

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3 ⁹⁶
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 1 de 7

16.

FECHA lunes, 22 de julio de 2019

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Ortiz Ortiz	Julieth Stefanny	1013666534

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Lugo Arias	Jose Luis

TÍTULO DEL DOCUMENTO
 Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 2 de 7

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE CUNDINAMARCA CAR

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingeniero ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

05/07/2019

NÚMERO DE PÁGINAS

72

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Recurso hídrico	water resource
2. Monitoreo hidrometeorológico	hydrometeorological monitoring
3. Instrumentos de medición	measurement tools
4. Embalses	reservoir
5. Recursos naturales	natural resources
6. Tratamientos	Treatments

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 7

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La red hidrometeorológica es la infraestructura de mayor importancia para el monitoreo del recurso hídrico y del clima de una región. La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) ha tenido el acceso a estos procesos desde su creación en el año 1961, de esta manera ha logrado medir y obtener series históricas de información de parámetros climáticos e hídricos como: radiación solar, brillo solar, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura ambiente, niveles, caudales, etc. Por ello, la CAR ha venido ampliando y modernizando esta red para lograr mayor cobertura, densidad y confiabilidad de la información, de tal manera que nos permita un mayor y mejor conocimiento sobre la caracterización y el comportamiento de estos recursos en la jurisdicción, por lo cual esta red se ha constituido en la mejor del centro del país. Actualmente y, sin incluir las estaciones del convenio con el IDEAM, la red hidrometeorológica de la CAR consta de 425 estaciones en las siguientes categorías: climatológicas principales, climatológicas ordinarias, pluviográficas, pluviométricas, limnigráficas, limnimétricas, sedimentos, aforos, climatológicas automáticas e hidrológicas automáticas y satelitales; las cuales han sido instaladas en sitios seleccionados de las (9) cuencas hidrográficas de segundo orden que constituye el territorio de la jurisdicción de la CAR. (Rodríguez, 2011)

Es por esta razón que durante la pasantía se elaboró un documento histórico acerca de la evolución de las redes de monitoreo hidrometeorológico el cual narrará todos los antecedentes históricos, beneficios, importancia ambiental, manejo de datos, servicios hidrológicos y evolución tanto de equipos como del manejo de los datos entre otros.

The hydrometeorological network is the most important infrastructure for monitoring the water resources and climate of a region. The Autonomous Regional Corporation of Cundinamarca (CAR) has had access to these processes since its creation in 1961, thus has been able to measure and obtain historical information series of climatic and water parameters such as: solar radiation, solar brightness, precipitation, evaporation, wind speed and direction, relative humidity, ambient temperature, levels, flow rates, etc. Therefore, the CAR has been expanding and modernizing this network to achieve greater coverage, density and reliability of the information, in such a way that allows us a greater and better knowledge about the characterization and behavior of these resources in the jurisdiction, so which this network has become the best in the center of the country. Currently, and excluding the stations of the agreement with the IDEAM, the hydrometeorological network of the CAR consists of 425 stations in the following categories: main climatological, ordinary climatological, pluviograph, rainfall, limnigraphics, limnimetric, sediment, gauging, automatic and hydrological climatological automatic and satellite; which have been installed in selected sites of the (9) watersheds of second order that constitutes the territory of the jurisdiction of the CAR. (Rodríguez, 2011)

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 7

It is for this reason that during the internship a historical document about the evolution of the hydrometeorological monitoring networks was elaborated which will narrate all the historical antecedents, benefits, environmental importance, data management, hydrological services and evolution of both equipment and management of the data among others.

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los



	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 5 de 7

derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** ___ **NO** x.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 7

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 7 de 7

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



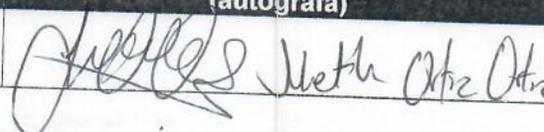
Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE CUNDINAMARCA CAR.	Texto, Imágenes

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Ortiz Ortiz Julieth Stefanny	

21.1-51.20.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL MONITOREO
HIDROMETEOROLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA JURISDICCIÓN DE LA
CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE CUNDINAMARCA CAR

JULIETH STEFANNY ORTIZ ORTIZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT

2019

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL MONITOREO
HIDROMETEOROLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA JURISDICCIÓN DE LA
CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE CUNDINAMARCA CAR

JULIETH STEFANNY ORTIZ ORTIZ

CODIGO: 363213160

PROYECTO DE GRADO- OPCIÓN PASANTÍA, PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

Tutor interno.
JOSE LUIS LUGO
DOCENTE

Tutor externo.
HUMBERTO HERNANDEZ ROA
INGENIERO ESPECIALIZADO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

José Luis Lugo
Tutor Interno

Humberto Hernández Roa
Tutor Externo

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE ANEXOS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. JUSTIFICACIÓN	11
2. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. MARCO NORMATIVO	14
4. DISEÑO METODOLÓGICO	18
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	18
5.2 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	20
5.3 RECURSOS	21
5.4 METODOLOGÍA	23
5. RESULTADOS	27
6.1 FASE UNO	27
6.2 FASE DOS	55
6.3 FASE TRES	62
6. CONCLUSIONES	65
7. REFERENCIAS	66
ANEXOS	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la jurisdicción CAR.....	18
Figura 2. Imagen Galileo Galilei	28
Figura 3. Grafica de niveles realizada a mano 1995.....	33
Figura 4. Toma de datos manuales 1995.....	34
Figura 5. Datos lluvia diaria en milímetros 1966.....	35
Figura 6. Hidrograma de niveles- Laguna Fuquene 1966	36
Figura 7. Evaporímetro tipo A.....	37
Figura 8. Pluviografo.....	37
Figura 9. Higrotermógrafo.....	37
Figura 10. Heliógrafo.....	38
Figura 11. Anemógrafo.....	38
Figura 12. Hidrograma de los embalses1995.....	39
Figura 13. Heliógrafo 2006.....	40
Figura 14. Pluviografo 2006.....	40
Figura 15. Anemógrafo 2006.....	40
Figura 16. Higrotermógrafo 2006.....	40
Figura 17. Instrumentos de medición o registro 2009.....	41
Figura 18. Pluviografo y sensor pluviométrico 2009.....	42
Figura 19. Psicrómetro y sensor integrado de temperatura y humedad 2009.....	42
Figura 20. Actinógrafo y sensor de radiación solar 2009.....	43
Figura 21. Tipo de estaciones según tecnología.....	46
Figura 22. Estación climatológica principal, Novillero Ubaté.....	46
Figura 23. Estación hidrológica convencional Puente Florencia- Gachancipa.....	47
Figura 24. Estación hidrológica satelital El vergel-Sopo.....	47
Figura 25. Estación hidrológica automática Puerto Leticia-La palma.....	47
Figura 26. Estación climatológica principal Compuerta El Tolon.....	48
Figura 27. Red hidrológica jurisdicción CAR.....	49
Figura 28. Red pluviométrica jurisdicción CAR.....	50

Figura 29. Red climatológica jurisdicción CAR.....	51
Figura 30. Distribución de estaciones hidrometeorológicas.....	52
Figura 31. Diagnóstico sobre que es sistema integrado de monitoreo.....	53
Figura 32. Diagnóstico acerca de los beneficios del monitoreo hidrometeorológico.....	54
Figura 33. Diagnóstico sobre el objetivo de la red hidrometeorológica.....	54
Figura 34. Diagnóstico sobre el tipo de estaciones que tiene la CAR.....	55
Figura 35. Diagnóstico sobre el uso que da la corporación a los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico.....	56
Figura 36. Percepción de los funcionarios acerca de la importancia de que se realice el monitoreo hidrometeorológico en la jurisdicción.....	57
Figura 37. Percepción de los funcionarios en el desarrollo socioeconómico regional y la planeación del territorio.....	58
Figura 38. Percepción acerca de la importancia del monitoreo de los embalses.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto y fuentes de financiación.....	23
---	----

LISTA DE ANEXOS

Figura 39. Curva de calibración, embalses 1992.....	66
Figura 40. Datos precipitación 1990.....	66
Figura 41. Estación hidrometeorológica satelital Sisga.....	67
Figura 42. Estación hidrológica Laguna Fuquene.....	67
Figura 43. Embalse Neusa, estación hidrológica convencional e hidrológica satelital.....	68
Figura 44. Embalse Hato, estación climatológica ordinaria.....	69
Figura 45. Embalse Hato, estación hidrológica.....	69

INTRODUCCIÓN

La red hidrometeorológica es la infraestructura de mayor importancia para el monitoreo del recurso hídrico y del clima de una región. La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) ha tenido el acceso a estos procesos desde su creación en el año 1961, de esta manera ha logrado medir y obtener series históricas de información de parámetros climáticos e hídricos como: radiación solar, brillo solar, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura ambiente, niveles, caudales, etc. Por ello, la CAR ha venido ampliando y modernizando esta red para lograr mayor cobertura, densidad y confiabilidad de la información, de tal manera que nos permita un mayor y mejor conocimiento sobre la caracterización y el comportamiento de estos recursos en la jurisdicción, por lo cual esta red se ha constituido en la mejor del centro del país.

La información que se obtiene de las estaciones que conforman esta red, se evalúa, se digita en el sistema, analiza, procesa y finalmente se actualizan las series históricas diarias, mensuales y multianuales de cada parámetro medido en cada una de las estaciones. Estas series de información permiten conocer el comportamiento del Clima y del Recurso Hídrico en la región.

Actualmente y, sin incluir las estaciones del convenio con el IDEAM, la red hidrometeorológica de la CAR consta de 425 estaciones en las siguientes categorías: climatológicas principales, climatológicas ordinarias, pluviográficas, pluviométricas, limnigráficas, limnimétricas, sedimentos, aforos, climatológicas automáticas e hidrológicas automáticas y satelitales; las cuales han sido instaladas en sitios seleccionados de las (9) cuencas hidrográficas de segundo orden que constituye el territorio de la jurisdicción de la CAR. (Rodriguez, 2011)

Es por esta razón que durante la pasantía se elaboró un documento histórico acerca de la evolución de las redes de monitoreo hidrometeorológico el cual narrará todos los antecedentes históricos, beneficios, importancia ambiental, manejo de datos, servicios hidrológicos y evolución tanto de equipos como del manejo de los datos entre otros. Adicional a esto, se realizaron salidas de campo a algunas de las estaciones de monitoreo que se tienen actualmente en la jurisdicción CAR para observar su funcionamiento y contrastar su evolución. Las salidas fueron: Embalse del Sisga, ubicada en el municipio de Chocontá; la cual está situada a 55 kilómetros sobre la carretera principal que conduce de Bogotá a Tunja. Embalse del Neusa ubicado en la cordillera Oriental, 67 kilómetros al noroccidente de la Sabana de Bogotá entre los municipios de Cogua y Tausa; Laguna Fuquene ubicada entre los municipios de Cundinamarca - Boyacá y por último el Embalse El Hato ubicado en el municipio de Carmen de Carupa (Cundinamarca). Dichas salidas se realizaron durante el tiempo de pasantía.

Este documento será entregado a la corporación autónoma regional de Cundinamarca, CAR Sede central, Dirección de Recursos Naturales.

1. JUSTIFICACIÓN

Los servicios hidrológicos o hidrometeorológicos, así como los organismos con ellos relacionados, han sido creados con objeto de recopilar, archivar y difundir sistemáticamente datos sobre los recursos hídricos. Su misión principal es proporcionar información a los encargados de adoptar decisiones sobre el estado y las tendencias de los recursos hídricos. Este tipo de información puede ser necesaria para los fines siguientes (OMM/UNESCO, 1991):

- a) evaluar los recursos hídricos de un país (cantidad, calidad, distribución temporal y espacial), su potencial de desarrollo hídrico y sus posibilidades de cubrir la demanda real o previsible; b) planificar, diseñar y llevar adelante proyectos hídricos; c) evaluar los impactos ambientales, económicos y sociales de las prácticas de gestión de recursos hídricos, tanto existentes como propuestas, y planificar unas estrategias de gestión sólidas; d) proporcionar a las personas y a sus bienes seguridad frente a los fenómenos hídricos peligrosos, particularmente crecidas y sequías; e) distribuir el agua entre los diferentes usos para los que es demandada, tanto en el ámbito nacional como transnacional. (OMM, 2011)

En concordancia con lo expuesto anteriormente, es importante realizar este documento ya que formará parte de un libro que publicará la CAR Sede Central, de todas sus dependencias y quedará disponible para cualquier funcionario de esta entidad, así como cualquier otra persona del territorio nacional que esté interesada en conocer no solo la historia y evolución de estas



estaciones de monitoreo hidrometeorológico de Cundinamarca, sino también su importancia, beneficios y el papel que juega en la toma de decisiones ambientales para la sostenibilidad de los recursos hídricos, así como una base de conocimiento disponible para la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD.

2. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la evolución del monitoreo hidrometeorológico y sus beneficios sobre la gestión de los recursos naturales en la región de Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la información sobre la evolución del monitoreo hidrometeorológico en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.
2. Evaluar la percepción que tienen los funcionarios y o contratistas que no pertenecen al Sistema Integrado del Recurso Hídrico y Vigilancia Hidrometeorológica de la CAR Sede Central, acerca de la importancia que tiene el monitoreo hidrometeorológico en la gestión de los recursos naturales.
3. Describir los beneficios del monitoreo del recurso hídrico en la gestión de los recursos naturales por parte de los funcionarios de la CAR.

