

POTENCIAL ENERGÉTICO DE GENERACIÓN EN LA REGIÓN CENTRAL



**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS**

*GRUPO DE INVESTIGACION XUÉ
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN BARIÓN*



2020



Convenio Interadministrativo 080 de 2019. Región Administrativa y de Planeación Especial RAP-E – Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Director RAP-E:

- Doctor Fernando Flórez Espinosa

Supervisor Convenio:

- Ingeniero Jorge Eduardo Aya Rodríguez
Responsable del eje de Infraestructura, transporte, logística y servicios públicos.



Rector Universidad Distrital Francisco José de Caldas:

- Doctor Ricardo García Álvarez

Director Idexud:

- Ingeniero Carlos Yezid Rozo Álvarez

Equipo Técnico:

- Alejandro Hurtado Beltrán
- Alejandra Patarroyo
- Miguel Ángel Ocaciones
- Felipe Cruz Espitia
- Juan David Salinas
- César Andrés Rincón Triana
- Luis Antonio Gutiérrez
- Wendy Katherine Villarraga Clavijo
- Oscar Daniel Guerrero Mora
- José Alexander Ovalle Murcia
- Heguar Stins Goyeneche Mendivelso

Equipo Específico:

- Jaime Adrián Matéus Ramírez

Coordinadora Grupo/Semillero de Investigación:

- Nubia Marcela Rodríguez Figueroa

Director Grupo/Semillero de Investigación:

- Ingeniero Andrés Escobar Díaz

Contenido

1	Cuadro de colores.....	10
2	Mapa conceptual del documento.....	11
3	Introducción	12
4	Metodología	13
5	Objetivos.....	14
5.1	Objetivo General:.....	14
5.2	Objetivos específicos:	14
6	Definiciones:	15
7	Panorama actual de la generación	20
7.1	En el ámbito nacional.....	20
7.1.1	Tecnologías implementadas	20
7.1.2	Capacidad de potencia instalada	22
7.1.3	La capacidad Generación nacional de energía eléctrica	26
7.1.4	Factor de utilización Nacional	28
7.2	Tecnologías implementadas en la región RAPE	28
7.2.1	Tecnologías implementadas en Cundinamarca	30
7.2.2	Tecnologías implementadas en Boyacá	32
7.2.3	Tecnologías implementadas en Tolima.....	34
7.2.4	Tecnologías implementadas en Meta	36
7.2.5	Tecnologías implementadas en Bogotá D.C	38
7.3	Capacidad de potencia instalada en la región RAPE	40
7.3.1	Generación de energía eléctrica en la RAPE.....	41
7.3.2	Factor de utilización en la RAPE.....	42
7.3.3	Capacidad de potencia instalada en Cundinamarca	43
7.3.4	Generación de energía eléctrica en Cundinamarca	44
7.3.5	Factor de utilización en Cundinamarca	46
7.3.6	Capacidad de potencia instalada en Boyacá	46
7.3.7	Generación de energía eléctrica en Boyacá	47
7.3.8	Factor de utilización en Boyacá	49
7.3.9	Capacidad de potencia instalada en Tolima.....	49
7.3.10	Generación de energía eléctrica en Tolima.....	50
7.3.11	Factor de utilización en Tolima	51
7.3.12	Capacidad de potencia instalada en Meta	52
7.3.13	Generación de energía eléctrica en Meta	53

7.3.14	Factor de utilización en Meta	55
7.3.15	Capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C	55
7.3.16	Generación de energía eléctrica en Bogotá D.C	56
7.3.17	Factor de utilización en Bogotá D.C.....	57
8	Proyección y avances de la generación	58
8.1	En la nación.....	58
8.1.1	Tecnologías en desarrollo.....	58
8.1.2	Estadística de proyectos registrados: fases de avance y tipo de tecnología	59
8.1.3	Estadística de proyectos registrados en fases según capacidad de potencia	61
8.2	En la región RAPE.....	63
8.2.1	Estadística de proyectos registrados por fases de avance según el tipo de tecnología	63
8.2.1.1	Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según el tipo de tecnología y fase de desarrollo.....	66
8.2.1.2	Estadística de proyectos registrados en Boyacá según el tipo de tecnología y fase de desarrollo.....	68
8.2.1.3	Estadística de proyectos registrados en fases según tipo de tecnología en Tolima	71
8.2.1.4	Estadística de proyectos registrados en Meta según el tipo de tecnología y fase de desarrollo.....	74
8.2.1.5	Estadística de proyectos registrados en Bogotá DC según el tipo de tecnología y fase de desarrollo.....	77
8.2.2	Estadística de proyectos registrados por fases según la capacidad de potencia	80
8.2.2.1	Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según la capacidad de potencia	82
8.2.2.2	Estadística de proyectos registrados en Boyacá según la capacidad de potencia	84
8.2.2.3	Estadística de proyectos registrados en Tolima según la capacidad de potencia	86
8.2.2.4	Estadística de proyectos registrados en Meta según la capacidad de potencia	88
8.2.2.5	Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C. según la capacidad de potencia	90
9	Impacto ambiental.....	93
9.1	Impactos ambientales de Proyectos hidroeléctricos.....	93
9.1.1	Alteración de ecosistemas	93

9.1.2	Impactos en la actividad pesquera.....	94
9.1.3	Alteración de ciclos naturales de los ríos	94
9.1.4	Afectación a patrimonio arqueológico	95
9.2	Impactos ambientales de Proyectos termoeléctricos.....	96
9.2.1	Impactos atribuibles a la minería, beneficio y transporte del carbón	96
9.2.2	Impactos atribuibles a la utilización de otros combustibles	96
9.2.3	Impactos atribuibles a la combustión en las plantas termoeléctricas.....	97
9.2.4	Otros impactos atribuibles a la operación de las plantas térmicas	98
9.2.5	IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FISICO EN 8 TERMOELECTRICAS	99
10	Conclusiones	100
11	Recomendaciones	101
12	Referencias.....	102
13	Lista de actores e instituciones	109
14	Clasificación de las referencias según nivel de importancia	128
15	Anexos.....	129
15.1	Línea del tiempo de proyectos registrados de diferentes tipos de tecnologías	129

Listado de figuras

Figura 1. Indicador de generación del SIN 2018 – 2019.....	13
Figura 2. Porcentaje de aportes de las tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología	21
Figura 3. Estadística de tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología	21
Figura 4. Porcentaje de capacidad total efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología	25
Figura 5. Estadística de capacidad efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología	26
Figura 6. Porcentaje de generación eléctrica nacional	27
Figura 7. Estadística de generación eléctrica nacional.....	27
Figura 8. Porcentaje de tecnologías implementadas en Rape según tipo de tecnología .	28
Figura 9. Estadística de centrales implementadas en la RAPE según tipo de tecnología	29
Figura 10. Porcentaje de centrales implementadas en Cundinamarca según tipo de tecnología	30
Figura 11. Estadística de centrales en Cundinamarca según el tipo de tecnología	31
Figura 12. Porcentaje de centrales implementadas en Boyacá según tipo de tecnología	32
Figura 13. Estadística de centrales en Boyacá según el tipo de tecnología.....	33
Figura 14. Porcentaje de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología .	34
Figura 15. Estadística de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología.	35
Figura 16. Porcentaje de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología....	36
Figura 17. Estadística de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología ...	37
Figura 18. Porcentaje de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología	38
Figura 19. Estadística de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología	39
Figura 20. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en la región RAPE.....	40
Figura 21. Estadística de capacidad de potencia instalada en la región RAPE	41
Figura 22. Porcentaje de generación eléctrica en la RAPE	42
Figura 23. Estadística de generación eléctrica en la RAPE	42
Figura 24. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca.....	43
Figura 25. Estadística de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca	44
Figura 26. Porcentaje de generación eléctrica en Cundinamarca.....	45
Figura 27. Estadística de generación de eléctrica en Cundinamarca	45
Figura 28. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Boyacá	46
Figura 29. Estadística de capacidad de potencia instalada en Boyacá.....	47
Figura 30. Porcentaje de generación eléctrica en Boyacá.....	48
Figura 31. Estadística de generación eléctrica en Boyacá	48
Figura 32. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Tolima	49
Figura 33. Estadística de capacidad de potencia instalada en Tolima.....	50
Figura 34. Porcentaje de generación eléctrica en Tolima	51
Figura 35. Estadística de generación nacional eléctrica.....	51
Figura 36. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Meta.....	52
Figura 37. Estadística de capacidad de potencia instalada en Meta	53
Figura 38. Porcentaje de generación eléctrica en Meta.....	54

Figura 39. Estadística de generación eléctrica en Meta	54
Figura 40. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C	55
Figura 41. Estadística de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C	56
Figura 42. Porcentaje de generación eléctrica en Bogotá D.C	56
Figura 43. Estadística de generación eléctrica en Bogotá D.C	57
Figura 44. Porcentaje de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología	59
Figura 45. Estadística de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología	60
Figura 46. Porcentaje de proyectos registrados de generación en la nación según su capacidad de potencia	62
Figura 47. Estadística de proyectos registrados de generación en la nación según la capacidad de potencia	63
Figura 48. Estadística de proyectos de generación registrados ante la UPME según el tipo de tecnología	64
Figura 49. Estadística de proyectos registrados de generación ante la UPME según la fase de avance	65
Figura 50. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología	66
Figura 51. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología	67
Figura 52. Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología	69
Figura 53. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología	70
Figura 54. Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología	72
Figura 55. Estadística de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología	73
Figura 56. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología	75
Figura 57. Estadística de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología	76
Figura 58. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología	78
Figura 59. Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología	79
Figura 60. Porcentaje de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia	81
Figura 61. Estadística de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia	82
Figura 62. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia	83
Figura 63. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia	84
Figura 64. Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia	85
Figura 65. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia	86
Figura 66. Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia	87
Figura 67. Estadística de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia	88

Figura 68. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia..	89
Figura 69. Estadística de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia .	90
Figura 70. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia.....	91
Figura 71. Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia.....	92
Figura 72. Hidroeléctrica a filo de agua	95
Figura 73. Línea del tiempo de proyectos registrados de biomasa.....	130
Figura 74. Línea del tiempo de proyectos registrados de térmica.....	131
Figura 75. Línea del tiempo de proyectos registrados de eólica	132
Figura 76. Línea del tiempo de proyectos registrados de PCH.....	133

Listado de tablas

Tabla 1. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: proyección y avances de la generación	10
Tabla 2. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: panorama actual de la generación	10
Tabla 3. Tabla de clases de tecnologías implementadas para la generación eléctrica nacional	22
Tabla 4. Capacidad efectiva neta del SIN durante el 1er semestre 2019 por fuente de energía y tipo de despacho.....	23
Tabla 5. CEN de plantas hidráulicas no despachadas centralmente con inicio de operación entre 2017 - 2019	24
Tabla 6. CEN de plantas térmicas no despachadas centralmente con inicio de operación en 2017 - 2019.....	24
Tabla 7. CEN del SIN a diciembre de 2017 por recurso natural.....	24
Tabla 8. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la nación	28
Tabla 9. Tabla de clases de tecnologías implementadas en la RAPE.....	30
Tabla 10. Tabla de clases de tecnología implementada en Cundinamarca	32
Tabla 11. Tabla de clases de tecnología implementada en Boyacá.....	34
Tabla 12. Tabla de clases de tecnología implementada en Tolima.....	36
Tabla 13. Tabla de clases de tecnología implementada en Meta.....	38
Tabla 14. Tabla de clases de tecnología implementada en Bogotá D.C	40
Tabla 15. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la RAPE	43
Tabla 16. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Cundinamarca	46
Tabla 17. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Boyacá	49
Tabla 18. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Tolima.....	52
Tabla 19. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Meta	55
Tabla 20. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Bogotá D.C	57
Tabla 21. Tabla de proyectos registrados según tipo de tecnología en la nación	61
Tabla 22. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Cundinamarca	68
Tabla 23. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Boyacá	71
Tabla 24. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Tolima	74
Tabla 25. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Meta	77
Tabla 26. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Bogotá D.C.....	80
Tabla 27. Tabla de impacto de sobre el medio físico en 8 plantas termoeléctricas	99
Tabla 28. Actores y entidades relacionadas en el documento	127
Tabla 29. Clasificación de las referencias según nivel de importancia.....	128

1 Cuadro de colores

En las diferentes gráficas presentadas a lo largo del capítulo, se podrán identificar los tipos de tecnología por color como se indican en las tablas siguientes, para la sección de proyección y avances de la generación como se muestra en la **Tabla 1**. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: proyección y avances de la generación. Elaboración propia y para el panorama actual de generación como se indica en la **Tabla 2**. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: panorama actual de la generación. Elaboración propia.:

Color	Tipos de tecnologías
	Hidráulica
	Térmica
	Biomasa
	Solar
	Eólico
	PCH
	Total

Tabla 1. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: proyección y avances de la generación. Elaboración propia

Color	Tipos de tecnologías
	Hidráulica
	Térmica
	Biomasa
	Solar
	Eólico
	Total

Tabla 2. Tabla de cuadro de colores que identifican los diferentes sectores, sección: panorama actual de la generación. Elaboración propia.

2 Mapa conceptual del documento

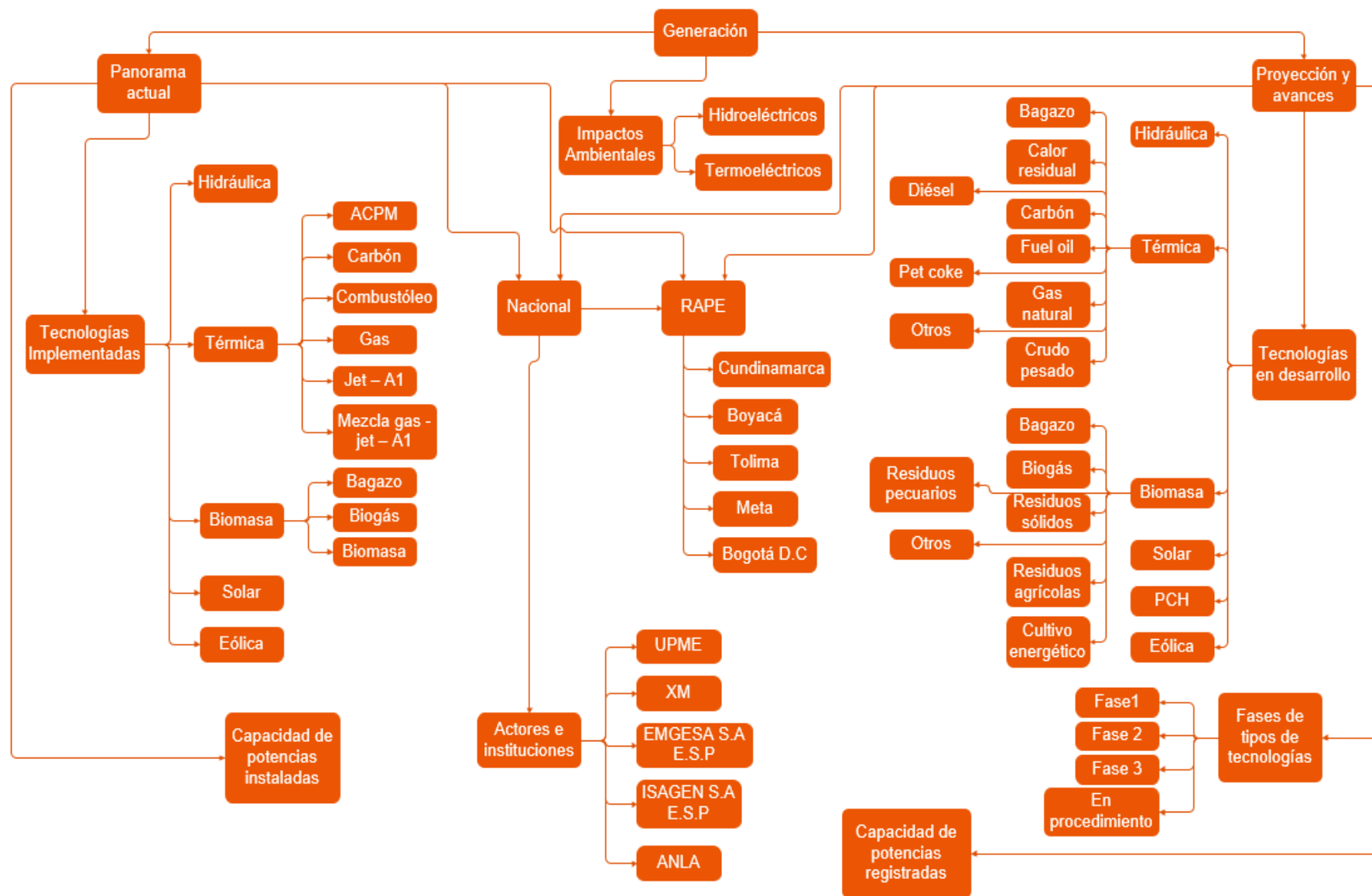


Diagrama 1. Mapa conceptual - Estructura del Documento. Elaboración propia.

3 Introducción

Con el objetivo de abastecer la demanda de energía, dirigir el mercado eléctrico y realizar la planeación del desarrollo y aprovechamiento de los recursos minero-energéticos del país, la Compañía de expertos en mercado S.A. ESP (XM) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) presentan la gestión de sistemas en tiempo real, como la revisión anual del plan de expansión de los recursos de generación y de las redes de transmisión eléctrica. Los análisis de planeamiento realizados tienen un horizonte de largo plazo y se fundamentan en información de infraestructura actual, proyectos en desarrollo y proyecciones de demanda de energía y potencia a nivel nacional y regional.

Este documento contiene el análisis de los distintos proyectos energéticos presentes en el país según los tipos de recursos, fuentes energéticas y tecnologías disponibles para la generación de energía eléctrica, teniendo en cuenta la capacidad efectiva neta a nivel Nacional y en la Región Centro comprendida por los departamentos Tolima, Boyacá, Cundinamarca, Meta y la capital colombiana Bogotá D.C.; presenta además una breve descripción de los tipos de tecnologías implementados en las plantas generadoras del país y los impactos ambientales de cada una de las zonas en donde se lleva a cabo su puesta en marcha.

4 Metodología

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas y geográficas de cada país, se desarrollan distintos tipos de generación eléctrica basadas en las fuentes energéticas con que dispongan para su futura transformación.

En Colombia, se genera energía eléctrica gracias a recursos renovables y no renovables, la generación renovable incluye generación hidráulica, eólica, solar fotovoltaica, y biomasa, mientras que la no renovable incluye generación con combustibles fósiles, entre los cuales se encuentran el carbón, el gas, el combustóleo, el ACPM y la mezcla de combustibles fósiles; puede también clasificarse el tipo de generación según su principal actividad productiva en: hidráulica, térmica por combustible, menores, cogeneradores y Autogeneradores.

A partir del convenio firmado entre la RAPE y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se propuso la elaboración de este documento, para lo cual primero se recopiló información contenida en UPME (Unidad de planeación Minero Energético) y SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano), etc. acerca de la generación energética en Colombia, principalmente en la región de estudio, con diferentes tipos de tecnologías como hidráulica, solar, térmica, PCH, eólica y biomasa, y los proyectos que se desarrollarán a futuro. Luego, se hizo una descripción técnica de la demanda de energía eléctrica, consumo per cápita, números de suscriptores, proyectos inscritos según sus fases y capacidad de potencia instalada, para cada departamento en el siguiente orden: Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y el Distrito Capital de Bogotá, y de ahí obtener los valores totales para la RAPE. Finalmente se unificó esta información en el documento a través de diagramas y tablas, adicionalmente se hizo un reporte relacionado con el impacto ambiental de cada tipo de tecnología de generación eléctrica, y los permisos y licencias ambientales en la **Figura 1**. Indicador de generación del SIN 2018 – 2019. Fuente:[1]

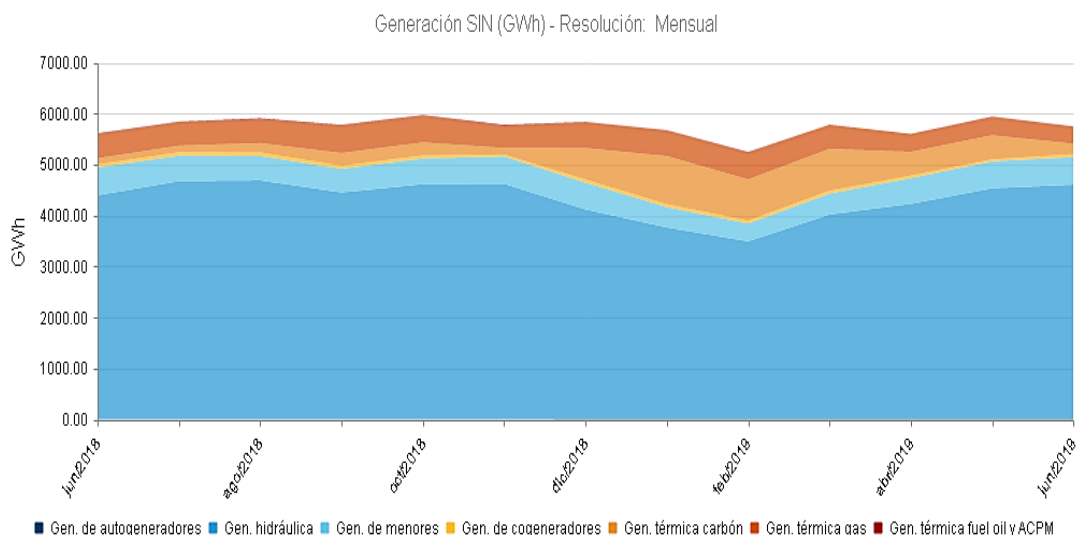


Figura 1. Indicador de generación del SIN 2018 – 2019. Fuente:[1]

5 Objetivos

5.1 Objetivo General:

Definir y promover las sectoriales de diferentes tecnologías que permitan alcanzar metas en materia de eficiencia energética; de manera que contribuya a asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales, contribuyendo a la seguridad energética y al cumplimiento de compromisos internacionales en temas ambientales; generando impactos positivos en la competitividad del país y en el incremento de la calidad de vida de los colombianos.

5.2 Objetivos específicos:

El estudio plantea retos exigentes e importantes para el sector comercial y el público que se resumen en los siguientes objetivos:

- Establecer la capacidad instalada actualmente para conocer el panorama actual de la generación y los registros de los proyectos futuros en la Proyección y avances de la generación.
- Identificar y clasificar las tecnologías, energéticos empleados, niveles de consumo de éstos, aspectos financieros y de costos, entre otros.
- Desarrollar una metodología que permita, de forma periódica, actualizar la información recopilada sobre la capacidad instalada y potenciales de crecimiento, en procesos de panorama actual de la generación y Proyección y avances de la generación
- Construir las condiciones económicas, técnicas, regulatorias y de información, para impulsar un mercado de bienes y servicios energéticos eficientes en Colombia.
- Fortalecer las instituciones e impulsar la iniciativa empresarial de carácter privado, mixto o de capital social para el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte.
- Facilitar la aplicación de las normas relacionadas con incentivos, incluyendo los tributarios, que permitan impulsar el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte del panorama actual de la generación y Proyección y avances de la generación.

6 Definiciones:

Cogeneración, es el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte del proceso productivo cuya actividad principal no es la producción de energía eléctrica, destinadas ambas al consumo propio o de terceros y cuya utilización se efectúa en procesos industriales o comerciales.

Autogeneración, es el proceso de producción de energía eléctrica cuya actividad principal es atender el consumo propio y que puede entregar sus excedentes de energía al Sistema Interconectado Nacional.

Bolsa de Energía: Sistema de información, manejado por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, sometido a las reglas del Reglamento de Operación, en donde los generadores y comercializadores del mercado mayorista ejecutan actos de intercambio de ofertas y demandas de energía, hora a hora, para que el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales ejecute los contratos resultantes en la Bolsa de Energía, y liquide, recaude y distribuya los valores monetarios correspondientes a las partes y a los transportadores.

Capacidad efectiva: Máxima cantidad de potencia neta (expresada en valor entero en megavatios) que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación.

Capacidad efectiva bruta: Máxima cantidad de potencia neta (expresada en valor entero en megavatios) que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación, más consumo propio de servicios auxiliares.

Capacidad máxima de exportación: Capacidad máxima correspondiente a la sumatoria de las capacidades de exportación de los enlaces internacionales del SIN operando simultáneamente, utilizados para las Transacciones Internacionales de Electricidad de corto plazo -TIE-.

Capacidad máxima de importación: Capacidad máxima correspondiente a la sumatoria de las capacidades de importación de los enlaces internacionales del SIN operando simultáneamente, utilizados para las Transacciones Internacionales de Electricidad de corto plazo -TIE-.

Capacidad nominal: Potencia de diseño de una unidad o planta de generación.

Comercialización de energía eléctrica: Actividad consistente en la compra de energía eléctrica y su venta a los usuarios finales, regulados o no regulados. Está sujeta a las disposiciones previstas en las leyes eléctricas y de servicios públicos domiciliarios, en lo pertinente.

Comercializador de energía eléctrica: Persona natural o jurídica que comercializa electricidad, bien como actividad exclusiva o en forma combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ella sea la actividad principal.

Demanda: Cantidad de energía consumida por un agente comercializador o generador, medida en sus fronteras comerciales.

Demanda ajustada: Demanda atendida en el sistema más las estimaciones de demanda no atendida por diferentes causas.

Demanda atendida: Cantidad de energía efectivamente consumida por el sistema.

Demanda comercial: Valor de la demanda real del comercializador, afectada con las pérdidas en las Redes de Transmisión Regional o de Distribución Local y las pérdidas del Sistema de Transmisión Nacional.

Demanda del comercializador: Se entenderá que la demanda del comercializador en un Sistema de Transmisión Regional es igual a la demanda comercial del mismo en dicho sistema, menos su respectiva participación en las pérdidas del STN.

Demanda de energía: Carga en kWh solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción durante un periodo de tiempo determinado.

Demanda de potencia: Carga en KVA o KW solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción en un momento determinado.

Demanda de potencia pico: Máxima demanda de potencia, expresada en kW, ocurrida o requerida en un instante de tiempo por un grupo de usuarios. Conocida como demanda pico.

Demanda máxima: Potencia pico consumida en un área o en el Sistema Interconectado Nacional.

Demanda mínima: Potencia más baja registrada en el consumo de un área o del Sistema Interconectado Nacional.

Demanda no atendida: Demanda ocasionada por desconexiones programadas y forzadas, causadas por fallas en líneas, transformadores, generadores, mantenimientos y eventos programados por agentes externos.

Demanda no doméstica: Sumatoria de los valores de las demandas internacionales, que no son consideradas en el despacho económico coordinado, que incluye los factores de pérdidas para referir al nivel de 220 kV y las pérdidas del STN.

Demanda promedio: Relación entre la energía eléctrica demandada (o generada en el caso de un generador) durante un periodo de tiempo determinado, y dicho periodo de tiempo.

Demanda real: Diferencia entre la generación real del sistema y las pérdidas reales en el Sistema de Transmisión Nacional.

Demanda suplementaria: Demanda máxima adicional (MW) que puede requerir un cogenerador conectado al Sistema Interconectado Nacional para cubrir el 100% de sus necesidades de potencia.

Demanda total: Sumatoria de la demanda total doméstica y la demanda internacional de despacho económico coordinado.

Desarrollo sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin

agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

La energía Hidráulica es producida gracias al aprovechamiento de la energía cinética del agua acumulada en un embalse, para mover unas turbinas y generar energía eléctrica. Es un tipo de energía renovable.

La energía por Combustible fósil es un tipo de energía no renovable, obtenida por fuentes fósiles como los líquidos (fuel-oil, ACPM, jet A1) que son derivados del petróleo, gas, carbón y mezcla (gas-jet A1). Estos combustibles al pasar por un proceso termoquímico y termoeléctrico son convertidos a energía eléctrica. Este tipo de energía es comúnmente denominada en Colombia como energía **Térmica**.

La energía Eólica es obtenida a partir del aprovechamiento de las corrientes de aire (viento) que permiten el movimiento de las palas de un aerogenerador para la generación de energía eléctrica. Es un tipo de energía renovable.

La energía Solar es obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. Es un tipo de energía renovable que genera energía eléctrica por medio de un proceso fotovoltaico o termoeléctrico. Existen diferentes tipos de energía solar como la fotovoltaica o la termosolar (también llamada **Solar Térmica**).

Energía por Biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica (plantas, animales, etc.) que mediante un proceso termoquímico y termoeléctrico es convertida en energía eléctrica. Existen diferentes tipos de biomasa como el bagazo, biogás, biodiesel, etc.

Energía renovable: Fuentes de energía que se obtienen de medios naturales en teoría inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Eficiencia energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y, los recursos naturales renovables.

Fuentes convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes convencionales de energía aquellas utilizadas de forma intensiva y ampliamente comercializadas en el país.

Fuente energética: Todo elemento físico del cual podemos obtener energía, con el objeto de aprovecharla. Se dividen en fuentes energéticas convencionales y no convencionales.

Generación filo de agua: Generación hidráulica de las plantas sin capacidad de regulación.

Generación fuera de mérito: Generación requerida en el sistema que está por encima del precio marginal.

Generación ideal: Despacho de generación que resulta de considerar una red de transporte inexistente.

Generación mínima por seguridad: Mínima generación requerida para garantizar adecuada tensión y aliviar sobrecargas en alguna zona del Sistema de Transmisión Nacional, de un Sistema de Transmisión Regional o de un Sistema de Distribución Local. Se calcula tanto para el mediano como para el largo plazo.

Generación mínima técnica: Mínima generación a la que puede operar una unidad de generación en condiciones normales de operación.

Generación neta: Generación entregada por una planta al Sistema Interconectado Nacional en el punto de conexión.

Generación real: Se calcula como la sumatoria de las generaciones netas medidas a nivel horario para cada uno de los agentes generadores en sus puntos de frontera.

Generador embebido: En el ámbito de esta resolución, se refiere a generadores de energía eléctrica con fuentes convencionales y fuentes no convencionales, cogeneradores y plantas menores.

Generadores: Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica.

Mercado de comercialización: Es el conjunto de usuarios regulados conectados a un mismo Sistema de Transmisión Regional y/o Distribución Local.

Mercado de Energía Mayorista (MEM): Es el encargado de la administración del Sistema de Intercambios Comerciales - ASIC- mediante el registro de los contratos de energía a largo plazo; de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos o contratos de energía en la bolsa por generadores y comercializadores. Liquida y Administra las cuentas de cargos por uso de las Redes del Sistema Interconectado Nacional -LAC- realizando el cálculo de ingresos y compensaciones de los transportadores y distribuidores, la liquidación y facturación de cargos para comercializadores y la gestión financiera del proceso. Presta servicios de información (con y sin valor agregado) a los interesados en el mercado para la toma de decisiones en las empresas.

Mercado libre: El mercado de energía eléctrica en que participan los usuarios no regulados y quienes los proveen de energía eléctrica.

Mercado mayorista: Conjunto de sistemas de intercambio de información entre generadores y comercializadores de grandes bloques de energía eléctrica en el Sistema de Intercambios Comerciales, para realizar contratos de energía a largo plazo y en la Bolsa de Energía sobre cantidades y precios definidos, con sujeción al Reglamento de Operación y demás normas aplicables.

Mercado meta: Conjunto bien definido de clientes cuyas necesidades proyecta satisfacer la empresa.

Mercado regulado: Mercado de energía eléctrica en el que participan los usuarios regulados y quienes los proveen de electricidad.

Potencia nominal: Potencia en MW a la que puede operar un equipo sin presentar pérdida de vida útil o daños atribuibles a la operación del mismo.

La **Región Central** es la primera entidad pública regional creada en el país (en septiembre de 2014), conocida también como **RAP-E**, que significa **Región Administrativa y de Planeación Especial**. Fue constituida mediante convenio suscrito por los departamentos **Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima y por Bogotá D. C.**, con el propósito de impulsar y articular planes regionales de desarrollo económico y ambiental en sus territorios. **Naturaleza jurídica.** La **Región Central** es una persona jurídica de derecho público, de naturaleza asociativa del orden territorial regional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio.

El **SIN (Sistema Interconectado Nacional Colombiano)** es un conjunto de líneas y subestaciones que transporta la energía desde las plantas de generación a las subestaciones de transformación y finalmente abastecen a todo el país. Este sistema está conformado por el Sistema de Transmisión Nacional y el Sistema de Transmisión Regional y con él es posible integrar todos los recursos energéticos y así lograr que una región le suministre a otra.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME): Es una unidad administrativa especial, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, encargada de la planeación integral del sector minero energético, creada por el decreto 2119 de 1992 y organizada según lo previsto en el artículo 15 de la Ley 143 de 1994.

Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Usuario final: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

Usuario no regulado: Es una persona natural o jurídica con una demanda máxima superior a un valor en MW o a un consumo mensual mínimo de energía en MWh, definidos por la CREG, por instalación legalizada, a partir de la cual no utiliza redes públicas de transporte de energía eléctrica y la utiliza en un mismo predio o en predios contiguos. Sus compras de electricidad se realizan a precios acordados libremente entre el comprador y el vendedor.

7 Panorama actual de la generación

La matriz de generación de energía eléctrica de Colombia se basa principalmente en el aprovechamiento del recurso hídrico, cercano al 70% mientras que el otro 30% proviene de fuentes alternativas, en particular generación con recursos fósiles como carbón, gas natural, gas licuado de petróleo, entre otros, para mitigar los efectos de las sequías que afectan el nivel de los embalses.

A continuación, se presenta un análisis del Reporte de Capacidad Efectiva de Generación (SIN) presentado por la UPME enfocándonos en la RAPE y los territorios que la constituyen.

7.1 En el ámbito nacional

7.1.1 Tecnologías implementadas

En el panorama actual de la generación en Colombia hay cinco diferentes tipos de tecnologías implementadas que se mostrarán en el análisis del documento:

- Hidráulica
- Térmica
- Biomasa
- Solar
- Eólica

En la gráfica se muestra que en la nación se cuenta con el aporte energético de las tecnologías implementadas de los cuales un 61,19% es generación hidráulica, 29,72% térmica, 7,34 % biomasa, 1,40% solar y 0,35% eólica. En la **Figura 2**. Porcentaje de aportes de las tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

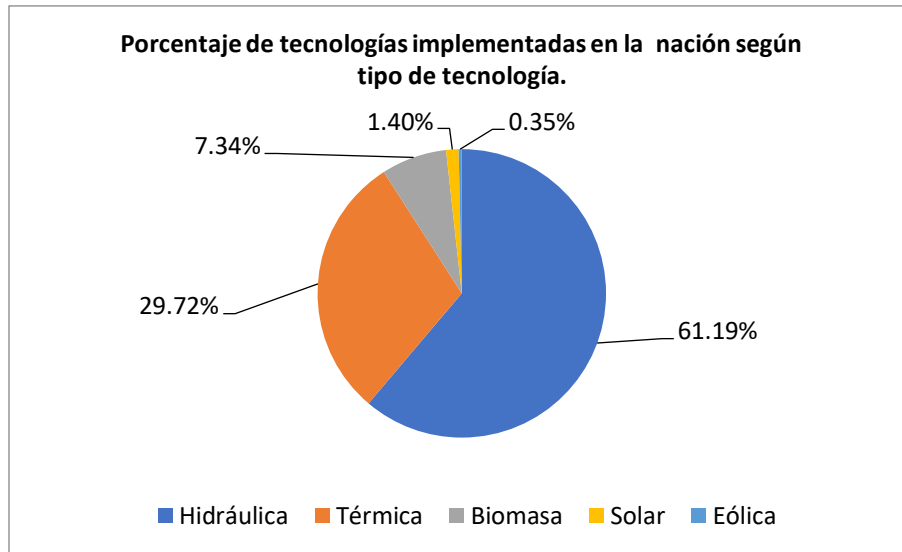


Figura 2. Porcentaje de aportes de las tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica muestra los diferentes tipos de tecnologías de generación en la nación en la **Figura 3**. Estadística de tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] El país cuenta con un número total de 286 centrales eléctricas de las cuales 175 generan energía con tecnología hidráulica, 85 térmica, 21 biomasa, 4 Solar y 1 eólica.

