden variables meteorológicas en el punto donde está instalada la estación.	Precipitación (mm) Temperatura (°C) Velocidad del Viento (m/s) Dirección del Viento (°) Humedad Relativa (%) Presión Barométrica (mmHg) Evapotranspiración (mm) Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Hidrometeorológicas	Estas miden dos variables meteorológicas: precipitación y temperatura. Adicionalmente, miden el nivel y caudal para la quebrada o río donde están instaladas.	Precipitación (mm) Temperatura (°C) Nivel (cm) Caudal (l/s) *(Variable calculada)

Adicionalmente a los datos registrados por las estaciones se debe complementar esta información con mediciones en campo. El primer ejemplo es la variable caudal, que se obtiene por medio de la relación entre el nivel registrado por el sensor de nivel con el caudal obtenido por medio de un aforo líquido. Otro ejemplo es el caudal sólido que pasa por una corriente, el que se determina mediante aforos de sedimentos que permiten medir la concentración de los sedimentos en ese momento específico; luego, una serie de valores son correlacionados con el caudal líquido para obtener los valores para los demás instantes de tiempo. También, por medio de trabajo de campo se puede determinar la calidad del agua de la corriente hídrica mediante aforos de calidad en puntos concretos del río o quebrada.

Todo lo anterior permite determinar la oferta hídrica de la cuenca y la calidad del agua. Para un análisis completo de una cuenca es necesario estimar la demanda de agua, que corresponde al consumo realizado por los diferentes usuarios (doméstico, agricultura, industria) que habitan la cuenca.

## Indicadores

En Colombia existe el Sistema de Información Ambiental Nacional (SINA) que, a la vez, contiene el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), dividido en siete componentes, uno de los cuales es el -SIRH- o Sistema de Información del Recurso Hídrico. Este sistema es oficial y es el que nos rige por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). En el SIRH se han propuesto dos grupos de indicadores como se observa en la Figura 1: el primer grupo revisa las condiciones del sistema hídrico natural (Índice de Aridez IA, Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH, Índice Estandarizado de Precipitación SPI e Índice de Rendimiento de Sedimentos IRS); el segundo grupo se relaciona con la intervención antrópica y sus efectos sobre la variabilidad (Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico IVH); cantidad (Índice de Uso de Agua Superficial IUA, Índice de Pre-

sión Hídrica a los Ecosistemas IPHE, Índice de Agua no Retornada a la Cuenca IARC e Índice de Eficiencia en el Uso del Agua IEUA) y calidad de agua (Índice de Calidad del Agua ICA e Índice de Alteración Potencial de Calidad del Agua IACAL) (IDEAM, 2019).