3. MARCO NORMATIVO

A continuación, se menciona el marco normativo aplicable al presente trabajo:

LEY 99 DE 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

- ARTÍCULO 33. Crea y Transforma a las Corporaciones Autónomas Regionales. La administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables estará en todo el territorio nacional a cargo de Corporaciones Autónomas Regionales.
- ARTICULO 30. Objeto. Todas las Corporaciones Autónomas Regionales tendrán por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.
- ARTICULO 31. Funciones. Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones, entre ellas: el aprovechamiento y administración de los recursos hídricos, en cuanto a concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas.
- ACUERDO CAR No. 022 de 2014: Para el desarrollo de su misión institucional, la CORPORACIÓN cuenta con la Dirección de monitoreo, Modelamiento y Laboratorio Ambiental, la cual entre algunas funciones contempladas según acuerdo CAR N° 022 del 21 de octubre de 2014 consagra:

-
- Proponer a la Dirección General las políticas, planes, programas y demás acciones que se requieran, para consolidar y mantener un sistema de información ambiental eficaz que sirva de fundamento a la modelación y monitoreo de los recursos naturales renovables y ecosistemas, y de soporte a los procesos de ordenación ambiental y ejercicio de la autoridad ambiental en su jurisdicción.
 - Apoyar técnicamente a los entes territoriales y las demás entidades que lo requieran, según orientaciones de la Dirección General de la Corporación.
 - Transferir la información resultante de los monitoreos, modelación y análisis realizados, con el fin de que esta sirva como insumo para el seguimiento y control de los proyectos o procesos de los clientes internos y externos.
 - Formular y ejecutar proyectos tendientes a aumentar y optimizar la capacidad tecnológica para el seguimiento y monitoreo de los recursos naturales renovables y ecosistemas y para la generación oportuna y confiable de la información.
 - Facilitar a la Corporación, mediante el monitoreo y modelamiento, la ejecución de las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, calidad de suelos y la calidad del aire dentro de su Jurisdicción.
 - Generar información actualizada y continua sobre el comportamiento hidroclimático y de calidad de los recursos naturales del territorio de jurisdicción de la Corporación, a través de la operación y mantenimiento de las redes de monitoreo ambiental.
- DECRETO No. 1323 DE 2007: Crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH, como parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia - SIAC.
 - El artículo 7 del decreto en mención, delega en el IDEAM la coordinación del SIRH. El rol de las Autoridades Ambientales Regionales y Urbanas en el SIRH, lo define el artículo

9 del decreto, el establece que las “Las Corporaciones Autónomas Regionales, las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos, las creadas por el artículo 13 de la Ley 768 del 2002 y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, deberán realizar el monitoreo y seguimiento del Recurso Hídrico en el área de su Jurisdicción, para lo cual deberán aplicar los protocolos y estándares establecidos en el SIRH”.

LEY 1523 DE 2012: por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

- ARTICULO 31. Se describe el rol de las Corporaciones Autónomas Regionales en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y como integrante de los Consejos Territoriales de Gestión del Riesgo. El monitoreo hidroclimático es uno de los ejes del sistema preventivo, ante los fenómenos adversos que produce el exceso o déficit del agua.

En cuanto a las normas sobre la captura, evaluación, procesamiento y análisis de la información hidrológica y meteorológica; a nivel mundial el rector es la Organización Meteorológica Mundial (OMM), y a nivel nacional está El Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (Cardenas, 2018)

- Constitución (Artículo 8°): a la CAR le corresponde administrar y planificar el aprovechamiento del agua que discurre dentro de su jurisdicción en nombre del estado.
- Decreto ley 2811 de 1974, la Constitución Política de Colombia y ley 99 de 1993, La CAR administra y planifica el aprovechamiento de los recursos hídricos de la Sabana de Bogotá. (Roa, 2018)

-
- Resolución CAR № 776 del 28 de abril de 2008, Por estas facultades, la CAR creó el Comité Hidrológico del río Bogotá como instancia de planificación y coordinación, que apoya técnicamente la gestión y toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental. Se da la figura de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos al manejarse con los usuarios del agua de manera coordinada. (Roa, 2018).
 - Reglamento técnico (OMM-N^o 49) aprobado por la OMN (ORGANIZACIÓN METEOROLÒGICA MUNDIAL); estipula las funciones básicas de un servicio hidrológico en su Volumen III - Hidrología, D.1.1, 8.3. Algunas de esas actividades son: desarrollo de normas y programas de garantía de la calidad; diseño y utilización de redes de observación; recopilación, procesamiento y conservación de datos; evaluación de las necesidades de los usuarios en materia de datos e información relacionados con el agua, y suministro de tales datos e información, por ejemplo, predicciones hidrológicas o evaluación de recursos hídricos. (OMM, 2011)

4. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR)

La corporación es una institución del Estado Colombiano, que tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables; así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

Comprende:

- 104 municipios.
- Distribuidos en 14 Direcciones Regionales
- Departamentos Cundinamarca (98) y Boyacá (6).

JURISDICCIÓN DE CUNDINAMARCA

El 31 de enero de 1961 se creó la Corporación Autónoma Regional de los Valles de Ubaté y Suárez, hoy, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, trasladándole la responsabilidad de proteger el medio ambiente de un territorio con un área de 18.706,4 Km², que equivale a 1870.640 hectáreas, donde se encuentran 104 municipios: 98 pertenecientes al departamento de Cundinamarca, 6 al departamento de Boyacá y la zona rural del Distrito Capital de Bogotá D.C.

En 1996 la CAR inició un proceso de descentralización que distribuyó su jurisdicción en siete regionales: Sabana de Occidente con sede en Funza, que agrupa a 9 municipios; Sumapaz en Fusagasugá con 10 municipios; Tequendama y Alto Magdalena en Girardot con 20 municipios; Rionegro con sede en Pacho y 8 municipios; Gualivá y Magdalena Centro con sede en Villeta y

Sabana Norte y Almejdias en Zipaquirá con 21 municipios cada una. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR , 2019)



Figura 1. Mapa de la jurisdicción CR. Fuente: (CAR , 2018)

DIRECCION DE RECURSOS NATURALES - SISTEMA INTEGRADO DEL RECURSO HÍDRICO Y VIGILANCIA HIDROMETEOROLÓGICA

Consiste en la integración de: monitoreo hidrológico y meteorológico, cuantificación del recurso hídrico superficial y vigilancia hidrometeorológica (seguimiento al tiempo meteorológico). Se apoya en tecnologías inteligentes y la prestación de un servicio ágil y oportuno.

MISION: Monitorear el comportamiento de los recursos hídricos en las fases aéreas y terrestre en los 98 municipios de Cundinamarca, 6 de Boyacá y la zona rural del Distrito Capital de Bogotá D.C., para conocer y cuantificar la distribución espacial y temporal del agua, como aporte al conocimiento de la oferta ambiental del territorio.

VISION: Convertirnos en un referente regional y nacional como generadores de información hidrometeorológica útil y oportuna, para mejorar la gestión de los recursos hídricos en el territorio de la CAR, apoyando la labor de la Corporación para que a 2030 se consolide como una institución efectiva en el manejo de las fuentes hídricas. (Roa, Informe tecnico de la red de monitoreo hidrometeorologico de la CAR, 2018)

5.2 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de datos se llevó a cabo en la biblioteca o centro documental que tiene la CAR Sede Central, la cual se encuentra ubicada en Bogotá D.C., localidad de Teusaquillo, barrio la Soledad, tanto antigua como actual; para ello se revisaron documentos técnicos: manuales, boletines, libros, manuales prácticos, entre otros. Adicional a esto, se realizaron 4 salidas de campo, con el fin de conocer el tipo de estaciones que se tienen en estos sitios de monitoreo hidrometeorológico y su nivel de avance tecnológico. A continuación, se relacionan las visitas técnicas programadas en cada una de las estaciones de la red hidrometeorologica en jurisdicción de la CAR-Cundinamarca:

- Embalse Sisga 16 y 23 de abril.
- Embalse Neusa 30 de abril y 9 de mayo.
- Laguna Fuquene 16 de mayo.
- Embalse El Hato 19 de mayo.

Por otro lado, se realizó una valoración del diagnóstico y percepción que tienen los funcionarios y/o contratistas que no pertenecen al Sistema Integrado del Recurso Hídrico y Vigilancia Hidrometeorológica de la CAR Sede Central, acerca de la importancia que tiene el monitoreo hidrometeorológico en la gestión de los recursos naturales. Esta se realizó por medio de una encuesta, que se aplicó a 63 funcionarios y/o contratistas de diferentes dependencias de esta entidad ambiental.

5.3 RECUROS

Infraestructura y equipos:

- Instalaciones CAR Sede Central ubicada en Av. Esperanza 62-49 Centro Comercial Gran Estación- Costado Esfera. Piso 6. Bogotá- Colombia.
- Computador
- Impresora
- Transporte para salidas de campo.

Humanos:

- Personal de la CAR relacionado con el sistema integrado del recurso hídrico y vigilancia hidrometeorológica.
- Pasante de Ingeniería Ambiental.

- Tutor interno, Universidad de Cundinamarca Ingeniero Ambiental el cual apoyará en el proyecto.
- Tutor externo, CAR- Profesional Especializado de la Dirección de Recursos Naturales.

Institucionales:

- Biblioteca o centro documental CAR, ubicada en la localidad de Teusaquillo, barrio la Soledad- Bogotá
- Estaciones de monitoreo hidrometeorológicas:
 - ✓ Embalse Sisga.
 - ✓ Embalse Neusa
 - ✓ Embalse El Hato
 - ✓ Laguna Fuquene
- Instalaciones de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. CAR- Bogotá Sede Central.

Fuentes de financiación:

La corporación autónoma regional de Cundinamarca, CAR sede central; provee los recursos económicos para las salidas de campo o comisiones, fotocopias, infraestructura y equipos (computador, impresora), el pasante con recursos propios cubre los transportes desde el lugar de residencia a la corporación todos los días, durante el tiempo de práctica.

RECURSO	VALOR APROXIMADO
Computador	1,600,000
Papel	23,000
Impresora	490,000
Transportes salidas de campo	2,100,000
Fotocopias	30,000
Internet	150,000
Valor pasajes diarios-pasante	90,000
Total	4,483,000

Tabla 1: Presupuesto y fuentes de financiación. Fuente: Elaboración propia (2019)

5.4 METODOLOGÍA

Este trabajo de pasantía se llevó a cabo mediante la ejecución de tres fases:

Fase 1: Análisis de la evolución del monitoreo hidrometeorológico en jurisdicción de la CAR-Cundinamarca

Actividades

- ✓ Se recolectó información en el centro documental ubicado en la localidad de Teusaquillo, la cual será histórica consultando los boletines, libros y demás publicaciones, las cuales se remontan a los años 60, hasta el presente año; observando y analizando los avances tecnológicos tanto de los equipos de medición como de las infraestructuras de las estaciones de monitoreo hidrometeorológicas en jurisdicción CAR y el manejo, transcripción y análisis de los datos, ya que para esto se utiliza un software especializado llamado SICLICA el cual también ha cambiado a lo largo de los años.

- ✓ Se realizaron consultas en la página web de la CAR sobre qué información se encuentra acerca de la de la red hidrometeorológica, y de cómo están divididas las regionales existentes.
- ✓ Se llevaron a cabo visitas de campo a los siguientes lugares: Embalse del Sisga, ubicada en el municipio de Chocontá, la cual está situada a 55 kilómetros sobre la carretera principal que conduce de Bogotá a Tunja; Embalse del Neusa ubicado en la cordillera Oriental, 67 kilómetros al noroccidente de la Sabana de Bogotá entre los municipios de Cogua y Tausa; Laguna Fuquene ubicada entre los municipios de Cundinamarca y Boyacá; y por último, el Embalse El Hato ubicado en el municipio de Carmen de Carupa (Cundinamarca). Dichas salidas se realizarán durante el tiempo de pasantía. En las salidas de campo, se realizarán las siguientes actividades: verificación del tipo de estación que se encuentra en el punto, manejo de los datos, reconocimiento del lugar, conocer que equipos se están manejando actualmente con el fin de notar la evolución que han tenido con el paso del tiempo.

Fase 2: Evaluación de la percepción que tienen los funcionarios y o contratistas que no pertenecen al Sistema Integrado del Recurso Hídrico y Vigilancia Hidrometeorológica de la CAR Sede Central, acerca de la importancia que tiene el monitoreo hidrometeorológico en la gestión de los recursos naturales.

Actividades

- ✓ Se llevó a cabo el diseño e impresión la encuesta que se les realizó a los funcionarios de la CAR Sede Central.

- ✓ Se aplicó este instrumento a 63 funcionarios (n= 63) de un total de 75 trabajadores (N=75) de distintas dependencias de la CAR Sede Central para conocer la percepción que tienen acerca de tema planteado anteriormente.
- ✓ El tamaño de la muestra se determinará utilizando ecuación estadística para tamaño de la población conocida (N=75), la cual es la siguiente:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q} = \frac{1,96^2 (75)(0,5)(0,5)}{0,05^2 (75 - 1) + 1,96^2 (0,5)(0,5)} \approx 63 \text{ muestras}$$

Donde:

- ✓ [n]: Muestra.
 - ✓ [Z]: Constante que depende del nivel de error. Para una confiabilidad del 95% ($\alpha=0,05$), $Z=1,96$.
 - ✓ [e]: Error muestral. Se adopta un error del 5%.
 - ✓ [α]: Nivel de confianza. Se trabajará con una confiabilidad del 95% ($\alpha=0,05$).
 - ✓ [p]: Probabilidad de éxito. Igual de probable que el fracaso (50%).
 - ✓ [q]: Probabilidad de fracaso.
 - ✓ [N]: Tamaño de la población.
- ✓ Posterior a esto, se realizó una tabulación y análisis de la información recolectada, identificando las necesidades que tienen los funcionarios en cuanto a la obtención y uso de datos de las estaciones hidrometeorológicas de las CAR, así como su aplicación en el ámbito laboral. Esto con el fin de que sirva como soporte para fortalecer los servicios que brindan estos puntos de monitoreo y facilitar el suministro de información de datos hidrometeorológicos para que los funcionarios puedan usarlos efectivamente en estudios relacionados con la gestión de los sistemas naturales y su interacción con la sociedad.

Fase 3: Descripción de los beneficios del monitoreo del recurso hídrico en la gestión de los recursos naturales por parte de los funcionarios de la CAR.

Actividades

- ✓ Se hizo una revisión en libros, manuales, boletines e internet sobre la importancia de este monitoreo y sus beneficios.
- ✓ Dentro del documento histórico se plasmó esta parte tan importante como lo son todos los beneficios que brinda este monitoreo hidrometeorológico y lo significativo que es para el recurso hídrico, ya que este es un insumo fundamental para administrar el agua teniendo en cuenta sus diferentes usos. Además, esta información que emiten las estaciones hidrometeorológicas es de vital importancia para la gestión del riesgo.
- ✓ Por otro lado, la información recolectada en la encuesta se tuvo en cuenta para el análisis de beneficios, ya que servirá de apoyo para fortalecer el manejo de datos hidrometeorológicos, con el fin de optimizar la gestión de la información que manejan estos puntos de monitoreo.