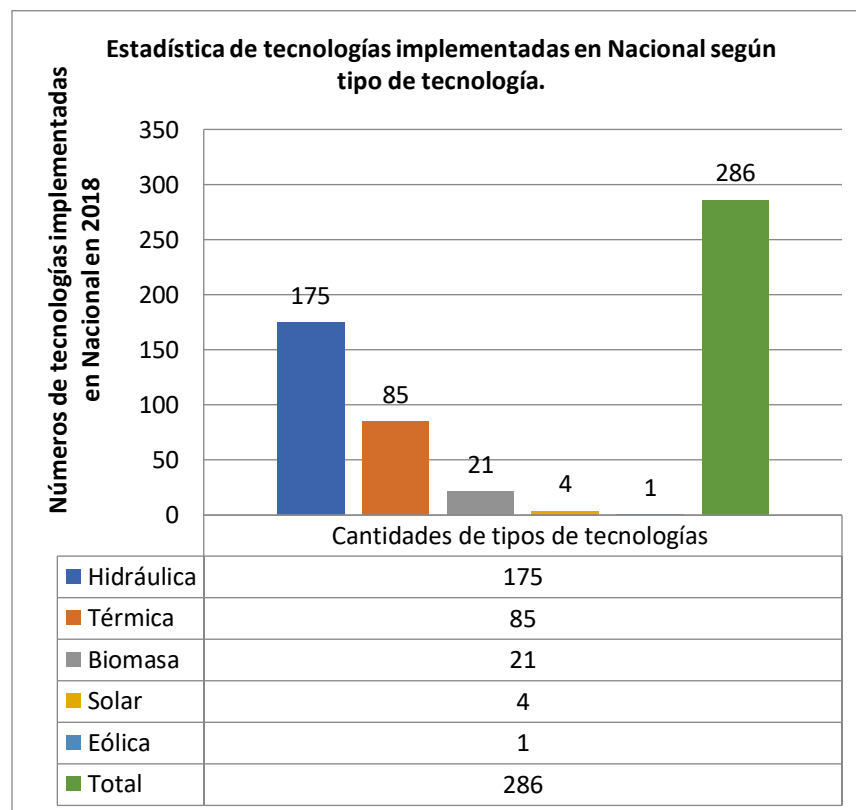


Figura 3. Estadística de tecnologías implementadas en la nación según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se presentan las diferentes clases de tecnologías implementadas para la generación eléctrica y la cantidad de centrales eléctricas por cada clase en el país en la **Tabla 3**. Tabla de clases de tecnologías implementadas para la generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total de centrales según la clase de tecnología implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>175</i>
	<i>total</i>	<i>175</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>13</i>
	<i>carbón</i>	<i>25</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>8</i>
	<i>gas</i>	<i>37</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>1</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>1</i>
	<i>total</i>	<i>85</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>18</i>
	<i>biogás</i>	<i>2</i>
	<i>biomasa</i>	<i>1</i>
	<i>total</i>	<i>21</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>4</i>
	<i>total</i>	<i>4</i>
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	<i>1</i>
	<i>total</i>	<i>1</i>
<i>Total</i>		<i>286</i>

Tabla 3. Tabla de clases de tecnologías implementadas para la generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.1.2 Capacidad de potencia instalada

La capacidad de potencia efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional en 2019 fue de 17,338.29 MW en la **Tabla 4**. Capacidad efectiva neta del SIN durante el 1er semestre 2019 por fuente de energía y tipo de despacho. [3]

Fuente de energía		2019 [MW]
<i>Recursos despachados Centralmente</i>		
<i>Hidráulica</i>	<i>Agua</i>	<i>10,978</i>
	Total Agua	10,978
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>766</i>
	<i>Carbón</i>	<i>1,619</i>
	<i>Combustóleo</i>	<i>272</i>
	<i>Gas</i>	<i>2,129</i>
	<i>Jet 1</i>	<i>44</i>
	<i>Gas – Jet A1</i>	<i>264</i>

Fuente de energía		2019 [MW]
Total Térmicos		5,094
<i>Recursos No despachados Centralmente</i>		
Autogenerador	Agua	0.00
	Biogás	1.60
	Carbón	14.90
	Gas	24.34
	Solar	9.8
	Total Autogenerador	50.64
Cogeneradores	Bagazo	139.60
	Carbón	9.40
	Gas	0.00
	Total Cogenerador	149
Eólica	Viento	18.42
	Total Eólica	18.42
Hidráulica	Agua	868.27
	Total Agua	868.27
Térmica	Biogás	3.95
	Carbón	17.00
	Gas	150.95
	Solar	8.06
	Total Térmica	179.96
Total SIN		17,338.29

Tabla 4. Capacidad efectiva neta del SIN durante el 1er semestre 2019 por fuente de energía y tipo de despacho. [3]

Desde el punto de vista del despacho de las plantas generadoras, se observa que las plantas hidráulicas fueron las que aportaron la mayor capacidad en MW de crecimiento durante el 1er semestre de 2019; a continuación, se presentan las plantas hidráulicas no despachadas centralmente que declararon su operación comercial del 2017 al presente año en la **Tabla 5**. CEN de plantas hidráulicas no despachadas centralmente con inicio de operación entre 2017 - 2019 [4]

Planta	CEN [MW]	Fecha de entrada
<i>Aleandría</i>	15	02/03/2017
<i>El Edén</i>	19.9	02/03/2017
<i>El Molino</i>	19.9	19/04/2017
<i>San Matías</i>	10	25/04/2017
<i>Cantayús</i>	4.32	20/05/2017
<i>Las Palmas</i>	2.8	30/08/2017
<i>Argos el Cairo</i>	6.50	29/09/2017
<i>Luzma I</i>	19.6	07/10/2017
<i>Luzma II</i>	19.6	07/10/2017
<i>Tequendama 1</i>	14.20	28/02/2018
<i>Tequendama 2</i>	14.20	28/02/2018
<i>Tequendama 3</i>	14.20	28/02/2018
<i>Tequendama 4</i>	14.20	28/02/2018

<i>Juan García</i>	<i>4.52</i>	<i>12/09/2018</i>
<i>San José de la Montaña</i>	<i>1.10</i>	<i>06/10/2018</i>
<i>Aures Bajo</i>	<i>19.40</i>	<i>12/12/2018</i>
<i>Total</i>	<i>199.44</i>	

Tabla 5. CEN de plantas hidráulicas no despachadas centralmente con inicio de operación entre 2017 - 2019 [4]

Las plantas térmicas menores no despachadas centralmente que declararon su operación comercial del 2017 al presente año se muestran en la **Tabla 6.** CEN de plantas térmicas no despachadas centralmente con inicio de operación en 2017 - 2019 [4]

<i>Planta</i>	<i>CEN [MW]</i>	<i>Fecha de entrada</i>
<i>Proenca II</i>	<i>17.00</i>	<i>10/10/2017</i>
<i>Termomechero 5</i>	<i>19.30</i>	<i>16/12/2017</i>
<i>Termomechero 4</i>	<i>19.30</i>	<i>02/02/2018</i>
<i>Termomechero 6</i>	<i>19.30</i>	<i>02/02/2018</i>
<i>Celsia Solar Bolívar</i>	<i>8.06</i>	<i>03/02/2019</i>
<i>Total</i>	<i>82.96</i>	

Tabla 6. CEN de plantas térmicas no despachadas centralmente con inicio de operación en 2017 - 2019 [4]

Otra mirada de la clasificación de la capacidad efectiva neta es por tipo de recurso natural, es decir, capacidad efectiva neta de recursos renovables y no renovables. En este sentido, en la **Tabla 7.** CEN del SIN a diciembre de 2017 por recurso natural [4], observamos esta clasificación y se evidencia el crecimiento del uso de biomasa como recurso renovable para generación eléctrica.

<i>Fuente de energía</i>	<i>2017 [MW]</i>
<i>Fuente de energía No Renovable</i>	
<i>Combustible fósil</i>	<i>4,910.20</i>
<i>Total No Renovable</i>	<i>4,910.20</i>
<i>Fuente de energía Renovable</i>	
<i>Biomasa</i>	<i>114.70</i>
<i>Eólica</i>	<i>18.42</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>11,725.63</i>
<i>Solar</i>	<i>9.80</i>
<i>Total Renovable</i>	<i>11,868.55</i>
<i>Total General</i>	<i>16,778.75</i>

Tabla 7. CEN del SIN a diciembre de 2017 por recurso natural [4]

Se presentan gráficas tomadas del estudio de tecnologías implementadas de generación brindado por XM enfocadas en el espacio Nacional, para información y análisis. Actualmente, el porcentaje de distribución de tecnologías implementadas es de un 64,81% de generación hidráulica, 27,78% térmica y 7,41% biomasa en la **Figura 4.** Porcentaje de capacidad total efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

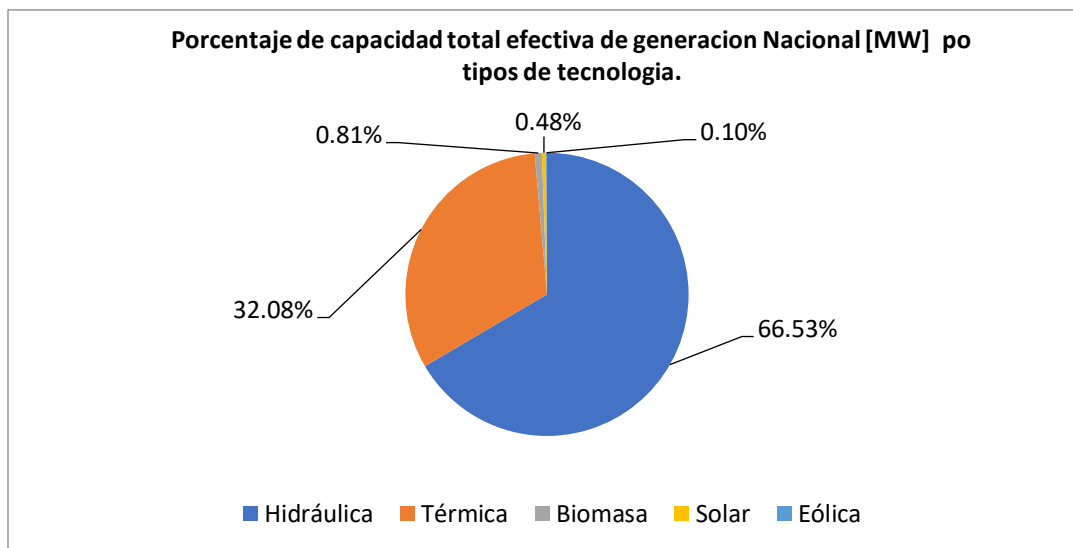


Figura 4. Porcentaje de capacidad total efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

Geográficamente, las fuentes tecnológicas de generación se encuentran concentradas en el país, por lo que el análisis se centra en este sector para observar las tecnologías implementadas como se ve en la siguiente gráfica donde se presenta la generación nacional por tipo de tecnología en la **Figura 5**. Estadística de capacidad efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

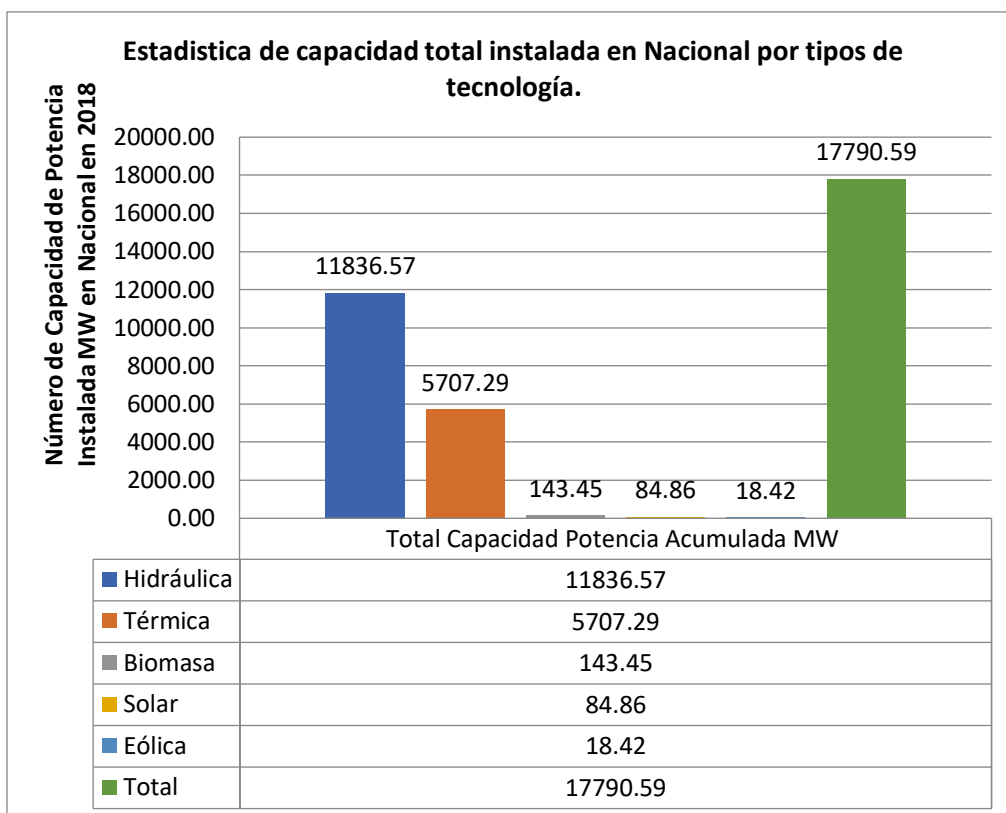


Figura 5. Estadística de capacidad efectiva de generación Nacional [MW] por tipos de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.1.3 La capacidad Generación nacional de energía eléctrica

La siguiente gráfica se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en la nación, para información y análisis. Actualmente, el porcentaje de generación nacional es de un 82,71% de generación hidráulica, 16,69% térmica, 1,06% biomasa, 0,06% solar y 0,02% eólica en la **Figura 6**. Porcentaje de generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

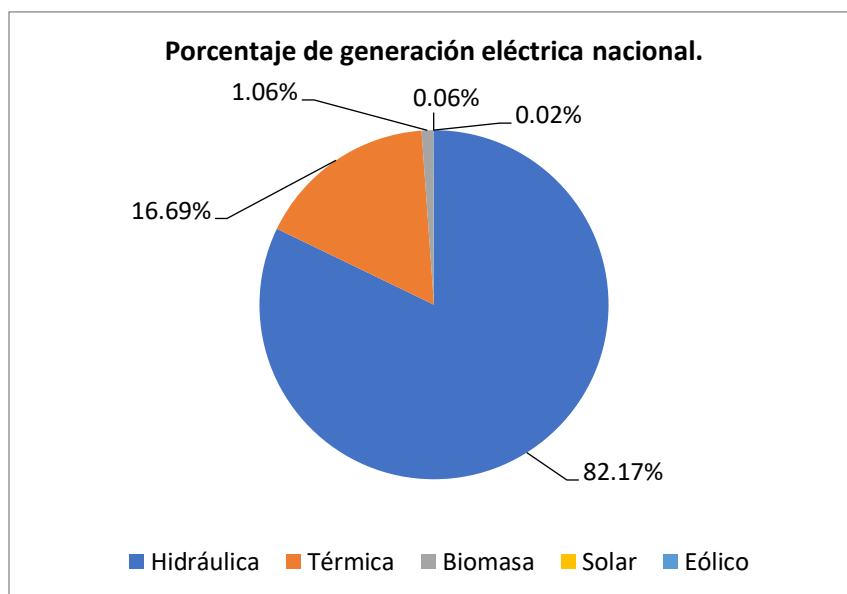


Figura 6. Porcentaje de generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para la nación en la **Figura 7**. Estadística de generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] La nación produce un total de 5745,01 GWh: 4720,58 GWh con tecnología hidráulica, 958,97 GWh con térmica, 60,84 GWh con biomasa, 1,00GWh con solar y 3,62GWh con tecnología eólica.

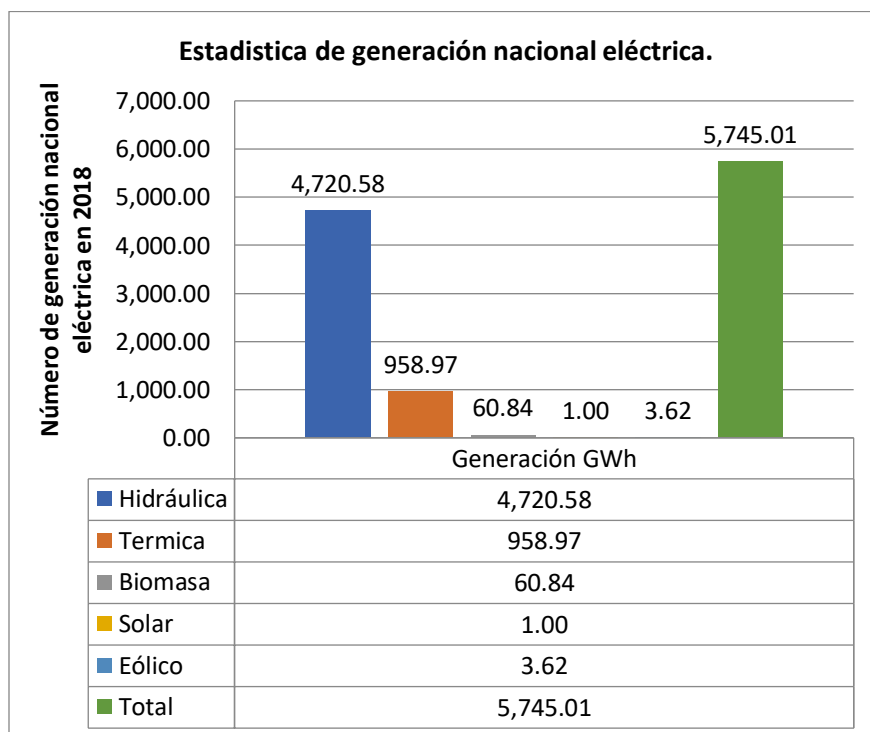


Figura 7. Estadística de generación eléctrica nacional. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.1.4 Factor de utilización Nacional

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica del país. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 8**. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la nación. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

Generación	Generación GWh	Capacidad Instalada MW	Eficiencia de generación
Hidráulica	4.720,58	11.750,95	40,17%
Térmica	958,97	5.140,37	18,66%
Biomasa	60,84	142,28	42,76%
Solar	1,00	22,31	4,48%
Eólico	3,62	18,42	19,65%
Total	5.745,01	17.074,33	33,65%

Tabla 8. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la nación. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.2 Tecnologías implementadas en la región RAPE

Se presentan gráficas tomadas del estudio de tecnologías implementadas de generación brindado por XM enfocadas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y la ciudad de Bogotá D.C. o región RAPE, para información y análisis. Actualmente, el porcentaje de tecnologías implementadas en la región es de un 64,81% en generación hidráulica, 27,78% térmica y 7,41% biomasa en la **Figura 8**. Porcentaje de tecnologías implementadas en Rape según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

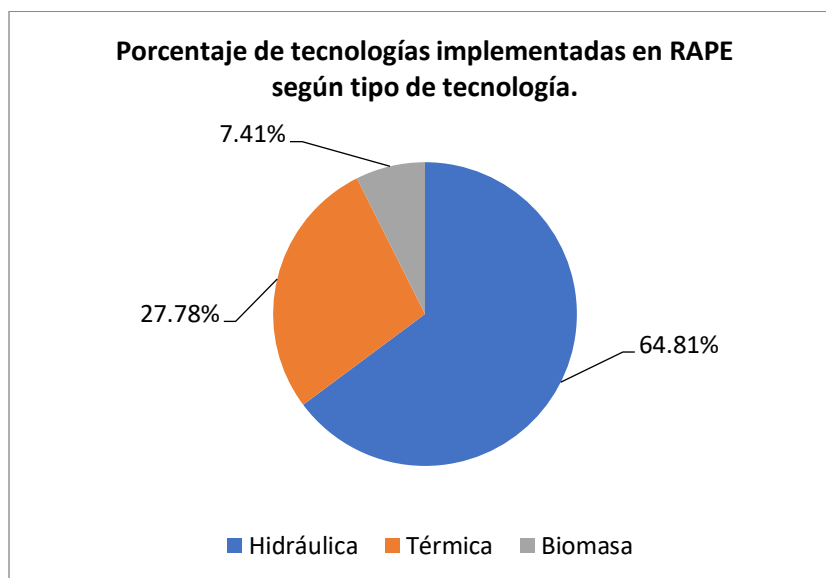


Figura 8. Porcentaje de tecnologías implementadas en Rape según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica muestra el número de centrales implementadas según sus diferentes tipos de tecnología para la Región RAPE en la **Figura 9**. Estadística de centrales implementadas en la RAPE según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Este departamento cuenta con un número total de 54: de los cuales unos 35 generan con tecnología hidráulica, 15 con térmica y 4 con biomasa.

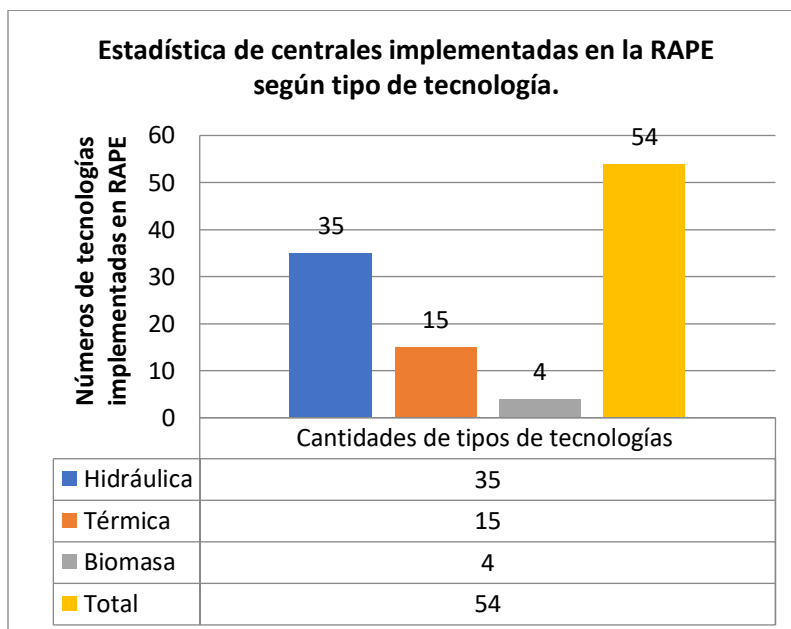


Figura 9. Estadística de centrales implementadas en la RAPE según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se presenta la cantidad de centrales en funcionamiento según las diferentes clases de tecnologías implementadas en la RAPE en la **Tabla 9**. Tabla de clases de tecnologías implementadas en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total clases de tecnologías implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>35</i>
	<i>total</i>	<i>35</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>0</i>
	<i>carbón</i>	<i>10</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>0</i>
	<i>gas</i>	<i>5</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>0</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>15</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>3</i>
	<i>biogás</i>	<i>1</i>
	<i>biomasa</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>4</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>0</i>

Generación	Clases de tecnologías	Total clases de tecnologías implementadas
	total	0
Eólica	viento	0
	total	0
Total		54

Tabla 9. Tabla de clases de tecnologías implementadas en la RAPE. Elaboración propia.
Fuente: UPME [2]

7.2.1 Tecnologías implementadas en Cundinamarca

En la gráfica de torta se muestra la distribución porcentual de las tecnologías implementadas en Cundinamarca con un 78,26% para generación hidráulica, 21,74% térmica y 0.0 % biomasa en la **Figura 10**. Porcentaje de centrales implementadas en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

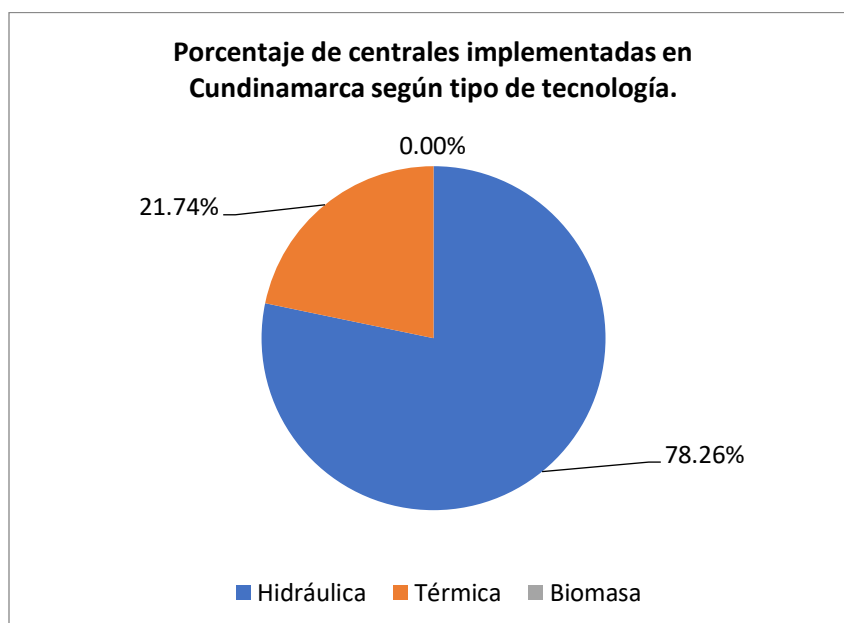


Figura 10. Porcentaje de centrales implementadas en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica de barras muestra el número de centrales implementadas según los diferentes tipos de tecnología para el departamento de Cundinamarca en la **Figura 11**. Estadística de centrales en Cundinamarca según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Este departamento cuenta con un total de 23 centrales: 18 generan usando tecnología hidráulica, 5 térmica y 0 biomasa.

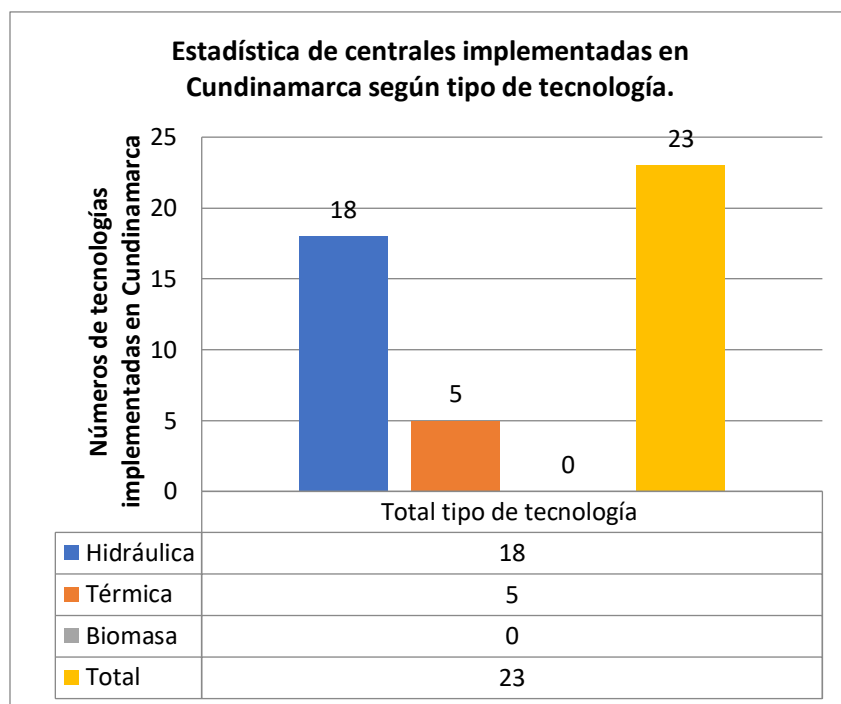


Figura 11. Estadística de centrales en Cundinamarca según el tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se muestra las centrales eléctricas ordenadas por la clase de tecnología implementada en Cundinamarca en la **Tabla 10**. Tabla de clases de tecnología implementada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total clases de tecnologías implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>18</i>
	<i>total</i>	<i>18</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>0</i>
	<i>carbón</i>	<i>4</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>0</i>
	<i>gas</i>	<i>1</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>0</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>5</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>0</i>
	<i>biogás</i>	<i>0</i>
	<i>biomasa</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>

Generación	Clases de tecnologías	Total clases de tecnologías implementadas
Total		23

Tabla 10. Tabla de clases de tecnología implementada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.2.2 Tecnologías implementadas en Boyacá

En el diagrama de torta se muestra la distribución porcentual de las tecnologías implementadas en Boyacá con un 20,00% para generación hidráulica, 80,00% térmica y 0.0 % biomasa en la **Figura 12**. Porcentaje de centrales implementadas en Boyacá según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

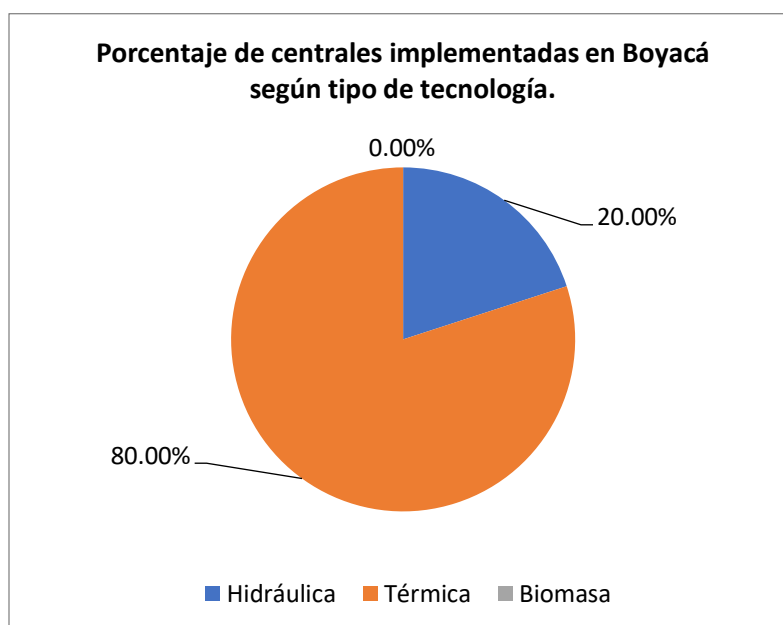


Figura 12. Porcentaje de centrales implementadas en Boyacá según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, este diagrama de barras muestra el número de centrales implementadas según los diferentes tipos de tecnología para el departamento de Boyacá en la **Figura 13**. Estadística de centrales en Boyacá según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Este departamento cuenta con un total de 10 centrales: 2 generan usando tecnología hidráulica, 8 térmica y 0 biomasa.

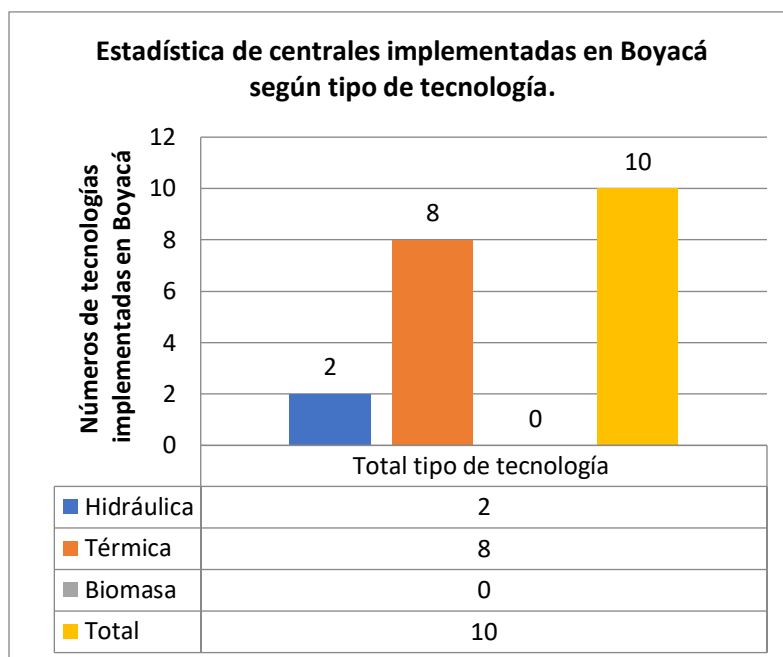


Figura 13. Estadística de centrales en Boyacá según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se muestra las centrales eléctricas ordenadas por la clase de tecnología implementada en Boyacá en la **Tabla 11**. Tabla de clases de tecnología implementada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total clases de tecnologías implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>2</i>
	<i>total</i>	<i>2</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>0</i>
	<i>carbón</i>	<i>6</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>0</i>
	<i>gas</i>	<i>2</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>0</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>8</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>0</i>
	<i>biogás</i>	<i>0</i>
	<i>biomasa</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Total</i>		<i>10</i>

Tabla 11. Tabla de clases de tecnología implementada en Boyacá. Elaboración propia.
Fuente: UPME [2]

7.2.3 Tecnologías implementadas en Tolima

En la gráfica se muestra la distribución porcentual de las tecnologías implementadas en Tolima con un 86,67% para generación hidráulica, 13,33% térmica y 0.0 % biomasa en la **Figura 14**. Porcentaje de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

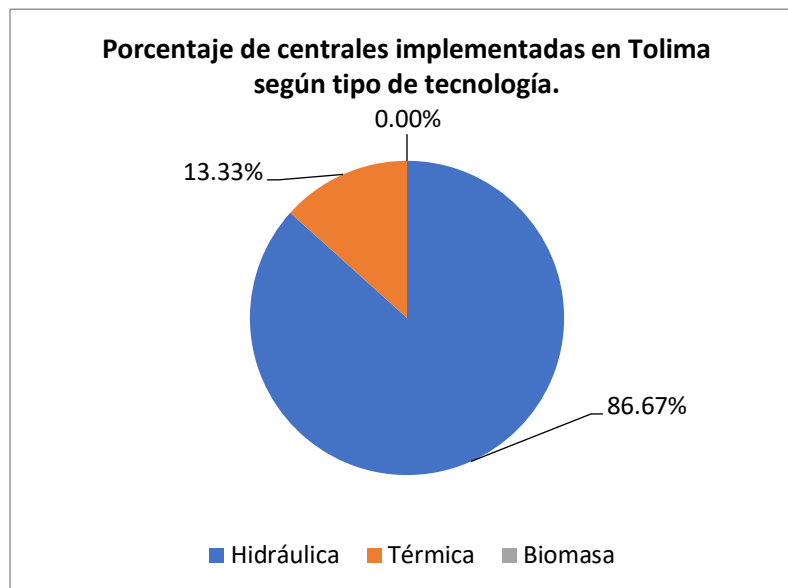


Figura 14. Porcentaje de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica muestra el número de centrales implementadas según los diferentes tipos de tecnología para el departamento de Tolima en la **Figura 15**. Estadística de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Este departamento cuenta con un total de 15 centrales: 13 generan usando tecnología hidráulica, 2 térmica y 0 biomasa.

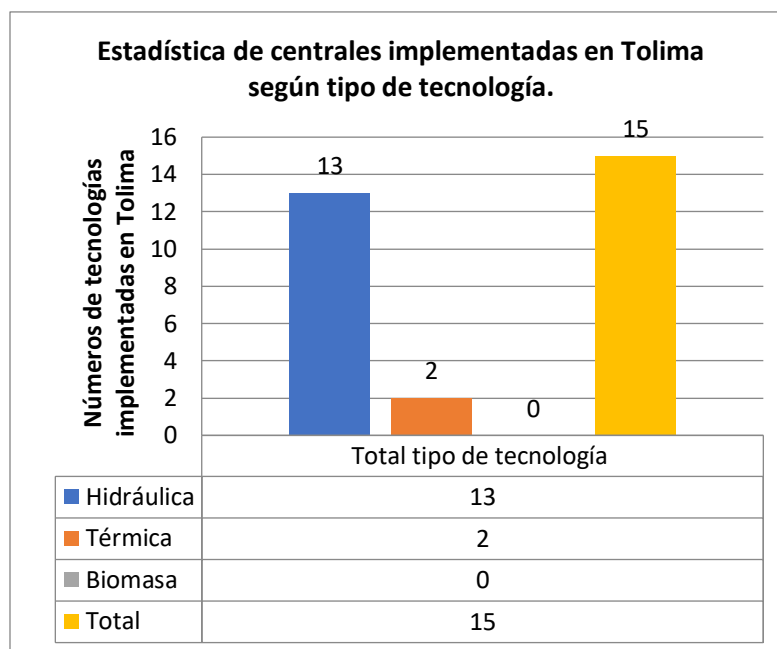


Figura 15. Estadística de centrales implementadas en Tolima según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se muestra las centrales eléctricas ordenadas por la clase de tecnología implementada en Tolima en la **Tabla 12**. Tabla de clases de tecnología implementada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

Generación	Clases de tecnologías	Total clases de tecnologías implementadas
Hidráulica	agua	13
	total	13
Térmica	ACPM	0
	carbón	0
	combustóleo	0
	gas	2
	jet - A1	0
	mezcla gas - jet-A1	0
	total	2
Biomasa	bagazo	0
	biogás	0
	biomasa	0
	total	0
Solar	RAD - solar	0
	total	0
Eólica	viento	0
	total	0
Total		15

Tabla 12. Tabla de clases de tecnología implementada en Tolima. Elaboración propia.
Fuente: UPME [2]

7.2.4 Tecnologías implementadas en Meta

Puede observar en el gráfico la distribución porcentual de las tecnologías implementadas en Meta con un 0,00% para generación hidráulica, 0,00% térmica y 100,0% biomasa en la **Figura 16**. Porcentaje de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

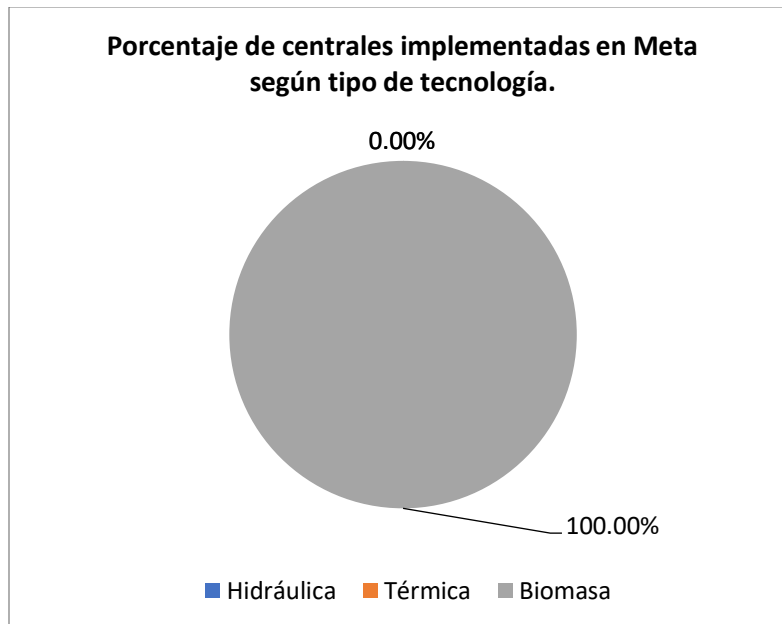


Figura 16. Porcentaje de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

Evidentemente, como destaca el gráfico del número de centrales implementadas según los diferentes tipos de tecnología para el departamento de Meta en la **Figura 17**. Estadística de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Este departamento cuenta con un total de 2 centrales: 0 generan usando tecnología hidráulica, 0 térmica y 2 biomasa.

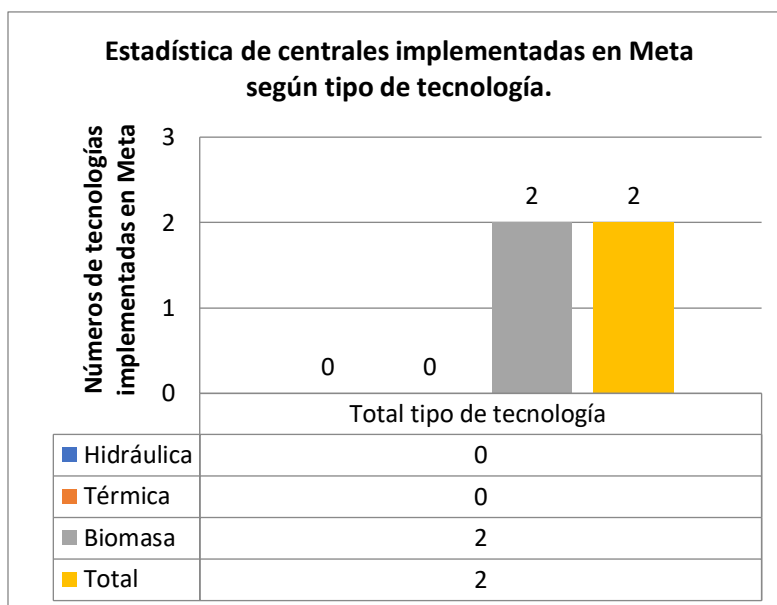


Figura 17. Estadística de centrales implementadas en Meta según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se muestra las centrales eléctricas ordenadas por la clase de tecnología implementada en Meta en la **Tabla 13**. Tabla de clases de tecnología implementada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total clases de tecnologías implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>0</i>
	<i>carbón</i>	<i>0</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>0</i>
	<i>gas</i>	<i>0</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>0</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>2</i>
	<i>biogás</i>	<i>0</i>
	<i>biomasa</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>2</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Total</i>		<i>2</i>

Tabla 13. *Tabla de clases de tecnología implementada en Meta. Elaboración propia.*
Fuente: UPME [2]

7.2.5 Tecnologías implementadas en Bogotá D.C

La distribución porcentual de las tecnologías implementadas en Bogotá D.C, vista en el esquema, es de un 50,00% para generación hidráulica, 0,00% térmica y 50,00% biomasa en la **Figura 18**. Porcentaje de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

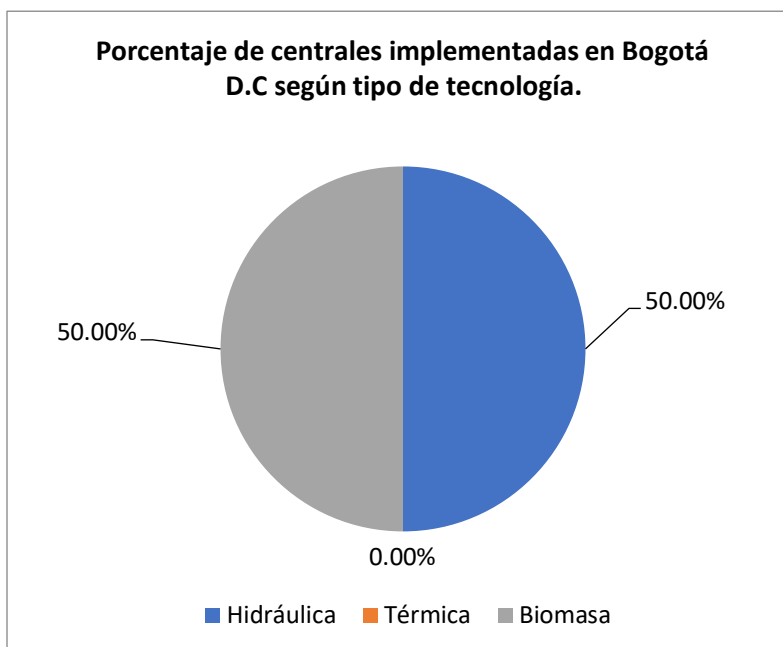


Figura 18. *Porcentaje de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]*

La repartición del número de centrales implementadas según los diferentes tipos de tecnología para el distrito capital Bogotá en la **Figura 19**. Estadística de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Es de un total de 4 centrales: 2 generan usando tecnología hidráulica, 0 térmica y 2 biomasa.