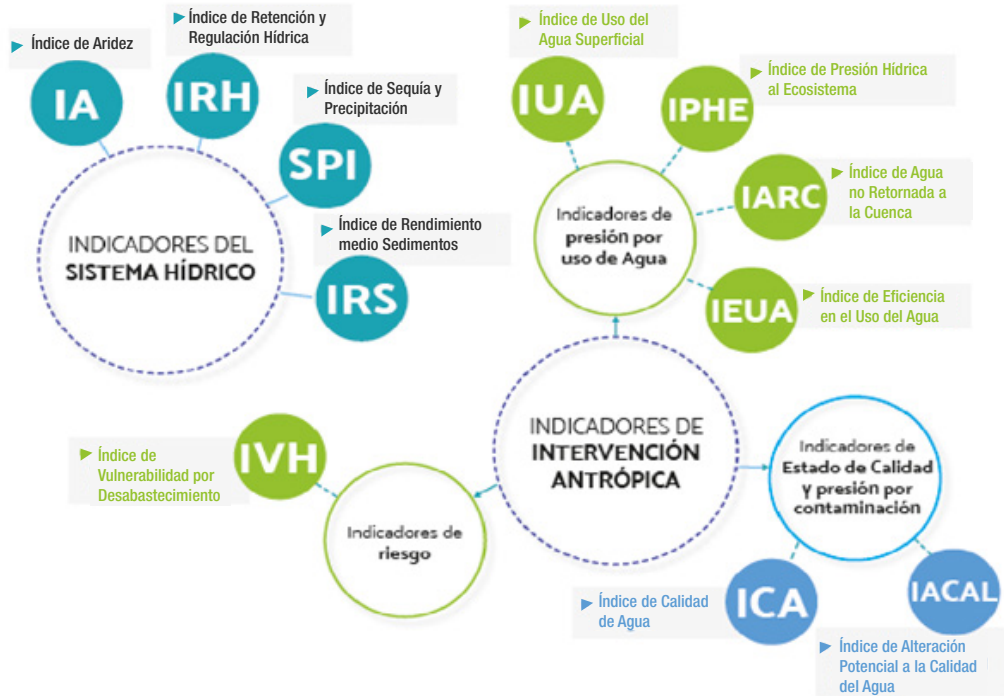


Figura 1. Sistema de Indicadores Hídricos del ENA 2018  
Fuente: IDEAM 2019

El primer grupo corresponde a los indicadores del SIRH que evalúan la oferta hídrica de la cuenca; son los siguientes:

**Índice de aridez, IA:** “Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial” (IDEAM, 2010).

**Índice de Regulación y Retención Hídrica, IRH:** “Asociado con el potencial de disponibilidad hídrica y regulación hidrológica, mide la cantidad de humedad que pueden retener las cuencas. Se calcula con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios” (IDEAM, 2010).

**Índice Estandarizado de Precipitación SPI:** este indicador determina la ocurrencia y seguimiento de las sequías, cuantificando el déficit de precipitación en múltiples escalas temporales.

**Índice de rendimiento de sedimentos IRS:** “El rendimiento de sedimentos se define como la cantidad de sedimentos que pasan por un punto de control en un tiempo determinado sobre el área de la cuenca aferente a este punto” (IDEAM, 2019).

El segundo grupo son los indicadores de intervención antrópica, que se dividen en tres subgrupos, uno de los cuales evalúa la presión por el uso de agua, con los siguientes indicadores:

**Índice de Uso de Agua Superficial IUA:** este indicador estima la relación porcentual entre la demanda de agua y la oferta hídrica disponible. La demanda es la cantidad de agua utilizada por los diferentes usuarios (IDEAM, 2010).



Índice de Presión Hídrica a los Ecosistemas IPHE: relaciona la oferta del agua verde disponible para actividad productiva (DAV) con los consumos de agua verde en la cuenca (huella hídrica verde, HH verde). El agua verde es el recurso que proviene de la lluvia y se almacena en el suelo como humedad; luego se usa por la vegetación. Es de gran importancia, dado que en Colombia, el 90 % de la agricultura se sostiene con este recurso (IDEAM, 2019).

Índice de Eficiencia en el Uso del Agua IEUA: “La relación entre la huella hídrica azul y la demanda hídrica. La huella hídrica azul se cuantifica mediante la estimación del agua extraída que no retorna a la cuenca, fenómeno asociado a que el agua se ha incorporado a un producto evaporado o trasvasado a otra cuenca vecina” (IDEAM, 2019).

Índice de Agua no Retornada a la Cuenca IARC: es la relación entre la huella hídrica azul y la oferta hídrica disponible en año medio que determina la disponibilidad de agua azul (agua no retornada la cuenca) en la cuenca para el periodo de medición (IDEAM, 2010).

El siguiente subgrupo mide las presiones por contaminación y estado de calidad, con los siguientes indicadores:

Índice de Calidad del Agua ICA: “Representa la calidad de agua en un punto específico de monitoreo y en el momento de la medición, a partir de la medición de seis variables: oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales en suspensión (SST), pH y la relación entre nitrógeno total y fósforo total (NT/PT)” (IDEAM, 2014). Este indicador determina problemas de calidad en un punto determinado de la corriente.