5. RESULTADOS

6.1 FASE UNO

El agua es uno de los recursos naturales que se encuentran en el planeta con mayor abundancia el cual es imprescindible para la vida, no solo de los seres humanos y animales, sino también para todos los seres existentes; que a su vez están compuestos por una porción significativa del preciado líquido, es por esta razón, que este recurso es un elemento importante para la vida.

Es fundamental destacar que el recurso hídrico “como tal es fuente de vida para la vida, contribuye al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas, a la salud, bienestar y seguridad alimentaria de las sociedades y, al avance económico, industrial, social y cultural del país.

Aunque las fuentes hídricas en Colombia son numerosas asimismo se han visto en riesgo por causa de la contaminación, que en su mayoría recae sobre el agua superficial, entendiéndose por contaminación de las aguas superficiales, la incorporación de elementos extraños (de naturaleza física, química o biológica), los cuales hacen inútil o riesgoso su uso (humano, vida acuática, recreación, riego, industria, energía, transporte”. (Triana, 2007)

En el caso de Colombia, ésta es considerada como una de las potencias hídricas debido a su ubicación entre dos grandes océanos como lo son el pacifico y atlántico. Como presenta demasiados afluentes se agruparon por zonas geográficas como: Zona Caribe, Zona Orinoquia, Zona Amazonia, Zona Pacifica y Zona Andina; dentro de la cual se encuentra ubicado el rio Bogotá uno de los más importantes de la región. En la cuenca alta lo regulan tres embalses como son Sisga, Neusa de la cual la CAR es propietaria y administradora y en conjunto con la de

Empresa de Energía de Bogotá propietaria del embalse Tominé lo opera también; la conformación de estos tres embalses es lo que se conoce como agregado norte. Además de este agregado norte el río Bogotá cuenta con otras fuentes que lo regulan es el caso del sistema Chingaza el cual está compuesto por los embalses de Chuza y San Rafael, el sistema sur que está compuesto por los embalses de la Regadera y Chisacá; los cuales regulan los afluentes que conectan con el río Bogotá, estos dos últimos sistemas suplen principalmente la necesidad de abastecimiento de agua para la sabana de Bogotá.

Antecedentes de la meteorología en Colombia

La meteorología nace desde la antigüedad, ya que para el hombre era importante conocer el tiempo que haría, para de esta manera poder realizar sus actividades diarias. Un ejemplo claro de esto son los agricultores; ya que para ellos es muy importante conocer el tiempo para sus cosechas, pues dependen de esto para así mismo obtener mejores resultados en su producto. También era muy importante para la marina y la aeronáutica pues para ellos era significativo conocer el tiempo que haría para de esta manera poder realizar sus vuelos y demás actividades marítimas. Lo era también para las personas del común conocer el tiempo que los acompañaría pues de esta manera sabrían si tenían que usar paraguas o por el contrario escoger que tipo de ropa usar acorde al clima. Antiguamente el hombre creía en supersticiones, agüeros, en los brujos y en las manifestaciones de animales tanto terrestres, como las aves pues creían que ellos podían predecir cuándo haría calor, frío o lluvia.

Aristóteles uno de los pensadores griegos más inteligentes, fue el primero en hablar de meteorología, realizó un libro acerca de este tema; es por esto que fue llamado el padre de la

meteorología. Él en esta época no contaba con ningún instrumento con el que pudiera medir fenómenos atmosféricos. En el año 1597 Gaileo Galilei invento el termómetro; pues tenía que existir un instrumento con el cual pudiera medir la temperatura, con la invención de este instrumento la meteorología dio un paso más hacia adelante. En 1643 se dio otro paso inmenso en la meteorología con la invención del barómetro antes llamado tubo de Torricelli, el cual fue inventado por Evangelista Torricelli.

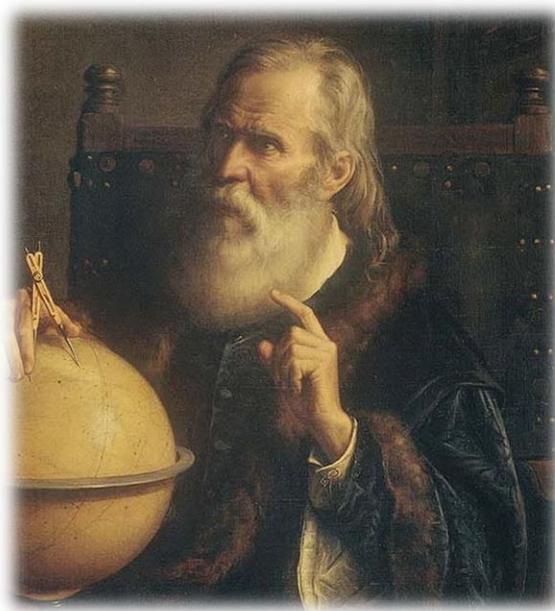


Figura 2: Galileo Galilei. Fuente: (Imagen google , 2019)

En Colombia las investigaciones científicas sobre el clima se hicieron con José Celestino Mutis y la expedición botánica, cuando trajo los primeros barómetros y termómetros en el año 1760. Francisco José de Caldas publicó en el semanario de la Nueva Granada las primeras observaciones de temperatura, precipitación, presión atmosférica y estado del cielo en 1808. Durante los siguientes años se seguían realizando observaciones las cuales se regulaban por medio de los observatorios de ese entonces. En el año 1958 se reorganizó el Instituto Geográfico

Agustín Codazzi que se había creado ya en 1935. Este instituto asumió las funciones de establecer, coordinar y operar la prestación de servicios meteorológicos e hidrológicos del país.

“Otros institutos y organizaciones públicas que han realizado observaciones y estudios meteorológicos por su propia cuenta en Colombia, algunos de ellos desde 1930, son: el instituto de aprovechamiento de aguas y fomento eléctrico (Electroaguas), la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, el banco de la república, las empresas públicas de Medellín y las corporaciones regionales como CAR, CVC, CVM, además de la Aerocivil y el proyecto colombiano holandés”. (Mosquera, 1991)

Debido a que no se pudo lograr unir eficientemente el servicio de meteorología e hidrología, se busca un experto de la OMM, el cual llega al país en el año 1962 con el objetivo de unificar lo antes dicho, tras cinco años de labor se logra unificar, sino que también se realiza la instalación de estaciones hidrometeorológicas: debido a la creación de estas estaciones se crea el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología SCMH en el año 1968, como el organismo público. Esta entidad funcionó durante siete años en los cuales terminaron de implementar la red de estaciones hidrometeorológicas.

Luego de ocho años en 1976 lo que se conocía como SCMH pasó a llamarse HIMAT: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, esta entidad empezó a realizar las mismas actividades que desarrollaba el SCMH, las cuales incluían la recepción y agrupación de las observaciones y verificar que las observaciones se estuvieran haciendo según las directrices de la OMM, además de ser el organismo rector de la meteorología en el país, el cual estaba facultado por la OMM. En la ciudad de Santa Fe de Bogotá en el año 1986 se realizó el primer congreso Colombiano de Meteorología. Durante varios años el HIMAT era el encargado de brindar toda la información meteorológica a la ciudadanía la cual era muy variada

incluía: boletines diarios, decadales, y mensuales, informes para radio difusión, calendarios meteorológicos, boletines agrometeorológicos, alertas hidrometeorológicas y cartillas sobre el pronóstico de mareas.

En 1993 se crea el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el cual tiene como funciones las siguientes: “Suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren el Ministerio del Medio Ambiente y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental –SINA, realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio, obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación, en especial las que en estos aspectos, con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venían desempeñando el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-; el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - INGEOMINAS-; y la Subdirección de Geografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC, establecer y poner en funcionamiento las infraestructuras oceanográficas, mareográficas, meteorológicas e hidrológicas nacionales para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de asesoramiento a la comunidad, efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales, realizar los estudios e investigaciones sobre hidrología y meteorología que con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venía desempeñando el HIMAT,

realizar los estudios e investigaciones ambientales que permitan conocer los efectos del desarrollo socioeconómico sobre la naturaleza, sus procesos, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y proponer indicadores ambientales, acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir datos y allegar o producir la información y los conocimientos necesarios para realizar el seguimiento de la interacción de los procesos sociales, económicos y naturales y proponer alternativas tecnológicas, sistemas y modelos de desarrollo sostenible, dirigir y coordinar el Sistema de Información Ambiental y operarlo en colaboración con las entidades científicas vinculadas al Ministerio del Medio Ambiente, con las Corporaciones y demás entidades del SINA, prestar el servicio de información en las áreas de su competencia a los usuarios que la requieran”. (IDEAM , 2019)

Corporación Autonomía Regional de Cundinamarca

En 1961 se crea la CAR bajo el nombre de corporación autónoma regional de la sabana de Bogotá y los valles de Ubaté y Chiquinquirá. Hasta 1993 el área de jurisdicción de la Corporación comprendía las cuencas de los ríos Bogotá y Ubaté-Suárez, con una superficie total de 775.820 hectáreas, e incluía 54 municipios, de los cuales 50 pertenecían al Departamento de Cundinamarca y cuatro a Boyacá, además del área de Distrito Capital ubicada dentro de la cuenca del río Bogotá. Adicionalmente, por delegación del Inderena manejaba la cuenca del Lago de Tota, con un área de 20.100 hectáreas. En lo territorial, la mayor novedad fue la incorporación de la hoya hidrográfica baja del Río Bogotá, lo que significó actuar en la zona del Tequendama, integrada por catorce municipios encabezados por Girardot. En la parte funcional se le confirió competencia para proteger los recursos naturales renovables de conformidad con las disposiciones del Código Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente y demás normas lo que la perfiló desde entonces como autoridad ambiental.

En 1996 la CAR inició un proceso de descentralización que distribuyó su jurisdicción en siete regionales: Sabana de Occidente con sede en Funza, que agrupa a 9 municipios; Sumapaz en Fusagasugá con 10 municipios; Tequendama y Alto Magdalena en Girardot con 20 municipios; Rionegro con sede en Pacho y 8 municipios; Gualivá y Magdalena Centro con sede en Villeta y Sabana Norte y Almeidas en Zipaquirá con 21 municipios cada una.

A partir de la expedición de la Ley 99 de 1993, la jurisdicción de la CAR se amplió a siete cuencas hidrográficas, que incluyen la totalidad del área rural del Distrito Capital y 104 municipios, de los cuales 98 se encuentran en Cundinamarca y seis en Boyacá, cubriendo una superficie de aproximadamente 1.800.000 hectáreas, con una población aproximada de 7 millones 300 mil habitantes.

El territorio está integrado por nueve cuencas hidrográficas de primer orden con los ríos Bogotá, Negro, Sumapaz, Magdalena, Ubaté-Suárez, Minero, Machetá, Blanco y Gachetá, que suman los 18.658 Km². (CAR, 2019)

Monitoreo Hidrometeorológico Jurisdicción CAR

Como se mencionaba anteriormente la meteorología existe desde hace muchos años atrás, y la corporación monitorea los parámetros hídricos y climáticos desde su creación en el año 1961. Desde sus inicios la CAR heredo por parte de la Comisión de Aguas de la Sabana de Bogotá, diferentes estaciones de monitoreo, los embalses de Sisga y Neusa, el distrito de riego La Ramada y el distrito de Laguna Fuquene. Esta comisión se creó en el año 1953 con el fin de administrar el recurso hídrico de ese entonces que comprendía los embalses de La Regadera, Muña, Sisga y Neusa, junto con los ríos, la comisión finaliza sus actividades en el año 1961, es aquí cuando le hereda lo anteriormente mencionado a la CAR.

Es por esta razón que desde este momento la corporación empieza a realizar el monitoreo con las estaciones que le heredo la comisión, estas eran hidrometeorológicas convencionales las cuales estaban conformadas por un pluviómetro (precipitación), evaporímetro (evaporación), higrotermógrafo (humedad relativa), psicrómetro o geotermógrafo (temperatura), heliógrafo (brillo solar), actinógrafo (radiación solar) y anemógrafo (viento); los anteriores instrumentos se utilizaban para medir parámetros meteorológicos, para los hidrológicos estaban los limnímetros y limnigrafos (escorrentía). Para este tiempo todo era manual, es decir tomaban los datos y se realizaban las gráficas de forma manual, no existía ninguna base de datos como tal, solo se archivaban todos los datos que se tomaban de las estaciones en carpetas; a continuación, se muestran las gráficas manuales y la toma de datos.