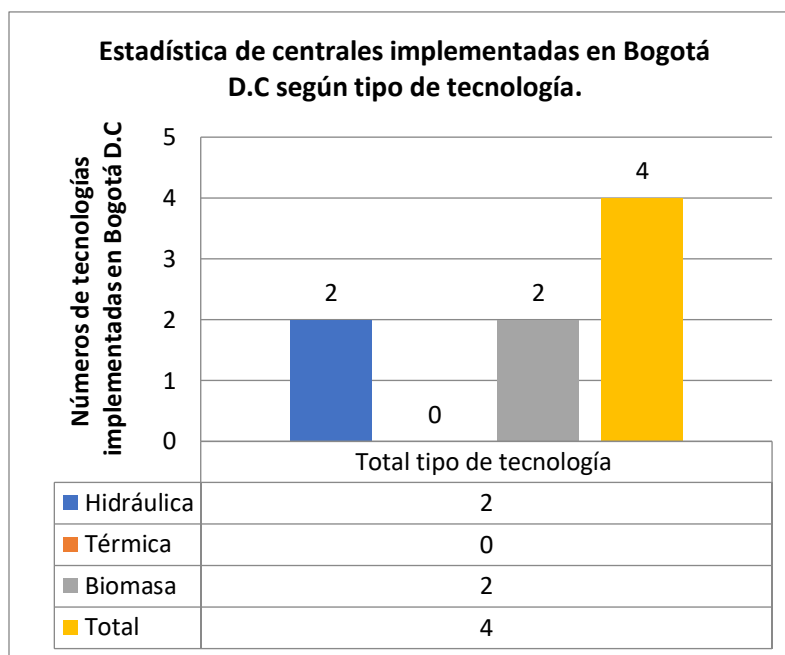


Figura 19. Estadística de centrales implementadas en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

En la tabla se muestra las centrales eléctricas ordenadas por la clase de tecnología implementada en Bogotá D.C en la **Tabla 14**. Tabla de clases de tecnología implementada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

<i>Generación</i>	<i>Clases de tecnologías</i>	<i>Total clases de tecnologías implementadas</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	<i>2</i>
	<i>total</i>	<i>2</i>
<i>Térmica</i>	<i>ACPM</i>	<i>0</i>
	<i>carbón</i>	<i>0</i>
	<i>combustóleo</i>	<i>0</i>
	<i>gas</i>	<i>0</i>
	<i>jet - A1</i>	<i>0</i>
	<i>mezcla gas - jet-A1</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	<i>1</i>
	<i>biogás</i>	<i>1</i>
	<i>biomasa</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>2</i>
<i>Solar</i>	<i>RAD - solar</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	<i>0</i>
	<i>total</i>	<i>0</i>
<i>Total</i>		<i>4</i>

Tabla 14. *Tabla de clases de tecnología implementada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]*

7.3 Capacidad de potencia instalada en la región RAPE

Al agrupar la información obtenida del estudio de capacidad efectiva de generación brindado por XM orientada a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y la ciudad de Bogotá D.C. o región RAPE se halló que actualmente, la región cuenta con una capacidad acumulada efectiva cercana a los 4.1 GW de los cuales un 84.92% es generación hidráulica, 14.50% térmica y 0.58% biomasa en la **Figura 20**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en la región RAPE Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

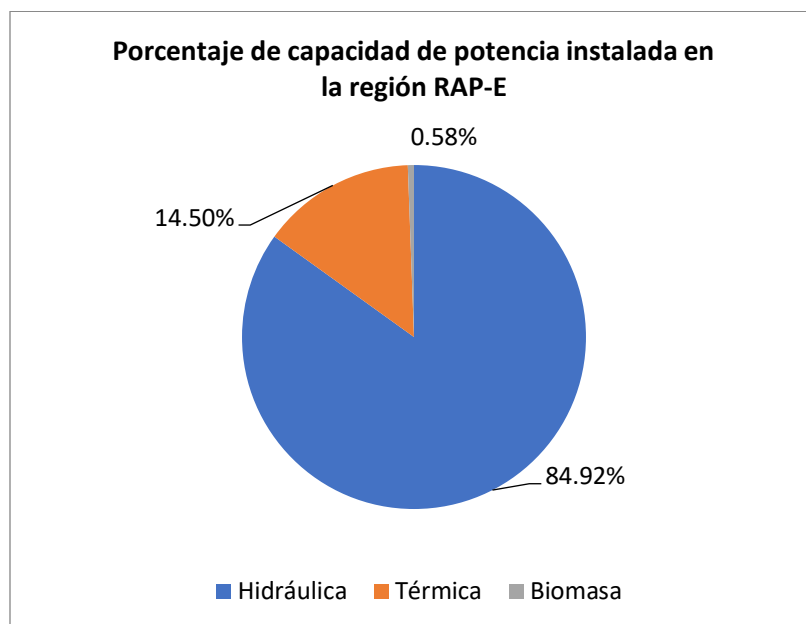


Figura 20. *Porcentaje de capacidad de potencia instalada en la región RAPE Elaboración propia. Fuente: UPME [2]*

Geográficamente, las fuentes tecnológicas de generación se encuentran concentradas en el centro del país, por lo que el análisis se centra en este sector para observar la capacidad efectiva instalada como se ve en la siguiente gráfica donde se presenta la capacidad instalada efectiva de generación por tipo de tecnología en la RAPE en la **Figura 21**. Estadística de capacidad de potencia instalada en la región RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

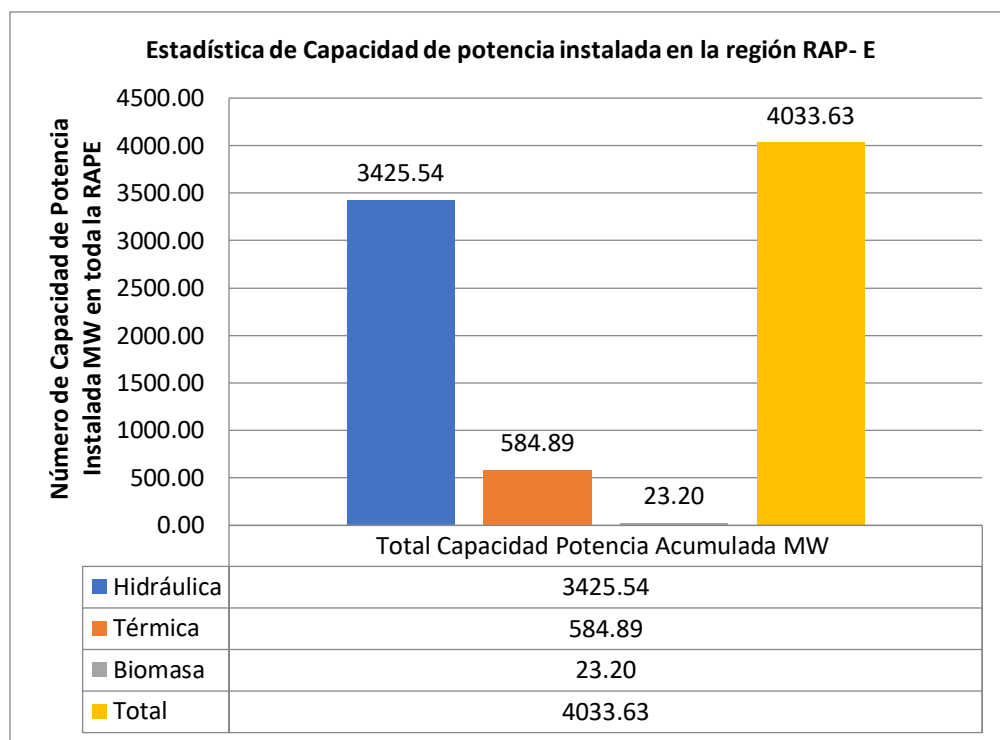


Figura 21. Estadística de capacidad de potencia instalada en la región RAPE.
Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.3.1 Generación de energía eléctrica en la RAPE

La siguiente gráfica se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en la RAPE, para información y análisis. Actualmente, el porcentaje de generación de RAPE es de un 93,19% de generación hidráulica, 6,45% térmica, 0,36% biomasa en la **Figura 22**. Porcentaje de generación eléctrica en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

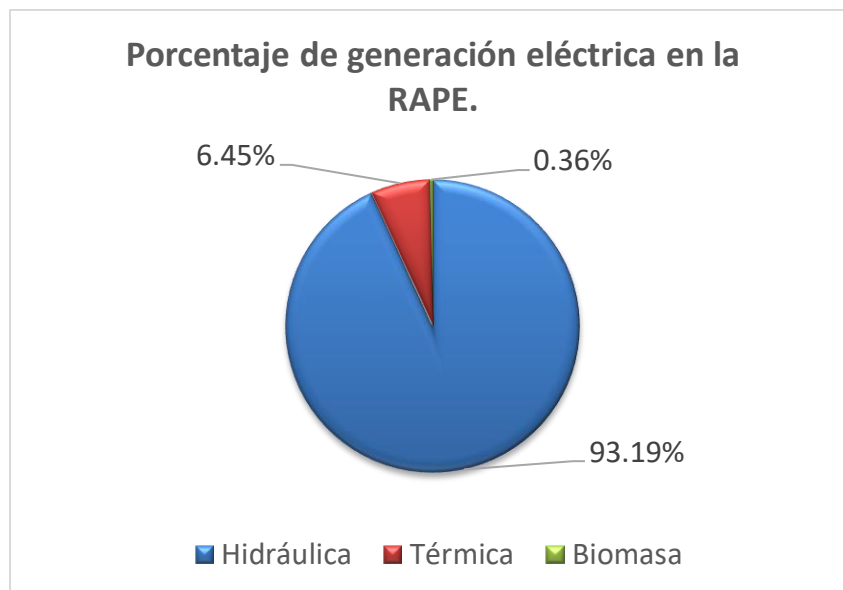


Figura 22. Porcentaje de generación eléctrica en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para la RAPE en la **Figura 23**. Estadística de generación eléctrica en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En la Región Central se cuenta con un total de 1421,36 GWh: 1324,58 GWh con tecnología hidráulica, 91,64 GWh térmica y 5,14 GWh biomasa.

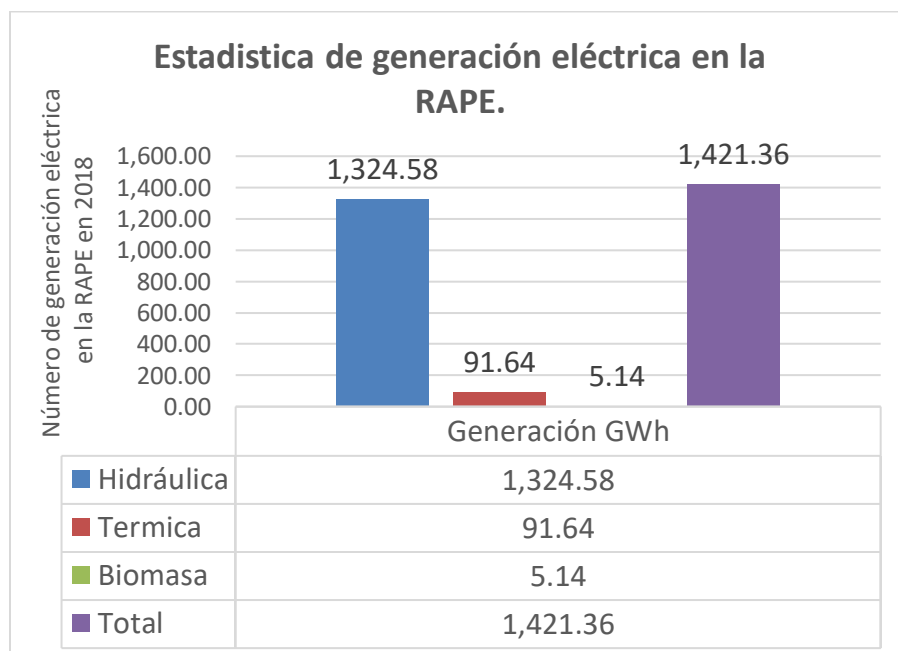


Figura 23. Estadística de generación eléctrica en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.2 Factor de utilización en la RAPE

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica de la RAPE. Esto permite evaluar si la capacidad local es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 15**. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

<i>Generación</i>	<i>Generación GWh</i>	<i>Capacidad Efectiva Neta MW</i>	<i>Eficiencia de generación</i>
<i>Hidráulica</i>	1.324,58	3.406,57	38,88%
<i>Térmica</i>	91,64	571,77	16,03%
<i>Biomasa</i>	5,14	23,20	22,14%
<i>Total</i>	1.421,36	4.001,54	35,52%

Tabla 15. Tabla de relación entre generación de energía eléctrica y capacidad instalada en la RAPE. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.3 Capacidad de potencia instalada en Cundinamarca

En la gráfica se muestra que Cundinamarca cuenta con una capacidad efectiva de 2.4 GW de los cuales un 90.61% es generación hidráulica, 9.39% térmica y 0.0 % biomasa en la **Figura 24**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

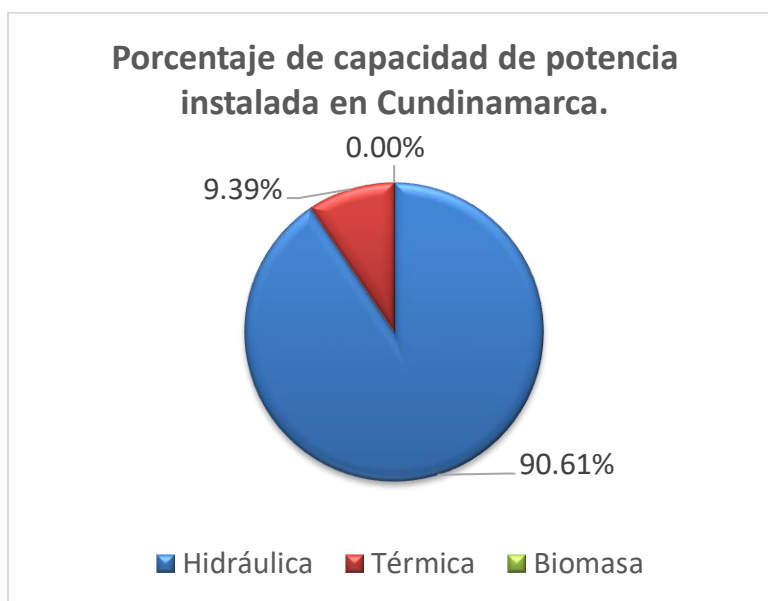


Figura 24. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica muestra la capacidad efectiva de generación según sus diferentes tipos de tecnología para el departamento de Cundinamarca en la **Figura 25**. Estadística de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] En este departamento cuenta con una capacidad efectiva total de

2412.54 MW de los cuales un 2186.10 MW son generados por tecnología hidráulica, 226.44 MW térmica y 0.0 MW biomasa.

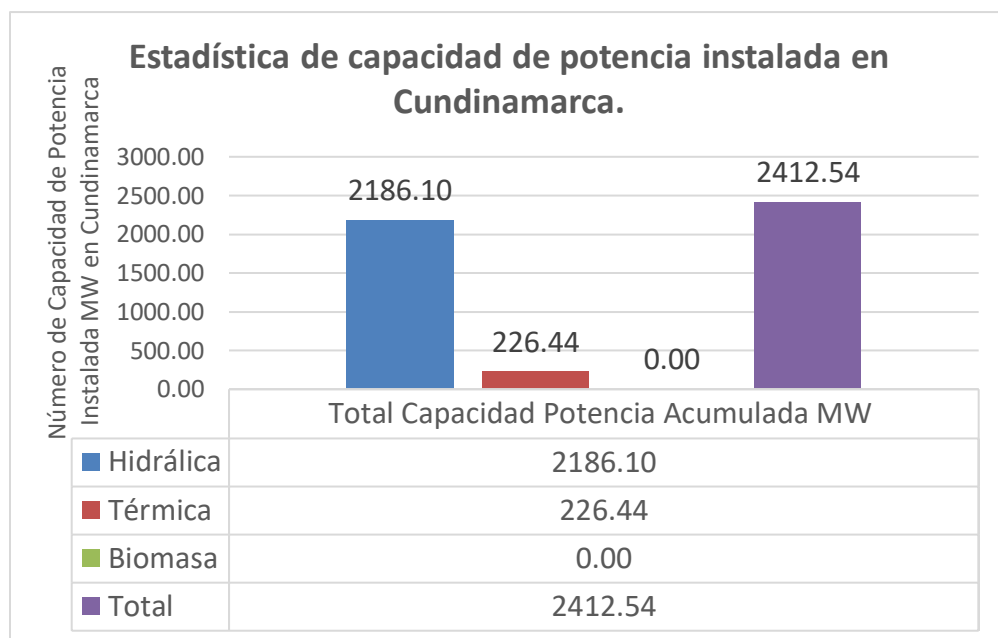


Figura 25. Estadística de capacidad de potencia instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.3.4 Generación de energía eléctrica en Cundinamarca

La siguiente gráfica se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en Cundinamarca, para información y análisis. Actualmente, el porcentaje de generación de Cundinamarca es de un 98,26% de generación hidráulica, 1,74% térmica, 0,00% biomasa en la **Figura 26**. Porcentaje de generación eléctrica en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

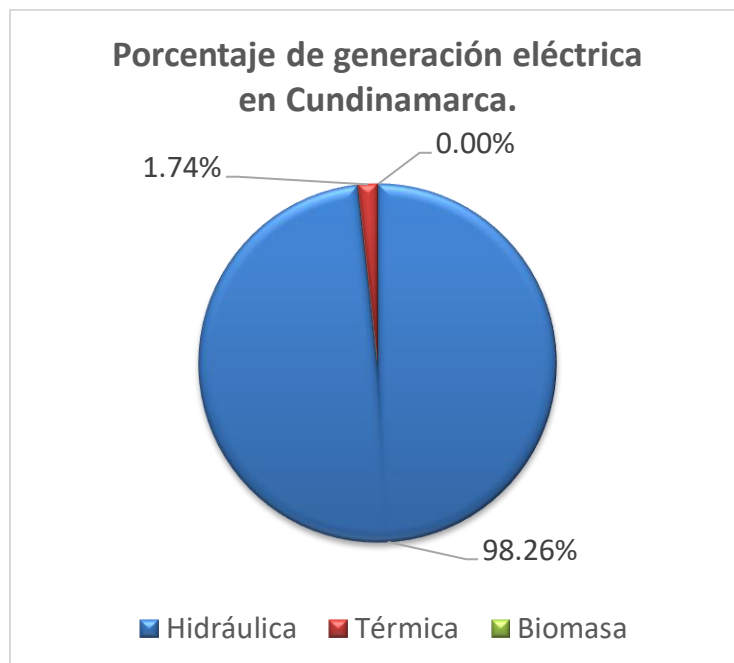


Figura 26. Porcentaje de generación eléctrica en Cundinamarca. Elaboración propia.
Fuente: UPME [5]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para Cundinamarca en la **Figura 27**. Estadística de generación de eléctrica en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En este departamento se cuenta con un total de 833,64 GWh: 819,11 GWh generan usando tecnología hidráulica, 14,53 GWh térmica y 0,00 GWh biomasa.

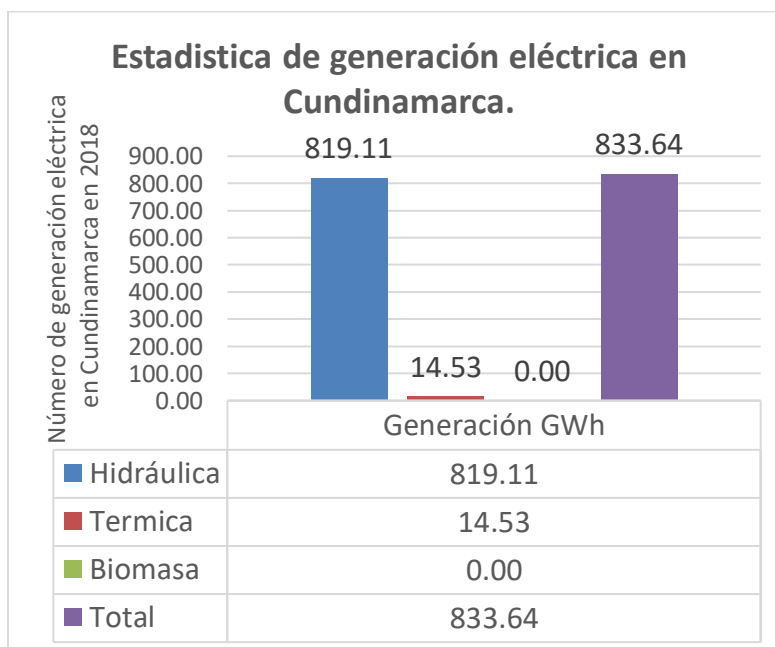


Figura 27. Estadística de generación de eléctrica en Cundinamarca. Elaboración propia.
Fuente: UPME [5]

7.3.5 Factor de utilización en Cundinamarca

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica en Cundinamarca. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 16**. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

Generación	Generación GWh	Capacidad Efectiva Neta MW	Eficiencia de generación
Hidráulica	819,11	2.179,52	37,58%
Térmica	14,53	225,22	6,45%
Biomasa	0,00	0,00	0,00%
Total	833,64	2.404,74	34,67%

Tabla 16. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.6 Capacidad de potencia instalada en Boyacá

En la gráfica de torta se observa que el departamento de Boyacá cuenta con una capacidad instalada efectiva de 1.4 GW de los cuales un 74.63% es de generación hidráulica, 25.37% térmica, 0.00% biomasa en la **Figura 28**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

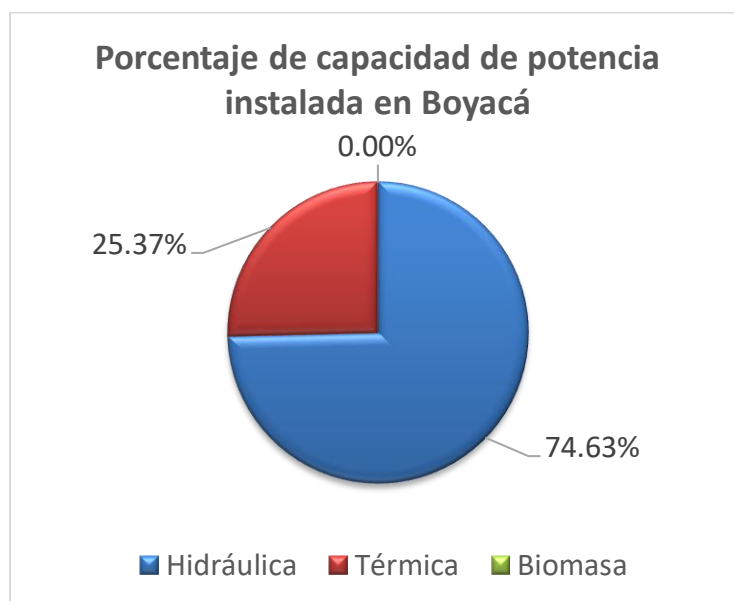


Figura 28. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica de barras presenta la capacidad instalada efectiva de generación según sus diferentes tipos de tecnología para Boyacá en la **Figura 29**.

Estadística de capacidad de potencia instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Se cuenta con una capacidad efectiva total de 1366.40 MW de los cuales un 1019.70 MW es generación hidráulica, 346.70 MW térmica y 0.0 MW biomasa

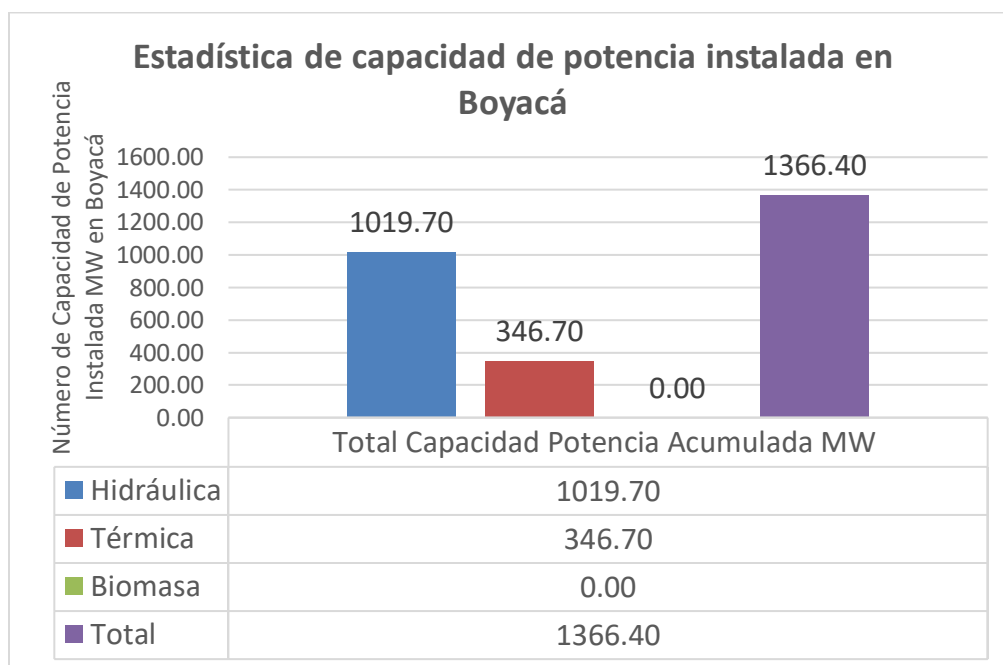


Figura 29. Estadística de capacidad de potencia instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.3.7 Generación de energía eléctrica en Boyacá

La siguiente gráfica de tortas se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en la Boyacá, para información y análisis. Ahora, se muestra el porcentaje de generación en Boyacá es de un 84,33% de generación hidráulica, 15,67% térmica y 0,00% biomasa en la **Figura 30**. Porcentaje de generación eléctrica en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

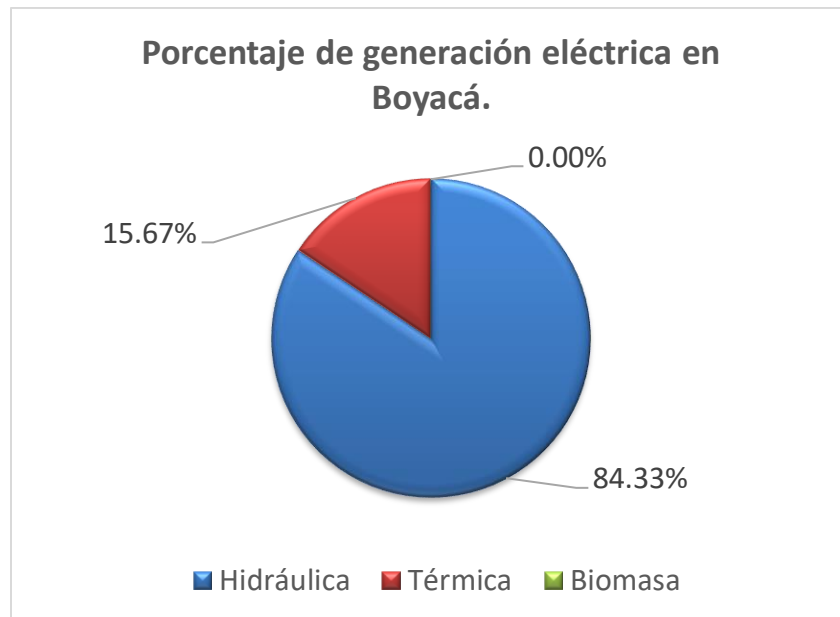


Figura 30. Porcentaje de generación eléctrica en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

De próximo, esta gráfica de barras muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para Boyacá en la **Figura 31**. Estadística de generación eléctrica en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En este departamento se cuenta con un total de 491,83 GWh: 414,74 GWh generan usando tecnología hidráulica, 77,09 GWh térmica y 0,00 GWh biomasa.

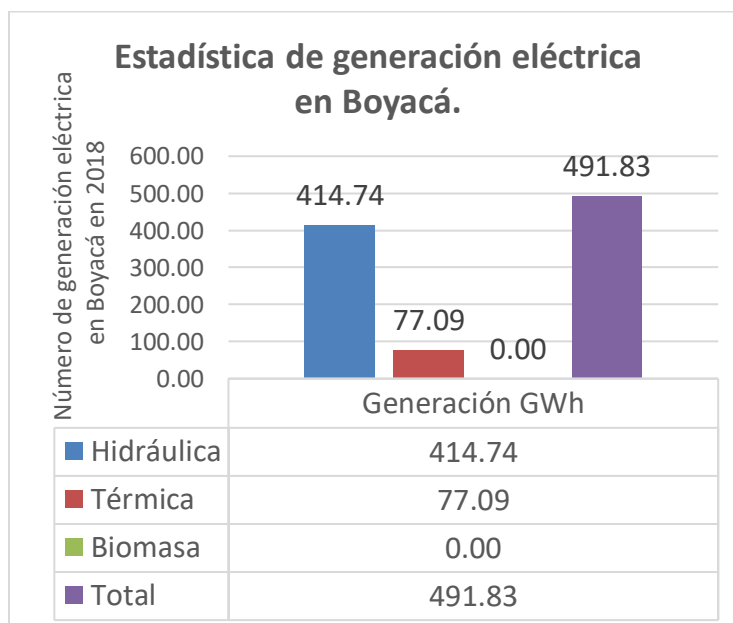


Figura 31. Estadística de generación eléctrica en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.8 Factor de utilización en Boyacá

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica en Boyacá. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 17**. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

Generación	Generación GWh	Capacidad Efectiva Neta MW	Eficiencia de generación
Hidráulica	414,74	1.019,70	40,67%
Térmica	77,09	340,13	22,66%
Biomasa	0,00	0,00	0,00%
Total	491,83	1.359,83	36,17%

Tabla 17. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.9 Capacidad de potencia instalada en Tolima

En el diagrama se muestra que Tolima cuenta con una capacidad instalada efectiva aproximada de 0.2 GW de los cuales un 94.56% es generación hidráulica, 5.44% térmica y 0.00% biomasa en la **Figura 32**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

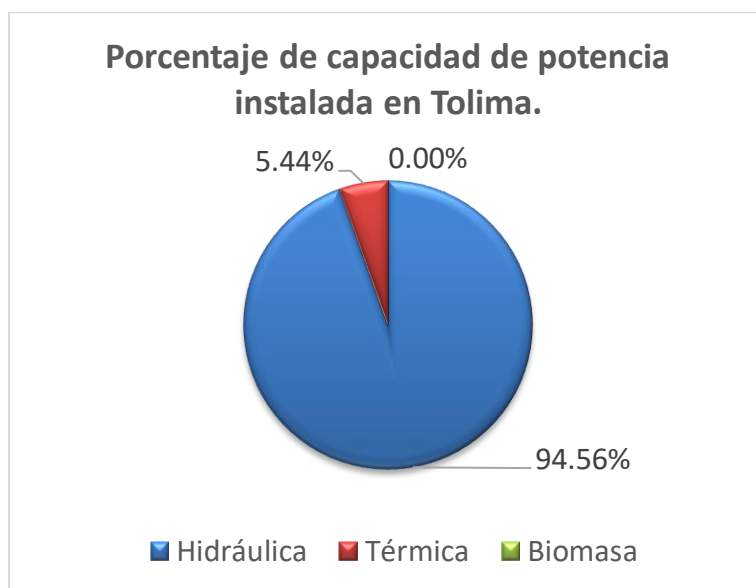


Figura 32. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, en este diagrama se presenta la capacidad instalada efectiva de generación para cada tipo de tecnología en Tolima en la **Figura 33**. Estadística de capacidad de potencia instalada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Se

cuenta con una capacidad efectiva total de 215.95 MW de los cuales un 204.20 MW es generación hidráulica, 11.75 MW térmica y 0.00 MW biomasa.

Como en todos los casos anteriores, la generación hidráulica es la que brinda la mayor capacidad de potencia efectiva instalada, frente a un pequeño aporte de los generadores térmicos y nulo aprovechamiento de la biomasa.

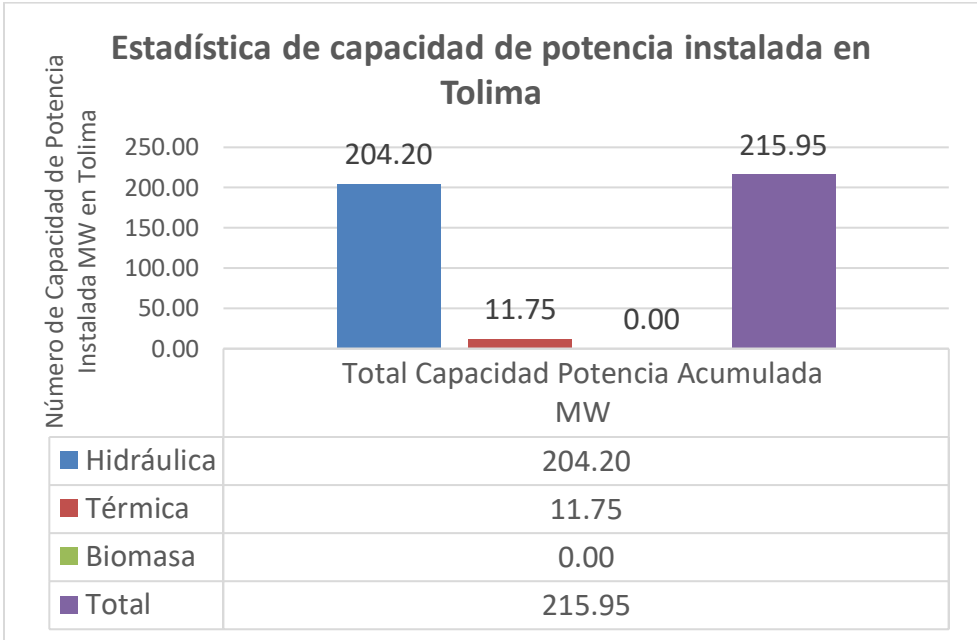


Figura 33. Estadística de capacidad de potencia instalada en Tolima. Elaboración propia.
Fuente: UPME [2]

7.3.10 Generación de energía eléctrica en Tolima

El siguiente gráfico se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en Tolima, para informar y analizar. A continuación, muestra el porcentaje de generación nacional es de un 99,97% de generación hidráulica, 0,03% térmica y 0,00% biomasa en la **Figura 34**. Porcentaje de generación eléctrica en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

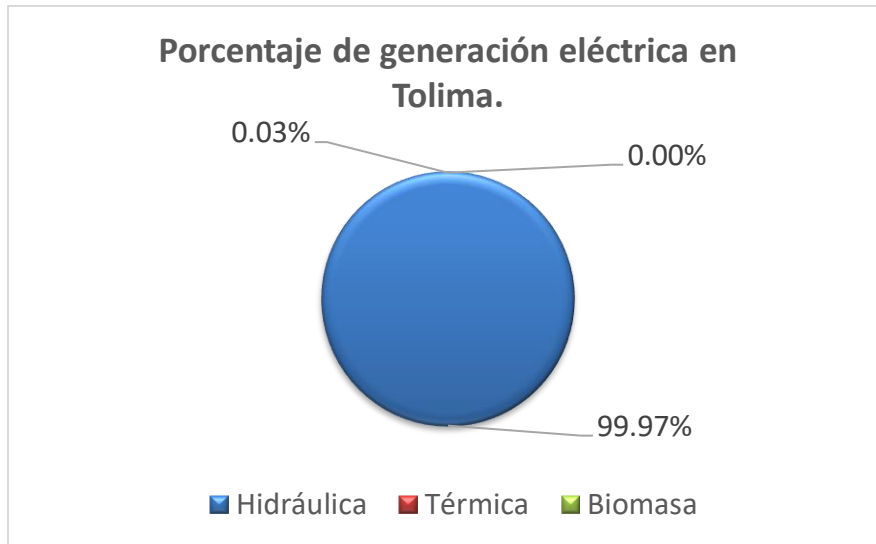


Figura 34. Porcentaje de generación eléctrica en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para Tolima en la **Figura 35**. Estadística de generación nacional eléctrica. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En este departamento se cuenta con un total de 89,31 GWh: 89,28 GWh se generan usando tecnología hidráulica, 0,03 GWh térmica y 0,00 GWh biomasa.