Índice de Alteración Potencial de Calidad del Agua IACAL: determina las amenazas potenciales por alteración de la calidad del agua en las unidades de análisis o cuencas. Lo hace por medio de los potenciales niveles de contaminación de cada actividad productiva que se encuentre en la cuenca; esto se realiza por medio de factores de emisión (IDEAM, 2010).

El último subgrupo mide los indicadores de riesgo con el siguiente indicador:

**Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico IVH:** “Determina la fragilidad de mantener la oferta para abastecimiento. Es el grado de fragilidad del sistema ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño); podría generar riesgos de desabastecimiento. El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos de Índice de Regulación Hídrica (IRH) y el Índice de Uso de Agua (IAU)” (IDEAM, 2014).

## Aplicación

Todos los indicadores anteriormente nombrados son evaluados por el IDEAM sobre las subzonas hidrográficas a una escala muy gruesa. Sin embargo, teniendo en cuenta que la planificación se debe hacer a nivel de cuenca, es decir, a escala local, es importante la aplicación de dichos indicadores a la cuenca para lograr información apropiada, para lo cual es primordial el monitoreo y las mediciones en campo.

Con los datos recopilados en el SIMAC, que provienen de las estaciones y del trabajo de campo, se han construido varios indicadores del sistema hídrico que determinan la oferta hídrica. Estos indicadores se presentan en el boletín climatológico mensual y anual y se calculan para todo el departamento de Caldas.

El primer indicador implementado fue el Índice de Aridez IA, con resolución mensual; con lo que se pueden determinar los meses y zonas más críticos, es decir, que la precipitación es deficitaria para el sostenimiento de los ecosistemas. Para el caso del año 2021, en el mes julio se presentó la condición más crítica, en específico en la zona norte y Magdalena caldense, señalada en rojo en la Figura 2; o sea, en dichas zonas es probable que la precipitación no sea suficiente para sostener la agricultura.