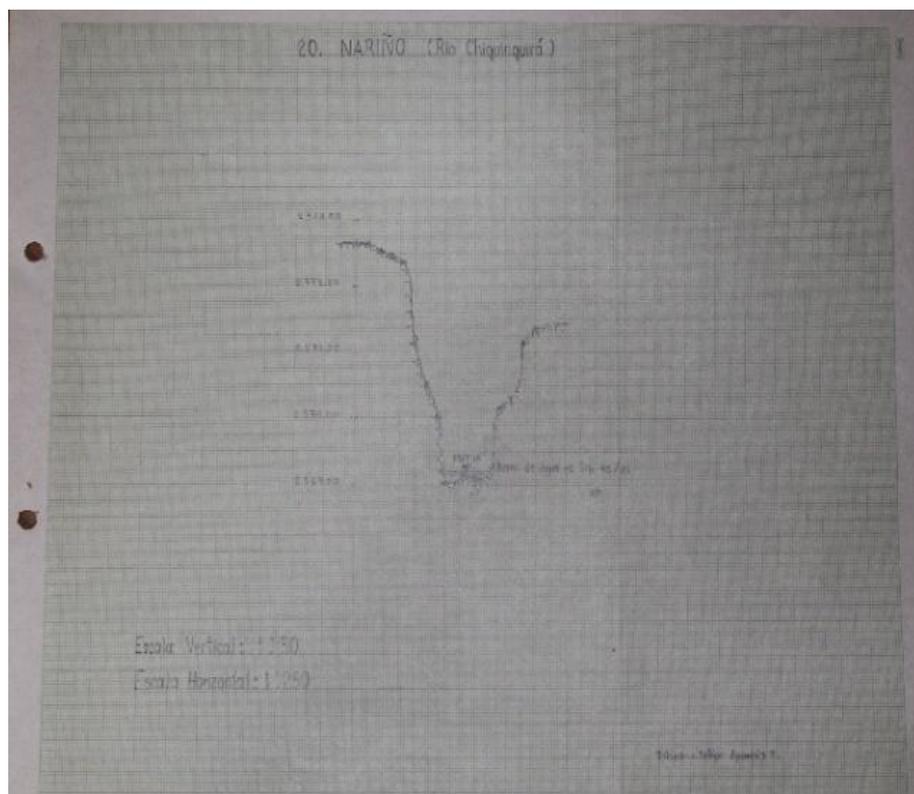


Figura 3: Grafica de niveles realizada a mano 1995. Fuente: (Duarte, 2019)

CAR CORPORAÇÃO AUTÓNOMA REGIONAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y DE LOS VALLES DE UBATE Y CHIQUINIRÁ
 DIVISION DE INGENIERIA - SECCION DE INFORMACION PERMANENTE
TABLA DE CALIBRACION Nº 06
 ESTACION: ZONA EL BORGUEÑO RIO ZENONZARQUE 40-270
 RIGE DESDE: 21 DIC - 1994 HASTA: 1995

NIVEL DEL AGUA M	W					N				
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69
0.50	0.52	0.56	0.59	0.63	0.67	0.70	0.74	0.78	0.82	0.85
0.60	0.63	0.67	0.71	0.75	0.79	0.83	0.87	0.91	0.95	0.99
0.70	0.74	0.78	0.83	0.87	0.91	0.95	0.99	1.03	1.07	1.11
0.80	0.84	0.88	0.93	0.97	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21
0.90	0.94	0.98	1.03	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31
1.00	1.04	1.08	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41
1.10	1.14	1.18	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	1.51
1.20	1.24	1.28	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61
1.30	1.34	1.38	1.43	1.47	1.51	1.55	1.59	1.63	1.67	1.71
1.40	1.44	1.48	1.53	1.57	1.61	1.65	1.69	1.73	1.77	1.81
1.50	1.54	1.58	1.63	1.67	1.71	1.75	1.79	1.83	1.87	1.91
1.60	1.64	1.68	1.73	1.77	1.81	1.85	1.89	1.93	1.97	2.01
1.70	1.74	1.78	1.83	1.87	1.91	1.95	1.99	2.03	2.07	2.11
1.80	1.84	1.88	1.93	1.97	2.01	2.05	2.09	2.13	2.17	2.21
1.90	1.94	1.98	2.03	2.07	2.11	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31
2.00	2.04	2.08	2.13	2.17	2.21	2.25	2.29	2.33	2.37	2.41
2.10	2.14	2.18	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39	2.43	2.47	2.51
2.20	2.24	2.28	2.33	2.37	2.41	2.45	2.49	2.53	2.57	2.61
2.30	2.34	2.38	2.43	2.47	2.51	2.55	2.59	2.63	2.67	2.71
2.40	2.44	2.48	2.53	2.57	2.61	2.65	2.69	2.73	2.77	2.81
2.50	2.54	2.58	2.63	2.67	2.71	2.75	2.79	2.83	2.87	2.91
2.60	2.64	2.68	2.73	2.77	2.81	2.85	2.89	2.93	2.97	3.01
2.70	2.74	2.78	2.83	2.87	2.91	2.95	2.99	3.03	3.07	3.11

ELEVACION: _____ FLABORO: _____ FECHA: _____

Figura 4: Toma de datos manuales 1995. Fuente: (Duarte, 2019)

La corporación sigue manejando durante años el monitoreo y las observaciones diariamente, como se mencionaba antes toda esa información era archivada. En el año 1966 la Corporación autónoma Regional de la Sabana de Bogotá y de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá imprime su primer boletín estadístico de hidrología y meteorología anual en el cual se muestra solamente las estaciones operadas por la corporación junto con todos los datos diarios tomados por parámetro y el manejo de los embalses.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA SABANA DE BOGOTA Y DE LOS VALLES DE UBATE Y CHIQUINQUIRA

3-8006R
1966

LLUVIAS DIARIAS EN MILIMETROS

AÑO 1966 ESTACION 3-8006 R La Candelaria

DIA	LONGITUD 73° 36' 29" W Y - E 1052390		HOYA HIDROGRAFICA R. La Candelaria		PLUVIOGRAFO FUESS REG. SEMANAL							
	LATITUD 5° 31' 18" N X - N 1102050		MUNICIPIO Ráquira	AREA DE CAPTACION 200 cm ²		FECHA INSTALACION 19 Marzo 1960						
	ELEVACION 2.190 M. S. M.		DEPARTAMENTO Boyacá									
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	0,3	0	0	0	4,4	0,4	0	7	-	0,7	9,4
2	-	0	0	0	0	7	0	0	4,3	-	5,3	0
3	0	5,3	0	0	0	7,8	0	0	1.	-	5,8	0
4	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	-	0	22,8
5	0	0	0	0	20,8	0	0	0	0	-	19	0,5
6	0	1,9	(10)	0,2	3,1	0	0	0	0	-	0	3,2
7	0	3,5	20,7	0	0	0	0	0	0	4,2	0	(15,6)
8	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0,2	8,2	2,9	(0,3)
9	0	0	7,9	2,1	0	0	0	0	0,2	0,4	1,4	(4.)
10	-	0,2	(0)	14,5	7,1	0	0	0	0,8	0	32,9	(3,4)
11	-	0	3,6	0	0	0,2	1,4	0	0	18,3	7,5	(0,2)
12	-	0	0	10,6	0	0	3	0	0	10,5	1,5	23,1
13	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12,7	0,7
14	-	0	0	0	14,1	0	0	0	6	0	17,4	0,3
15	-	0	0	17,5	15,4	2,7	4,4	0	1,2	0	0	2,5
16	-	0	0	0	1,1	0,8	0	0	0,8	0	0	0
17	-	0	0	0	0,2	0	0	0,3	0	14,2	5	0
18	-	0	0	14,7	16	0	0	0	0	4,3	5	0
19	-	0	0	0	1,2	0	0	0	41,5	3,2	0	0
20	-	0	1,3	0	0	0,5	0	0	0,5	6,9	0	0
21	-	0	22	2,6	25,6	2,5	0	0	0,5	0	1,8	0
22	-	0	0	0,2	11,5	0	0	0	0,5	15,8	0,5	0
23	-	0	0	0,3	2	3,2	0	0	0	2,2	0	0
24	-	0	0	0	10,7	8,5	0	0	0,2	18,1	0	0
25	-	0	0	3,2	1,1	0	0	0,5	0	0	8	0
26	-	0	0	0,2	4,7	0	0	0	-	0	-	0
27	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0
28	-	0	0	0	0	0	0	1.	-	0	0	0
29	-	-	0,4	0	0,6	7	0	0	-	0	33,5	0
30	-	-	0	2,6	0	4,3	0	0	-	0	1	0
31	-	-	0,1	-	3	-	0	0	-	0	-	0
TOTAL	(0)	11,6	66	71,1	138,2	48,9	9,2	1,8	(64,7)	(107,3)	161,9	(86,0)
MAX.	-	5,3	22	17,5	25,6	8,5	4,4	1	(41,5)	(18,3)	33,5	(23,1)
DIA	-	3	21	15	21	24	15	28	(19)	(11)	29	(12)
No. DIAS	-	6	8	13	17	12	4	3	(14)	(13)	18	(13)
no	0	1,5	8,6	9,3	18	6,4	1,2	0,2	(8,4)	(14)	21,1	(11,2)
DIAS LLUVIOSOS: (121)		MAXIMA ANUAL: (41,5) mm				TOTAL ANUAL: (766,7) mm						

Figura 5: Datos lluvia diaria en milímetros 1966. Fuente: (Corredor, 1966)

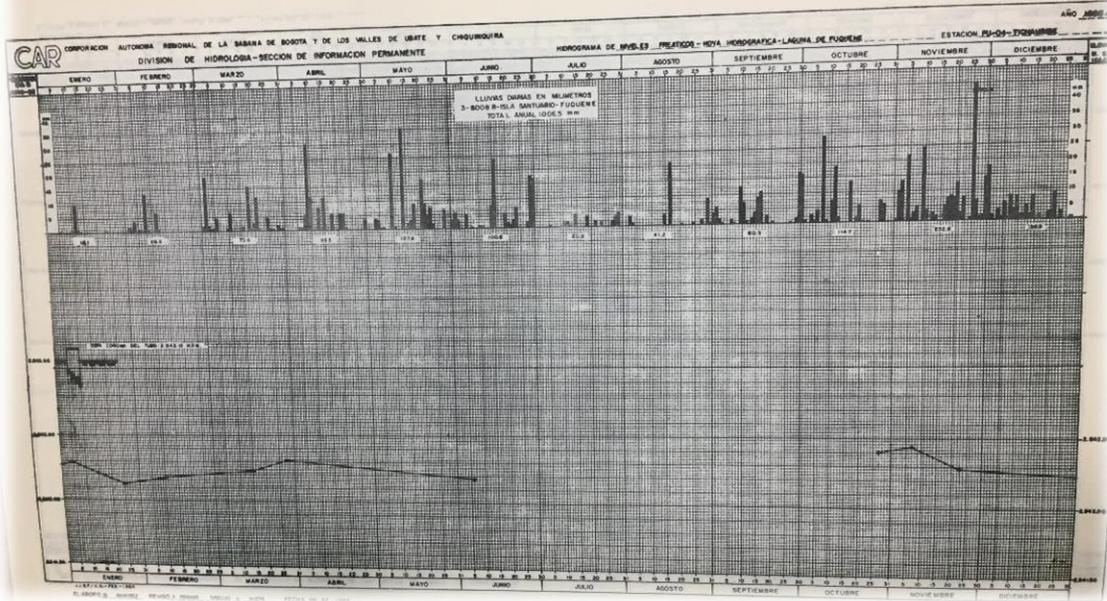


Figura 6: Hidrograma de niveles- Laguna Fuquene 1966. Fuente: (Corredor, 1966)

De este año en adelante la corporación anualmente imprime boletines, con el fin de que la información se encuentra allí quede disponible al público y a la corporación, a continuación, se mostraran los **avances tecnológicos que han tenido las estaciones de monitoreo hidrometeorológico** junto con la forma en que se van diseñando los respectivos boletines.

Los boletines desde año 1966 hasta 1980 conservan el mismo formato, en el cual solo se muestran datos numéricos para cada parámetro con su determinada estación, para el año 1981 la corporación ya había cambiado de nombre por Corporación autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos de Ubaté-Suárez; este boletín es diferente a los anteriores, pues ya cuenta con introducción, convenciones y índice general, adicional a esto, en este año ya se monitoreaba como tal la Sabana de Bogotá, lago de Tota y se habían incluido más estaciones de monitoreo, las cuales se encontraban relacionadas con el municipio en donde estaban ubicadas. En este

boletín también encontramos las imágenes de cada uno de los instrumentos utilizados en las estaciones de acuerdo a cada parámetro, además del monitoreo que se les hace a los embalses como se muestra a continuación:

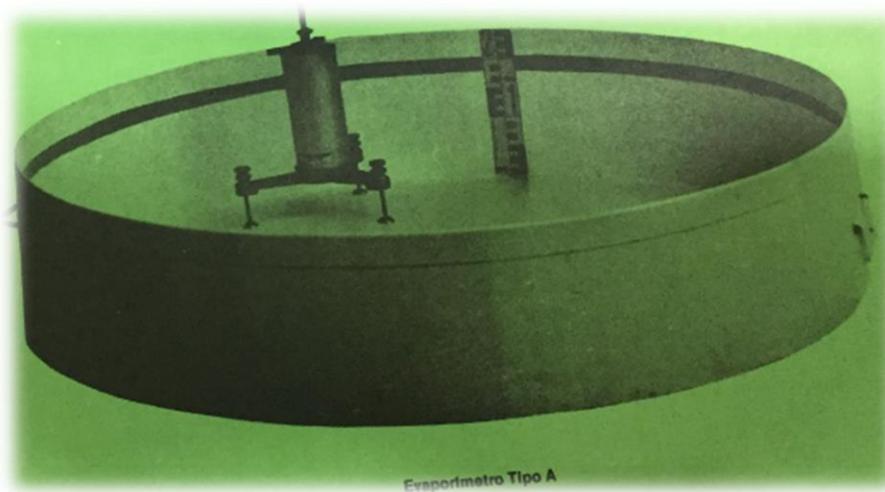


Figura 7. Evaporímetro tipo A. Fuente: (Triana J. , 1981)



Figura 8. Pluviógrafo. Fuente: (Triana J. , 1981)

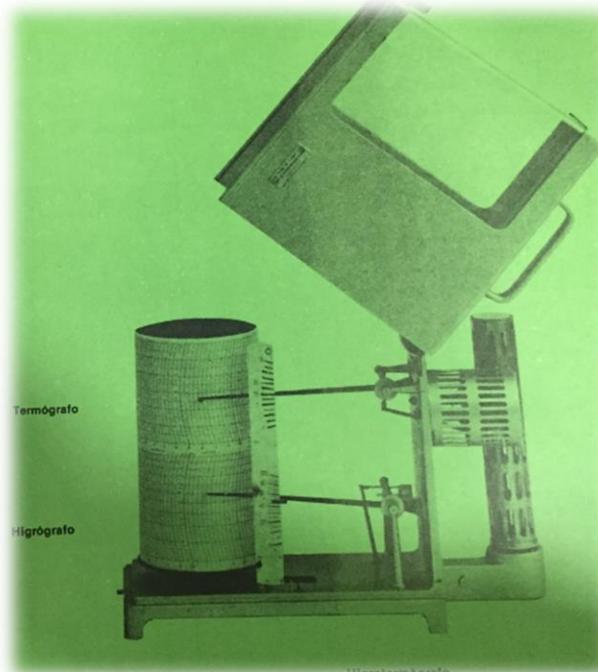


Figura 9. Higrotermógrafo. Fuente: (Triana J. , 1981)



Figura 10. Heliografo. Fuente: (Triana J. , 1981)

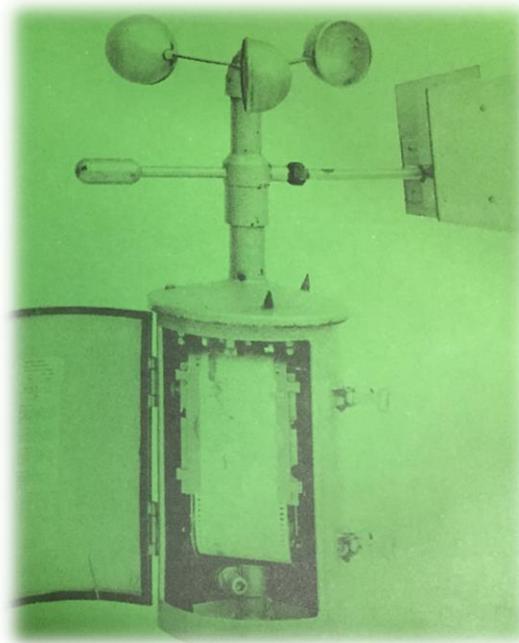


Figura 11. Anemografo. Fuente: (Triana J. , 1981)

En el año 1991 la corporación se integra directamente con la Red Nacional de estaciones hidroclimatológicas. “Por lo cual tuvo que cambiar su sistema de codificación de estaciones, por el utilizado en el HIMAT, el código modificado está compuesto por siete dígitos el primero indica el área geográfica, el segundo la zona hidrográfica, el tercero y cuarto dígito la sub zona hidrográfica y los tres últimos el tipo de orden de la estación” (Triana J. , 1981).