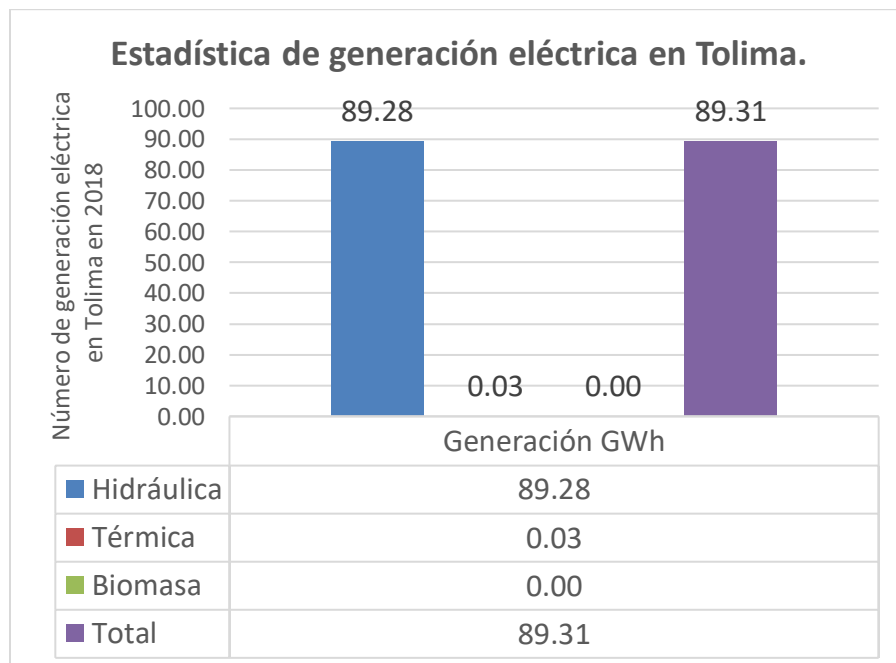


Figura 35. Estadística de generación nacional eléctrica. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.11 Factor de utilización en Tolima

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica en Tolima. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 18**. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

<i>Generación</i>	<i>Generación GWh</i>	<i>Capacidad Efectiva Neta MW</i>	<i>Eficiencia de generación</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>89,28</i>	<i>202,95</i>	<i>43,99%</i>
<i>Térmica</i>	<i>0,03</i>	<i>6,42</i>	<i>0,40%</i>
<i>Biomasa</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00%</i>
<i>Total</i>	<i>89,31</i>	<i>209,37</i>	<i>42,66%</i>

Tabla 18. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.12 Capacidad de potencia instalada en Meta

En el diagrama de torta se muestra que el departamento Meta cuenta con una capacidad instalada efectiva cerca de 0.02 GW de los cuales un 0.0 % es generación hidráulica, 0.00% térmica y 100.0% biomasa en la **Figura 36**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

Evidentemente tiene una menor capacidad instalada con respecto a las tres regiones anteriores, predominando el uso de energías no convencionales como la biomasa.

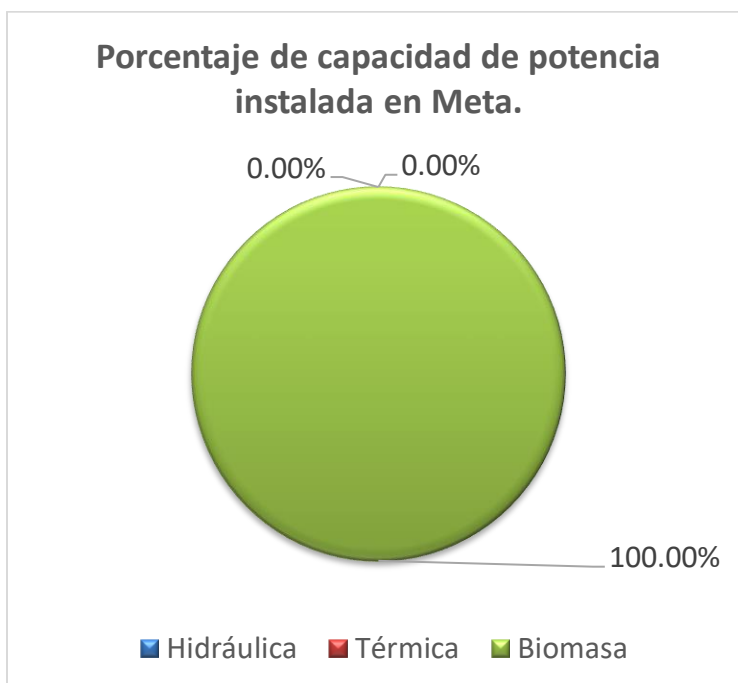


Figura 36. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

El diagrama de barras siguiente presenta la capacidad instalada efectiva de generación según sus diferentes tipos de tecnología para el departamento de Meta en la **Figura 37**. Estadística de capacidad de potencia instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] en ella se cuenta con una capacidad efectiva total de 21.50 MW de los cuales un 0.0 MW es generación hidráulica, 0.0 MW térmica y 21.50 MW biomasa.

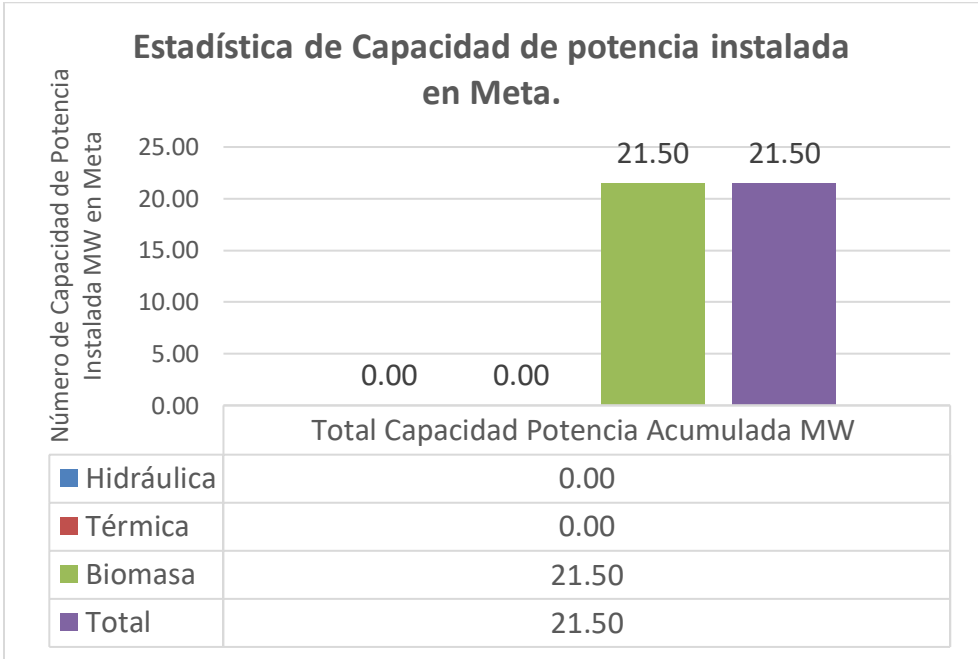


Figura 37. Estadística de capacidad de potencia instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.3.13 Generación de energía eléctrica en Meta

La siguiente gráfica se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en Meta, para información y análisis. Se muestra que el porcentaje de generación de energía de Meta es de un 0,00% de generación hidráulica, 0,00% térmica y 100,00% biomasa en la **Figura 38**. Porcentaje de generación eléctrica en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

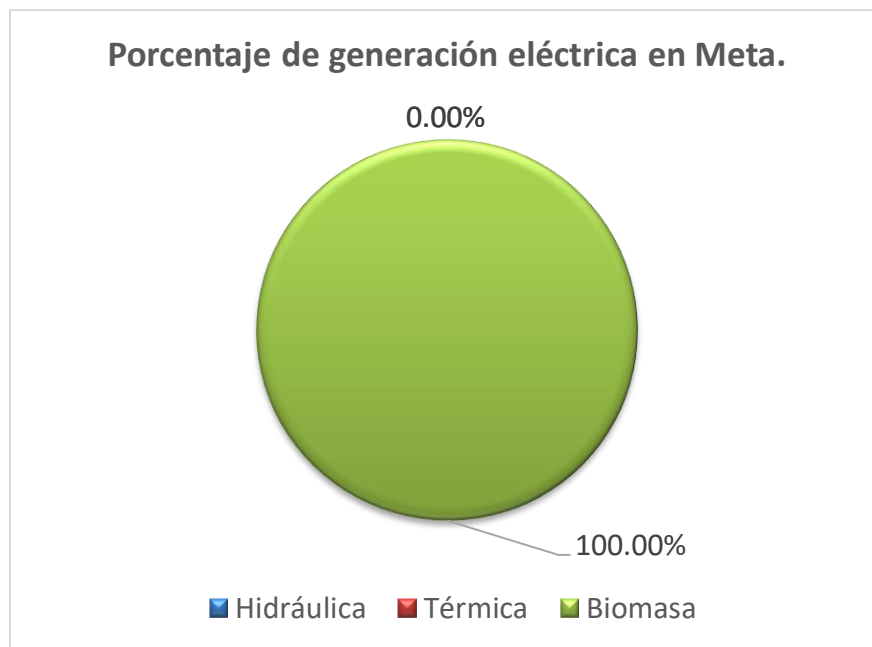


Figura 38. Porcentaje de generación eléctrica en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para Meta en la **Figura 39**. Estadística de generación eléctrica en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En este departamento se cuenta con un total de 4,87GWh: 0,00 GWh generan usando tecnología hidráulica, 0,00 GWh térmica y 4,87 GWh biomasa.

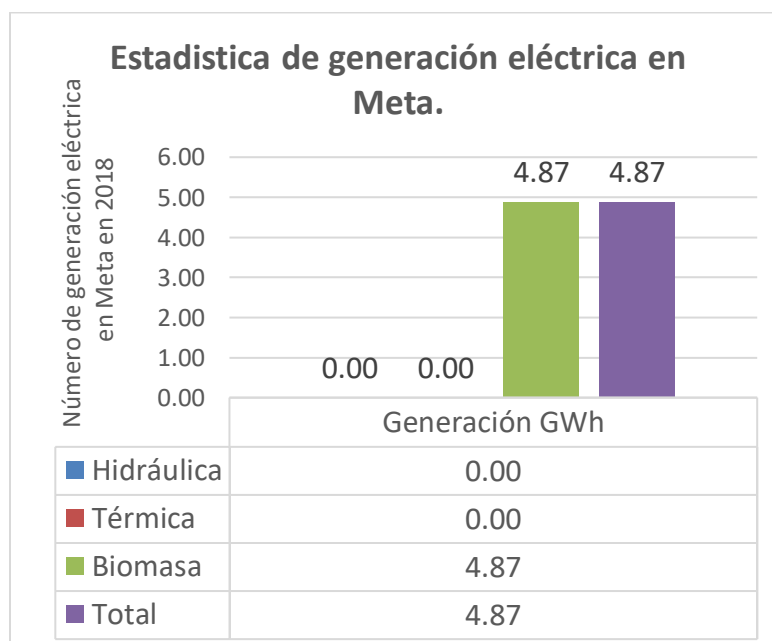


Figura 39. Estadística de generación eléctrica en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.14 Factor de utilización en Meta

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica en Meta. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 19**. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

Generación	Generación GWh	Capacidad Efectiva Neta MW	Eficiencia de generación
Hidráulica	0,00	0,00	0,00%
Térmica	0,00	0,00	0,00%
Biomasa	4,87	21,50	22,66%
Total	4,87	21,50	22,66%

Tabla 19. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.15 Capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C

La ciudad de Bogotá D.C cuenta con una capacidad instalada efectiva aproximadamente de 0.006 GW de los cuales un 72.13 % es generación hidráulica, 0.0% térmica y 27.87% biomasa en la **Figura 40**. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

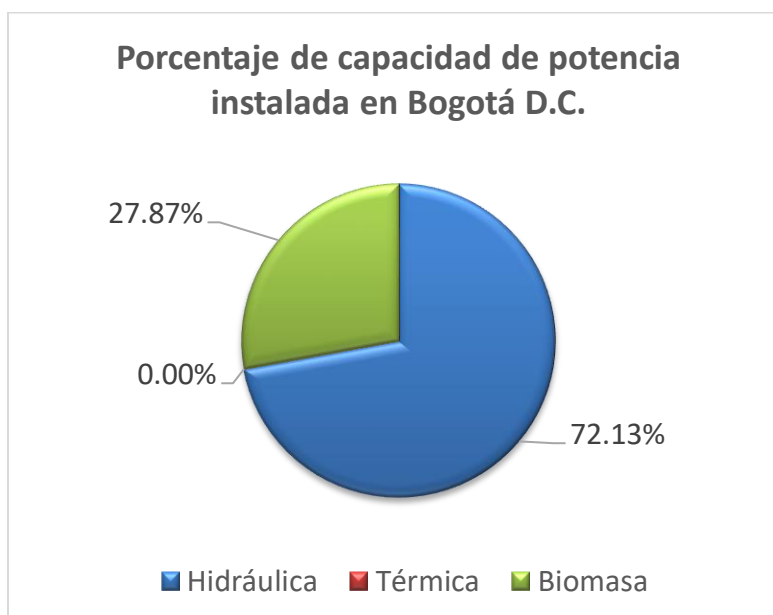


Figura 40. Porcentaje de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

A continuación, esta gráfica presenta la capacidad instalada efectiva de generación para cada tecnología en la ciudad de Bogotá D.C. en la **Figura 41**. Estadística de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2] Se calcula que

la capacidad efectiva total es de 6.10 MW de los cuales un 4.40 MW es generación hidráulica, 0.0MW térmica y 1.70 MW biomasa.

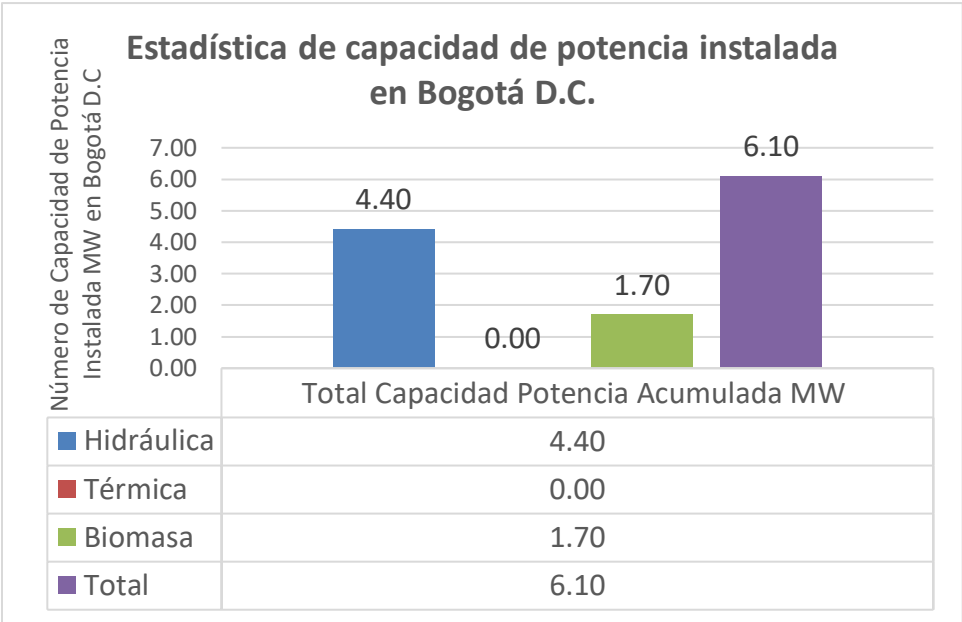


Figura 41. Estadística de capacidad de potencia instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [2]

7.3.16 Generación de energía eléctrica en Bogotá D.C

La siguiente gráfica se enfoca en la proporción de los aportes de cada método de generación de energía eléctrica en Bogotá D.C, para información y análisis, para información y análisis. Ahora, el porcentaje de generación de Bogotá D.C es de un 84,43% de generación hidráulica, 0,00% térmica, 15,57% biomasa en la **Figura 42.** Porcentaje de generación eléctrica en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

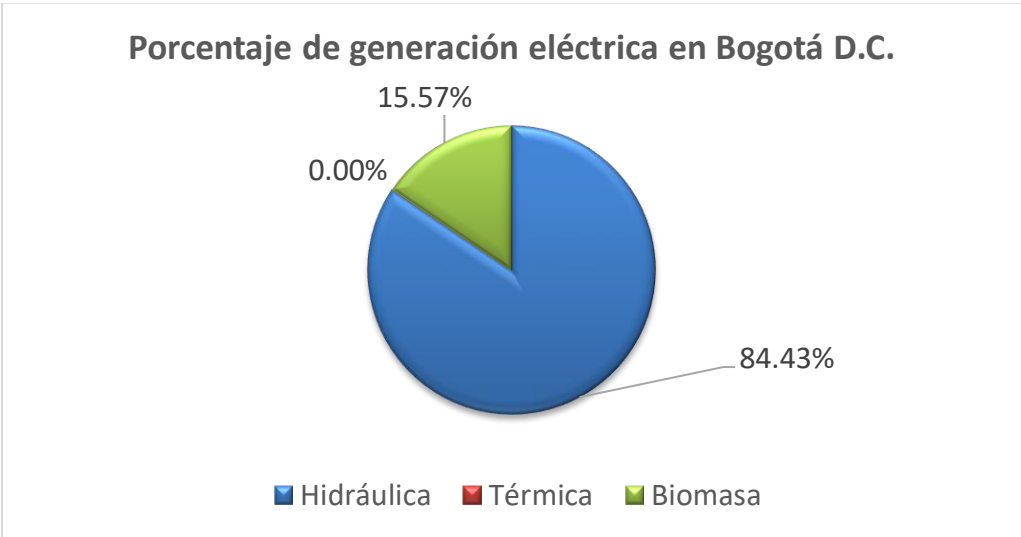


Figura 42. Porcentaje de generación eléctrica en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

A continuación, esta gráfica muestra la cantidad de energía generada [GWh] según los diferentes tipos de tecnología para Bogotá D.C. en la **Figura 43**. Estadística de generación eléctrica en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5] En la capital de Colombia se cuenta con un total de 1,71 GWh: 1,44 GWh generados usando tecnología hidráulica, 0,00 GWh térmica y 0,27 GWh biomasa.

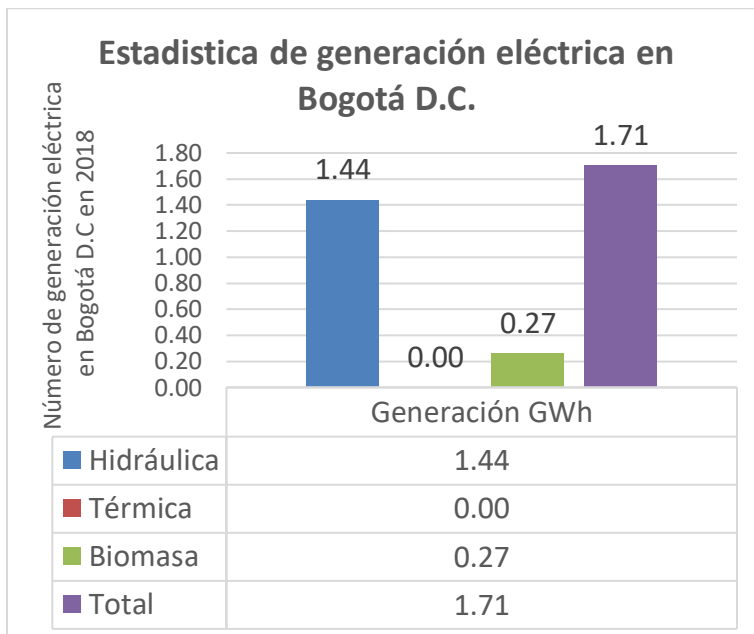


Figura 43. Estadística de generación eléctrica en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

7.3.17 Factor de utilización en Bogotá D.C

La siguiente tabla nos permite comparar la capacidad total de las centrales energéticas del país y la cantidad de energía generada por estas centrales, atendiendo la demanda eléctrica en Bogotá D.C. Esto permite evaluar si la capacidad actual es suficiente para abastecer el consumo actual en la **Tabla 20**. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

Generación	Generación GWh	Capacidad Efectiva Neta MW	Eficiencia de generación
Hidráulica	1,44	4,40	32,77%
Térmica	0,00	0,00	0,00%
Biomasa	0,27	1,70	15,64%
Total	1,71	6,10	28,00%

Tabla 20. Tabla de relación de generación y capacidad instalada en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [5]

8 Proyección y avances de la generación

El registro de Proyectos de Generación es un mecanismo voluntario e informativo con el que cuenta la UPME, para facilitar el cumplimiento de la ley 143 de 1994, en cuanto a la identificación de las mejores opciones del abastecimiento eléctrico al costo mínimo.

Se utiliza para conocer las diferentes iniciativas de proyectos de generación del país, por lo que se constituye en insumo fundamental para la formulación del Plan Indicativo de Expansión de Generación. Con la entrada en vigencia de la Resolución UPME 0520 del 09 de octubre de 2007, modificada por las Resoluciones UPME 0638 de 2007 y 0143 de 2016, se formalizó el procedimiento de registro. [6]

El proceso se divide en tres fases las cuales están determinadas por el estado de avance del proyecto. De manera general, se puede indicar que la Fase 1 corresponde a la etapa de pre-factibilidad del proyecto e incluye dentro de sus requisitos, la solicitud a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de realizar diagnóstico ambiental de alternativas, estudio de impacto ambiental o si el proyecto no requiere ninguno de éstos, la vigencia del registro en esta fase es de 2 años para todo tipo de proyectos. La Fase 2 hace referencia a la etapa de factibilidad del proyecto "... en donde se define si un proyecto es técnica, económica, financiera y ambientalmente factible y conveniente, y se establece la estructura financiera del mismo". Respecto al trámite ambiental, el promotor debe presentar ante la UPME el "Auto o acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental...decide sobre la alternativa presentada en el diagnóstico ambiental de alternativa o estudio de impacto ambiental o establece que el proyecto no requiere licencia ambiental". La vigencia del registro en esta fase es de 1 año para todo tipo de proyectos. Finalmente, la Fase 3 hace referencia a que el proyecto ya debe tener diseños definitivos, así como el cronograma de ejecución. De la misma forma el proyecto debe contar con "Licencia ambiental expedida o auto o acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental respectiva, decide que el proyecto no requiere licencia ambiental" entre otros documentos, como el concepto de conexión del proyecto de generación por parte de la UPME. La vigencia del registro en esta fase es de un (1) año o hasta el inicio de la construcción (si este ocurre antes de un año de vigencia dentro del registro en Fase 3), para todo tipo de proyectos. [6]

8.1 En la nación

8.1.1 *Tecnologías en desarrollo*

Con la información obtenida del Registro de Proyectos de Generación se identificaron seis diferentes tipos de tecnologías en desarrollo:

- Hidráulica
- Solar
- Biomasa
- PCH

- Térmica
- Eólica

8.1.2 Estadística de proyectos registrados: fases de avance y tipo de tecnología

Se presentan gráficas basadas en los datos del Informe De Registro De Proyectos De Generación brindado por UPME enfocadas en el espacio nacional, para información y análisis. Actualmente, de los proyectos registrados de generación en Nacional un 49,76% es de generación solar, 26,53% hidráulica, 10,79% PCH, 8,25% térmica, 2,41% eólica y 2,27% biomasa en la **Figura 44**. Porcentaje de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

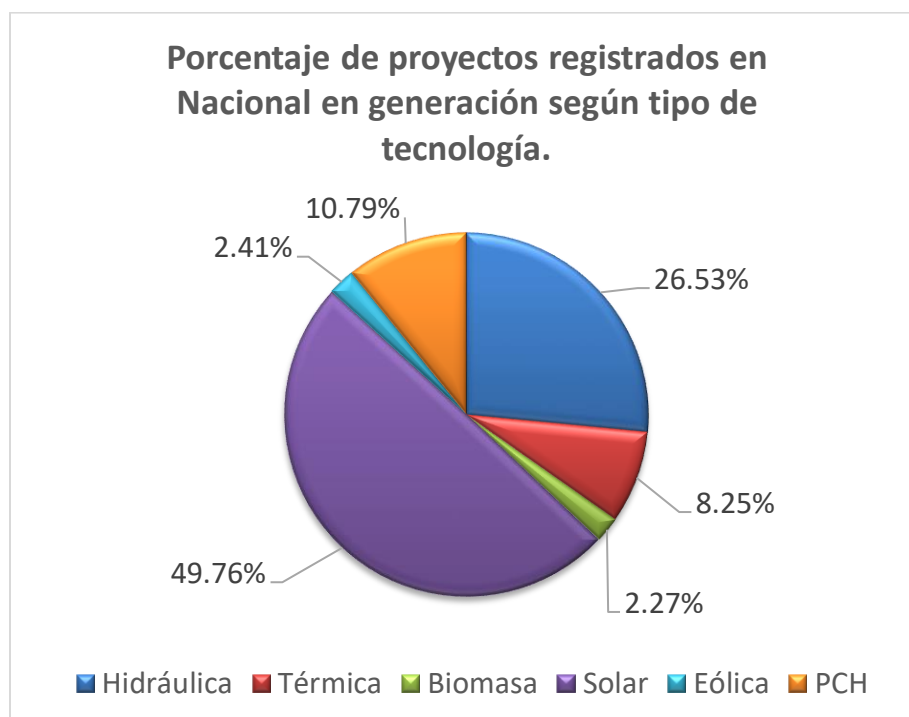


Figura 44. Porcentaje de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Analizando el avance por fases, se observa que en la fase 3 y en requerimiento (proyectos que próximamente entraran en ejecución) hay aproximadamente 300 proyectos; la mayoría utiliza tecnología solar, 185 proyectos, seguido de los proyectos hidráulicos 79, mientras que hay un escaso aprovechamiento de la energía eólica con apenas 5 proyectos. En la fase 1, se hayan 799 proyectos que fueron recientemente inscritos, en los cuales se utiliza mayoritariamente tecnología solar, 407; mientras que hay 347 proyectos en fase 2 (análisis de factibilidad) donde predominan el uso de energía solar, (132) térmica (89) e hidráulica (73) en la **Figura 45**. Estadística de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

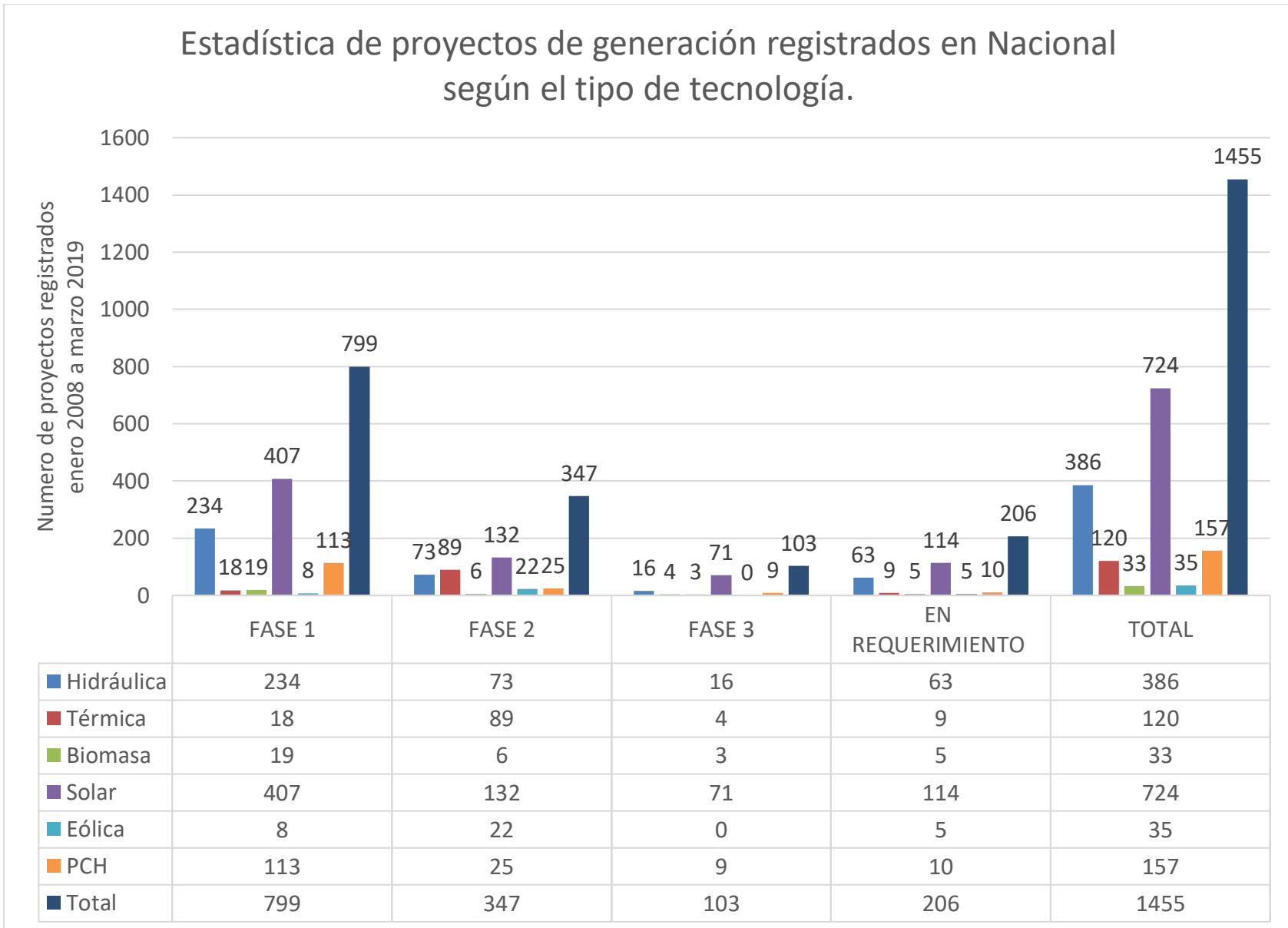


Figura 45. Estadística de proyectos registrados en Nacional en generación según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en la nación en la **Tabla 21**. Tabla de proyectos registrados según tipo de tecnología en la nación. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

<i>Generación</i>	<i>Clase de tecnología</i>	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>En requerimiento</i>	<i>Total proyectos registrados</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>agua</i>	222	73	16	63	374
	<i>total</i>	222	73	16	63	374
<i>Térmica</i>	<i>bagazo</i>	1	0	0	0	1
	<i>calor residual</i>	2	0	0	0	2
	<i>carbón</i>	8	37	0	2	47
	<i>fuel oil</i>	1	5	0	0	6
	<i>gas natural</i>	5	41	4	7	57
	<i>crudo pesado</i>	0	1	0	0	1
	<i>diésel</i>	0	2	0	0	2
	<i>pet coke</i>	0	1	0	0	1
	<i>otro</i>	1	2	0	0	3
	<i>total</i>	18	89	4	9	120
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	4	1	3	2	10
	<i>biogás</i>	7	3	0	1	11
	<i>residuos sólidos</i>	2	0	0	0	2
	<i>residuos agrícolas</i>	5	0	0	0	5
	<i>cultivo energético</i>	1	1	0	0	2
	<i>residuos pecuarios</i>	0	0	0	1	1
	<i>otros</i>	0	1	0	1	2
	<i>total</i>	19	6	3	5	33
<i>PCH</i>	<i>agua</i>	125	25	9	10	169
	<i>total</i>	125	25	9	10	169
<i>Solar</i>	<i>sol</i>	407	132	71	114	724
	<i>total</i>	407	132	71	114	724
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	8	22	0	5	35
	<i>total</i>	8	22	0	5	35
<i>Total</i>		799	347	103	206	1455

Tabla 21. Tabla de proyectos registrados según tipo de tecnología en la nación.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.1.3 Estadística de proyectos registrados en fases según capacidad de potencia

En esta grafica se muestra los proyectos registrados de acuerdo a su capacidad de potencia en el ámbito nacional para los 6 tipos de tecnologías; de acuerdo a esto se distribuyen porcentualmente así: 44,77% térmica, 33,58% hidráulica, 12,90% solar, 6,09%

eólico, 2,11% PCH y 0,54% biomasa en la **Figura 46**. Porcentaje de proyectos registrados de generación en la nación según su capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

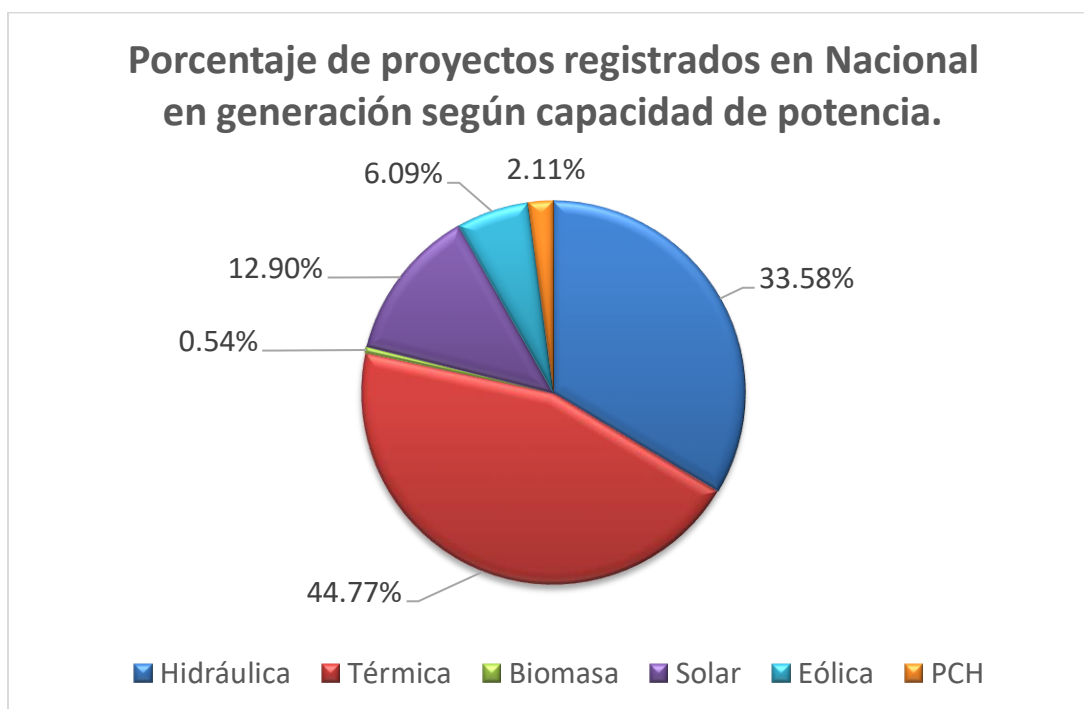


Figura 46. Porcentaje de proyectos registrados de generación en la nación según su capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Posteriormente, se considera la gráfica de estadística de capacidad de potencias registradas en la nación, se observa que la capacidad total llegaría a ser de 81877,11 Megavatios (MW); obtenida de tecnología térmica 36657,20 MW, seguido hidráulica 27493,01 MW, solar 10565,64 MW, eólica 4985,95 MW, PCH 1730,75 MW y biomasa 444,56 MW en la **Figura 47**. Estadística de proyectos registrados de generación en la nación según la capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

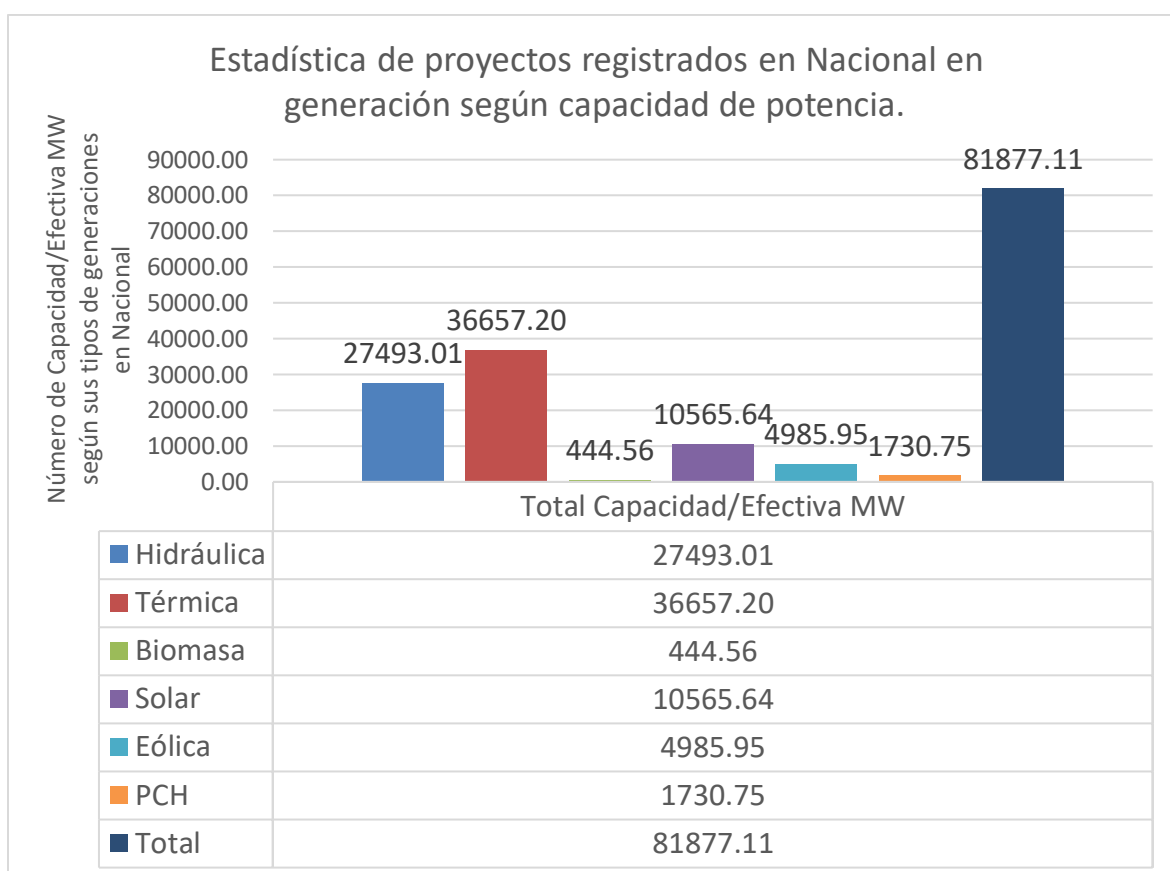


Figura 47. Estadística de proyectos registrados de generación en la nación según la capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2 En la región RAPE

8.2.1 Estadística de proyectos registrados por fases de avance según el tipo de tecnología

A continuación, estas gráficas representan el análisis de comparación de proyectos radicados agrupados por el tipo de tecnología y la fase de avance en la que se encuentran en la **Figura 48**. Estadística de proyectos de generación registrados ante la UPME según el tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] y **Figura 49**. Estadística de proyectos registrados de generación ante la UPME según la fase de avance. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

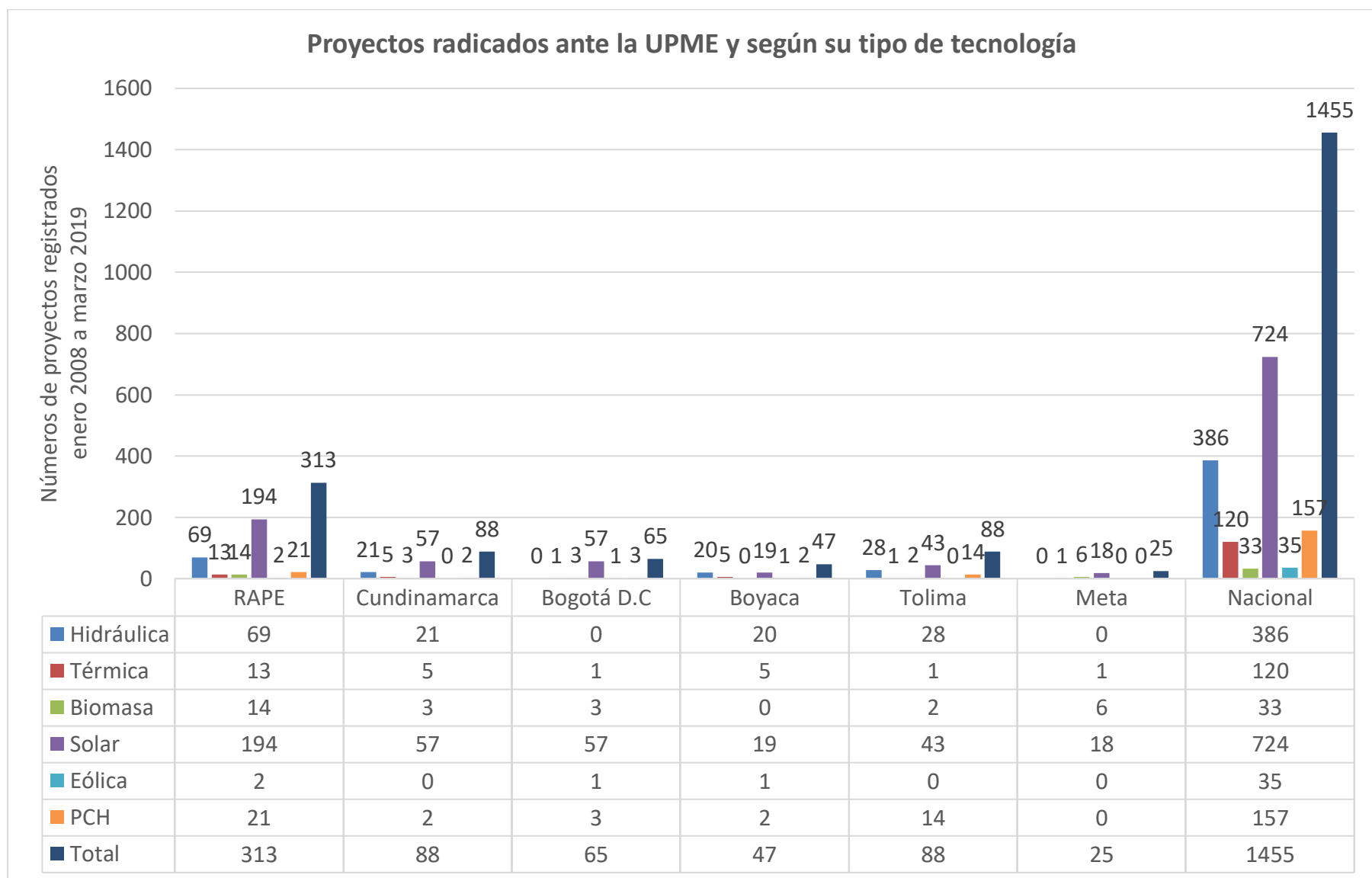


Figura 48. Estadística de proyectos de generación registrados ante la UPME según el tipo de tecnología. Elaboración propia.
Fuente: UPME [7]

Número de proyectos registrados
enero 2008 a marzo 2019

Estadística de proyectos registrados de generación ante la UPME según la fase de avance.