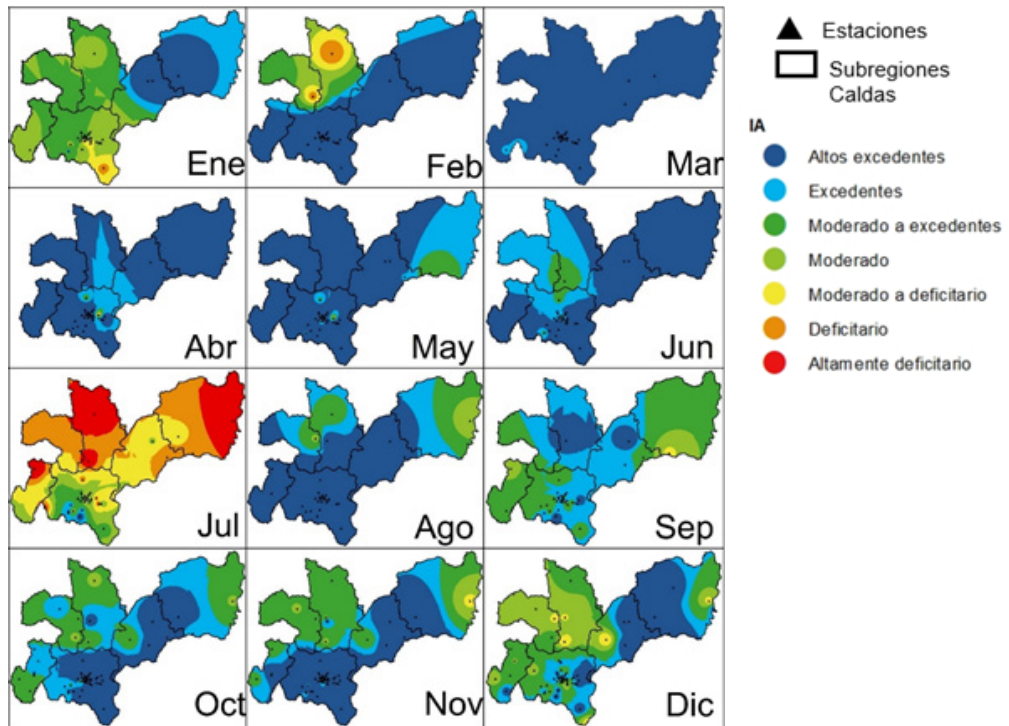


Figura 2. Índice de Aridez IA para el año 2021  
 Fuente: Zambrano Nájera et al., 2022

El segundo indicador implementado fue el Índice Estandarizado de Precipitación SPI, también con resolución mensual. Con este se puede evaluar qué meses tienden a presentar sequía. Igualmente que para el indicador anterior, el mes más crítico en el 2021 fue julio en casi todo el departamento (ver Figura 3), lo que indica que se podría presentar desabastecimiento de agua potable y que la precipitación puede ser deficitaria para el sostenimiento de la agricultura.

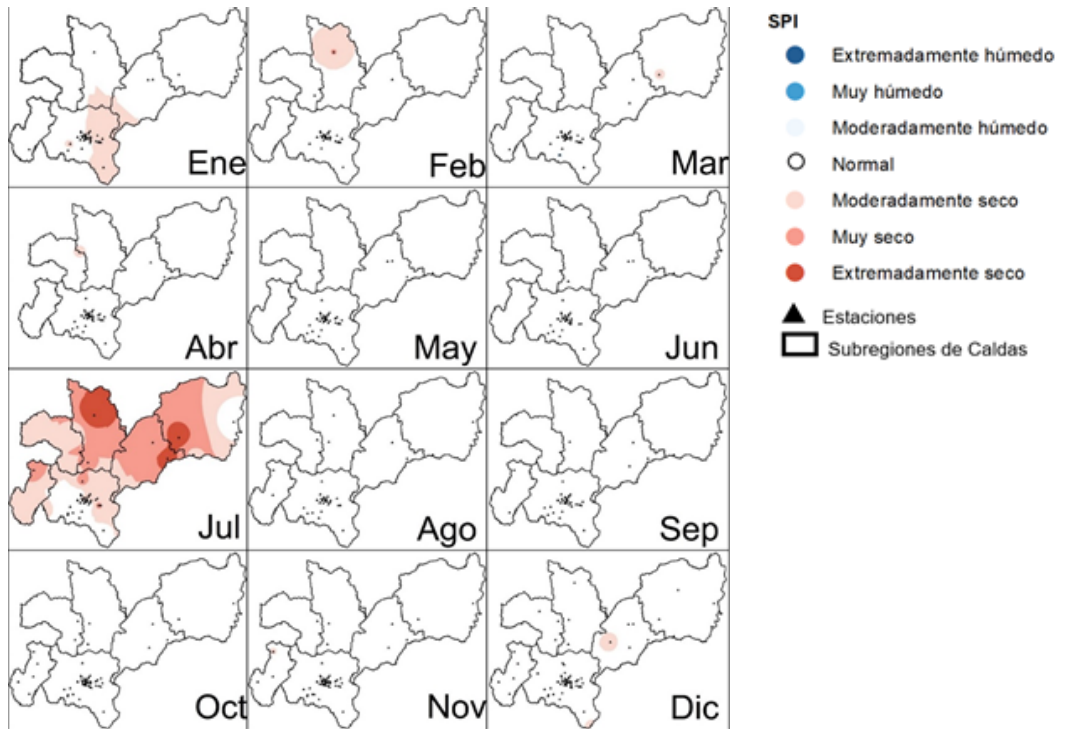


Figura 3. Índice Estandarizado de Precipitación SPI para el año 2021  
Fuente: Zambrano Nájera et al., 2022

El último indicador implementado fue el Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH, con resolución semestral; evalúa la capacidad de la cuenca para mantener el régimen de caudales. Como muestra la Figura 4, la cuenca del río Supía presenta una regulación muy baja, lo que indica que para esa cuenca es necesario mejorar la respuesta hidrológica por medio del aumento de la vegetación en la cuenca y otras estrategias de conservación.