Además, se incluye la zona de Tequendama como nueva zona de estudio, el boletín de este año sigue teniendo las mismas características del de 1981, con la diferencia de que para este año se estaban empezando a sistematizar los datos en un lenguaje de programación llamado Fortran.

En 1993 la corporación ya estaba bajo el nombre de Corporación autónoma Regional de Cundinamarca, el nombre cambia con la ley 99 del 1993. En el boletín de 1995 las imágenes de los instrumentos de medición ya se encuentran a color junto con las gráficas de los embalses.

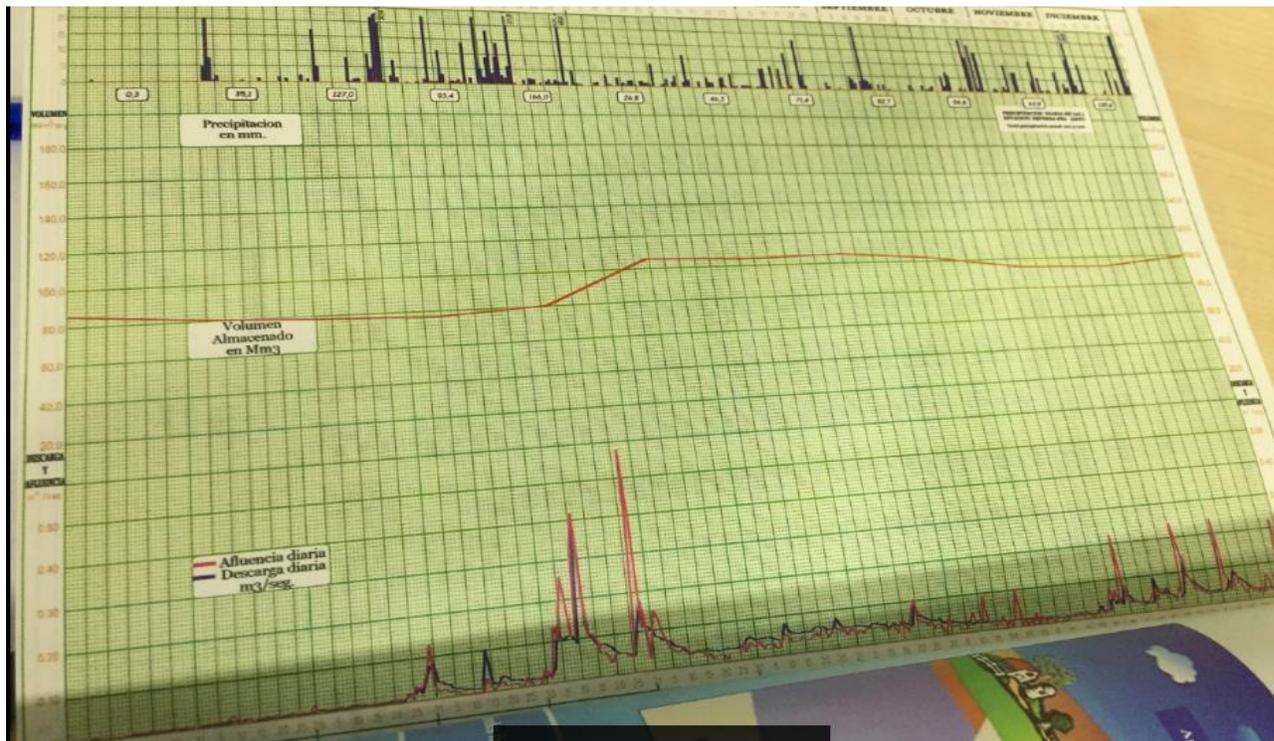


Figura 12. Hidrograma de los embalses 1995. Fuente: (Niño, 1995)

En el año 1997 la corporación hace la división por cuencas la cual queda de la siguiente manera cuencas Río Sumapaz, Río Bogotá, Río Magdalena, Río Negro, Río Minero, Ríos Ubaté-Suarez, Río Blanco, Río Gachetá, Río Machetá.

Un avance importante que tuvo la CAR fue la incorporación del software Siclica el cual se empezó a usar en 1998, era ya en este programa donde se ingresaban todos los datos arrojados por las estaciones de monitoreo, de aquí mismo se extraían los datos mensuales, anuales y multianuales. Con el pasar del tiempo los instrumentos de medición que utiliza la corporación se van modernizando, así como se evidencia en el boletín del año 2006.



Figura 13. Heliógrafo. Fuente: (Parra, 2006)

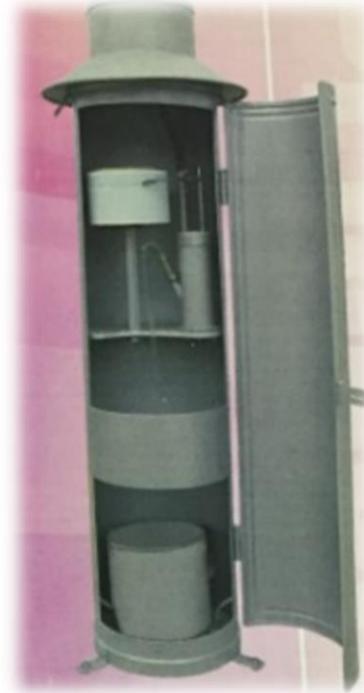


Figura 14. Pluviógrafo. Fuente: (Parra, 2006)



Figura 15. Anemógrafo. Fuente: (Parra, 2006)



Figura 16. Higrotérmógrafo. Fuente: (Parra, 2006)

A partir del año 2009 la forma y contenido de los boletines cambia considerablemente pues este es mucho más descriptivo en cuanto a los instrumentos utilizados explicando como son y su respectiva función; el tipo de estaciones que tiene la red de monitoreo hidrometeorológico que se divide en climatológicas principales las cuales tienen observaciones de precipitación, evaporación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, radiación solar, velocidad y dirección del viento; una gran parte de ellas ya cuentan con instrumentos registradores ver figura 16; climatológica ordinaria que tiene observaciones principalmente de evaporación y precipitación; estaciones hidrológicas compuestas por limnímetros, limnigrafos y maximetros y horarios de observación para cada tipo de estación. En este boletín ya se mencionan las estaciones meteorológicas automáticas; las cuales proporcionan datos en tiempo real, pues ya cuenta con una plataforma colectora de datos y con sensores mucho más pequeños. Desde este año se incorporan estas nuevas estaciones, pues son mucho más compactas y las principales miden todos los parámetros, tienen varias ventajas como el espacio utilizado, la veracidad de los datos, que no es necesaria la presencia de un observador, ya que transmite directamente los datos, entre otras.

ELEMENTO	INSTRUMENTO LECTURA	INSTRUMENTO REGISTRADOR
Temperatura del aire	Termómetro	Termógrafo
Temperatura del agua	Termómetro	Batitermógrafo
Temperatura del suelo	Geotermómetro	Geotermógrafo
Humedad Atmosférica	Higrómetro	Higrógrafo
Precipitación	Pluviómetro	Pluviógrafo
Presión atmosférica	Barómetro	Barógrafo
Evaporación	Evaporímetro	Evaporógrafo
Velocidad y dirección del viento	Anemómetro	Anemógrafo
Insolación - (Brillo solar)		Heliógrafo
Radiación solar	Piranómetro	Actinógrafo
Nivel del agua (en ríos, lagos)	Limnómetro	Limnógrafo

figura 17 :Instrumentos de medición o registro 2009. Fuente: (Izquierdo, 2009)



Figura 18. Pluviógrafo y sensor pluviométrico 2009. Fuente: (Izquierdo, 2009)

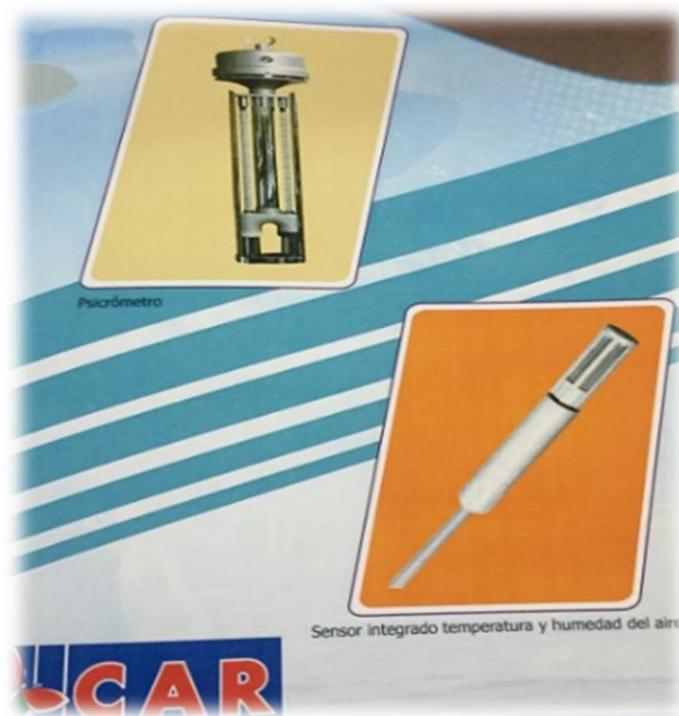


Figura 19. Psicrómetro y sensor integrado temperatura y humedad 2009. Fuente: (Izquierdo, 2009)



Figura 20. Actinógrafo y sensor de radiación 2008. Fuente: (Izquierdo, 2009)

Durante los siguientes años el trabajo de la corporación y más exactamente de la red de monitoreo hidrometeorológico fue iral modrnizando con el pasar del tiempo, no solo las estaciones sino también el software y tecnologías que se manejan para el ingreso y procesamiento de los datos.

Con lo anterior podemos analizar que el monitoreo hidrometeorológico se ha ido modernizando no solo con el tipo de estaciones, sino también en las gráficas y en la recolección de los datos; pues todo esto se ha realizado para tener una mejor confiabilidad de los datos.

AVANCE TECNOLÓGICO DEL CENTRO DE MONITOREO

Como se mencionaba anteriormente SÍCLICA es el software diseñado e implementado para el manejo del sistema de información climatológica e hidrológica de las estaciones que conforman la Red de estaciones hidrometeorológicas de la CAR.

SÍCLICA está desarrollado con arquitectura Cliente 1 Servidor para trabajar bajo plataforma WINDOWS XP y motor de Base de Datos ORACLE.

La metodología aplicada en el procesamiento de la información hidrometeorológica es la dictada por las normas de la Organización Meteorológica Mundial - OMM e IDEAM en Colombia.

La CAR cuenta con el sistema de información de hidrología y climatología – SICLICA en donde se registran las series históricas de cada una de las estaciones hidrometeorológicas que opera la Corporación, sin embargo, a raíz de lo sucedido durante el fenómeno de la niña (2010-2011) la CAR contrató el desarrollo de un portal de administración y servicios agregados, llamado ZIPA, el cuál desde el año 2012 está implementado. Dada la utilidad de esta herramienta, se desea aprovechar este portal para otras funcionalidades adicionales, se quiere dar un fácil acceso a la información hidrometeorológica que administra la Corporación a sus usuarios mediante una interfaz WEB. Para esta funcionalidad se presta el portal de administración base el cual se requiere actualizar e implementar nuevos módulos, que permitan el manejo de información y exportación de los datos hidrometeorológicos adquiridos por la red de estaciones convencionales y automáticas de la CAR.

En la actualidad el sistema de recepción de datos de las estaciones meteorológicas de la CAR consta de los siguientes elementos:

1. Antena receptora: Este componente incluye la antena de recepción, alimentador, amplificador de bajo ruido (LNA), convertidor de frecuencia (Downconverter) y cables de conexión al receptor.
2. Receptor y Sistema de Modulación: Este componente consta de un Receptor Demodulador Digital DRGS que cuenta con seguimiento del piloto de tono (canal piloto),

permite recibir simultáneamente 16 canales GOES y soporta transmisiones simultaneas en 100, 300, 1200 bps. Así mismo, el sistema de modulación permite configurar la tasa de datos de cada canal de forma independiente.

3. Software de gestión: Por último, el sistema también posee los paquetes de informáticos de gestión, configuración y exportación de datos. Específicamente, se cuenta con licenciamiento de las herramientas MetMAN y WebView, las cuales se encuentran instaladas en una estación de trabajo con sistema operativo Windows Server 2008.

(Mendez, 2019)

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR ejerce, entre otras, la función de otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso y aprovechamiento óptimo de los recursos forestales, hidrológicos, animales, minerales y demás para el desarrollo de actividades en pro del ambiente y la comunidad.

En el caso específico del monitoreo de los cuerpos de agua y del clima en los territorios pertenecientes a la jurisdicción de la CAR, la Red Hidrometeorológica supervisa y analiza el comportamiento y la calidad de las fuentes hídricas, además, del estado del tiempo a través de las 250 estaciones hidrológicas, 83 estaciones climatológicas y 92 estaciones pluviométricas; para un total de 425 estaciones hidrometeorológicas; de las cuales 317 son convencionales y 108 automáticas con transmisión; ubicadas en diferentes zonas del departamento de Cundinamarca y parte de Boyacá.

Las estaciones satelitales miden los parámetros de temperatura, precipitación, humedad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, radiación total y UBV, niveles de los ríos, entre otros. Dicha información es enviada al Centro Regional de Monitoreo Hidrometeorológico y Alertas de la Red por medio del satélite GOES, propiedad de La Administración Nacional

Oceánica Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), y almacenada en la base de datos de hidrología y climatología ZIPA para su procesamiento y posterior análisis. (Quintana, 2019)

TIPO	CATEGORÍA	CANTIDAD DE ESTACIONES
CONVENCIONALES	CLIMATOLÓGICA	25
	HIDROLÓGICA	200
	PLUVIOMÉTRICA	92
TOTAL CONVENCIONALES		317
AUTOMÁTICAS	CLIMATOLÓGICAS	11
	HIDROLÓGICAS	8
TOTAL AUTOMÁTICAS		19
AUTOMÁTICAS CON TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL	CLIMATOLÓGICA	47
	HIDROLÓGICA	42
TOTAL SATELITALES		89
TOTAL GENERALES		425

Figura 21: Tipo de estaciones según tecnología. Fuente: (Quintana, 2019)

A continuación, se muestran algunas de las estaciones hidrometeorológicas actuales de la jurisdicción CAR



Figura 22. Estación climatológica principal, Novilleros- Ubaté. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 23. Estación hidrológica convencional Puente Florencia- Gachancipà. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 24: estación hidrológica satelital El vergel- Sopo. Fuente: (Quintana, 2019)



Figura 25: estación hidrológica automática Puerto Leticia- La Palma. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 26. Estación climatológica principal, Compuertas el Tolon. Fuente: (Duarte, 2019)

A continuación, se relación los mapas con su respectiva distribución de estaciones.

-
- Red hidrológica: limnímetros, limnigrafos, 59 % total de la red, 80% convencionales, 3% automáticas y 17% automáticas con transmisión. Ver figura 27.
 - Red climatológica: estaciones con variables meteorológicas, 20% total de la red, 30% convencionales, 13% automáticas y 57% automáticas con transmisión. Ver figura 28.
 - Red pluviométrica: pluviómetros y pluviógrafos, 22% de la red, 100 % convencionales. Ver figura 29. (Quintana, 2019)

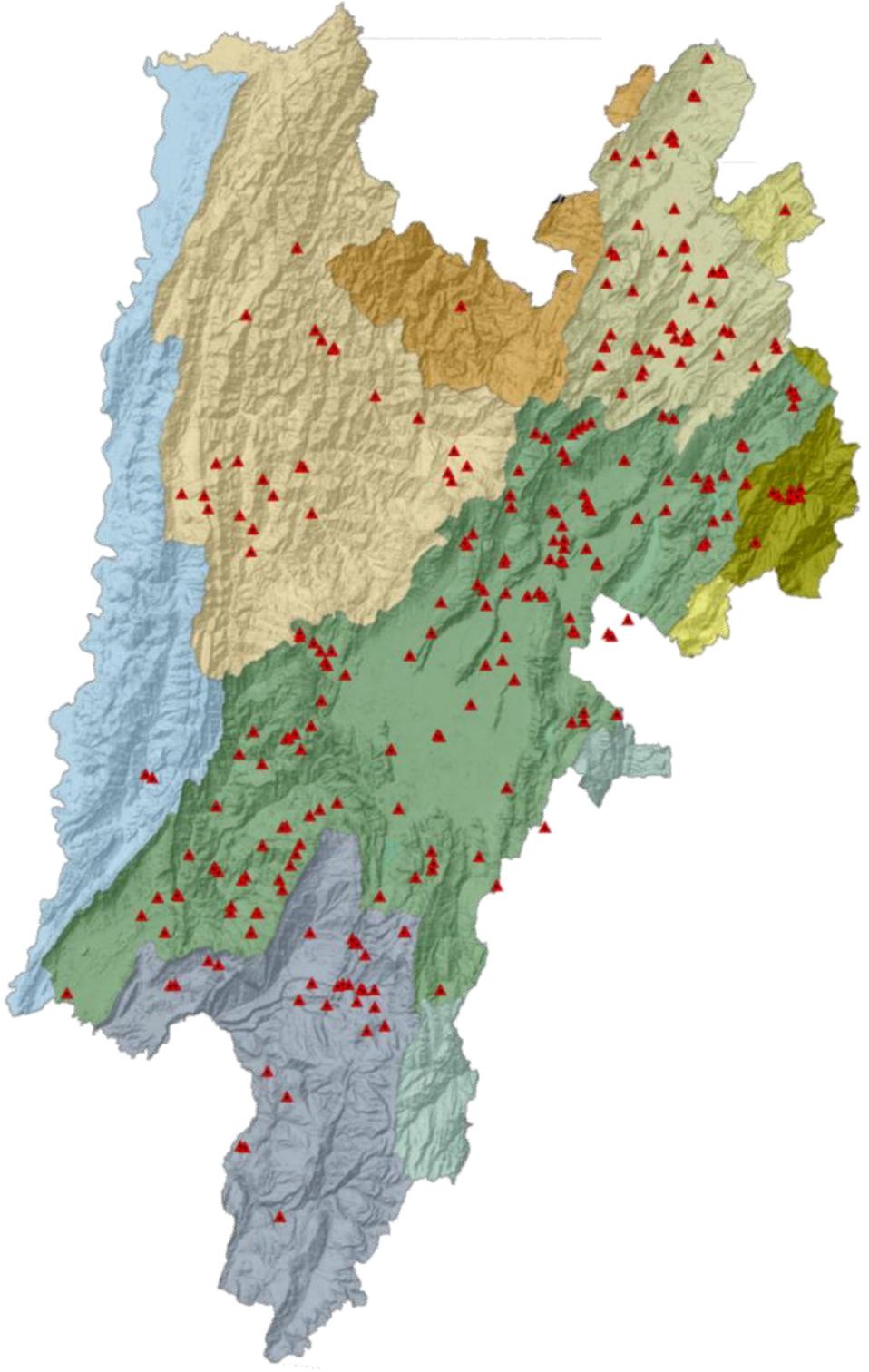


Figura 27. Red hidrológica. Fuente: (Quintana, 2019)

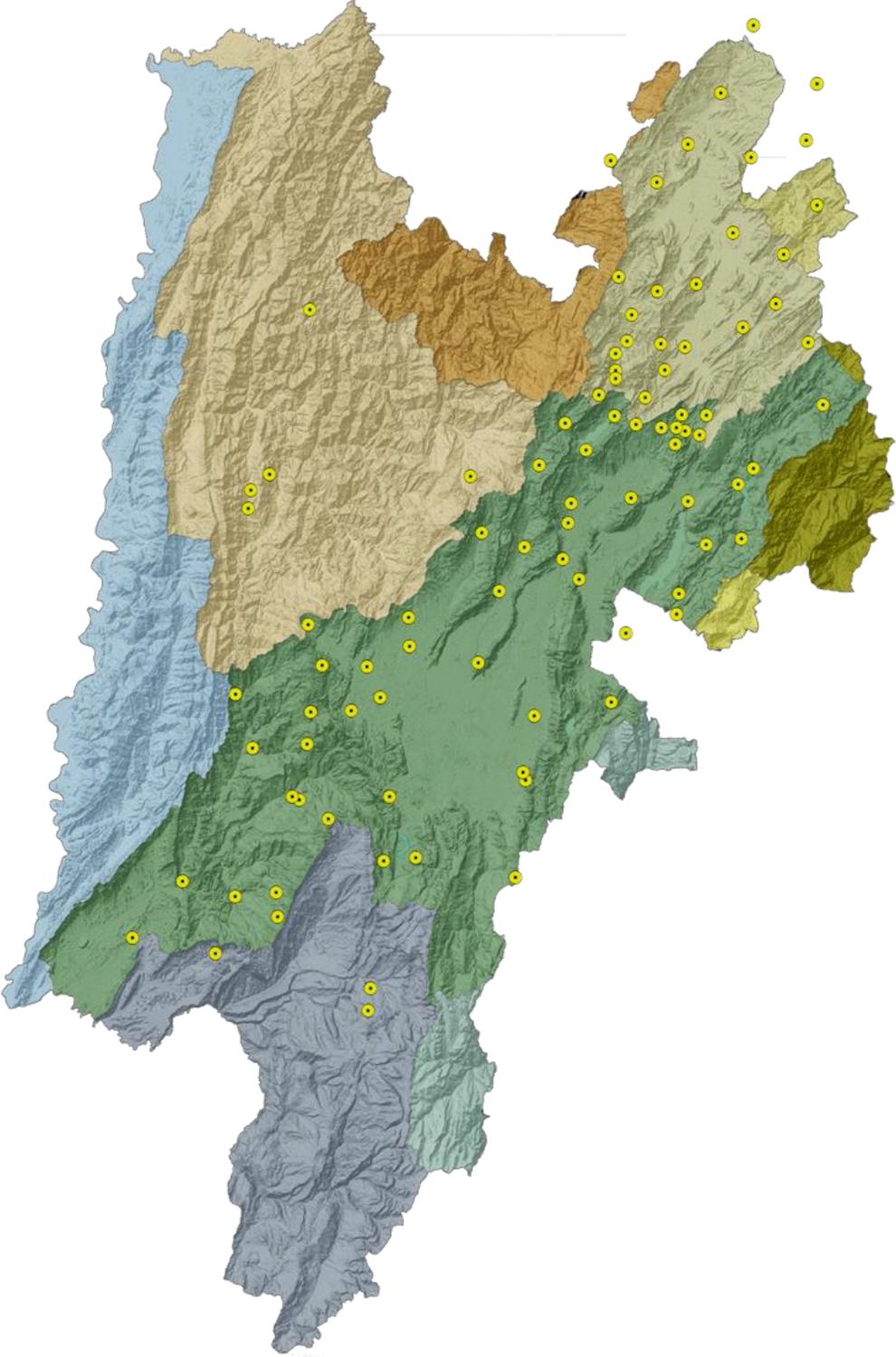


Figura 28. Red pluviométrica. Fuente: (Quintana, 2019)

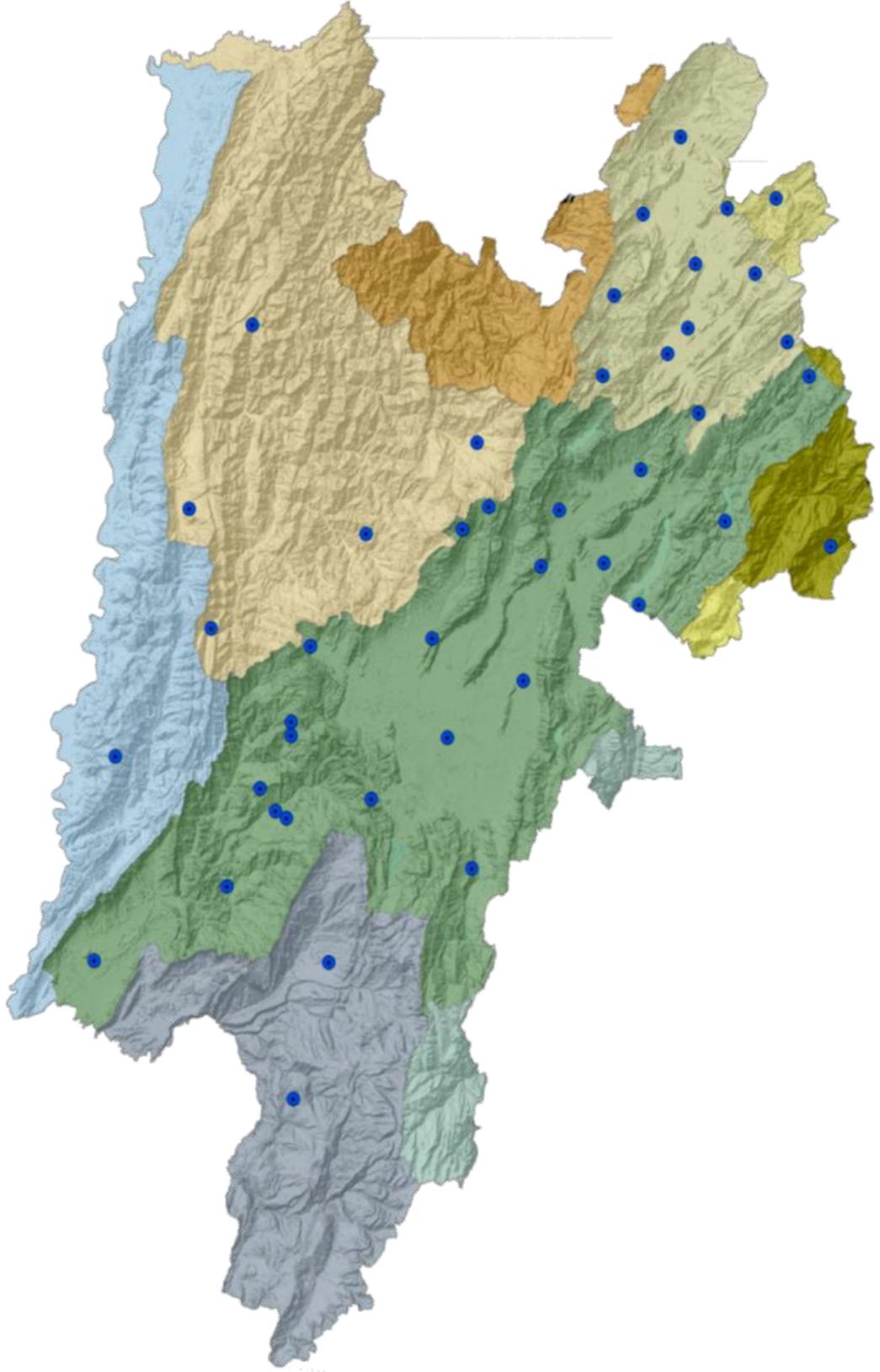


Figura 29. Red climatológica. Fuente: (Quintana, 2019)

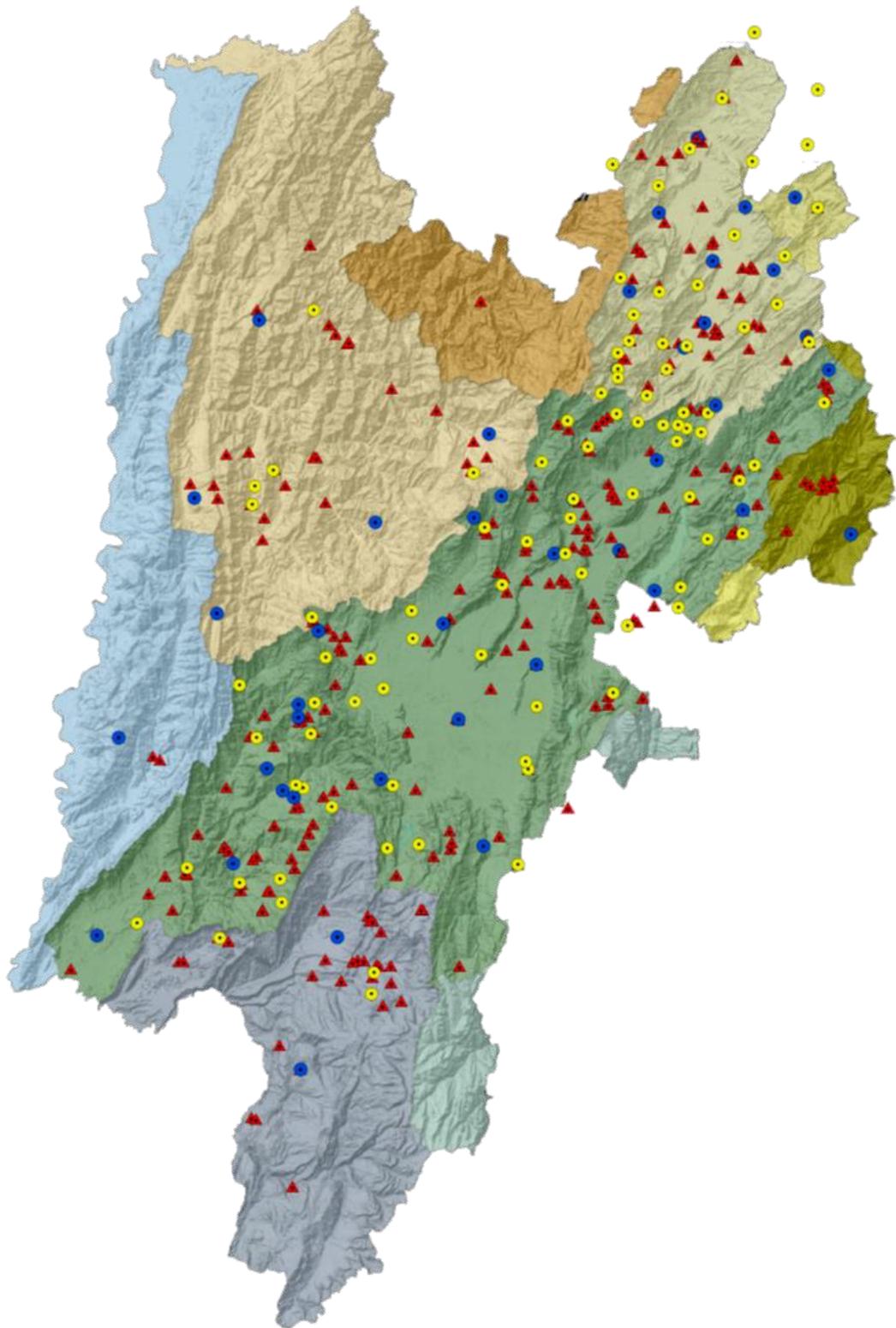


Figura 30. Distribución de estaciones hidrometeorológicas. Fuente: (Quintana, 2019)

6.2 FASE DOS

Análisis de los datos obtenidos en la encuesta.

Se realizó una encuesta a 63 funcionarios de las distintas direcciones de la corporación, las cuales tienen relación o necesitan de la información hidrometeorológica para realizar su gestión, esta es la población que se encuestó para una confiabilidad del 95% la cual consta de nueve preguntas, con dos propósitos principales; el primero con el objetivo de diagnosticar el conocimiento que tienen los funcionarios y/o contratistas de la CAR acerca de la red de monitoreo hidrometeorológico de la entidad, mientras que el segundo propósito fue para apreciar la percepción que tienen ellos sobre la red. Obteniendo los siguientes resultados:



Figura 31. Diagnóstico sobre que es el sistema integrado de monitoreo. Fuente: (Propia, 2019).

Aplicando este instrumento se encontró que el 59% de la población encuestada conoce que es el sistema integrado de monitoreo del recurso hídrico de la CAR, por el contrario, el 41% lo desconoce; esto se debe a que la red hidrometeorológica, no está integrada con las demás

dependencias, y estas a su vez no le dan la debida importancia, pues cada una es muy independiente.

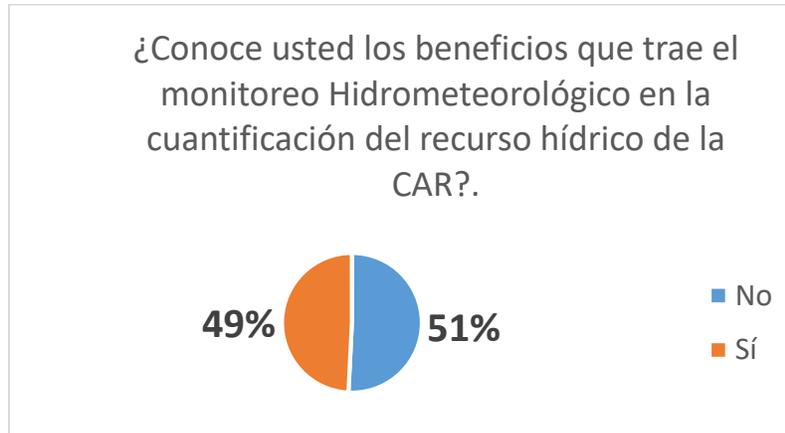


Figura 32. Diagnóstico acerca de los beneficios del monitoreo hidrometeorológico. Fuente: (Propia, 2019)

En la figura anterior podemos observar que el 49% de los encuestados conoce los beneficios que trae el monitoreo hidrometeorológico en la cuantificación del recurso hídrico de la CAR y el 51% no lo conoce; esto sucede porque no hay interés en conocer un poco más acerca de todos los beneficios e importancia que trae la red, si bien es cierto que el 49% los conocen solo mencionan uno o dos benéficos, ya que siempre mencionan los mismos; cuando el monitoreo tiene más de diez beneficios, es decir los que los conocen, no es a profundidad,

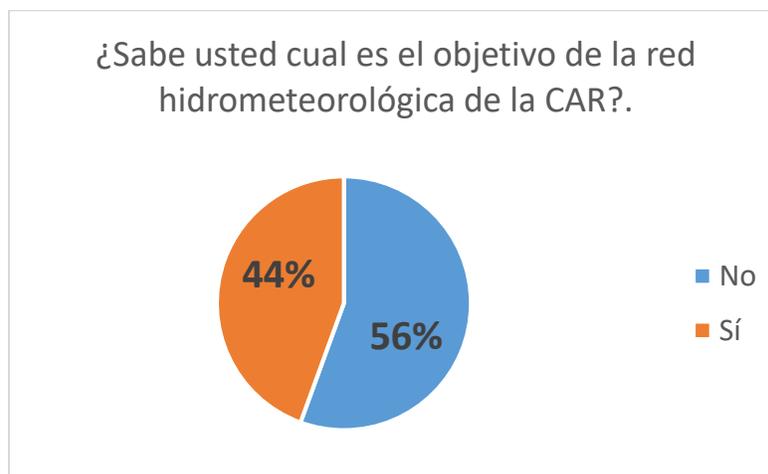


Figura 33. Diagnóstico sobre el objetivo de la red hidrometeorológica. Fuente: (propia, 2019).

En la figura anterior se puede observar que el 44 % de los encuestados si conocen cual es el objetivo de la red hidrometeorológica de la CAR, por el contrario, el 56% no lo conocen. Esto nos refleja que falta interés por parte de los funcionarios en conocer más acerca de la red; pues la información que arroja este monitoreo es de gran relevancia, ya que de aquí se toman decisiones importantes que influyen en el desarrollo socioeconómico.

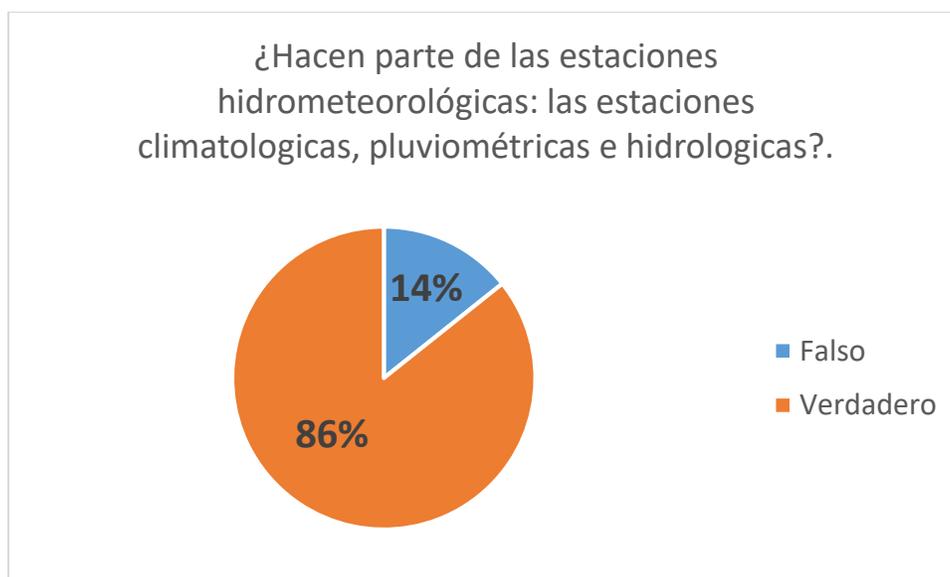
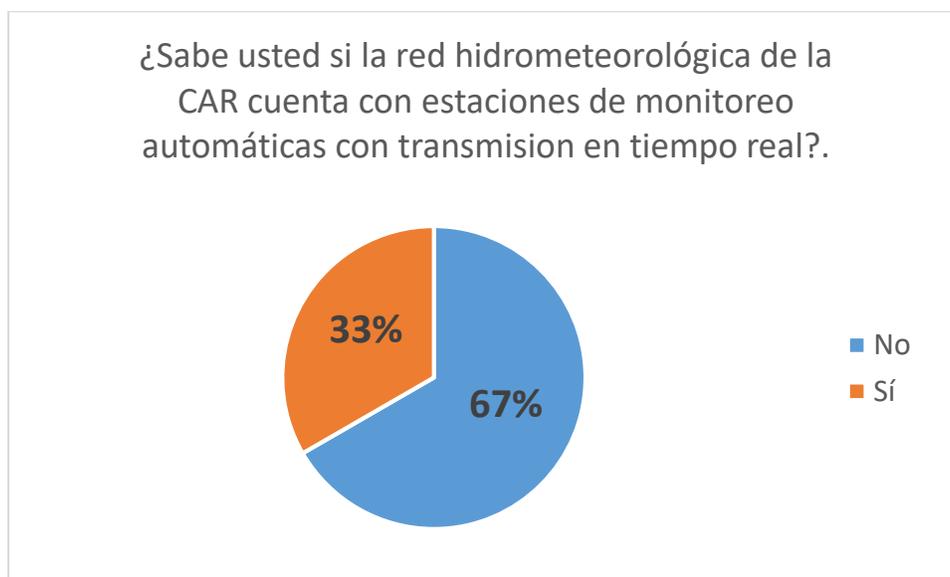


Figura 34. Diagnóstico sobre el tipo de estaciones que tiene la CAR. Fuente: (porpia.2019).

Aplicando este instrumento podemos observar que el 33% de los encuestados tienen conocimiento de que la red hidrometeorológica de la CAR cuenta con estaciones de monitoreo automáticas con transmisión en tiempo real, y el 67% lo desconocen, lo cual es debido a la falta de conocimiento que tienen los funcionarios sobre la red y la evolución que está ha tenido a lo largo del tiempo.



Figura 35. Diagnóstico sobre el uso que da la corporación a los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico. Fuente: (Propia, 2019)

En la gráfica anterior podemos observar que el 43% de las personas conocen el uso que la corporación da a los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico, por el contrario, el 57% no lo conocen.

En conclusión, el análisis de todo el diagnostico que se realizó y se mostró anteriormente muestra la falta de conocimiento de los funcionarios y contratistas de la CAR sobre la red hidrometeorologica, siendo esta una informacion de gran relevancia, no todas las personas acceden a ella ya que siguen siendo datos muy técnicos lo que hace difícil su entendimiento y

por lo mismo no genera el interés que debe tener. La solución que se plantea es que todos los temas relacionados con la red, se diseñen mucho más asequibles y de mejor entendimiento para cualquier persona que desee conocer más acerca de la red, por ello se puso en práctica la mejora de la página web en la sección Comportamiento del clima, pues la red ya cuenta con un banner en la página principal de la CAR en donde se podrá encontrar información de las estaciones, boletines diarios que muestran las precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas de la jurisdicción, además de un banco de fotos el cual está por implementarse; aquí se encuentran fotografías de los embalses manejados por la corporación y las estaciones que se tienen actualmente en toda la jurisdicción, todo esto con el fin de que no solo los funcionarios de la CAR sino que cualquier persona que desee conocer un poco más acerca del comportamiento del clima, lo pueda hacer y entender.



Figura 36. Percepción de los funcionarios acerca de la importancia de que se realice el monitoreo hidrometeorológico en la jurisdicción. Fuente: (Propia, 2019)

Aplicando este instrumento podemos observar que el 94% de los encuestados cree que es importante que se realice el monitoreo hidrometeorológico en la jurisdicción de la CAR y el 6%

opina que no lo es. Este monitoreo es importante porque nos permite recoger, procesar, administrar y validar información relacionada con datos de caudales, precipitación y demás parámetros meteorológicos que son de gran importancia para administrar el recurso hídrico, de esta manera influye en la toma de decisiones regionales ya que con estos datos conocemos la disponibilidad que se tiene del recurso.

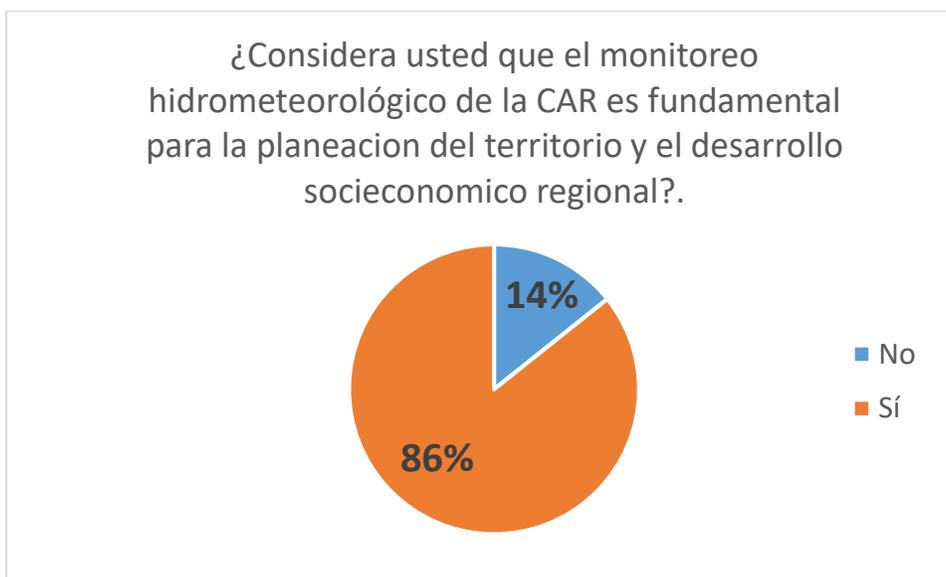


Figura 37. Percepción de los funcionarios en el desarrollo socioeconómico regional y en la planeación del territorio. Fuente: (Propia, 2019)

En la gráfica anterior podemos observar que el 86% de las personas considera que el monitoreo hidrometeorológico de la CAR es fundamental para la planeación del territorio y el desarrollo socioeconómico regional, por el contrario el 14% considera que no lo es; este monitoreo es fundamental ya que nos permite recoger información que sirve como insumo para la toma de decisiones no solo en caso de emergencia sino también para el desarrollo de la región, pues éste es tenido en cuenta para realizar los planes de ordenamiento territorial. Teniendo en cuenta también que “el monitoreo hidrometeorológico nace desde el momento en que surge la necesidad

de construir proyectos de infraestructura hidráulica de gran magnitud con el fin de administrar mejor los recursos hídricos”. (Ochoa, 2011)

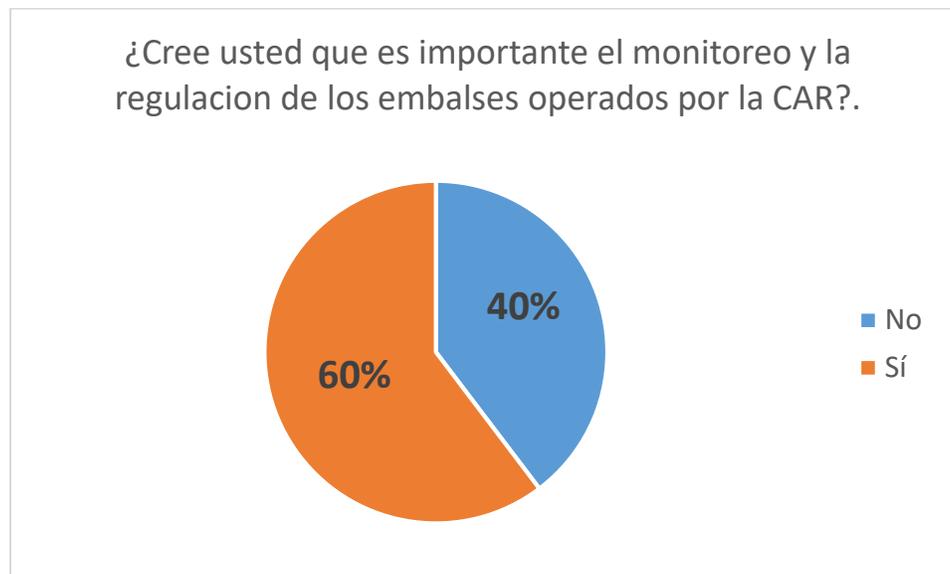


Figura 38. Percepción acerca de la importancia del monitoreo de los embalses. Fuente: (Propia, 2019)

En la gráfica anterior podemos observar que el 60% de los encuestados cree que es importante el monitoreo y la regulación de los embalses operados por la CAR, mientras que el 40% no cree que sea importante. Esto es debido a que no se conoce la importancia que tiene el monitoreo hidrometeorológico en la administración y regulación del recurso hídrico, los embalses son una parte fundamental pues “están diseñados para el almacenamiento del agua y su empleo cuando la demanda así lo exija, el conocimiento del volumen que ellos tienen almacenado se obtiene a partir de los niveles que se miden en los puntos de referencia establecidos para tal finalidad. También permiten la disponibilidad del agua ante situaciones climatológicas adversas, como es el caso del fenómeno del niño”. (Torregroza, 2004)

6.3 FASE TRES

Beneficios del monitoreo hidrometeorológico de la CAR

Para conocer los beneficios que trae el monitoreo hidrometeorológico de la CAR, es fundamental empezar por conocer la importancia y objeto de la red, seguido de la función que cumplen los embalses los cuales son parte fundamental para la administración del recurso hídrico pues de esta manera están intrínsecamente los beneficios que tiene realizar el monitoreo.

Importancia y objeto de la red hidrometeorológica

Actualmente se está tratando de cambiar la idea o el concepto que se tiene de la red ya que no son solo equipos de medición, ni solo series estadísticas históricas, ni datos; la red es un soporte generador de información para que la CAR a través del grupo de recurso hídrico, lo administre a nivel de la jurisdicción. Por otro lado, el objeto de la red de monitoreo es generar información para administrar, es decir tener un inventario de los recursos hídricos que se tienen para de esta manera disponerlos de acuerdo a sus usos, bien sea para riego, uso industrial, abastecimiento para el consumo humano entre otros.

Se cuantifica cual es el aporte de la atmosfera para alimentar las cuencas que están dentro de la jurisdicción, es aquí a donde viene la importancia de las precipitaciones pues acá es a donde se cuantifica cuánta agua cae en una determinada zona, para de esta manera saber cuánta agua se dispone o cuanta se almacena, allí también se ve la relevancia que tiene el ciclo hidrológico.

Actualmente se está explorando la parte de gestión del riesgo ya que esto es un valor agregado a la red, no está actualmente constituido como tal ya que de esto se encarga el IDEAM, pero es a

lo que se quiere llegar ya que hasta ahora se está empezando con el proyecto de las alertas tempranas.

Funciones de los embalses que regulan el Rio Bogotá

Los embalses Sisga Neusa y Tominé, se encargan de regular el rio Bogotá en la cuenca alta los tres son multipropósito lo cual quiere decir que se usan para regulación, control de inundaciones, abastecimiento, algo de riego y uso industrial.

Sisga regula el río Sisga el cual actualmente tiene el nombre de Rio San Francisco con 96 millones de metros cúbicos de volumen útil, Tominé aguas abajo ubicado entre Sesquile y Guatavita tiene 619 millones de metros cúbicos de volumen útil, Neusa que se encuentra ya aguas abajo regula el rio Neusa también, su volumen útil es de 115 millones de metros cúbicos.

Pero como funcionan estos embalses; nace la idea de la construcción de ellos ya que Bogotá requería aumentar su oferta de agua y solo contaba con Tunjuelo, embalse de la regadera y otras fuentes pequeñas que no alcanzaban a abastecer la Sabana de Bogotá, es por esto que se buscó expandir hacia la cuenca alta. Estudios que se realizaron en ese momento arrojaban que el solo caudal natural del rio Bogotá a esa altura de Zipaquirá y Briceño no alcanzaba, es por esto que fue necesario construir inicialmente dos embalses en ese momento como fueron Sisga y Neusa en 1950-1951 y en 1962 se da la construcción del embalse de Tominé, a esos tres embalses se les conoce como agregado norte, los tres embalses operan de una manera coordinada, es así que se manejan como un solo embalse, lo que se busca es tener agua en los tres embalses, pero todo en función del río Bogotá, la corporación es la encargada de dar la orden de descargas o cierres, esto debido a que la car es la que cuenta con todos los datos e información de estos sistemas regulados mediante las estaciones de monitoreo hidrometeorológico.

Es importante el monitoreo ya que de esta manera se obtiene información la cual obedece a unos niveles que indican cuando están muy bajos por lo cual se requieren realizar apertura de las compuertas para realizar descargas y de esta manera garantizar un caudal óptimo no solo para la planta Tibitoc (planta potabilizadora del Río Bogotá) sino también en las demás demandas que se tienen a los alrededores, dentro de estas demandas también hay empresas que cuentan con unas concesiones de agua y la CAR debe garantizar dicho recurso, por el contrario cuando vienen las crecientes hay que cerrar las compuertas de los embalses para almacenar, y esta es una de las funciones de los embalses en épocas lluviosas ya que regulan los caudales máximos, esto a la vez permite que todas las crecientes de los ríos San Francisco, Neusa, Tominé, no lleguen directamente al río, de esta manera también se controlan las inundaciones. En Achury existe un sistema de bombeo que cuando llegan las crecientes lo que se hace es bombear agua al embalse de Tominé ya que este embalse es muy grande y la cuenca generalmente no alcanza a llenarlo completamente.

Es decir sin estos tres embalses no se hubiese podido suplir la demanda de agua en Bogotá, los beneficios que tiene la red hidrometeorológica son múltiples: planeación de acueductos, construcción y operación de embalses, diseño de obras de infraestructura, planeamiento agrícola, avisos y alertas tempranas, concesiones de agua, riego, agricultura, realizar modelos de pronósticos, conocer el comportamiento del clima en un municipio determinado, modelos de inundaciones y gestión del riesgo, sirve de información base para realizar POMCA, PUEAA, y para la cuantificación y administración del recurso hídrico.

6. CONCLUSIONES

La elaboración de este documento histórico fue de gran importancia, no solo porque se mencionaron hechos muy antiguos que no todas las personas conocen, sino porque queda este documento disponible en las instalaciones de la CAR sede central el cual puede leer cualquier persona que esté interesada en el tema del monitoreo hidrometeorológico: como sus inicios avances tecnológicos, importancia y objetivos de la red, beneficios, historia entre otros.

Se puede concluir también que fue relevante conocer que concepto tenían los contratistas de la CAR y su percepción frente a la red hidrometeorológica, pues es un insumo importante el cual se tuvo en cuenta, para ir mejorando la imagen y publicidad de la red; pues ahora se encuentra un banner en la página principal de la CAR, en cual los usuarios tienen un acceso más rápido, en donde encontrarán todo lo relacionado con la red, este proyecto tiene una misión a corto plazo y es que se le logre dar la importancia que tiene el monitoreo no solo para la toma de decisiones en casos de emergencia sino también para el desarrollo socioeconómico y el control de los recursos naturales, destacando así la importante función que cumplen los embalses en nuestra jurisdicción.

7. REFERENCIAS

- CAR . (2018). Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac38df83373a.jpg>
- CAR . (2019). Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2>
- Cardenas, L. M. (2018). *Normatividad Vigente para la Red de monitoreo*. Bogota.
- Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca CAR . (2019). Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1>
- Corredor, J. M. (1966). *Boletin estadistico de hidrologia y meteorologia* . Bogotá .
- Duarte, S. C. (2019). *Banco de fotos Red hidrometeorologica CAR* . Bogota .
- IDEAM . (2019). Obtenido de <http://www.cambioclimatico.gov.co/web/entidad/manual-funciones>
- Imagen google . (2019). Obtenido de https://www.google.com/search?q=galileo+galilei&client=firefox-b-d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi0rLz366XiAhVxpVkkKHU_PCZYQ_AUIDigB&biw=1366&bih=654#imgrc=GYy6DMOg1L21nM:
- Izquierdo, M. f. (2009). *Boletin estadistico Hidrometeorologico*. Bogotá.
- Mendez, L. (2019). *Avance tecnologico de la red de monitoreo* . Bogotá.
- Mosquera, G. P. (Septiembre de 1991). *IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/003411/INFORMACIONMETEOROLOGICAENCOLOMBIA.pdf>
- Niño, W. L. (1995). *Boletin estadistico de hidrologia y meteorologia* . Bogotá.
- Ochoa, A. E. (2011). *Boletin estadistico de hidrologia y climatologia* . Bogotá .
- Parra, H. N. (2006). *Boletin estadistico de hidrologia y climatologia* . Bogotá .
- Quintana, L. F. (2019). *Red Hidrometeorologica CAR* . Bogotá .
- Roa, H. H. (2018). *Informe tecnico de la red de monitoreo hidrometeorologico de la CAR*. Bogotá.
- Roa, H. H. (2018). *presentacion monitoreo hidrometeorologico CAR* . Bogotá .
- Rodriguez, F. P. (2011). *Boletin Estadistico de Hidrologia y meteorologia* . Bogotá .
- Torregroza, O. V. (2004). *Boletin estadistico de hidrologia y climatologia* . Bogotá .
- Triana, J. (1981). *boletin estadistico de hidrologia y meteorologia* . Bogota .

Triana, L. E. (2007). *Google académico*. Obtenido de
<http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas hidrológicas: Hidrología – De la medición a la información hidrológica*. Ginebra: OMM



Figura 41. Estación hidrometeorológica satelital Sisga. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 42. Estación hidrológica Laguna Fuquene. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 43. Embalse Neusa, estación hidrológica convencional e hidrológica satelital. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 44. Embalse el Hato, estación climatología ordinaria. Fuente: (Duarte, 2019)



Figura 45. Embalse Hato, estación hidrológica. Fuente: (Duarte, 2019)

Preguntas 1

1-sabe usted que es el sistema integrado de monitoreo del recurso hídrico de la CAR

Si

No

2-Cree usted que es importante que se realice el monitoreo hidrometeorológico en la jurisdicción de la CAR

Si

No

3-Conoce usted los beneficios que trae el monitoreo hidrometeorológico en la cuantificación del recurso hídrico de la CAR

Si

No

Si contesto sí. Menciónelos

4-sabe usted cual es el objetivo de la red hidrometeorológica de la CAR

Si

No

5-Considera usted que el monitoreo hidrometeorológico de la CAR es fundamental para la planeación del territorio y el desarrollo socioeconómico regional.

Si

No

6-Hacen parte de las estaciones hidrometeorológicas: las estaciones climatológicas, pluviométricas e hidrológicas.

Falso

Verdadero

7- Cree usted que es importante el monitoreo y la regulación de los embalses operados por la CAR.

SI

NO

8- Sabe usted si la red hidrometeorológica de la CAR cuenta con estaciones de monitoreo automáticas con transmisión en tiempo real.

Si

No

9- Sabe usted que uso da la corporación a los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico.

Si

No

Figura 46. Encuesta realizada a los funcionarios y contratistas de la CAR. Fuente: (Propia, 2019)