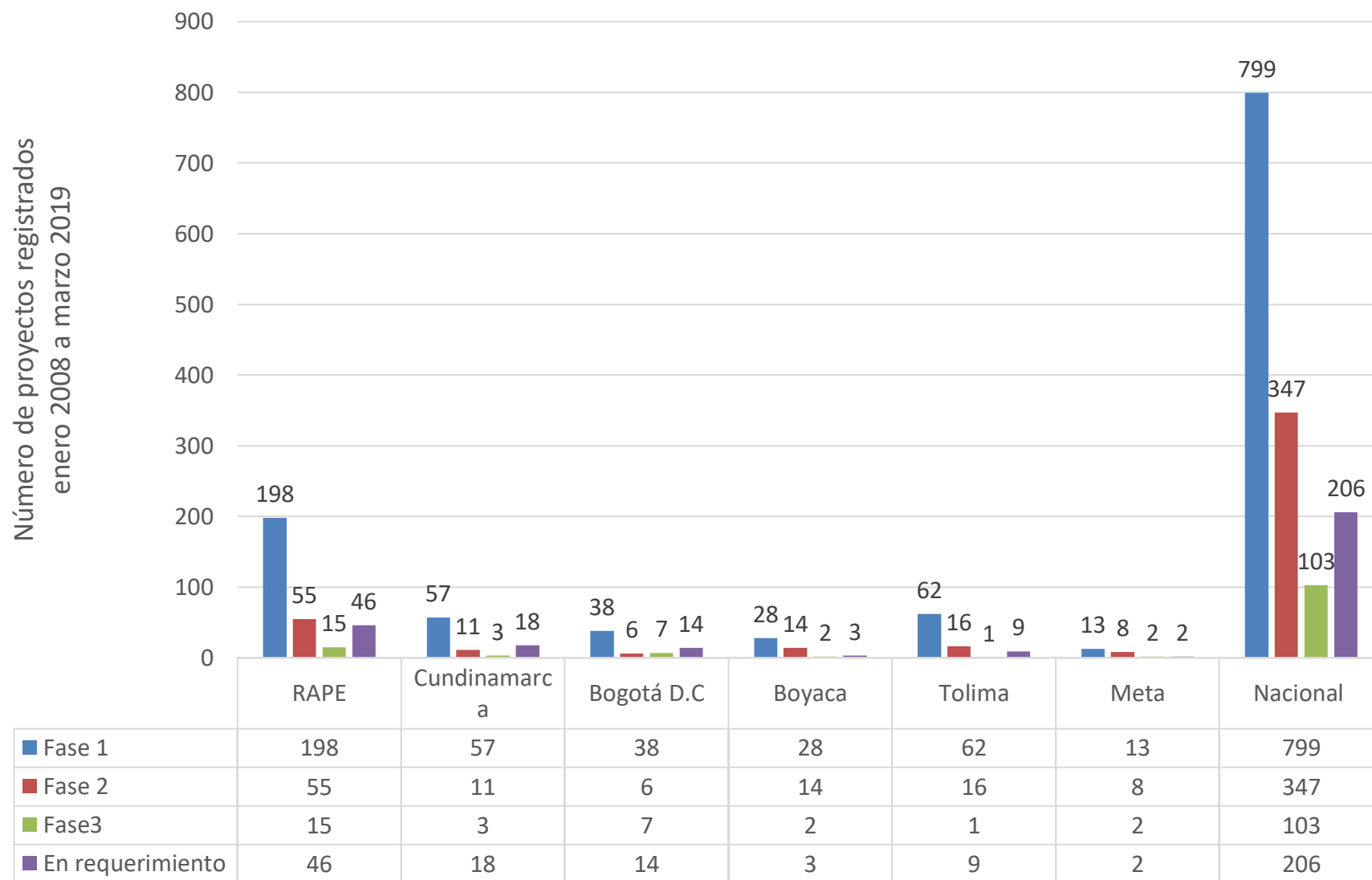


Figura 49. Estadística de proyectos registrados de generación ante la UPME según la fase de avance. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.1.1 Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según el tipo de tecnología y fase de desarrollo

En la gráfica se muestra el número de porcentaje de proyectos registrados en el departamento de Cundinamarca. Esta zona cuenta con el porcentaje de proyectos registrados según tipo de tecnología de los cuales un 23,60% es generación hidráulica, 64,04% solar, 5,62% térmica, 3,37% PCH, 3,37% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 50**. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Nótese que hay nulo aprovechamiento del recurso eólico, aunque hay aprovechamiento de la biomasa para generación eléctrica.

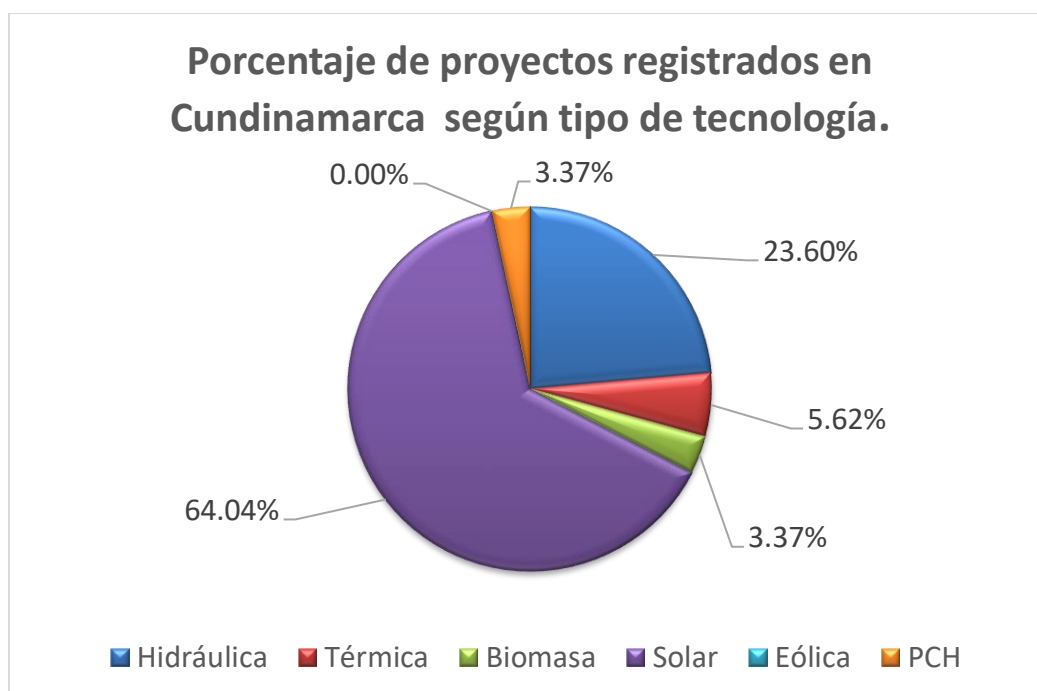


Figura 50. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, se presenta el número de proyectos registrados según los diferentes tipos de tecnología para el departamento de Cundinamarca en la **Figura 51**. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] En esta zona se cuenta con un número total de 89 proyectos de los cuales 21 son de generación hidráulica, 57 solar, 5 térmica, 3 PCH, 3 biomasa y 0 eólica.

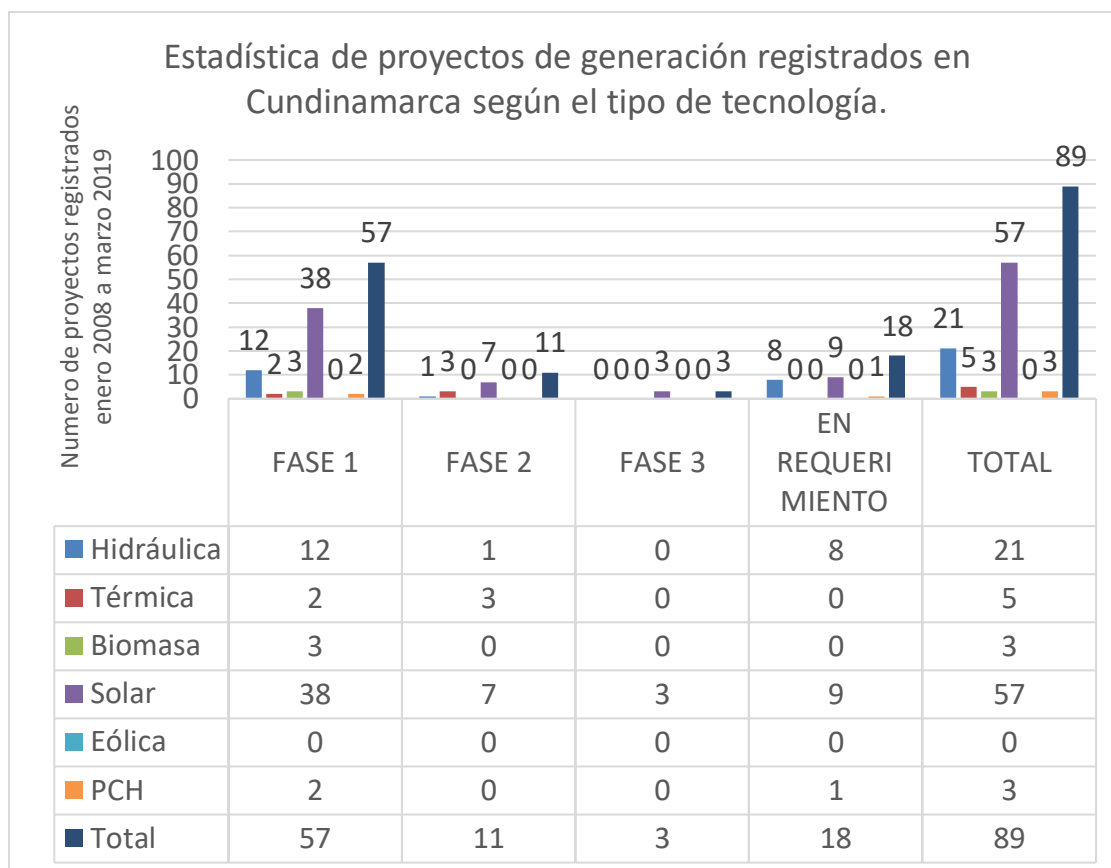


Figura 51. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en Cundinamarca en la **Tabla 22**. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Cundinamarca. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Hidráulica	agua	12	1	0	8	21
	total	12	1	0	8	21
Térmica	bagazo	0	0	0	0	0
	calor residual	1	0	0	0	1
	carbón	1	3	0	0	4
	fuel oil	0	0	0	0	0
	gas natural	0	0	0	0	0
	crudo pesado	0	0	0	0	0
	diésel	0	0	0	0	0
	pet coke	0	0	0	0	0
	otro	0	0	0	0	0
	total	2	3	0	0	5

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Biomasa	bagazo	0	0	0	0	0
	biogás	1	0	0	0	1
	residuos sólidos	2	0	0	0	2
	residuos agrícolas	0	0	0	0	0
	cultivo energético	0	0	0	0	0
	residuos pecuarios	0	0	0	0	0
	otros	0	0	0	0	0
	total	3	0	0	0	3
PCH	agua	2	0	0	1	3
	total	2	0	0	1	3
Solar	sol	38	7	3	9	57
	total	38	7	3	9	57
Eólica	viento	0	0	0	0	0
	total	0	0	0	0	0
Total		57	11	3	18	89

Tabla 22. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Cundinamarca.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.1.2 Estadística de proyectos registrados en Boyacá según el tipo de tecnología y fase de desarrollo

Para el departamento de Boyacá, el porcentaje de proyectos registrados es 42,55% usando generación hidráulica, 40,43% solar, 10,64% térmica, 4,26% PCH, 0,00% biomasa y 2,13% eólica en la **Figura 52**. Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Se puede ver un comportamiento similar al de Cundinamarca, con un mejor aprovechamiento del recurso eólico, aunque sin desarrollo de proyectos con biomasa.

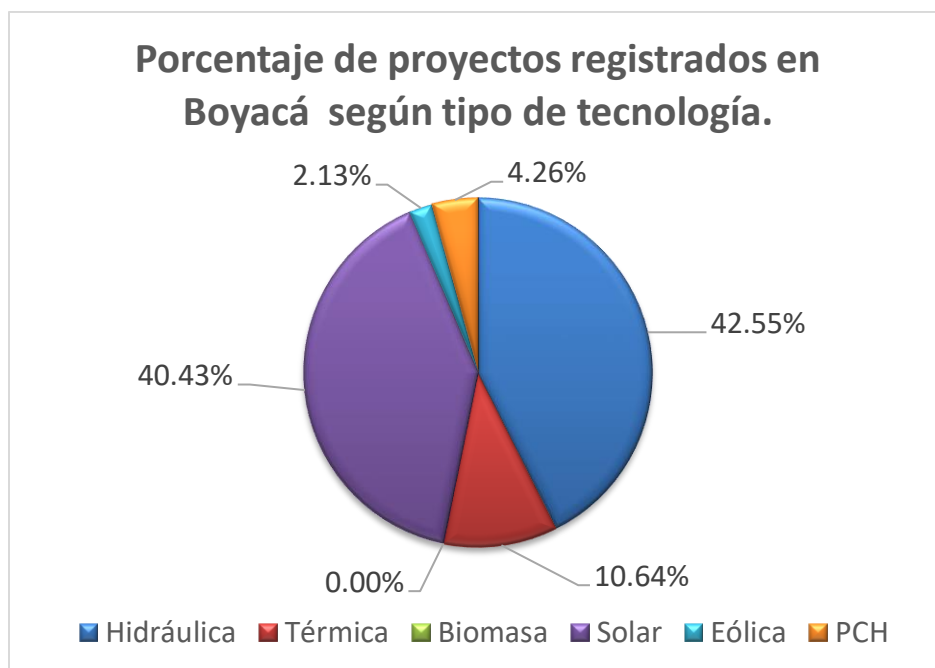


Figura 52. *Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología.*
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, se muestra la estadística de proyectos registrados según sus diferentes tipos de tecnología en Boyacá en la **Figura 53**. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] El número total es de 47 de los cuales 20 son por generación hidráulica, 19 solar, 5 térmica, 2 PCH, 0 biomasa y 1 eólica.

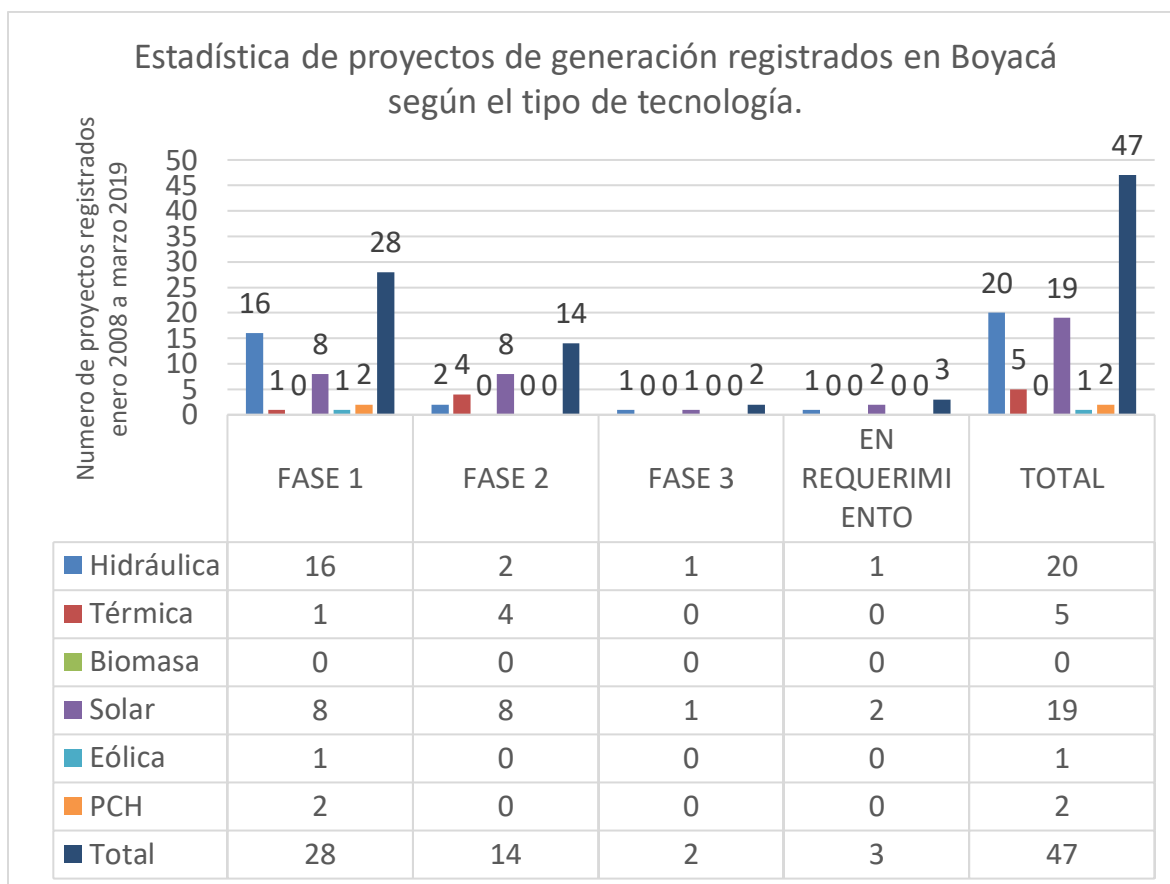


Figura 53. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en Boyacá en la **Tabla 23**. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Boyacá. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Hidráulica	agua	16	2	0	1	19
	total	16	2	0	1	19
Térmica	bagazo	0	0	0	0	0
	calor residual	1	0	0	0	1
	carbón	0	4	0	0	4
	fuel oil	0	0	0	0	0
	gas natural	0	0	0	0	0
	crudo pesado	0	0	0	0	0
	diésel	0	0	0	0	0
	pet coke	0	0	0	0	0
	otro	0	0	0	0	0
	total	1	4	0	0	5

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Biomasa	bagazo	0	0	0	0	0
	biogás	0	0	0	0	0
	residuos sólidos	0	0	0	0	0
	residuos agrícolas	0	0	0	0	0
	cultivo energético	0	0	0	0	0
	residuos pecuarios	0	0	0	0	0
	otros	0	0	0	0	0
	total	0	0	0	0	0
PCH	agua	2	0	1	0	3
	total	2	0	1	0	3
Solar	sol	7	8	1	2	18
	total	7	8	1	2	18
Eólica	viento	1	0	0	0	1
	total	1	0	0	0	1
Total		27	14	2	3	46

Tabla 23. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Boyacá.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.1.3 Estadística de proyectos registrados en fases según tipo de tecnología en Tolima

En la gráfica se muestra que, en el departamento de Tolima, de los proyectos registrados, un 31,82% usarán generación hidráulica, 48,86% solar, 1,14% térmica, 15,91% PCH, 2,27% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 54**. Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] En este caso hay mayor utilización de la generación solar y de las PCH y se reduce la generación con energía térmica, biomasa, el uso de energía eólica es nulo.

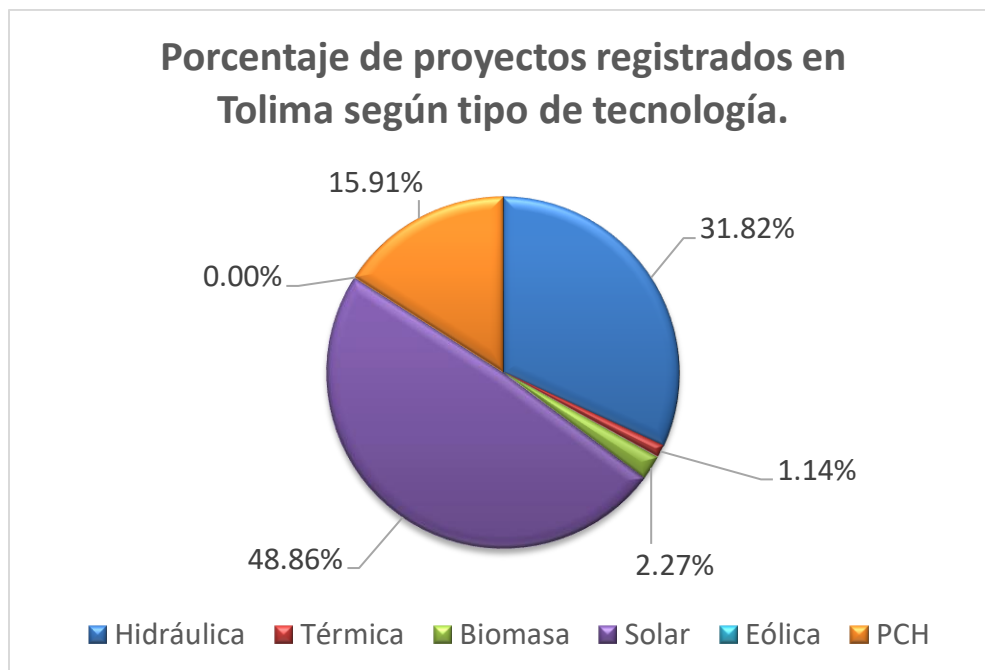


Figura 54. Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, el diagrama de barras presenta la cantidad de proyectos registrados según sus diferentes tipos de tecnología para el departamento de Tolima en la **Figura 55**. Estadística de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] cuenta con un número total de 88 proyectos registrados de los cuales 28 aprovecharán la generación hidráulica, 43 solar, 1 térmica, 14 PCH, 2 biomasa y 0 eólica.

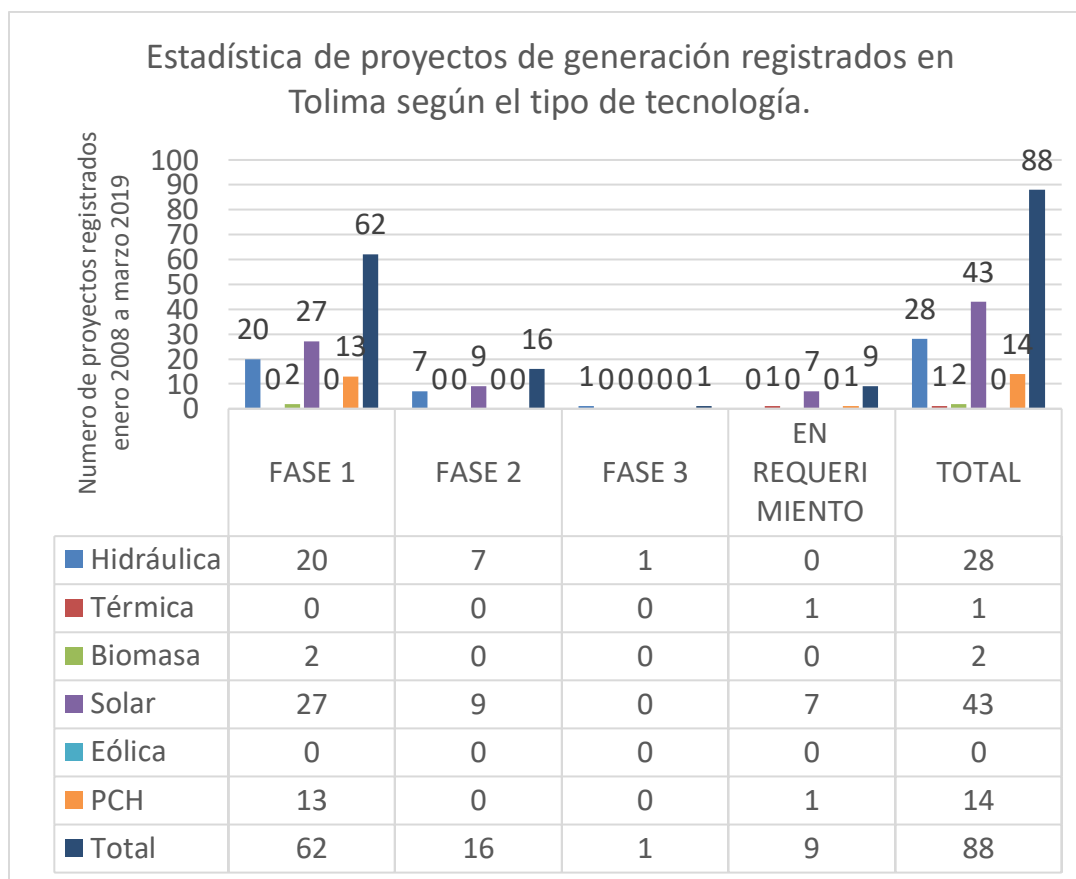


Figura 55. Estadística de proyectos registrados en Tolima según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en Tolima en la **Tabla 24**. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Tolima. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Hidráulica	agua	18	7	1	0	26
	total	18	7	1	0	26
Térmica	bagazo	0	0	0	0	0
	calor residual	0	0	0	0	0
	carbón	0	0	0	0	0
	fuel oil	0	0	0	0	0
	gas natural	0	0	0	1	1
	crudo pesado	0	0	0	0	0
	diésel	0	0	0	0	0
	pet coke	0	0	0	0	0
	Otro	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	1	1

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Biomasa	Bagazo	1	0	0	0	1
	Biogás	1	0	0	0	1
	residuos sólidos	0	0	0	0	0
	residuos agrícolas	0	0	0	0	0
	cultivo energético	0	0	0	0	0
	residuos pecuarios	0	0	0	0	0
	Otros	0	0	0	0	0
	Total	2	0	0	0	2
PCH	Agua	13	0	0	1	14
	Total	13	0	0	1	14
Solar	Sol	26	9	0	7	42
	total	26	9	0	7	42
Eólica	viento	0	0	0	0	0
	total	0	0	0	0	0
Total		59	16	1	9	85

Tabla 24. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Tolima.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.1.4 Estadística de proyectos registrados en Meta según el tipo de tecnología y fase de desarrollo

El gráfico de tortas muestra el porcentaje de repartición de los proyectos registrados en el departamento Meta, de los cuales 0.0 % es generación hidráulica, 72,00% solar, 4,00% térmica, 0.0% PCH, 24,00% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 56**. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Evidentemente tiene una menor capacidad registrada con respecto a las tres regiones anteriores, predominando el uso de energías no convencionales como la solar y la biomasa.

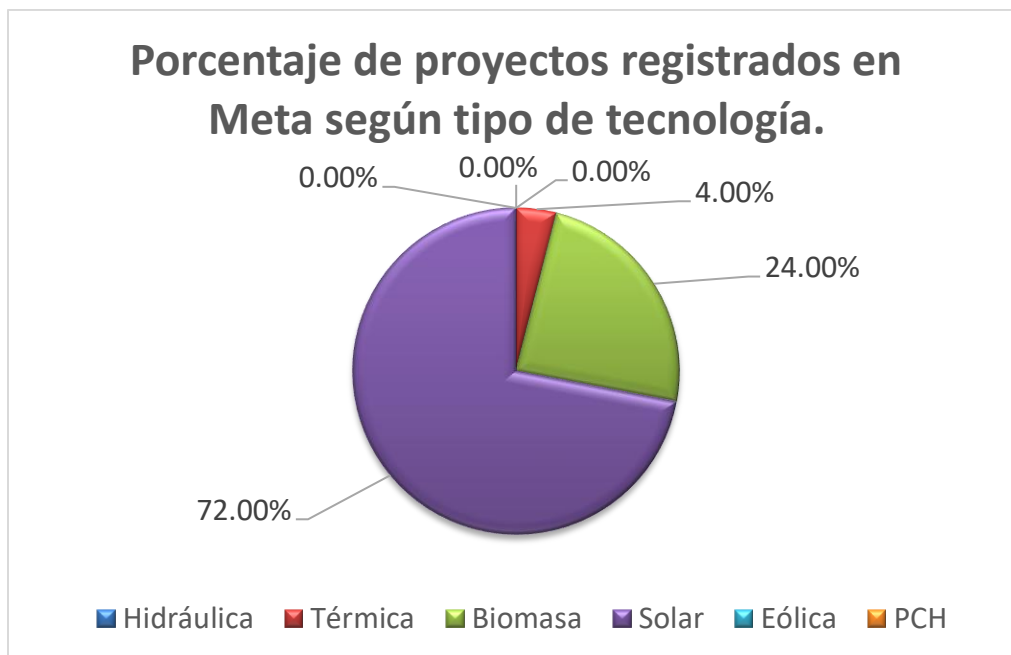


Figura 56. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

La gráfica siguiente presenta la estadística de proyectos registrados según sus diferentes tipos de tecnología para el departamento de Meta en la **Figura 57**. Estadística de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] En ella se cuenta con un número total de 25 de los cuales 0 es generación hidráulica, 18 solar, 1 térmica, 0 PCH, 6 biomasa y 0 eólica.

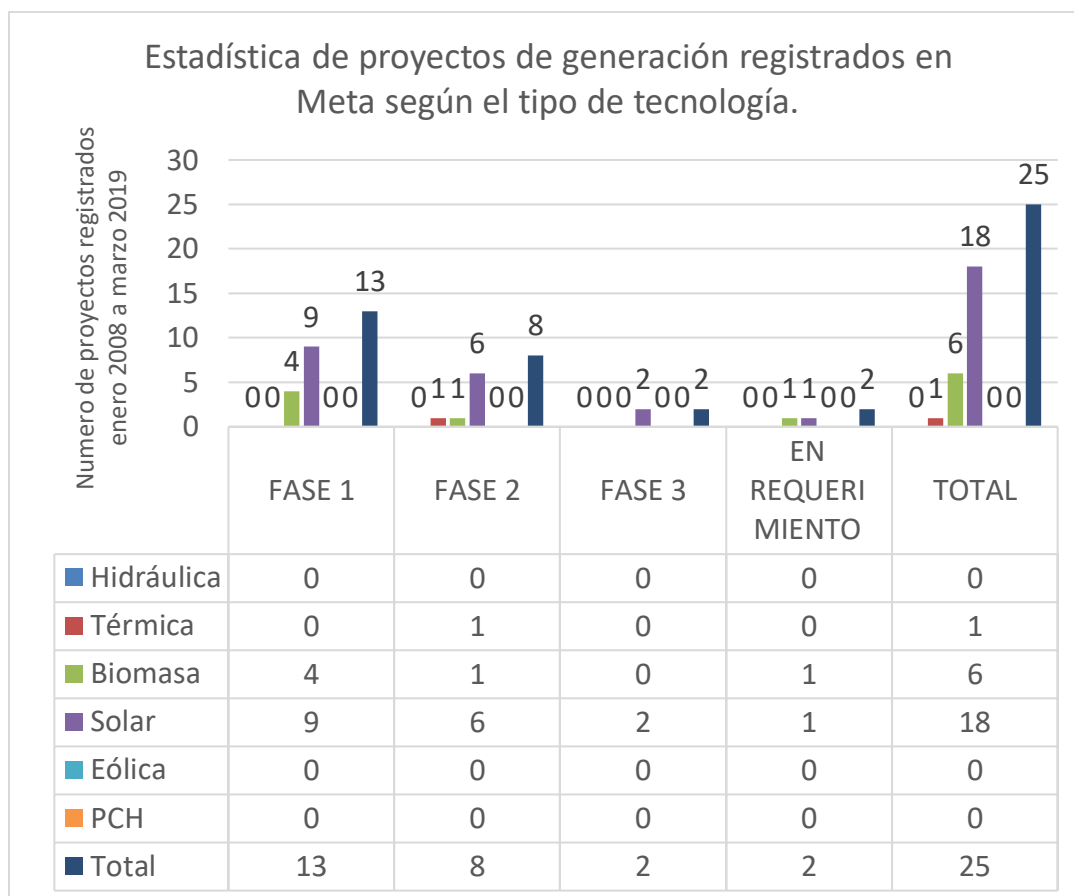


Figura 57. Estadística de proyectos registrados en Meta según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en Meta en la **Tabla 25**. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Meta. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Hidráulica	agua	0	0	0	0	0
	total	0	0	0	0	0
Térmica	bagazo	0	0	0	0	0
	calor residual	0	0	0	0	0
	carbón	0	0	0	0	0
	fuel oil	0	0	0	0	0
	gas natural	0	0	0	0	0
	crudo pesado	0	0	0	0	0
	diésel	0	0	0	0	0
	pet coke	0	0	0	0	0
	otro	0	1	0	0	1

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
	<i>total</i>	0	1	0	0	1
<i>Biomasa</i>	<i>bagazo</i>	1	0	0	0	1
	<i>biogás</i>	3	1	0	0	4
	<i>residuos sólidos</i>	0	0	0	0	0
	<i>residuos agrícolas</i>	0	0	0	0	0
	<i>cultivo energético</i>	0	0	0	0	0
	<i>residuos pecuarios</i>	0	0	0	0	0
	<i>otros</i>	0	0	0	1	1
	<i>total</i>	4	1	0	1	6
<i>PCH</i>	<i>agua</i>	0	0	0	0	0
	<i>total</i>	0	0	0	0	0
<i>Solar</i>	<i>sol</i>	9	6	2	1	18
	<i>total</i>	9	6	2	1	18
<i>Eólica</i>	<i>viento</i>	0	0	0	0	0
	<i>total</i>	0	0	0	0	0
<i>Total</i>		13	8	2	2	25

Tabla 25. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Meta.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.1.5 Estadística de proyectos registrados en Bogotá DC según el tipo de tecnología y fase de desarrollo

Para la ciudad de Bogotá D.C el porcentaje de proyectos registrados se reparte en 0.0 % de generación hidráulica, 87,69% solar, 1,54% térmica, 3,08% PCH, 4,62% biomasa y 1,54% eólica en la **Figura 58**. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología.

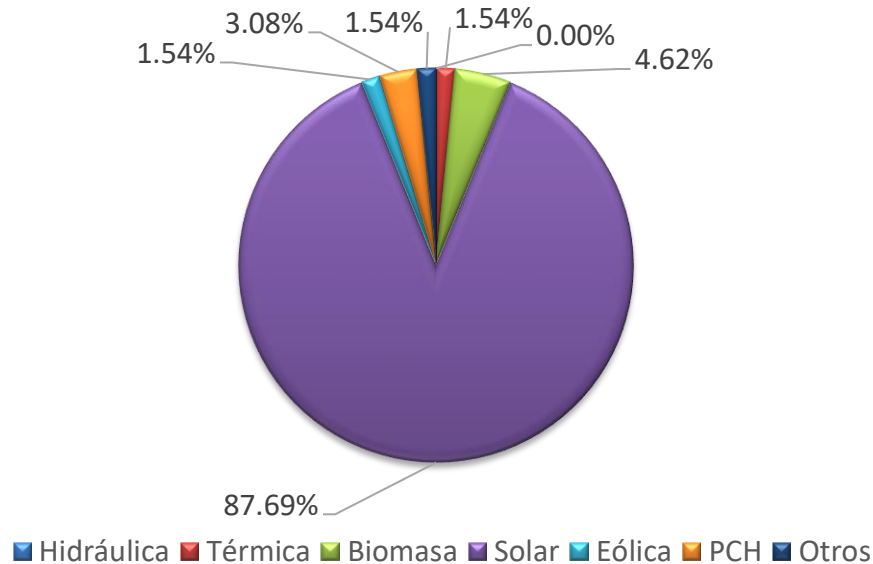


Figura 58. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, el gráfico presenta la cantidad de proyectos registrados en la ciudad de Bogotá D.C. en la **Figura 59**. Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Se calcula que el número total es de 65 proyectos, 0 proyectos de generación hidráulica, 57 solar, 1 térmica, 2 PCH, 3 biomasa y 1 eólica.

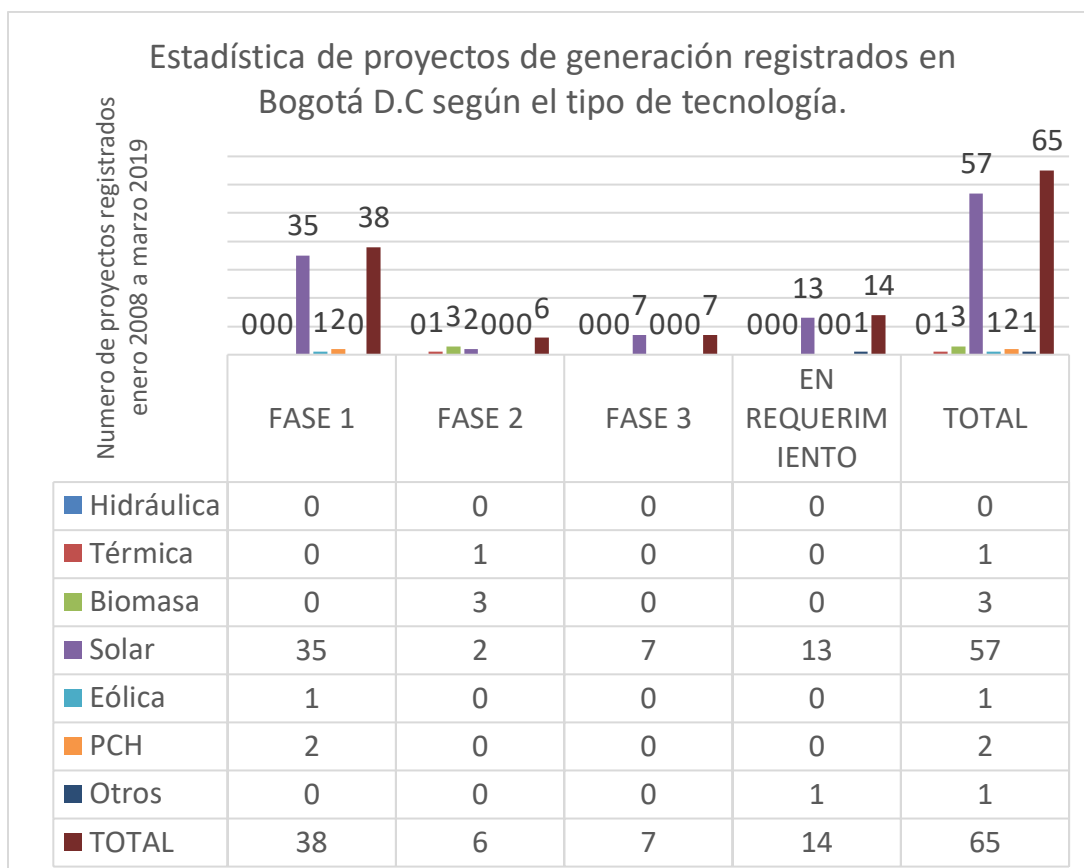


Figura 59. Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según tipo de tecnología.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

En la tabla se presenta los proyectos registrados según el tipo de tecnología de generación en Bogotá D.C en la **Tabla 26**. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Bogotá D.C. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Hidráulica	agua	0	0	0	0	0
	total	0	0	0	0	0
Térmica	bagazo	0	0	0	0	0
	calor residual	0	0	0	0	0
	carbón	0	0	0	0	0
	fuel oil	0	0	0	0	0
	gas natural	0	1	0	0	1
	crudo pesado	0	0	0	0	0
	diésel	0	0	0	0	0
	pet coke	0	0	0	0	0
	otro	0	0	0	0	0
	total	0	1	0	0	1

Generación	Clases de tecnologías	Fase 1	Fase 2	Fase 3	En requerimiento	Total clases de tecnologías registradas
Biomasa	bagazo	0	0	0	0	0
	biogás	0	2	0	0	2
	residuos sólidos	0	0	0	0	0
	residuos agrícolas	0	0	0	0	0
	cultivo energético	0	0	0	0	0
	residuos pecuarios	0	0	0	0	0
	otros	0	1	0	0	1
	total	0	3	0	0	3
PCH	agua	2	0	0	0	2
	total	2	0	0	0	2
Solar	sol	35	2	7	13	57
	total	35	2	7	13	57
Eólica	viento	1	0	0	0	1
	total	1	0	0	0	1
Otro		0	0	0	1	1
Total		38	6	7	14	65

Tabla 26. Tabla de proyectos registrados según el tipo de tecnología en Bogotá D.C.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2 Estadística de proyectos registrados por fases según la capacidad de potencia

Los datos que se presentan forman parte de la Región Andina colombiana, que es donde se ubica la mayor parte de la generación hidroeléctrica, se va a informar y analizar el estudio de capacidad instalada y proyectos registrados según la UPME en 5 departamentos de dicha región: Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y el distrito capital, Bogotá D.C., conocidos como la Región Central, RAPE. Esta presenta niveles de lluvia que pueden ir desde los 1500 mm anuales en los valles interandinos hasta los 4000 mm al año en los altiplanos y bosques. Unido a lo anterior, la geografía montañosa que facilita la construcción de embalses, ha propiciado que el desarrollo del sistema eléctrico se base en generación hidráulica. En esta sección se presentan la capacidad efectiva, la disponibilidad energética en Megavatios y los proyectos energéticos registrados de la región y por cada departamento. Actualmente, los proyectos presentados en estos 5 departamentos alcanzan a totalizar una capacidad registrada cercana a 11.2 GW de los cuales un 49,31% será generación hidráulica, 29.83% solar, 14.62% térmica, 3.24% PCH, 1.18% biomasa y 1,13% eólica en la **Figura 60**. Porcentaje de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

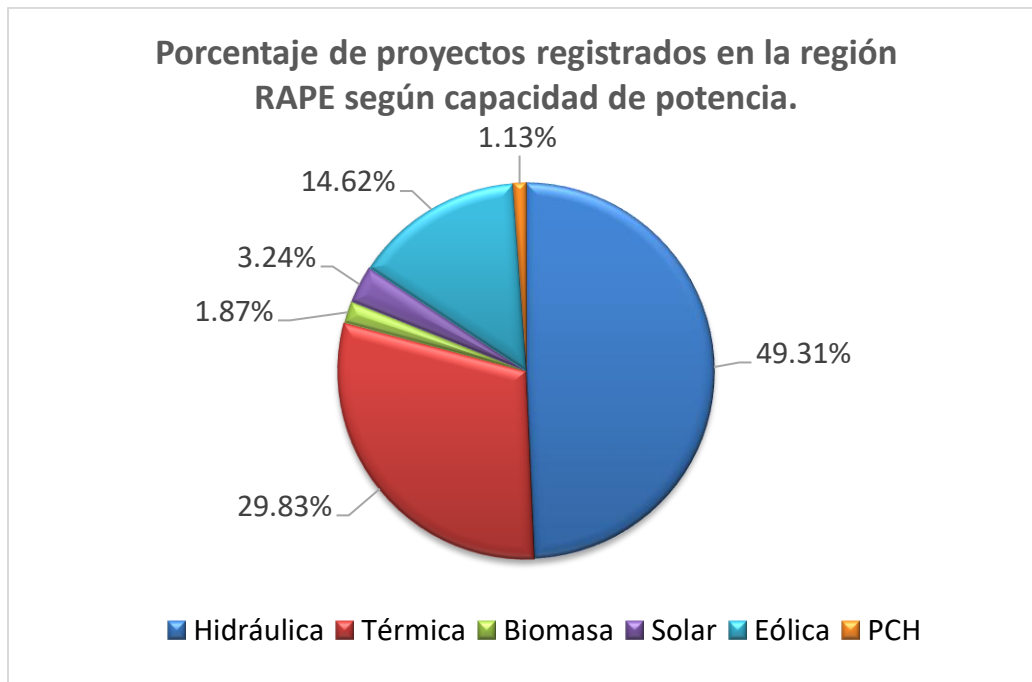


Figura 60. Porcentaje de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Geográficamente, los diferentes sistemas de generación se encuentran concentrados en el centro del país, y se observa que predomina el uso de generación hidráulica por la antigüedad del uso de esta tecnología en el país (capacidad efectiva de 5478,97 MW), pero se nota también que la energía solar toma un papel importante en la capacidad de generación eléctrica de la región (3314,79 MW) seguida por la generación térmica (1624,07 MW) y un pequeño aporte energético de las PCH (359,96 MW), la generación con biomasa (208,24 MW) y la eólica (125 MW) en la **Figura 61**. Estadística de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, se presenta la capacidad efectiva de generación registrada organizada por los diferentes tipos de tecnología para los departamentos de la RAPE.

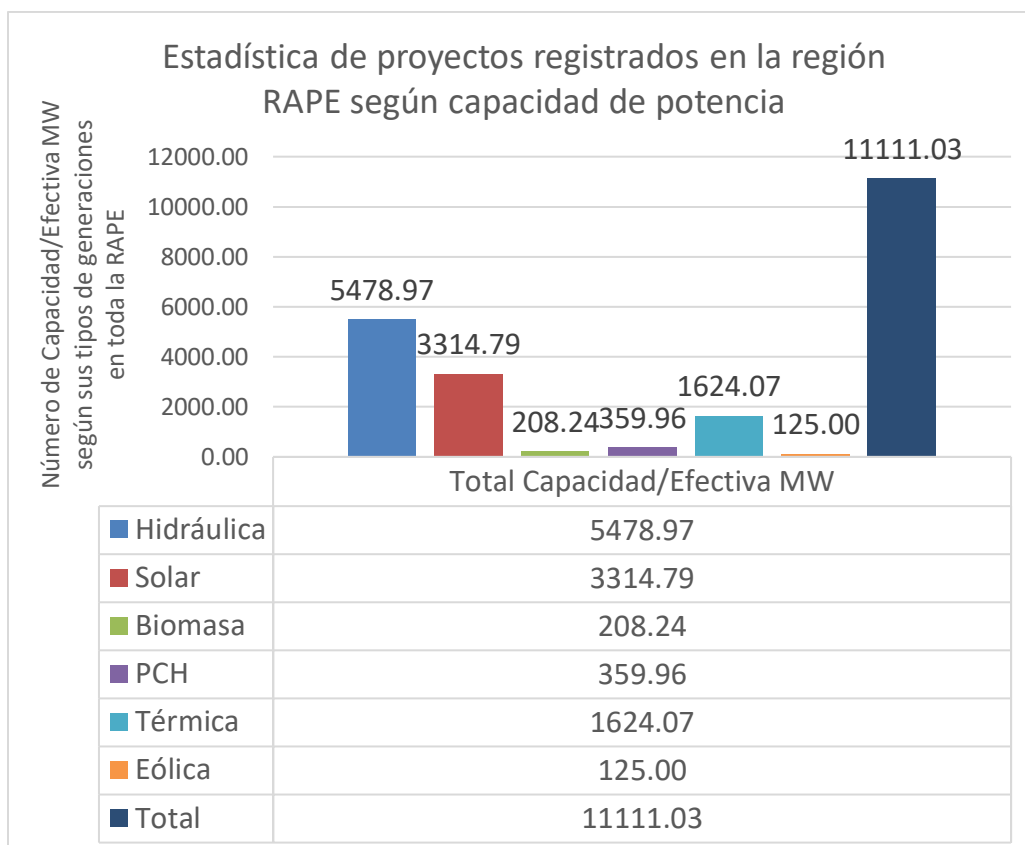


Figura 61. Estadística de proyectos registrados en la región RAPE según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2.1 Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según la capacidad de potencia

En la gráfica se muestra la capacidad a instalar en el departamento de Cundinamarca. Esta zona contará con una capacidad efectiva adicional cercana a los 3 GW de los cuales un 33.94% será por generación hidráulica, 32.24% solar, 27.38% térmica, 0.81% PCH, 5.64% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 62**. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Los proyectos de energía hidráulica, solar y térmica brindarán la mayor capacidad, mientras que se dará uso reducido de la generación con biomasa y PCH y ninguno de la eólica.

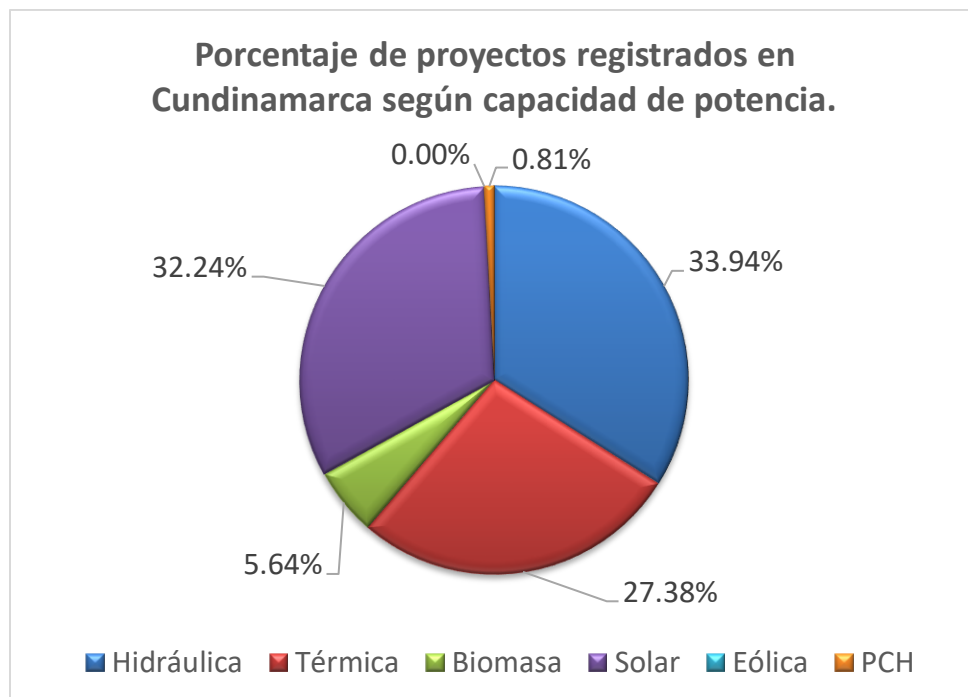


Figura 62. Porcentaje de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, se presenta la capacidad instalada efectiva de generación adicional que habrá con cada tipo de tecnología para el departamento de Cundinamarca en la **Figura 63**. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] En esta zona habrá un incremento de 2997.92MW de los cuales un 1017.43MW será por generación hidráulica, 966.42MW solar, 820.7MW térmica, 24.28MW PCH, 169.0MW biomasa y 0.0MW eólica.

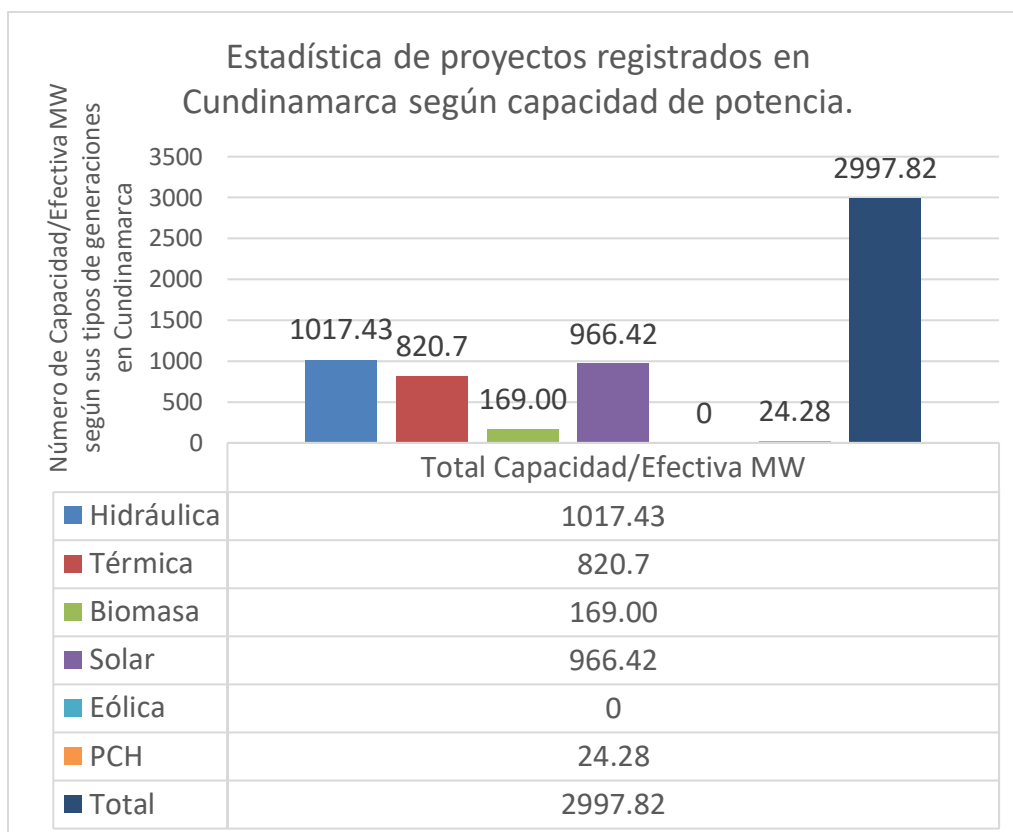


Figura 63. Estadística de proyectos registrados en Cundinamarca según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2.2 Estadística de proyectos registrados en Boyacá según la capacidad de potencia

En el departamento de Boyacá se estima un aumento cercano a 4.4 GW el cual corresponde a 54.44% de generación hidráulica, 24.74% solar, 17.52% térmica, 0.42% PCH, 0.00% biomasa y 2.88% eólica en la **Figura 64**. Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] La mitad del nuevo aporte energético corresponde a generación hidráulica y se espera también mayor aporte de las tecnologías solar y térmica, un pequeño aporte de las PCH, la novedad del uso de la energía eólica pero nulo aprovechamiento de la biomasa.

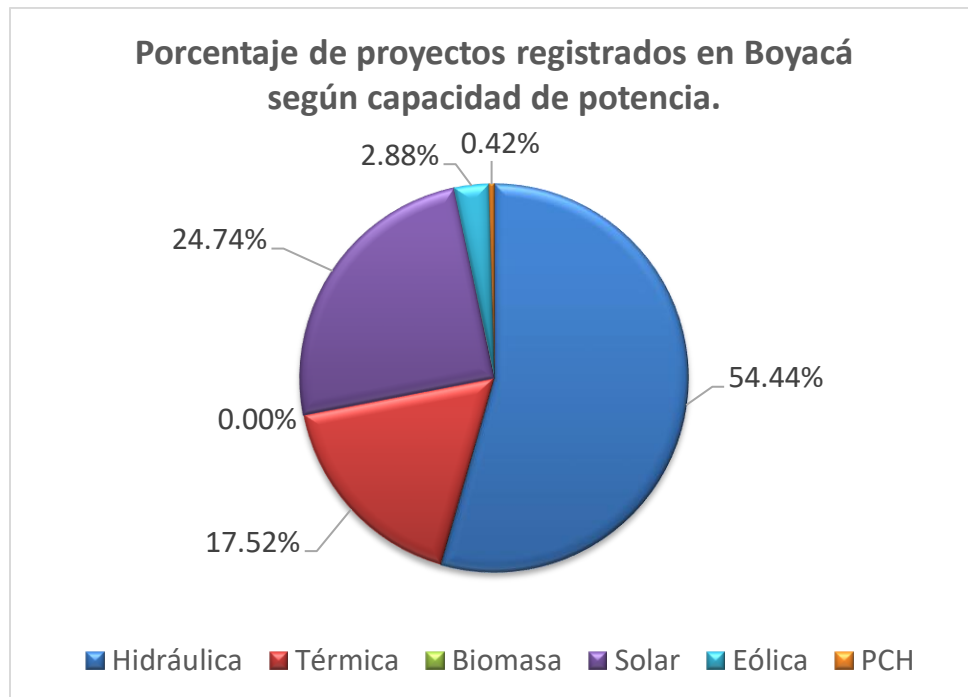


Figura 64. Porcentaje de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, se muestra la capacidad de generación agregada por los diferentes tipos de tecnología en Boyacá en la **Figura 65**. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] La capacidad efectiva añadida será de 4346.57 MW, un 2366.16 MW producidos por generación hidráulica, 1075.44 MW solar, 761.50 MW térmica, 18.84 MW PCH, 0.0 MW biomasa y 125 MW eólica.

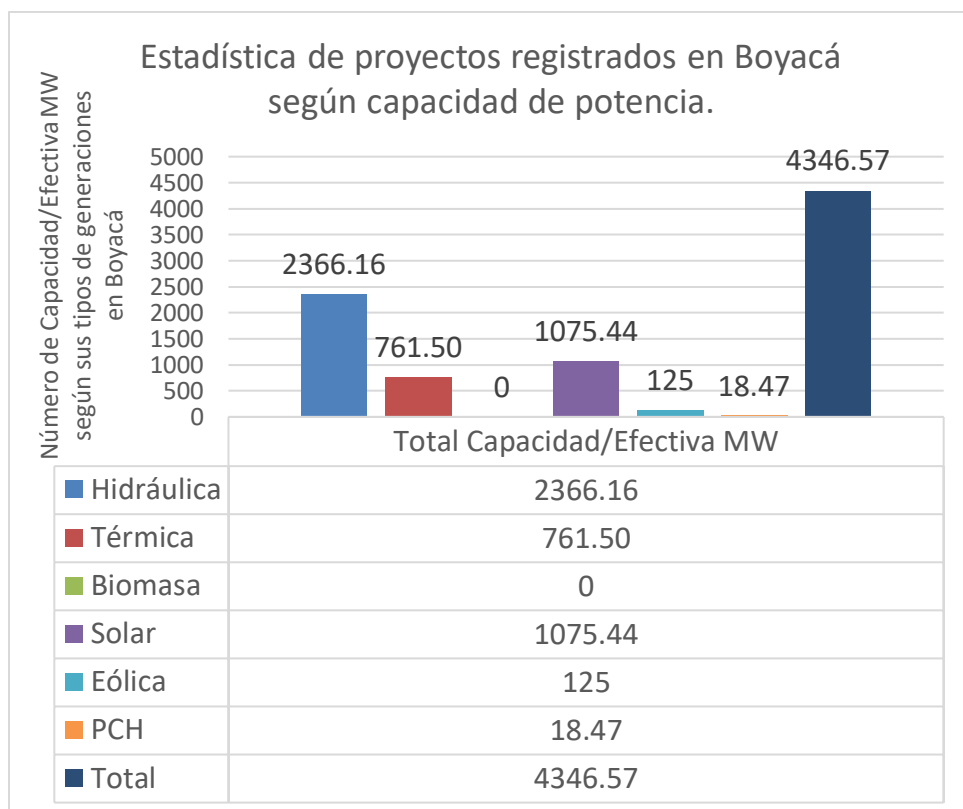


Figura 65. Estadística de proyectos registrados en Boyacá según capacidad de potencia.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2.3 Estadística de proyectos registrados en Tolima según la capacidad de potencia

En la gráfica se muestra el departamento de Tolima que acumulará una potencia instalada adicional de 2.6 GW de los cuales un 66.81% es generación hidráulica, 26.45% solar, 0.32% térmica, 7.04% PCH, 0.01% biomasa y 0.0% eólica **Figura 66.** Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] En este caso hay mayor utilización de la generación hidráulica, seguida de la energía solar, un aumento en el uso de la generación de las PCH en vez de la energía térmica, biomasa y la eólica, esta última ni siquiera se utiliza.

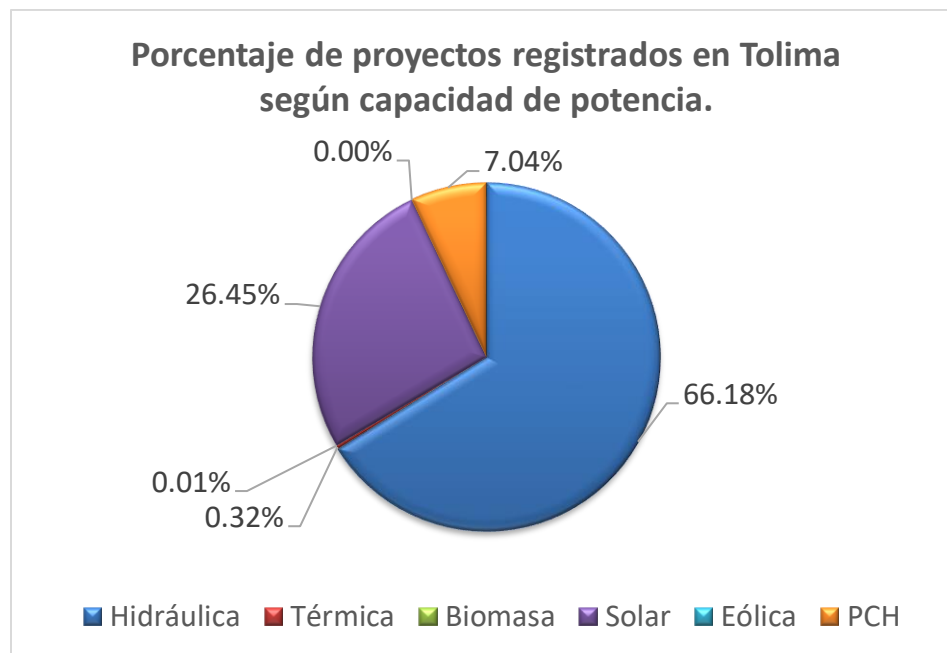


Figura 66. Porcentaje de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

A continuación, este esquema gráfico presenta el aporte energético disponible de generación que cada tipo de tecnología adicionará al departamento de Tolima **Figura 67.** Estadística de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Se contará con una capacidad efectiva adicional de 2538.58 MW de los cuales un 1680.0 MW serán por generación hidráulica, 671.37 MW solar, 8.00 MW térmica, 178.83 MW PCH, 0.38 MW biomasa y 0.0 MW eólica.

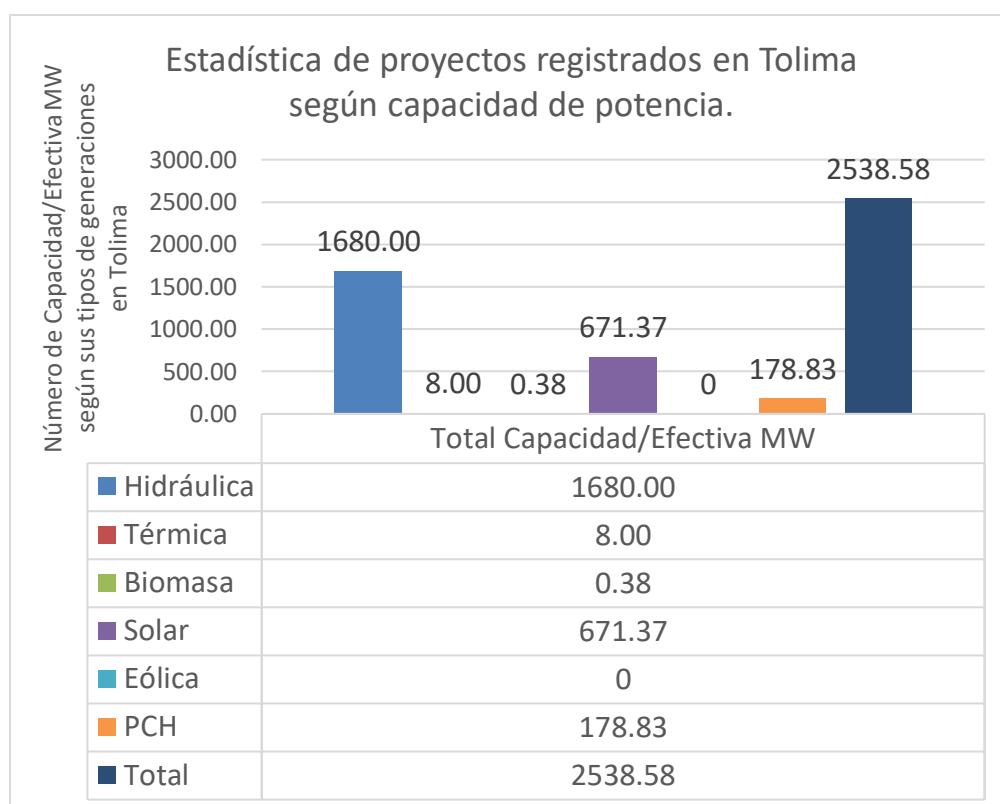


Figura 67. Estadística de proyectos registrados en Tolima según capacidad de potencia.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2.4 Estadística de proyectos registrados en Meta según la capacidad de potencia

En la gráfica se ilustran la distribución de los aportes energéticos que el departamento Meta recibirá con los nuevos proyectos, cercana a 0.3 GW de los cuales un 0.0 % corresponde a generación hidráulica, 89.22% solar, 7.37% térmica, 0.0% PCH, 3.41% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 68**. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Evidentemente tiene una menor capacidad instalada con respecto a las tres regiones anteriores, predominando el uso de energías no convencionales como la solar y la biomasa, así como un aporte complementario de la energía térmica.

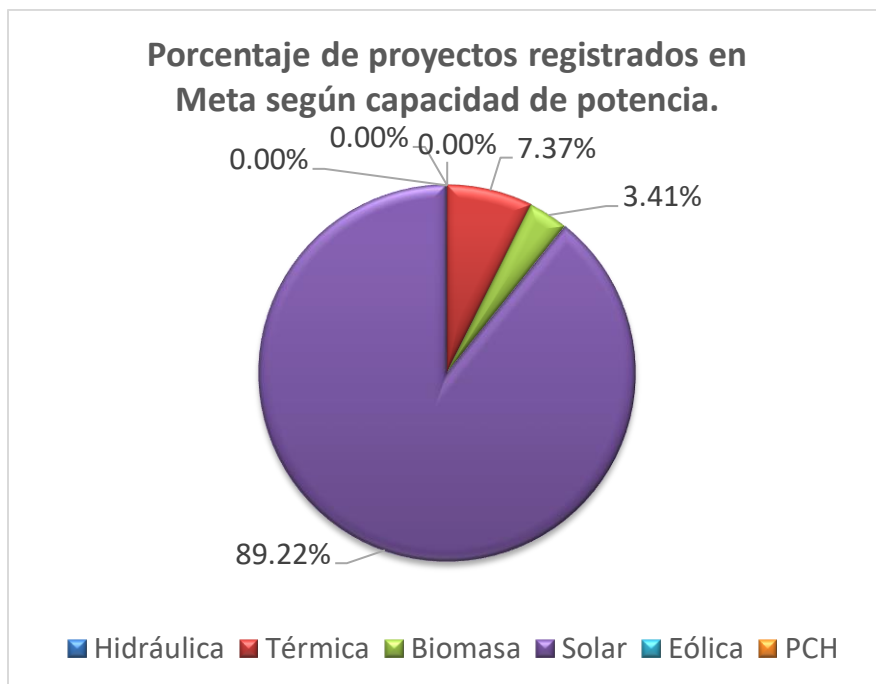


Figura 68. Porcentaje de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

La gráfica siguiente presenta la capacidad de generación que se registra de los nuevos proyectos según sus diferentes tipos de tecnología para el departamento de Meta en la **Figura 69**. Estadística de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] La capacidad efectiva aumentará 296.62 MW de los cuales 0.0 MW es generación hidráulica, 264.65 MW solar, 21.87 MW térmica, 0.0 MW PCH, 10.10 MW biomasa y 0.0 MW eólica.

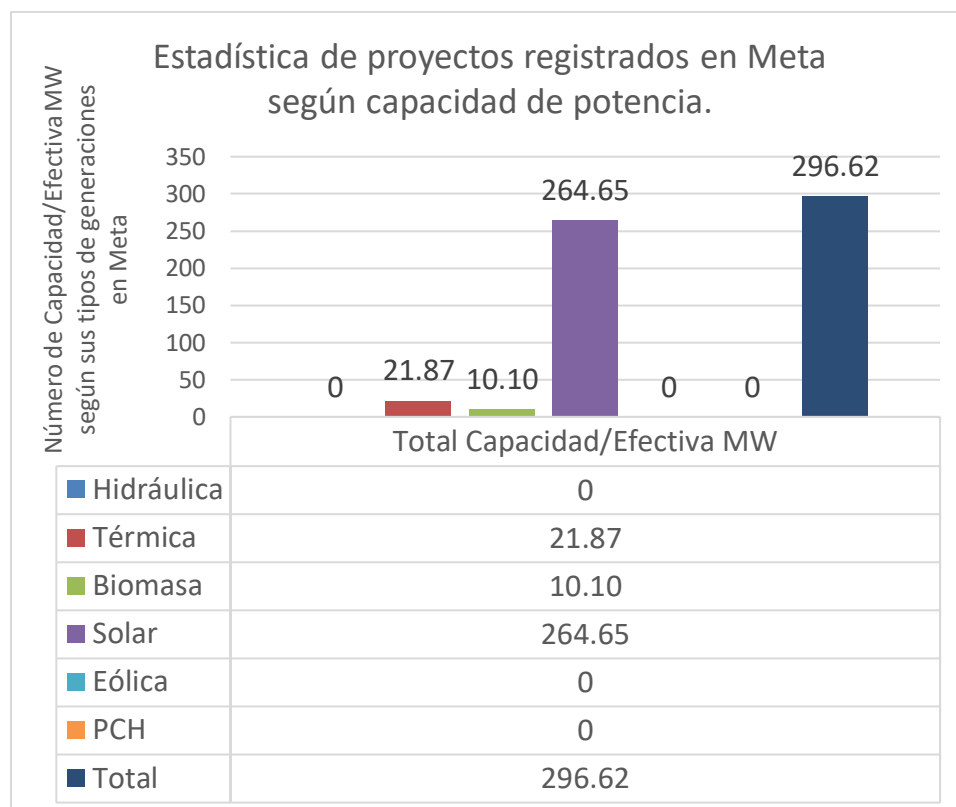


Figura 69. Estadística de proyectos registrados en Meta según capacidad de potencia.
Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

8.2.2.5 Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C. según la capacidad de potencia

En la ciudad de Bogotá D.C la capacidad instalada efectiva crecerá aproximadamente 0.1 GW que corresponderán al 0.0 % de generación hidráulica, 54.84% solar, 12.0% térmica, 4.40% PCH, 28.76% biomasa y 0.0% eólica en la **Figura 70**. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

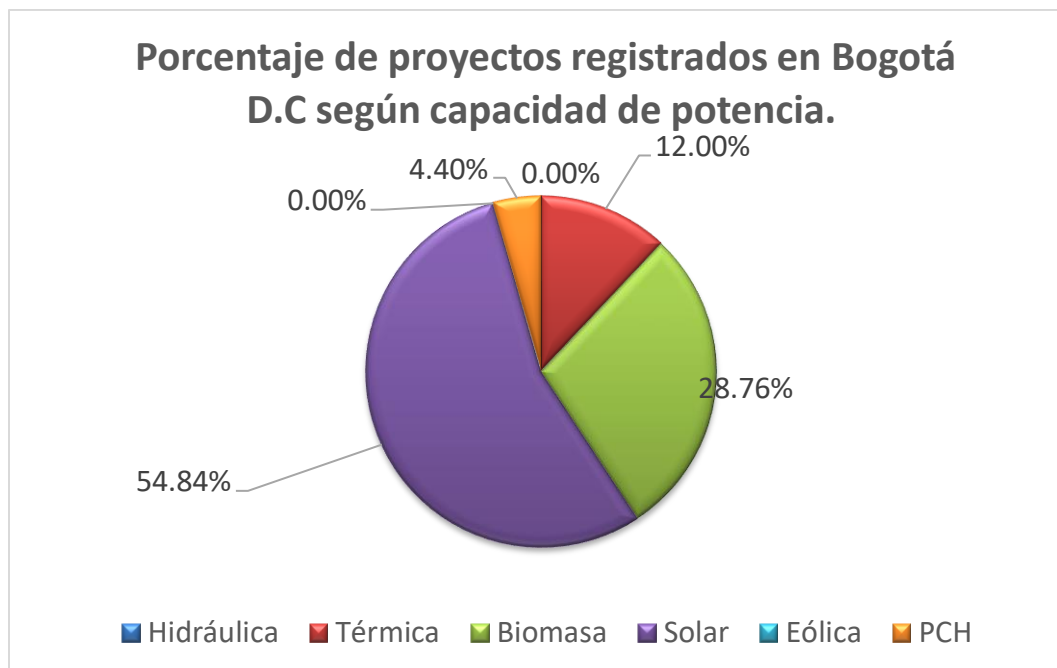


Figura 70. Porcentaje de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

Como se ve en el gráfico siguiente, en la ciudad de Bogotá D.C en la **Figura 71.** Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7] Se calcula que la capacidad efectiva total que alcanzará la suma de los nuevos proyectos es de 100.01 MW de los cuales un 0.0 MW pertenecen a generación hidráulica, 54.85 MW solar, 12.0 MW térmica, 4.40 MW PCH, 28.76 MW biomasa y 0.0 MW eólica.

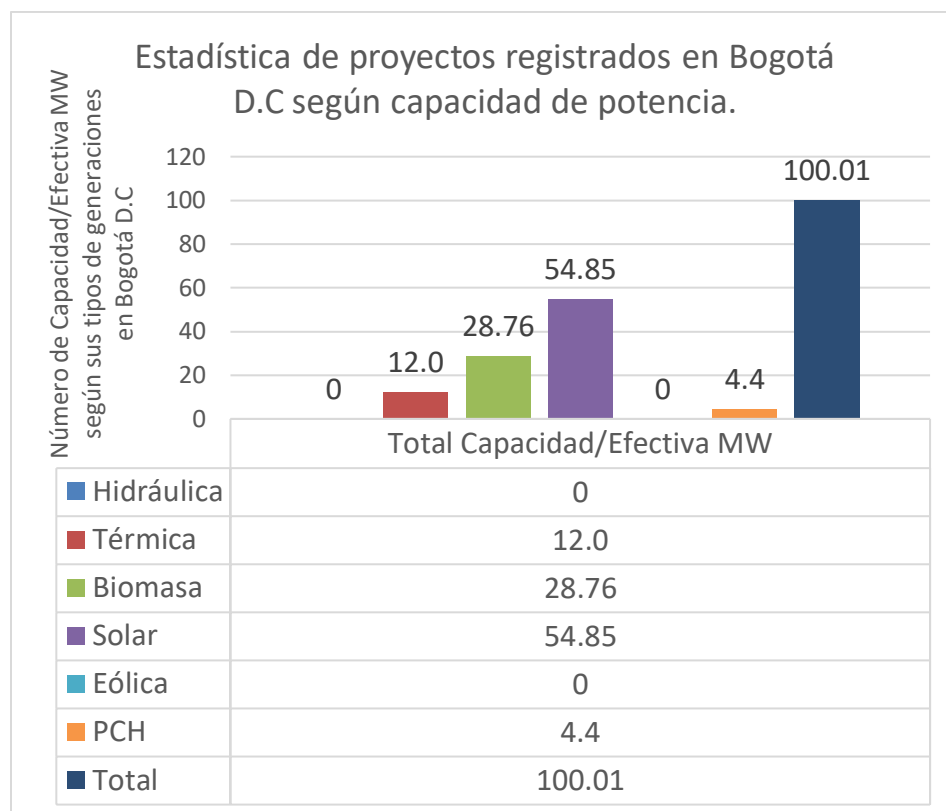


Figura 71. Estadística de proyectos registrados en Bogotá D.C según capacidad de potencia. Elaboración propia. Fuente: UPME [7]

9 Impacto ambiental

9.1 Impactos ambientales de Proyectos hidroeléctricos

Sobre los impactos ambientales que genera la construcción de una planta hidroeléctrica se han desarrollado varios estudios que determinan la afectación que se genera a diversos recursos naturales, en ese sentido este capítulo pretende analizar desde la doctrina dichos impactos, lo anterior para determinar si resulta absolutamente necesario ejecutar estos proyectos pese a las consecuencias negativas frente a los recursos naturales.

Debe tenerse en cuenta que es obligación del Estado garantizar el ejercicio de los derechos a los ciudadanos, sin embargo, cabe aclarar que para la prestación de ciertos servicios públicos es necesario contemplar cierta afectación o disminución de recursos ambientales como es el caso de la construcción de las hidroeléctricas, por lo que resulta altamente importante que se cuente con planes de mitigación de riesgo de dichos impactos y proyectos de responsabilidad social por parte de la empresa que realice la obra.

García Cano (2016) expresa mediante su investigación realizado sobre el diseño de una metodología de evaluación de impacto de ambiental de proyectos hidroeléctricos indicando que es necesario realizar nuevos planes de manejo ambiental para identificar de manera más específica cuáles son los impactos más incidentes en los daños al medio ambiente para realizar actividades de mitigación del riesgo frente a las mismas.[8]

9.1.1 *Alteración de ecosistemas*

Los ecosistemas terrestres y acuáticos que presentan inundaciones por la construcción y puesta en marcha de proyectos hidroeléctricos presentan cambios en su estructura y funcionalidad, en ese sentido la ejecución de estos proyectos se asocia al cambio y la disminución de servicios ecosistémicos, deforestación, alteración del ciclo hidrológico y modificación y pérdida de hábitats, entre otros efectos presentados en las áreas de influencia del proyecto (Instituto Alexander Von Humboldt, 2015). [8]

Se puede identificar que los procedimientos realizados para la construcción de represas hidroeléctricas traen como consecuencia cambios y alteraciones en el hábitat natural de ciertas especies que habitan las zonas de influencia del proyecto, lo que representa una afectación notoria a los ecosistemas.

Los cambios en el régimen hidrológico, la afectación del flujo hídrico, la estacionalidad y la mayor carga de sedimentos afectan procesos ecológicos como las migraciones de peces, de gran importancia pesquera. Los efectos indirectos de esta infraestructura inciden en los humedales y sobre otros ecosistemas en los planos de inundación. En consecuencia, en el desarrollo hidroeléctrico del país se deben sopesar costos y beneficios de proyectos individuales y sectoriales, aplicando el concepto de evaluación ambiental estratégica que es de particular relevancia en la gestión de la Biodiversidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014, p.89). [8]

En definitiva, resulta notoria la afectación que produce la construcción de hidroeléctricas a los ecosistemas que se encuentran en las áreas circundantes al proyecto, sin embargo, es posible aminorar este tipo de impactos si se realizan estudios previos que determinen las características de los ecosistemas y el plan de acción de mitigación de impactos negativos en los mismos.

9.1.2 *Impactos en la actividad pesquera*

Respecto de la actividad de pescadores en las zonas de influencia de proyectos hidroeléctricos es necesario indicar que existe una afectación a la misma en cuanto genera variaciones importantes en los rendimientos pesqueros, ya que en la etapa inicial de la puesta en marcha de la represa se genera un incremento en la producción que no se mantiene en el tiempo, en la medida que posteriormente los niveles de pesca bajan notoriamente en consideración de los ríos en condiciones naturales (Baigun, Oldani & Van Damme, 2011). [8]

Si bien es cierto que actividades como la pesca se ven afectadas en su volumen productivo, también lo es que la puesta en marcha de un proyecto hidroeléctrico genera una cantidad importante de empleo y permite el desarrollo de la región donde se encuentra, por lo tanto, de cierto modo equilibra la afectación a esta actividad dando la posibilidad de realizar otras actividades productivas que pueden generar ingresos a los habitantes.

En este sentido es necesario precisar que los proyectos hidroeléctricos requieren una actividad laboral importante, que permite que se creen nuevos empleos en los territorios donde se desarrollan dichos proyectos lo que activa el mercado laboral de la región.

9.1.3 *Alteración de ciclos naturales de los ríos*

La construcción de proyectos hidroeléctricos supone la alteración de los caudales de los ríos, de manera que en algunas ocasiones deben realizarse inundaciones a ciertas áreas transformando el cauce natural de los ríos, en el caso de las plantas hidroeléctricas a filo de agua reducen los caudales a lo largo de varios kilómetros entre el sitio de derivación del agua y la casilla de turbinas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013). [8]

Debe tenerse en cuenta que la alteración de los ciclos naturales de un río puede representar la vulneración de derechos colectivos. Sobre el tema la Corte Constitucional ha expresado que es deber del Estado garantizar a los ciudadanos el derecho a gozar de un medio ambiente sano ya que el mismo no se puede desligar del derecho a la vida y a la salud de las personas. Así mismo la intimidad debe ser protegida cuando factores externos vulneren su estabilidad, en ese sentido la Corte Constitucional ha extendido la protección del ámbito o esfera de la vida privada, implícita en el derecho fundamental a la intimidad, a elementos o situaciones inmateriales como 'el no ser molestado' o 'el estar a cubierto de injerencias arbitrarias', trascendiendo la mera concepción espacial o física de la intimidad, que se concretaba en las garantías de inviolabilidad del domicilio y de la correspondencia. Dichos derechos se ven afectados, ya que la alteración de cauces de ríos, supone unos cambios directos en la vida de las familias que viven cerca al cauce de los mismos en la **Figura 72**. Hidroeléctrica a filo de agua. Fuente: UPME (2017).[8]



Figura 72. Hidroeléctrica a filo de agua. Fuente: UPME (2017). [8]

Puede concluirse en este punto que tanto las centrales hidroeléctricas que utilizan embalses y las que operan a filo de agua suponen una intervención en el cauce natural de los ríos lo que afecta las corrientes de los mismos que sufren de diversos cambios, los cuales pueden afectar posteriormente a la comunidad que vive en las cercanías del río.

9.1.4 Afectación a patrimonio arqueológico

En diversas ocasiones se han realizado diferentes tipos de hallazgos de elementos arqueológicos durante la construcción de proyectos hidroeléctricos, sin embargo, no hay la certeza de que todos los eventos hayan sido reportados, ya que estos para las empresas dueñas de dichos proyectos representan una demora en la ejecución del proyecto mientras se hace la exploración de la zona para la recuperación del material.

El movimiento de grandes cantidades de tierra ha traído consigo el descubrimiento de material arqueológico de alta importancia para la cultura del país, por lo que el manejo en caso de hallazgos de este tipo se encuentra establecido en la ley.

En caso de un hallazgo arqueológico en el territorio de obras, se suspenden de inmediato las labores constructivas y se demarca un área de 100 metros a la redonda para evitar movimiento de suelo. Luego, el arqueólogo responsable hace presencia en las áreas que cubija la licencia, realiza supervisión del movimiento de tierra, y continúa con el rescate de las piezas encontradas, a través de las excavaciones necesarias para su recuperación. Para ello, cuenta con un equipo de más de 20 profesionales, con toda la experiencia para dar un manejo adecuado, siguiendo todos los protocolos establecidos por el ICANH8 (Emgesa, 2014, p.11). [8]

De esta manera resulta importante que las empresas que van a desarrollar la construcción de proyectos hidroeléctricos planteen con anterioridad un manejo de los

posibles hallazgos arqueológicos que podrían presentarse para de esta manera garantizar la preservación del patrimonio cultural e histórico de la nación.

9.2 Impactos ambientales de Proyectos termoeléctricos

La eficiencia global de las termoeléctricas ha sido baja, mostrando los valores más bajos dentro de América Latina (OLADE), fenómeno que se atribuye a la edad avanzada del parque térmico y a las prácticas deficientes y falta de presupuesto en la operación y mantenimiento de las plantas. El 10% de la capacidad instalada está representada por térmicas con más de 20 años de antigüedad y el 40% por térmicas que tienen más de 10 años. Además, la mayor parte de las unidades son pequeñas, 63% (34 en total) con capacidad inferior a 33MW. [9]

A continuación, se presentan los impactos ambientales de la generación termoeléctrica, los cuales incluyen además de los relativos al proceso de generación, los originados en la extracción y transporte de los combustibles.

9.2.1 *Impactos atribuibles a la minería, beneficio y transporte del carbón*

Las principales actividades realizadas en la minería de carbón a cielo abierto son: la remoción de la vegetación y retiro de la capa orgánica del suelo, la fracturación (usando explosivos) y de los estériles, la conformación de escombreras y el acopio y transporte del carbón. Esto su vez causa contaminación atmosférica por material particulado, altos niveles de ruido, deterioro del paisaje, incremento en la carga de sedimento y otros contaminantes en las tientes, cambios en la composición química de las aguas superficiales y subterráneas, reducción en la capacidad de los acuíferos, destrucción de hábitats y mortalidad o desplazamiento de especies faunísticas, interferencia en procesos migratorios y desove de peces. [9]

La minería subterránea requiere actividades de apertura de vías y construcción de socavones, y actividades de extracción, acopio y transporte del carbón. Estas actividades causan subsidencia o hundimiento de terrenos y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas; efecto de contaminación del aire y ruido, confinados al Interior de la mina, no constituyen riesgos de tipo ecológico, pero sí de salud ocupacional.

Los procesos de beneficio y transporte del carbón causan contaminación atmosférica e hídrica en la purificación del carbón, contaminación atmosférica por emisión de polvo en vías destapadas y en centros de acopio, ruido, incremento de accidentalidad y deterioro de pavimentos, puentes y obras civiles en las vías por las que se transporta el carbón. [9]

9.2.2 *Impactos atribuibles a la utilización de otros combustibles*

Los combustibles líquidos y el gas natural son considerados combustibles más limpios que el carbón, sin embargo, tienen también altos Impactos en sus procesos de exploración y explotación. Los procedimientos de descapote y utilización de explosivos en las etapas de exploración, causan deterioro del paisaje, erosión y carga de sedimentos y otros contaminantes, además de ruido y molestias para la población y para la fauna cercana. En la etapa de perforación se causa deforestación de las zonas de explotación,

contaminación por lodos de perforación, aguas de formación y gases, accidentes, explosiones y derrames que generan a su vez grandes cantidades de hidrocarburos en estado líquido y gaseoso.

El transporte de hidrocarburos y gas natural generan efectos ambientales en la construcción de vías y oleoductos, por la tala y el descapote y el deterioro de suelos y aguas, además de causar desplazamiento de población y frentes de colonización con sus efectos degradantes del medio, como deforestación y erosión, destrucción de ecosistemas, etc. Sin embargo, los mayores impactos se generan en la etapa del transporte de hidrocarburos, por eventos accidentales o provocados de explosiones y derrames que contaminan severamente los cursos de agua continentales y marinas, además de causar contaminación atmosférica por hidrocarburos, óxidos de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno emitidos en la combustión incontrolada del petróleo. [9]

Los procesos de refinación generan a su vez impactos por drenajes de aguas de tanques de crudo y productos refinados, residuos sólidos o de alta viscosidad en sistemas de tratamiento de aguas residuales, emisiones atmosféricas en combustión de teas, chimeneas y calderas, vapores y emisiones de hidrocarburos no quemados en tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo y distribución de productos terminados.

9.2.3 *Impactos atribuibles a la combustión en las plantas termoeléctricas*

El impacto atmosférico de las plantas termoeléctricas se debe principalmente al proceso de combustión y a la disposición de sólidos que aportan material particulado, óxidos de azufre y de nitrógeno e hidrocarburos no quemados.

El proceso que más aporta material particulado es la combustión del carbón por ser el combustible que más cenizas posee. Las térmicas a gas y a “fuel oil” producen pequeñas cantidades de ceniza. Para el control de material particulado en las termoeléctricas de carbón, la tecnología más usada en Colombia son los precipitadores electrostáticos cuyas eficiencias alcanzan del orden de 96 % o más. Sin embargo, la fracción más pequeña de las cenizas, entre 1 y 2 micras, correspondiente a la fracción más dañina para la salud, escapa a este tipo de control. Si bien existen normas tanto de emisión como de calidad ambiental, estas se refieren al total de las partículas, no especifica rangos aceptables en las fracciones finas, ni exigencias en cuanto a metales tóxicos, elementos radioactivos o compuestos orgánicos volátiles, lo que constituye un vacío de la reglamentación. [9]

Otro contaminante muy importante por su fuerte efecto sobre la salud es el dióxido de azufre, generado en la combustión de combustibles que contienen azufre. Los carbones colombianos, a excepción de los del valle del Cauca, tienen contenidos bajos de azufre (1 a 1.2 %); el fuel oil tiene porcentajes un poco mayores, del orden del 2 al 2.5%. Al hacer los cálculos de emisión de contaminantes de origen térmico en 1991, el carbón es nuevamente el combustible que más aportó óxidos de azufre, con 26 mil toneladas para un 96.7 % del total. La reglamentación nacional no contempla normas de emisión de SO_2 para termoeléctricas, ni se ha presentado problemas serios de niveles altos de este contaminante en inmediaciones de las termoeléctricas. Sin embargo, si se piensa en un futuro donde se construyan térmicas de 1000 o más MW, sí será necesario tener una normatividad para la emisión de SO_2 y utilizar técnicas de combustión que disminuyan la emisión de dicho contaminante o equipos desulfurizadores, los cuales constituyen un

costo importante de la inversión inicial y de los costos de mantenimiento de la planta (entre 6 y 10% del total, según sea el sistema) [9]

Los óxidos de nitrógeno son compuestos que al reaccionar con los hidrocarburos no quemados producen el smog fotoquímico, sustancia altamente oxidante e irritante. Se generan por la reacción del nitrógeno orgánico presente en los combustibles o por la reacción del nitrógeno del aire a altas temperaturas. La mayor temperatura de llama de la combustión del gas natural esta principal fuente de óxidos de nitrógeno) de las térmicas. De las 23 mil toneladas de origen térmico producidas en 1991, el 59.3% correspondieron a la combustión del gas y el 40.6% a la combustión del carbón. Tampoco existe normatividad con respecto a la emisión de NOx en térmicas y la situación es muy similar a lo planteado anteriormente para el azufre. Sin embargo, actualmente existen controles de combustión que permiten bajar la temperatura de llama y hacer combustión por etapas, lo que disminuye drásticamente la generación de este contaminante.

Otros compuestos de Interés sanitario y ambiental generados en las térmicas son el CO, los impuestos orgánicos volátiles no metálicos (VOC. nm) y el metano, estos constituyeron únicamente el 1.8% del total de compuestos emitidos en 1991, sin embargo, esto no quiere decir que el riesgo epidemiológico de estas emisiones sea menor, ya que la toxicidad inherente de cada compuesto hace que su riesgo ambiental y epidemiológico no sea proporcional a la cantidad emitida.

Para dimensionar el efecto atmosférico del sector térmico en Colombia, comparado con otros sectores, es importante anotar que las emisiones de las plantas térmicas en 1991 representan únicamente entre el 1 y el 3% de las emisiones totales. Los automóviles aportan el 75% y la industria algo más del 20% del total. [9]

9.2.4 *Otros impactos atribuibles a la operación de las plantas térmicas*

La generación termoeléctrica produce también contaminantes líquidos correspondientes a aguas de enfriamiento, efluentes de planta de desmineralización, aceites, grasas y combustibles y aguas residuales domésticas.

Las aguas calientes, provenientes del condensador, causan choques térmicos en los ríos o mar receptores, y los efectos ecológicos sobre las poblaciones afectadas no ha sido establecido aún.

Las aguas de purgas de calderas, talleres, cárcamos de zona de lubricantes y combustibles contienen metales, grasas y aceites, altas DQO y DBO y pueden significar una carga similar a la de una población de 30.000 habitantes. [9]

Las plantas desmineralizadoras que funcionan con resinas intercambiadoras de iones utilizan sustancias tóxicas como ácido sulfúrico, soda e hidrazina. Estas aguas pueden ser tóxicas y altamente salinas y pueden deteriorar la calidad del cuerpo de agua receptor.

Las aguas residuales domésticas de 150 a 300 personas pueden constituir un impacto en el recurso hídrico receptor si no se tratan adecuadamente.

En cuanto a los residuos sólidos generados por las plantas térmicas, sólo vale la pena mencionar los residuos de la combustión del carbón. Las cenizas se generan en el hogar

de las calderas (escoria o ceniza pesada) y en precipitadores electrostáticos y otros puntos donde hay acumulación de cenizas como banco de economizadores, base de chimenea, etc. (ceniza volante). Estas cenizas son fuente posterior de contaminación del aire y de las aguas a menos que se haga un buen tratamiento de ellas o se las utilice como subproducto comercial. [9]

Los diferentes métodos de disposición utilizados en Colombia (vía seca y húmeda) no han sido exitosos en su manejo ambiental, principalmente por la falta de planificación en su proceso, que ha repercutido en fallas de localización de los rellenos, la desestabilización de las terrazas, la salinización de terrenos aledaños y la resuspensión y deterioro atmosférico de las zonas vecinas.

Los impactos generados por los proyectos termoeléctricos se han evaluado de manera cualitativa. Inclusive la información existente es mucho menor que para el caso de los proyectos hidroeléctricos. En la **Tabla 27**. Tabla de impacto de sobre el medio físico en 8 plantas termoeléctricas [9] que se Inserta a continuación, se describe, de manera cualitativa, la severidad del impacto en 8 centrales termoeléctricas analizadas.

9.2.5 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FISICO EN 8 TERMOELECTRICAS

Proyecto	Erosión del suelo	Movimien. en masa	Cambios condición suelo	Modificación del paisaje	Calidad del agua	Temp. del agua	Dispon. aguas subterr.	Calidad del aire	Contami. Por ruido
Zipa	No ocurre	Significativa	Moderado	Significativo	Severo	Severo	Leve	Excesivo	No ocurre
Paipa	No informa	Significativa	Moderado	Significativo	Severo	Severo	Leve	Excesivo	Moderado
Tasajero	No ocurre	Moderada	Moderado	Significativo	Moderado	Severo	Leve	Severo	No ocurre
Cartagena	No ocurre	No ocurre	Leve	Moderado	Severo	Severo	Leve	Severo	Moderado
B/quila	No ocurre	No ocurre	Leve	Significativo	Moderado	Severo	Leve	Severo	Moderado
Guajira	No ocurre	No ocurre	Moderado	Significativo	Severo	Severo	Leve	Severo	Moderado
Yumbo	No ocurre	No ocurre	Leve	Moderado	Moderado	Severo	Leve	Severo	No ocurre
Barranca	No informa	No informa	Leve	Moderado	No informa	Severo	Leve	Severo	No ocurre

Tabla 27. Tabla de impacto de sobre el medio físico en 8 plantas termoeléctricas [9]

A pesar de una limitada participación en la generación eléctrica del país - explicada por sus elevados costos de operación y la existencia frecuente de excedentes hidroeléctricos-, las centrales termoeléctricas han creado una serie de problemas ambientales importantes; estos problemas tienden a aumentar, si se incrementa el nivel de producción térmica.

10 Conclusiones

- En síntesis, este documento recopila información del panorama de la generación eléctrica relacionando los tipos de tecnología, la capacidad instalada en 2018, los proyectos registrados entre 2008 y 2019, el factor de utilización o relación de la capacidad instalada y el total de la generación de energía calculado para 2018, etc. Estas variables son directamente proporcionales durante el periodo de estudio, aplicadas para las diferentes centrales con diferentes tipos de tecnologías como hidráulica, solar, térmica, biomasa y eólica en la nación y la RAPE compuesta por Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y la capital del País.
- los resultados de este documento son una base importante para tener una mayor comprensión y una visión más completa acerca de las energías alternativas de generación eléctrica energía. Con base en esto se recomienda fomentar estos tipos de tecnologías de generación y seguir conservando a la generación hidráulica como la gran base del sistema eléctrico colombiano por su gran eficiencia evidenciada en el factor de utilización, con respecto a la generación con otras tecnologías.
- En este documento se demuestra que la generación con energía solar, biomasa y eólica puede complementar a la generación con fuentes de energía convencionales. Desde el punto de vista técnico, la utilización de fuentes de energía alternativas es viable en el país, principalmente la energía solar y eólica, además de los grandes beneficios ambientales que ocasiona la utilización de energías alternativas.
- La inserción de la variable denominada factor de utilización en la generación de energía, nos permite evaluar la utilización de las centrales de energía y asegurarse de que en un futuro las energías renovables tendrán unos porcentajes de eficiencia de generación aceptables con respecto a las fuentes más utilizadas como la energía hidráulica y térmica.
- El concepto del metabolismo urbano, se puede aplicar al manejo de desperdicios y residuos sólidos producidos en las ciudades como el distrito capital de Bogotá y su utilización para la generación de electricidad, creando un ciclo energético aunque tiene implicaciones ambientales por la emisión de gases de efecto de invernadero y gases tóxicos nocivos para la salud.
- Toda decisión relacionada con la generación de energía eléctrica debe seguir un análisis informado de la comparación de capacidad instalada y registrar los proyectos de diferentes de tipos de generación entre la Nacional y la RAPE. Por ello, la principal recomendación dado el documento anterior tiene como base un estudio detallado a aplicar y utilizar la generación con energías renovables y la decisión a tomar la conciencia requerida de beneficios ambientales y ahorro de eficiencia de energía.

11 Recomendaciones

- Las cifras analizadas muestran que en el corto plazo capacidad de generación del país y de la región son suficientes para abastecer la futura demanda del servicio eléctrico, sin embargo la necesidad de migrar a energías no convencionales que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y prepararse para aumentar el suministro para los potenciales consumidores de energía eléctrica requiere la puesta en marcha de nuevos proyectos de generación que puedan respaldar a la principal fuente de generación del país: el agua.
- Teniendo en cuenta las características agrícolas de la región, una buena fuente de energía es la biomasa. Evidentemente una de las mayores dificultades es el elevado costo de la maquinaria requerida para el debido aprovechamiento de este recurso por lo que se requieren dos acciones concretas:
 1. Asociación de campesinos y terratenientes: en este punto se considera importante la unión de diferentes sectores del agro para diseñar y ejecutar proyectos de generación a partir de biomasa ya que la sostenibilidad de estos proyectos aumentaría la compra de maquinaria y componentes de mantenimiento para su ejecución, lo que pudiera reducir los costos de importación o incluso de producción de estos elementos. Además, se requiere la clasificación, recolección, transporte y tratamiento adecuado de los desechos para la generación además del montaje y reparación de los generadores, introduciendo un efecto positivo en la generación de empleos formales a tiempo indefinido y temporal.
 2. El uso de este recurso también se puede aplicar en las ciudades principales a través del biogás, para ello se debe implementar un manejo más efectivo de separación de residuos, lo que a su vez tendrá un impacto positivo en el uso de los rellenos sanitarios.

12 Referencias

- [1] XM (XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P). Indicadores generación SIN Resolución – diaria [online]. Disponible: <https://www.xm.com.co/Paginas/Indicadores/Oferta/Indicador-generacion-sin.aspx>
- [2] SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano). (2019, junio 29) Consultas estadísticas de generación: Capacidad efectiva de generación (SIN) en UPME [online]. Disponible: [http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%c3%b3n%2fCapacidad+Efectiva+de+Generaci%c3%b3n+\(SIN\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%c3%b3n%2fCapacidad+Efectiva+de+Generaci%c3%b3n+(SIN))
- [3] XM (XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P). Capacidad efectiva neta del SIN [online]. Disponible: <http://informes.xm.com.co/gestion/2018/servicio-confiable-eficiente-competitivo-y-mas-limpio/oferta-y-generacion/Paginas/capacidad-efectiva-neta.aspx>
- [4] XM (XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P). Informe de Operación del SIN y Administración del mercado 2017: Capacidad efectiva neta [online]. Disponible: <http://informesanuales.xm.com.co/2017/SitePages/operacion/3-5-Capacidad-efectiva-neta.aspx>
- [5] SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano). (2019, junio 29) Consultas estadísticas de generación: generación para eficiencia energética en UPME [online]. Disponible: [http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%c3%b3n%2fGeneraci%c3%b3n+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%c3%b3n%2fGeneraci%c3%b3n+(Gerencial))
- [6] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2015, agosto) Registro de Proyectos de Generación (Inscripción según requisitos de las Resoluciones UPME No. 0520 y No. 0638 de 2007). [online]. Disponible: http://www.siel.gov.co/Generacion_sz/Inscripcion/2015/Registro_Proyectos_Generacion_Ago2015.pdf
- [7] SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano). (2019, junio 29) Consultas estadísticas de generación: Informe de Registro de Proyectos de Generación a junio 2019 [online]. Disponible: <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Inscripci%C3%B3ndeproyectosdeGeneraci%C3%B3n/tabid/113/Default.aspx>
- [8] C. Osorio. (2012). Universidad Católica de Colombia. La Consulta popular ante los impactos ambientales de la construcción de Proyectos Hidroeléctricos en Colombia. Estudio del Caso de la hidroeléctrica El Quimbo. [online]. Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15905/1/Impactos%20ambientales%20de%20los%20proyectos%20hidroelectricos%20en%20Colombia.pdf>

- [9] ISA (Interconexión Eléctrica S.A). Evaluación Ambiental Sectorial: sector eléctrico colombiano informe final. [online], Disponible: <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/EVALUACION%20AMBIENTAL%20SECTORIAL%20SECTOR%20EL%20C3%89CTRICO%20COLOMBIANO.pdf>
- [10] A. Macías y J Andrade. (2014). Estudio de generación eléctrica bajo escenario de cambio climático en UPME [online]. Disponible: http://www1.upme.gov.co/Documents/generacion_electrica_bajo_escenarios_cambio_climatico.pdf
- [11] Ministerio de Minas y Energía (MME). (2019, abril 24). Unidad Planeación de Minero Energético (UPME): Informe de Registro de Proyectos de Generación. [online]. Disponible: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaNzBhN2Q4YmMtN2IxMy00Mjg2LWJhZTctMjRkNWE2NDdlMzI0liwidCI6IjgxNTAwZjZkLWJjZTktNDgzNC1iNDQ2LTc0YjVmYjIjZjEwZSIsImMiOjI9>
- [12] SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano). (2019, abril 24) Proyectos de generación inscritos: Informe de registro de proyectos de generación Semana 17 de 2019. [online]. Disponible: <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Inscripci%C3%B3nde proyectosdeGeneraci%C3%B3n/tabid/113/Default.aspx>
- [13] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2019, mayo 15) Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2017 – 2031. [online]. Disponible: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion/2017/Plan_GT_2017_2031.pdf
- [14] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2019, mayo 15) Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2016 – 2030. [online]. Disponible: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion/2016/Plan_GT_2016_2030/Plan_GT_2016_2030_Final_V1_12-12-2016.pdf
- [15] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2019, mayo 15) Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2015 – 2029. [online]. Disponible: http://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Planes-expansion/Plan-Expansion-2015-2029/Plan_GT_2015-2029_VF_22-12-2015.pdf
- [16] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2019, mayo 11). Informe de avance proyectos de generación – junio 2016 subdirección de energía eléctrica – grupo de generación. [online]. Disponible: http://www.siel.gov.co/Portals/0/Avances_de_Generacion/2016/Informe_Avance_proyectos_Generacion_Julio2016.pdf
- [17] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). (2019, mayo 11). Informe de avance proyectos de generación – abril 2016 subdirección de energía eléctrica – grupo de generación. [online]. Disponible: http://www.siel.gov.co/Portals/0/Avances_de_Generacion/2016/Informe_Avance_proyectos_Generacion_Abril2016.pdf
- [18] Ministerio de Minas y Energía (MME). (2019, abril 24). Unidad Planeación de Minero Energético (UPME): Informe de Registro de Proyectos de Generación (corte a marzo 31 de 2019). [online]. Disponible:

http://www.siel.gov.co/Generacion_sz/Inscripcion/2019/Registro_abril_2019.pdf

[19] UPME (Unidad de planeación Minero Energético). Energía eléctrica SIN (Sistema Interconectado Nacional) [Online]. Disponible: <http://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/PETROLEO.aspx>

[20] PARATEC (Parámetros Técnicos del SIN) en XM. Capacidad efectiva por tipo de generación [Online]. Disponible: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>

[21] S. Carvajal y J Marín. (2011). Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico en la Universidad Nacional de Colombia [online]. Disponible: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:fpSGaiGH5esJ:hhttps://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4239947.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=co>

[22] L. Martínez. (2015). Análisis de la guía ambiental para proyectos de distribución eléctrica en la Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología programa de tecnología eléctrica [online]. Disponible: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6223/621319M385a.pdf?sequence=1>

[23] Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. (2016). Estudio de impacto ambiental proyecto UPME-03-2010, Subestación CHIVOR II – y Norte 230 kV y líneas de transmisión asociadas. [online]. Disponible: <https://www.coursehero.com/file/38080338/4-DEMANDA-USO-APROVECHAMIENTO-Y-AFECTACION-RECURSOS-NATURALES-EEBpdf/>

[24] Ministerio de Minas y Energía Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Invierta y Gane con Energía, Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 [Online]. Disponible: http://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf

[25] Superservicios (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios). (2016). Informe Nacional de Aprovechamiento – 2016 [Online]. Disponible: <http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

[26] S. Cortés. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía en Universidad Pontificia Bolivariana. [Online]. Disponible: <https://www.semanticscholar.org/paper/Energ%C3%ADas-renovables-en-Colombia%3A-una-aproximaci%C3%B3n-Cort%C3%A9s-Londo%C3%B1o/6fa0c720464e744532bb1a4b0e7ba9335aecf659>

[27] ITC (Instituto Tecnológico de Canarias S.A.). (2008). Energías renovables y eficiencia energética. [Online]. Disponible: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

[28] OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería). (2011). Fundamentos técnicos y económicos del sector eléctrico peruano. [Online]. Disponible:

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Fundamentos_Tecnicos_Economicos_Sector_Electrico_Peruano.pdf

[29] L. Ramos y M. Montenegro. (2012). La generación de energía eléctrica en México. [Online]. Disponible:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n4/v3n4a12.pdf>

[30] ISES (Sociedad Internacional de Energía Solar). (2005). Un Futuro Para el Mundo en Desarrollo Basada en las Fuentes Renovables de Energía. [Online]. Disponible:

https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/pa_per_ises_dieter_holm.pdf

[31] A. Macías y J Andrade. (2014). Estudio de generación eléctrica bajo escenario de cambio climático en UPME [online]. Disponible:

http://www1.upme.gov.co/Documents/generacion_electrica_bajo_escenarios_cambio_climatico.pdf

[32] SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano). (2019, abril 29) Consultas estadísticas de generación: Capacidad efectiva de generación (SIN) en UPME [online]. Disponible:

[http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%C3%B3n%2fCapacidad+Efectiva+de+Generaci%C3%B3n+\(SIN\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%C3%B3n%2fCapacidad+Efectiva+de+Generaci%C3%B3n+(SIN))

[33] CENERGIA (Centro de Conservación de Energía y del Ambiente). (2012, enero) Elaboración de la Nueva Matriz Energética Sostenible y Evaluación Ambiental Estratégica, como Instrumentos de Planificación [online] Disponible:

http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/Informe_completo_Estudio_NUMES.pdf

[34] OPTIMAGRID. (2017). Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa OPTIMAGRID. [online]. Disponible: <https://4.interreg-sudoe.eu/contenido-dinamico/libreria-ficheros/11268EB8-CE46-5D93-D5CC-6F82D70A6841.pdf>

[35] L. García (2016). Energía eólica y desarrollo sostenible en la región de la Rumorosa, municipio de Tecate. [online]. Disponible:

<https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Garcia-Hernandez-Luis-Salvador.pdf>

[36] M. Ahumada. (2015). Energías Renovables Alternativas; Futuro sostenible para Colombia. [online]. Disponible:

http://web.fedepalma.org/sites/all/themes/rspo/publicaciones/ambientales/Energias_Renovables_Alternativas.pdf

[37] GTCCJ (Grupo de Trabajo Cambio Climático y Justicia). (2017, septiembre) Estudio sociedad y energía en Bolivia. [online]. Disponible:

<https://ccjusticiabolivia.org/wp-content/uploads/2018/12/GTCCJ-Estudio-Sociedad-y-Energ%C3%ADa-en-Bolivia-Agenda-Trinacional-y-Misereor.pdf>

[38] IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Impactos ambientales de la producción: Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica. [online]. Disponible:

<http://proyectoislarenovable.iter.es/wp->

[content/uploads/2014/05/17_Estudio_Impactos_MA_mix_electrico_APPA.pdf](#)

[39] IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático). (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. [online]. Disponible:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf

[40] IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). (2011). Plan de energías renovables 2011-2020 IDAE. [online]. Disponible:

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/legislacion/documentacion/PER_2011-2020_VOL_I_tcm30-178649.pdf

[41] ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para Desarrollo Industrial). (2019, noviembre 25). ONUDI – Manual de Producción más limpia Análisis energético. [online]. Disponible:

https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf

[42] W. Araque y E. Corrales. (2015). Análisis comparativo del balance energético en cuatro modelos de Sistemas de Producción de Limón Tahití en el Departamento del Tolima en la Universidad Javeriana. [online]. Disponible:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16853/AraqueEcheverryWilsonArlex2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[43] CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad). (2012, febrero). Plan maestro de electrificación 2013 – 2022 Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental. [Online]. Disponible:

<https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-04/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>

[44] SENER (Secretaría de energía). (2017, México) Balance Nacional de Energía 2016 Subsecretaría de Planeación y Transición Energética Dirección General de Planeación e Información Energéticas. [Online]. Disponible:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance_Nacional_de_Energia_2016_2_.pdf

[45] L. Cuadros y D. Ortega. (2012). DERIVEX: “Una herramienta para contratar la energía de consumo industrial” en el colegio de estudios superiores de administración. [online]. Disponible:

<https://docplayer.es/19960851-Derivex-una-herramienta-para-contratar-la-energia-de-consumo-industrial-presentado-por-laura-juliana-cuadros-amaya-diego-andres-ortega-calderon.html>

[46] IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables). (2018). El presente documento es un resumen de IRENA, Transformación energética mundial: hoja de ruta hasta 2050 [online]. Disponible:

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Global_Energy_Transformation_2018_summary_ES.pdf?la=en&hash=A5492C2AAC7D8E7A7CBF71A460649A8DEDB48A82

[47] M. Larrea y E. Álvarez. (2018). El sector energético en Chile Una visión global en el Instituto Vasco de Competitividad Orkestra. [online].

Disponible:

<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/libros/libros-capitulos-libro/energia-chile-vision-global.pdf>

[48] Ministerio de Energía Gobierno de Chile. (2018). Energía 2050: Política energética de Chile. [online]. Disponible:

http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

[49] DNP (Departamento Nacional de Planeación). (2017). Energy Demand Situation in Colombia. [online]. Disponible:

<https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.pdf>

[50] A. Ríos. (2016). Futuro de la Energía en Perú: Estrategias Energéticas Sostenibles en International Rivers, Forum Solidaridad Perú. [online].

Disponible: <https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/estudio-futuro-de-la-energia-en-peru-alberto-rios-fsp-ir-0.pdf>

[51] Casa de bolsa: la comisionista de bolsa Grupo Aval. (2018, julio). Grupo Energía Bogotá: El límite no es Colombia Reinicio de Cobertura I Utilities. [online]. Disponible:

<https://investigaciones.corficolombiana.com/documents/38211/0/Actualizacion%20cobertura%20GEB2018.pdf/6f001ad5-5906-6c2c-03ac-8c2061f8dcbd>

[52] CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México, 2018. [online]. Disponible:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43612/1/S1800496_es.pdf

[53] ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad Sociedad Anónima). (2018). Informe de Actividades 2018. [online]. Disponible:

https://www.endesa.com/content/dam/enel-es/home/inversores/infoeconomicafinanciera/informesanuales/documentos/2019/publicado/IA_2018.pdf

[54] Gobierno de España: Secretaria de Estado de Energía. (2015). La energía en España 2015. [online]. Disponible:

https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_2015.pdf

[55] OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería). (2017). La industria de la electricidad en el Perú 25 años de aportes al crecimiento económico del país en OSINERGMIN. [online]. Disponible:

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf

[56] OLADE (Organización Latinoamericana de Energía). (2017). Manual de Balances Energía Útil 2017. [online]. Disponible:

<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0382.pdf>

- [57] OLADE (Organización Latinoamericana de Energía). (2018). Metodología OLADE para la elaboración de balances energéticos en términos de energía útil. [online]. Disponible: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0252.pdf>
- [58] SENER (secretaría de energía en México). (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012 – 2026 en SENER. [online]. Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva de Energ as Renovables 2012-2026.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2012-2026.pdf)
- [59] C. Pardo. (2001). Situación actual del sector energético en España. [online]. Disponible: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:ETFSerieVI-6EE6A44B-E2A4-9360-DF2A-CED4D9801215&dsID=Documento.pdf>
- [60] FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales). (2013). Situación económica y ambiental del Ecuador en un entorno de crisis internacional. [online]. Disponible: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54216.pdf>

13 Lista de actores e instituciones

<i>Entidad</i>	<i>Siglas</i>	<i>Página Web</i>	<i>Naturaleza</i>	<i>Área de influencia</i>	<i>Sector</i>	<i>Descripción</i>
Agencia Internacional de Energía	IEA	https://www.iea.org/	Privada	Internacional	Energético	La AIE examina todo el espectro de problemas energéticos, incluidos el suministro y la demanda de petróleo, gas y carbón, las tecnologías de energía renovable, los mercados de la electricidad, la eficiencia energética, el acceso a la energía, la gestión del lado de la demanda y mucho más. A través de su trabajo, la AIE aboga por políticas que mejorarán la confiabilidad, la asequibilidad y la sostenibilidad de la energía en sus 30 países miembros y más allá.
Agencia Internacional de Energía Renovable	IRENA	https://irena.org/contact	Privada	Internacional	Energético	Organización intergubernamental que apoya a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible, y sirve como la plataforma principal para la cooperación internacional, un centro de excelencia y un depósito de políticas, tecnología, recursos y finanzas. conocimiento sobre energías renovables. IRENA promueve la adopción generalizada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable, incluidas la bioenergía, la geotérmica, la energía hidroeléctrica, la energía oceánica, solar y eólica en la búsqueda del desarrollo sostenible, el acceso a la energía, la seguridad energética y el crecimiento económico y la prosperidad con bajas emisiones de carbono.
Agencia	ANM	https://www.anm.g	Pública	Nacional	Minería	Entidad minera en el territorio nacional

Nacional de Minería		ov.co				que administra los recursos del estado y concede derechos para su explotación y exploración
Asamblea Departamental del Meta	NA	http://www.asamblea-meta.gov.co/	Pública	Municipal	Gestión de administración	Elabora, interpreta, reforma y deroga las Ordenanzas en los asuntos de su competencia.
Asociación Colombiana de Distribuidores de Energía Eléctrica	ASOCODIS	http://www.asocodis.org.co/	Mixta	Nacional	Energético	Es una entidad sin ánimo de lucro que congrega a las principales empresas distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica que atienden usuarios regulados y no regulados a lo largo y ancho de Colombia. Las empresas públicas y privadas que integran ASOCODIS, representan un segmento clave dentro de la industria colombiana, ya que son responsables de suministrar el servicio de energía eléctrica a 11.8 millones de usuarios que representan el 98.6% de los usuarios de Colombia y de atender el 79,6% del consumo nacional. En conjunto las distribuidoras asociadas en ASOCODIS administran el 93% de la energía eléctrica que se distribuye en Colombia.
Asociación Colombiana de Generadores	ACOLGEN	https://www.acolgen.org.co/	Pública	Nacional	Ambiental y social	Desarrolla e implementa nuevos marcos regulatorios y legales del sector eléctrico, permitiendo darles un valor agregado a nuestros afiliados en términos de acompañamiento y representatividad en la toma de decisiones

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia	ANDI	http://www.andi.com.co/	Privada	Nacional	Gestión de administración	La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), es una agremiación sin ánimo de lucro, que tiene como objetivo difundir y propiciar los principios políticos, económicos y sociales de un sano sistema de libre empresa. Está integrado por un porcentaje significativo de empresas pertenecientes a sectores como el industrial, financiero, agroindustrial, de alimentos, comercial y de servicios, entre otros.
Asociación Nacional de Empresas Generadoras	ANDEG	http://www.andeg.org/	Privada	Nacional	Energía Eléctrica	Congrega empresas de servicios públicos domiciliarios de régimen privado y público, las cuales representan 4.075 MW de capacidad efectiva de generación correspondiente al 23.5% del total nacional
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	ANLA	http://www.anla.gov.co/	Pública	Nacional	Ambiental y social	La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del País.

Banco Interamericano de Desarrollo	BID	https://www.iadb.org/es	Pública	Internacional	Ambiental y social	Trabajamos para mejorar la calidad de vida en América Latina y el Caribe. Ayudamos a mejorar la salud, la educación y la infraestructura a través del apoyo financiero y técnico a los países que trabajan para reducir la pobreza y la desigualdad. Nuestro objetivo es alcanzar el desarrollo de una manera sostenible y respetuosa con el clima.
Biogas Doña Juana S.A.S. E.S.P	CGR DOÑA JUANA	http://biogas.com.co/	Mixta	Regional	Energía Eléctrica y aseo	Diariamente llegan al Relleno Sanitario Doña Juana cerca de 6.700 Toneladas de Residuos Sólidos que son dispuestos en su totalidad por el Operador del Relleno Sanitario (CGR) de manera técnica en celdas impermeabilizadas, con drenaje de lixiviados y sistemas de emisión de Biogás. Una vez los residuos inician su descomposición anaerobia e inicia la producción de biogás, Biogás Doña Juana S.A.S. E.S.P., realiza la captación y conducción del biogás producido hasta nuestra planta; en la cual se efectúa la quema de metano y generación de energía.
Cámara Colombiana de la Energía	CCENERGIA	https://www.ccenergía.org.co	Mixta	Nacional	Gestión de administración	Su misión es representar a sus asociados ante el Gobierno Nacional, Entes de Regulación y Control, Gremios Afines y la sociedad, con el fin de establecer las Normas, Principios y Beneficios que garanticen su sostenibilidad.
Comisión de Regulación de	CREG	http://www.creg.gov.co	Pública	Nacional	Normatividad	Funciona como entidad regulatoria para los recursos energéticos buscando

Energía y Gas		v.co				brindar garantías a los usuarios que hagan uso de los mismos.
Comité Asesor de Comercialización del Sector Eléctrico	CAC	www.cac.org.co	Pública	Nacional	Energía Eléctrica	Creada por la CREG para dar Seguimiento a la Superintendencia de industria y Comercio en forma regular, incluyendo los índices de desempeño en la operación del sistema; realizar una revisión anual de los procedimientos del SIC y enviar a la Comisión un reporte de los resultados; Analizar y recomendar cambios a las reglas comerciales de la Bolsa y de la actividad de comercialización en el mercado mayorista, así como cualquier otro aspecto del SIC y del mercado que involucre aspectos que afecten a la comercialización de energía
Compañía de Expertos en Mercados	XM S.A E.S.P	https://www.xm.com.co/corporativo/Paginas/Nuestra-empresa/quienes-somos.aspx	Privada	Nacional	Energía Eléctrica	Realiza la gestión de sistemas en tiempo real consistente en la planeación, diseño, optimización, puesta en servicio, operación, administración o gerenciamiento de sistemas transaccionales o plataformas tecnológicas, que involucran el intercambio de información con valor agregado, y mercados de bienes y servicios relacionados.

Consejo Colombiano de Eficiencia Energética	CCEE	http://cceecol.org/newweb_ccee/	Mixta	Nacional	Energético	Gremio de empresas colombianas relacionadas con la cadena de valor del sector de la Energía Eléctrica con el objetivo de trabajar con el Gobierno Nacional y otros organismos, actores y gremios del país, a fin de generar iniciativas empresariales y promover políticas públicas permitiendo el desarrollo sostenible del sector energético en general y el desarrollo empresarial y social de sus afiliados en particular. Trabaja con el Gobierno Nacional y otros organismos, actores y gremios del país, a fin de generar iniciativas empresariales y promover políticas públicas que permitan el desarrollo sostenible del sector energético en general y el desarrollo empresarial y social de sus afiliados en particular.
Consejo Mundial de Energía	WEC	https://www.worldenergy.org/	Privada	Internacional	Energético	Definir, habilitar y acelerar las transiciones energéticas exitosas mientras se mantiene una perspectiva global de tecnología y recursos naturales y mediante el uso generalizado de un kit de herramientas de liderazgo de transición flexible, información, eventos interactivos y plataformas dinámicas para entregar momentos estratégicos de impacto.
Corporación Autónoma Regional de Boyacá	CORPO BOYACÁ	https://www.corpoboyaca.gov.co	Pública	Regional	Ambiental y social	Lidera el desarrollo sostenible a través del ejercicio de autoridad ambiental, la administración y protección de los recursos naturales renovables y el ambiente, y la formación de cultura ambiental, de manera planificada y participativa.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	CAR	https://www.car.gov.co	Pública	Regional	Ambiental y social	Ejerce como máxima autoridad ambiental en su jurisdicción, ejecutando políticas, planes, programas y proyectos ambientales, a través de la construcción de tejido social, para contribuir al desarrollo sostenible y armónico de la región.
Corporación Autónoma Regional De Orinoquia	CORPORINOQUIA	www.corporinoquia.gov.co	Pública	Regional	Ambiental y social	Es una autoridad ambiental y administradora de los recursos naturales, gestiona el desarrollo sostenible, garantizando la oferta de bienes y servicios ambientales, mediante la implementación de acciones de prevención, protección y conservación. Mediante el trabajo articulado con los diferentes actores sociales se pretende la armonización en el desarrollo económico y social con la conservación del medio ambiente y la construcción de una región más competitiva.
Corporación Autónoma Regional Del Tolima	CORTOLIMA	https://www.cortolima.gov.co/	Pública	Regional	Ambiental y social	Entre sus objetivos se encuentran administrar los recursos naturales, comprometiendo los actores sociales de la gestión ambiental; sensibilizar a la comunidad con programas y proyectos de alta calidad que involucren la investigación y la implementación de proyectos productivos sostenibles. Minimizar la afectación al medio ambiente, como consecuencia directa o indirecta, del desarrollo de sus procesos.
Corporación de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico	CIDET	http://cidet.org.co/	Privada	Nacional	Ambiental y social	CIDET como Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico del sector eléctrico, acompaña a las empresas de la industria eléctrica a desarrollar capacidades en innovación y calidad para ser más competitivas

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación	COLCIENCIAS	https://www.colciencias.gov.co/quienes_somos/sobre_colciencias/funciones	Pública	Nacional	Gestión de administración	Formular e impulsar las políticas de corto, mediano y largo plazo del Estado en CTel, para la formación de capacidades humanas y de infraestructura, la inserción y cooperación internacional y la apropiación social de la CTel para consolidar una sociedad cuya competitividad está basada en el conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación.
Departamento Administrativo Nacional de Estadística	DANE	https://www.dane.gov.co/	Pública	Nacional	Gestión de administración	Planea, implementa y evalúa procesos rigurosos de producción y comunicación de información estadística a nivel nacional
Departamento Administrativo y de Planeación de Boyacá	DAPBO YACA	http://boyaca.gov.co/m/gobernacion/gabinete-departamental/431-departamento-administrativo-de-planeacion	Pública	Departamental	Gestión de administración	Su compromiso, es brindar un servicio público de calidad, con la implementación de sólidas bases de desarrollo sostenible, humano y ambiental, mediante procesos de participación, liderazgo público y gestión estratégica; apropiación de valores y articulación de políticas, tendencias a mejorar las condiciones de vida de la población.
Departamento Nacional de Planeación	DNP	https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/default.aspx	Pública	Nacional	Gestión de administración	El Departamento Nacional de Planeación - DNP es un Departamento Administrativo que pertenece a la Rama Ejecutiva del poder público y depende directamente de la Presidencia de la República
Electrificadora de Boyacá	EBSA	https://www.ebsa.com.co	Mixta	Departamental	Energía Eléctrica	Dentro de sus proyecciones está la cobertura de todo el departamento en los sectores comercial, industrial y residencial; y su buena gestión se ve reflejada en el crecimiento de sus operaciones, con un sistema de distribución que beneficia áreas rurales y

						urbanas en 123 municipios del departamento de Boyacá.
Electrificadora del Meta	EMSA	www.electrificadoradelmeta.com.co	Mixta	Departamental	Energía Eléctrica	Suministra energía y gestiona negocios energéticos y conexos generando valor a los accionistas, con excelencia en los servicios prestados a sus clientes, capital humano calificado y comprometido, actuando con responsabilidad social y ambiental, contribuyendo al desarrollo de la región y del país. Hoy en día supera los 298.000 usuarios, dando la oportunidad de acceso al servicio a todos los sectores de 24 de los 29 municipios del departamento del Meta
Electrificadora del Tolima	ENERTOLIMA	www.enertolima.com	Mixta	Departamental	Energía Eléctrica	Su objetivo es el de entregar soluciones de energía eléctrica y servicios conexos y complementarios, eficientes y confiables en el departamento del Tolima.
Empresa Colombiana De Petróleos S.A.	ECOPE TROL	https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es	Mixta	Nacional	Hidrocarburos	Presenta actividades comerciales o industriales, correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.
Empresa de Energía de Cundinamarca S.A. E.S.P.	EEC S.A. ESP	https://www.grupoenergiabogota.com/eeb/index.php/sala-de-prensa/informacion-relevante/2016/fusion-codensa-s.a.-esp-empresa-de-energia-de-cundinamarca-s.a.-esp-y-	Privada	Departamental	Energético	Está constituida como una empresa de servicios públicos de carácter mixto, realiza la prestación del servicio de energía principalmente en el citado departamento.

		distribuidora-electrica-de-cundinamarca-s.a.-esp				
Empresas Públicas de Medellín S.A. E.S.P.	EPM	https://promotora.miel2.com/	Pública	Municipal	Energía Eléctrica	Es una empresa que opera principalmente en el sector TIC, Aguas y Residuos, Energía Eléctrica y Petróleo y Gas. Conecta con sus contactos clave, proyectos, accionistas, noticias relacionadas y más. Esta empresa cuenta con operaciones en Colombia.
Federación Colombiana de Distribuidores Minoristas de Derivados Líquidos del Petróleo y otros energéticos	FEDISP ETROL	https://www.fedisp-etrol.com/	Mixta	Nacional	Energético	Esta empresa se preocupa por asesorar a los organismos legislativos en proyectos de ley, decretos, resoluciones donde esté implicada la actividad de distribución, advirtiendo a las autoridades cuando las normas afectan el buen funcionamiento de su actividad e informado a sus afiliados sobre temas de interés.
Generadora Unión S.A. E.S.P.	GESA	http://gunion.com/	Privada	Nacional	Energía Eléctrica	Es una empresa de gestión y conocimiento dirigida por profesionales calificados y con experiencia en el sector Eléctrico Colombiano, respaldados por un experto grupo de asesores y consultores externos, lo cual nos ha convertido en líderes nacionales en la estructuración de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas y de proyectos de energía renovable que reducen emisiones de carbono.
GENERSA	GENER	http://www.genersa	Privada	Nacional	Energía	Se constituyó en el año 2011 para

S.A.S. E.S.P.	SA	a.com.co/index.html			Eléctrica	desarrollar las actividades de, generación y comercialización de Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional, la empresa presenta un capital suscrito y pagado de \$400 millones, tiene su sede principal en Bogotá. Su última actualización en RUPS aprobada fue el día 05 de agosto de 2016.
Gestión energética S.A ESP	GENSA	https://www.gensa.com.co/	Mixta	Nacional	Energético	Compañía estatal colombiana que se dedica a las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica principalmente desde la Central Térmica a Carbón Termopaipa.
Global Solar Atlas	GSA	https://globalsolaratlas.info/?c=11.609193,8.261719,3	Privada	Internacional	Energético	El Global Solar Atlas es una iniciativa de datos abiertos que pone a disposición datos meteorológicos y meteorológicos modelados y medidos
Gobernación de Boyacá	NA	https://boyaca.gov.co/	Pública	Departamental	Gestión de administración	El Departamento administra los asuntos seccionales y planifica y promueve del desarrollo social y económico dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y la ley
Gobernación de Cundinamarca	NA	http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion	Pública	Departamental	Gestión de administración	La Secretaría de Planeación lidera y orienta los procesos de planificación de carácter departamental, local y regional, a través de la gestión de información y proyectos estratégicos; promoviendo la formulación, seguimiento, evaluación y rendición de cuentas de las políticas públicas.

Gobernación del Meta	NA	https://meta.gov.co	Pública	Departamental	Gestión de administración	Atiende de manera prioritaria, las demandas que efectúe su población, con el fin de eliminar diferencias y cerrar brechas a partir de acuerdos, alianzas y convenios que permitan elevar la calidad de vida, dinamizar el desarrollo económico del departamento con la participación de todos los actores, de acuerdo a las políticas contenidas en el plan de desarrollo económico y social.
Gobernación del Tolima	NA	https://www.tolima.gov.co/	Pública	Departamental	Gestión de administración	Administra los asuntos seccionales y planifica y promueve del desarrollo social y económico dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución
Grupo de Energía de Bogotá	GEB	https://www.grupoenergiabogota.com/informacion-corporativa/quienes-somos2	Mixta	Departamental	Gestión de administración	Tiene a cargo empresas líderes a lo largo de la cadena energética de baja emisión en ejes regionales de alto consumo, conectando grandes operadores y un amplio conocimiento regulatorio desde los más altos estándares de gobierno corporativo.
Grupo Enel	ENEL	https://www.enel.com.co/es/personas.html	Privada	Nacional	Energético	Es la segunda compañía de distribución y comercialización de electricidad más grande de Colombia. Actualmente, presta sus servicios en Bogotá y otros 129 municipios de Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta.

Hidroeléctrica La Miel S.A. E.S.P.	MIEL	https://promotora.miel2.com/	Privada	Nacional	Energía Eléctrica	La Miel II no es un proyecto nuevo; desde los años ochenta se ha promovido esta zona -al igual que el embalse La Miel I inaugurado en 2003- como de alto potencial hidroeléctrico. A mediados de 1992 se comenzaron a realizar los estudios de diseño de la obra por parte de INGETEC y en el año 2010 fue otorgada la licencia ambiental para su construcción, por parte del Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo territorial -hoy en día Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-.
Infraestructura de Datos Espaciales para El Distrito Capital	IDECA	http://www.ideca.gov.co/sobre-ideca/la-ide-de-bogota	Pública	Departamental	Geográfico	La Infraestructura de Datos Espaciales es el conjunto de acuerdos, tecnologías, estándares y datos que integran las relaciones entre la comunidad y la administración distrital, para acceder de manera fácil y práctica, al más completo banco de información geográfica del Distrito Capital.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	IDEAM	http://www.ideam.gov.co/	Pública	Nacional	Energía Eléctrica	El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente.
Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas	IPSE	www.ipse.gov.co	Pública	Nacional	Energía Eléctrica	Se ha encargado del estudio y búsqueda de implementación de proyectos geotérmicos, en las regiones del país con potencial de tal recurso.

ISAGEN S.A. E.S.P.	ISAGEN	https://www.isagen.com.co/SitioWeb/es	Privada	Nacional	Energía Eléctrica	Es una empresa privada de generación y comercialización de energía con siete centrales de generación que suman 3.032 MW (2.732 hidráulicos y 300 térmicos). Avanzamos en el desarrollo de un portafolio de energías renovables que aprovechan fuentes como el agua, el viento y la luz solar. Nuestro accionista mayoritario es BRE Colombia Hydro Investments Ltd.
Ministerio De Hacienda Y Crédito Público	MinHacienda	https://www.minhacienda.gov.co	Pública	Nacional	Energético	Entre sus responsabilidades se encuentra el control de los mercados de capitales, la política cambiaria, el control de la balanza de pagos, el desarrollo de la política fiscal, el arancel y el presupuesto nacional.
Ministerio De Minas Y Energía	MinMinas	https://www.minenergia.gov.co	Pública	Nacional	Energético	Su función consiste en la formación y adopción de políticas dirigidas al aprovechamiento sostenible de los recursos mineros y energéticos para la contribución del desarrollo económico y social del país.
Organización de las Naciones Unidas	ONU	https://nacionesunidas.org.co/	Mixta	Internacional	Gestión de administración	La ONU puede tomar medidas sobre los problemas que enfrenta la humanidad, como la paz y la seguridad, el cambio climático, el desarrollo sostenible, los derechos humanos, las emergencias humanitarias y de salud, la producción de alimentos y mucho más.
Organización Latinoamericana de Energía	OLADE	http://www.olade.org/olade/	Pública	Internacional	Ambiental y social	Contribuir a la integración, al desarrollo sostenible y la seguridad energética de la región, asesorando e impulsando la cooperación y la coordinación entre sus Países Miembros.

Presidencia de la República	NA	https://id.presidencia.gov.co	Pública	Nacional	Normatividad	Su función consiste en asesorar y apoyar a las dependencias y/o procesos de la Entidad, en la definición, implementación, evaluación y mejoramiento del Sistema de Control Interno, con el propósito de que todas las actuaciones y funciones de la Presidencia de la República se desarrollen en el marco de la Constitución y la Ley, bajo los principios de autocontrol, autogestión y autorregulación, en cumplimiento de los objetivos y metas institucionales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	PNUD	https://www.undp.org/content/undp/es/home.html	Mixta	Internacional	Gestión de administración	Este organismo, apoya a los países con soluciones integradas. Esto significa que centra en las causas profundas, para crear soluciones que corresponden a la realidad de las personas. En este programa se hace pertinencia la colaboración con los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil para asegurar sus objetivos
Secretaría de Ambiente y Gestión del Riesgo del departamento del Tolima	NA	https://www.tolima.gov.co/publicaciones/5794/secretario-de-ambiente-y-gestion-del-riesgo/	Pública	Departamental	Ambiental y social	Fomenta el ejercicio de actuaciones encaminadas a la conservación, restauración y desarrollo del patrimonio ambiental y la defensa de los intereses colectivos. Así mismo, el monitoreo permanente y la optimización del esquema de alertas tempranas dentro de la gestión del riesgo, que conduzca a la disminución de la vulnerabilidad y los efectos catastróficos de los desastres naturales y antrópicos

Secretaría de Minas y Energía de Boyacá	NA	http://boyaca.gov.co/gobernacion/gabinete-departamental/432-secretaria-de-minas-y-energia	Pública	Departamental	Energético	Propende por el Desarrollo Minero energético del Departamento, mediante la gestión y coordinación de la Asistencia y Asesoría en la optimización de los procesos productivos, la transferencia de Tecnología , el establecimiento de formas asociativas, la consecución de nuevos mercados, el fomento de la aplicación de los principios del desarrollo sostenible y la incorporación de las exigencias en materia de salud ocupacional que conlleve a reducir los impactos económicos de la accidentalidad laboral y los costos sociales en la producción de la riqueza sectorial.
Secretaría de Minas y Energía de Cundinamarca	NA	www.cundinamarca.gov.co › Home › Secretaria De Minas Y Energia	Pública	Departamental	Energético	Busca el aprovechamiento de la estrategia del Gobierno Nacional en el aumento de la cobertura de energía eléctrica a favor del desarrollo del Departamento. Así mismo establecer y aprovecha las políticas del sector minero energético nacional en favor del desarrollo del Departamento.
Secretaría de Minas y Energía del Meta	NA	http://www.meta.gov.co/web/content/secretaria-de-medio-ambiente-y-recursos-minero-energeticos	Pública	Departamental	Ambiental y social	Gestiona el uso eficiente de los recursos naturales renovables y no renovables para fortalecer el desarrollo sostenible en el Departamento a través de la ejecución de políticas, programas y proyectos.
Secretaría de Planeación de Villavicencio	NA	http://www.villavicencio.gov.co/NuestraAlcaldia/Dependencias/Paginas/Planeacion.aspx	Pública	Municipal	Gestión de administración	Tiene como fin administrar, direccionar y ejecutar programas establecidos en el municipio

Secretaría de Planeación del Departamento de Cundinamarca	NA	www.cundinamarca.gov.co › Home › Secretariadeplaneacion	Pública	Departamental	Gestión de administración	Lidera y orienta los procesos de planificación de carácter departamental, local y regional, a través de la gestión de información y proyectos estratégicos; promoviendo la formulación, seguimiento, evaluación y rendición de cuentas de las políticas públicas
Secretaría de Planeación y TIC del departamento del Tolima	NA	https://www.tolima.gov.co/publicaciones/320/secretaria-de-planeacion-y-tic/	Pública	Departamental	Gestión de administración	Su objetivo es el de realizar diseño, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas públicas y de las actividades de la gestión territorial para la asignación y ejecución efectiva de la inversión pública; así mismo, el impulso del uso y apropiación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), con el propósito de promover un Departamento equitativo, sostenible y competitivo, que conduzca al crecimiento ordenado del territorio, a la igualdad de oportunidades para sus habitantes; y genere alto impacto en las condiciones de vida de la población tolimense
Secretaría Distrital de Planeación	SDP	http://www.sdp.gov.co/	Pública	Departamental	Gestión de administración	La Secretaría desarrolla funciones que apuntan a orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital, conjuntamente con los demás sectores, de acuerdo al Decreto 16 de 2013
Servicio Geológico Colombiano	SGC	https://www.sgc.gov.co	Pública	Nacional	Energético	contribuir al desarrollo económico y social del país, a través de la investigación en geociencias básicas y aplicadas del subsuelo, el potencial de sus recursos, la evaluación y monitoreo de amenazas de origen geológico, la gestión integral del conocimiento geocientífico, la investigación y el control

						nuclear y radiactivo, atendiendo las prioridades de las políticas del Gobierno Nacional
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	SSPD	https://www.superservicios.gov.co	Pública	Nacional	Energético	Su objetivo es contribuir al desarrollo económico y social del país, a través de la investigación en geo ciencias básicas y aplicadas del subsuelo, el potencial de sus recursos, la evaluación y monitoreo de amenazas de origen geológico, la gestión integral del conocimiento geocientífico, la investigación y el control nuclear y radiactivo, atendiendo las prioridades de las políticas del Gobierno Nacional.
Unidad de Planeación Minero Energética	UPME	http://www1.upme.gov.co/Paginas/default.aspx	Pública	Nacional	Energético	Planea el desarrollo minero - energético, apoya la formulación e implementación de la política pública y genera conocimiento e información para un futuro sostenible. Es decir, planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos, así mismo, produce y divulga la información requerida para la formulación de política y toma de decisiones y apoya al Ministerio de Minas y Energía en el logro de sus objetivos y metas
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	UD	https://www.udistrital.edu.co/	Pública	Regional	Académico	Organización institucional, ente autónomo del orden distrital, que tiene entre sus finalidades la formación de profesionales especializados y de ciudadanos activos; la producción y reproducción del conocimiento científico, además de la innovación tecnológica y la creación artística. Como Institución pretende aportar al desarrollo de la

						región, gestionando adecuadamente la información requerida, de modo que sea insumo para el desarrollo de proyectos que permitan el mejoramiento en las condiciones de vida de la población
Universidad Nacional de Colombia	UNAL	http://unal.edu.co/	Pública	Nacional	Académico	Como entidad educativa y en búsqueda de enriquecer la investigación en la nación ha realizado estudios y apoyo a instituciones, en ciertas regiones del país que han permitido la retroalimentación en el estudio del recurso geotérmico

Tabla 28. Actores y entidades relacionadas en el documento. *Elaboración propia.*

14 Clasificación de las referencias según nivel de importancia

ID	Tipo	Nombre	Fuente
[1]	Sistema de información	Indicadores generación SIN Resolución – diaria	XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P
[2]	Página Web	Consultas estadísticas de generación: Capacidad efectiva de generación (SIN) en UPME	Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL)
[3]	Sistema de información	Capacidad efectiva neta del SIN	XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P
[4]	Sistema de información	Informe de Operación del SIN y Administración del mercado 2017: Capacidad efectiva neta	XM compañía de expertos en mercados S.A E.S.P
[5]	Página Web	Consultas estadísticas de generación: generación para eficiencia energética en UPME	Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL)
[6]	Página Web	Registro de Proyectos de Generación (Inscripción según requisitos de las Resoluciones UPME No. 0520 y No. 0638 de 2007).	UPME (Unidad de planeación Minero Energético).
[7]	Página Web	Consultas estadísticas de generación: Informe de Registro de Proyectos de Generación a Junio 2019	Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL)
[8]	Documento	La Consulta popular ante los impactos ambientales de la construcción de Proyectos Hidroeléctricos en Colombia. Estudio del Caso de la hidroeléctrica El Quimbo.	Universidad Católica de Colombia.
[9]	Documento	Evaluación Ambiental Sectorial: sector eléctrico colombiano informe final.	ISA (Interconexión Eléctrica S.A).
[10]	Documento	Estudio de generación eléctrica bajo escenario de cambio climático en UPME	UPME (Unidad de planeación Minero Energético).

Tabla 29. Clasificación de las referencias según nivel de importancia. Fuente: Elaboración propias

15 Anexos

15.1 Línea del tiempo de proyectos registrados de diferentes tipos de tecnologías

Entrada de proyectos de generación en Biomasa

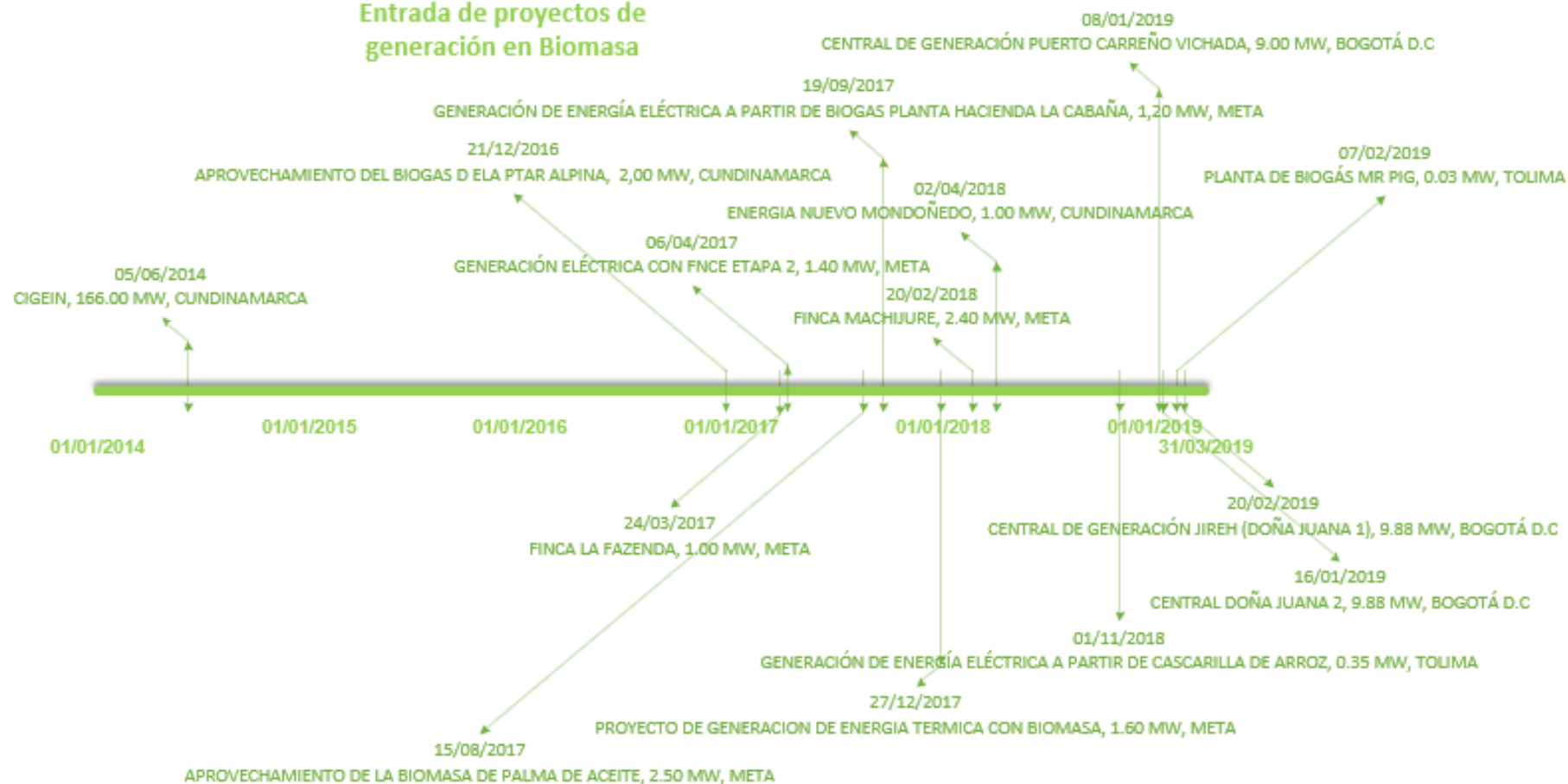


Figura 73. Línea del tiempo de proyectos registrados de biomasa. Elaboración propia

Entrada de proyectos de generación en Térmica

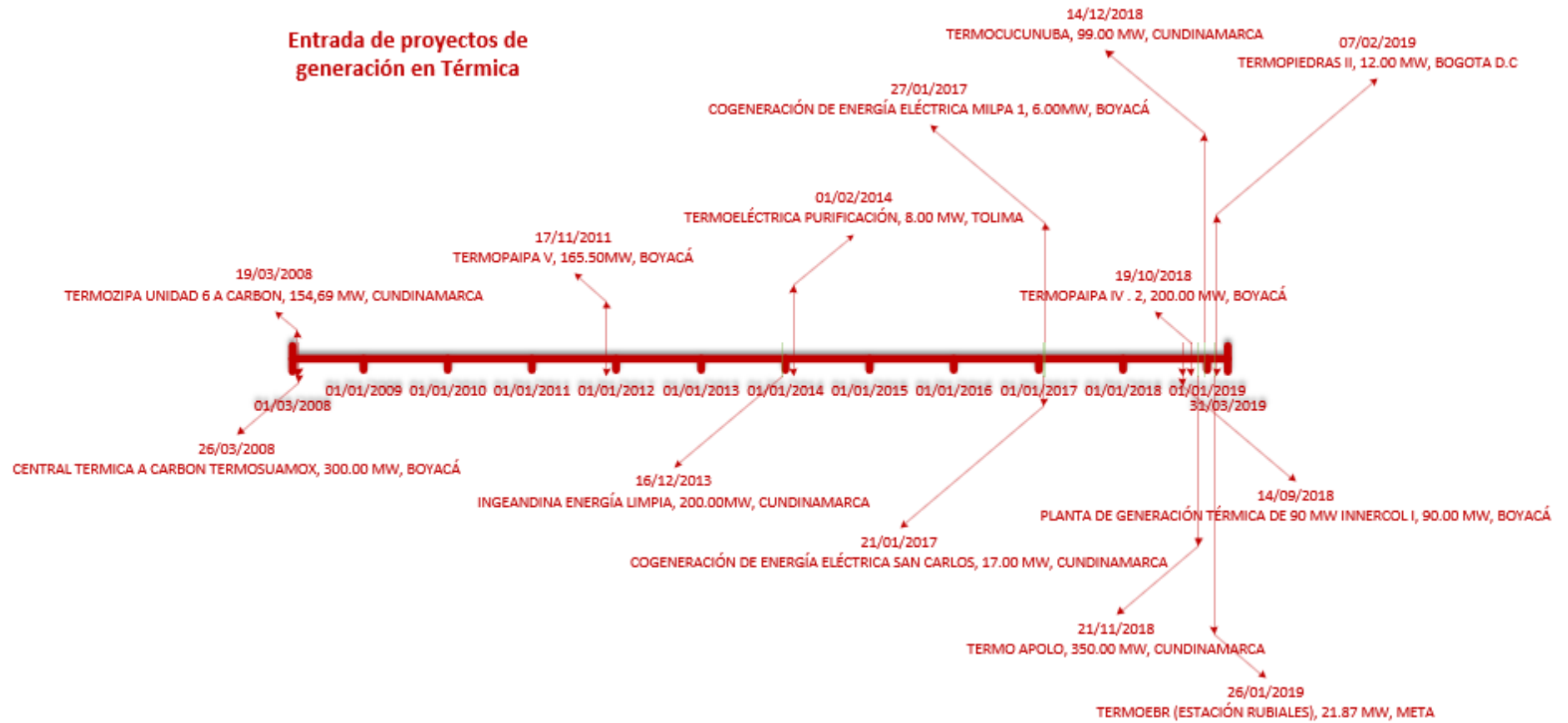


Figura 74. Línea del tiempo de proyectos registrados de térmica. Elaboración propia

Entrada de proyectos de generación en eólica

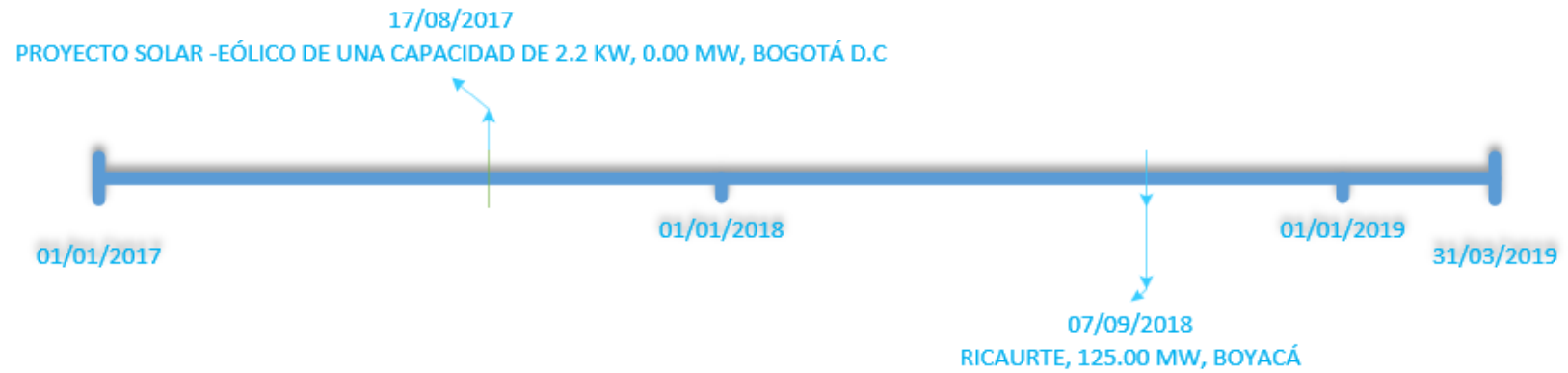


Figura 75. Línea del tiempo de proyectos registrados de eólica. Elaboración propia

Entrada de proyectos de generación en PCH

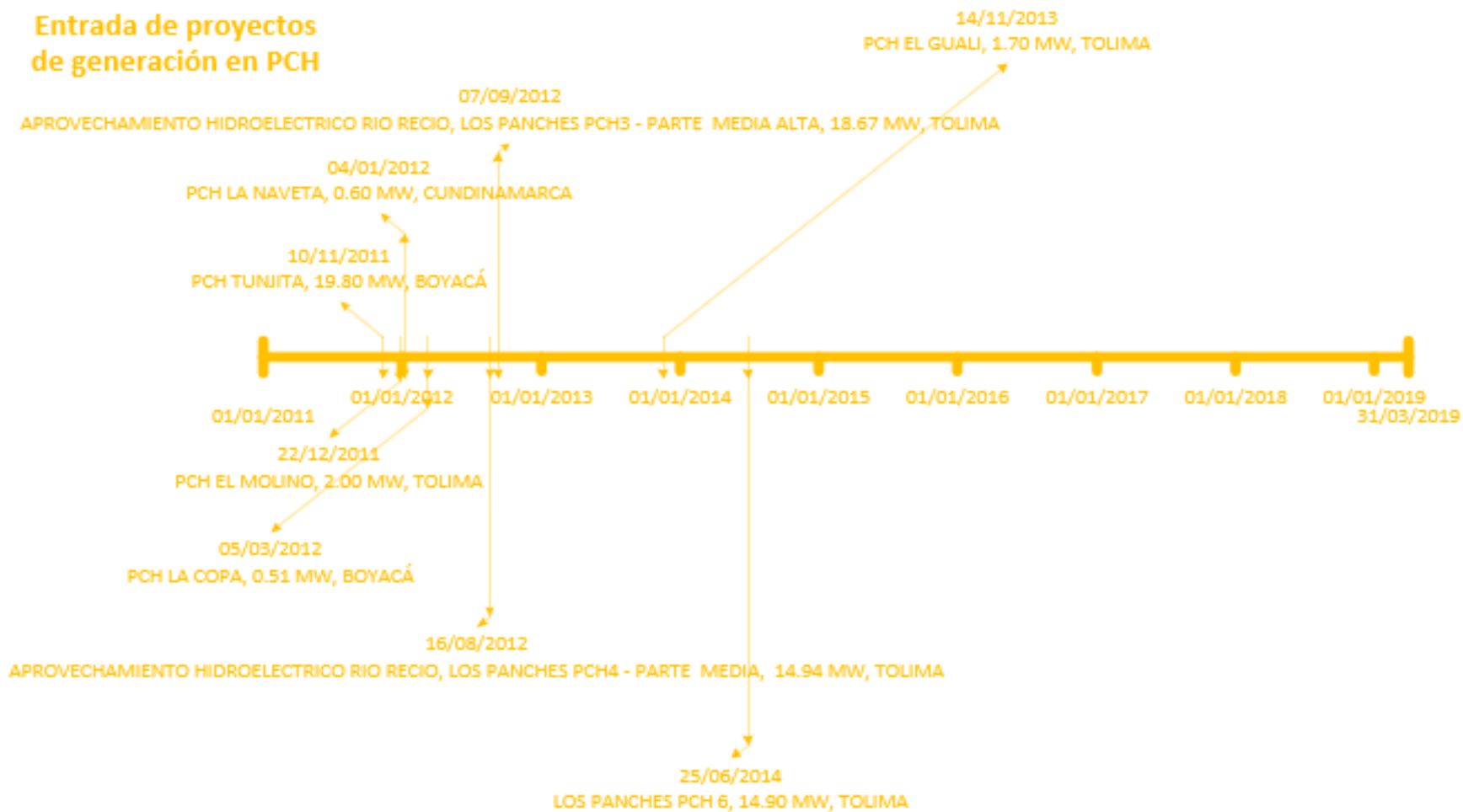


Figura 76. Línea del tiempo de proyectos registrados de PCH. Elaboración propia