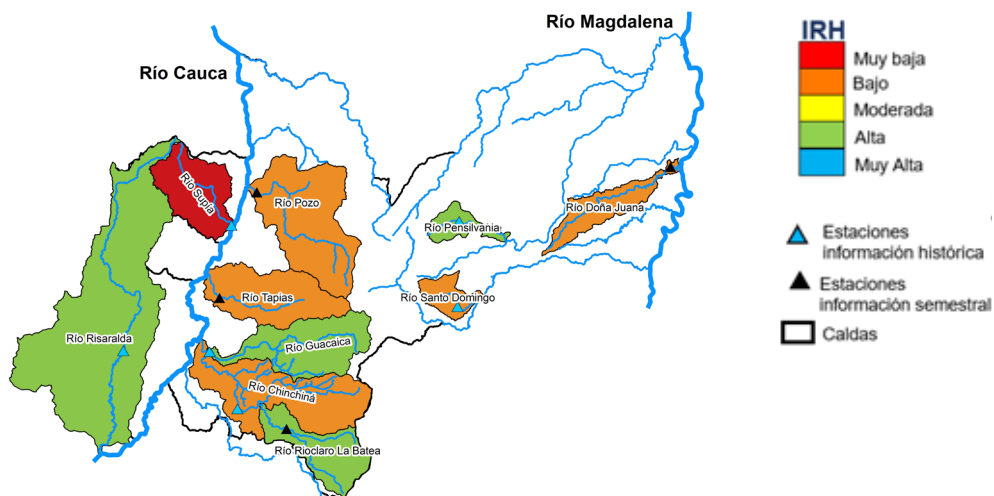


Figura 4. Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH primer semestre 2021  
Fuente: Zambrano Nájera et al., 2022

El boletín climatológico anual y mensual se puede encontrar en el link: <https://cdiac.manizales.unal.edu.co/publicaciones.php>

## Conclusiones

Los indicadores implementados permiten encontrar las zonas y los meses críticos con respecto a la oferta hídrica, apoyando la toma de decisiones por parte de los actores de la cuenca.

Se necesita monitoreo permanente para llevar a cabo la implementación de los indicadores, para lo cual es necesario realizar mantenimiento periódico de las estaciones y, adicionalmente, mediciones de campo anuales o semestrales.

## Bibliografía

IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá D.C: IDEAM.

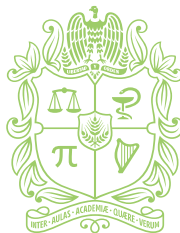
IDEAM. (2014). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C. Retrieved from <http://files/244/IDEAM - 2014 - Estudio Nacional del Agua 2014.pdf>

IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Osorio Zuluaga, G. A., & Duque Méndez, N. D. (2014). Definición de los indicadores de la Línea Base Ambiental de Caldas. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/43049/>

Zambrano Nájera, J., Mejía Fernández, F., Gómez Pachón, J. A., Alzate Jaramillo, M., & Rey Valencia, D. M. (2022). BOLETÍN CLIMATOLÓGICO ANUAL 2021. Manizales.

Zambrano Nájera, J. (2021). Treinta años de historia del IDEA Sede Manizales. Boletín Ambiental No. 184. IDEA Manizales.



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -  
Teléfono: 8879300 Ext. 50190  
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas  
<http://idea.manizales.unal.edu.co>  
[idea\\_man@unal.edu.co](mailto:idea_man@unal.edu.co)

**Edición, Diseño y Diagramación:** IDEA Sede Manizales  
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales