

I

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CARBONO ASOCIADA
AL INGRESO DE LA GENERACIÓN SOLAR FV EN EL
DESPACHO ELÉCTRICO HORARIO DEL PERÚ EN EL AÑO
2018”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

ELABORADO POR:
CAROLINE PAMELA CAMARENA GAMARRA

ASESOR:

Ph.D. JOHNNY NAHUI ORTIZ

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis padres por su amor, apoyo incondicional y por brindarme la oportunidad de ser una profesional de bien.

Asimismo, a mis familiares y amigos, por su amistad y motivación constante, lo cual contribuye a mi desarrollo profesional.

A mi profesor y asesor, el Ph.D. Johnny Nahui Ortiz por la formación profesional brindada y por su acompañamiento continuo en mi desarrollo profesional.

Finalmente, a los profesores y personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por el apoyo brindado durante mi etapa universitaria para lograr concluir mis estudios satisfactoriamente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mis padres por forjarme con principios y valores, por su inspiración a la superación a través de una formación universitaria. Asimismo, a mis familiares y amigos por haber contribuido en mi desarrollo personal y profesional.

Este agradecimiento, se extiende a mi profesor y asesor, el Ph.D. Johnny Nahui Ortiz, por su orientación y su generosidad en compartir sus conocimientos y experiencias para culminar satisfactoriamente la presente tesis.

Asimismo, a las autoridades de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quienes acompañaron en este proceso de elaboración del trabajo de investigación, a través de las gestiones administrativas que se requirió.

Finalmente, al Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES) por el apoyo brindado respecto a la información disponible para la elaboración de la presente tesis.

RESUMEN

El análisis del despacho eléctrico y la producción de energía solar a partir de las centrales solares FV, permite identificar que existe una reducción en emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). El desarrollo del presente trabajo de investigación es debido a la falta de información actualizada y específica acerca de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se evitan debido a operación de las centrales solares FV en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). La finalidad del presente estudio de investigación es determinar dichas emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas gracias al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del Perú ejecutado en el año 2018.

La metodología utilizada en el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas se basa principalmente en el despacho eléctrico ejecutado cada 30 min en el SEIN, incluyendo centrales de generación térmica y solar FV. La información sobre el despacho eléctrico del Perú se obtuvo del Comité de Operación Económica del Sistema interconectado Nacional (COES) mientras que la información acerca de factores de emisión de los combustibles se obtuvo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en inglés International Panel on Climate Change, IPCC).

En el presente trabajo de investigación, se evidencia el desplazamiento de ciertas fuentes de generación debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del SEIN. La energía proveniente de las centrales térmicas que utilizan combustibles como el Gas Natural, Carbón, Petróleo Residual y Petróleo Diesel fue eventualmente desplazadas en el despacho eléctrico ejecutado cada 30 min. El análisis correspondiente se realizó para las 24 horas del día y los 365 días del año 2018, con un total de 17 520 datos procesados.

Los resultados, evidencian que el ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico ejecutado durante el año 2018 evitan la producción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) durante su operación, de otra forma, estas emisiones se hubieran producido por los combustibles desplazados. Durante el año 2018, se evitó un total de 351 955 TonCO₂, que se hubiesen producido utilizando combustibles fósiles en el caso de que no existiera la generación eléctrica solar

FV.

Dichas emisiones de dióxido de carbono (CO₂) corresponden a la generación eléctrica a partir de Gas Natural (52%), Petróleo Residual (35%), Petróleo Diesel (11%) y Carbón (2%). Asimismo, se determinó que por cada MWh de energía solar FV producida se evita 0.502 Ton de dióxido de carbono (CO₂).

ABSTRACT

The analysis of the electric dispatch and the energy production from solar PV plants, allows us to identify that there is a reduction in carbon dioxide emissions from the National Interconnected Electric System (SEIN). The development of this research work is due to the lack of updated and specific information about carbon dioxide (CO₂) emissions that are avoided due to the operation of solar PV plants in the National Interconnected Electric System (SEIN). The purpose of this research study is to determine these carbon dioxide (CO₂) emissions avoided due to the en of PV solar power plants to in Peruvian electric dispatch in the year 2018. The methodology used in the calculation of avoided carbon dioxide (CO₂) emissions is mainly based on the electrical dispatch carried out every 30 min in the SEIN, including thermal and solar PV generation plants. Information on the electric dispatch of Peru was obtained from the Economic Operation Committee of the National Interconnected System (COES), while information on fuel emission factors was obtained from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In the present research work, the displacement of certain generation sources due to the entry of the solar PV plants into the SEIN electric office has been shown. The energy from thermal power plants that use fuels such as Natural Gas, Coal, Residual Oil and Diesel Oil was eventually displaced in the electrical dispatch carried out every 30 min. The corresponding analysis was performed for 24 hours a day and for the 365 days of the year 2018, using a total of 17 520 data records processed.

The results show that the operation of the solar PV plants in the electric dispatch carried out during the year 2018 prevents the production of carbon dioxide (CO₂) emissions, otherwise these emissions would have been produced by the displaced fossil fuels. During 2018, it was avoided a total of 351 955 TonCO₂, which would have been produced using fossil fuels in the absence of solar PV electricity generation.

The forementioned carbon dioxide (CO₂) emissions correspond to electricity generation from Natural Gas (52%), Residual Oil (35%), Diesel Oil (11%) and Coal (2%). Likewise, it was determined that for each MWh of PV solar energy produced, 0.502 Ton of carbon dioxide (CO₂) is avoided.

PRÓLOGO

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad calcular las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) evitadas debido al ingreso de las centrales solares fotovoltaicas en el despacho eléctrico del Perú durante el año 2018.

La problemática asociada al trabajo de investigación está vinculada a la ausencia de información actualizada y específica sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) evitadas en nuestro Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) debido a la generación de electricidad con recursos energéticos renovables (RER), en particular para el caso de centrales solares fotovoltaicas. A la fecha, el Perú ha elaborado Inventarios Nacionales de GEI con base en los años 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994. (MINAM, 2020). Los últimos reportes de acceso al público respecto al inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son realizados en base datos del año 2014. Asimismo, el Balance Nacional de Energía 2017, publicado en el portal web del MINEM en octubre 2019, es el último reporte oficial del sistema energético a nivel nacional. Ante la necesidad, de conocer en mayor detalle las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) evitadas debido al ingreso de nuevas plantas de generación eléctrica con recursos energéticos renovables (RER), tales como las centrales solares fotovoltaicas, se plantea el presente trabajo de investigación.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación, se utilizó información acerca del despacho eléctrico en el Perú, provenientes principalmente del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional, en adelante COES. Esta información, permitió conocer el despacho eléctrico ejecutado diariamente por intervalos de cada 30 min durante el año 2018, asimismo se determinó el tipo de combustible desplazado en cada intervalo de tiempo (30 min) debido a la producción de energía solar fotovoltaica. Además, se utilizó información sobre factores de emisión de dióxido de carbono (CO_2) por tipo de combustible según las Directrices del IPCC del año 2006. La información de los factores de emisión fue utilizada conjuntamente con las eficiencias térmicas (%) de cada unidad de generación térmica representativa del Sistema Interconectado Nacional, en adelante SEIN, las cuales fueron reportadas por el COES en el reporte de estadística operacional del año 2018. Es preciso resaltar que, para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) evitadas, fue necesario realizar las gestiones y consultas necesarias al COES para garantizar la exactitud de la

información utilizada en el presente trabajo de investigación.

En el capítulo de Cálculos y Resultados, se muestra en detalle el proceso íntegro de cálculo y el análisis de cada uno de los resultados obtenidos. Finalmente, se plantean las conclusiones y un conjunto de recomendaciones fundamentadas en el análisis realizado en cada capítulo, cumpliéndose así con los objetivos del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	VI
PRÓLOGO	VII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Hipótesis.....	2
1.3.1. Hipótesis General	2
1.3.2. Hipótesis Específica.....	2
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	3
2.1. El Sub-Sector Eléctrico	3
2.1.1. La energía eléctrica	3
2.1.2. El sistema eléctrico en el Perú	3
2.1.3. Evolución de la energía eléctrica en el Perú	5
2.1.4. Consumo de energía eléctrica en el Perú	5
2.1.5. Actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización	7
2.1.5.1. Generación Eléctrica.....	7
2.1.5.2. Transmisión Eléctrica.....	10
2.1.5.3. Distribución Eléctrica	12
2.1.5.4. Comercialización eléctrica	13
2.1.5.5. Tipos de Generación Eléctrica	14

2.1.5.6.	Generación hidráulica	14
2.1.5.6.1.	Centrales hidráulicas de pasada	14
2.1.5.6.2.	Centrales Hidráulicas de embalse	14
2.1.5.7.	Generación térmica.....	15
2.1.5.7.1.	Centrales térmicas a derivados de petróleo	15
2.1.5.7.2.	Centrales térmicas a carbón	15
2.1.5.7.3.	Centrales térmicas a gas natural.....	16
2.1.5.8.	Centrales eléctricas a base de energías renovables no convencionales.....	17
2.1.5.8.1.	Generación solar	17
2.1.5.8.2.	Generación eólica	20
2.1.5.8.3.	Generación Biomásica.....	21
2.1.5.8.4.	Generación Geotérmica.....	23
2.1.6.	Producción de Energía Eléctrica en el Perú durante el año 2018.....	24
2.1.6.1.	Producción Termoeléctrica por tipo de tecnología	25
2.1.6.2.	Potencia Efectiva	26
2.1.6.3.	Ingreso de nuevas centrales de generación.....	28
2.2.	Recursos Energéticos Renovables (RER)	29
2.2.1.	Generación eléctrica RER.....	30
2.2.2.	Energía Solar.....	30
2.2.2.1.	Fotovoltaica	31
2.2.2.2.	Térmica.....	32
2.2.3.	Evolución de la Energía Solar en el Perú	32
2.2.4.	Centrales Solares FV Conectadas al SEIN	33
2.2.4.1.	Central Solar Rubí	34
2.2.4.2.	Central Solar Intipampa	36
2.2.4.3.	Central Solar Majes	38

2.2.4.4.	Central Solar Moquegua FV.....	39
2.2.4.5.	Central Solar Panamericana.....	41
2.2.4.6.	Central Solar Repartición.....	42
2.2.4.7.	Central Solar Tacna Solar.....	44
2.2.5.	Generación Solar Fotovoltaica Total.....	45
2.2.6.	Ubicación de las centrales solares fotovoltaicas en el Perú.....	47
2.3.	El SEIN y el Despacho Eléctrico.....	49
2.3.1.	Demanda de Energía Eléctrica.....	49
2.3.1.1.	Características de la demanda de energía eléctrica.....	49
2.3.1.2.	Despacho eléctrico.....	50
2.3.1.3.	Características de las unidades frente al despacho.....	50
2.3.2.	Horizontes Temporales en el Funcionamiento del Sistema Eléctrico.....	52
2.3.2.1.	Operación en tiempo real.....	52
2.3.2.2.	El corto plazo.....	52
2.3.2.3.	El mediano plazo.....	52
2.3.2.4.	El largo plazo.....	52
2.3.3.	Máxima Demanda del SEIN.....	52
2.3.4.	Costo de generación.....	54
2.3.4.1.	Costos Fijos.....	56
2.3.4.2.	Costos Variables.....	56
2.3.5.	Costos de inversión, operación y mantenimiento.....	57
2.3.5.1.	CAPEX.....	57
2.3.5.2.	Costos de reposición.....	58
2.3.5.3.	OPEX.....	58
2.3.6.	El Costo marginal.....	58
2.3.6.1.	Costo Marginal de Largo y Corto Plazo.....	58
2.3.6.2.	Orden de prioridad en el despacho eléctrico.....	59

2.3.7.	El despacho eléctrico en el Perú.....	59
2.4.	Generación Solar FV	61
2.5.	Generación termoeléctrica en el SEIN	61
2.5.1.	Tecnología de las centrales térmicas utilizadas en el SEIN	61
2.5.2.	Tipo de Tecnología de las centrales térmicas	62
2.5.2.1.	Ciclos de Vapor	63
2.5.2.2.	Turbina de Gas	64
2.5.2.3.	Ciclos Combinados.....	65
2.5.2.4.	Motor Reciprocante-Ciclo Diesel.....	66
2.5.3.	Parque de Centrales Térmicas Representativas en el SEIN	67
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		69
3.1.	Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) evitadas por el ingreso de centrales solares FV	69
3.1.1.	Proceso de Cálculo de Emisiones de Dióxido de Carbono (CO ₂) evitadas	69
3.1.1.1.	Subproceso 1: Producción de energía solar fotovoltaica.....	69
3.1.2.	Factores de Emisión de Dióxido de Carbono (CO ₂)	74
3.1.3.	Factor de emisión de dióxido de carbono (CO ₂) por tipo de generación termoeléctrica	74
3.1.4.	Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) evitadas	75
CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS		79
2.6.	Producción total diaria de Energía Solar FV.....	79
2.7.	Potencia Total Solar FV generada en el Día de Máxima Demanda....	80
2.7.1.	Energía solar producida por cada central FV en el día de máxima demanda, 17 de diciembre del año 2018	84
2.7.2.	Energía solar mensual del año 2018 por tipo de combustible desplazado	91
2.7.3.	Energía sustituida en el despacho eléctrico a costo marginal	93

4.2.5. Eficiencia de las centrales térmicas en el SEIN.....	96
4.2.6. Consumo de combustible sustituido por la producción de energía solar fotovoltaica	97
4.2.7. Cantidad de combustible desplazado mensual y anual	99
2.8. Emisiones de Dióxido de Carbono Evitadas por Unidad de Energía Solar FV Producida.....	101
2.8.1. Emisiones diarias evitadas por unidad de energía solar producida ..	101
2.8.2. Emisiones mensuales evitadas por unidad de energía solar FV producida	103
2.8.3. Emisiones mensuales evitadas por tipo de combustible desplazado	104
2.8.4. Emisiones anuales evitadas por unidad de energía solar FV producida	107
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	108
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	110
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Actividades desarrolladas en el sector eléctrico	4
Figura 2: Consumo Eléctrico por sectores	6
Figura 3: Consumo eléctrico por tipo de clientes (%)	7
Figura 4: Proceso de transformación y pérdidas de la energía primaria	8
Figura 5: Relación entre potencia y pérdida	11
Figura 6: Modelo de competencia minorista	13
Figura 7: Esquema de la Generación Fotovoltaica	18
Figura 8: Esquema de la Generación Termosolar	19
Figura 9: Esquema de generación eléctrica a partir de biomasa	23
Figura 10: Esquema de una central geotérmica	24
Figura 11: Producción Mensual de Energía (GWh) por Tipo de Generación-2018	25
Figura 12: Producción Termoeléctrica (%) por tipo de tecnología-2018	26
Figura 13: Potencia Efectiva por tipo de generación RER (MW)-2018	27
Figura 14: Generación de Energía (%) con RER por tipo de Tecnología	30
Figura 15: Evolución de Energía Solar fotovoltaica y de Energía Solar Térmica (GWh)	33
Figura 16: Mapa de Ubicación de la C.S. Rubí	35
Figura 17: Vista de paneles solares de la C.S. Rubí	35
Figura 18: Subestación de la C.S. Rubí	36
Figura 19: Vista de los paneles solares de la C.S. Intipampa	36
Figura 20: Mapa de Ubicación de la C.S. Intipampa	37
Figura 21: Montaje de paneles solares de la C.S. Intipampa	38
Figura 22: Mapa de Ubicación de la C.S. Majes	39
Figura 23: Montaje final de los paneles solares en C.S. Majes	39
Figura 24: Mapa de Ubicación de la C.S. Moquegua FV	40
Figura 25: Vista de los paneles solares en C.S. Moquegua FV	41
Figura 26: Mapa de Ubicación de la C.S. Panamericana	42
Figura 27: Vista de los paneles solares en C.S. Panamericana	42
Figura 28: Mapa de Ubicación de la C.S. Repartición	43
Figura 29: Vista de los paneles solares en C.S. Repartición	44
Figura 30: Mapa de Ubicación de la C.S. Tacna Solar	45
Figura 31: Vista de los paneles solares en C.S. Tacna Solar	45
Figura 32: Factor de Planta de las Centrales Solares FV en el año 2018	46
Figura 33: Ubicación de las centrales solares fotovoltaicas en el Perú (2018) ...	48
Figura 34: Cobertura de la Máxima Demanda por Tipo de Generación y Tecnología RER 17 de diciembre de 2018, a las 19:45 hrs	54
Figura 35: Modelo de Orden de Prioridad en el Despacho Eléctrico	59
Figura 36: Costo Marginal vs. Producción de Energía	60
Figura 37: Orden de Despacho Eléctrico del Día de Máxima Demanda (17/12/2018)	60
Figura 38: Gráfico de las Horas Solares Pico en un día	61
Figura 39: Esquema de un Ciclo de Vapor	63
Figura 40: Esquema de una Turbina de Gas	65
Figura 41: Esquema de un ciclo combinado	66
Figura 42: Orden de Despacho Eléctrico del Día de Máxima Demanda (17/12/2018)	73
Figura 43: Producción diaria de energía solar (MWh) en diciembre del año 2018	80

Figura 44: Producción de Potencia Solar (MW) en el Día de Máxima Demanda-2018	82
Figura 45: Producción de Energía Solar FV de la C.S. Rubí (17/12/2018)	84
Figura 46: Producción de Energía Solar FV de la C.S. Intipampa (17/12/2018) .	85
Figura 47: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Majes (17/12/2018) .	86
Figura 48: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Repartición (17/12/2018)	86
Figura 49: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Moquegua Solar (17/12/2018)	87
Figura 50: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Panamericana Solar (17/12/2018)	88
Figura 51: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Tacna Solar (17/12/2018)	89
Figura 52: Energía que se hubiese producido a partir de combustibles fósiles-Año 2018	93
Figura 53: Porcentaje de partición de los combustibles sustituidos en el despacho eléctrico del año 2018	99
Figura 54: Emisiones evitadas (Ton CO ₂) por unidad de energía solar FV (MWh) producida en el año 2018	104
Figura 55: Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) evitadas por tipo de combustible-Año 2018	106
Figura 56: Fichas Técnica de la Central Solar Intipampa	115
Figura 57: Ficha Técnica de la Central Solar Rubí	116
Figura 58: Ficha Técnica de la Central Solar Moquegua FV	117
Figura 59: Ficha Técnica de la Central Panamericana Solar.....	118
Figura 60: Ficha Técnica de la Central Majes Solar	119
Figura 61: Ficha Técnica de la Central Solar Repartición	120
Figura 62: Ficha Técnica de la Central Tacna Solar.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estructura del consumo final de energía eléctrica (GWh) por sectores-Año 2017	6
Tabla 2: Rendimiento Medio de Combustibles Líquidos por Empresa	8
Tabla 3: Rendimiento Medio del Gas Natural por Empresa (KWh/Mm ³)	9
Tabla 4: Rendimiento Medio de Otros Combustibles por Empresa	9
Tabla 5: Integrantes de Transmisión-Año 2018.....	11
Tabla 6: Pérdidas mensuales en el Sistema de Transmisión (MWh)-2018.....	12
Tabla 7: Aplicaciones de la energía solar térmica	18
Tabla 8: Generación Eléctrica (GWh) del SEIN en el año 2018	24
Tabla 9: Producción Mensual de Energía Eléctrica (GWh) en el año 2018	25
Tabla 10: Generación de energía eléctrica (GWh) por tipo de tecnología	26
Tabla 11: Potencia Efectiva por tipo de generación (MW).....	27
Tabla 12: Potencia efectiva por tipo de recurso energético (MW)-2018	28
Tabla 13: Inicio de operación comercial de nuevas instalaciones en el SEIN (2018)	29
Tabla 14: Generación Eléctrica (GWh) con RER por tipo de Tecnología-2018 ..	30
Tabla 15: Potencia Instalada de las Centrales Solares FV en el 2018	33
Tabla 16: Central Solar Rubí.....	34
Tabla 17: Central Solar Intipampa.....	37
Tabla 18: Central Solar Majes.....	38
Tabla 19: Central Solar Moquegua FV	40
Tabla 20: Central Solar Panamericana	41
Tabla 21: Central Solar Repartición	43
Tabla 22: Central Solar Tacna Solar	44
Tabla 23: Generación Solar (GWh) por Central Solar FV en el 2018	46
Tabla 24: Producción de Energía Solar Mensual (GWh) en el año 2018	47
Tabla 25: Día y Hora de Máxima Demanda por Mes en el año 2018	52
Tabla 26: Producción de Energía Eléctrica (MW) por Tipo de Tecnología RER ..	53
Tabla 27: Producción de Energía Mensual RER (MW) en el Día de Máxima Demanda-2018.....	54
Tabla 28: Tipos de generación eléctrica con fuentes primarias convencionales ..	56
Tabla 29: Tipos de producción eléctrica con fuentes de energía primarias no convencionales.....	57
Tabla 30: Tecnología de Centrales Térmicas en el SEIN	62
Tabla 31: Listado de Centrales Térmicas por Empresa y Tecnología Conectadas al SEIN(%).....	68
Tabla 32: Factores de Emisión (Kg CO ₂ /TJ) por Tipo de Combustible	74
Tabla 33: Factores de Emisión Modificados (Kg CO ₂ /TJ) por Tipo de Combustible.....	74
Tabla 34: Generación de Energía (MWh) por Tipo de Combustible	75
Tabla 35: Emisiones Evitadas CO ₂ (Ton) por Tipo de Combustible.....	75
Tabla 36: Factores de emisión (Ton CO ₂ /MWh) por tipo de combustible	75
Tabla 37: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-diciembre del año 2018	77
Tabla 38: Resumen de Emisiones Evitadas de Dióxido de Carbono (Ton) en diciembre del 2018	78
Tabla 39: Producción Diaria de Energía Solar (MWh) en diciembre 2018.....	79
Tabla 40: Potencia Solar FV generada (MW) en el Día de Máxima Demanda ...	81
Tabla 41: Producción de Energía Solar (MWh) por Central Solar FV (17/12/2018)	

.....	83
Tabla 42: Energía solar producida mensualmente en el año 2018 (MWh)	90
Tabla 43: Energía que se hubiera producido a partir de combustibles en el año 2018	92
Tabla 44: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-diciembre del año 2018	95
Tabla 45: Eficiencia Promedio por Tipo de Combustible	96
Tabla 46: Cantidad de combustible desplazado (TJ) por la Energía Solar FV en diciembre del año 2018.....	97
Tabla 47: Poder calorífico inferior por los combustibles desplazados	97
Tabla 48: Volumen de combustible desplazado (bbl) por la energía solar en diciembre del año 2018.....	98
Tabla 49: Cantidad de combustible desplazado (TJ) por la energía solar en el año 2018.....	99
Tabla 50: Cantidad de combustible desplazado por la energía solar en el año 2018	100
Tabla 51: Relación de emisiones evitadas de dióxido de carbono por unidad de energía solar FV	102
Tabla 52: Emisiones evitadas de CO2 por energía solar producida (Ton/MWh) mensualmente en el año 2018.....	103
Tabla 53: Emisiones de dióxido de carbono (CO2) evitadas por tipo de combustible-Año 2018	105
Tabla 54: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- enero del año 2018.....	122
Tabla 55: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- febrero del año 2018.....	123
Tabla 56: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- marzo del año 2018	124
Tabla 57: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- abril del año 2018	125
Tabla 58: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- mayo del año 2018	126
Tabla 59: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-junio del año 2018	127
Tabla 60: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-julio del año 2018	128
Tabla 61: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-agosto del año 2018	129
Tabla 62: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-setiembre del año 2018	130
Tabla 63: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-octubre del año 2018.....	131
Tabla 64: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-noviembre del año 2018	132
Tabla 65: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-enero del año 2018	133
Tabla 66: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-febrero del año 2018	134
Tabla 67: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-marzo del año 2018	135

Tabla 68: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-abril del año 2018.....	136
Tabla 69: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-mayo del año 2018.....	137
Tabla 70: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-junio del año 2018.....	138
Tabla 71: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-julio del año 2018.....	139
Tabla 72: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-agosto del año 2018.....	140
Tabla 73: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-septiembre del año 2018.....	141
Tabla 74: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-octubre del año 2018.....	142
Tabla 75: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-noviembre del año 2018.....	143

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

La producción de electricidad genera la segunda mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero. (U.S. Energy information Administration, 2018). Actualmente, no se cuenta con información actualizada y específica sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas a la generación eléctrica en el Perú, siendo esta muy importante, entre otros, para dar cumplimiento a los compromisos internacionales que tiene el país en la reducción de sus emisiones de carbono al año 2030.

Por otro lado, como parte de la iniciativa para la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), se fueron incorporando centrales solares fotovoltaicas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) que no generan emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en la producción de energía eléctrica; sin embargo, aún no se cuenta con un reporte particular de su efecto en la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el SEIN. La generación eléctrica con recursos energéticos renovables, como es el caso de las centrales solares fotovoltaicas, se implementa por medio de proyectos que se alinean al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Por las razones expuestas, se realiza el presente trabajo de investigación, con la finalidad de determinar las reducciones de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el despacho eléctrico del Perú, durante cada hora debido a la producción de energía de las centrales solares fotovoltaicas en el año 2018. Es preciso mencionar, que no se consideró el año 2019 para el análisis, debido a que no estaba disponible la información sobre el despacho eléctrico anual de ese año al momento en que se realizaba el presente trabajo de investigación, asimismo se consideró el año 2018 porque iniciaron operación comercial las dos (2) últimas centrales solares fotovoltaicas que se han conectado al SEIN.

Esta investigación aportará conocimiento nuevo y preciso sobre la reducción de emisiones dióxido de carbono (CO₂) en el despacho eléctrico del Perú que se ha venido ejecutando, y podrá ser de utilidad para la planificación de futuros proyectos de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, en particular de centrales solares fotovoltaicas, en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) debido a la energía producida por las centrales solares fotovoltaicas en el despacho eléctrico horario del Perú durante el año 2018.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las fuentes de generación eléctrica desplazadas por el ingreso de las centrales solares fotovoltaicas en el despacho eléctrico horario del Perú en el año 2018.
- Determinar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible desplazado en el despacho eléctrico horario del Perú en el año 2018.
- Determinar el índice global de reducción de emisiones de dióxido de carbono (en TonCO₂/MWh) por el ingreso de las centrales solares fotovoltaicas en el despacho eléctrico horario del Perú en el año 2018.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

La energía generada con el ingreso de las centrales solares FV en el despacho horario del Perú, en el año 2018, reduce las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

1.3.2. Hipótesis Específica

- El ingreso de centrales solares FV desplaza a parte de la producción termoeléctrica en el despacho eléctrico horario del Perú en el año 2018.
- Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas debido al ingreso de las centrales solares FV corresponden a distintos tipos de combustible fósil desplazado.
- Es posible establecer un índice de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas para cada unidad de energía eléctrica solar FV producida en el SEIN.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. El Sub-Sector Eléctrico

2.1.1. La energía eléctrica

La electricidad tiene las siguientes características principales: (Osinermin, 2011)

- La electricidad no se puede almacenar
Desde un punto de vista técnico-económico, una de las principales características de la electricidad es que ésta no se puede almacenar, puesto que su almacenamiento podría resultar restrictivamente costoso. Resulta importante resaltar que este planteamiento tiene un motivo de doble vertiente: técnico- económico; puesto que de tomarse en cuenta solo el punto de vista técnico podría tenerse como ejemplos de almacenamiento de electricidad el de las pilas o las baterías, no obstante, se debe tener en cuenta que estos casos funcionan cuando se trata de cantidades muy pequeñas de energía y no para el caso de grandes cantidades, por ejemplo las que se necesitan para cubrir la demanda de un sistema de distribución eléctrico, puesto que su almacenamiento es extremadamente oneroso. (Osinermin, 2011)
- La electricidad se produce en el momento en el que se demanda
Atendiendo a la primera característica de la electricidad, que no resulta factible su almacenamiento, se debe tener en cuenta que ello conlleva a que la electricidad deba producirse en el momento en el que se demanda. Ahora bien, lograr la coincidencia entre oferta y demanda de electricidad en cada momento resulta ser un proceso complicado, el cual se puede realizar de varias formas. (Osinermin, 2011)

2.1.2. El sistema eléctrico en el Perú

El sector eléctrico peruano comprende: generación, transmisión, distribución, comercialización y la operación del sistema. La generación eléctrica es la primera de las actividades de la cadena productiva de la energía eléctrica, la cual consiste en transformar alguna clase de energía (térmica, mecánica, luminosa, entre otras) en energía eléctrica. Ahora bien, considerando que los lugares donde se produce la electricidad se encuentran habitualmente alejados de los lugares en donde ésta se demanda, surge la necesidad de crear infraestructura que transporte la energía eléctrica. (Osinermin, 2011)

El transporte se realiza a través de líneas de transmisión, las cuales en la mayoría de los casos cubren grandes distancias a elevados voltajes a fin de minimizar las pérdidas de energía. En el caso del sector eléctrico, esta actividad de transporte recibe el nombre de transmisión eléctrica. (Osinermin, 2011)

En seguida, la actividad que permite llevar la energía eléctrica desde el sistema de transmisión al consumidor final se denomina distribución eléctrica, la cual consiste en transportar el suministro del servicio eléctrico dentro de los centros finales de consumo. (Osinermin, 2011)

Finalmente, tenemos a la comercialización eléctrica, la cual se divide en mayorista y minorista. La primera, se refiere principalmente a la comercialización que existe entre generadores y distribuidores además de las transacciones en el mercado libre; mientras que la segunda, se refiere a la comercialización que existe con los usuarios regulados del servicio. En nuestro país, la comercialización minorista se encuentra a cargo del operador que realiza la actividad de distribución eléctrica. (Osinermin, 2011)

El actor importante en la organización de la industria de energía eléctrica es el operador del sistema eléctrico, el cual se encarga del despacho económico de electricidad; es decir, de llamar a producir a las centrales en orden de mérito con respecto a sus costos variables, hasta que se logre cubrir la demanda en cada momento. En el Perú el operador del sistema es el Comité de Operación Económica del Sistema (COES). (Osinermin, 2011)

A continuación, en la Figura 1 se presenta un esquema de las actividades desarrolladas en el sector eléctrico peruano.

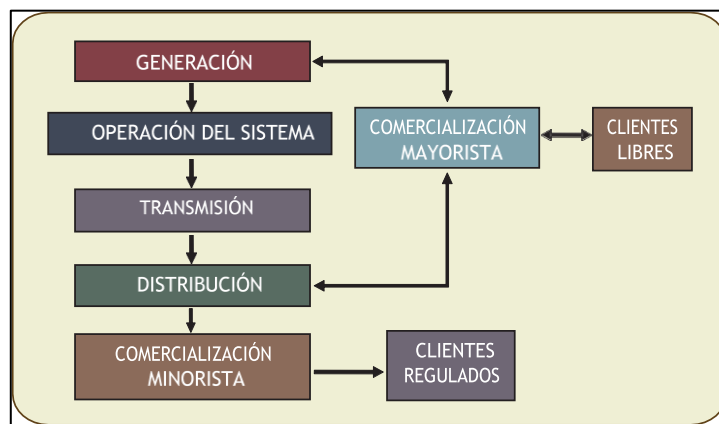


Figura 1: Actividades desarrolladas en el sector eléctrico
Fuente: Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico Peruano
(Osinermin, 2011)

2.1.3. Evolución de la energía eléctrica en el Perú

La energía eléctrica es una energía secundaria, que además de obtenerse a partir de las fuentes primarias, también se puede obtener a partir de procesos de transformación en plantas térmicas, obteniéndose de otras fuentes secundarias tales como; Petróleo Diésel, Petróleo Residual y Gas Natural, especialmente este último con mayor requerimiento en la generación para el mercado eléctrico. (Minem, 2017)

La base de la generación de energía eléctrica en el país es predominantemente generación hidráulica, seguido por el parque termoeléctrico a base de gas natural. La generación con fuentes renovables no convencionales, principalmente solar y eólica, aún es pequeña, sin embargo, se espera que se incremente su participación con la entrada de las centrales comprometidas en las últimas subastas RER. (Minem, 2017)

La evolución histórica de la producción de energía eléctrica en el mercado eléctrico muestra el crecimiento sostenido de la generación térmica a través del aprovechamiento del gas natural, iniciándose con centrales de ciclo simple para luego convertirse en centrales de ciclos combinados, mejorando la eficiencia de las centrales. (Minem, 2017)

2.1.4. Consumo de energía eléctrica en el Perú

El consumo final se orienta a satisfacer la demanda de energía eléctrica de los sectores: residencial, comercial, público, industrial, transporte, minero metalúrgico, agropecuario, agroindustrial y finalmente pesquería. Al respecto, en el 2017, el sector predominante es el minero metalúrgico y el industrial, es decir son los mayores demandantes, por lo que, el crecimiento de estos sectores no solo impacta en el crecimiento del PBI, sino en la ampliación y reforzamiento de la oferta de energía eléctrica a través de fuentes energéticas eficientes. (Minem, 2017)

Según el Balance Nacional de Energía del año 2017, el sector minero metalúrgico consumió 14 946,3 GWh y el sector transporte, 53,1 GWh de un total de consumo de energía eléctrica de 46 464,8 GWh. (Minem, 2017)

A continuación, en la Tabla 1 se presenta los consumos de energía (GWh) sectoriales efectuados en el año 2017.

Tabla 1: Estructura del consumo final de energía eléctrica (GWh) por sectores-Año 2017

Sector	Consumo (GWh)
Residencial	9 573,4
Comercial	6 741,1
Público	2 106,6
Transportes	53,1
Agropecuario y Agroindustrial	1 015,9
Pesquería	258,5
Minero Metalúrgico	14 946,3
Industrial	11 769,9
TOTAL	46 464,8

Fuente: Balance Nacional de Energía (MINEM, 2017)

En relación con la participación energética al 2017, los sectores más intensivos en consumo lo constituyen; el sector residencial (21%), comercial y público (19%), industrial (25%), y el minero metalúrgico (32%). Estos sectores acumulan aproximadamente el 97% del consumo total de energía eléctrica del país, tal como se puede apreciar en la siguiente Figura 2. (Minem, 2017)

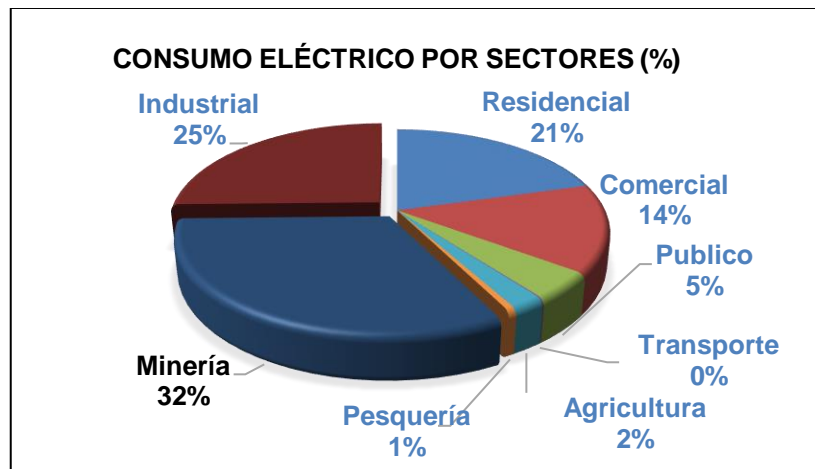


Figura 2: Consumo Eléctrico por sectores
Fuente: Balance Nacional de Energía (MINEM, 2017)

En el mercado eléctrico, los clientes libres (productivos), son los mayores consumidores de energía eléctrica a pesar de ser un número pequeño, mientras que los usuarios regulados (principalmente Residencial y Comercial) de gran cantidad en el mercado, presentan consumos específicos menores. (Minem, 2017)

En la Figura 3, se presenta los porcentajes de consumo eléctrico por tipo de cliente, el 53% está representado por los clientes libres, el 42% por los clientes regulados y por último el 5% representa el consumo de auto productores por el

uso de energía eléctrica en sus actividades.

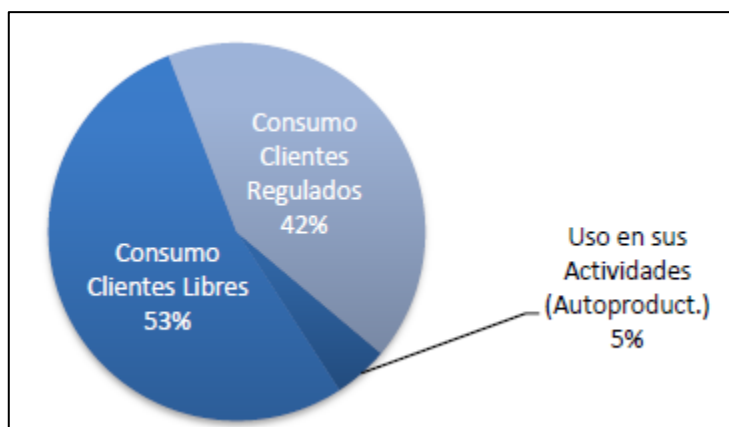


Figura 3: Consumo eléctrico por tipo de clientes (%)
Fuente: Balance Nacional de Energía (MINEM, 2017)

2.1.5. Actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización

2.1.5.1. Generación Eléctrica

Esta es la primera actividad en la cadena productiva de la industria eléctrica y se encarga de transformar las fuentes de energía primaria en energía eléctrica vía métodos como la inducción electromagnética. La energía primaria es toda aquella energía extraída de la naturaleza y que no ha sufrido algún tipo de transformación o conversión que no sea la separación o limpieza, mientras que la secundaria se obtiene a partir de la energía primaria empleando algún tipo de proceso de transformación o conversión. (Osinermin, 2016)

Una particularidad en este segmento es que la magnitud del tamaño de la demanda agregada de electricidad genera que las economías de escala se agoten rápidamente. Por otra parte, el grado de diversificación del parque generador eléctrico varía en función al tamaño del mercado y la disponibilidad y continuidad de las fuentes de energía primaria que la abastezcan, así como la competencia relativa entre tecnologías. Una industria diversificada suele operar con distintas escalas y tipos de tecnologías de producción: centrales hidroeléctricas, térmicas, solares, eólicas y nucleares, entre otras. (Osinermin, 2016)

Otra de las características en este segmento es el grado de control operativo de las fuentes de energía primaria utilizadas. En tal sentido, la generación térmica, geotérmica e hídrica puede variar su producción controlando la magnitud del vapor que se traslada a la turbina. No obstante, en el caso de las generadoras

renovables (solar, eólica, entre otras), la máxima producción eléctrica está sujeta a las condiciones climatológicas, generando un riesgo sobre la confiabilidad del mercado. (Osinermin, 2016)

Asimismo, otra singularidad del segmento está vinculada a la flexibilidad de respuesta ante variaciones en la demanda u oferta eléctrica, muchas generadoras hidroeléctricas pueden incrementar su producción en un periodo de segundos o minutos, mientras que la gran mayoría de generadoras térmicas necesitan un periodo de respuesta mucho mayor. (Osinermin, 2016)

En la Figura 4, se presenta el proceso de transformación y pérdidas de la energía primaria y los rendimientos de las tecnologías que conforman el sistema eléctrico nacional en base al estudio de Osinermin realizado en el año 2016.

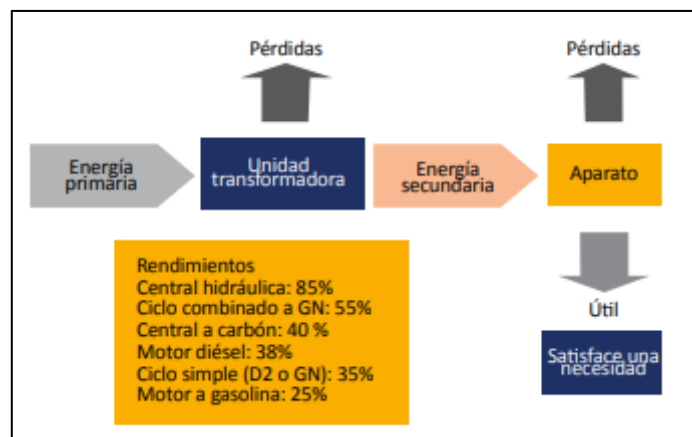


Figura 4: Proceso de transformación y pérdidas de la energía primaria
Fuente: La Industria de la Electricidad en el Perú (Osinermin,2016)

A continuación, se presenta en las Tablas 2, 3 y 4 los rendimientos de los combustibles consumidos en la generación de energía eléctrica (KWh/m³).

En la Tabla 2, se evidencia que el mayor rendimiento de combustible líquido fue de 5 863,67 KWh/m³ por la empresa Egasa, quien generó 1,39 GWh con 0,24 miles de m³ de combustible líquido.

Tabla 2: Rendimiento Medio de Combustibles Líquidos por Empresa

Tipo de Combustible	Empresas	Energía (GWh)	Consumo Miles de m ³	Rendimiento kWh/m ³
Líquidos	Engie	21.19	6.47	3,274.38
	Samay I	42.21	12.27	3,439.79
	Egasa	1.39	0.24	5,863.67
	Enel Generación Perú	10.69	3.37	3,172.34

	Enel Generación Piura	1.94	0.60	3,250.46
	Fénix	15.90	2.86	5,550.27
	Minera Cerro Verde	4.62	1.34	3,454.06
	Shougesa	24.79	9.16	2,707.48
	SDF Energía	3.49	1.11	3,130.47
	Planta Eten	0.74	0.22	3,417.19
	Electroperú	2.66	0.59	4,473.85
	IEP	5.67	1.82	3,112.28
Total		135.29	40.05	

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 3, se evidencia que el mayor rendimiento del Gas Natural fue de 5 674,09 KWh/m³ por la empresa Engie, quien generó 3 773,6 GWh con 665,1 miles de m³ de Gas Natural.

Tabla 3: Rendimiento Medio del Gas Natural por Empresa (KWh/Mm³)

Tipo de Combustible	Empresas	Energía (GWh)	Consumo Millones de m ³	Rendimiento kWh/Mm ³
Gas Natural	Kallpa	4,288.6	828.7	5,175.35
	Engie	3,773.6	665.1	5,674.09
	Enel Generación Perú	3,722.6	773.5	4,812.88
	Fénix	3,897.6	692.7	5,626.77
	Termochilca	1,791.7	336.2	5,329.85
	Enel Generación Piura	606.3	166.0	3,652.83
	Egasa	84.6	28.3	2,987.40
	Termoselva	370.7	127.0	2,918.33
	SDF Energía	213.5	61.4	3,477.85
	Egesur	148.0	32.6	4,533.59
Total		18,897.2	3,711.4	

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 4, se presenta los rendimientos medios de los combustibles como carbón (sólido), bagazo (sólido) y biogás.

Tabla 4: Rendimiento Medio de Otros Combustibles por Empresa

Tipo De Combustible	Empresas	Energía GWh	Consumo Miles de Tn	Rendimiento kWh/Kg
Carbón	Engie	43.1	15.8	2.73
Bagazo	Aipsa	89.6	298.2	0.30
	Aurora	4.2	23.6	0.18
Biogás	Petramas	50.6	33.0	1,535.32
Total		50.6	33.0	

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.1.5.2. Transmisión Eléctrica

El segmento de transmisión eléctrica permite transportar la electricidad desde los centros de generación hacia las zonas de consumo final. Estos sistemas están compuestos por líneas de transmisión, subestaciones de transformación, torres de transmisión, entre otras instalaciones. La transmisión eléctrica registra características de monopolio natural debido a que presenta importantes economías de escala en el diseño de sus instalaciones con respecto a la capacidad de las líneas; en tal sentido, el costo medio de transportar electricidad por kilómetro de red instalada se reducirá a medida que se incremente la capacidad de transmisión de la red. Las economías de escala se deben a la presencia de importantes costos fijos y a los fuertes aumentos de capacidad derivados de cambios en el voltaje. Los costos fijos se explican por el carácter complejo de la planificación y operación de las líneas de transmisión: valor de las franjas de terreno, obras de acceso, montaje, estructuras de tamaño mínimo, costos de contratación de operadores de las instalaciones, cuadrillas necesarias para realizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros. (Osinergmin, 2016)

La justificación de la presencia de este segmento en la industria eléctrica está vinculada, en gran medida, a la localización de las fuentes primarias de energía. Esto se debe a que impacta directamente en los costos de instalación de las centrales y en los de transporte de la energía (es más económico trasladar energía eléctrica que transportar las fuentes de energía primaria hacia los puntos de demanda). Por otro lado, la transmisión presenta economías de densidad asociadas al uso de la capacidad de las líneas en función de los niveles de energía que se transportan. Así, si existe capacidad no utilizada, resultará más eficiente incrementar la carga sobre el sistema de transmisión existente antes que construir uno nuevo. La sobrecapacidad puede deberse a factores como las indivisibilidades en el tamaño de las instalaciones y el uso de niveles de voltaje estandarizados. Otra particularidad de este segmento está asociada a que con el fin de ahorrar costos y reducir las pérdidas de energía, la transmisión se realiza a voltajes elevados (vía subestaciones), generando mayor eficiencia en el transporte. (Osinergmin, 2016)

En la Figura 5, se presenta un esquema de las pérdidas que se generan por la transmisión eléctrica.

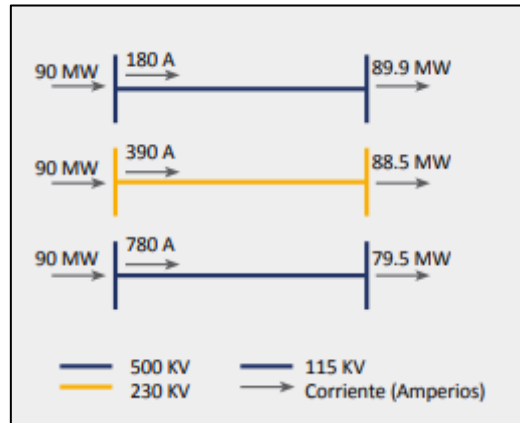


Figura 5: Relación entre potencia y pérdida
Fuente: La Industria de la Electricidad en el Perú (Osinermin, 2016)

A continuación, en la Tabla 5, se presenta las líneas de transmisión al 31 de diciembre del año 2018, el cual estuvo integrado por los propietarios de líneas, subestaciones y equipos de transmisión que a continuación se detallan:

Tabla 5: Integrantes de Transmisión-Año 2018

N°	Razón Social	Tipo De Integrante Registrado
1	ABY Transmisión Sur S.A.	Obligatorio
2	ATN 2 S. A.	Obligatorio
3	ATN S.A.	Obligatorio
4	ATN1 S.A.	Obligatorio
5	Compañía Transmisora Norperuana S.R.L.	Voluntario
6	Concesionaria Línea De Transmisión CCNCM SAC	Obligatorio
7	Conelsur LT SAC	Obligatorio
8	Consorcio Energético De Huancavelica S.A.	Obligatorio
9	Consorcio Transmantaro S.A.	Obligatorio
10	Eteselva S.R.L.	Obligatorio
11	Interconexión Eléctrica Isa Perú S.A.	Obligatorio
12	Pomacocha Power S.A.C.	Voluntario
13	Red De Energía Del Perú S.A.	Obligatorio
14	Red Eléctrica Del Sur S.A.	Obligatorio
15	Transmisora Eléctrica Del Sur 2 S.A.C.	Obligatorio
16	Transmisora Eléctrica Del Sur S.A.C	Obligatorio

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 6, se presenta las pérdidas por transmisión registradas mensualmente durante el año 2018. La energía eléctrica total perdida por transmisión fue de 3 027 230 MWh.

Tabla 6: Pérdidas mensuales en el Sistema de Transmisión (MWh)-2018

2018	Producción (MWh)	Pérdidas (MWh)	Total Pérdidas (%)
Enero	4,255,247	291,994	6.86%
Febrero	3,919,541	199,843	5.10%
Marzo	4,315,874	279,138	6.47%
Abril	4,207,898	253,289	6.02%
Mayo	4,287,976	224,570	5.24%
Junio	4,134,921	210,845	5.10%
Julio	4,200,012	223,665	5.33%
Agosto	4,221,874	279,021	6.61%
Setiembre	4,143,359	248,719	6.00%
Octubre	4,354,589	295,489	6.79%
Noviembre	4,279,410	286,630	6.70%
Diciembre	4,496,084	234,028	5.21%
Total	50,816,785	3,027,230	5.95%

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.1.5.3. Distribución Eléctrica

En el segmento de transmisión se transporta energía eléctrica a altos niveles de tensión y a largas distancias, mientras que en el segmento de distribución se traslada electricidad hacia los consumidores finales mediante redes eléctricas de mediana y baja tensión. Las instalaciones de un sistema de distribución comprenden líneas y redes primarias en media tensión (MT), subestaciones de distribución (SED), redes de distribución secundaria (BT) y el servicio particular e instalaciones de alumbrado público (AP). Las líneas y redes primarias transportan energía eléctrica en media tensión desde el sistema de transmisión hasta las redes de distribución secundaria y/o conexiones para usuarios mayores. Asimismo, las redes de distribución secundaria transportan energía eléctrica en baja tensión a los usuarios finales. Por último, la parte de la conexión entre la red de distribución secundaria y el medidor eléctrico se denomina acometida. (Osinermin, 2016)

En el caso de las líneas y redes primarias y secundarias, los costos de distribución son subaditivos, en tanto poseen economías de ámbito, pues resulta más económico distribuir energía y potencia por un solo sistema que distribuirlo vía dos o más sistemas independientes. Es importante señalar que las empresas de distribución eléctrica ofrecen, principalmente, dos servicios: energía y potencia. (Osinermin, 2016)

2.1.5.4. Comercialización eléctrica

El segmento de comercialización eléctrica representa una actividad complementaria al proceso físico de generación y transporte. Su función está vinculada a la entrega de electricidad desde la generación hasta el usuario final y se divide en comercialización mayorista (entre generadores y distribuidores) y minorista (con los usuarios regulados del servicio). (Osinermin, 2016)

La actividad de comercialización, al igual que la de generación eléctrica, presenta características de ser un mercado potencialmente competitivo, lo que permitiría la entrada de una gran cantidad de operadores en el mercado. Sin embargo, es importante señalar que en el Perú la actividad de la comercialización minorista se encuentra, a la fecha, integrada al segmento de distribución eléctrica. (Osinermin, 2016)

El segmento de comercialización incorpora al sistema mayorista la posibilidad de que los consumidores escojan a sus proveedores del servicio eléctrico. El grado de competencia en este diseño será influenciado por el menú de precios, los distintos niveles de calidad u otros servicios que ofrezcan los agentes comercializadores a los usuarios finales: regulados o no regulados (libres). (Osinermin, 2016)

En la Figura 6, se presenta un modelo de competencia minorista y mayorista, desde generadores hasta clientes finales.

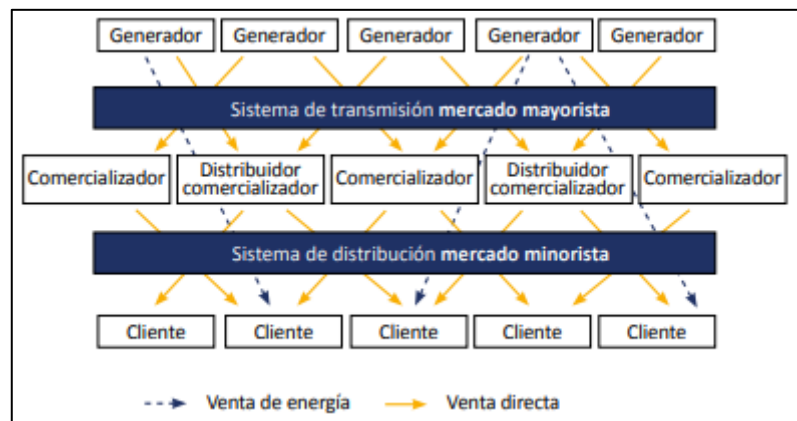


Figura 6: Modelo de competencia minorista
Fuente: La Industria de la Electricidad en el Perú (Osinermin,2016)

2.1.5.5. Tipos de Generación Eléctrica

Los tipos de generación eléctrica pueden ser clasificados en función a la fuente de energía primaria (hidráulica, petróleo, gas natural, carbón, uranio, entre otros) que hace girar la turbina del generador; en ese sentido, se puede afirmar que, tradicionalmente, existen dos tipos de generación eléctrica en el mundo: la generación hidráulica y la generación térmica. No obstante, cabe la posibilidad de encontrar otros tipos de generación, tomando como base las Fuentes de Energía Renovable No Convencional (FERNC), entre las que se pueden mencionar al viento, los rayos solares, el calor de la tierra, entre otras. (Osinergmin, 2011).

2.1.5.6. Generación hidráulica

Este tipo de generación eléctrica se realiza con las centrales de generación hidráulica, las cuales utilizan la energía cinética y el potencial gravitatorio del agua para hacer girar el rotor del alternador y, como consecuencia de ello, generar electricidad. A su vez, las centrales eléctricas de generación hidráulica se pueden clasificar en dos tipos según estén o no asociadas a un embalse: centrales hidráulicas de embalse y de pasada, respectivamente. (Osinergmin, 2011)

2.1.5.6.1. Centrales hidráulicas de pasada

También llamadas centrales hidráulicas de agua fluyente son aquéllas que no presentan embalse, por lo que solo aprovechan la energía cinética que brinda el movimiento del agua de los ríos para lograr mover las turbinas del generador. El problema con este tipo de centrales es la volatilidad de su producción, ya que dependen de la escorrentía de los ríos, es decir, en temporadas “secas” (cuando los ríos presentan poco caudal) generan poca o nula electricidad; y en temporadas “húmedas” generan un mayor nivel de electricidad; dicha característica de este tipo de centrales las hace muy dependientes de las situaciones climatológicas. (Osinergmin, 2011)

2.1.5.6.2. Centrales Hidráulicas de embalse

Este tipo de centrales están asociadas a un embalse, el cual es producido por una represa que genera un desnivel en el lecho de un río, aprovechándose, además de la energía cinética, la energía potencial gravitatoria para generar electricidad. Este tipo de central tiene la ventaja de poder regular el agua “turbinable”, es decir, puede regular el agua que pasa por la turbina sin depender del caudal del río. Por lo tanto, a diferencia de la central de pasada, puede mantener una producción de

energía eléctrica más estable, además de explotar una mayor fuerza motriz debido a que utiliza la caída del agua y no sólo su cauce. (Osinermin, 2011)

2.1.5.7. Generación térmica

La generación eléctrica también se puede basar en energía en forma de calor, utilizando combustibles fósiles como el diésel, gas natural y carbón para hacer girar el rotor del alternador. (Osinermin, 2011)

2.1.5.7.1. Centrales térmicas a derivados de petróleo

Este tipo de centrales eléctricas utilizan el diésel, residual y/u otros derivados del petróleo para la generación de electricidad. El proceso empieza cuando se produce la combustión y se calienta el agua hasta hacer ebullición, en este momento se genera vapor, el cual es expulsado a alta presión y temperatura, haciendo girar la turbina, la que, finalmente, causa la generación de energía eléctrica alterna. (Osinermin, 2011)

2.1.5.7.2. Centrales térmicas a carbón

Su proceso de generación eléctrica es bastante similar al anterior con algunas variantes, en este caso, el agua se calienta por medio de la combustión del carbón hasta llegar al punto de ebullición, con lo cual, el vapor de agua generado es expulsado a gran presión y temperatura, lo que hace mover la turbina y girar el rotor del alternador, generando así corriente eléctrica alterna. Este proceso también presenta la característica de desaprovechar energía al igual que en las centrales a diésel debido a que la energía calorífica generada no se aprovecha. Por otro lado, el agua se reutiliza, pues luego de hacer girar las turbinas, el vapor pasa a un condensador que lo retorna al estado líquido para repetir el proceso antes descrito. (Osinermin, 2011)

El carbón, al ser un combustible sólido, genera partículas sólidas durante el proceso de combustión, por lo que se necesita añadir una etapa más a este proceso. Los gases producto de la combustión son enviados a un precipitador, el cual logra contener las partículas sólidas más grandes (cenizas); los gases resultantes pasan a una chimenea que retiene otra porción de partículas sólidas y lo restante es expulsado al ambiente. (Osinermin, 2011)

2.1.5.7.3. Centrales térmicas a gas natural

Puede ser básicamente de dos tipos: las centrales térmicas a gas natural de ciclo simple y las de ciclo combinado.

- Central térmica a gas natural de ciclo simple: En este caso, el gas natural se concentra en una cámara de combustión. Además, se requiere de un compresor de aire que alimente a la cámara para aumentar la presión del gas. Como resultado de la combustión, la presión del gas aumenta alcanzando la fuerza suficiente para hacer girar las turbinas y, por lo tanto, el rotor del generador. Este proceso también desperdicia energía calórica, ya que los gases que impulsan la turbina se encuentran a elevadas temperaturas como resultado de la combustión. Esta energía calorífica no se utiliza en el proceso descrito, sino que se emite a la atmósfera. (Osinermin, 2011)
- Central a gas natural de ciclo combinado: En este tipo de centrales, los gases a altas temperaturas que se obtienen del ciclo simple se reutilizan para calentar una caldera con agua, la cual ebulliciona, liberando vapor a elevada presión y temperatura para hacer girar una segunda turbina vinculada a otro alternador, generándose de este modo energía eléctrica adicional. El proceso complementario tiene un concepto similar a una generadora térmica a diésel, donde en lugar del diésel, se reutilizan los gases calientes del primer proceso del turbo gas. La tecnología de ciclo combinado genera un ahorro importante por su mayor eficiencia gracias a la recuperación térmica que se logra cerrando el ciclo, aunque, a diferencia de la generadora a ciclo simple, representa una mayor inversión fija. Un aspecto importante a resaltar de las generadoras de ciclo simple es que pueden transformarse en generadoras de ciclo combinado. Cabe precisar que la principal ventaja de una central térmica a gas natural de ciclo combinado es que presenta una mayor eficiencia en comparación con la central a ciclo simple, ello debido a que utiliza la energía calórica que presentan los gases que mueven la turbina del primer generador. (Osinermin, 2011)

2.1.5.8. Centrales eléctricas a base de energías renovables no convencionales

Dentro de esta subclasificación encontramos centrales de tecnologías tales como: generación solar, eólica, biomásica, geotérmica, entre otras. A continuación, detallaremos las más importantes:

2.1.5.8.1. Generación solar

La energía solar es la energía primaria más abundante en el planeta. Esta fuente de energía se puede utilizar en la generación eléctrica mediante dos tecnologías: la conversión fotovoltaica y la generación termosolar. (Osinermin, 2011)

- La conversión fotovoltaica: Proceso que consiste en transformar la energía solar en energía eléctrica por medio de celdas solares, el material del cual están hechas las celdas solares habitualmente es el silicio, el cual es fotosensible, por lo que al estar expuesto a la luz solar genera una carga eléctrica, que es muy pequeña; sin embargo, la suma de las cargas eléctricas generadas por las celdas en conjunto (panel solar) puede ser considerable. La corriente generada mediante la conversión fotovoltaica es corriente continua. Sin embargo, por medio de un inversor, se puede transformar en corriente alterna con objeto de utilizarla junto con el resto de las tecnologías. (Osinermin, 2011)

El proceso consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir de materiales semiconductores, como las células fotovoltaicas, que están fabricadas a partir del silicio, uno de los metaloides más abundantes en el mundo. Las partículas de la luz del Sol, llamadas fotones, impactan en una de las caras de la célula fotovoltaica produciendo una corriente eléctrica que se usa como fuente energética. A este fenómeno se le conoce como efecto fotoeléctrico. Los paneles solares fotovoltaicos son un conjunto de células fotovoltaicas de iguales características, conectados en serie o en paralelo, que generan electricidad en corriente continua. (Osinermin, 2019)

En la Figura 7, se presenta el esquema de la generación fotovoltaica, la cual está conformada por la fuente de generación, el recurso solar, módulos fotovoltaicos y sus componentes, asimismo el sistema de distribución para finalmente llegar al consumidor.

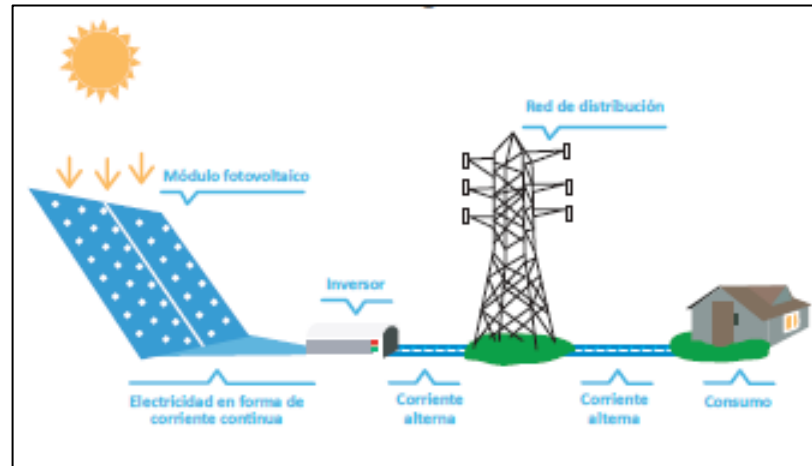


Figura 7: Esquema de la Generación Fotovoltaica

Fuente: Energías Renovables: Experiencias y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética (Osinergmin, 2019)

- La generación termosolar: La forma de producción con este tipo de tecnología es relativamente sencilla. El proceso inicia dentro de una torre donde se almacena agua, cuya temperatura se elevará a consecuencia de su exposición a los rayos solares, los cuales se encuentran redireccionados hacia la torre por medio de espejos que poseen la característica de tener orientación automática. Una vez que el agua logra su ebullición, ésta se evapora, liberándose a altas temperaturas y presión, lo que hace girar una turbina que, a su vez, hace girar el rotor del alternador y genera electricidad. (Osinergmin, 2011)

De acuerdo con la temperatura de aprovechamiento, se puede clasificar en baja, media y alta, como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7: Aplicaciones de la energía solar térmica

Tipo de energía solar térmica	Rango	Aplicaciones
Baja Temperatura	0-100°C	Consumo doméstico
Media Temperatura	100°C-250°C	Producción de vapor para procesos industriales, generación eléctrica en centrales pequeñas de 30 a 2000KW.
Alta temperatura	250°C a más	Generación eléctrica a gran escala.

Fuente: Energías Renovables: Experiencias y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética (Osinergmin, 2019)

A continuación, en la Figura 8 se presenta un esquema de la generación termosolar.

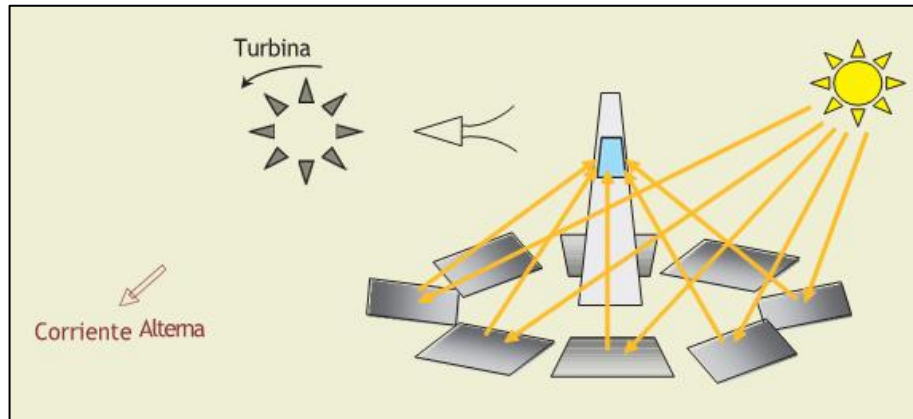


Figura 8: Esquema de la Generación Termosolar
Fuente: Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico Peruano
(Osinermin, 2011)

Gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y las economías de escala, el costo de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia. Su costo medio de generación eléctrica es competitivo con relación a las energías no renovables en un creciente número de regiones geográficas. Asimismo, otras tecnologías solares, como la termoeléctrica, están reduciendo sus costos de forma considerable. (Osinermin, 2017)

Entre otras tecnologías solares de generación eléctrica se tienen: (Osinermin, 2017)

- Tecnología termosolar de concentración: Se usa para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura.
- Tecnología eólico-solar: Funciona con el aire calentado por el sol, que sube por una chimenea donde están los generadores.
- Tecnología solar híbrida: Combina la energía solar con otra energía. Según la energía con la que se combine es una hibridación: renovable (biomasa, energía eólica) o no renovable (combustible fósil).

Ventajas de los Sistemas Fotovoltaicos:

- Económicos

El costo de los sistemas fotovoltaicos se redujo 10 veces durante la última

década, más que cualquier otra tecnología durante el mismo periodo. La reducción de los costos de los paneles solares se debe al progreso tecnológico, la producción en masa, el desarrollo de la cadena de suministro local, los menores costos financieros y la creciente madurez del sector. (Osinermin, 2019)

- Cambio climático.

La energía solar fotovoltaica es una de las principales medidas de mitigación del cambio climático, ya que su uso reduce la cantidad de gases de efecto invernadero en el ambiente. (Osinermin, 2019)

2.1.5.8.2. Generación eólica

Este tipo de central eléctrica utiliza la fuerza del viento para su operación, esta tecnología utiliza la energía cinética de las corrientes de aire para hacer girar las hélices de los aerogeneradores eléctricos. Resulta pertinente señalar que, individualmente éstos producen poca electricidad (potencias de entre 1 y 2 MW), por lo que se instalan en grupos como “parques eólicos” con objeto de producir una cantidad significativa de electricidad. (Osinermin, 2011)

Actualmente en el mercado existen generadores hasta de 12MW, las fábricas vienen trabajando en aumentar la potencia de los aerogeneradores especialmente en los aerogeneradores offshore. (El Periodico de la Energía, 2019).

En nuestro parque eólico Marcona, contamos con 8 aerogeneradores de 3,15 MW y 3 aerogeneradores de 2,3 MW.

La generación de energía eólica se obtiene del viento y se produce a partir de la diferencia de temperaturas entre distintas zonas geográficas. La energía eólica es aprovechada mediante máquinas compuestas por aspas oblicuas unidas por un eje giratorio, llamadas aerogeneradores o turbinas eólicas, que se encargan de transformar la energía del viento. A la instalación conjunta de turbinas eólicas conectadas a redes de suministro se le llama parque eólico, que puede ser onshore u offshore, dependiendo del terreno donde se encuentre. (Osinermin, 2019)

- Parques Eólicos Onshore

Son parques eólicos instalados en tierra. El tamaño de las turbinas eólicas ha ido creciendo con el paso del tiempo. La razón principal ha sido minimizar el costo nivelado por generación de la energía eólica, en inglés el Levelized

cost of energy (LCOE), ya que los rotores más altos permiten un mayor aprovechamiento de los vientos. Sin embargo, esto puede causar también limitaciones logísticas en el transporte de los materiales. (Osinergmin, 2019)

- **Parques Eólicos Offshore**

Comprende la instalación de parques eólicos en el mar y puede capturar mayor energía que la tecnología Onshore. Su desarrollo comenzó con la construcción del primer parque eólico en Suecia en 1990, con una capacidad de 220 KW. En 1991, Dinamarca construyó sus primeros parques offshore, que constaban de 11 unidades de turbinas eólicas con una capacidad de 450 KW cada una. (Osinergmin, 2019)

Según Moreno (2010), existe una mayor amplitud de espacio y, por ende, el impacto visual es menor al no haber núcleos de población aledaños. Además, no hay obstáculos que reduzcan la velocidad del viento, por lo que no es necesario la construcción de turbinas de gran altura. Sin embargo, existen ciertas desventajas en comparación a la energía eólica onshore, para 2014, los costos de conexión a la red y de construcción fueron superiores a la energía eólica onshore en un 117.75% en promedio. Además, hay mayor dificultad para realizar los trabajos de construcción, operación y mantenimiento. (Osinergmin, 2019)

2.1.5.8.3. Generación Biomásica

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal. (Haro Bautista, 2018)

En su más estricto sentido, la biomasa es un sinónimo de biocarburantes (combustibles derivados de fuentes biológicas). En su sentido más amplio, abarca también el material biológico utilizado como biocombustible, así como las situaciones sociales, económicas, científicas y técnicas relacionadas con el uso de fuentes de energía biológica. (Osinergmin, 2017)

El proceso de generación de energía mediante la biomasa depende de tres factores principales: (Osinergmin, 2017)

- **Materias primas de biomasa:** Las materias primas para la generación de biomasa varían de región a región y diferentes materias primas tienen distintas propiedades que afectan su uso para la generación de energía.
- **Conversión de biomasa:** La conversión es un proceso mediante el cual las

materias primas se transforman en energía utilizada para generar calor y/o electricidad (por ejemplo, gasificación, pirolisis, digestión en biogás y combustión).

- Tecnologías de generación de energía: Existe una amplia gama de tecnologías comercialmente viables que pueden utilizar la energía útil generada por la biomasa como insumo de combustible.

Las centrales eléctricas de biomasa en los países en desarrollo pueden tener costos de inversión significativamente más bajos que los rangos de costos de los proyectos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), debido a menores costos locales y al equipo más barato permitido por regulaciones ambientales menos estrictas. Los costos fijos de operación y mantenimiento (O&M) de las centrales eléctricas de biomasa oscilan entre el 2% y el 6% del capex inicial al año, mientras que los costos variables de operación y mantenimiento son relativamente bajos (0.005/kWh). Los costos fijos de operación y mantenimiento incluyen mano de obra, mantenimiento programado, reemplazo rutinario de componentes/equipos (para calderas, gasificadores, equipos de manejo de materias primas, etc.), seguros, entre otros. (Osinermin, 2017)

Desde el punto de vista técnico, es posible que las centrales eléctricas de biomasa alcancen un factor de capacidad del 85% al 95%. En la práctica, la mayoría de las plantas no operan regularmente a estos niveles. Las materias primas pueden ser un obstáculo para los factores de capacidad en los casos en que los sistemas que dependen de los residuos agrícolas no tengan acceso durante todo el año a materias primas de bajo costo, y la compra de materias primas alternativas podría hacer que la operación de la planta sea antieconómica. (Osinermin, 2017)

La eficiencia eléctrica neta presunta (después de contabilizar la manipulación de materias primas) del motor primario (generador) promedia alrededor del 30%, pero varía de un mínimo del 25% a un máximo de alrededor del 36%. En los países en vías de desarrollo, las tecnologías más baratas y, en ocasiones, el mantenimiento dan como resultado una menor eficiencia general que puede ser de alrededor del 25%, pero muchas tecnologías están disponibles con mayores eficiencias. (Osinermin, 2017)

A continuación, en la Figura 9 se presenta un esquema de un esquema de generación eléctrica a partir de biomasa.

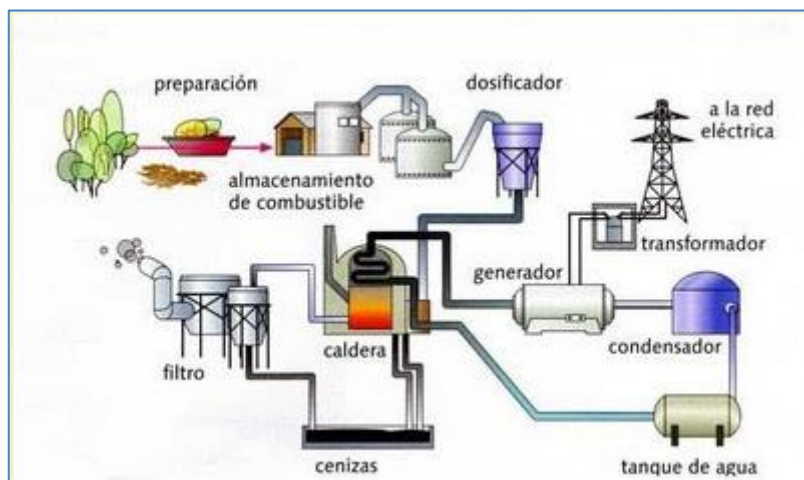


Figura 9: Esquema de generación eléctrica a partir de biomasa
Fuente: <http://centralese.blogspot.com/2009/02/centrales-termicas-de-biomasa.html>

2.1.5.8.4. Generación Geotérmica

Este tipo de generación utiliza el calor de la tierra, por ejemplo, el caso de un géiser u otras fuentes termales. Este tipo de generación es hasta cierto punto renovable, puesto que se puede reinyectar el agua usada a la tierra. No obstante, este proceso puede romper el equilibrio natural y terminar con la fuente de agua de altas temperaturas por la constante reinyección de aguas de menor temperatura. Existe además el riesgo de contaminar la fuente de agua o lugares aledaños con los contenidos minerales de las aguas reinyectadas. (Osinergmin, 2011)

La generación de calor consiste en aprovechar directamente el calor de las fuentes hidrotermales o caloríficas y se suele utilizar para el calentamiento de casas, edificios, piscinas, evitar el congelamiento de calles y en la acuicultura y la crianza de algunas especies marinas. La generación eléctrica a base de la geotermia consiste en la producción de electricidad aprovechando el vapor obtenido de las fuentes geotérmicas. Dicha tecnología tuvo su inicio comercial en Italia (1913), y luego fue adoptándose en varios países. (Osinergmin, 2017)

A continuación, en la Figura 10 se presenta un esquema del proceso de generación eléctrica geotérmica.

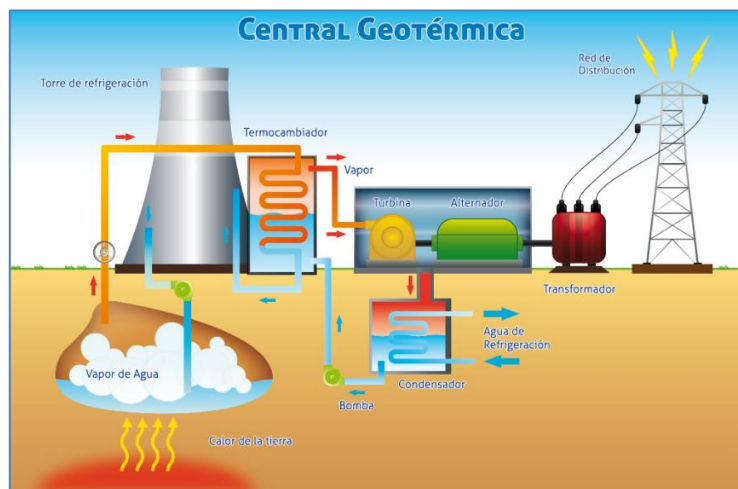


Figura 10: Esquema de una central geotérmica

Fuente: <https://www.lampadia.com/analisis/recursos-naturales/la-energia-geotermica-un-potencial-por-desarrollar/>

2.1.6. Producción de Energía Eléctrica en el Perú durante el año 2018

Según el último reporte de Estadística Anual 2018 del COES, la electricidad fue producida principalmente por: centrales térmicas (37.82%) y centrales hidroeléctricas (57.77%), centrales solares (1.47%) y centrales eólicas (2.94%). En la Tabla 8, se presenta los tipos de generación eléctrica y el total de energía eléctrica producida en el año 2018 (50 817 GWh). Asimismo, se presenta el porcentaje (%) de participación de las tecnologías disponibles para la generación eléctrica. Dentro de la generación termoeléctrica se considera a los recursos energéticos renovables (RER) como el biogás y bagazo.

Tabla 8: Generación Eléctrica (GWh) del SEIN en el año 2018

Tipo de Generación	Energía (GWh)	Participación (%)
Hidroeléctrica	29 357.9	57.77
Termoeléctrica	19 220.0	37.82
Solar	745.2	1.47
Eólica	1 493.6	2.94
Total	50 816.8	100

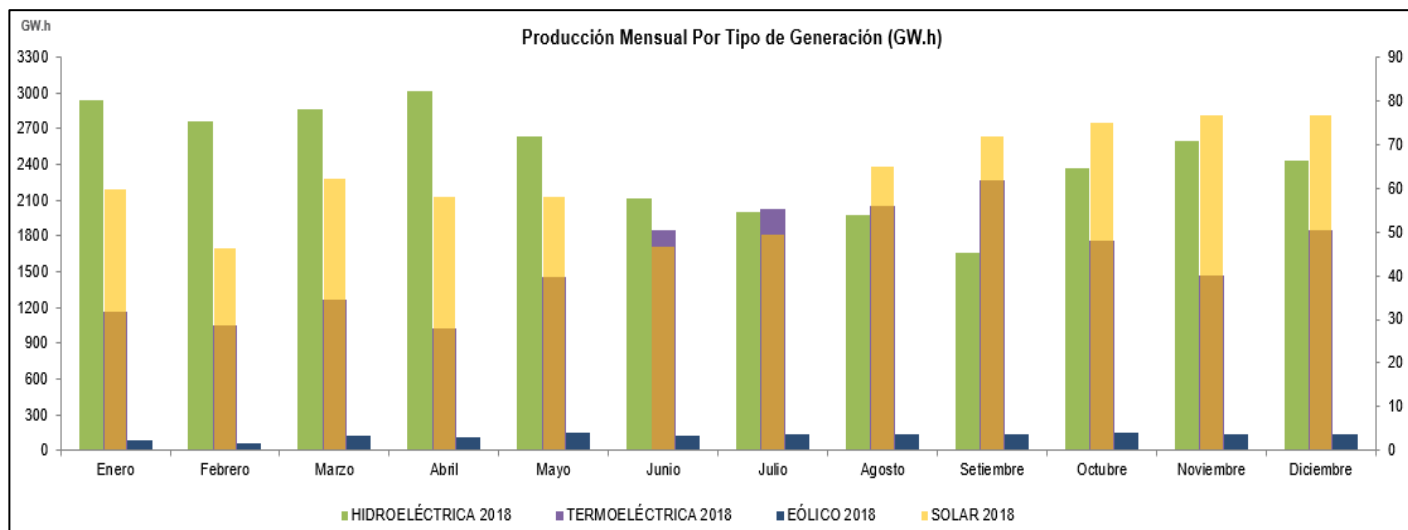
Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 9 y Figura 11, se presenta la producción de energía eléctrica mensual durante el año 2018, donde se registró la mayor producción de energía eléctrica de 4 496,1 GWh en diciembre y, por el contrario, la mínima producción eléctrica en febrero con 3 919,5 GWh. Por ende, la producción de energía solar no es constante durante todo el año.

Tabla 9: Producción Mensual de Energía Eléctrica (GWh) en el año 2018

Producción de Energía (GWh)-2018					
Mes	Hidroeléctrica	Termoeléctrica	Solar	Eólico	Total
	2018	2018	2018	2018	2018
Enero	2 939.2	1 169.0	59.7	87.4	4 255.2
Febrero	2 764.7	1 046.2	46.2	62.5	3 919.5
Marzo	2 865.1	1 266.7	62.2	121.8	4 315.9
Abril	3 012.5	1 022.2	58.2	115.0	4 207.9
Mayo	2 632.8	1 454.0	57.9	143.3	4 288.0
Junio	2 113.7	1 845.9	46.7	128.6	4 134.9
Julio	1 997.9	2 022.4	49.4	130.3	4 200.0
Agosto	1 974.1	2 048.3	65.1	134.4	4 221.9
Setiembre	1 656.4	2 273.5	71.8	141.6	4 143.4
Octubre	2 372.0	1 758.0	74.9	149.6	4 354.6
Noviembre	2 593.2	1 470.2	76.7	139.2	4 279.4
Diciembre	2 436.2	1 843.4	76.6	139.9	4 496.1
Total	29 357.9	19 220.0	745.19	1,493.63	50 816.8

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

Figura 11: Producción Mensual de Energía (GWh) por Tipo de Generación-2018
Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.1.6.1. Producción Termoeléctrica por tipo de tecnología

En esta sección se presenta, la producción termoeléctrica del SEIN con la finalidad de mostrar la participación de esta fuente de generación en la producción total de energía eléctrica del año 2018.

A continuación, en la Tabla 10 y Figura 12, se presenta la producción termoeléctrica del año 2018, la cual se produjo con las siguientes tecnologías: Ciclo Combinado (86.11%), Turbo de Gas (11.96%), Turbo de Vapor (0.84%) y Diesel (1.09%).

Tabla 10: Generación de energía eléctrica (GWh) por tipo de tecnología

Tipo de Tecnología	Energía (GWh)	Participación (%)
Ciclo Combinado	16 550.4	86.11
Turbo Gas	2 299.5	11.96
Turbo Vapor	161.6	0.84
Diesel	208.5	1.09
Total	19 220.0	100.00

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

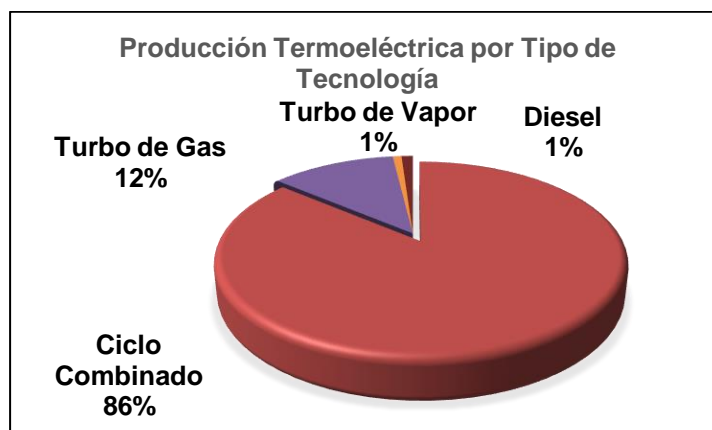


Figura 12: Producción Termoeléctrica (%) por tipo de tecnología-2018
Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES,2018)

A partir de los datos presentados en la Tabla N° 10, se concluye que las unidades de Turbo Gas y Turbo Vapor no son parte de los Ciclos Combinados. Es decir, Turbo Gas sería una central a gas con ciclo simple (Joule Brayton) y Turbo de Vapor sería una central a vapor con ciclo Rankine y Diesel una central con motores de combustión.

2.1.6.2. Potencia Efectiva

La potencia efectiva es el rendimiento real al que operan las centrales. Esto se basa en pruebas de potencia efectiva realizado a ciertos estándares donde se le exige la máquina su máxima potencia. Este valor de potencia es considerado como insumo en los despachos diarios de energía como el valor máximo de la máquina. (Sector-Electricidad, 2014)

Para el COES, la potencia efectiva es el valor de la potencia aprobado por el COES, resultante de los ensayos de potencia efectiva determinados de acuerdo con los Procedimientos Técnicos. (COES-SINAC, 2019).

No es posible el cálculo de una potencia efectiva para las centrales no convencionales, puesto que no todas las máquinas generadoras son capaces de sostener o producir su potencia en cualquier momento, la asignación del pago de potencia entre los generadores, conlleva dificultades que descartan a la potencia instalada y la potencia efectiva como factores de asignación directa, por esta razón en el diseño del mercado eléctrico se creó el concepto de "potencia firme", como un concepto de disponer potencia instalada o efectiva afectada por un factor de indisponibilidad imprevisible. (Cosanac S.A.C., 2016)

En ese contexto, la Tabla 11 y la Figura 13, presentan valores referenciales de potencia por tipo de generación, la cual está constituida por termoeléctrica (6978.5 MW), hidroeléctrica (4942.4MW), eólica (375.5MW) y solar (285 MW).

Tabla 11: Potencia Efectiva por tipo de generación (MW)

Tipo de Generación	Potencia Efectiva (MW)	Participación (%)
Termoeléctrica	6,978.5	55.47
Hidroeléctrica	4,942.4	39.28
Eólico	375.5	2.98
Solar	285.0	2.27
Total	12,581.40	100.00

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

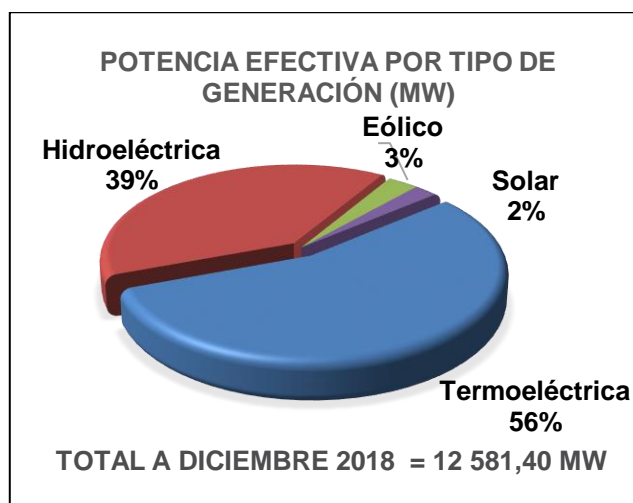


Figura 13: Potencia Efectiva por tipo de generación RER (MW)-2018
Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 12, se presenta la potencia instalada efectiva por tipo de recurso energético, en el cual se puede evidenciar que la potencia efectiva por recursos energéticos renovables se tiene una potencia efectiva de 985.5 MW, dentro de estos recursos se incluye el agua, bagazo, solar y eólico.

Tabla 12: Potencia efectiva por tipo de recurso energético (MW)-2018

Tipo de Recurso Energético	Potencia Efectiva (MW)
Agua	4,655.8
Renovables (*)	985.5
Gas Natural De Camisea	3,863.2
Gas Natural De Aguaytia	176.0
Gas Natural De Malacas	344.7
Diesel 2	2,336.0
Residual	79.8
Carbón	140.3
Total	12,581.40

(*) Incluye Agua, bagazo, biogás, solar y eólico.

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

Es del caso mencionar que tanto COES como Osinergmin han coincidido en señalar que las particularidades de las centrales RER no convencionales justifican la aprobación de una metodología específica para determinar su Potencia Firme, quedando en evidencia que sí es técnicamente posible reconocer Potencia Firme a las centrales eólicas y solares. (Enel Green Power Perú S.A., 2019)

Para el COES la Potencia firme es la potencia que puede suministrar cada unidad generadora con alta seguridad. (COES-SINAC, 2019)

2.1.6.3. Ingreso de nuevas centrales de generación

En la Tabla 13, se presenta el inicio de operación de las nuevas instalaciones de generación que ingresaron en el año 2018, entre las cuales se encuentran la central solar FV Rubí que ingresó el 30 de enero del año 2018 y la central solar FV Intipampa que ingresó el 31 de marzo del mismo año. La primera con 560 880 módulos FV y una potencia instalada de 144,48 MW y la segunda, con 138 120 módulos FV y una potencia instalada de 44,54 MW.

Tabla 13: Inicio de operación comercial de nuevas instalaciones en el SEIN (2018)

N°	Empresa	Central	Unidad	Potencia Instalada (MW)	Fecha de Inicio de Operación Comercial
1	ENEL GREEN PERU	C.S. Rubí	560 880 Módulos	144.48	30.01.2018
2	SANTA ANA	C.H. Renovandes H1	G1	20.00	20.03.2018
3	TERMOCHILCA	C.T. Sto Domingo de los Olleros	TV	123.61	25.03.2018
4	ENGIE	C.S. Intipampa	138 120 Módulos	44.54	31.03.2018
5	ENEL GREEN PERU	C.E. Wayra I	42 aerogeneradores	132.30	19.05.2018
6	PETRAMAS	C.T. Doña Catalina	G1 ; G2	2.40	29.08.2018
7	ENEL GENERACIÓN PERU	C.H. Her I	G3 ; G4	0.70	30.08.2018
8	GEPSA	C.H. Angel I	G1 ; G2	20.82	30.08.2018
9	GEPSA	C.H. Angel II	G1 ; G2	20.82	30.08.2018
10	GEPSA	C.H. Angel III	G1 ; G2	20.82	30.08.2018
11	ANDEAN POWER	C.H. Carhuac	G1 ; G2	20.00	07.11.2018
12	ELECTRO ZAÑA	C.H. Zaña	G2	7.50	29.12.2018

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.2. Recursos Energéticos Renovables (RER)

Se denomina Energía Renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales. (Haro Bautista, 2018)

Dentro de las primeras se considera a las grandes centrales hidroeléctricas; mientras que dentro de las segundas se ubica a las generadoras eólicas, solares fotovoltaicos, solares térmicas, geotérmicas, mareomotrices, de biomasa y las pequeñas hidroeléctricas. (Haro Bautista, 2018)

2.2.1. Generación eléctrica RER

En la Tabla 14 y Figura 14, se presenta el total de energía eléctrica generada a partir de Recursos Energéticos Renovables (RER) (3 674,1 GWh). Las centrales solares FV representan el 20,28% del total, registrando una producción de 745,2 GWh y la producción por las tecnologías Turbina de Vapor (TV) y Diesel es de origen termoeléctrico a partir de Recursos Energéticos Renovables como el biogás y bagazo.

Tabla 14: Generación Eléctrica (GWh) con RER por tipo de Tecnología-2018

Tipo de Tecnología	Energía GWh	Participación (%)
AEROGENERADOR	1 493.6	40.65
CSFV	745.2	20.28
TV	93.8	2.55
DIESEL	50.6	1.38
FRANCIS	689.6	18.77
KAPLAN	76.2	2.07
PELTON	523.4	14.25
HÉLICE	1.7	0.05
Total	3 674.1	100.00

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

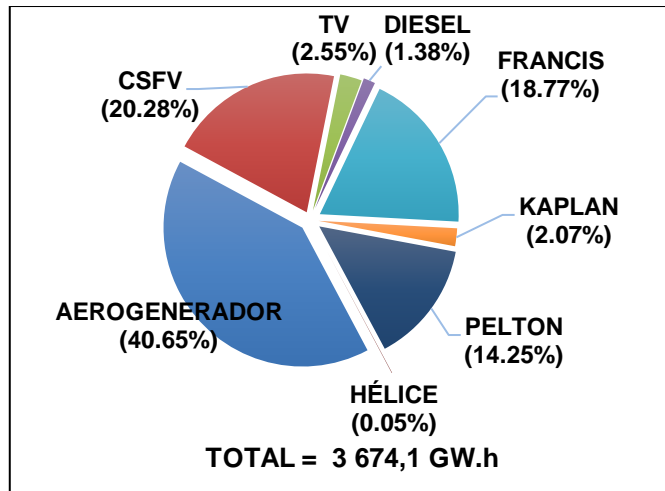


Figura 14: Generación de Energía (%) con RER por tipo de Tecnología
Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.2.2. Energía Solar

La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la

humanidad. De ahí que la radiación solar, recogida de forma adecuada con paneles solares, puede transformarse en otras formas de energía. (Haro Bautista, 2018)

Mediante el empleo de colectores solares la energía solar puede transformarse en energía térmica. A su vez, con el empleo de paneles fotovoltaicos la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos demandan tecnologías diferentes que no tienen nada que ver una con la otra. (Haro Bautista, 2018)

Se distinguen dos formas de radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna, gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar ocasionados por las nubes y el resto de los elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que concentración de la luz difusa no es posible por provenir de múltiples direcciones. Sin embargo, ambas radiaciones son aprovechables. (Haro Bautista, 2018)

La transformación de la energía solar es de dos tipos: (Ruiz, 2010)

2.2.2.1. Fotovoltaica

Es la transformación de la energía solar directamente en energía eléctrica. Se utilizan para esto paneles recubiertos de algún material (generalmente cristales de silicio o silicio amorfo) que al ser expuesto a la radiación solar genera una diferencia de potencial y permite mantener una corriente eléctrica, obteniéndose así energía eléctrica. El rendimiento de éstos es relativamente bajo, no superándose para los de fabricación estándar el 15%, en relación a la energía de la radiación solar incidente. Su uso está restringido a aplicaciones puntuales, aisladas y de baja potencia. Dado que la potencia obtenida depende de la radiación solar incidente se requiere de medios de acumulación de energía si se requiere un uso continuo. Para esto habitualmente se utilizan baterías, lo que por un lado aumenta más los costos de la instalación y por otro degrada aún más su rendimiento. La energía resultante se utiliza directamente como corriente continua o se emplean elementos electrónicos para su transformación en corriente alterna. (Ruiz, 2010)

A la fecha, los precios de los Paneles Fotovoltaicos (FV), se ha reducido a más de 10 veces su precio en los últimos 30 años, sin embargo, el costo nivelado actual de la electricidad (LCOE) de los paneles FV siguen siendo aún más altos que los precios en el mercado mayorista de electricidad. La competitividad en otros mercados depende de una variedad de condiciones locales. El LCOE de los sistemas de paneles FV, generalmente dependen en gran medida del costo de los componentes individuales del sistema, así como de la ubicación y de otros factores que afectan el rendimiento global del sistema. (Olave, 2012)

2.2.2.2. Térmica

Consiste en la utilización en algún ciclo termodinámico del calor proveniente de la radiación solar. Se utilizan colectores y concentradores que calientan directamente el fluido del ciclo o algún otro fluido intermedio de intercambio. (Ruiz, 2010)

2.2.3. Evolución de la Energía Solar en el Perú

Desde el año 2010, la generación de energía solar ha venido incrementándose a razón de 20,41% anuales, desde el ingreso de las centrales solares como consecuencia de las subastas de Recursos Energéticos Renovables (RER), la generación fotovoltaica de electricidad ha crecido dinámicamente a razón de 67,55% anual mientras que la generación térmica solar creció a razón de 10,94%. (Minem, 2017)

En la Figura 15, se evidencia que en el año 2010 el uso de la energía solar era principalmente para el calentamiento de agua y que para el año 2017, la generación fotovoltaica es próxima a la generación solar térmica. (Minem, 2017)

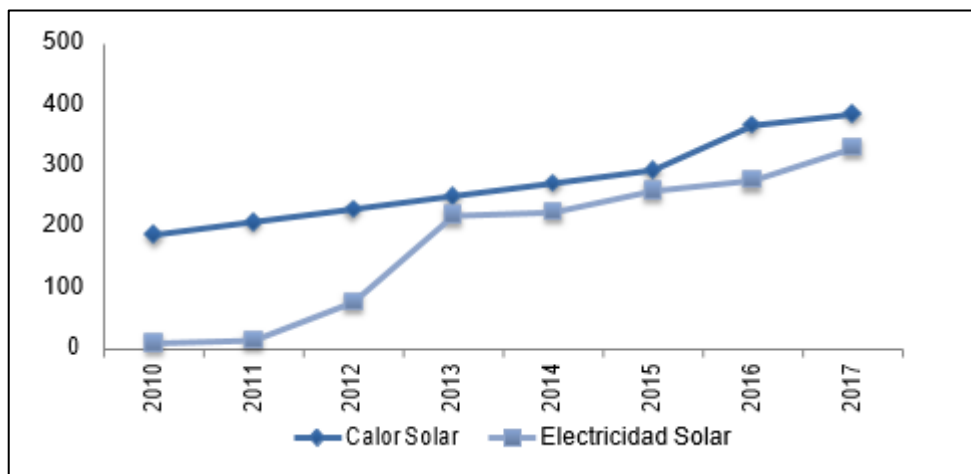


Figura 15: Evolución de Energía Solar fotovoltaica y de Energía Solar Térmica (GWh)
Fuente: Balance Nacional de Energía, MINEM, 2017

Hasta el 31 de diciembre del 2017 había 5 centrales solares en operación comercial: Tacna Solar, Panamericana Solar, Moquegua FV, Repartición y Majes Solar 20 T. Adicionalmente, se consideró la producción de la central solar Rubí, la más grande de las adjudicadas en las subastas RER hasta la fecha, a pesar de que durante el 2017 operó a modo de prueba. (Minem, 2017)

Actualmente, son siete (7) las centrales solares FV que están conectadas al sistema eléctrico nacional, el 30 de enero del año 2018 inició operación comercial la C.S. Rubí y el 31 de marzo del año 2018, la C.S. Intipampa.

2.2.4. Centrales Solares FV Conectadas al SEIN

En la Tabla 15, se presenta las características principales de las centrales solares fotovoltaicas en operación, se puede visualizar información como cantidad de módulos, potencia instalada por cada central solar FV.

Tabla 15: Potencia Instalada de las Centrales Solares FV en el 2018

Nombre de la Central	Cantidad de Módulos	Potencia Instalada (MW)
C.S. Rubí	560 880	144,5
C.S. Intipampa	138 120	44,5
C.S. Majes	55 584	20,0
C.S. Moquegua FV	63 480	16,0
C.S. Panamericana Solar	71 334	20,0
C.S. Repartición	56 208	20,0
C.S. Tacna Solar	74 988	20,0

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.2.4.1. Central Solar Rubí

La Central Solar Fotovoltaica Rubí es una central de generación de electricidad de 144,5 MW que suministrará energía renovable al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional Peruano (SEIN) por un plazo de 20 años. Esta Central Solar aprovecha la alta calidad del recurso solar que tiene el sur del Perú y marca una tendencia para el desarrollo de un Nodo Energético Renovable en el sur del país. Fue adjudicada con un precio monómico de energía de US\$ 48/MWh, que marcó un récord a nivel mundial representando un hito en la tendencia decreciente de costos de la tecnología solar fotovoltaica. Su construcción, así como la construcción de las instalaciones de transmisión asociadas, se realizó en tan solo 13 meses. (Enel, 2018)

Para el caso de la potencia de las centrales solares FV, se expresa en Potencia Pico (Wp), el cual es la potencia suministrada por el módulo a una radiación solar de 1000 W/m^2 y una temperatura de 25° C .

A continuación, en la Tabla 16, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Rubí.

Tabla 16: Central Solar Rubí

Ubicación	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1410 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	144,48 MWp
N° de Módulos en serie	30
Tipo de Módulos	Reisen
Potencia de Módulos	320 Wp
N° de inversores	164
N° de Centros de Transformación	41
Datos de contrato	
Firma de Contrato	17/05/2016
Puesta en Operación Comercial (POC)	30/01/2018
Energía Anual Ofertada	415,00 GWh/año
Precio de la Energía Ofertada	47,98 US\$/MWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Rubí (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 16 y Figura 17, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Rubí y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 16: Mapa de Ubicación de la C.S. Rubí

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Rubí (Dirección de Supervisión-Osinermin, 2019)



Figura 17: Vista de paneles solares de la C.S. Rubí

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Rubí (Dirección de Supervisión-Osinermin, 2019)

A continuación, en la Figura N° 18, se presenta la subestación de la C.S. Rubí.



Figura 18: Subestación de la C.S. Rubí

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Rubí (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.4.2. Central Solar Intipampa

La Central Solar Intipampa es la primera planta solar de Engie en el Perú y está ubicada en Pampa Lagunas en Moquegua sobre un área de 322 hectáreas y provisto de 138,120 paneles fotovoltaicos. La central solar demandó una inversión de aproximadamente 52 millones de dólares y permitirá reducir emisiones de carbono. (Engie, 2018)

A continuación, en la Figura 19, se presenta la vista de los paneles solares de la C.S. Intipampa.



Figura 19: Vista de los paneles solares de la C.S. Intipampa.

Fuente: Portal Web Engie (Engie, 2019)

A continuación, en la Tabla 17, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Intipampa.

Tabla 17: Central Solar Intipampa

Ubicación	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1410 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	40 MWp
N° de Módulos en serie	30
Tipo de Módulos	Policristalino
Potencia de Módulos	320-325 Wp
N° de inversores	18
Datos de contrato	
Firma de Contrato	17/05/2016
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/03/2018
Energía Anual Ofertada	108,40 GWh/año
Precio de la Energía Ofertada	48,5 US\$/MWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Intipampa (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 20 y Figura 21, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Intipampa y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 20: Mapa de Ubicación de la C.S. Intipampa

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Intipampa (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)



Figura 21: Montaje de paneles solares de la C.S. Intipampa
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Intipampa (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.4.3. Central Solar Majes

Esta Central Solar está ubicada en el distrito de La Joya, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa; se conecta al SEIN en la L.T. 138 kV S.E. Majes, la central cuenta con una potencia efectiva de 20 MWp. (MINEM, 2018)

A continuación, en la Tabla 18, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Majes.

Tabla 18: Central Solar Majes

Ubicación	
Departamento	Arequipa
Provincia	Caylloma
Distrito	Majes
Altitud	1 680 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	20 MWp
Cantidad de Módulos FV	55 704
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250KW c/u)
Cantidad de Inversores	32 (625KW c/u)
Factor de planta	21,5%
Datos de contrato	
Firma de Contrato	31/03/2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/10/2012
Energía Anual Ofertada	37 630 MWh
Precio de la Energía Ofertada	22,25 Cts US\$/kWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Majes (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 22 y Figura 23, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Majes y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 22: Mapa de Ubicación de la C.S. Majes

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Majes (Dirección de Supervisión-Osinergrmin, 2019)



Figura 23: Montaje final de los paneles solares en C.S. Majes

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Majes (Dirección de Supervisión-Osinergrmin, 2019)

2.2.4.4. Central Solar Moquegua FV

Esta Central Solar está ubicada en el distrito de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua; se conecta al SEIN en la L.T.23 kV S.E. Panamericana. Es una central con una potencia de 16 MWp, de acuerdo al despacho del mes de agosto se determinó un factor de planta de 35.33%. (MINEM, 2018)

A continuación, en la Tabla 19, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Moquegua FV.

Tabla 19: Central Solar Moquegua FV

Ubicación	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1 410 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	16 MWp
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250KW c/u)
Cantidad de Inversores	26 (24 x 625kW + 2x500 kW)
Factor de planta	30,5%
Datos de contrato	
Firma de Contrato	30/09/2011
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/12/2014
Energía Anual Ofertada	43 000 MWh
Precio de la Energía Ofertada	11,99 Ctsv US\$/kWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Moquegua FV (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 24 y Figura 25, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Moquegua FV y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 24: Mapa de Ubicación de la C.S. Moquegua FV

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Moquegua FV (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)



Figura 25: Vista de los paneles solares en C.S. Moquegua FV

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Moquegua FV (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.4.5. Central Solar Panamericana

Esta Central Solar está ubicada en el distrito de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua; se conecta al SEIN en la L.T.138 kV S.E. Ilo3. Es una central con una potencia de 20 MWp, de acuerdo con el despacho del mes de agosto se determinó un factor de planta de 30.16%. (MINEM, 2018)

A continuación, en la Tabla 20, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Panamericana.

Tabla 20: Central Solar Panamericana

Ubicación	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1 410 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	20 MWp
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250KW c/u)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Factor de planta	28,9%
Datos de contrato	
Firma de Contrato	31/03/2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/12/2012
Energía Anual Ofertada	50 676 MWh
Precio de la Energía Ofertada	21,5 Cts US\$/kWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Panamericana (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 26 y Figura 27, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Panamericana y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 26: Mapa de Ubicación de la C.S. Panamericana
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Panamericana (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)



Figura 27: Vista de los paneles solares en C.S. Panamericana
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Panamericana (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.4.6. Central Solar Repartición

Esta Central Solar está ubicada en el distrito de La Joya, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa; se conecta al SEIN en la L.T. 138 kV S.E. Repartición. Es una central con una potencia efectiva 20 MW, de acuerdo al despacho del mes de agosto se determinó un factor de planta de 25.27%. (MINEM, 2018)

A continuación, en la Tabla 21, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Repartición.

Tabla 21: Central Solar Repartición

Ubicación	
Departamento	Arequipa
Provincia	Caylloma
Distrito	La Joya
Altitud	1 187 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	20 MWp
Cantidad de Módulos FV	55 704
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250KW c/u)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Factor de planta	21,4%
Datos de contrato	
Firma de Contrato	31/03/2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/10/2012
Energía Anual Ofertada	37 440 MWh
Precio de la Energía Ofertada	22,3 Cts US\$/kWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Repartición (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 28 y Figura 29, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Repartición y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 28: Mapa de Ubicación de la C.S. Repartición

Fuente: Ficha técnica de la C.S. Repartición (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)



Figura 29: Vista de los paneles solares en C.S. Repartición
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Repartición (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.4.7. Central Solar Tacna Solar

Esta Central Solar está ubicada en el distrito de Tacna, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna; se conecta al SEIN en la L.T. 66 kV S.E. Los Héroes. Es una central con una potencia efectiva 20 MWp, de acuerdo al despacho del mes de agosto se determinó un factor de planta de 25.51%. (MINEM, 2018)

A continuación, en la Tabla 22, se presenta la localización y los datos generales de la C.S. Tacna Solar.

Tabla 22: Central Solar Tacna Solar

Ubicación	
Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Tacna
Altitud	560 msnm
Datos de la central	
Potencia Instalada	20 MW
Cantidad de Módulos FV	74 988
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250KW c/u)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Factor de planta	26,9%
Datos de contrato	
Firma de Contrato	31/03/2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	31/10/2012
Energía Anual Ofertada	47 196 MWh
Precio de la Energía Ofertada	22,5 Ctsv US\$/kWh

Fuente: Adaptado de la Ficha Técnica de la C.S. Tacna Solar (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

En la Figura 30 y Figura 31, se presenta el mapa de ubicación de la C.S. Tacna Solar y la vista de los paneles solares, respectivamente.



Figura 30: Mapa de Ubicación de la C.S. Tacna Solar
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Tacna Solar (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)



Figura 31: Vista de los paneles solares en C.S. Tacna Solar
Fuente: Ficha técnica de la C.S. Tacna Solar (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

2.2.5. Generación Solar Fotovoltaica Total

En el año 2018, las siete (7) centrales solares fotovoltaicas generaron un total de 745,2 GWh, el 56.93% de la energía fue generada por la C.S. Rubí (424,2 GWh), seguido de la C.S. Intipampa (87,3 GWh) con una participación del 11.71%.

A continuación, en la Tabla 23, se presenta la generación eléctrica (GWh) por cada central solar FV y en la Figura 32, se presenta los factores de planta de cada central solar FV.

Tabla 23: Generación Solar (GWh) por Central Solar FV en el 2018

Empresa	Central Solar FV	Energía (GWh)
Enel Green	C. S. Rubí	424.2
Engie	C. S. Intipampa	87.3
Majes Solar	C. S. Majes	44.5
Moquegua FV	C. S. Moquegua FV	47.7
Panamericana Solar	C. S. Panamericana Solar	52.0
Repartición Solar	C. S. Repartición	41.3
Tacna Solar	C. S. Tacna Solar	48.2
Total		745.2

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

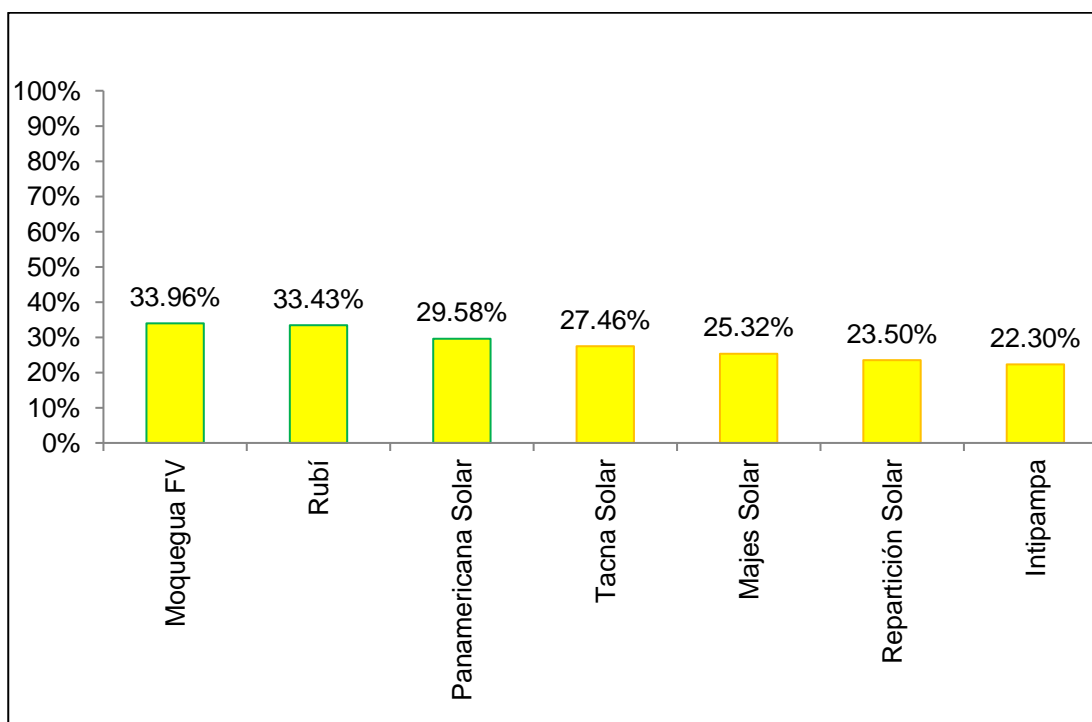


Figura 32: Factor de Planta de las Centrales Solares FV en el año 2018

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

Por otro lado, en la Tabla 24, se presenta la producción de energía solar mensual por cada central solar FV.

Tabla 24: Producción de Energía Solar Mensual (GWh) en el año 2018

Central	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
C.S. Rubí	38.8	28.4	35.9	31.8	32.4	25.2
C.S. Intipampa		0.7	5.6	8.1	7.5	6.7
C.S. Majes	3.9	3.4	3.7	3.2	3.6	3.2
C.S. Moquegua FV	4.1	3.6	4.3	3.7	3.6	2.8
C.S. Panamericana Solar	4.6	3.9	4.6	4.0	3.9	3.1
C.S. Repartición	3.4	1.9	3.3	3.2	3.5	3.2
C.S. Tacna Solar	4.9	4.3	4.7	4.1	3.5	2.4
TOTAL	59.7	46.2	62.2	58.2	57.9	46.7
Central	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
C.S. Rubí	27.5	35.9	39.7	42.2	43.0	43.4
C.S. Intipampa	6.4	8.9	10.0	11.1	11.3	10.9
C.S. Majes	3.2	3.9	4.0	4.1	4.1	4.1
C.S. Moquegua FV	3.2	4.2	4.6	4.5	4.7	4.5
C.S. Panamericana Solar	3.4	4.5	4.9	4.9	5.1	4.9
C.S. Repartición	3.1	3.8	4.0	3.9	3.9	3.9
C.S. Tacna Solar	2.5	3.8	4.5	4.2	4.6	4.9
TOTAL	49.4	65.1	71.8	74.9	76.7	76.6

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.2.6. Ubicación de las centrales solares fotovoltaicas en el Perú

En la Figura 33, se presenta la ubicación de las centrales solares fotovoltaicas instaladas hasta la fecha, las cuales ingresaron en el despacho eléctrico del año 2018. Las siete (7) centrales solares fotovoltaicas se ubican al sur del país, en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna. Las centrales solares FV Rubí, Intipampa, Moquegua FV y Panamericana Solar se ubican en la región Moquegua. Las centrales solares FV Majes, Repartición, en la región Arequipa y, por último, la central solar FV Tacna Solar se ubica en la región Tacna.



Figura 33: Ubicación de las centrales solares fotovoltaicas en el Perú (2018)
Fuente: Elaboración Propia

2.3. El SEIN y el Despacho Eléctrico

2.3.1. Demanda de Energía Eléctrica

La característica particular de los sistemas eléctricos es que, instante a instante, la potencia generada debe ser igual a la potencia consumida. Puede suponerse a la red eléctrica como una canalización pasiva a la cual se inyecta potencia en unos puntos y que, al no poder acumularse la energía eléctrica en ésta, la misma cantidad de potencia es retirada simultáneamente en otros puntos. Estrictamente, desde un punto de vista eléctrico y considerando intervalos de tiempo muy pequeños, esto no es exactamente así: la creación de los campos eléctricos y magnéticos que intervienen en los procesos eléctricos requieren cierta energía y al variar constantemente éstos (por tratarse mayoritariamente de sistemas de corriente alterna) existen transferencias y acumulaciones de energía entre los diversos elementos de las redes. (Ruiz, 2010)

2.3.1.1. Características de la demanda de energía eléctrica

La demanda de electricidad ha aumentado continuamente a lo largo de las últimas décadas y su influencia en el nivel de vida de las sociedades está asociada a una mayor demanda de energía eléctrica. (Peña, 2007)

El consumo de energía eléctrica está estrechamente asociado a la actividad humana. Existirá por un lado una variación, casi siempre un crecimiento a lo largo del tiempo del consumo, a medida que aumenta el desarrollo y se intensifican ciertos usos eléctricos. Existirán además variaciones estacionales del consumo. Por ejemplo, las cargas asociadas a calefacción y refrigeración tendrán variaciones estacionales ya que dependerán fuertemente de la temperatura ambiente y ésta tiene en la mayor parte de las regiones geográficas una variación de este tipo. Los ciclos laborales semanal y diario también impondrán al consumo de energía eléctrica una variación de este tipo. Por otra parte, interesa la distribución geográfica de la demanda. Desde el punto de vista de la transmisión, interesará la ubicación de la demanda en relación a dónde se encuentran las fuentes de generación. Esto tendrá impacto sobre el diseño de la red de transmisión e influirá directamente sobre los costos de ésta. Desde el punto de vista de la distribución surge como concepto relevante el de densidad de carga, es decir, cómo se distribuye la carga en relación a la superficie geográfica donde se encuentra. Es obvio que tendrá costos mucho mayores suministrar una

demanda que está esparcida en un gran territorio que una demanda igual desde el punto de vista energético, pero concentrada. (Ruiz, 2010)

2.3.1.2. Despacho eléctrico

En los sistemas eléctricos se requiere mantener un equilibrio permanente entre oferta y demanda dado que la electricidad no se puede almacenar a costos razonables, por lo que se deben tomar decisiones económicas de operación en el corto plazo teniendo en cuenta la demanda esperada en cada momento y la capacidad disponible de cada tipo de tecnología, además de otras restricciones como la capacidad de transmisión entre nodos. (Alfredo Dammert, 2010)

Si el parque generador es solamente térmico, entonces las decisiones de producción a mínimo costo básicamente consisten en ordenar de menor a mayor costo a las diferentes centrales para satisfacer la demanda en cada período de tiempo. (Alfredo Dammert, 2010)

Es usual en la literatura sobre estos temas encontrar una división de este problema en dos partes: el despacho económico y la asignación de unidades. El primer problema consiste en distribuir la potencia generada entre las máquinas que están generando de forma de minimizar los costos asociados a esa generación. El problema de la asignación de unidades de generación consiste en elegir de un conjunto de máquinas disponibles para generar de forma que los costos de generación sean mínimos. Desde un punto de vista general, los problemas de despacho son problemas de optimización con restricciones: consisten en elegir para un conjunto de variables de control, los valores que minimicen (o maximicen) cierta función conocida de antemano, teniendo en cuenta que además se cumplan algunas relaciones entre las variables. En este caso, el planteo es en general el de una minimización donde el objetivo (función a minimizar) será la suma de los costos de suministrar la demanda y una de las restricciones que habrá que cumplir siempre será la de demanda: que la potencia generada sea igual a la potencia demandada. (Ruiz, 2010)

2.3.1.3. Características de las unidades frente al despacho

Además de la restricción de demanda, existen otras condiciones que deben cumplirse en cualquier problema de despacho. En relación a las unidades de generación, una restricción obvia que estará presente en cualquier planteo del problema será la relativa a las potencias: ninguna máquina puede generar por

encima de su potencia máxima. A continuación, se mencionan otras características de las unidades de generación que pueden ser relevantes en el problema de despacho. (Ruiz, 2010)

- **Tiempos de arranque y variación de carga:** Para ciertas unidades existen restricciones importantes en relación a cómo puede variar su carga y especialmente respecto a los tiempos que son necesarios para llegar a la potencia máxima desde que se da la orden de arranque. Estos tiempos son particularmente prolongados en los ciclos de vapor, puesto que, la generación de vapor requiere el calentamiento de grandes estructuras, y éste debe ser gradual para lograr dilataciones uniformes, desde que se comienza el arranque hasta la generación a potencia nominal pueden transcurrir varias horas.
- **Mínimos técnicos:** En general, para todas las unidades de generación existe un límite mínimo de potencia por debajo del cual no es posible generar.
- **Variación de los rendimientos:** Las unidades de generación se diseñan para tener el máximo rendimiento a la potencia nominal de operación. En algunas tecnologías, pequeños apartamientos de esta potencia provocan caídas importantes del rendimiento.
- **Costos de arranque:** en muchos casos existen costos asociados a la puesta en funcionamiento de una unidad de generación. Para unidades hidráulicas, estos costos son prácticamente nulos, pero pueden ser importantes en el caso de unidades térmicas. Por ejemplo, para el arranque de algunas unidades, puede ser necesario por razones técnicas utilizar un combustible más costoso. En otros casos, particularmente en ciertos tipos de turbinas de gas, cada arranque equivale, en términos de vida útil de la máquina, a varias horas de funcionamiento.
- **Restricciones de combustible:** Por el lado de los combustibles en el caso de las máquinas térmicas, también puede haber ciertas restricciones a considerar. Por ejemplo, si la capacidad de almacenamiento no es infinita, los stocks de combustibles y los tiempos de reposición pasan a ser variables relevantes. Esto dará lugar a subproblemas relativos al abastecimiento de combustible.

2.3.2. Horizontes Temporales en el Funcionamiento del Sistema Eléctrico

Existen diferentes horizontes temporales en los cuales se desarrollan los procesos de toma de decisiones para la gestión del sistema eléctrico. Los horizontes temporales pueden hacerse de la siguiente manera: (Ruiz, 2010)

2.3.2.1. Operación en tiempo real

El sistema debe estar diseñado y configurado para adaptarse a los pequeños desajustes que pueden ocurrir entre la demanda esperada y la real. Por otro lado, en caso de que ocurra algún problema con alguno de los equipos tanto de generación como de transmisión, el sistema debe poder soportar esa contingencia con consecuencias nulas o al menos éstas deben ser minimizadas. (Ruiz, 2010)

2.3.2.2. El corto plazo

En esta etapa se toman las decisiones respecto de la entrada en servicio y salida de servicio de distintas unidades de generación, así como respecto de las configuraciones más adecuadas de la red de transmisión. (Ruiz, 2010)

2.3.2.3. El mediano plazo

Aquí se toman las decisiones relativas al mantenimiento de las unidades de generación y de los equipos de transmisión. (Ruiz, 2010)

2.3.2.4. El largo plazo

Es aquí donde se toman las decisiones relativas a la expansión del sistema en todos sus componentes: (Ruiz, 2010)

- El crecimiento de la demanda y las modificaciones en las características de ésta determinarán las necesidades de nueva generación.
- La ubicación geográfica de las nuevas fuentes de generación a utilizar y la distribución geográfica de la demanda determinará la expansión del sistema de transmisión y los sistemas de distribución de energía eléctrica.

2.3.3. Máxima Demanda del SEIN

En la Tabla 25, se presenta los días de máxima demanda registradas en cada mes del año 2018, asimismo se registra las horas, las cuales se encuentran dentro de las Horas Punta, horario en el cual no se genera energía eléctrica solar FV.

Tabla 25: Día y Hora de Máxima Demanda por Mes en el año 2018

Mes	Día y Hora de la Máxima Demanda Mensual	
Enero	26/01/2018	19:45
Febrero	13/02/2018	19:30
Marzo	17/03/2018	19:00
Abril	24/04/2018	18:45
Mayo	08/05/2018	18:45
Junio	05/06/2018	18:45
Julio	13/07/2018	19:00
Agosto	28/08/2018	20:00
Septiembre	26/09/2018	21:00
Octubre	17/10/2018	19:00
Noviembre	27/11/2018	19:45
Diciembre	17/12/2018	19:45

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018, (COES, 2018)

A continuación, en la Tabla 26, se presenta la participación de Recursos Energéticos Renovables por tipo de tecnología en el día de máxima demanda del año 2018, el 17 de diciembre a las 19:45 horas. Es preciso mencionar, que la generación por las tecnologías Turbina de Vapor (TV) y Diesel tienen origen termoeléctrico a partir de Recursos Energéticos Renovables como el biogás y bagazo.

Tabla 26: Producción de Energía Eléctrica (MW) por Tipo de Tecnología RER

Tipo de Tecnología	Hidroeléctrica	Termoeléctrica	Eólico	Total
Aerogenerador			247.1	247.1
TV		26.4		26.4
Diesel		6.8		6.8
Francis	98.5			98.5
Kaplan	7.1			7.1
Pelton	95.8			95.8
Hélice	0.0			0.0

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Tabla 27, se presenta la producción de energía mensual por tipo de fuente de RER en el día de la máxima demanda del año 2018, el 17 de diciembre a las 19:45 horas.

Tabla 27: Producción de Energía Mensual RER (MW) en el Día de Máxima Demanda-2018

Meses	Hidroeléctrica	Termoeléctrica	Solar	Eólica	Total	Máx. Demanda SEIN
Enero	154.8	17.1	0.0	180.4	352.3	6 489
Febrero	169.5	18.8	0.0	174.1	362.5	6 577
Marzo	189.8	21.9	0.0	205.1	416.8	6 640
Abril	174.4	19.2	0.0	309.0	502.6	6 711
Mayo	137.7	3.2	0.0	234.9	375.8	6 617
Junio	158.2	4.2	0.0	234.1	396.5	6 542
Julio	91.6	18.1	0.0	185.6	295.3	6 463
Agosto	119.7	17.4	0.0	154.4	291.5	6 519
Setiembre	103.3	21.8	0.0	131.4	256.4	6 554
Octubre	121.1	16.1	0.0	332.5	469.7	6 658
Noviembre	192.9	19.9	0.0	245.8	458.6	6 786
Diciembre	201.5	33.2	0.0	247.1	481.8	6 885

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

En la Figura 34, se presenta la generación de energía por tipo de fuente y tecnología en el día de máxima demanda, el 17 de diciembre a las 19:45 horas. A partir de la cual, se puede evidenciar que no hay participación de la energía solar a esa hora.

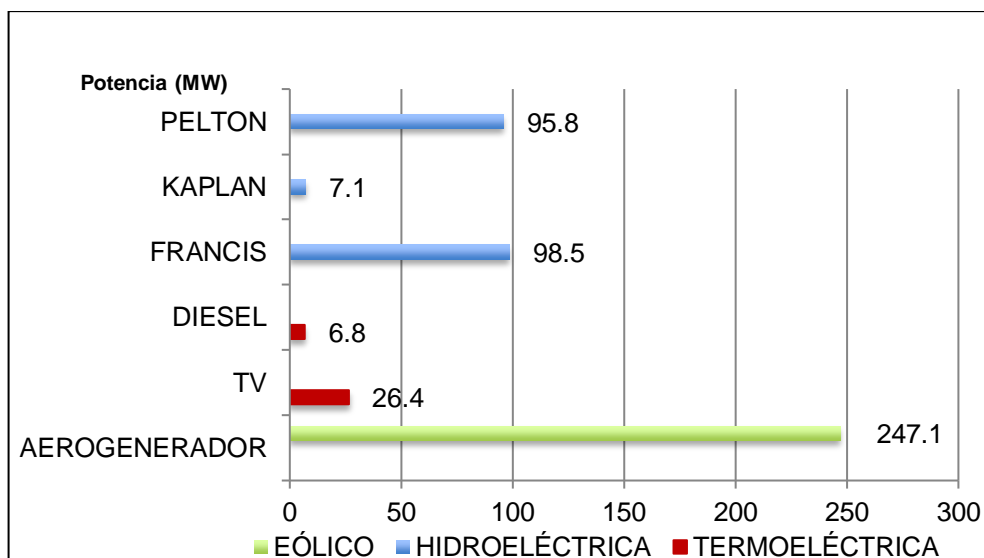


Figura 34: Cobertura de la Máxima Demanda por Tipo de Generación y Tecnología RER 17 de diciembre de 2018, a las 19:45 hrs

Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

2.3.4. Costo de generación

Cuando se analiza la generación eléctrica se considera tanto la capacidad de generación como la producción de electricidad debido, principalmente, a que la electricidad no se puede almacenar a costos razonables. Ello hace que para poder

cubrir los requerimientos de la demanda en todo momento se tenga que tener capacidad instalada que en algunos períodos no es plenamente utilizada. La capacidad de generación se mide normalmente como megavatios (MW) o kilovatios (kW) de potencia, y se emplea tanto para determinar las dimensiones de los generadores eléctricos como también de referencia para establecer la magnitud de los costos fijos (costo de inversión o costo de potencia y costos de mantenimiento fijos), los cuales se suelen expresar en US\$ por MW instalado o en US\$ por MW-año. (Alfredo Dammert, 2010)

La producción de electricidad se mide como un flujo producido o la suma de los requerimientos de capacidad a lo largo de un período de tiempo, y se expresa normalmente en megavatios-hora (MWh) o kilovatios-hora (kWh). Es decir, una generadora de 100 MW de capacidad produciendo al 90% de capacidad generará en una hora: $100 \text{ MW} \times 0,90 \times 1 \text{ hr} = 90 \text{ MWh}$. (Alfredo Dammert, 2010)

Normalmente los costos de generar electricidad se dividen en dos partes: el costo fijo, que es el costo asociado a la inversión más los costos de operación y mantenimiento fijos necesarios para mantener la central de generación disponible, produzca o no produzca; y el costo variable, que se refiere al costo de operación y mantenimiento que cambia con la cantidad producida. Para obtener el costo total es necesario expresar ambos costos en US\$/MWh o ctvs. de US\$/kWh. Existe una relación inversa entre ambos costos si se les compara por tecnología, pues las centrales con menores costos fijos suelen tener mayores costos variables y viceversa. Ello, unido a la necesidad de mantener capacidad instalada disponible para cubrir la demanda en todo momento, hace que la solución más eficiente (la de menor costo posible) sea que el parque generador esté compuesto por una combinación de tecnologías de generación. (Alfredo Dammert, 2010)

La generación eléctrica presenta una serie de características que la distinguen, los costos marginales —precio de energía— que varían según la demanda a lo largo del día, así como de un cargo de capacidad —precio de potencia—, este último con objeto de cubrir los costos del parque generador. Desde el punto de vista de la regulación de los precios de generación eléctrica, en algunos sistemas esta se realiza mediante procedimientos administrativos basados en el cálculo de costos futuros de producción estimados, mientras que en otros se permite que estos sean determinados por el mercado, ya sea a través de licitaciones de mediano plazo o por el libre juego de la oferta y demanda en el mercado *spot*.

Además, dada la variabilidad de la demanda y los riesgos de abastecimiento, en algunos sistemas se establece a los generadores un requisito de asegurar capacidad de reserva, mientras que en otros sistemas se permite que esta capacidad sea determinada por el mercado, aunque con fluctuaciones significativas del precio de electricidad. (Alfredo Dammert, 2010)

2.3.4.1. Costos Fijos

Los costos fijos son los costos que asume la generadora, produzca o no. El costo de inversión representa al monto de inversión que implica la construcción y puesta en marcha de una central de generación, el cual se puede representar por I_i . Dado que cada central de generación tiene una capacidad de generación o potencia determinada (C_i), el costo de inversión se suele expresar en monto de inversión por MW instalado (I_i/C_i) con el fin de tener una medida relativa del costo de inversión por tipo de tecnología. A esta medida relativa del costo de inversión por MW se le denomina *overnight cost* o costo de capacidad o potencia. (Alfredo Dammert, 2010)

2.3.4.2. Costos Variables

Los costos variables dependen de la cantidad de energía producida por la central y están compuestos, sobre todo, por el costo de los combustibles. (Osinermin, 2016)

Según el estudio realizado por el Osinermin, se menciona que la generación térmica tiene bajos costos fijos, y las centrales solares fotovoltaicas tienen costos fijos altos. Por otro lado, el costo marginal de corto plazo de las centrales solares FV es cero. En la siguiente Tabla 28 y Tabla 29, se puede evidenciar lo mencionado.

Tabla 28: Tipos de generación eléctrica con fuentes primarias convencionales

Fuente primaria	Tipo de central de generación	Ventajas	Desventajas
Generación hidráulica (agua)	Hidráulica de pasada: caída del agua no asociada a embalse.	<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable. • Estabilización del agua para riego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilidad de la producción.
	Hidráulica de embalse: caída del agua asociada a embalse.	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos costos marginales. • Menor contaminación. • Se puede generar pesca en el embalse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental. • Alteración del caudal del río. • Impacto en la población. • Emisiones de gases (metano). • Elevados costos fijos.
Generación térmica (diésel, carbón, gas natural)	Térmica a diésel: combustión del diésel.	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil construcción de generadoras. • Bajos costos fijos. • Rápido prendido y apagado de maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento global por los GEI. • Menor eficiencia térmica. • Contaminación ambiental. • Combustible costoso de precio variable.

	Térmica a carbón: combustión del carbón.	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil construcción de generadoras. • Combustible menos costoso que el diésel. • Fácil transporte del combustible. • Depósitos fáciles de explotar (se encuentran cerca de la superficie). 	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento global por los GEI. • Menor eficiencia térmica. • Contaminación ambiental. • Elevada producción de smog. • Demora en el encendido y apagado.
	Térmica de gas natural a ciclo simple: elevar la presión del gas.	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible de bajo costo. • Menor contaminación que la generación eléctrica con otros combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiencia térmica. • Costos de planta relativamente altos.
	Térmica de gas natural a ciclo combinado: elevar la presión del gas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia térmica. • Combustible de bajo costo. • Menor contaminación respecto a la generadora de ciclo simple. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de planta elevados. • Mayor riesgo para los inversionistas.

Fuente: Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico (Osinergrmin, 2011)

Tabla 29: Tipos de producción eléctrica con fuentes de energía primarias no convencionales

Fuente primaria de energía	Tipo de central de generación	Ventajas	Desventajas
Generación eólica (viento)	Parque eólico: aprovecha los momentos de viento.	<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable. • Costo marginal nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de intermitencia en la producción. • Habitualmente requiere de importantes inversiones en construcción de líneas de alta tensión. • Requiere un territorio amplio para instalar parques eólicos. • Infraestructura de elevados costos fijos.
Generación solar (luz y calor solar)	. Paneles solares y celdas solares: aprovecha la luz solar y realiza conversión fotovoltaica.	<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable. • Costo marginal cero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Habitualmente requiere de importantes inversiones construcción de líneas de alta tensión para conectarlas al sistema. • Requiere un territorio amplio. • Infraestructura de elevados costos fijos.

Fuente: Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico (Osinergrmin, 2011)

2.3.5. Costos de inversión, operación y mantenimiento

2.3.5.1. CAPEX

CAPEX: Son todos aquellos precios involucrados para la implementación del proyecto. Parte de estos precios abarca la adquisición de los equipos y costos de instalación del proyecto. (Jayme, 2018)

Las empresas de distribución pueden realizar principalmente dos acciones para influir en el nivel de calidad de su sistema eléctrico, Por un lado, pueden destinar recursos a la operación y mantenimiento de sus redes (OPEX), o realizar inversiones en capital (CAPEX) que permitan mejorar el nivel de confiabilidad de su red de distribución. (Osinergrmin, 2015)

2.3.5.2. Costos de reposición

Es el costo actual estimado de reemplazo de bienes existentes como si fueran nuevos. Precio que deberá pagarse para adquirir un activo similar a los precios prevalecientes en el año de estudio sin tener en cuenta la posible obsolescencia o la existencia de otras nuevas alternativas que realicen la misma función.

(Alfredo Dammert, 2010)

2.3.5.3. OPEX

OPEX: Los costos de operación u OPEX, son aquellos costos que se realizan para mantener el correcto funcionamiento de nuestro proyecto. (Jayme, 2018)

Estos costos van a incluir el mantenimiento de los equipos a usarse, y también costos de los enlaces mensuales se estiman a partir de los costos reales soportados en los años anteriores al inicio del nuevo periodo regulatorio. (Deloitte-Osinergmin, 2016)

2.3.6. El Costo marginal

En electricidad, particularmente en generación, muchas cosas giran alrededor de los denominados costos marginales. El costo marginal es el incremento en el costo total que se produce como consecuencia del incremento del producto en una unidad. (Gilt, 2009)

2.3.6.1. Costo Marginal de Largo y Corto Plazo

Los costos marginales “de corto plazo”, esto es, los costos en que se incurre cuando el sistema eléctrico tiene que reaccionar ante el incremento de la demanda con sólo tiempo para responder con las plantas instaladas y disponibles. También podrían examinarse los costos marginales “de largo plazo”, los costos cuando el sistema tiene varios años para prepararse para el incremento de la demanda, y por lo tanto es capaz de ajustar la capacidad de generación instalada para responder mejor al cambio. (Vasquez, 2014)

Los precios de mercado que se basan exclusivamente en los costos marginales de generación de corto plazo no garantizan en principio que cualquier generador recupere sus costos, incluido un rendimiento razonable de la inversión. (Vasquez, 2014)

2.3.6.2. Orden de prioridad en el despacho eléctrico

Se muestra el ordenamiento de cada tecnología de menor a mayor costo variable (o de operación) para el caso de tres tecnologías; donde se puede observar que las hidroeléctricas tienen un costo variable muy bajo al no utilizar un combustible para la generación eléctrica y, por lo tanto, son las primeras en producir, constituyendo el primer escalón de esta curva; la siguiente tecnología es la central a gas natural; y, por último, se encuentran las centrales a diésel. Todas en conjunto y ordenadas (con forma de escalera) constituyen el costo marginal del sistema (oferta de electricidad del sistema). Según el nivel de demanda se puede determinar qué tecnologías se encuentran en operación, cuál de ellas margina (central marginal), así como el costo marginal del sistema. (Osinermin, 2011)

En la Figura 35, se presenta un ejemplo del orden de prioridad en el despacho eléctrico, donde se puede evidenciar que el primero en ingresar al despacho son las centrales hidroeléctricas.

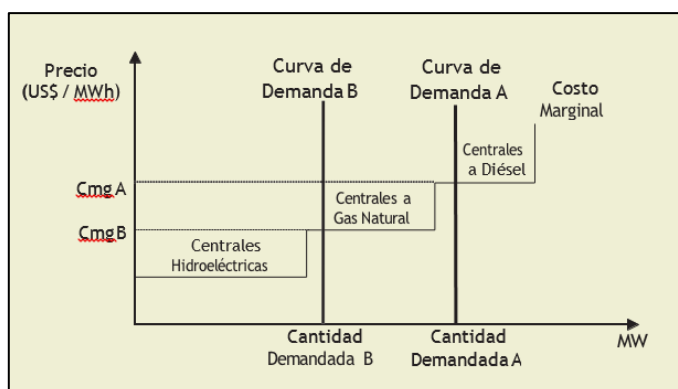


Figura 35: Modelo de Orden de Prioridad en el Despacho Eléctrico

Fuente: Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico (Osinermin, 2011)

2.3.7. El despacho eléctrico en el Perú

A continuación, se presenta en la Figura 36, la producción de energía vs. los costos marginales promedio de la producción de energía. Se puede evidenciar que los costos marginales promedio desde el año 2002 hasta el año 2018 han ido variando, siendo más baratos en los últimos años.

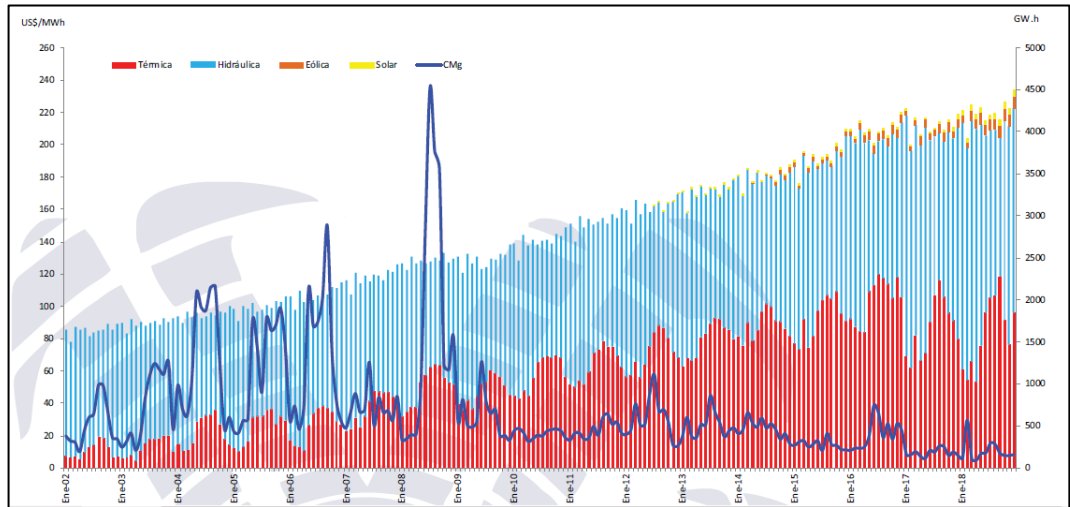


Figura 36: Costo Marginal vs. Producción de Energía
Fuente: Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

El COES muestra el despacho eléctrico diario a través de su portal web en tiempo real. En la Figura 37, al lado derecho se puede visualizar el orden de despacho eléctrico (cuadro en rojo), sin embargo, es importante mencionar que el tipo de central que margina en el despacho eléctrico puede cambiar de un bloque horario a otro debido a sus costos de generación en dicho bloque, ya sea en horas punta o fuera de punta.

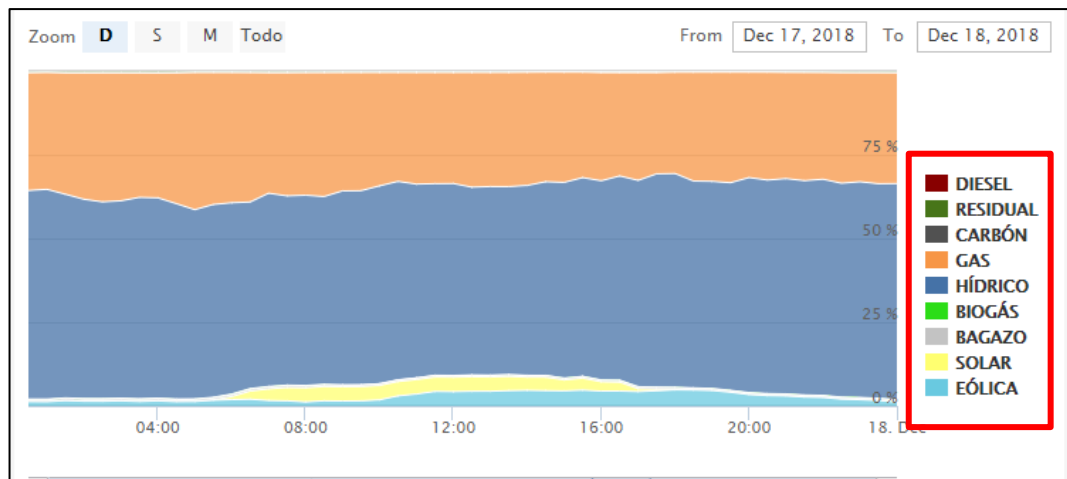


Figura 37: Orden de Despacho Eléctrico del Día de Máxima Demanda (17/12/2018)
Fuente: Portal Web del COES (COES, 2020)

Además, es importante mencionar que los registros cada 15 minutos son de potencia (MW) y la máxima demanda se produce en uno de los bloques de 15 minutos, si esta máxima demanda ocurre después de las 18:30 horas, entonces las centrales solares FV no pueden aportar energía para cubrir la máxima demanda porque a partir de esa hora dejan de producir.

2.4. Generación Solar FV

La irradiación solar es una de las variables más importantes, por ser la fuente de energía utilizada en la gran mayoría de los procesos en nuestro planeta. No obstante, su medición es escasa debido a los altos costos del instrumental de precisión requerido, así como de su mantenimiento, por lo que la red de medición en el Perú, como en muchos otros países, es limitada. De otro lado, la gran variabilidad topográfica y climática del territorio peruano obligan a tener que considerar redes más densas y bien distribuidas a nivel nacional para una evaluación más precisa y detallada de este recurso. (Senamhi, 2020)

Por otro lado, las horas de sol pico que pueden definirse como el número de horas al día con una hipotética irradiancia de $1\ 000\ \text{W/m}^2$. Una hora solar pico (HPS) equivale a $1\ \text{KWh/m}^2$ o, lo que es lo mismo, $3.6\ \text{MJ/m}^2$. En otras palabras, es un modo de contabilizar la energía recibida del sol agrupándola en intervalos, siendo cada intervalo de 1 hora recibiendo $1000\ \text{watts/m}^2$. (Lorenzo, 2019)

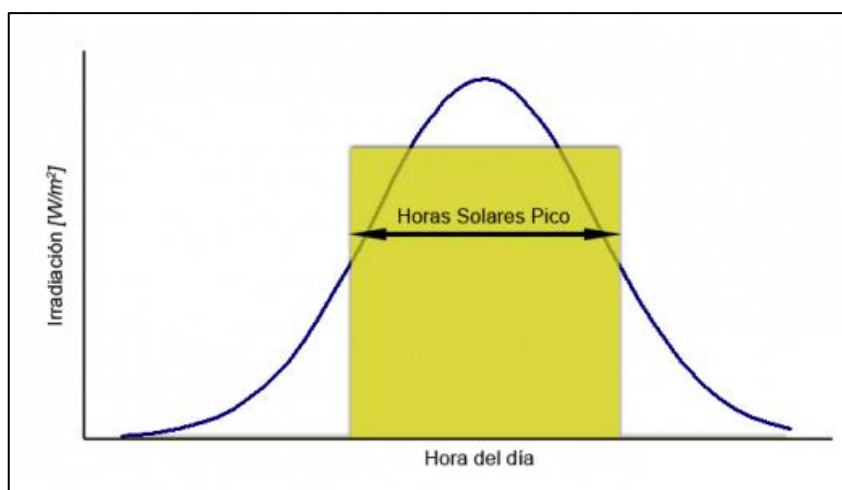


Figura 38: Gráfico de las Horas Solares Pico en un día
Fuente: Horas de Sol Pico-portal Web de SUNFIELDS (José Alonso Lorenzo, 2019)

2.5. Generación termoeléctrica en el SEIN

2.5.1. Tecnología de las centrales térmicas utilizadas en el SEIN

En la presente Tabla 30, se presenta las tecnologías disponibles de las diecinueve (19) centrales térmicas conectadas al SEIN, tales como Turbina de Vapor, Diesel, Turbina de gas y Ciclo Combinado. Además, se presenta los tipos de combustible utilizados por cada central térmica, siendo estos el bagazo, Petróleo Diesel 2, Petróleo Residual y Gas Natural.

Tabla 30: Tecnología de Centrales Térmicas en el SEIN

Central	Tecnología	Tipo De Recurso Energético	Potencia Instalada (MW)
C.T. Paramonga	TV	Bagazo	23
C.T. Maple Etanol	TV	Bagazo	38
C.T. Recka	TG	Diesel 2	181
C.T. Chilina	DIESEL	Diesel 2	5
C.T. Independencia	DIESEL	Gas Natural (Camisea)	6
C.T. Tumbes	DIESEL	Residual 6	9
C.T. Santa Rosa	TG	Gas Natural (Camisea)	60
C.T. Malacas 1	TG	Gas Natural (Malacas)	53
C.T. Chilca 1	CC	Gas Natural (Camisea)	852
C.T. Fénix	CC	Gas Natural (Camisea)	575
C.T. R.F. Pucallpa	DIESEL	Diesel 2	40
C.T. Kallpa	CC	Gas Natural (Camisea)	979
C.T. Doña Catalina Huanca (8)	DIESEL	Biogás	1
C.T. Reserva Fría Planta Eten	TG	Diesel 2	219
C.T. Puerto Bravo	TG	Diesel 2	154
C.T. Oquendo	TG	Gas Natural (Camisea)	31
C.T. San Nicolás	DIESEL	Diesel 2	1
C.T. Santo Domingo De Los Olleros (4)	C	Gas Natural (Camisea)	317
C.T. Aguaytía	TG	Gas Natural (Aguaytía)	96
		TOTAL	3 640

Fuente: Adaptado de Estadística Anual 2018, (COES, 2018)

2.5.2. Tipo de Tecnología de las centrales térmicas

Las tecnologías para la generación de energía eléctrica, en la mayoría de los casos el proceso general es similar: a partir de una fuente de energía primaria se utiliza un motor para obtener energía mecánica. Esta energía mecánica es utilizada para mover un generador que produce la energía eléctrica. (Ruiz, 2010)

En varias de las tecnologías, los motores primarios utilizados son turbinas, por lo que conviene hacer alguna aclaración respecto de éstas: Una turbina es una máquina rotatoria a través de la cual transita un fluido sin ser en ningún momento totalmente confinado (turbomáquina) y que transforma la energía mecánica que tiene ese fluido en energía mecánica que se extrae por el eje. Las turbinas son por lo tanto motores: suministran energía mecánica en el eje de la máquina. (Ruiz, 2010)

2.5.2.1. Ciclos de Vapor

El ciclo termodinámico mediante el cual se obtiene potencia mecánica a partir de calor mediante una turbina de vapor es el conocido como Ciclo Rankine.

Consta de las siguientes etapas: (Ruiz, 2010)

- Calentamiento y vaporización de un fluido
- Expansión del vapor, realizando trabajo
- Condensación del vapor cediendo calor
- Elevación de la presión del líquido condensado, mediante el aporte de trabajo.

En la implementación práctica de este ciclo se utilizan los siguientes elementos: El fluido (en casi todos los casos agua) es calentado y evaporado a alta presión en un generador de vapor o caldera. El vapor resultante se expande en una turbina diseñada para funcionar con vapor, mediante la cual se obtiene la potencia útil. Luego de la expansión el vapor es condensado en un intercambiador de calor llamado condensador. El agua obtenida al condensar el vapor es enviada nuevamente a la caldera, elevándole la presión mediante una bomba (bomba de alimentación). En esta parte del ciclo se aporta potencia, pero en cantidad mucho menor a la que se obtiene en la turbina. (Ruiz, 2010)

Este tipo de máquinas se conocen como motores de combustión externa: la combustión se produce en forma externa al ciclo y el calor obtenido de ésta es transferido al fluido que realiza el ciclo. (Ruiz, 2010)

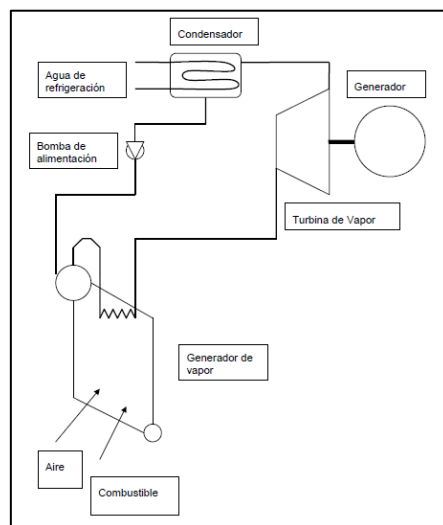


Figura 39: Esquema de un Ciclo de Vapor

Fuente: Economía de la Regulación de la Actividad de Generación y Mercado Mayorista (Ruiz, 2010)

2.5.2.2. Turbina de Gas

Una turbina de vapor es una turbomáquina motora, que transforma la energía de un flujo de vapor en energía mecánica a través de un intercambio de cantidad de movimiento entre el fluido de trabajo (el vapor) y el rodete, órgano principal de la turbina, que cuenta con palas o álabes los cuales tienen una forma particular para poder realizar el intercambio energético. (Serrada & et al, 2011)

La máquina turbina de gas consta básicamente de tres partes:

- Compresor
- cámara de combustión
- turbina propiamente dicha

Su nombre deriva de que el fluido que realiza el ciclo termodinámico es un gas (básicamente aire) y no está relacionado con el combustible utilizado, que puede ser de diversos tipos. (Ruiz, 2010)

El ciclo teórico de funcionamiento de estas máquinas es el conocido con el nombre de Ciclo Brayton, Ciclo Joule o Ciclo Joule-Brayton y consta de las siguientes etapas: (Ruiz, 2010)

- Una compresión del gas
- Un calentamiento del gas a presión constante
- Una expansión del gas
- Un enfriamiento a presión constante

Al tratarse de un proceso cíclico, la suma neta total del trabajo y el calor aportados es nula (el fluido vuelve a las mismas condiciones luego de culminar el ciclo), pero el trabajo obtenido en la expansión es mayor que el requerido para la compresión (en una cantidad igual a la diferencia entre el calor aportado en la etapa de calentamiento y el obtenido en la etapa de enfriamiento). En la práctica, este ciclo se implementa de la siguiente forma: (Ruiz, 2010)

El aire atmosférico es tomado por el compresor y comprimido hasta cierta presión que puede llegar a las decenas de atmósferas. Mediante la inyección de combustible en la cámara de combustión, el aire es calentado a alta temperatura. Posteriormente el aire (junto con los gases de combustión formados) se expande en una turbina, mediante la cual se extrae potencia mecánica. Parte de esta potencia mecánica es utilizada para mover el compresor que forma la máquina y el resto es potencia mecánica útil que se utiliza para mover el generador. Se

obtienen así rendimientos del orden del 35%.

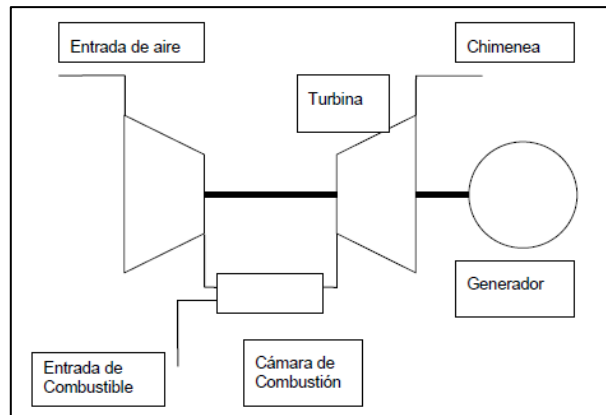


Figura 40: Esquema de una Turbina de Gas

Fuente: Economía de la Regulación de la Actividad de Generación y Mercado Mayorista (Ruiz, 2010)

La máquina turbina de gas es lo que se conoce como un motor de combustión interna, ya que la combustión ocurre dentro de la misma máquina que realiza el ciclo termodinámico. Este tipo de ciclos son los que se conocen como ciclos abiertos, ya que el ciclo se “cierra” en la atmósfera: los gases de escape de la turbina no son enfriados directamente y vueltos a ser inyectados en el compresor, sino que se expulsan a la atmósfera y el compresor toma aire nuevo de ésta. (Ruiz, 2010)

2.5.2.3. Ciclos Combinados

Puesto que la temperatura a la cual salen los gases una turbina de gas es elevada (del orden de los 500 °C) surge la idea de aprovechar estos gases calientes para seguir obteniendo energía mecánica. Un ciclo combinado es pues la combinación de un ciclo de turbina de gas con un ciclo de vapor: los gases calientes a la salida de la turbina de gas son utilizados como fuente de calor de un ciclo de vapor. (Ruiz, 2010)

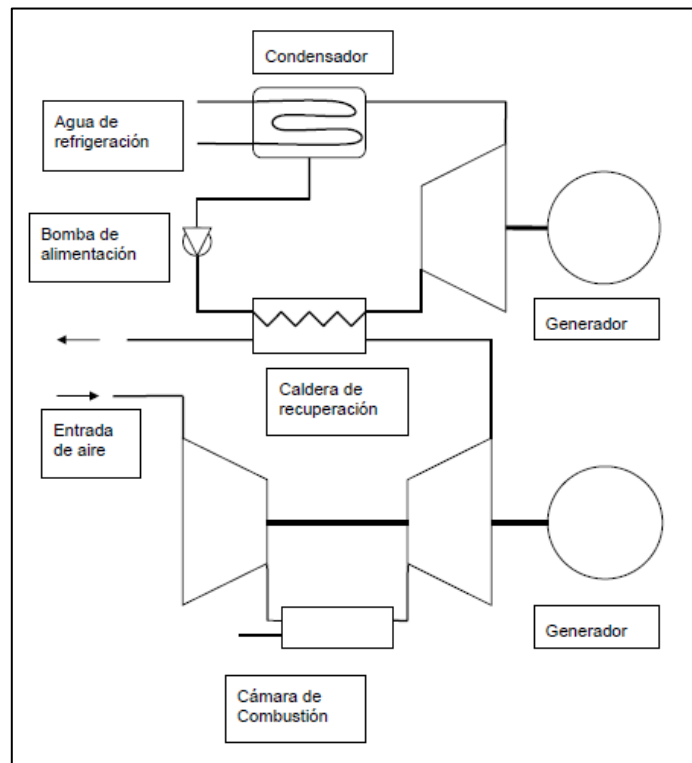


Figura 41: Esquema de un ciclo combinado

Fuente: Economía de la Regulación de la Actividad de Generación y Mercado Mayorista (Ruiz, 2010)

Una Central Térmica de Ciclo Combinado es una planta de producción de energía eléctrica basada en dos máquinas térmicas, con dos ciclos térmicos diferentes: turbina de gas y turbina de vapor. El calor no utilizado por uno de los ciclos (la turbina de gas) se emplea como fuente de calor del otro (el ciclo agua-vapor que alimenta la turbina de vapor). De esta forma los gases calientes de escape del ciclo de turbina de gas entregan la energía necesaria para el funcionamiento del ciclo de vapor acoplado. Esta configuración permite un muy eficiente empleo de combustible, con rendimientos que superan el 55% (es decir, más del 55% de la energía contenida en el combustible se convierte en energía eléctrica). (RENOVETEC, 2011)

2.5.2.4. Motor Reciprocante-Ciclo Diesel

Estos son motores en los cuales el trabajo se realiza por medio del desplazamiento de pistones dentro de cilindros y finalmente se obtiene en un eje por medio de bielas y un cigüeñal. (El término reciprocante, a pesar de ser un anglicismo, se utilizará aquí como sinónimo de alternante o alternativo.). Estos motores son de combustión interna (el aporte de calor se hace por medio de una combustión que

tiene lugar dentro del mismo motor) y en ciclos abiertos (el ciclo se cierra en la atmósfera). (Ruiz, 2010)

El ciclo Diesel:

Este ciclo fue inventado por Rudolf Diesel (1858-1913) y su intención inicial era la de utilizar como combustible carbón pulverizado. El ciclo teórico consiste en: (Ruiz, 2010)

- una compresión
- un calentamiento a presión constante
- una expansión
- un enfriamiento a volumen constante

Éste es el ciclo de funcionamiento teórico de los motores de los automóviles Diesel, se admite en el cilindro aire, se comprime éste, se inyecta el combustible de forma gradual para lograr una combustión a presión aproximadamente constante mientras el pistón es empujado, finalmente se abren las válvulas de escape para desechar los gases de combustión. Para grandes potencias, utilizando ciclos Diesel, se logra alcanzar rendimientos superiores al 45%. (Ruiz, 2010)

2.5.3. Parque de Centrales Térmicas Representativas en el SEIN

A continuación, en la Tabla 31, se presenta el listado de las tecnologías de las centrales térmicas representativas conectada al SEIN.

Para este estudio, las centrales térmicas representativas son las centrales térmicas más frecuentes en la generación de energía y las cuales consumen combustibles fósiles con excepción de los biocombustibles como el bagazo y biogás. No se incluyen reservas frías ni reservas rotantes, asimismo las turbinas de gas no han sido consideradas individualmente, porque estas son parte de los ciclos combinados.

Las reservas rotantes se refieren a la diferencia entre la sumatoria de las capacidades disponibles de las unidades sincronizadas y la sumatoria de sus potencias entregadas al Sistema, ambas en un momento dado. (COES-SINAC, 2019).

Por otro lado, las reservas frías se refieren a la potencia total disponible de los grupos generadores en reserva que se encuentran fuera de servicio. (COES-SINAC, 2019).

Tabla 31: Listado de Centrales Térmicas por Empresa y Tecnología Conectadas al SEIN(%)

Empresa	Tecnología	Tipo de combustible
Engie	Turbina a Vapor	Carbón
Egasa	Diesel	Diesel
Egasa	Diesel	Diesel
Shougesa	Diesel	Diesel
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Enel Perú	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Engie	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Kallpa	Ciclo Combinado	Gas Natural
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Fénix Power	Ciclo Combinado	Gas Natural
Electroperú	Diesel	Residual
Shougesa	Turbina a Vapor	Residual
Shougesa	Turbina a Vapor	Residual
Shougesa	Turbina a Vapor	Residual

Fuente: Adaptado de la Estadística Anual 2018 (COES, 2018)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por el ingreso de centrales solares FV

3.1.1. Proceso de Cálculo de Emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) evitadas

Para el proceso de cálculo de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas se utilizó información de dos (2) fuentes principales, los datos sobre despacho eléctrico y otros del COES, asimismo se utiliza los factores de emisión por tipo de combustible de las Directrices del IPCC del año 2006.

En la Figura 38 se presenta el diagrama de flujo de los cuatro (4) subprocesos que conforman la metodología de cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico ejecutado en el año 2018.

A continuación, se presenta en los siguientes subcapítulos el desarrollo de cada subproceso que conforma la metodología de cálculo y asimismo, cada uno de los subprocesos puede ser visualizado en el diagrama de flujo (Figura 38).

3.1.1.1. Subproceso 1: Producción de energía solar fotovoltaica

Inicia con la entrada de información del despacho eléctrico ejecutado por el COES en el año 2018, esta data contiene información sobre la potencia producida (MW) por cada fuente de generación, entre ellas las centrales con recursos energéticos renovables (RER), hidroeléctricas y térmicas. El despacho eléctrico es ejecutado cada 30 min, en un día empieza a las 00:30 horas hasta las 00:00 horas del día siguiente.

Para el presente trabajo de investigación, se utiliza la información de despacho eléctrico ejecutado por las centrales solares FV, considerando la potencia eléctrica (MW) producida en intervalos de 30 minutos por cada una de las siete (7) centrales solares FV. En enero del año 2018, se encontraban operando comercialmente en el SEIN cinco (5) centrales solares: Majes (20 MW), Repartición (20 MW), Moquegua FV (16 MW), Tacna (20MW) y Panamericana (20MW). El 30 de enero del año 2018 inicia operación comercial la central solar FV Rubí (144,48 MW) y el 31 de marzo del año 2018 inicia operación comercial la central solar FV Intipampa (44,54 MW). Teniendo en cuenta lo mencionado, en los 4 primeros meses del año 2018, la potencia instalada varía de acuerdo con el ingreso de las centrales solares

FV al SEIN, a partir de abril hasta diciembre del año 2018, la potencia instalada total es de 285 MW. En este sentido, se considera la información de potencia producida (MW) por cada central FV en intervalos de 30 minutos, el cálculo se realiza para las 24 horas del día en los 365 días del año 2018.

Determinando la potencia producida (MW) cada 30 min por cada una de las centrales FV, se procede a realizar el cálculo de la potencia total producida (MW) por las centrales solares operativas durante un día. A partir de dicho cálculo, se determina la energía solar fotovoltaica (MWh) producida por todas las centrales solares operativas en intervalos de 30 minutos. Obteniéndose, la producción de energía solar fotovoltaica por cada intervalo de 30 minutos durante las 24 horas del día, este mismo proceso se replica en los 365 días del año 2018.

La producción de energía solar inicia aproximadamente a las 05:00 horas hasta las 18:30 horas.

Los resultados del subproceso 1, son la energía solar fotovoltaica (MWh) producida por todas las centrales solares FV diariamente en intervalos de 30 min y la energía solar fotovoltaica (MWh) total producida durante todo el año 2018.

En el Diagrama de flujo (véase la Figura 38), se presenta el desarrollo del subproceso 1.

3.1.1.2. Subproceso 2: Producción de energía por tipo de combustible desplazado

El ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico genera el desplazamiento de otras fuentes de generación, que hubieran ingresado al despacho si no existieran las centrales solares FV. Generalmente, el tipo de fuente de generación eléctrica desplazada son las centrales térmicas, que utilizan combustibles fósiles, por ende, las centrales solares FV desplazan el ingreso de combustibles fósiles al despacho eléctrico.

El subproceso 2 inicia con la entrada de información del orden de despacho eléctrico ejecutado en el año 2018, el mismo que es reportado por el COES en su portal web. El orden de despacho eléctrico presenta la producción de potencia ejecutada en cada intervalo de 30 min y, además, permite evidenciar el tipo de fuente de generación eléctrica marginal despachada en cada intervalo de 30 minutos. Bajo el orden de despacho eléctrico regido por el COES, se procede con la determinación del tipo de fuente de generación desplazada, es decir del tipo de combustible desplazado por el ingreso de las centrales solares FV, esta

identificación del tipo de combustible desplazado se realiza en cada intervalo de 30 min durante el despacho eléctrico ejecutado por las centrales solares FV, el cual oscila desde las 05:00 horas hasta las 18:30 horas.

Determinado el tipo de combustible desplazado y la producción de energía solar ejecutada cada 30 min, este último resultado obtenido del subproceso 1, se procede a determinar la producción de energía eléctrica total (MWh) por tipo de combustible desplazado, que se hubiera producido si no hubieran existido las centrales solares FV. Es importante mencionar que, la energía solar producida en un día pudo desplazar a más de un tipo de combustible.

Finalmente, como resultado de este subproceso 2, se obtiene la producción de energía (MWh) total por tipo de combustible desplazado en cada intervalo de 30 min.

En el Diagrama de flujo, se presenta el desarrollo del subproceso 2.

3.1.1.3. Subproceso 3: Eficiencia térmica promedio por tipo de combustible

El subproceso 3, inicia con la entrada de las eficiencias térmicas (%) de las centrales térmicas operativas en el año 2018. Estas eficiencias térmicas son extraídas del reporte estadística operacional del año 2018 del COES, donde se encuentran las eficiencias térmicas (%) de todas las centrales térmicas operativas en el año 2018. De todas las centrales operativas en el año 2018, se considera aquellas representativas, los criterios de esta representatividad son explicados en el capítulo de Cálculos y Resultados. Con las eficiencias térmicas de las centrales térmicas representativas, se determina la eficiencia térmica promedio por tipo de tecnología de central térmica, es decir por tipo de combustible que utilizan.

Finalmente, como resultado del subproceso 3, se obtiene la eficiencia térmica promedio (%) por tipo de combustible, Gas Natural, Carbón, Petróleo Residual y Petróleo Diesel.

3.1.1.4. Subproceso 4: Emisiones evitadas en el año 2018 y factor global de reducción de emisiones por energía solar FV

El subproceso 4, es el último subproceso que utiliza información de los 3 subprocesos anteriores para determinar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitas en el año 2018, debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del Perú.

En el subproceso 4 se inicia con la entrada de los factores de emisión por tipo de

combustible desplazado, en base a los valores proporcionados por el IPCC (2006). Solo para el caso del Petróleo Diesel, el factor de emisión es recalculado, como se presenta en el ítem 3.1.2.

A partir de los factores de emisión, las eficiencias térmicas promedio por tipo de combustible (obtenidos en el subproceso 3) y la producción de energía por tipo de combustible desplazado cada 30 min (obtenido en el subproceso 2), se procede a determinar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas en cada intervalo de 30 min en un día, según la siguiente ecuación.

$$Emisiones\ de\ CO_2\ evitadas\ (Ton) = \frac{Factor\ de\ emisión\ \left(\frac{KgCO_2}{TJ}\right) \times Energía\ eléctrica\ producida\ (TJ)}{1000}$$

Este mismo proceso se realiza para los 365 días del año, obteniéndose las emisiones de dióxido de carbono evitadas (Ton CO₂) durante todo el año 2018. Finalmente, con la energía solar FV (MWh) total producida en el año 2018 (obtenido en el subproceso 1), se determina la relación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por unidad de energía solar FV producida a partir de las centrales solares FV conectadas al SEIN en el año 2018.

A continuación, se presenta la Figura 42, el diagrama de flujo del proceso de cálculo de emisiones de dióxido de carbono evitadas, la cual comprende 4 subprocesos.

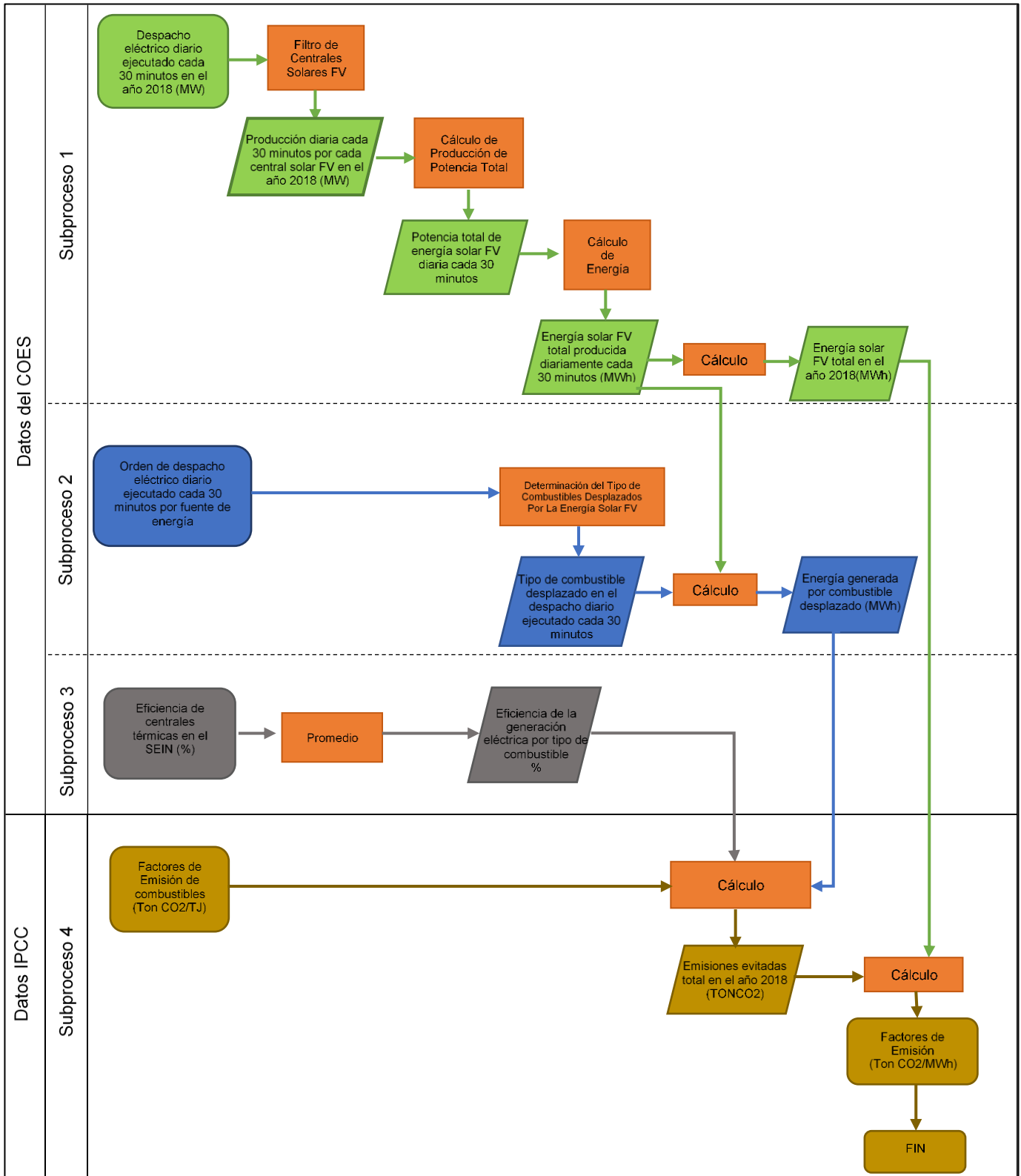


Figura 42: Orden de Despacho Eléctrico del Día de Máxima Demanda (17/12/2018)
 Fuente: Elaboración Propia en base al Despacho Eléctrico (COES,2018)

3.1.2. Factores de Emisión de Dióxido de Carbono (CO₂)

En el presente estudio, los factores de emisión de dióxido de carbono (CO₂) por tipo de combustible, fueron extraídos de las Directrices del IPCC 2006.

Los combustibles desplazados en el despacho eléctrico a causa del ingreso de la energía solar fueron el Petróleo Residual, Petróleo Diesel, Gas Natural y Carbón. A continuación, en la Tabla 32 se presentan los factores de emisión por tipo de combustible.

Tabla 32: Factores de Emisión (Kg CO₂/TJ) por Tipo de Combustible

	Residual	Diesel	Gas Natural	Carbón
Factor de emisión (kg/TJ)	77 400	74 100	56 100	94 600

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC,2006)

Solo para el caso del Petróleo Diesel, el factor de emisión de dióxido de carbono fue ajustado al 95% del factor de emisión del IPCC, puesto que el combustible utilizado por las centrales termoeléctricas es el Diesel B5, el cual está conformado por un 5% de biodiesel.

En la Tabla 33, se presenta los factores de emisión por tipo de combustible, los cuales han sido considerados en el proceso de cálculo de emisiones evitadas de dióxido de carbono (CO₂) para el presente trabajo de investigación.

Tabla 33: Factores de Emisión Modificados (Kg CO₂/TJ) por Tipo de Combustible

	Residual	Diesel	Gas Natural	Carbón
Factor de emisión (kg/TJ)	77 400	70 395	56 100	94 600

Fuente: Adaptado de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC,2006)

3.1.3. Factor de emisión de dióxido de carbono (CO₂) por tipo de generación termoeléctrica

Los factores de emisión (Ton CO₂/MWh) por tipo de combustible fueron calculados a partir de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) evitadas y la generación eléctrica que hubiera sido producida por cada combustible desplazado.

El cálculo consiste en realizar la siguiente relación:

$$\text{Factor de Emisión} \left(\frac{\text{TonCO}_2}{\text{MWh}} \right) = \frac{\text{Emisiones de Dióxido de Carbono (CO}_2\text{)Ton}}{\text{Producción de Energía Eléctrica por Comb. (MWh)}}$$

En el mes de diciembre se desplazó dos combustibles, Petróleo Diesel y Petróleo Residual. A continuación, en la Tabla 34 y Tabla 35, se presenta las emisiones de dióxido de carbono de CO₂ (Ton) evitadas y la generación eléctrica (MWh) por tipo de combustible desplazado en el Día de Máxima Demanda, 17 de diciembre del año 2018.

Tabla 34: Generación de Energía (MWh) por Tipo de Combustible (17/12/2018)

Generación de Energía (MWh)	
Petróleo Residual	2 045
Petróleo Diesel	133
TOTAL	2 178

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 35: Emisiones Evitadas CO₂ (Ton) por Tipo de Combustible (17/12/2018)

Emisiones de CO₂ evitadas (Ton)	
Petróleo Residual	1 837
Petróleo Diesel	95
TOTAL	1 932

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Tabla 36, se presenta los factores de emisión de CO₂ del Petróleo Residual y el Petróleo Diesel, los combustibles desplazados en el Día de Máxima Demanda, 17 de diciembre del año 2018.

Tabla 36: Factores de emisión (Ton CO₂/MWh) por tipo de combustible (17/12/2018)

	RESIDUAL	DIESEL
Factor de emisión (Ton CO ₂ /MWh)	0.90	0.68

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

3.1.4. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas

En el presente trabajo de investigación, se realizó el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas (Ton) por tipo de combustible desplazado en el mes de diciembre del año 2018, siendo este el mes en el que se registró el Día de Máxima Demanda del año, 17 de diciembre. El cálculo se realizó a partir de la información de energía generada por tipo de combustible desplazado.

En la Tabla 37, se puede evidenciar la cantidad de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) evitadas, en intervalos de 30 minutos. Es decir, las emisiones que

se hubieran producido por el uso de combustibles fósiles en centrales térmicas, si no existieran las centrales solares FV.

De la Tabla 37, se evidencia que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas iniciaron alrededor de las 05:00 horas hasta las 18:30 horas, este horario es variable en el mes de diciembre, ya que en ciertos días se evita emisiones desde las 5:00 horas hasta las 18:00 horas. Asimismo, se evidencia 2 tipos de combustibles que fueron desplazados por las centrales solares FV en el mes de diciembre del año 2018, estos combustibles fueron el Petróleo Diesel y el Petróleo Residual.

Por otro lado, en la Tabla 37, se puede evidenciar que en el mes de diciembre se evitó en total 67 223Ton de dióxido de carbono (CO₂) debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico ejecutado en diciembre del año 2018.

Tabla 37: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-diciembre del año 2018

B

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado(Ton)-diciembre del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
5:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
5:30	4.4	7.7	6.1	5.7	5.8	5.1	7.7	4.3	6.9	4.6	4.8	6.4	4.2	4.6	4.6	1.6	2.3	4.9	2.7	1.4	3.1	5.3	2.8	2.3	1.7	2.4	2.4	2.4	2.6	1.9	1.7	124
6:00	22.4	36.7	32.3	19.1	31.3	29.1	37.9	21.4	31.9	25.6	28.0	20.1	26.4	25.7	28.2	10.1	18.9	18.9	18.4	9.5	23.9	29.7	21.8	16.8	4.9	21.5	26.9	20.9	9.9	17.0	9.9	695
6:30	42.2	72.2	64.1	52.7	59.0	59.9	70.2	35.3	60.4	51.2	63.0	38.1	57.2	59.3	59.4	50.7	53.8	61.5	45.2	20.4	51.0	57.6	47.6	33.0	20.8	47.0	60.0	45.3	37.6	38.5	23.0	1537
7:00	59.1	91.7	91.7	74.7	80.2	90.4	94.1	69.9	86.6	73.9	88.2	53.9	84.6	87.2	83.7	81.7	80.0	85.5	69.5	55.1	75.0	88.4	71.6	70.0	57.5	77.1	88.6	75.0	74.0	70.2	68.8	2398
7:30	78.5	101.7	104.1	87.9	89.7	101.6	103.0	99.0	95.6	84.2	97.5	90.3	96.3	101.1	98.6	91.7	94.1	95.8	85.2	47.9	89.3	97.5	81.4	83.0	58.6	89.0	99.6	92.3	79.2	82.6	93.0	2789
8:00	95.2	109.9	113.2	88.7	99.3	110.8	109.2	105.6	102.6	95.9	104.7	100.7	102.7	108.2	104.7	99.2	101.9	103.6	96.2	77.6	101.9	101.0	92.4	90.3	109.1	100.3	102.3	99.3	77.1	88.9	102.4	3095
8:30	93.7	108.4	116.7	105.1	100.4	115.3	112.5	112.4	107.5	104.5	110.0	108.3	108.4	111.0	108.3	106.4	108.1	109.2	107.4	90.5	108.2	111.4	99.4	98.2	108.6	106.1	105.4	108.3	87.7	85.5	108.4	3271
9:00	109.4	109.9	118.7	105.5	108.2	119.4	114.8	115.1	112.9	108.6	113.2	112.8	115.5	115.4	112.2	112.6	112.1	106.8	112.4	102.2	98.9	115.9	106.4	100.5	87.5	110.6	109.5	108.3	105.5	111.1	112.7	3404
9:30	113.6	119.5	121.9	113.0	112.9	121.2	117.8	117.7	117.7	112.3	115.1	114.9	118.5	115.9	114.3	114.9	114.2	116.5	115.5	96.1	117.1	117.5	112.8	118.1	105.3	115.1	115.4	111.5	108.5	116.1	114.9	3556
10:00	115.4	121.9	123.3	118.8	118.1	120.9	120.1	120.1	119.0	115.3	117.3	117.4	120.7	119.9	117.9	117.3	117.5	114.7	117.7	92.7	122.7	120.3	118.9	117.5	108.6	119.2	117.0	92.2	115.1	117.8	117.4	3613
10:30	118.7	120.6	123.7	121.1	122.9	124.0	121.5	121.8	120.1	119.7	118.7	119.0	122.9	124.0	118.0	119.0	119.2	116.4	119.7	95.7	123.4	122.1	121.3	120.1	88.2	120.1	112.4	114.4	97.2	122.1	119.3	3648
11:00	123.5	124.4	124.2	124.9	124.6	124.9	122.8	122.1	121.9	121.3	119.6	119.8	123.8	117.9	117.6	120.3	120.7	120.1	120.7	107.7	119.8	123.9	122.5	121.9	118.5	122.4	118.2	106.1	118.8	114.4	120.4	3730
11:30	118.6	124.2	125.7	121.2	125.6	123.2	124.1	117.9	122.5	122.6	120.9	120.0	116.5	94.9	100.9	120.8	121.4	93.6	121.8	105.5	122.2	125.2	123.7	115.6	104.8	122.9	119.1	118.9	119.5	118.3	115.1	3647
12:00	121.5	114.6	125.4	122.0	125.0	112.1	124.3	122.4	121.9	122.7	122.8	119.6	123.1	84.2	121.5	120.2	120.6	114.0	121.8	107.9	123.0	125.4	124.5	116.4	117.6	124.6	118.1	116.5	106.0	118.0	120.5	3678
12:30	112.2	119.9	126.2	121.8	123.2	118.1	123.5	124.9	123.4	122.6	122.3	119.6	121.8	105.6	120.8	119.2	119.6	118.5	121.4	98.9	123.4	125.3	125.0	110.2	95.2	118.4	119.5	101.5	108.7	118.1	120.2	3649
13:00	112.9	118.9	125.0	118.7	122.8	87.6	122.4	121.0	121.2	121.2	118.9	117.9	119.0	102.8	119.8	117.5	118.2	108.1	120.1	109.5	120.3	124.6	125.0	102.3	103.8	108.6	94.7	111.1	116.6	116.5	103.7	3551
13:30	85.3	120.0	123.6	120.0	121.8	110.3	120.9	117.8	121.2	121.1	121.2	116.4	117.9	94.1	118.7	117.0	117.0	109.4	120.0	104.3	115.6	123.1	124.7	81.6	111.3	103.9	78.2	112.8	117.6	102.4	102.2	3472
14:00	94.6	114.8	121.2	117.5	118.6	106.6	119.4	91.7	119.0	119.4	106.8	115.7	115.7	100.5	116.6	113.5	110.0	112.9	117.8	104.3	99.4	121.4	123.2	105.0	102.9	109.3	90.5	113.4	113.2	92.1	107.9	3415
14:30	67.1	111.7	117.8	116.9	115.9	94.0	116.7	97.9	115.9	116.7	100.2	105.9	114.7	105.8	115.4	115.2	113.5	108.8	115.0	79.2	112.4	118.8	121.0	101.6	107.4	85.5	82.4	92.8	86.5	103.4	95.0	3251
15:00	55.7	82.2	114.1	112.8	111.5	84.7	112.6	106.7	112.0	112.7	103.9	101.0	106.4	90.4	111.3	98.9	92.0	104.5	111.1	87.0	108.3	115.6	117.4	79.7	108.6	79.3	75.3	87.5	86.6	67.6	68.9	3006
15:30	60.0	84.5	109.4	108.7	106.7	90.5	107.9	102.4	102.9	106.7	102.2	106.9	104.8	98.4	106.1	101.4	100.8	84.4	105.1	94.5	99.6	109.1	113.3	80.7	94.7	54.6	60.2	76.5	66.0	52.2	60.7	2852
16:00	38.9	72.3	75.7	69.5	74.1	61.7	75.1	62.6	72.1	73.7	68.9	73.1	58.2	56.5	72.0	66.7	59.4	68.1	73.7	54.4	71.1	78.3	54.2	61.8	62.6	53.5	38.2	31.9	35.3	26.1	21.2	1861
16:30	18.5	54.4	60.9	62.9	62.2	33.4	63.7	57.6	60.9	61.7	56.6	58.7	51.7	44.0	58.7	64.1	56.5	42.9	63.3	60.1	36.9	70.4	35.4	56.3	38.6	30.6	28.4	21.1	23.4	19.0	11.3	1464
17:00	13.2	23.4	37.6	35.1	40.5	22.9	41.9	38.3	41.7	40.3	39.0	38.9	33.4	38.7	41.1	44.2	18.0	37.7	43.7	36.3	28.3	50.3	21.7	38.5	28.2	25.2	12.8	16.2	18.3	21.7	5.7	973
17:30	4.6	21.2	14.5	18.2	16.7	9.6	18.9	16.2	11.4	17.2	18.7	16.1	16.5	7.3	20.0	11.2	10.0	15.3	21.4	17.2	17.7	25.8	9.8	10.1	12.6	8.7	5.1	14.4	12.9	9.4	2.5	431
18:00	0.8	2.9	1.6	2.7	2.5	2.0	2.5	3.0	1.8	3.3	5.1	3.3	5.0	3.2	3.0	4.9	3.0	4.3	4.9	3.9	5.4	6.1	5.9	4.4	4.7	6.7	1.5	4.5	3.8	2.4	0.6	110
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	3
TOTAL	1880	2290	2419	2265	2320	2180	2405	2225	2331	2279	2288	2215	2286	2116	2294	2240.38	2202.94	2176.35	2271.74	1859.86	2217.95	2410	2224	2036	1963	2063	1982	1995	1928	1933	1927	67223

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

A continuación, en la Tabla 38, se presenta un resumen de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible desplazado durante la operación de las centrales solares FV en el mes de diciembre. Del total de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas (67 223 Ton), el 93% (62 494 Ton) fue debido al desplazamiento del Petróleo Residual desplazado y el 7% (4 729 Ton) debido al desplazamiento del Petróleo Diesel en el despacho eléctrico ejecutado en diciembre del año 2018.

Tabla 38: Resumen de Emisiones Evitadas de Dióxido de Carbono (Ton) en diciembre del 2018

Emisiones de Carbono Evitadas (Ton/mes) por tipo de combustible		
Tipo de combustible	Cantidad de Emisiones (Ton)	% Participación
Petróleo Residual	62 494	93%
Petróleo Diesel	4 729	7%
Total	67 223	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS

2.6. Producción total diaria de Energía Solar FV

Las emisiones totales de CO₂ evitadas en el año 2018, como producto del desplazamiento de combustibles para la generación de energía eléctrica, fue de 351 995 Ton de dióxido de carbono (CO₂) debido a la producción total de 700 879 MWh de energía solar FV

En el mes de diciembre del año 2018, se generó en total 76 507 MWh de energía solar FV a partir de las siete (7) centrales solares FV conectadas al SEIN. El día de máxima demanda anual, el 17 de diciembre, se generó un total de 2 503 MWh de energía solar FV.

En la Tabla 39, se presenta la producción diaria de energía solar a partir de la operación de las centrales solares FV en diciembre del año 2018.

Tabla 39: Producción Diaria de Energía Solar (MWh) en diciembre 2018

Fecha	Energía producida (MWh)	Fecha	Energía producida (MWh)
01-dic	2 119	17-dic	2 503
02-dic	2 610	18-dic	2 481
03-dic	2 759	19-dic	2 601
04-dic	2 588	20-dic	2 130
05-dic	2 651	21-dic	2 524
06-dic	2 471	22-dic	2 763
07-dic	2 749	23-dic	2 518
08-dic	2 539	24-dic	2 326
09-dic	2 661	25-dic	2 235
10-dic	2 606	26-dic	2 338
11-dic	2 612	27-dic	2 235
12-dic	2 532	28-dic	2 250
13-dic	2 601	29-dic	2 177
14-dic	2 408	30-dic	2 179
15-dic	2 621	31-dic	2 159
16-dic	2 560		
TOTAL	76 507		

Fuente: Despacho Eléctrico del 2018 (COES, 2018)

En la Figura 43, se presenta la producción diaria de energía solar a partir de la operación de las centrales solares FV en diciembre del año 2018.

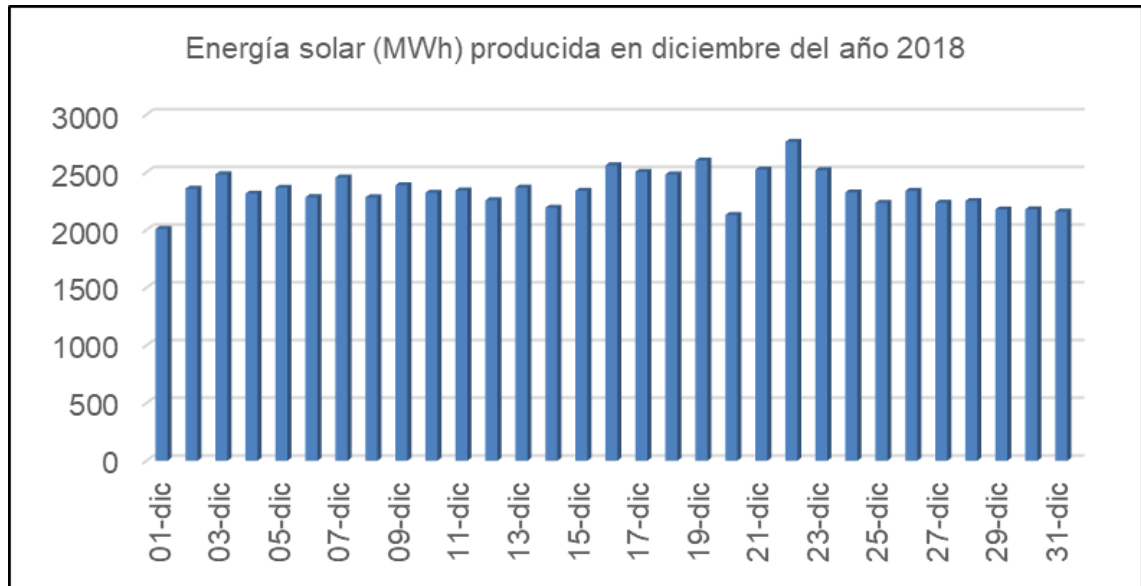


Figura 43: Producción diaria de energía solar (MWh) en diciembre del año 2018
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

La producción de energía solar se desarrolla durante las horas de irradiación solar, en el día generalmente se produce energía solar desde las 5:00 horas hasta las 18:30 horas, en este periodo de tiempo esta energía solar producida desplaza la generación de energía a partir de combustibles fósiles. Debido al horario de la generación de solar, esta energía no ingresa al despacho eléctrico en las horas punta del SEIN, establecidas en el Perú en el periodo de 18:00 horas hasta las 23:00 horas que son las horas donde hay un mayor consumo de energía eléctrica, por esta razón la energía solar fotovoltaica no sustituye a la energía producida en horas punta del SEIN.

2.7. Potencia Total Solar FV generada en el Día de Máxima Demanda

En la Tabla 40, se presenta la potencia solar FV generada (MW) por cada central solar FV en el día de máxima demanda anual, 17 de diciembre del año 2018. Asimismo, se evidencia que la producción de potencia es registrada cada 30 minutos durante las horas de irradiación solar del día.

Por otro lado, se evidencia que la producción de potencia solar inicia alrededor de las 05:30 horas hasta las 18:30 horas y la máxima potencia solar producida por todas las centrales solares FV durante el 17 de diciembre fue 270 MW a las 11:30 horas.

Tabla 40: Potencia Solar FV generada (MW) en el Día de Máxima Demanda
(17/12/2018)

Hora	Rubí	Intipampa	Majes	Repartición	Moquegua Solar	Panamericana Solar	Tacna Solar	Potencia Total FV
05:30	2.19	0.99	0.07	0.06	0.07	1.74	0.09	5.21
06:00	29.06	2.60	0.28	0.22	1.75	6.37	1.86	42.14
06:30	77.54	13.50	1.32	1.17	6.11	13.49	6.69	119.82
07:00	116.03	19.66	2.91	2.68	12.34	14.78	9.66	178.07
07:30	125.37	32.93	5.17	4.82	13.66	15.51	11.98	209.43
08:00	131.63	34.12	7.54	7.19	14.34	16.13	15.74	226.68
08:30	137.62	35.23	9.83	8.88	14.61	16.69	17.62	240.49
09:00	140.78	36.35	11.71	11.11	15.07	16.68	17.67	249.38
09:30	141.85	37.32	11.91	13.24	15.28	16.59	17.85	254.06
10:00	143.36	38.32	15.20	14.68	15.39	16.53	18.08	261.55
10:30	144.99	38.10	16.28	15.75	15.41	16.63	18.05	265.21
11:00	145.62	38.73	17.32	16.55	15.42	16.91	18.11	268.66
11:30	145.17	39.12	17.88	17.05	15.48	17.22	18.14	270.07
12:00	144.19	38.15	18.08	17.20	15.38	17.12	18.14	268.26
12:30	142.86	37.81	17.91	17.17	15.17	16.95	18.24	266.11
13:00	140.96	37.28	17.49	16.86	15.24	16.85	18.33	263.01
13:30	140.24	37.36	16.73	16.04	15.11	16.63	18.31	260.43
14:00	139.15	25.53	15.88	14.83	14.65	16.44	18.19	244.67
14:30	140.76	36.70	14.20	13.27	13.88	15.91	17.90	252.61
15:00	104.35	29.45	11.90	11.93	13.67	15.75	17.56	204.61
15:30	125.95	32.68	10.02	9.75	13.60	15.22	17.12	224.33
16:00	107.17	8.53	7.65	7.52	13.92	14.22	16.18	175.19
16:30	96.06	25.47	5.11	5.67	12.56	7.12	14.75	166.73
17:00	19.12	5.87	2.92	3.86	5.62	3.52	12.33	53.23
17:30	10.73	4.07	1.66	1.84	2.98	1.76	6.52	29.56
18:00	3.35	0.00	0.59	0.29	1.67	0.00	0.81	6.71

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

A continuación, en la Figura 44, se presenta la potencia solar producida por cada central FV durante las horas de irradiación solar del 17 de diciembre del año 2018, día de máxima demanda anual. De la figura, en el eje Potencia (MW) (eje Y) se puede evidenciar que la producción de potencia solar para este día es mayor a 250 MW, asimismo la producción de esta potencia solar varía durante según el horario en que este disponible la irradiación solar (eje X).

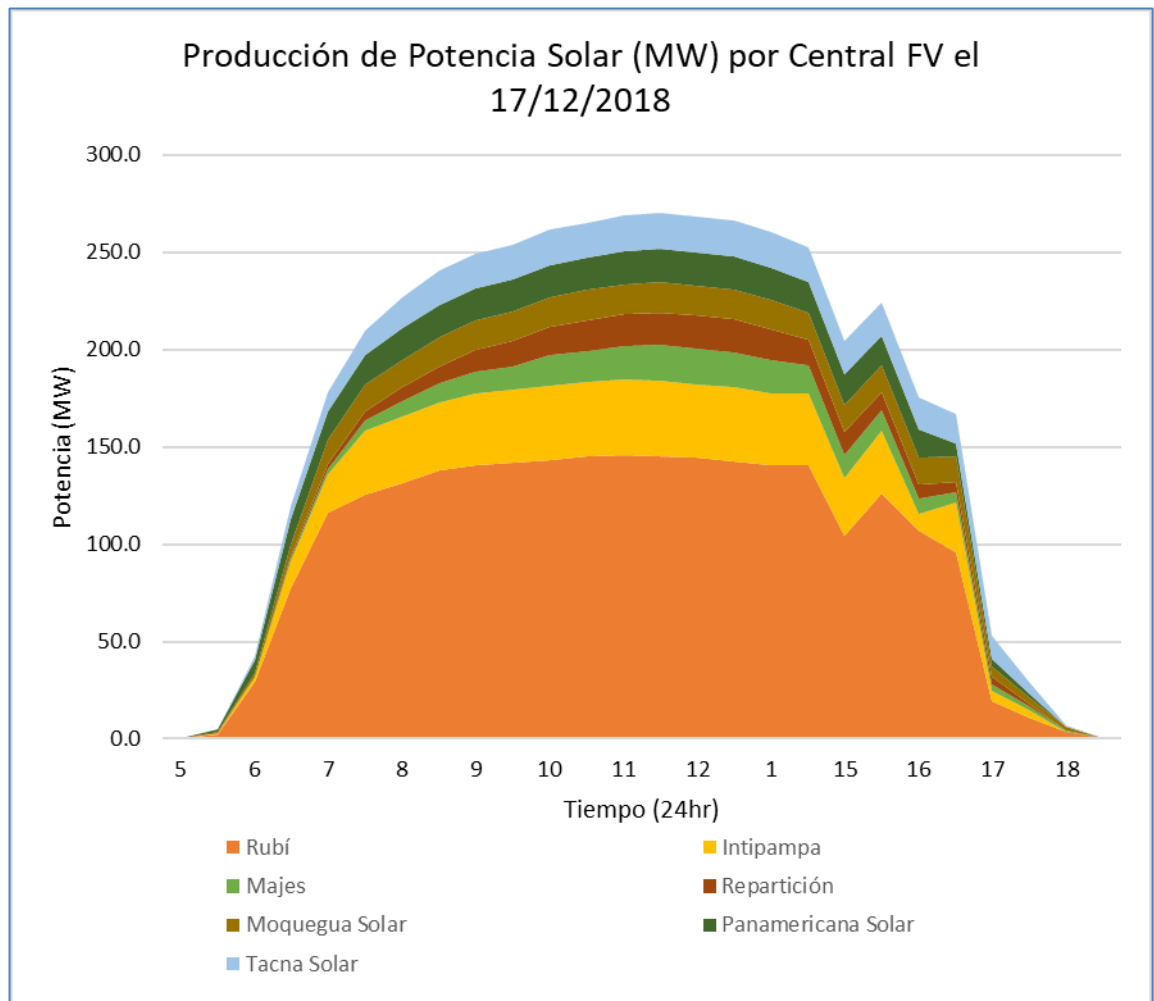


Figura 44: Producción de Potencia Solar (MW) en el Día de Máxima Demanda-2018
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la siguiente Tabla 41, se presenta la producción de potencia y energía solar por cada central FV en el día de máxima demanda anual, el 17 de diciembre del año 2018. La Tabla 39 presenta en sus primeras filas, la producción de potencia solar por cada central FV durante aproximadamente las 12 horas de irradiación solar del día. Por otro lado, en la última fila de la tabla, se presenta la producción total de energía solar por cada central FV, a partir del cual se evidencia que las dos (2) centrales FV de mayor producción de energía solar fueron, la central FV Rubí (144.48 MW) que produjo 1 398 MWh de energía solar y la central FV Intipampa (44.54 MW) que produjo 343 MWh de energía solar.

Tabla 41: Producción de Energía Solar (MWh) por Central Solar FV (17/12/2018)

Producción de Energía Solar (MWh) por central FV del 17 de diciembre del año 2018							
Hora	Rubí (MW)	Intipampa (MW)	Majes (MW)	Repartición (MW)	Moquegua Solar (MW)	Panamericana Solar (MW)	Tacna Solar (MW)
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05:30	2.2	1.0	0.1	0.1	0.1	1.7	0.1
06:00	29.1	2.6	0.3	0.2	1.8	6.4	1.9
06:30	77.5	13.5	1.3	1.2	6.1	13.5	6.7
07:00	116.0	19.7	2.9	2.7	12.3	14.8	9.7
07:30	125.4	32.9	5.2	4.8	13.7	15.5	12.0
08:00	131.6	34.1	7.5	7.2	14.3	16.1	15.7
08:30	137.6	35.2	9.8	8.9	14.6	16.7	17.6
09:00	140.8	36.4	11.7	11.1	15.1	16.7	17.7
09:30	141.9	37.3	11.9	13.2	15.3	16.6	17.9
10:00	143.4	38.3	15.2	14.7	15.4	16.5	18.1
10:30	145.0	38.1	16.3	15.7	15.4	16.6	18.1
11:00	145.6	38.7	17.3	16.5	15.4	16.9	18.1
11:30	145.2	39.1	17.9	17.0	15.5	17.2	18.1
12:00	144.2	38.1	18.1	17.2	15.4	17.1	18.1
12:30	142.9	37.8	17.9	17.2	15.2	17.0	18.2
13:00	141.0	37.3	17.5	16.9	15.2	16.9	18.3
13:30	140.2	37.4	16.7	16.0	15.1	16.6	18.3
14:00	139.2	25.5	15.9	14.8	14.7	16.4	18.2
14:30	140.8	36.7	14.2	13.3	13.9	15.9	17.9
15:00	104.3	29.4	11.9	11.9	13.7	15.8	17.6
15:30	126.0	32.7	10.0	9.7	13.6	15.2	17.1
16:00	107.2	8.5	7.6	7.5	13.9	14.2	16.2
16:30	96.1	25.5	5.1	5.7	12.6	7.1	14.8
17:00	19.1	5.9	2.9	3.9	5.6	3.5	12.3
17:30	10.7	4.1	1.7	1.8	3.0	1.8	6.5
18:00	3.4	0.0	0.6	0.3	1.7	0.0	0.8
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Total (MWh)	1 398	343	129	125	154	171	183

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

2.7.1. Energía solar producida por cada central FV en el día de máxima demanda, 17 de diciembre del año 2018

A continuación, en las siguientes figuras se presenta las curvas de producción de energía solar de cada central FV ejecutadas el 17 de diciembre del año 2018.

En la Figura 45, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Rubí durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia alrededor de las 05:30 horas hasta las 18:30 horas. El total de energía solar producida por esta central en este día fue de 1398 MWh.

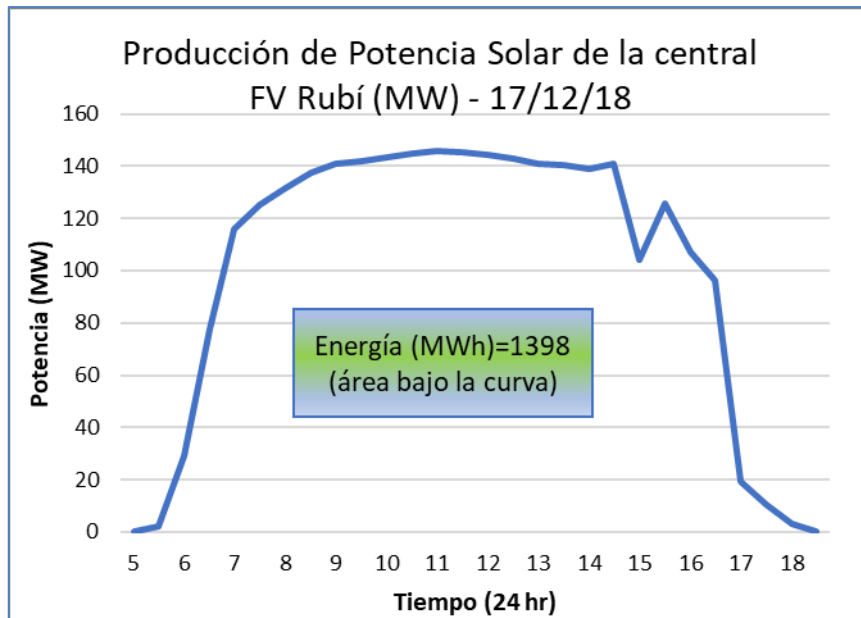


Figura 45: Producción de Energía Solar FV de la C.S. Rubí (17/12/2018)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 46, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Intipampa durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía eléctrica inicia a las 05:30 horas hasta las 18:30 horas. Asimismo, se evidencia que desde la 13:30 horas hasta las 16:00 horas existe una variación en la producción de energía solar. El total de energía solar producida por esta central fue de 343 MWh.

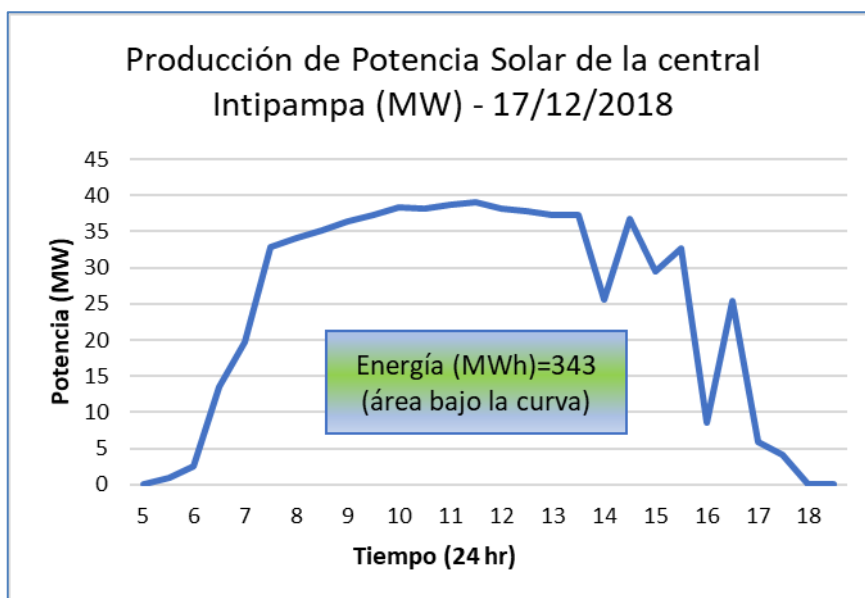


Figura 46: Producción de Energía Solar FV de la C.S. Intipampa (17/12/2018)
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 47, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Majes durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia a las 05:30 horas hasta las 18:30 horas. Asimismo, se evidencia que desde las 09:00 hrs hasta las 10:00hrs no hubo variación en la producción de energía solar. El total de energía solar producida por esta central fue de 258 MWh.

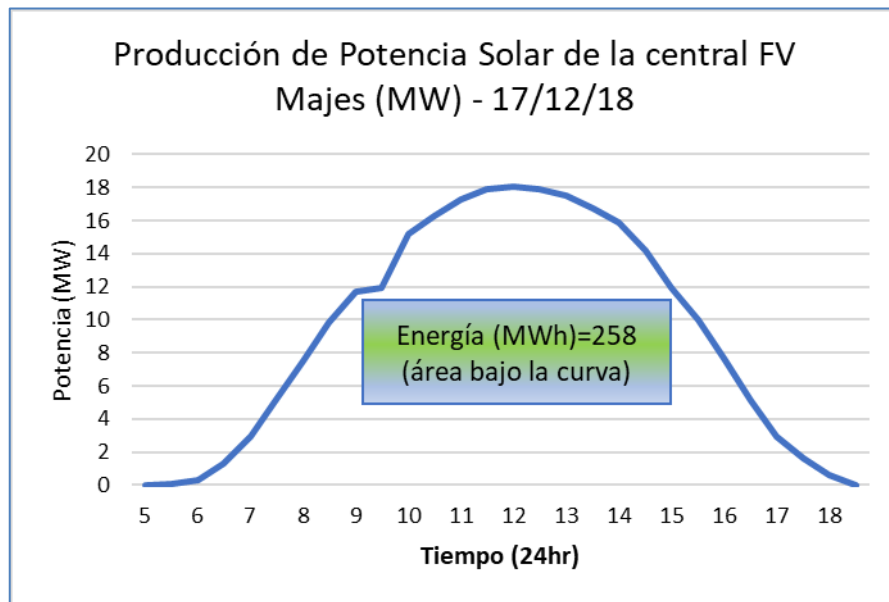


Figura 47: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Majes (17/12/2018)
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 48, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Repartición durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia a alrededor de las 05:00 hrs hasta las 18:30 hrs. El total de energía solar producida por esta central fue de 125 MWh.

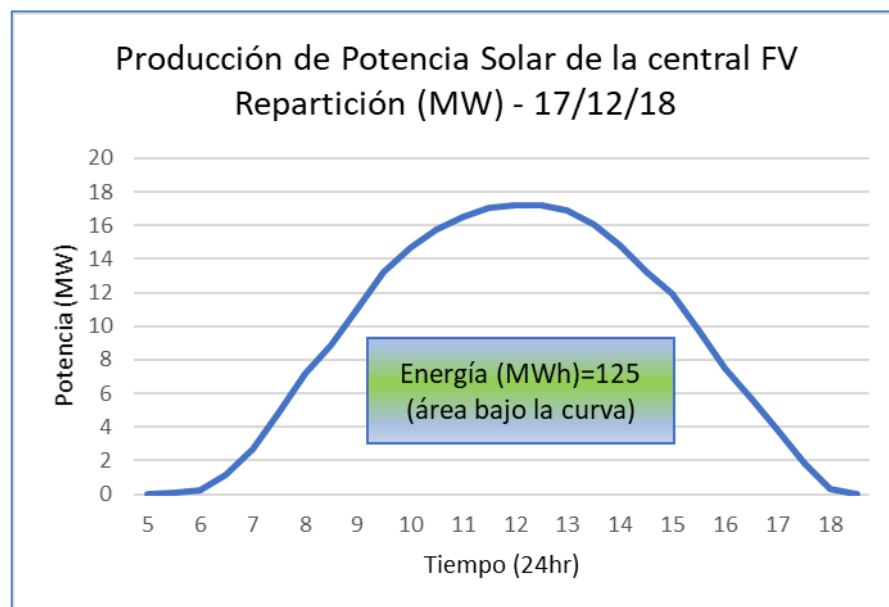


Figura 48: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Repartición (17/12/2018)
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 49, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Moquegua durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia alrededor de las 05:00 hrs hasta las 18:30 hrs. El total de energía solar producida por esta central fue de 154 MWh.

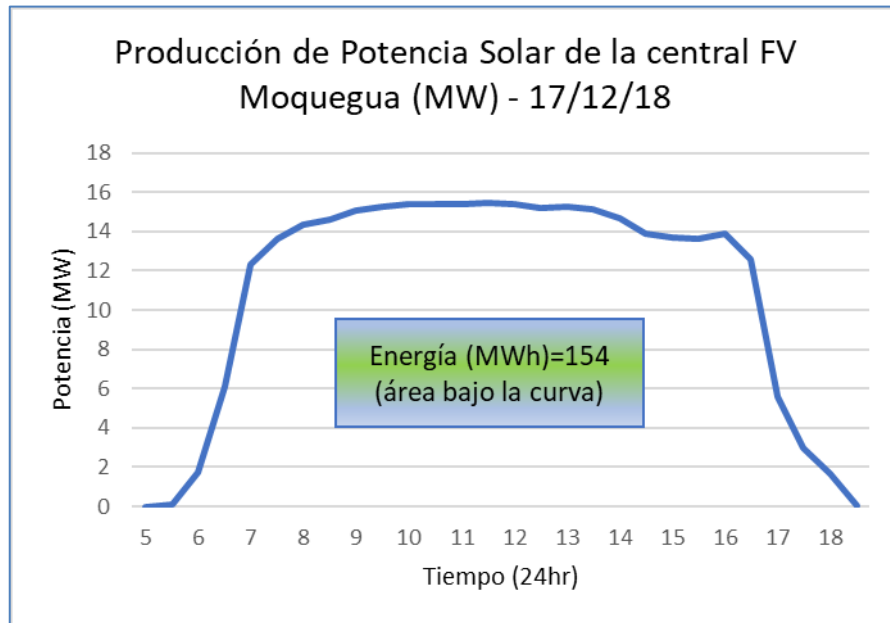


Figura 49: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Moquegua Solar (17/12/2018)
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 50, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Panamericana durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia alrededor de las 05:00 horas hasta las 18:30 horas. El total de energía solar producida por esta central fue de 171 MWh.

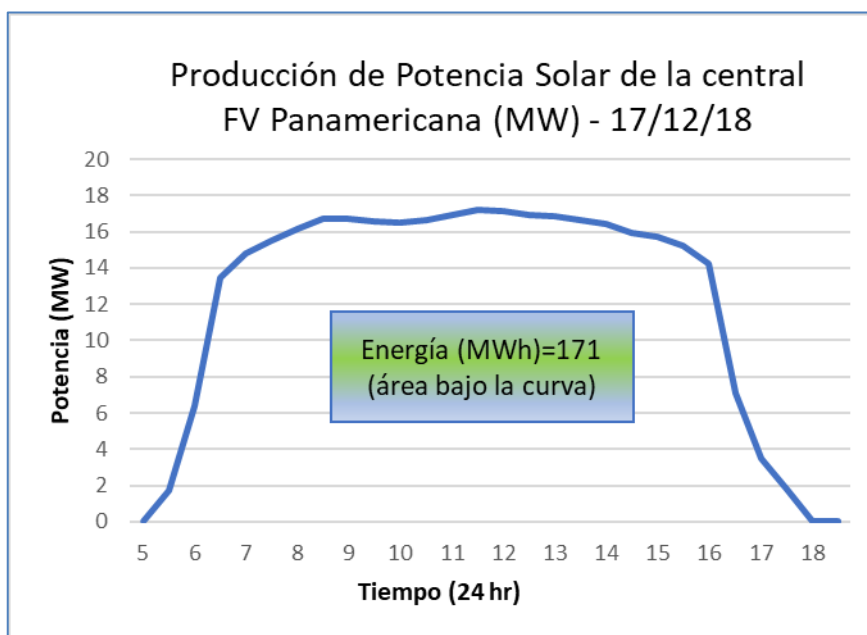


Figura 50: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Panamericana Solar (17/12/2018)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 51, se presenta la producción de energía solar (MWh) de la central solar FV Tacna durante el 17 de diciembre del año 2018, donde se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia alrededor de las 05:00 hrs hasta las 18:30 hrs. El total de energía solar producida por esta central fue de 183 MWh.

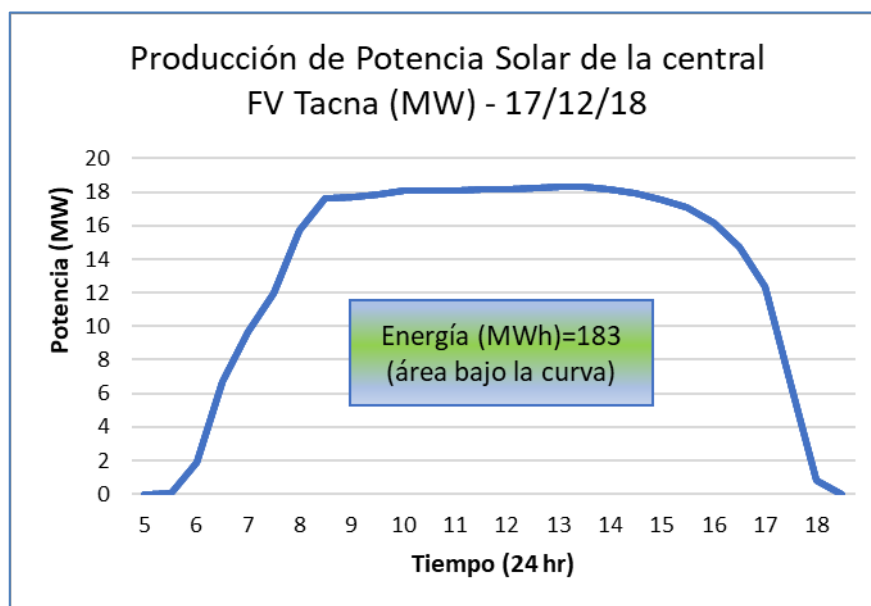


Figura 51: Producción de Energía Solar (MWh) de la C.S. Tacna Solar (17/12/2018)
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Durante el año 2018, se produjo un total de 700 879 MWh de energía eléctrica solar a partir del ingreso de las centrales FV al despacho eléctrico, la cual es operada por el COES. El reporte de Estadística Operacional 2018 del COES presenta una producción de energía solar de 745 200 MWh, evidenciándose así una brecha entre el resultado obtenido del presente trabajo de investigación y el resultado presentado por el COES. En este sentido, es preciso mencionar que la brecha de la producción de energía solar en el año 2018, se debe al inicio de operación comercial de dos (2) centrales solares, la central solar FV Rubí (144,5 MW) y la central solar FV Intipampa (44,5 MW). La central solar FV Rubí inició operación comercial el 30 de enero del año 2018, y la central solar FV Intipampa, el 31 de marzo del año 2018, por ende, la producción de energía solar de las dos centrales FV anteriores a las fechas de inicio de operación comercial, no fueron consideradas en el cálculo de la producción de energía eléctrica solar del año 2018 para el presente trabajo de investigación. Por el contrario, en el reporte de Estadística operacional del COES si se considera la producción de energía eléctrica solar de los meses en los que aún no iniciaban operación comercial las centrales solares mencionadas, siendo esta la razón de la diferencia (6%) entre la producción anual de energía eléctrica solar calculada y la producción anual de energía eléctrica solar reportada por el COES.

Por otro lado, la producción de energía eléctrica solar no es constante durante todo el año, varía de acuerdo con el nivel de irradiancia de cada estación.

En la Tabla 42, se evidencia que la producción de energía eléctrica es creciente en el año 2018, iniciando en enero con 21 822 MWh hasta 76 507 MWh en diciembre, este incremento de producción de energía solar se debe al inicio de operación comercial de la central solar Rubí y la central solar Intipampa en el transcurso del año 2018.

Tabla 42: Energía solar producida mensualmente en el año 2018 (MWh)

Producción de energía solar mensual del año 2018 (MWh)		
Mes	Energía solar mensual	% respecto a la energía solar anual
Enero	21822	3.1%
Febrero	45519	6.5%
Marzo	59464	8.5%
Abril	57667	8.2%
Mayo	57541	8.2%
Junio	46316	6.6%
Julio	48936	7.0%
Agosto	64861	9.3%
Septiembre	71494	10.2%
Octubre	74456	10.6%
Noviembre	76297	10.9%
Diciembre	76507	10.9%
TOTAL	700879	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

La producción diaria de energía solar a partir de las siete (7) centrales solares FV conectadas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional de Perú varía en función a los niveles de irradiancia solar. Durante el año 2018, la menor producción mensual de energía solar fue de 21 822 MWh y la máxima producción de energía solar mensual fue de 76 507 MWh. Asimismo, para el año 2018, de enero a abril hubo un incremento de la potencia instalada de las centrales solares FV por el

ingreso de dos (2) centrales solares FV, la C.S. Rubí (144,5 MW) que inició operación comercial el 30 de enero y la C.S. Intipampa (44,5MW) que inició operación comercial el 31 de marzo.

Al cierre del año 2018, la capacidad instalada de las siete (7) centrales solares fotovoltaicas conectadas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) del Perú fue de 285 MW y la energía solar fotovoltaica producida durante el todo el año 2018 fue de 700 879 MWh. A partir de lo mencionado, el factor de planta global de las centrales solares fotovoltaicas conectadas al SEIN es del 28%.

2.7.2. Energía solar mensual del año 2018 por tipo de combustible desplazado

La producción de energía eléctrica a partir de centrales solares FV, desplazan otras fuentes de generación eléctrica que consumen combustibles como el Gas Natural, el Petróleo Residual, el Petróleo Diesel y/o el Carbón siguiendo el orden de despacho eléctrico que administra el COES. En este sentido, el ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico ejecutado en el año 2018 desplazó la producción de energía eléctrica a partir del consumo de combustibles. En este sentido, en el año 2018, la producción total de energía eléctrica solar fue de 700 879 MWh, el cual hubiera sido producido por combustibles en la siguiente proporción. A partir de Gas Natural el 71%, de Petróleo Residual el 20%, de Petróleo Diesel el 8% y finalmente a partir de Carbón el 1% del total de energía solar producida en el año 2018.

A continuación, en la Tabla 43 se presenta la producción de energía solar que se hubiera generado a partir de combustibles, además se evidencia que el combustible desplazado en mayor proporción fu el Gas Natural, seguido del Petróleo Residual.

Tabla 43: Energía que se hubiera producido a partir de combustibles en el año 2018

Energía que se hubiera producida por tipo de combustible desplazado (MWh) en el año 2018					
Mes	Residual	Diesel	Gas Natural	Carbón	Total
Enero	4	1 537	20 281	0	21 822
Febrero	1 655	7 361	30 171	6 332	45 519
Marzo	1 813	1 032	56 619	0	59 464
Abril	0	5 833	51 835	0	57 667
Mayo	0	283	57 257	0	57 541
Junio	0	2 019	44 297	0	46 316
Julio	6 345	8 691	32 896	1 004	48 936
Agosto	2 990	8 767	53 103	0	64 861
Septiembre	0	7 832	63 662	0	71 494
Octubre	61	3 064	71 331	0	74 456
Noviembre	54 911	3 293	18 092	0	76 297
Diciembre	69 527	6 980	0	0	76 507
Total	137 307	56 693	499 544	7 336	700 879
% Participación	20%	8%	71%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 52, se presenta la producción de energía solar mensual del año 2018 que hubiera sido producida a partir de combustibles fósiles, si las centrales solares FV no hubieran ingresado al despacho eléctrico ejecutado por el COES.

Esta producción de energía solar desplazó combustibles como el Gas Natural, Petróleo Residual, Petróleo Diesel y Carbón. En este sentido, en la figura se evidencia que, durante todo el año 2018 la producción de energía solar desplazó diferentes tipos de combustibles en todos los meses, en los once (11) primeros meses se desplazó al gas natural. Por otro lado, se desplazó al carbón solo durante los meses de febrero y julio. Para el caso del Petróleo Diesel, este combustible fue desplazado en once (11) meses del año 2018, excepto en mayo. El petróleo Residual fue desplazado seis (6) meses del año, en febrero, marzo, julio, agosto, noviembre y diciembre.

En general, se evidencia que el Gas Natural fue el combustible desplazado en mayor proporción por el ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del año 2018.

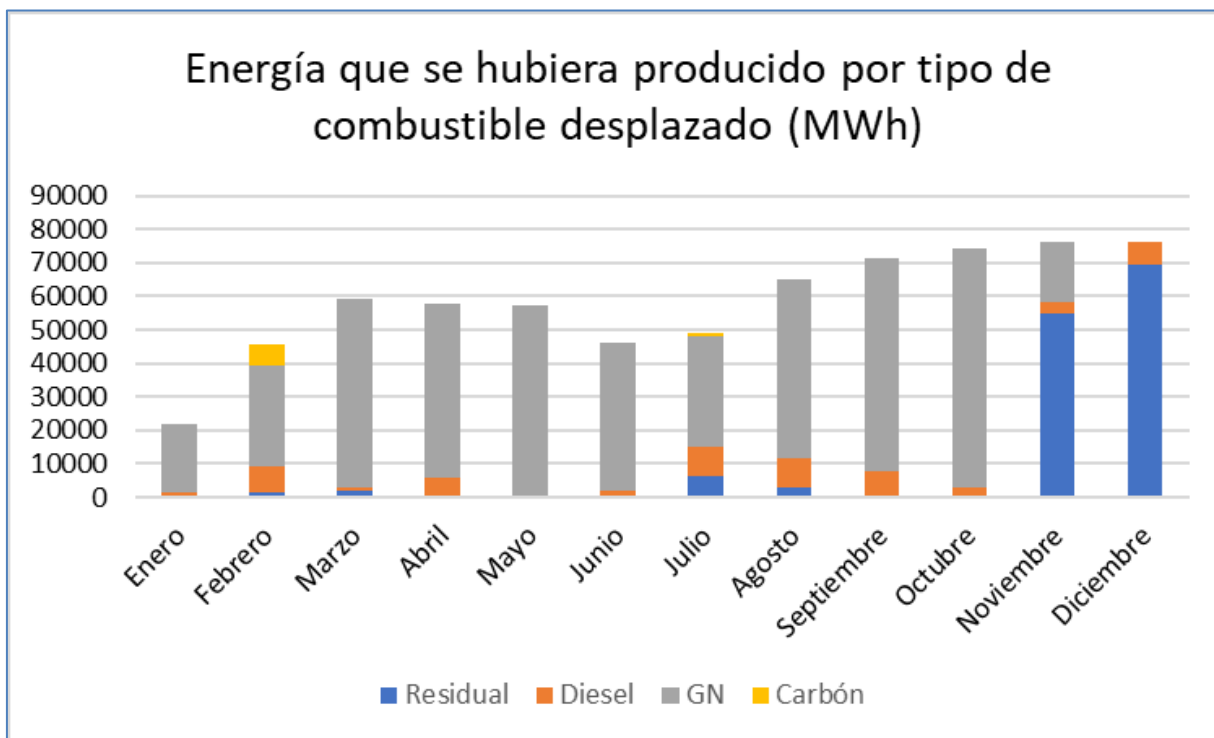


Figura 52: Energía que se hubiese producido a partir de combustibles fósiles-Año 2018
Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

La energía producida durante las horas punta utiliza, por lo general, la generación de mayor costo marginal de corto plazo (costo variable) en el SEIN, que a su vez corresponde al uso de combustibles con mayores emisiones de carbono, como el petróleo diesel, el petróleo residual y carbón.

2.7.3. Energía sustituida en el despacho eléctrico a costo marginal

En el presente trabajo de investigación, se realizó el cálculo de la energía eléctrica marginal (MWh) por tipo de combustible desplazado en el mes de diciembre del año 2018, siendo este el mes en el que se registró el Día de Máxima Demanda, 17 de diciembre. El cálculo se realizó a partir de la información de despacho eléctrico reportada por el COES para el año 2018.

La energía eléctrica marginal es aquella fuente de generación que ingresó último al despacho eléctrico, para esta investigación se considera el gráfico de despacho eléctrico del Portal Web del COES para identificar la fuente de energía eléctrica marginal cada 30 minutos de generación eléctrica.

En la Tabla 44, se presenta la producción de energía (MWh) que hubiera sido

producida por combustibles si las centrales solares FV no existieran en el mes de diciembre del año 2018. En este sentido, se muestra la producción de energía solar clasificada por tipo de combustible desplazado en el despacho eléctrico cada 30 minutos. Esta producción de energía solar, inicia alrededor de las 05:00 horas hasta las 18:30 horas, siendo esta producción no constante durante los días del mes de diciembre, ya que en otros días la producción de energía solar inicia a las 05:30 horas y culmina a las 18:00 horas.

Respecto a los tipos de combustible desplazados, en la Tabla 44 se evidencia dos tipos de colores que representan a los tipos de combustibles desplazados. Estos combustibles fueron el Petróleo Diesel y el Petróleo Residual, evidenciándose así que estos dos combustibles fueron los desplazados por el ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del año 2018.

Por otro lado, la Tabla 44 también muestra las producciones diarias de energía solar durante todo el mes de diciembre, en el día 22 de diciembre se registró la mayor producción de energía solar (2 763 MWh) y el 01 de diciembre se registró la menor producción de energía solar del mes (2 119 MWh). Asimismo, en el mes de diciembre, la energía solar FV sustituyó 6 978 MWh de energía eléctrica que se hubiesen generado utilizando Petróleo Diesel y 69 527 MWh de energía eléctrica que se hubiese producido utilizando Petróleo Residual.

El mismo proceso de cálculo se realizó para los 11 meses restantes del año 2018, se presenta en el Anexo B. Producción de Energía Eléctrica Marginal por tipo de combustible donde se puede evidenciar los tipos de combustibles desplazados diariamente en cada mes del año 2018 debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico. Asimismo, se presenta la producción de energía solar cada 30 minutos durante los 365 días del año.

4.2.5. Eficiencia de las centrales térmicas en el SEIN

En el presente trabajo de investigación, en base a los datos reportados por el COES en su publicación Estadística Operacional 2018 se realizó el cálculo de la eficiencias térmicas promedio por tipo de combustible.

El procedimiento consistió en identificar el tipo de combustible utilizado por cada central térmica representativa, para luego promediar las eficiencias térmicas por tipo de combustible utilizado en cada una de las tecnologías, finalmente se obtuvo una eficiencia térmica promedio por tipo de combustible. En la Tabla 45, se presenta las eficiencias térmicas promedio obtenidos por tipo de combustible, Gas Natural (54.9%), Petróleo Diesel (37.4%), Petróleo Residual (31%) y Carbón (39.3%).

Tabla 45: Eficiencia Promedio por Tipo de Combustible

Empresa	Tecnología	Tipo de Combustible	Eficiencia Térmica %	Eficiencia Térmica Promedio %
Engie	TV	Carbón	39.3%	39.3%
Egasa	D	Petróleo Diesel	40.2%	39.4%
Egasa	D	Petróleo Diesel	39.7%	
Shougesa	D	Petróleo Diesel	38.4%	
Fénix Power	CC	Gas Natural	56.5%	54.9%
Fénix Power	CC	Gas Natural	56.2%	
Fénix Power	CC	Gas Natural	55.9%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	54.9%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	54.6%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	54.1%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	53.8%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	53.7%	
Enel Perú	CC	Gas Natural	53.3%	
Engie	CC	Gas Natural	57.0%	
Engie	CC	Gas Natural	56.3%	
Engie	CC	Gas Natural	55.5%	
Engie	CC	Gas Natural	55.5%	
Engie	CC	Gas Natural	55.4%	
Engie	CC	Gas Natural	55.1%	
Engie	CC	Gas Natural	53.2%	
Engie	CC	Gas Natural	52.4%	
Kallpa	CC	Gas Natural	56.2%	
Kallpa	CC	Gas Natural	55.8%	
Kallpa	CC	Gas Natural	55.8%	
Kallpa	CC	Gas Natural	55.7%	
Kallpa	CC	Gas Natural	54.9%	
Kallpa	CC	Gas Natural	54.6%	
Kallpa	CC	Gas Natural	54.0%	
Fénix Power	CC	Gas Natural	53.8%	
Fénix Power	CC	Gas Natural	53.7%	
Fénix Power	CC	Gas Natural	53.6%	
Electroperú	D	Petróleo Residual	44.3%	31.0%
Shougesa	TV	Petróleo Residual	27.4%	
Shougesa	TV	Petróleo Residual	27.2%	
Shougesa	TV	Petróleo Residual	25.3%	

Nota: TV (Turbina de Vapor), CC (Ciclo Combinado), D (petDiesel).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

4.2.6. Consumo de combustible sustituido por la producción de energía solar fotovoltaica

A continuación, en la Tabla 46, se presenta los consumos diarios de combustible (TJ) del mes de diciembre, el cual se hubiera utilizado si no existiera la producción de energía solar FV. El total de combustible que se hubiese consumido es de 875 TJ, siendo el Petróleo Residual el 92% (807,4 TJ) y el Petróleo Diesel el 8% (67,2 TJ) del total.

Tabla 46: Cantidad de combustible desplazado (TJ) por la Energía Solar FV en diciembre del año 2018

Cantidad diaria de combustible desplazado por la energía (TJ) en diciembre del año 2018					
Fecha	Residual	Diesel	Fecha	Residual	Diesel
01-dic	23.32	1.07	17-dic	26.6	2.0
02-dic	27.37	2.43	18-dic	26.0	2.3
03-dic	28.81	2.68	19-dic	26.7	2.9
04-dic	26.87	2.64	20-dic	21.9	2.4
05-dic	27.47	2.75	21-dic	26.7	2.2
06-dic	26.51	1.81	22-dic	28.2	3.2
07-dic	28.50	2.84	23-dic	27.2	1.7
08-dic	26.49	2.48	24-dic	24.2	2.4
09-dic	27.71	2.64	25-dic	23.5	2.0
10-dic	26.96	2.74	26-dic	25.1	1.7
11-dic	27.19	2.60	27-dic	24.5	1.2
12-dic	26.21	2.65	28-dic	24.7	1.2
13-dic	27.47	2.27	29-dic	23.7	1.3
14-dic	25.45	2.08	30-dic	24.0	1.1
15-dic	27.15	2.73	31-dic	24.4	0.6
16-dic	26.54	2.65			

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Por otro lado, se presenta los poderes caloríficos de los combustibles desplazados en el año 2018 debido al ingreso de la energía solar FV. Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), en la Tabla 47 se presenta el poder calorífico inferior para el Gas Natural, Carbón, Petróleo Residual y Petróleo Diesel.

Tabla 47: Poder calorífico inferior por los combustibles desplazados

Tipo de combustible	Poder Calorífico
Gas Natural	8 300 (Kcal/m ³)
Carbón	7 000 (Kcal/Kg)
Petróleo Residual	9 800 (Kcal/Kg)
Petróleo Diesel	10 200 (Kcal/Kg)

Fuente: Adaptado del Manual de Estadísticas Energéticas (OLADE,2011)

A continuación, en la Tabla 48 se presenta los volúmenes diarios de combustible desplazado (bbl) en el mes de diciembre debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico ejecutado en el año 2018. En este sentido, se desplazó 126 384 bbl de Petróleo Residual y 11 649 bbl de Petróleo Diesel para producir la misma cantidad de energía solar despachada.

Tabla 48: Volumen de combustible desplazado (bbl) por la energía solar en diciembre del año 2018

Volumen de combustible desplazado (bbl) por la energía solar en diciembre del año 2018		
Fecha	Petróleo Residual	Petróleo Diesel
01-dic	3650	186
02-dic	4284	422
03-dic	4510	465
04-dic	4206	457
05-dic	4299	477
06-dic	4150	314
07-dic	4461	492
08-dic	4147	430
09-dic	4337	458
10-dic	4220	475
11-dic	4256	451
12-dic	4102	460
13-dic	4300	394
14-dic	3984	361
15-dic	4250	473
16-dic	4154	459
17-dic	4164	354
18-dic	4070	404
19-dic	4185	498
20-dic	3422	414
21-dic	4174	379
22-dic	4419	554
23-dic	4253	298
24-dic	3780	411
25-dic	3682	350
26-dic	3933	291
27-dic	3837	208
28-dic	3866	206
29-dic	3716	221
30-dic	3756	188
31-dic	3815	100
TOTAL	126384	11649
Nota: Densidad del Petroleo Residual 980 Kg/m3 Densidad del Petroleo Diesel 850 Kg/m3		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

4.2.7. Cantidad de combustible desplazado mensual y anual

En la Tabla 49 y Figura 53, se presenta las cantidades mensuales de combustible (TJ) del año 2018, los cuales se hubieran utilizado si no existiera la producción de energía solar.

En el año 2018, la cantidad total de combustible desplazado fue de 5 485 TJ, representando el Petróleo Residual el 29% (1 524 TJ), el Petróleo Diesel el 10% (547 TJ), Gas Natural el 60% (3 277 TJ) y el Carbón es el 1% (67 TJ) del total de combustible desplazado.

Tabla 49: Cantidad de combustible desplazado (TJ) por la energía solar en el año 2018

Cantidad de Combustible desplazado (TJ) por la energía solar en el año 2018					
Mes	Petróleo Residual	Petróleo Diesel	Gas Natural	Carbón	Total
Enero	0	15	133	0	148
Febrero	19	71	198	58	346
Marzo	21	10	371	0	402
Abril	0	56	340	0	396
Mayo	0	3	375	0	378
Junio	0	19	290	0	310
Julio	74	84	216	9	382
Agosto	35	84	348	0	467
Septiembre	0	75	417	0	493
Octubre	1	29	468	0	498
Noviembre	638	32	119	0	788
Diciembre	807	67	0	0	875
Total	1595	546	3276	67	5483
% Participación	29%	10%	60%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

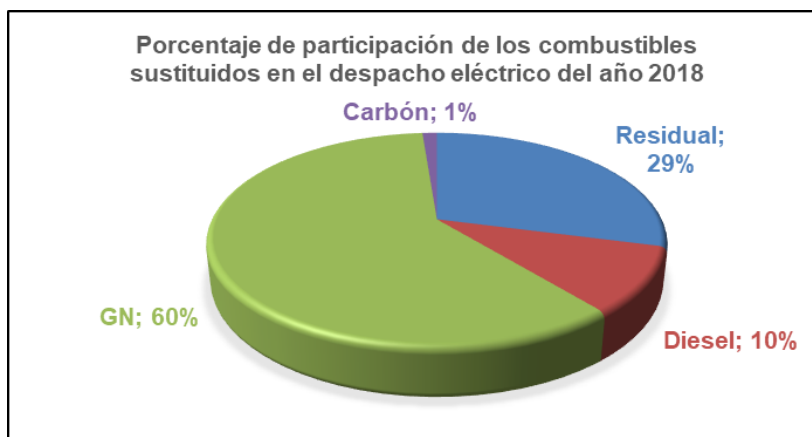


Figura 53: Porcentaje de participación de los combustibles sustituidos en el despacho eléctrico del año 2018

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

A continuación, en la Tabla 50 se presenta las cantidades de combustible desplazados por el ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico del año 2018. En este sentido, en la tabla se muestra las cantidades de cada combustible desplazado, siendo estos cuatro combustibles desplazados en el año 2018, los cuales hubieran sido quemados para la generación de energía eléctrica y por ende hubieran producido emisiones de carbono. En el año 2018, se hubieran consumido 94 millones de m³ de Gas Natural, 249 591 bbl de Petróleo Residual, 94 621 bbl de Petróleo Diesel y 2 294 Ton de Carbón.

Tabla 50: Cantidad de combustible desplazado por la energía solar en el año 2018

Cantidad de combustible desplazado por la energía solar en el año 2018				
Mes	Petróleo Residual (bbl)	Petróleo Diesel (bbl)	Gas Natural (millones de m3)	Carbón (Ton)
Enero	7	2565	4	0
Febrero	3009	12286	6	1980
Marzo	3295	1722	11	0
Abril	0	9735	10	0
Mayo	0	473	11	0
Junio	0	3370	8	0
Julio	11533	14506	6	314
Agosto	5436	14632	10	0
Septiembre	0	13072	12	0
Octubre	111	5113	13	0
Noviembre	99816	5496	3	0
Diciembre	126384	11649	0	0
Total	249591	94621	94	2294
Nota: Densidad del Petróleo Residual 980 Kg/m3 Densidad del Petróleo Diesel 850 Kg/m3				

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

A lo largo del año 2018, la energía solar fotovoltaica desplazó a la generación eléctrica proveniente del Petróleo Diesel, Petróleo Residual, Carbón y Gas Natural; es decir, gracias a la energía producida por las centrales solares FV se evitó la utilización de dichos combustibles para la generación eléctrica. La utilización de dichos combustibles depende del ingreso de centrales térmicas en el orden de despacho eléctrico según establecido por el COES. En diciembre del año 2018, la energía solar desplazó 807,4 TJ de Petróleo Residual (126 384 bbl) y 67,2 TJ de Petróleo Diesel (11 649 bbl) que se hubiesen utilizado para la producción de energía.

2.8. Emisiones de Dióxido de Carbono Evitadas por Unidad de Energía Solar FV Producida

2.8.1. Emisiones diarias evitadas por unidad de energía solar producida

En la Tabla 51, se presentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) diarias evitadas y la producción de energía solar fotovoltaica para el día de máxima demanda, el 17 de diciembre del 2018. De la tabla, se puede evidenciar que la producción de energía solar inicia a las 05:30 horas y culmina a las 18:30 horas, a partir de esta producción de energía solar que desplaza el uso de combustibles fósiles y se evitó un total de 2 203 Ton de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Estas emisiones se evitaron a lo largo del día y estas dependen de la producción de energía solar.

Para el día de máxima demanda, el 17 de diciembre del año 2018, se produjo 2 503 MWh de energía solar FV y el horario en el que se registró la mayor producción de energía solar FV fue a las 11:30 horas.

A partir de los datos de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas y la energía solar total producida se obtiene la relación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas diariamente por unidad de energía solar FV producida, esta relación fue de 0.88, es decir por cada MWh de energía solar producida se evitó 880 Kg de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Cabe mencionar que esta relación es en base al despacho eléctrico ejecutado para el día de máxima demanda, esta relación puede variar ligeramente en otros días del año, dependerá del nivel de irradiancia y principalmente del orden de despacho eléctrico ejecutado.

Tabla 51: Relación de emisiones evitadas de dióxido de carbono por unidad de energía solar FV

Hora	Producción de Energía solar FV (MWh)	Emisiones Evitadas de CO ₂ (Ton)
05:00	0	0
05:30	3	2
06:00	21	19
06:30	60	54
07:00	89	80
07:30	105	94
08:00	113	102
08:30	120	108
09:00	125	112
09:30	127	114
10:00	131	118
10:30	133	119
11:00	134	121
11:30	135	121
12:00	134	121
12:30	133	120
13:00	132	118
13:30	130	117
14:00	122	110
14:30	126	114
15:00	102	92
15:30	112	101
16:00	88	59
16:30	83	56
17:00	27	18
17:30	15	10
18:00	3	3
18:30	0	0
TOTAL	2503	2 203
Emisiones evitadas (Ton)/Energía solar FV producida (MWh)		0.88

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Las emisiones evitadas asociadas al ingreso de la energía solar dependen del despacho eléctrico que ejecuta el COES. La evolución de la generación eléctrica depende a su vez del comportamiento de la demanda eléctrica a futuro. En este sentido, en los próximos años la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas dependerá del tipo de fuente de generación a ser desplazado,

generalmente se desplaza a las centrales térmicas, por ende, dependerá del tipo de combustible desplazado. Es el COES, quien mediante el orden del despacho eléctrico determina la fuente de generación que ingresa al despacho, y el criterio bajo el que se rigen para efectuar el despacho eléctrico son los costos marginales de corto plazo, los cuales son reportados por las centrales térmicas al COES.

A futuro, el ingreso de una mayor capacidad instalada de centrales solares fotovoltaicas evitaría emisiones de carbono provenientes de centrales térmicas a gas natural con menor factor de emisiones de dióxido de carbono respecto a los factores de emisión de centrales térmicas que utilizan combustibles fósiles como Petróleo Residual, Petróleo Diesel y carbón. Debido a que en el orden de despacho eléctrico el gas natural sería el primer combustible desplazado por las centrales solares FV.

2.8.2. Emisiones mensuales evitadas por unidad de energía solar FV producida

En el mes de diciembre, se produjo en total 76 507 MWh de energía solar y se evitó en total 67 223 Ton de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

En la Tabla 52, se presenta las emisiones de dióxido de carbono evitadas y la producción total de energía solar mensual del año 2018, asimismo se presenta la relación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por unidad de energía solar fotovoltaica producida (Ton CO₂/MWh) mensualmente.

Tabla 52: Emisiones evitadas de CO₂ por energía solar producida (Ton/MWh) mensualmente en el año 2018

Mes	Emisiones Evitadas (TonCO ₂)	Energía solar producida (MWh)	Índice de emisiones evitadas (TonCO ₂ /MWh)
Enero	8 506	21 822	0.39
Febrero	23 062	45 519	0.51
Marzo	23 157	59 464	0.39
Abril	23 021	57 667	0.40
Mayo	21 255	57 541	0.37
Junio	17 664	46 316	0.38
Julio	24 564	48 936	0.50
Agosto	28 163	64 861	0.43
Septiembre	28 726	71 494	0.40
Octubre	28 371	74 456	0.38
Noviembre	58 243	76 297	0.76
Diciembre	67 223	76 507	0.88
TOTAL	351 955	700 879	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

A continuación, en la Figura 54, se presenta la relación de emisiones de dióxido de carbono evitadas por unidad de energía solar FV producida mensualmente. De la gráfica se evidencia que durante los meses de noviembre y diciembre se registra los mayores factores de reducción de emisiones. Por otro lado, es preciso mencionar que en el transcurso del año 2018 se incrementó la capacidad instalada de las centrales solares FV, y a partir de abril operaron las siete (7) centrales solares FV.

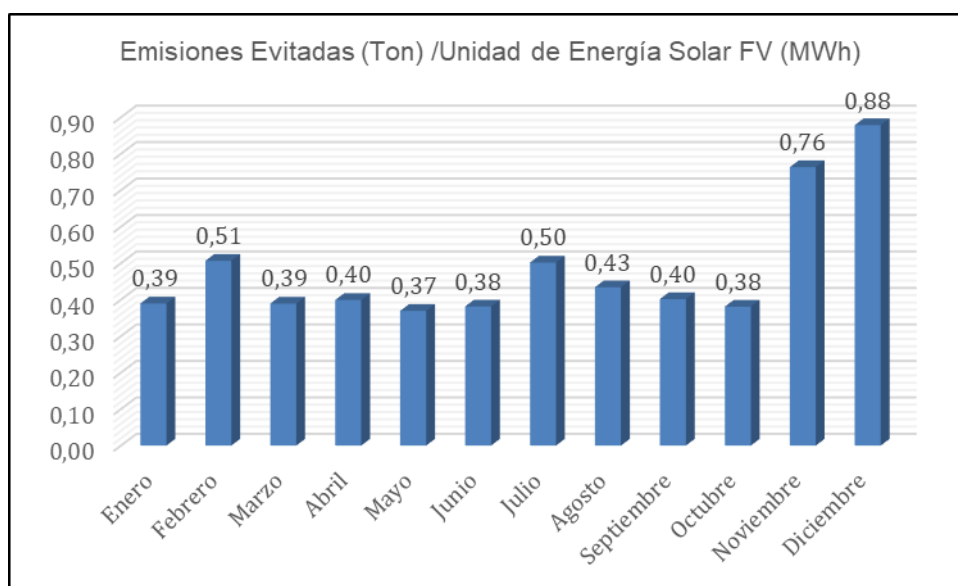


Figura 54: Emisiones evitadas (Ton CO₂) por unidad de energía solar FV (MWh) producida en el año 2018

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Las emisiones totales de CO₂ evitadas en el año 2018, como producto del desplazamiento de combustibles para la generación de energía eléctrica, fue de 351 995 Ton de dióxido de carbono (CO₂) debido a la producción total de 700 879 MWh de energía solar FV.

2.8.3. Emisiones mensuales evitadas por tipo de combustible desplazado

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas durante el año 2018 fueron debido al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico. La producción de energía solar FV produjo el desplazamiento de combustibles fósiles como el Gas Natural, el Petróleo Residual, el Petróleo Diesel y el Carbón, que de otra forma hubieran sido utilizados y por ende liberado emisiones de dióxido de carbono (CO₂). En este sentido, gracias a la producción de energía solar FV durante el año 2018 se evitó en total 351 955Ton de dióxido de carbono (CO₂),

que de otra forma habrían sido producidas por el uso de combustibles fósiles. Estas emisiones evitadas se distribuyen en la siguiente proporción por tipo de combustible, a partir de gas natural el 52%, Petróleo Residual el 35%, Petróleo Diesel el 11% y Carbón el 2% del total de emisiones de dióxido de carbono evitadas en el año 2018.

A continuación, en la Tabla 53 se presenta las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas mensualmente por tipo de combustible.

Tabla 53: Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible-Año 2018

Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible (ton)					
Mes	Petróleo Residual	Petróleo Diesel	Gas Natural	Carbón	Total
Enero	3	1 041	7461	0	8 506
Febrero	1 488	4 988	11 099	5 487	23 062
Marzo	1 629	699	20 829	0	23 157
Abril	0	3 952	19 068	0	23 021
Mayo	0	192	21 063	0	21 255
Junio	0	1 368	16 295	0	17 664
Julio	5 703	5 889	12 101	870	24 564
Agosto	2 688	5 940	19 535	0	28 163
Septiembre	0	5 307	23 419	0	28 726
Octubre	55	2 076	26 240	0	28 371
Noviembre	49 356	2 231	6 656	0	58 243
Diciembre	62 494	4 729	0	0	67 223
Total	123 416	38 415	183 767	6 357	351 955
% Participación	35%	11%	52%	2%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

En la Figura 55, se presenta las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas durante el año 2018, que hubieran sido producidas a partir de combustibles fósiles si las centrales solares FV no hubieran ingresado al despacho eléctrico. Se evidencia que, durante el año 2018, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a partir de combustibles varía mensualmente, en los primeros 11 meses se evita emisiones a partir del desplazamiento del Gas Natural. Por otro lado, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas a partir del desplazamiento del Carbón solo se registró en los meses febrero y julio. Para el caso de las emisiones de dióxido

de carbono (CO₂) evitadas por el desplazamiento del Petróleo Diesel, se registró en todos los meses del año, excepto en mayo y, por último, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por el desplazamiento del petróleo Residual fue en febrero, marzo, julio, agosto, noviembre y diciembre.

Además, se evidencia que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas son en mayor proporción por el desplazamiento del Gas Natural. Asimismo, en el mes de mayo, el gas natural fue el único combustible desplazado por el ingreso de las centrales solares FV.

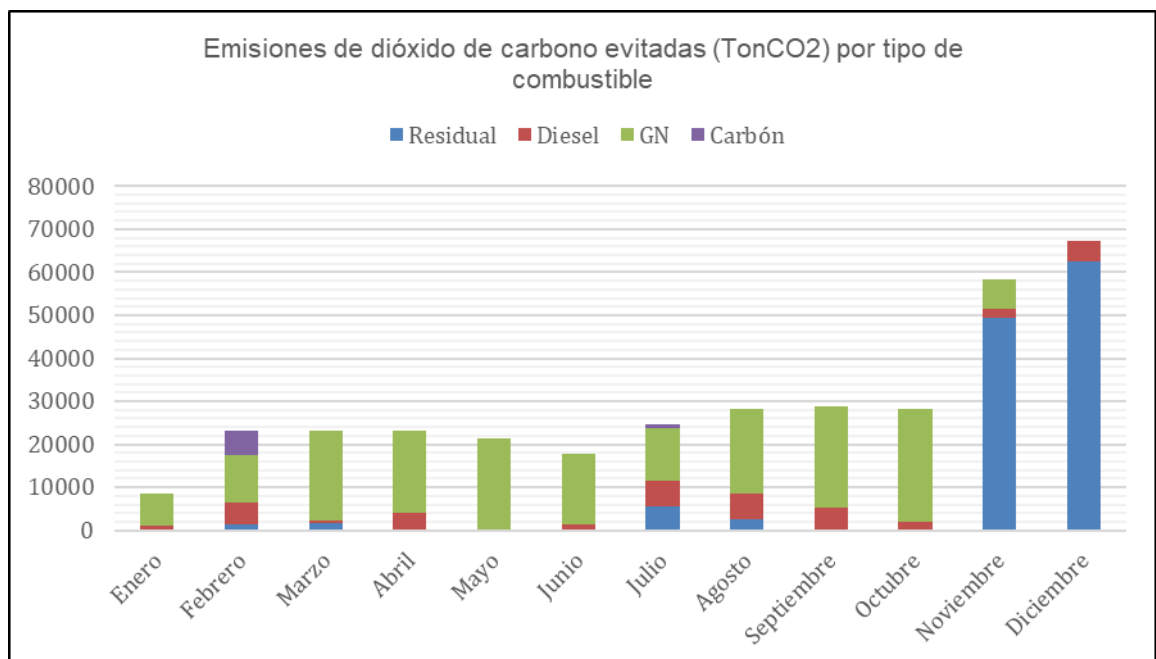


Figura 55: Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible-Año 2018

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Durante el año 2018, si las centrales solares FV no hubieran ingresado al despacho eléctrico, la producción de energía a partir de combustibles fósiles hubiera sido generado en mayor proporción por el Gas Natural, seguido del Petróleo Residual, Petróleo Diesel y el carbón. Asimismo, la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por cada combustible mantienen su proporción respecto a su generación.

2.8.4. Emisiones anuales evitadas por unidad de energía solar FV producida

Las emisiones anuales evitadas por unidad de energía solar FV producida en el año 2018 depende principalmente de la producción de energía solar y del despacho eléctrico ejecutado cada 30 minutos. A partir de estas dos fuentes se calcularon las emisiones evitadas de dióxido de carbono cada 30 minutos durante los 365 días, los cuales corresponden al tipo de combustible desplazado cada 30 minutos del despacho eléctrico.

El factor global de reducción de emisiones de dióxido de carbono (Ton CO₂/MWh) por energía solar producida por las centrales solares FV en el año 2018, fue calculado a partir de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas y la generación eléctrica solar producida en el año 2018.

El cálculo consiste en realizar la siguiente relación:

$$\text{Factor Global} \left(\frac{\text{TonCO}_2}{\text{MWh}} \right) = \frac{\text{Emisiones de Dióxido de Carbono evitadas en el año 2018 (Ton)}}{\text{Producción de Energía Eléctrica Solar en el año 2018 (MWh)}}$$

Aplicando la relación, para el mes de diciembre el factor global es:

$$\text{Factor Global} \left(\frac{\text{TonCO}_2}{\text{MWh}} \right) = \frac{351\,995 \text{ (Ton)}}{700\,879 \text{ (MWh)}} = 0.502$$

En el año 2018, el factor de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociada al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico es de 0.502, es decir por cada MWh de energía solar producida por las centrales solares FV evitó 502 Kg de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Cabe mencionar que este factor es respecto al despacho eléctrico ejecutado en el año 2018.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) evitadas en el año 2018 asociadas al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico dependen del tipo de energía marginal desplazado, es decir de los combustibles fósiles desplazados. El total de emisiones evitadas fue de 351 995 Ton CO_2 , estas emisiones de no haber existido las centrales solares FV se hubieran producidas por combustibles fósiles en la siguiente proporción, a partir de Gas Natural el 52%, de Petróleo Residual el 35%, de Petróleo Diesel el 11% y finalmente, a partir de Carbón el 2% de las emisiones totales.
2. En el año 2018, la energía solar desplazó 499 554 MWh que se hubieran producido a partir de gas natural. Esta energía representa el 71% del total de energía solar FV producida. El uso de gas natural para producir esa cantidad de energía hubiese emitido 183 767 Ton de dióxido de carbono (CO_2).
3. En el año 2018, la energía solar desplazó 137 307 MWh que se hubieran producido a partir de Petróleo Residual. Esta energía representa el 20% del total de energía solar FV producida. El uso del Petróleo Residual para producir esa cantidad de energía hubiese emitido 123 416 Ton de dióxido de carbono (CO_2).
4. En el año 2018, la energía solar desplazó 56 693 MWh que se hubieran producido a partir de Petróleo Diesel. Esta energía representa el 8% del total de energía solar FV producida. El uso del Petróleo Diesel para producir esa cantidad de energía hubiese emitido 38 415 Ton de dióxido de carbono (CO_2).
5. En el año 2018, la energía solar desplazó 7 336 MWh que se hubieran producido a partir de Carbón. Esta energía representa el 1% del total de energía solar FV producida. El uso del Carbón para producir esa cantidad de energía hubiese emitido 6 357 Ton de dióxido de carbono (CO_2).
6. El índice de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) asociada al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico es de 0,502 Ton (CO_2)/MWh; es decir por cada unidad de energía (MWh) producida por las centrales solares fotovoltaicas se evitó, en promedio, la emisión de 0,502 Ton de dióxido de carbono (CO_2).
7. Los tipos de combustible desplazados varían de acuerdo con el despacho ejecutado cada 30 minutos diariamente. Durante el año 2018, por el desplazamiento del gas natural se dejó de emitir 0.26 Ton de dióxido de

carbono (CO₂) por cada unidad de energía producida, resultando así un factor de reducción de emisiones de 0.26 TonCO₂evitadas/MWh, considerando el factor de emisión del gas natural de 56,1 TonCO₂/TJ, en base a las Directrices del IPCC 2006; y una eficiencia promedio de 54.9% para las centrales térmicas que operan con este combustible.

8. Durante el año 2018, para el caso del Petróleo Residual, debido al ingreso de las centrales solares FV se dejó de emitir 0.17 Ton de dióxido de carbono (CO₂) por cada unidad de energía producida, resultando así un factor de reducción de emisiones de 0.17 TonCO₂evitadas/MWh, considerando el factor de emisión del Petróleo Residual de 77,4 TonCO₂/TJ, en base a las Directrices del IPCC 2006; y una eficiencia promedio de 31% para las centrales térmicas que operan con este combustible.
9. Para el caso del Petróleo Diesel, debido al ingreso de las centrales solares FV se dejó de emitir 0.05 Ton de dióxido de carbono (CO₂) por cada unidad de energía producida, resultando así un factor de reducción de emisiones de 0.05 TonCO₂evitadas/MWh, considerando el 95% del factor de emisión del Petróleo Diesel establecido en las Directrices del IPCC 2006, debido a que el combustible utilizado en las centrales térmicas contiene un 5% de biodiesel; el cual resultó en 70,395 TonCO₂/TJ y una eficiencia promedio de 39,4% para las centrales térmicas que operan con este combustible.
10. Para el caso del Carbón, debido al ingreso de las centrales solares FV se dejó de emitir 0.01 Ton de dióxido de carbono (CO₂) por cada unidad de energía producida, resultando así un factor de reducción de emisiones de 0.01 TonCO₂evitadas/MWh, considerando el factor de emisión del Petróleo Residual de 94,6 TonCO₂/TJ, en base a las Directrices del IPCC 2006; y una eficiencia promedio de 39,3% para las centrales térmicas que operan con este combustible. Además, es importante mencionar que su desplazamiento se efectuó en los meses de febrero y julio del año 2018.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el análisis de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas considerando la central térmica marginal específica que margina en el despacho eléctrico, a fin de obtener un resultado aún más preciso sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por el ingreso de centrales solares FV u otras fuentes de generación a partir de recursos energéticos renovables (RER).
- Continuar en los sucesivos años con el análisis de los índices de reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas gracias al ingreso de las centrales solares FV al despacho eléctrico, con la finalidad de construir una línea base para posterior seguimiento.
- Considerar los índices de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por unidad de energía solar FV producida para los futuros proyectos de centrales solares a ser incorporadas al SEIN.
- Realizar un análisis económico sobre el costo de la compensación de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se hubieran producido al utilizar centrales térmicas, en caso las centrales solares FV no se hubiesen incorporado al SEIN.
- Determinar las otras emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) evitadas debido al ingreso de centrales solares FV al despacho eléctrico del SEIN.
- Determinar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas debido al ingreso de otras fuentes de generación a partir de recursos energéticos renovables (RER).

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfredo Dammert, e. a. (2010). *Regulación y Supervisión del Sector Eléctrico*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
2. COES, C. d. (01 de 2020). *Portal Web del COES*. Obtenido de <http://www.coes.org.pe/Portal/home/>
3. COES-SINAC. (2019). *Glosario de abreviaturas y definiciones utilizadas en los procedimientos técnicos del COES-SINAC*.
4. COES-SINAC. (2019). *Procedimiento Técnico del COES del SINAC- Cálculo de la potencia firme*.
5. Cosanac S.A.C. (2016). *Estudio de Diagnóstico, Evaluación, Análisis y Propuesta para apoyar con el diseño de la NAMA de RER en Sistemas Interconectados en el Perú*.
6. Deloitte-Osinergmin. (2016). *Estudio Reforzamiento del Sistema Transmision*.
7. Dirección de Supervisión-Osinergmin. (2019). *Ficha Técnica Central Solar Intipampa*.
8. Dirección de Supervisión-Osinergmin. (2019). *Ficha Técnica Central Solar Rubí*.
9. El Periodico de la Energía. (2019). *La turbina eólica más potente del mundo de 20 MW*.
10. Enel. (2018). *ENEL*. Obtenido de <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/rubi-la-central-solar-de-enel-mas-grande-del-peru.html>
11. Enel Green Power Perú S.A. (2019). *Comentarios de Enel Green Power Perú S.A. al "Cálculo de la Potencia Firme" sobre la Potencia Firme de las*.
12. Engie. (2018). *ENGIE*. Obtenido de <https://engie-energia.pe/?noticias=engie-pone-en-operacion-comercial-la-central-solar-intipampa-en-peru-con-la-presencia-de-la-ceo-mundial-del-grupo-isabelle-kocher>
13. Gilt, P. S. (2009). *Ley de Costos Marginales*.
14. Haro Bautista, J. V. (2018). *Análisis de la inclusión de generación con*

energía renovable en el sistema eléctrico peruano.

15. Husson, G. (2015). *Estudio de la Máxima Capacidad de Generación no convencional (eólica y solar fotovoltaica) a ser instalada en el SEIN.*
16. Jayme, J. J. (2018). *DISEÑO DE UNA RED MÓVIL COMPARTIDA PARA BRINDAR SERVICIOS DE TELEFONÍA MÓVIL EN ZONAS RURALES.*
17. Lorenzo, J. A. (2019). *Sunfields-Europe.* Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>
18. MINAM. (2020). *Infocarbono.*
19. MINEM. (2018). *Boletín Mensual de Energías Renovables.*
20. Minem, M. d. (2017). *Balance Nacional de Energía.* Lima.
21. Olave, V. V. (2012). Obtenido de Evolución de Costos ERNC: http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/C._Foto.html
22. Osinergmin. (2015). *Reporte de Análisis Económico Sectorial Electricidad.*
23. Osinergmin. (2016). *La Industria de la Electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento del país.* Lima.
24. Osinergmin. (2017). *La Industria de la Energía Renovable en el Perú: 10 años de Contribución a la Mitigación al Cambio Climático.*
25. Osinergmin. (2019). *Energías Renovables: Experiencia y Perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética.*
26. Osinergmin, O. S. (2011). *Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico Peruano.*
27. Ruiz, A. (2010). *Economía de la Regulación de la Actividad de Generación y Mercado Mayorista.* Montevideo, Uruguay.
28. Sector-Electricidad. (2014). *Perú: Diferencias entre potencia Firme, Instalada y Efectiva.*
29. Senamhi. (2020). *Infraestructura de datos espaciales del Senamhi.* Obtenido de http://idesep.senamhi.gob.pe/portalesdesep/idesep_tema_atlas_energiasolar.jsp
30. U.S. Energy information Administration. (2018). *Electricity Explained.*
31. Vasquez, L. (2014). *Sector Electricidad.* Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/10785/uso-de-costos-marginales/>

32. Peña, A. R. (2007). Características del Consumo y la Demanda de Energía Eléctrica en el Sector Residencial.
33. Serrada, A. L., & et al. (2011). Turbinas de Vapor. Renovetec.
34. RENOVETEC. (2011). Centrales térmicas de ciclo combinado

ANEXOS

	Pás.
Anexo A. Fichas Técnicas de Centrales Solares FV-Año 2018.....	115
Anexo B. Producción de Energía Eléctrica Marginal por tipo de combustible durante el año 2018.....	122
Anexo C. Producción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible desplazado durante el año 2018	133

Anexo A. Fichas Técnicas de Centrales Solares FV-Año 2018

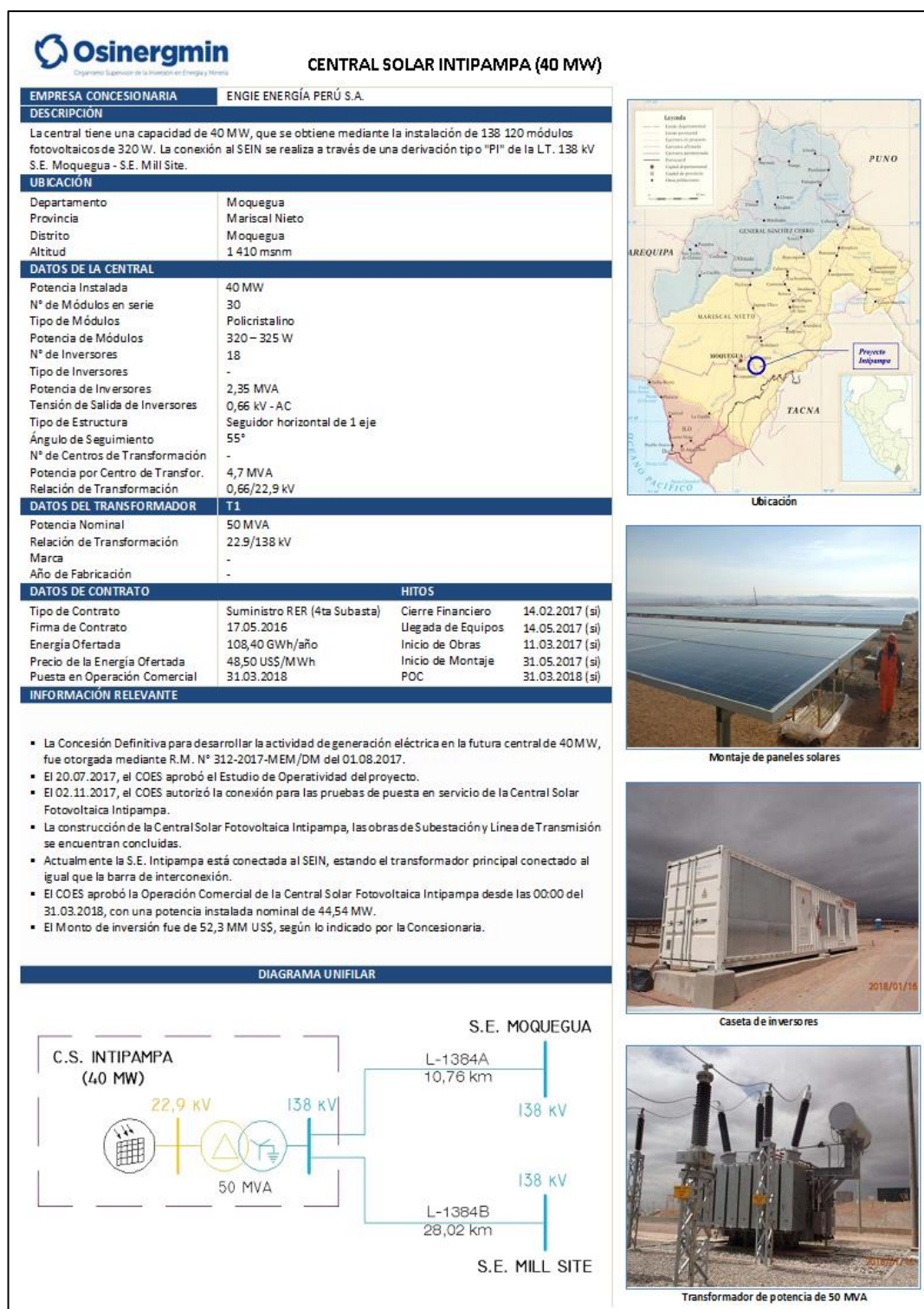


Figura 56: Fichas Técnica de la Central Solar Intipampa
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinergmin, 2019)

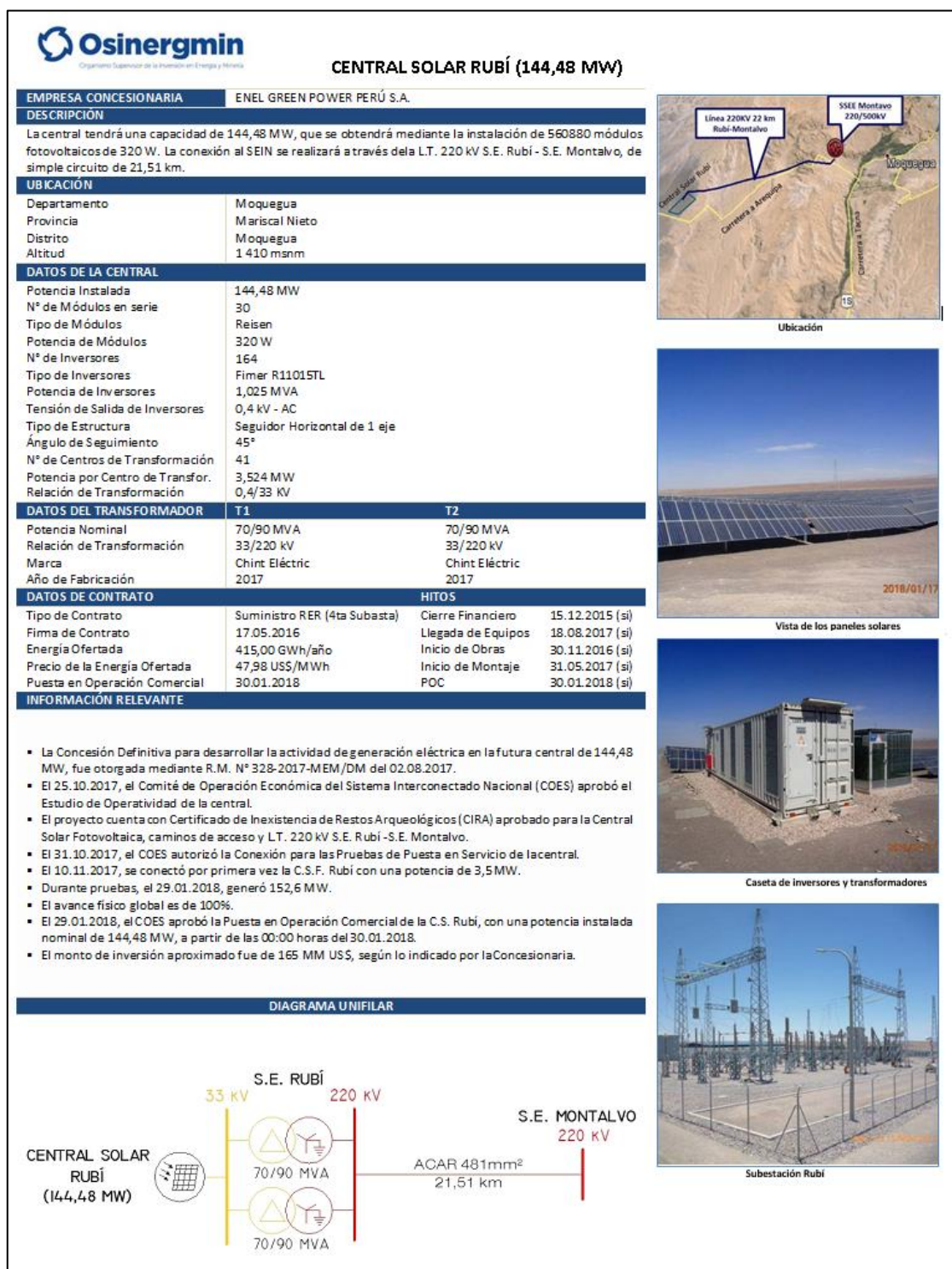


Figura 57: Ficha Técnica de la Central Solar Rubí
Fuente: Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinergrmin, 2019)



Figura 58: Ficha Técnica de la Central Solar Moquegua FV
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinerghin, 2019)

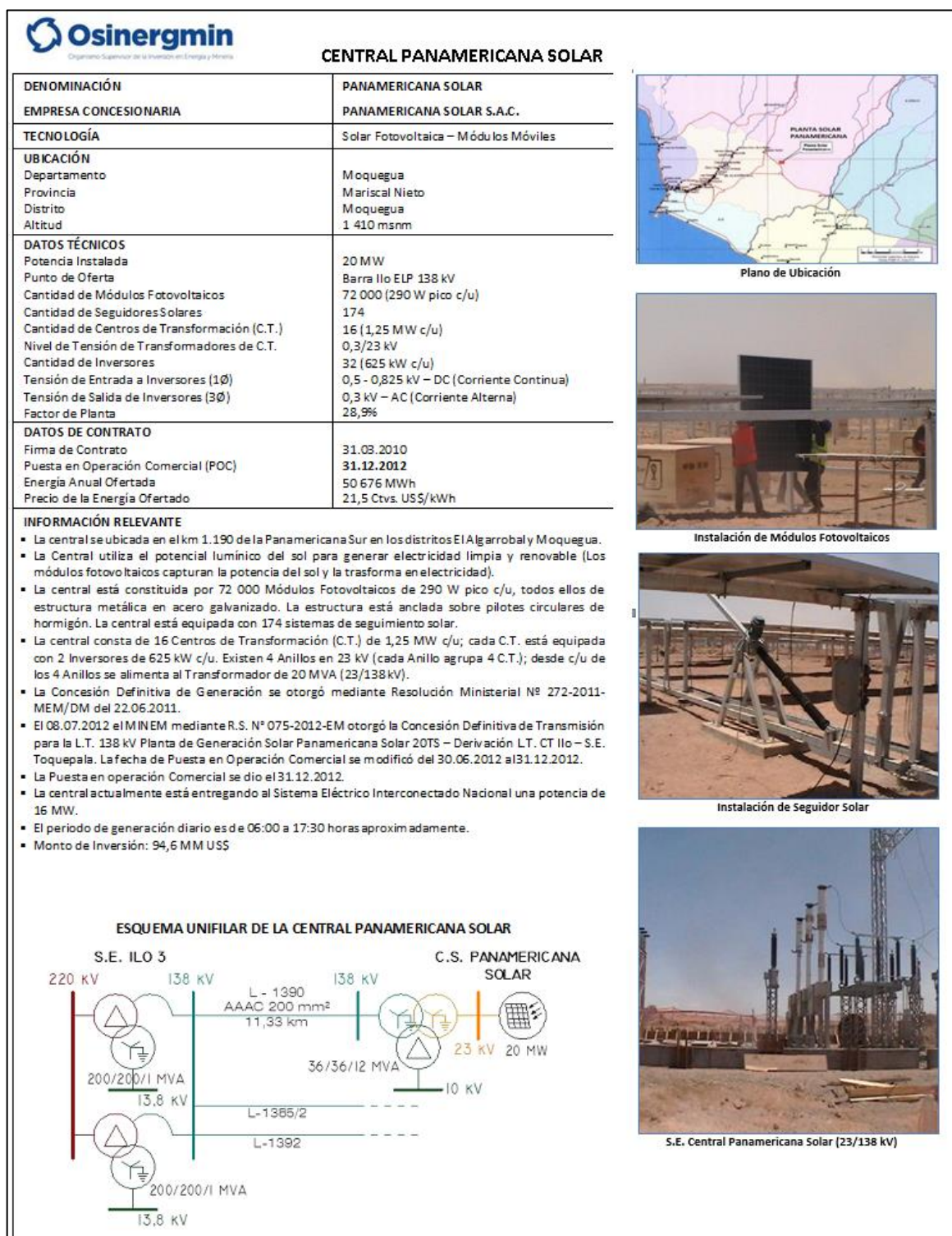


Figura 59: Ficha Técnica de la Central Panamericana Solar
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinerghmin, 2019)



Figura 60: Ficha Técnica de la Central Majes Solar
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinerghmin, 2019)

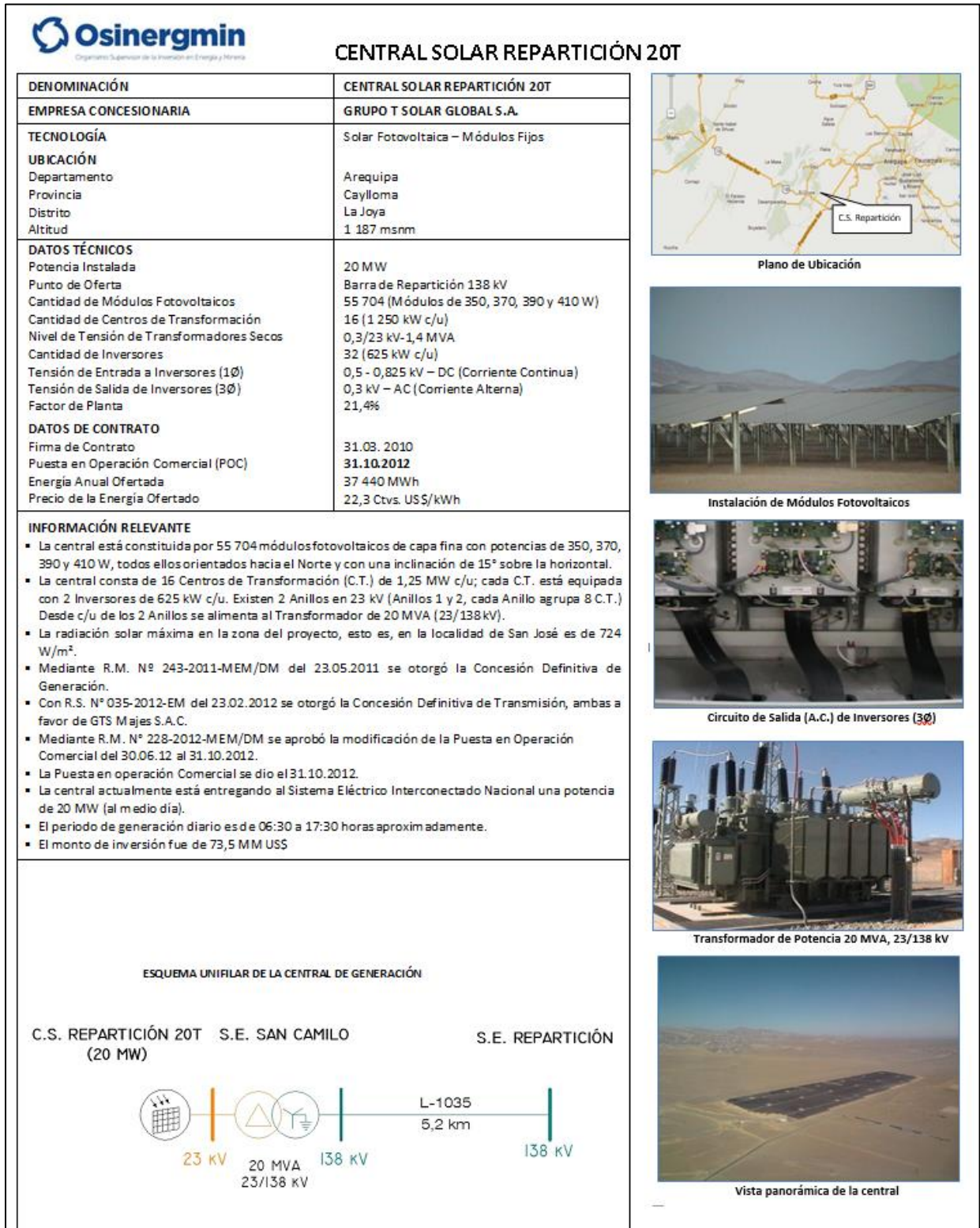


Figura 61: Ficha Técnica de la Central Solar Repartición
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinerghmin, 2019)

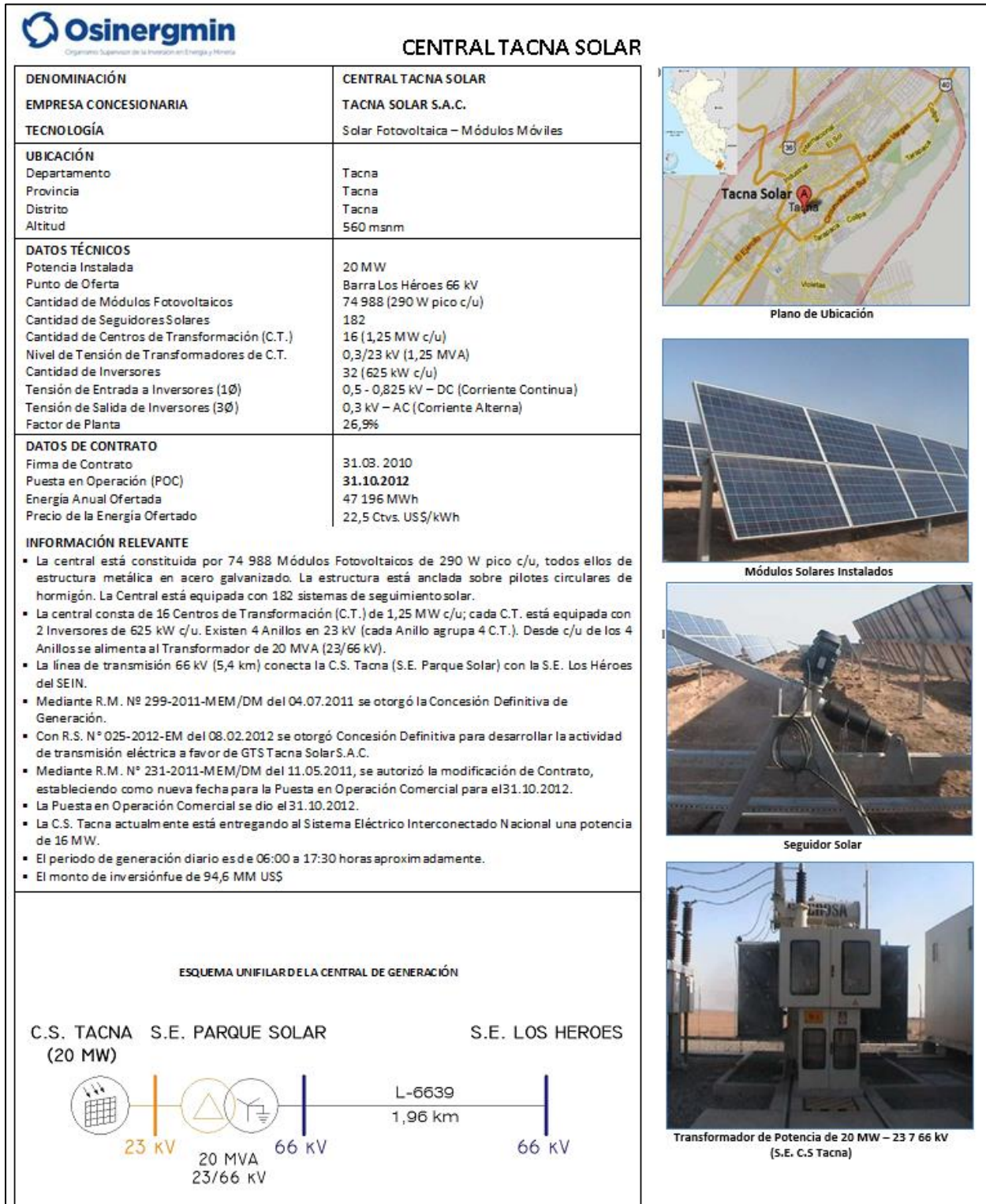


Figura 62: Ficha Técnica de la Central Tacna Solar
Fuente: (Dirección de Supervisión-Osinerghmin, 2019)

Anexo B. Producción de Energía Eléctrica Marginal por tipo de combustible durante el año 2018

Tabla 54: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- enero del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado (MWh)- enero del año 2018																																
HoraDía	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
05:30	0.89	2.92	0.79	0.91	0.83	0.16	1.72	0.43	1.63	0.01	0.84	1.15	0.78	1.25	0.59	0.00	1.09	0.00	0.14	0.35	0.33	0.29	0.00	0.10	0.09	0.31	0.00	0.05	0.00	0.08	0.00	18
06:00	6.50	12.09	5.87	5.62	3.00	1.91	7.95	3.85	8.49	1.89	5.89	3.29	2.39	5.93	4.10	1.39	4.20	0.75	3.24	2.70	3.92	1.98	1.21	1.75	1.09	3.96	0.65	0.71	0.77	1.66	5.47	114
06:30	16.75	19.27	14.84	15.74	7.80	4.04	15.62	12.45	16.75	4.45	13.31	5.93	4.28	11.46	11.96	6.14	7.48	2.94	10.45	9.72	12.77	8.82	7.30	6.92	6.43	12.83	2.65	2.59	3.09	7.60	24.42	307
07:00	25.47	22.62	23.60	22.36	11.57	6.44	18.08	21.39	22.55	9.17	19.31	9.15	7.20	14.25	21.39	17.40	12.77	4.43	20.89	17.89	22.06	18.69	15.78	15.74	14.24	20.59	5.87	5.68	7.35	16.37	45.22	516
07:30	30.42	27.20	29.26	28.39	14.11	9.25	22.20	26.52	25.00	19.69	23.32	10.65	10.08	22.64	25.76	25.88	22.27	8.58	25.63	23.52	26.54	25.03	23.73	22.89	19.18	26.30	12.78	8.51	19.54	21.63	47.72	684
08:00	33.66	30.05	33.28	31.87	18.42	12.20	29.49	30.57	30.57	24.32	27.06	13.68	13.28	35.16	31.13	28.07	31.81	13.08	30.82	27.39	29.90	27.96	27.97	27.22	26.53	31.14	20.69	15.74	25.66	25.87	84.73	869
08:30	36.23	33.49	35.92	33.62	26.93	17.00	32.58	34.71	33.66	31.42	31.40	16.48	18.62	37.11	33.92	33.43	34.71	19.22	28.92	30.13	32.82	32.75	32.27	27.26	31.03	33.73	26.58	23.06	29.07	29.02	101.31	998
09:00	38.77	35.57	38.12	36.79	34.00	26.40	33.30	35.90	37.74	35.40	32.71	21.60	26.41	38.50	36.22	36.33	37.97	26.41	33.16	34.62	35.46	33.54	35.10	28.70	32.89	35.15	29.75	26.98	31.82	32.01	103.87	1101
09:30	40.42	37.36	39.52	38.56	38.06	36.08	32.15	37.80	39.06	38.41	34.86	26.82	34.22	40.21	38.26	37.73	38.24	27.53	37.09	36.48	37.44	36.50	36.17	31.64	35.17	37.46	32.81	30.90	34.58	34.65	107.95	1184
10:00	41.88	38.71	41.03	40.09	40.98	38.67	31.52	38.06	40.44	39.55	36.55	28.91	40.89	41.28	39.70	39.78	37.96	30.68	39.47	37.99	38.97	38.35	38.16	33.28	37.67	40.02	36.45	35.07	33.09	35.21	106.03	1236
10:30	42.73	39.81	41.77	38.08	40.19	40.04	35.15	40.14	41.19	41.35	38.97	28.96	40.07	41.97	41.33	41.03	40.11	35.10	40.05	39.72	40.39	39.63	39.77	39.02	37.56	40.92	39.46	36.43	31.73	35.46	110.40	1279
11:00	42.86	40.52	42.37	40.31	38.21	42.17	39.07	41.23	42.00	42.14	39.70	33.19	38.44	42.33	42.46	41.26	40.54	35.90	41.96	40.74	41.10	40.78	39.68	41.02	39.86	41.80	41.29	38.51	32.04	36.88	113.71	1314
11:30	42.91	41.20	42.79	40.34	35.67	42.56	40.29	42.31	42.52	42.50	41.13	32.99	39.82	42.81	41.78	41.93	41.62	39.31	42.62	41.72	41.56	41.70	36.60	41.22	39.24	41.98	42.11	39.06	34.48	39.82	108.41	1325
12:00	42.49	41.84	41.98	40.13	33.36	42.56	39.81	42.72	42.40	42.68	42.28	37.09	41.08	42.57	40.76	42.58	40.29	39.01	40.72	41.60	41.86	41.68	33.93	41.57	37.67	41.97	42.43	38.03	32.24	39.21	97.53	1306
12:30	41.76	41.49	41.58	40.76	34.11	42.16	38.73	42.10	42.54	42.70	42.57	38.97	40.79	42.02	38.78	42.77	37.75	38.21	42.53	39.81	41.87	40.32	37.96	41.87	39.44	42.89	42.38	36.60	34.96	38.74	79.73	1289
13:00	40.33	40.78	39.27	39.41	36.59	39.54	37.36	41.17	42.12	40.43	36.32	36.93	36.67	41.20	37.03	42.03	38.37	40.85	39.92	42.82	41.65	34.98	30.62	35.91	34.63	42.81	41.80	36.61	33.80	39.17	96.64	1258
13:30	38.97	39.30	39.46	37.74	37.91	39.16	35.23	40.67	41.22	39.21	32.18	36.18	37.77	39.60	40.89	39.80	37.17	37.05	37.02	42.76	41.10	31.53	24.54	31.44	40.61	40.95	41.42	34.28	33.23	38.46	103.77	1231
14:00	36.62	37.87	37.92	35.09	35.38	37.63	35.05	38.22	39.29	35.77	29.16	33.47	36.80	36.55	39.06	38.70	30.28	27.54	38.44	38.69	39.24	24.20	20.87	31.98	39.98	35.92	39.98	32.48	30.06	33.30	95.55	1141
14:30	35.24	36.10	35.84	33.09	32.33	35.25	34.53	37.07	38.59	35.01	29.24	32.77	33.68	35.09	36.11	31.13	21.42	23.69	29.80	36.27	34.53	19.56	19.71	30.72	34.14	37.45	38.11	29.98	27.50	26.96	85.33	1046
15:00	30.59	34.01	31.70	31.32	27.67	32.28	30.85	33.98	36.40	27.93	23.30	26.38	33.12	31.03	36.44	28.65	13.93	16.78	25.42	32.71	34.29	16.51	19.45	22.74	27.53	33.53	35.67	25.11	21.15	21.77	87.67	930
15:30	26.78	30.19	28.29	27.79	23.50	29.02	28.46	31.26	32.95	18.75	15.40	18.33	29.91	29.64	33.05	21.81	10.07	11.71	18.22	28.15	28.88	17.13	18.78	16.15	20.50	31.01	33.65	22.58	20.49	19.93	67.36	790
16:00	18.85	26.61	25.12	23.13	19.64	24.06	24.57	27.78	30.67	20.97	13.75	13.03	26.87	25.01	25.83	12.90	5.66	8.73	16.85	25.59	21.22	15.84	17.97	15.90	15.94	28.42	29.70	20.83	16.93	16.35	70.56	685
16:30	11.63	21.40	23.85	21.30	19.45	20.26	19.21	26.30	24.83	18.10	8.47	8.80	20.95	15.76	20.36	10.43	3.91	5.71	12.91	25.57	19.22	10.47	15.95	9.07	13.78	23.09	26.59	16.40	9.72	17.15	49.25	550
17:00	7.16	14.97	18.19	14.29	12.23	14.29	12.70	21.45	20.74	8.20	5.29	3.79	13.14	7.17	14.27	7.51	2.09	3.85	9.60	20.69	18.07	7.48	9.53	5.32	9.52	15.18	19.15	9.40	9.41	15.78	22.80	373
17:30	4.24	5.78	10.69	7.89	3.84	8.04	4.78	13.16	12.17	3.82	3.82	1.27	4.41	2.90	8.26	4.04	0.72	2.22	5.00	13.61	10.51	5.15	6.46	2.44	6.53	8.28	13.17	3.59	4.92	9.11	13.29	204
18:00	1.96	0.40	5.14	2.55	0.51	1.30	0.50	4.31	3.31	1.28	1.63	0.10	0.43	0.44	3.37	1.72	0.03	0.63	1.70	4.85	3.38	1.40	3.04	0.43	2.18	2.28	5.03	1.47	1.13	2.80	4.34	64
18:30	0.26	0.00	0.41	0.10	0.06	0.00	0.00	0.28	0.29	0.16	0.15	0.00	0.00	0.00	0.23	0.13	0.00	0.09	0.14	0.64	0.27	0.08	0.23	0.04	0.17	0.08	0.43	0.11	5.00	0.10	0.09	9
TOTAL	736	752	769	727	626	642	681	766	789	665	629	520	632	724	743	675	592	500	673	737	739	612	593	602	644	750	701	571	564	635	1833	21822

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 55: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- febrero del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-febrero del año 2018																													
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
05:30	0.00	0.07	0.07	0.04	0.08	0.00	0.05	0.05	0.00	0.17	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
06:00	3.09	2.09	1.97	1.77	3.68	1.15	3.74	4.80	2.02	4.01	2.48	3.50	1.62	2.52	3.07	1.02	3.09	1.23	1.16	0.89	1.78	2.20	1.71	2.28	2.50	2.69	0.77	2.63	65
06:30	14.08	9.59	5.98	16.25	26.03	9.02	20.62	28.59	14.07	12.12	12.58	17.97	9.05	21.74	7.96	6.91	20.15	4.72	4.09	3.38	12.76	17.04	10.48	21.31	15.53	17.88	6.13	21.56	388
07:00	46.08	32.23	12.28	17.96	48.29	16.63	45.58	55.02	48.16	25.79	30.58	41.51	41.94	25.99	16.46	13.28	36.99	6.08	7.58	27.95	58.25	40.16	21.09	56.78	57.26	31.93	14.18	54.29	930
07:30	63.48	60.93	19.00	28.01	75.50	20.74	86.29	87.33	74.02	45.57	72.90	52.55	73.03	40.16	20.93	18.05	62.33	12.88	11.24	30.19	83.74	74.99	29.75	86.88	86.90	50.11	21.87	84.74	1474
08:00	68.41	53.79	59.31	42.58	88.15	27.95	99.02	99.40	86.64	84.86	84.90	76.60	80.15	48.95	38.37	22.67	72.19	17.47	18.37	37.48	94.95	74.58	34.48	97.00	92.36	93.81	33.61	90.33	1818
08:30	66.06	72.39	63.81	43.55	89.29	35.12	102.98	105.29	96.11	100.90	90.84	87.07	97.06	65.36	51.88	54.22	79.82	22.97	24.09	46.56	102.42	74.37	104.91	102.58	102.89	103.72	58.11	99.88	2144
09:00	61.88	72.12	57.66	62.49	102.15	40.04	108.38	109.62	100.61	106.52	100.70	91.51	105.83	64.44	79.64	44.05	74.22	29.41	31.69	27.57	104.94	64.11	105.74	105.89	104.56	103.18	94.80	104.07	2258
09:30	80.95	106.05	84.53	66.48	109.37	46.98	111.31	112.71	105.33	107.36	109.21	100.80	111.32	84.79	97.05	52.69	89.85	38.45	35.98	38.53	108.88	86.50	108.64	108.77	103.86	112.32	93.39	106.41	2519
10:00	73.97	108.64	90.34	68.64	109.22	45.24	112.45	89.79	101.85	111.59	105.14	102.95	113.18	81.25	105.57	42.29	82.27	51.60	45.51	40.86	110.60	104.42	110.11	108.16	108.48	107.06	107.12	107.89	2546
10:30	68.39	107.60	93.40	78.87	109.66	47.00	111.96	86.14	102.52	112.18	109.50	104.68	114.00	96.95	97.49	69.35	63.40	80.26	52.57	58.31	77.43	107.17	107.93	110.58	108.92	105.81	109.83	110.17	2602
11:00	63.20	109.17	111.03	104.13	111.56	56.14	96.81	68.16	86.37	98.14	86.88	104.36	113.08	98.17	104.25	70.09	85.25	80.29	52.70	83.78	54.12	110.46	103.82	110.99	92.61	112.11	106.52	111.54	2586
11:30	65.93	108.48	112.98	98.35	112.14	56.27	73.19	72.81	79.18	112.02	113.86	109.56	111.43	78.93	68.50	73.34	81.28	90.48	60.03	84.12	105.82	112.55	106.88	112.56	111.87	90.54	103.45	112.35	2619
12:00	65.90	107.63	115.64	77.75	87.16	69.94	60.88	81.73	89.88	98.89	114.68	109.89	111.50	107.45	85.20	58.56	65.54	95.42	65.85	88.76	79.94	111.81	80.69	108.33	105.15	99.89	99.89	105.59	2550
12:30	63.40	77.15	109.24	91.13	94.58	91.62	62.19	56.38	97.82	89.58	115.48	102.84	109.10	105.62	88.42	82.82	63.57	79.26	49.27	105.51	64.24	103.02	101.86	114.38	94.02	85.43	107.51	99.13	2505
13:00	69.47	106.29	110.77	91.37	89.36	67.42	55.58	57.12	99.54	97.14	109.99	102.46	112.16	85.61	59.09	89.30	67.64	75.38	54.31	108.17	61.53	110.81	87.75	92.93	109.87	79.88	77.50	112.32	2441
13:30	67.03	69.93	111.80	84.02	103.39	48.88	69.51	60.58	85.67	112.13	106.17	83.64	112.27	48.26	63.32	68.44	66.14	98.36	42.66	109.17	73.05	98.97	102.78	94.23	111.95	75.23	105.60	108.07	2381
14:00	60.47	79.36	108.01	90.03	95.95	45.46	60.45	58.92	83.11	110.48	111.72	71.03	109.96	30.41	56.57	34.78	55.30	96.46	49.63	71.34	104.48	88.11	109.58	107.53	107.53	77.65	104.68	96.97	2276
14:30	58.10	108.59	100.87	64.89	81.87	48.25	61.13	80.67	69.32	83.46	108.16	69.30	103.48	40.39	56.26	28.34	68.73	79.91	51.24	96.21	108.69	79.16	106.80	109.32	107.64	86.96	99.44	107.25	2264
15:00	51.18	62.671	107.48	66.53	59.15	33.12	43.19	63.65	70.82	79.63	88.34	82.22	108.19	53.18	30.95	42.19	71.92	71.71	66.25	99.10	104.69	74.86	106.58	106.56	106.42	82.58	87.05	105.32	2126
15:30	39.00	71.20	98.80	47.80	44.54	29.93	41.85	37.84	60.66	87.16	95.96	58.86	84.64	26.13	23.35	29.42	59.75	47.91	57.70	96.46	101.56	81.73	102.65	100.09	102.59	94.23	69.77	100.58	1892
16:00	23.90	38.70	93.97	34.77	35.39	20.84	35.01	44.53	79.84	83.99	86.95	44.62	65.01	23.15	13.31	36.05	77.63	63.85	81.55	96.84	95.77	93.62	94.11	97.35	96.55	86.14	74.80	85.80	1804
16:30	17.11	28.36	79.34	24.83	22.07	20.00	35.72	31.41	82.07	53.84	77.00	27.35	51.03	17.43	12.30	28.37	77.40	87.61	91.13	89.29	85.46	88.73	85.61	80.94	87.02	73.20	44.19	73.01	1572
17:00	13.58	18.76	36.59	24.49	11.63	13.20	22.67	21.16	51.22	52.61	51.99	16.95	28.42	5.78	8.40	26.61	45.76	56.67	64.75	66.12	59.59	58.97	54.02	62.31	57.52	55.44	44.53	48.42	1078
17:30	8.24	13.08	29.31	12.08	7.46	7.13	13.31	12.32	17.24	27.92	24.03	8.79	8.62	2.46	14.72	29.57	29.49	12.91	30.89	31.96	22.56	32.56	21.65	36.43	30.76	26.45	15.25	19.58	547
18:00	2.55	7.03	6.45	7.55	3.79	2.73	3.64	4.34	4.92	8.32	4.88	2.96	1.45	0.91	3.85	5.71	6.02	3.72	5.88	5.96	5.72	6.65	3.64	6.74	5.40	4.06	4.40	2.64	132
18:30	0.12	0.16	0.50	0.42	0.28	0.08	0.00	0.02	0.06	0.24	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.07	0.06	0.03	0.03	0.05	0.08	0.07	0.03	0.14	0.08	0.00	0.03	0.01	3
TOTAL	1216	1632	1821	1347	1722	901	1537	1530	1789	1907	2015	1674	1977	1256	1207	1028	1506	1305	1056	1545	1883	1898	1903	2141	2110	1858	1684	2071	45519

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel
	Carbón

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 57: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- abril del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-abril del año 2018																															
Hora\Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
05:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
06:00	1.31	1.20	1.10	2.34	0.76	1.10	0.48	1.11	0.04	0.08	0.07	0.07	0.06	1.48	0.98	0.71	0.30	1.80	0.67	1.70	0.79	0.61	0.29	0.54	0.02	0.21	0.01	4.10	0.19	0.14	24
06:30	21.24	20.81	20.14	12.69	14.68	14.91	11.19	14.72	0.78	0.94	0.89	0.43	0.96	17.84	16.40	15.39	10.13	18.60	13.49	18.65	14.21	9.68	6.58	13.07	3.46	6.60	3.56	16.87	7.04	9.07	335
07:00	58.30	57.82	54.65	50.97	42.24	54.10	44.09	52.33	14.29	8.68	9.11	8.01	8.82	54.11	51.60	48.84	35.77	46.83	46.92	49.83	49.92	38.26	40.06	23.44	25.27	16.23	31.81	46.32	20.98	34.32	1124
07:30	94.99	94.01	88.84	87.85	73.73	85.10	78.70	86.88	60.16	32.98	43.25	37.07	27.38	89.56	86.61	82.66	65.41	72.60	81.30	79.32	79.30	80.88	59.87	71.59	64.17	26.65	66.33	83.91	68.59	62.87	2113
08:00	110.19	109.85	107.20	103.28	95.03	105.90	103.89	105.40	89.56	32.66	41.93	62.30	53.25	107.75	103.90	98.27	84.94	87.35	100.54	97.54	82.12	99.13	95.95	89.87	73.24	41.40	84.34	91.32	93.12	84.31	2636
08:30	104.21	115.56	112.79	110.29	103.41	105.91	95.23	111.74	104.26	34.58	89.68	84.16	70.88	112.52	110.43	106.84	96.32	92.09	105.72	103.37	89.78	99.31	97.12	95.55	88.03	61.50	74.87	97.20	101.68	70.64	2846
09:00	119.29	119.11	117.02	117.11	112.46	114.53	117.67	116.22	107.54	49.67	89.56	70.31	82.19	115.35	113.79	111.10	104.84	86.49	109.26	106.56	97.12	67.87	80.84	104.08	94.01	69.56	103.25	104.51	103.79	104.96	3010
09:30	120.15	120.92	119.22	111.73	107.10	117.52	120.32	118.17	99.14	111.43	96.05	105.16	79.91	117.05	115.57	113.31	108.37	96.05	112.01	109.44	109.70	80.76	110.88	106.20	106.36	92.43	93.41	106.45	111.45	107.96	3224
10:00	116.98	122.24	120.67	114.40	119.06	120.42	120.16	119.43	116.34	89.59	91.59	113.85	60.73	118.13	116.07	114.91	111.11	98.11	113.45	111.25	109.15	114.52	115.77	108.40	99.50	91.99	106.65	110.05	112.21	111.81	3289
10:30	124.69	123.39	121.97	110.43	118.37	120.87	121.36	120.46	117.00	101.20	103.21	117.45	67.57	119.17	115.75	115.87	112.11	98.73	114.40	112.11	103.55	111.14	104.72	109.36	88.97	84.27	112.51	112.65	113.91	113.44	3311
11:00	118.20	123.26	123.05	84.74	113.78	120.66	121.00	120.89	118.38	74.53	105.46	118.61	73.07	119.39	114.63	116.47	114.28	99.77	115.19	112.65	106.70	107.93	112.94	109.82	100.56	90.77	113.85	113.30	112.85	114.07	3291
11:30	123.66	122.83	121.13	125.10	121.59	121.20	121.97	120.94	120.53	112.73	90.35	119.53	94.93	119.73	116.73	116.71	116.43	100.27	115.69	114.20	115.05	111.42	112.93	110.04	108.86	77.34	113.03	113.63	112.45	114.11	3405
12:00	125.96	124.35	110.28	93.75	121.40	121.26	123.60	120.69	100.44	104.76	119.27	120.48	115.76	118.86	116.47	116.21	115.62	98.47	116.34	115.30	117.66	114.42	114.49	98.75	99.27	76.32	110.65	113.42	112.04	112.90	3369
12:30	126.21	124.00	114.99	103.41	115.67	121.32	124.13	110.90	97.56	120.74	117.46	121.23	104.54	117.55	116.56	116.08	116.83	101.15	115.80	115.82	93.82	115.11	115.01	107.42	94.61	88.80	104.01	113.68	113.47	114.62	3363
13:00	124.91	123.53	118.48	92.85	122.22	121.27	122.11	110.10	100.79	121.76	70.89	120.70	85.96	117.16	108.47	115.57	116.46	101.50	116.53	116.10	118.95	116.19	114.69	116.43	71.53	66.99	113.08	109.91	112.33	114.80	3282
13:30	122.47	123.12	116.65	85.69	121.78	120.61	119.74	110.03	93.09	101.16	59.32	119.16	80.37	115.60	116.19	115.32	116.34	100.68	117.33	116.49	112.50	116.47	109.65	100.54	57.36	56.11	115.21	100.08	114.52	114.38	3168
14:00	121.26	121.82	112.92	109.23	119.87	119.13	122.58	106.30	64.40	83.91	93.56	118.75	76.28	115.39	115.40	114.31	115.98	99.93	116.20	116.40	113.65	115.13	112.19	111.57	53.97	43.58	113.93	109.66	113.42	112.94	3164
14:30	119.38	117.45	113.20	94.91	116.77	117.02	101.65	101.79	50.91	111.18	74.19	116.85	65.78	112.70	113.15	112.23	113.56	97.10	114.01	114.31	110.27	112.46	109.95	103.86	53.81	35.87	110.49	105.69	111.55	110.66	3043
15:00	115.97	117.89	110.45	100.71	107.08	98.88	104.07	103.97	33.66	110.58	93.65	113.92	61.84	109.22	109.01	109.47	109.35	93.53	110.88	111.28	105.43	110.13	106.32	101.01	32.90	29.42	105.43	55.99	107.56	105.31	2885
15:30	113.47	93.47	103.45	99.02	108.51	109.38	75.68	89.19	21.30	102.65	80.27	102.12	51.18	103.57	104.75	104.71	102.75	87.55	105.48	104.89	92.84	94.19	99.76	90.54	26.58	22.03	100.83	73.39	96.66	96.18	2656
16:00	99.37	75.35	88.64	88.83	95.90	73.78	92.30	43.59	15.95	98.52	98.52	102.23	38.38	86.60	88.24	89.39	85.10	72.30	84.70	83.80	77.90	75.84	75.21	63.34	17.78	23.42	75.81	38.45	74.76	59.55	2184
16:30	66.33	66.75	55.58	34.73	60.89	52.28	32.88	23.79	12.31	57.29	69.16	86.79	30.07	51.90	52.86	54.51	50.22	38.52	49.78	44.98	41.07	44.13	38.95	20.87	10.48	13.43	38.32	10.68	40.09	31.04	1281
17:00	33.52	28.09	22.82	28.67	26.10	29.40	25.44	10.10	7.07	24.50	26.75	49.18	19.33	19.95	20.71	23.68	18.74	11.64	17.58	14.20	13.85	17.84	11.06	12.99	3.99	6.90	11.04	0.34	12.11	10.16	558
17:30	6.34	3.63	3.24	4.89	3.23	4.93	3.38	0.89	3.93	7.58	19.14	17.95	6.80	2.29	1.73	3.76	1.57	0.60	1.28	1.48	0.55	1.65	0.48	1.07	0.09	0.07	0.28	0.00	0.36	0.52	104
18:00	0.05	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.84	0.88	1.67	1.33	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	2288	2250	2179	1968	2142	2172	2104	2020	1550	1695	1685	2028	1356	2163	2126	2116	2023	1802	2095	2072	1956	1955	1946	1870	1375	1122	1903	1832	1967	1911	57667

Nota		
Tipo de Combustible	Gas Natural	
Desplazado	Petróleo Diesel	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 58: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado- mayo del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-mayo del año 2018																																
Hora\Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
05:30	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.13	0.07	0.07	0.07	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
06:00	0.49	0.39	0.68	0.06	0.23	0.26	0.26	0.10	0.02	0.74	0.02	0.01	0.40	0.10	0.37	0.65	0.07	0.08	0.01	0.16	0.96	5.63	0.19	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	12
06:30	11.91	11.15	9.23	7.90	12.66	9.99	13.10	7.14	4.60	3.69	7.22	6.64	11.80	7.29	11.16	11.05	6.22	6.15	7.64	7.93	9.04	28.41	6.65	5.34	5.14	5.44	3.21	0.02	5.44	5.21	0.07	248
07:00	43.28	42.48	34.56	33.35	28.44	39.70	41.71	25.54	15.75	12.17	33.14	30.77	42.73	32.81	38.04	45.14	31.53	31.35	38.98	35.72	36.36	56.41	21.30	28.87	29.09	30.21	23.25	5.54	31.91	31.79	7.62	980
07:30	77.40	73.74	63.26	65.30	76.53	72.31	69.19	41.22	35.37	22.19	62.42	57.82	75.15	60.61	47.36	80.03	59.69	59.47	70.49	65.65	65.49	79.80	50.64	55.84	57.40	59.00	47.36	32.48	60.94	61.52	31.99	1838
08:00	101.54	95.29	84.77	92.28	103.06	96.30	92.38	77.08	53.56	39.43	91.25	81.27	99.76	85.13	91.41	105.66	85.22	87.86	98.35	92.70	91.12	84.58	87.87	81.99	84.18	86.01	70.81	61.56	89.80	95.75	62.27	2650
08:30	106.33	100.86	91.33	100.10	106.33	103.71	99.55	60.17	67.22	87.37	98.69	87.90	104.69	97.02	86.80	109.67	92.23	97.58	106.14	100.91	98.69	100.05	99.35	94.27	94.83	94.20	77.91	89.39	95.76	100.90	88.70	2939
09:00	109.38	105.86	95.30	103.94	109.15	106.73	103.94	88.10	48.02	94.45	104.93	91.78	107.40	105.54	97.24	111.68	98.13	104.69	109.98	106.91	106.87	103.78	102.36	101.41	100.21	101.75	81.76	95.42	96.85	103.07	100.41	3097
09:30	111.66	110.90	96.92	111.02	112.80	108.12	105.68	76.24	63.68	103.10	109.48	94.60	108.72	111.77	101.89	112.90	103.99	109.11	110.73	109.90	109.57	104.56	103.53	102.98	102.04	103.34	88.10	98.97	96.93	104.65	103.76	3192
10:00	112.35	113.48	102.74	113.11	112.14	109.05	106.33	90.23	85.97	108.78	112.15	98.95	109.91	112.56	107.27	112.51	108.89	111.82	111.44	111.47	110.46	105.67	104.56	104.00	102.68	104.82	91.52	101.59	98.93	105.43	105.31	3286
10:30	112.27	114.78	110.81	115.07	113.64	93.58	106.77	94.26	99.48	110.44	112.18	102.99	110.31	111.52	108.22	112.20	111.85	111.54	111.07	111.78	110.45	106.40	105.24	104.72	104.63	106.11	94.53	105.31	101.67	106.88	106.68	3327
11:00	111.92	115.69	115.70	115.07	113.47	110.99	106.72	95.22	83.73	109.94	112.51	105.59	110.47	110.27	110.50	112.47	110.99	111.41	110.79	111.88	110.20	106.73	105.90	104.97	104.71	106.62	95.24	106.91	103.44	106.97	107.39	3344
11:30	112.79	116.21	115.13	116.01	112.76	106.92	99.68	86.11	111.88	113.73	106.91	110.23	106.42	112.17	112.69	112.43	110.89	111.14	112.48	95.64	106.86	106.46	105.53	105.98	106.84	98.49	107.51	106.87	107.46	106.85	3348	
12:00	113.10	115.28	114.78	115.77	113.01	111.08	109.02	104.10	102.37	112.83	114.58	111.17	110.61	110.64	112.67	112.22	112.69	111.66	111.24	112.06	93.28	108.70	107.15	106.11	107.43	106.87	98.57	108.12	106.89	108.71	107.84	3391
12:30	114.00	114.66	114.12	114.62	113.40	111.03	108.77	104.41	98.02	113.67	114.55	111.40	112.02	110.40	112.08	111.32	113.20	112.76	110.13	111.10	93.60	109.18	108.97	106.97	107.92	108.23	99.18	108.82	107.14	109.51	108.52	3394
13:00	114.27	114.16	112.92	113.93	112.37	110.94	107.90	102.32	85.35	113.82	114.72	111.42	111.21	110.45	112.41	111.14	105.89	112.67	109.19	110.12	92.94	108.57	109.85	107.78	108.48	109.74	99.20	109.29	107.48	107.51	108.63	3367
13:30	114.41	114.16	113.93	113.49	112.10	110.51	108.72	101.50	105.49	113.11	114.56	111.06	110.56	109.56	111.43	110.50	108.85	112.32	109.02	109.58	92.03	107.57	110.00	108.32	108.18	110.27	98.46	109.99	107.81	104.43	109.46	3381
14:00	113.62	112.84	112.15	113.17	110.28	109.01	106.48	102.47	90.26	87.55	112.84	111.11	110.39	108.73	110.34	109.77	111.72	111.07	107.72	107.61	90.70	105.43	109.25	108.15	106.75	104.19	99.35	109.96	107.07	103.65	110.01	3314
14:30	112.54	111.27	109.57	111.47	104.23	107.70	104.17	92.17	68.40	93.32	111.09	109.07	106.08	106.95	108.61	107.74	109.69	109.06	105.25	105.47	88.18	101.70	106.99	106.34	104.85	105.57	98.39	108.64	104.53	102.37	110.04	3231
15:00	109.16	107.62	104.52	108.45	106.09	103.73	99.56	74.72	88.94	93.85	107.96	105.73	103.69	102.54	104.94	103.79	104.78	105.18	102.12	101.75	84.18	92.02	102.92	102.66	102.86	99.63	96.12	106.48	102.23	98.50	107.61	3134
15:30	100.63	98.91	95.72	99.55	96.91	95.02	93.42	69.48	73.94	74.84	98.77	97.20	96.89	93.99	96.38	92.53	93.33	96.14	92.11	92.37	76.74	60.84	92.29	93.56	93.52	82.96	88.04	103.53	93.38	90.46	105.22	2829
16:00	73.77	63.06	68.59	73.01	70.45	66.33	70.05	48.71	42.37	57.00	69.03	67.55	65.74	61.64	65.10	58.50	57.39	64.32	61.38	58.17	50.11	30.98	58.20	61.86	61.91	59.35	56.32	94.60	61.95	57.71	95.92	1951
16:30	38.72	40.47	38.26	39.56	38.29	34.96	42.81	21.33	15.19	32.35	33.98	35.62	28.98	26.07	33.15	27.85	24.89	32.61	30.82	29.74	24.86	6.62	23.86	30.53	28.29	26.61	26.18	62.97	31.25	27.75	54.36	989
17:00	9.96	11.64	10.82	12.14	11.77	8.66	21.50	8.05	4.33	8.00	7.71	8.65	5.06	5.02	7.76	6.31	4.14	7.34	6.14	6.29	5.28	0.06	3.91	6.36	5.32	5.72	5.17	31.97	6.34	5.51	21.62	269
17:30	0.20	0.30	0.24	0.24	0.27	0.14	15.44	0.11	0.07	1.38	0.14	0.13	0.00	0.00	0.12	0.12	0.00	0.11	0.09	0.08	0.07	0.00	0.01	0.09	0.15	0.11	0.08	6.29	0.06	0.07	3.10	29
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
TOTAL	2026	2005	1916	1989	1990	1927	1941	1584	1418	1706	1958	1845	1953	1887	1887	1979	1868	1917	1932	1912	1737	1821	1827	1829	1827	1824	1637	1865	1825	1846	1863	57541

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 59: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-junio del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-junio del año 2018																															
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
05:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
06:00	0.15	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.45	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
06:30	8.66	3.10	1.65	0.05	6.45	2.72	1.74	3.80	3.96	2.00	2.09	1.36	2.40	2.22	3.07	4.95	3.96	2.68	2.72	2.50	2.70	1.07	2.32	3.21	3.12	2.29	1.99	1.28	2.68	2.74	85
07:00	30.12	25.67	4.81	1.82	31.12	16.87	15.42	30.14	29.49	21.34	23.54	21.60	18.55	13.60	14.11	22.28	27.86	21.79	21.55	13.21	21.51	14.72	20.12	23.15	22.43	12.71	9.29	20.26	23.80	24.16	597
07:30	63.92	49.54	13.08	4.06	52.73	41.65	31.58	26.38	57.68	47.59	44.70	37.91	35.18	29.50	26.39	42.81	56.72	49.16	47.17	47.18	49.05	37.31	47.25	49.31	48.54	29.74	17.63	50.11	55.90	58.08	1248
08:00	92.60	80.37	26.50	8.16	71.50	64.89	24.17	46.36	86.94	79.37	65.88	75.39	43.64	72.37	44.45	72.07	87.09	81.23	78.70	77.45	80.72	65.55	76.89	76.99	67.44	66.63	24.57	75.19	82.55	84.75	1980
08:30	97.77	90.55	20.35	12.64	51.87	21.24	28.89	68.71	92.85	86.48	40.40	73.26	82.21	69.39	50.44	79.90	94.16	88.28	88.27	89.44	91.02	75.81	88.36	83.74	79.62	75.81	34.50	90.69	97.77	99.81	2144
09:00	101.84	99.36	23.80	25.35	77.94	33.17	63.52	52.83	95.48	87.41	85.22	87.90	92.89	90.54	72.82	78.69	97.98	94.80	97.35	95.16	94.93	84.43	96.68	84.68	88.37	81.11	36.45	98.12	102.49	102.98	2424
09:30	83.53	100.48	26.56	22.93	77.28	35.37	86.42	55.43	98.26	91.33	89.18	89.27	99.91	95.56	77.75	96.83	103.71	99.60	99.65	100.76	98.00	87.05	99.24	88.57	96.10	82.45	74.98	101.13	104.34	104.53	2566
10:00	100.92	101.27	31.08	48.07	87.95	45.59	100.72	69.62	102.20	96.38	91.58	92.67	97.00	87.73	95.20	99.17	104.52	100.68	101.81	102.25	102.09	89.65	100.74	92.01	97.96	84.95	91.15	102.13	105.39	105.40	2728
10:30	107.78	92.96	60.31	60.20	102.63	50.19	99.16	67.43	103.73	97.85	95.39	98.31	102.83	105.06	103.43	101.36	101.08	101.63	102.35	103.21	104.31	96.89	101.39	94.02	99.03	85.98	73.82	103.80	107.72	105.93	2830
11:00	108.13	103.12	35.44	72.47	96.83	60.38	102.74	79.01	103.76	100.41	93.18	102.03	104.91	105.06	98.17	99.84	104.72	102.62	103.43	104.38	105.26	98.02	101.64	94.02	99.51	91.82	88.58	103.54	107.85	105.49	2876
11:30	107.28	105.93	44.17	46.25	104.06	67.42	101.38	66.43	104.32	100.81	95.37	105.22	102.64	105.21	98.06	104.68	106.03	103.99	104.61	105.20	105.91	101.15	102.53	96.87	100.04	98.48	83.52	103.15	107.44	105.32	2883
12:00	108.44	107.28	49.26	49.82	71.47	79.09	104.01	77.98	103.00	100.74	96.99	106.40	70.16	106.70	99.58	107.24	106.03	105.05	105.70	106.44	106.83	95.20	103.16	99.20	101.54	96.97	101.81	104.61	107.30	105.95	2884
12:30	109.49	106.69	33.44	65.20	66.04	75.44	104.46	74.46	107.44	96.91	98.83	106.72	77.10	107.91	102.88	107.47	104.92	105.45	106.54	107.00	107.95	102.98	102.52	101.53	102.04	101.45	79.53	105.40	107.99	106.74	2883
13:00	109.08	107.46	51.45	48.27	96.93	53.14	103.52	60.63	95.76	96.60	98.41	107.64	68.27	106.35	101.87	108.98	102.23	106.06	107.25	107.52	108.82	98.16	102.88	101.46	102.30	96.31	77.35	103.34	108.00	106.83	2843
13:30	109.23	94.25	62.71	50.68	103.53	53.48	105.54	54.88	107.24	101.54	97.51	107.46	63.63	105.39	96.10	108.36	98.27	105.94	107.10	109.74	108.92	100.89	103.22	101.92	102.60	92.00	89.29	104.54	107.61	107.01	2861
14:00	108.46	103.17	39.98	34.72	100.93	68.92	101.63	80.76	85.56	70.83	95.90	107.36	63.59	97.39	90.73	107.66	92.85	105.32	105.41	109.65	108.23	100.58	103.01	101.58	102.59	102.45	96.63	103.73	106.73	104.80	2801
14:30	107.13	105.14	33.79	33.21	99.25	55.83	99.58	93.60	91.20	58.74	94.11	106.92	65.09	94.00	92.82	100.93	85.23	103.63	104.41	107.40	106.91	98.74	101.69	99.39	100.73	92.10	92.47	100.96	105.69	104.44	2735
15:00	102.85	100.33	17.43	48.16	86.93	52.32	93.08	66.38	53.40	32.40	89.70	103.41	46.99	59.61	80.14	99.51	75.41	98.67	100.80	102.72	103.90	94.43	99.01	95.33	96.11	88.00	96.88	93.27	102.60	101.21	2481
15:30	93.42	68.04	14.86	44.67	64.21	48.28	86.88	50.47	30.89	39.66	79.59	94.20	35.51	39.30	60.57	78.94	61.24	90.22	91.77	93.36	93.16	83.17	90.61	84.63	86.99	84.65	88.50	84.02	95.25	92.69	2150
16:00	60.48	43.33	7.90	25.29	51.18	17.04	58.79	55.65	35.39	48.64	43.35	62.33	24.55	18.30	32.76	45.48	40.96	60.42	61.23	62.35	62.88	56.55	63.46	55.71	55.39	59.95	52.27	49.44	66.66	65.40	1443
16:30	29.95	14.68	2.96	13.45	14.83	19.26	17.37	28.40	8.14	22.79	22.75	31.14	21.54	6.58	14.07	30.06	22.08	30.99	31.36	30.00	31.95	29.16	35.08	27.68	28.48	27.61	29.24	26.00	35.50	34.37	717
17:00	5.43	2.24	1.01	1.41	2.77	1.22	3.22	5.06	1.89	3.71	3.95	6.25	2.37	1.45	2.97	7.57	4.87	6.74	7.21	6.83	6.75	6.18	7.94	5.52	6.16	4.77	6.33	7.22	8.15	8.13	145
17:30	0.07	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.04	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.09	0.06	0.16	0.11	0.44	0.15	0.10	0.15	0.07	0.19	5.42	0.08	0.12	0.14	0.15	8
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	2
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	1847	1705	603	717	1518	964	1534	1214	1599	1484	1548	1725	1321	1519	1458	1705	1682	1765	1776	1784	1802	1618	1750	1661	1687	1565	1347	1732	1850	1837	46316

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 60: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-julio del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-julio del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00	0	
6:00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.03	0.05	0.07	0.04	0.05	4.16	4.46	9	
6:30	2.73	3.44	4.66	1.08	1.84	2.47	2.39	1.63	2.15	1.74	0.42	0.21	0.18	0.55	1.75	2.49	2.44	1.07	0.38	1.79	0.51	2.99	3.33	2.33	3.73	3.58	3.91	3.65	4.13	30.26	29.82	124
7:00	22.44	24.31	25.77	15.04	21.02	22.28	18.31	18.85	22.84	19.39	6.36	2.75	4.76	6.46	12.69	23.94	22.49	18.53	4.38	16.74	4.61	24.08	23.26	15.65	28.05	16.91	17.63	27.16	28.69	66.45	64.56	646
7:30	52.21	54.18	57.87	55.36	45.01	49.95	55.92	49.71	57.53	56.53	10.15	8.24	10.71	36.64	26.59	54.87	56.30	48.42	11.69	48.28	16.38	58.03	55.18	35.00	63.69	57.02	35.31	59.34	62.02	93.75	92.83	1475
8:00	78.73	65.65	84.16	84.17	83.36	82.24	86.66	76.01	86.09	85.80	15.86	16.97	13.50	55.44	36.08	83.64	85.78	66.82	17.35	83.74	21.55	83.63	83.00	85.67	88.22	81.41	82.76	86.44	90.34	100.57	101.00	2193
8:30	94.08	100.88	93.91	97.59	100.03	89.86	95.26	85.34	94.86	98.18	32.99	26.88	25.26	73.85	42.70	94.65	95.42	88.80	23.79	90.54	19.88	93.79	94.33	83.85	99.19	77.35	89.57	93.76	97.77	104.44	105.43	2504
9:00	96.37	98.78	98.96	101.14	103.28	81.00	98.62	89.55	98.89	103.11	35.51	27.72	38.95	61.51	60.18	98.81	99.33	80.70	66.45	91.21	35.12	96.31	99.85	97.62	96.34	98.48	98.71	98.40	101.06	107.32	107.13	2666
9:30	99.83	106.02	102.52	100.55	104.00	89.02	100.72	93.88	101.74	104.06	34.35	33.28	46.41	79.19	105.18	102.47	102.33	98.30	64.14	63.22	39.05	102.09	102.87	104.27	103.79	100.45	101.04	101.70	103.52	110.37	107.73	2808
10:00	103.78	107.28	102.22	101.98	102.41	102.67	102.61	97.44	106.14	103.93	37.44	44.82	62.42	97.04	106.78	103.18	105.23	101.98	65.48	49.45	30.75	104.13	103.70	107.01	105.41	106.05	102.26	103.37	106.72	112.81	107.80	2894
10:30	105.89	107.31	100.47	102.55	101.12	97.94	103.77	101.26	108.07	100.24	42.88	53.58	70.41	83.57	107.18	103.84	108.42	104.73	76.65	75.81	42.66	103.11	104.94	104.42	99.97	109.11	103.88	106.19	109.75	113.73	107.45	2961
11:00	106.97	107.59	102.04	103.93	100.02	89.18	103.48	102.75	108.57	105.20	48.96	53.48	60.12	69.21	107.26	104.30	110.22	53.35	98.84	62.94	33.83	104.51	106.54	108.42	108.84	110.77	103.98	112.20	112.54	113.14	107.71	2921
11:30	106.38	107.60	104.78	108.22	104.35	94.73	104.50	104.19	109.84	106.21	55.06	65.85	59.21	66.98	108.10	104.56	110.84	79.11	103.52	83.78	29.02	105.99	107.24	106.60	109.76	108.79	104.44	113.77	113.87	113.86	109.25	3010
12:00	106.22	107.93	102.81	108.36	84.50	76.94	107.17	106.26	109.64	102.99	54.64	57.03	50.59	89.18	109.10	105.34	111.37	73.54	65.27	80.23	39.39	106.27	105.66	100.15	112.12	109.86	104.75	114.32	114.14	114.60	109.73	2940
12:30	106.52	107.88	107.87	108.30	77.48	85.86	109.32	108.93	109.04	96.01	70.52	45.77	53.83	107.29	109.70	108.88	111.24	82.08	54.68	108.58	38.04	105.13	105.66	107.24	104.80	109.26	106.00	114.54	115.16	114.44	109.40	2999
13:00	107.29	107.39	108.94	108.14	96.88	103.84	109.58	108.36	109.45	76.58	67.93	34.87	52.18	76.74	110.36	110.50	112.17	77.02	48.10	79.04	32.56	104.10	104.61	92.04	110.69	110.16	108.75	114.68	115.15	114.64	110.20	2923
13:30	106.68	108.11	105.53	108.09	95.93	68.10	109.57	108.17	109.64	81.86	57.35	34.17	46.04	76.93	110.71	110.70	112.95	94.85	55.09	81.35	36.88	102.56	105.29	102.55	111.46	110.17	108.18	114.29	115.24	115.38	86.25	2890
14:00	105.87	107.26	92.62	107.43	97.90	106.36	108.55	107.80	109.09	88.43	86.11	33.30	33.30	56.82	109.85	110.51	110.82	83.49	43.82	69.73	31.76	99.00	106.66	104.93	109.49	111.07	106.28	113.04	113.95	113.70	105.45	2884
14:30	104.33	105.18	93.97	105.49	102.27	63.76	106.06	106.12	107.84	97.07	38.11	22.81	26.40	93.90	108.47	108.98	106.98	102.35	22.29	48.61	32.00	98.39	105.23	96.24	106.87	108.52	104.70	111.23	111.64	110.74	101.83	2758
15:00	101.07	96.72	98.77	102.56	53.57	58.96	102.57	104.17	105.49	82.05	32.77	16.68	21.22	85.23	105.91	105.49	102.48	45.06	10.19	23.61	22.49	95.40	103.61	102.36	104.55	105.09	101.82	108.33	108.26	104.50	75.89	2487
15:30	91.91	77.57	88.88	95.16	44.74	43.22	95.35	97.06	99.16	49.10	28.90	14.56	23.25	84.71	99.46	97.95	96.82	41.97	6.52	15.84	23.28	88.91	90.94	93.07	96.94	96.46	94.50	101.51	101.35	80.52	48.84	2208
16:00	65.05	63.14	56.97	66.91	47.93	36.16	69.54	71.25	72.89	29.10	31.11	12.07	10.91	32.15	76.28	73.22	70.92	22.72	10.35	7.30	17.23	68.06	69.29	42.14	76.12	71.99	73.13	80.83	80.45	51.05	28.75	1585
16:30	33.82	24.55	28.80	34.95	11.77	16.35	37.43	38.56	40.97	21.28	14.16	7.35	6.41	16.14	43.92	38.31	42.31	18.00	4.12	14.74	8.13	32.00	38.14	20.70	44.94	27.38	40.96	44.58	42.62	17.51	6.48	817
17:00	7.05	8.56	3.87	8.40	2.56	4.69	9.03	10.96	10.81	4.71	6.85	1.82	1.49	6.35	12.63	10.66	10.43	4.14	1.15	2.61	4.14	12.14	12.09	13.99	9.99	7.44	12.74	11.25	11.15	0.83	0.17	225
17:30	0.14	0.16	0.08	0.18	0.06	0.05	0.19	0.28	0.26	0.09	0.09	0.03	0.02	0.23	0.35	0.29	0.31	0.07	0.10	0.04	0.29	0.43	0.43	0.43	0.55	0.25	0.68	0.17	0.17	0.00	0.00	6
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	1805	1797	1767	1826	1582	1466	1837	1789	1881	1614	809	614	718	1356	1711	1858	1888	1387	854	1199	560	1791	1832	1727	1896	1838	1806	1935	1960	2009	1828	48936

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel
	Carbón

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 61: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-agosto del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-agosto del año 2018																																
Hora\Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
05:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0
06:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.11	0.14	0.22	0.16	0.04	0.27	0.33	0.46	0.14	0.38	0.56	0.71	0.89	1.03	1.05	1.14	8
06:30	3.61	1.41	1.38	0.94	5.08	5.52	3.68	4.78	4.67	6.46	6.49	7.46	5.17	7.76	2.23	9.14	8.77	9.67	10.43	6.40	11.41	11.77	12.87	11.01	12.73	14.95	15.36	15.04	17.60	10.52	15.84	260
07:00	16.62	20.60	6.10	6.81	34.78	37.46	34.20	30.97	37.57	38.54	37.77	40.29	31.34	41.31	38.39	45.12	43.96	44.69	45.38	36.73	48.02	48.15	50.30	50.12	51.44	55.23	55.62	53.62	52.79	51.16	54.89	1240
07:30	40.27	27.96	15.90	16.75	72.02	76.74	71.02	76.22	76.40	75.11	73.82	76.00	73.41	78.19	76.43	82.41	79.92	80.71	81.99	74.34	82.73	83.22	85.86	88.00	86.65	94.73	92.19	87.58	86.40	78.73	90.23	2282
08:00	59.16	49.25	28.71	23.63	99.97	105.68	95.96	102.38	98.82	99.78	98.15	100.69	104.23	102.69	101.62	109.53	102.26	101.72	102.88	108.81	105.21	103.49	106.03	107.77	105.06	113.30	109.28	104.30	104.14	78.96	106.02	2939
08:30	72.89	83.39	48.50	31.38	108.41	111.45	102.04	109.08	107.48	106.77	104.71	106.92	108.47	110.13	107.38	115.73	109.61	107.29	108.25	113.65	114.67	109.63	112.39	113.55	110.44	117.95	115.74	108.86	109.67	111.85	111.64	3210
09:00	70.51	69.63	62.67	73.97	112.41	113.03	105.15	112.27	112.45	113.00	108.55	110.47	111.21	118.21	111.30	119.04	113.66	111.47	112.13	117.33	117.85	116.29	117.69	116.85	114.42	121.29	119.27	118.68	113.28	122.79	115.07	3372
09:30	89.77	57.51	57.21	66.59	114.87	114.70	107.51	114.63	114.29	116.44	111.08	113.48	112.88	119.91	115.33	121.11	118.77	114.82	115.40	119.84	119.53	119.69	123.02	121.80	118.01	122.98	121.43	121.55	114.80	123.87	117.40	3440
10:00	72.47	80.17	68.54	45.96	116.31	115.42	109.40	115.78	115.11	117.78	113.03	117.63	114.34	119.67	118.88	122.90	121.70	118.09	119.83	120.95	121.10	120.63	124.94	124.57	122.65	124.55	122.58	122.53	117.28	118.94	119.60	3483
10:30	90.17	89.29	73.04	61.61	116.45	114.31	111.05	116.12	116.20	118.38	115.41	118.51	114.80	121.54	121.32	123.46	122.25	122.57	123.00	122.14	120.97	121.32	126.09	125.79	123.42	124.90	123.13	123.02	120.91	125.22	121.45	3568
11:00	72.54	104.07	63.85	66.33	116.47	116.34	110.98	116.20	116.73	118.36	118.64	119.75	116.94	121.32	121.74	123.27	122.39	124.78	123.37	123.75	122.07	122.35	127.57	126.39	123.90	125.18	123.35	123.57	124.53	125.38	123.00	3585
11:30	80.88	111.88	72.25	75.86	117.08	116.34	112.19	116.34	116.04	119.14	119.26	119.92	118.09	121.36	122.14	122.97	122.44	125.44	121.97	120.72	122.78	123.95	128.68	126.97	124.37	125.58	124.23	124.58	126.04	127.51	127.51	3635
12:00	104.09	113.80	68.45	80.25	117.69	117.12	114.80	117.53	117.52	120.37	119.83	120.11	119.69	122.80	122.87	123.65	123.45	125.86	122.50	92.03	122.76	125.34	129.49	127.31	127.40	126.17	124.89	125.37	127.33	118.49	127.85	3647
12:30	115.40	114.59	82.19	74.50	118.47	117.44	120.50	117.94	118.79	120.87	120.52	120.75	120.88	122.93	123.64	123.94	124.53	126.55	122.90	122.76	123.69	126.00	129.11	127.89	128.17	126.36	125.88	125.62	127.78	118.71	127.68	3717
13:00	93.14	112.99	73.01	87.20	118.27	118.07	120.80	117.64	119.71	121.74	120.89	120.80	121.68	122.29	123.66	123.62	124.94	127.09	122.36	115.51	124.23	126.39	128.29	127.91	128.41	126.21	125.81	126.06	127.90	107.70	127.50	3682
13:30	103.85	114.96	72.41	72.84	118.03	119.16	120.36	118.29	119.82	121.15	121.15	119.46	122.19	117.96	123.33	123.29	124.38	126.02	121.90	120.46	124.48	126.04	127.56	128.01	128.36	125.20	124.88	125.92	127.12	127.15	127.17	3693
14:00	88.21	113.53	86.47	83.84	117.92	118.49	118.85	117.65	118.63	120.69	121.03	120.51	122.24	122.41	122.43	122.85	123.22	124.84	122.26	119.54	124.01	125.09	126.55	127.43	127.67	124.71	124.12	123.36	125.83	118.15	126.31	3679
14:30	58.51	109.30	73.00	64.87	115.55	118.06	117.46	117.15	118.04	119.93	120.28	118.97	121.60	121.72	121.30	121.44	121.87	122.84	121.54	119.86	122.20	123.70	123.40	125.78	125.76	122.63	122.30	112.49	123.85	119.76	124.96	3570
15:00	43.79	108.14	61.45	51.38	113.72	115.71	115.14	115.22	115.32	117.82	117.34	113.09	119.50	118.43	118.62	118.65	118.88	120.10	117.90	117.45	119.21	120.98	118.29	122.86	122.81	119.75	117.58	117.05	120.75	117.98	120.86	3456
15:30	45.31	94.64	44.59	28.69	107.05	110.00	108.84	109.11	107.69	110.50	109.63	106.80	113.46	111.55	111.44	113.50	112.64	114.34	112.06	111.51	113.06	115.34	107.52	116.84	114.10	113.97	109.32	110.25	114.49	110.06	114.27	3223
16:00	37.28	72.09	44.08	15.16	87.95	91.96	90.56	91.17	91.78	94.12	93.40	84.44	96.39	93.05	95.33	97.66	96.68	97.67	96.80	97.11	97.50	100.22	93.59	101.41	102.01	99.54	93.52	88.56	99.43	96.29	99.05	2736
16:30	30.54	20.32	10.48	8.33	87.95	49.21	56.05	56.93	57.45	58.03	55.58	30.26	59.99	60.95	60.89	61.98	61.17	62.15	59.94	57.44	61.97	63.74	58.78	62.68	66.37	64.74	58.94	60.20	64.09	54.80	62.58	1685
17:00	10.03	4.74	2.85	3.17	53.96	20.36	20.89	21.45	22.01	21.27	19.61	19.93	22.93	21.45	24.04	24.78	23.73	24.59	23.91	25.54	24.87	24.28	23.09	23.77	27.17	26.82	23.32	22.49	25.15	24.32	23.98	681
17:30	0.35	0.30	0.19	0.02	19.38	1.06	1.44	1.76	1.56	1.52	2.01	1.40	1.58	1.25	1.52	2.04	1.98	1.91	2.14	2.10	1.98	1.84	1.81	2.05	2.17	2.59	2.25	2.18	2.49	2.69	2.18	70
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	2
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	1399	1675	1117	1040	2191	2124	2069	2117	2124	2158	2128	2108	2153	2199	2186	2252	2223	2235	2211	2166	2247	2260	2283	2307	2294	2320	2276	2244	2275	2192	2288	64861

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 62: Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible desplazado-setiembre del año 2018

Producción de energía eléctrica marginal por tipo de combustible (MWh)-setiembre del año 2018																															
HoraDía	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
05:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.14	0.10	0.16	0.09	0.27	0.24	0.04	0.51	0.23	2
06:00	0.56	1.36	1.82	1.95	1.76	2.15	2.47	2.81	2.28	3.22	2.52	2.96	2.82	4.94	4.69	3.46	0.02	3.68	3.95	2.85	3.95	8.02	8.17	5.03	7.86	9.55	11.56	7.80	11.92	9.63	136
06:30	17.75	21.65	23.19	21.00	21.01	19.13	21.04	20.27	22.45	25.43	24.13	25.41	26.84	31.84	31.27	23.22	5.05	28.68	30.27	16.96	17.82	42.17	38.77	37.68	38.27	39.34	33.98	45.44	46.98	40.14	837
07:00	58.51	62.20	63.45	61.69	61.72	55.70	57.33	42.58	58.60	63.18	65.25	59.32	66.98	71.26	69.47	60.27	34.29	60.97	68.20	28.91	30.80	80.06	54.82	68.59	66.72	85.31	73.67	88.62	85.77	76.13	1880
07:30	93.97	96.50	96.16	97.48	96.45	89.51	90.57	87.23	92.42	94.81	98.06	91.01	101.34	101.53	100.35	87.28	71.00	87.84	98.85	37.01	39.98	106.72	102.79	104.15	108.05	116.45	109.37	115.60	111.65	99.68	2824
08:00	110.18	103.34	109.51	112.77	110.50	103.82	104.67	100.55	107.10	106.46	109.19	102.11	113.79	118.42	110.38	102.64	99.39	97.22	109.07	48.79	47.66	114.90	99.09	111.48	120.43	123.23	110.26	122.34	122.55	112.48	3164
08:30	116.15	116.25	114.87	118.19	116.25	110.63	110.76	112.40	115.73	113.72	115.85	111.17	119.19	124.33	115.10	110.83	108.59	106.60	116.71	54.95	54.83	125.69	117.84	119.16	127.11	127.21	125.10	126.02	126.90	120.72	3399
09:00	119.38	120.54	118.49	122.19	119.77	115.79	115.98	119.10	119.66	121.06	123.76	119.70	124.31	127.86	119.50	120.47	112.68	114.60	121.85	70.38	57.07	129.84	126.67	126.35	128.51	129.18	103.62	128.97	130.69	126.18	3534
09:30	124.12	126.06	121.71	124.58	122.07	120.84	122.21	122.07	123.01	125.12	127.73	127.25	128.61	129.79	123.02	124.38	115.35	123.94	123.52	111.42	58.64	131.57	129.98	127.92	130.13	131.60	130.97	131.44	133.46	130.17	3703
10:00	127.58	128.44	125.21	125.74	123.63	125.59	127.34	127.30	125.31	127.19	129.39	129.88	128.88	130.12	124.62	124.25	118.51	126.63	125.26	126.92	59.58	132.74	131.14	130.40	130.24	132.66	122.60	132.82	135.42	134.61	3770
10:30	128.51	129.46	127.37	126.57	126.36	126.83	128.35	126.09	126.22	128.27	130.78	131.40	131.31	130.83	128.41	124.52	122.28	126.84	126.31	131.21	76.14	133.62	132.15	131.66	131.43	133.61	95.68	133.06	136.58	133.83	3796
11:00	129.53	128.70	127.53	127.30	127.83	128.06	129.46	118.36	126.91	128.88	132.10	133.31	132.81	131.75	131.96	126.44	125.79	127.47	126.59	132.11	131.30	134.14	132.23	133.14	124.69	133.58	118.74	133.80	137.64	135.32	3887
11:30	129.60	129.22	127.85	127.45	127.60	129.35	130.00	129.97	127.14	129.68	132.33	134.13	134.60	131.32	131.55	127.71	127.46	126.10	126.56	134.26	133.30	134.94	133.19	133.72	133.50	136.38	108.88	135.19	137.79	136.71	3917
12:00	130.50	129.73	127.86	126.60	128.55	129.23	130.06	128.11	127.18	130.22	131.88	132.87	134.03	131.47	130.99	123.13	128.34	128.87	127.41	134.55	133.54	134.20	133.90	134.31	131.79	135.84	134.55	134.81	138.15	137.05	3940
12:30	129.74	130.26	128.54	125.46	128.51	128.86	129.50	127.96	126.82	130.68	131.35	131.41	132.84	131.58	129.67	133.95	127.88	127.48	126.43	134.80	132.71	133.40	133.74	133.93	106.10	130.33	126.22	136.31	137.38	136.92	3901
13:00	130.30	131.29	128.50	124.73	128.71	128.27	128.68	125.85	126.31	130.52	130.58	131.07	132.29	129.46	129.79	126.09	127.55	129.49	125.92	134.32	132.74	132.23	131.95	133.83	109.02	133.95	105.90	136.39	136.37	136.96	3869
13:30	128.83	131.40	128.14	123.83	128.15	127.21	127.77	125.91	126.68	128.88	128.86	130.57	132.02	130.00	129.83	121.59	128.52	128.79	128.59	134.55	132.34	131.56	132.99	133.38	113.47	132.69	127.91	136.02	135.48	135.58	3882
14:00	129.18	130.81	126.29	122.77	127.75	125.88	126.81	125.10	126.60	127.70	127.86	129.03	129.67	129.27	128.06	129.65	127.24	127.66	128.23	133.23	131.87	130.59	132.35	124.83	130.13	131.68	124.48	134.26	135.28	135.03	3869
14:30	127.13	129.21	123.37	120.39	125.50	124.36	124.71	123.08	124.39	125.30	126.85	126.95	127.92	124.65	126.70	106.63	126.48	125.54	125.13	131.29	129.93	128.66	126.47	124.26	127.82	129.56	130.82	131.67	133.39	132.78	3791
15:00	124.74	126.19	120.66	115.67	122.58	120.71	121.44	117.98	120.74	121.29	122.94	123.57	124.70	123.32	121.56	119.48	124.60	119.86	122.21	128.32	126.90	125.18	124.16	124.31	125.71	127.20	121.35	128.19	129.67	129.62	3705
15:30	119.22	118.92	115.79	109.33	116.73	113.48	113.98	110.06	112.87	113.69	115.75	117.60	118.24	117.02	114.35	104.80	121.63	110.35	115.78	122.79	121.69	118.18	118.71	110.86	97.67	121.00	119.26	121.27	122.46	124.51	3478
16:00	104.92	105.32	106.34	95.14	102.01	98.18	98.93	93.42	97.76	100.92	101.84	100.64	104.92	102.47	98.98	93.72	115.07	97.01	103.07	109.80	108.98	105.03	90.38	100.48	103.25	108.74	108.86	108.15	108.01	112.96	3085
16:30	69.41	70.17	75.97	61.49	67.33	63.09	62.96	58.48	64.34	65.42	67.98	63.13	67.88	67.49	58.38	55.48	102.26	65.25	70.50	75.55	75.16	71.28	37.54	71.53	72.84	75.19	75.59	73.40	74.32	80.38	2060
17:00	29.66	30.27	24.13	25.05	28.54	25.68	25.74	24.81	27.02	27.55	29.55	26.35	27.31	29.61	21.01	30.77	69.15	28.08	31.67	34.53	34.00	30.86	29.95	32.99	25.67	34.23	33.06	33.80	34.77	38.90	925
17:30	3.11	3.24	2.68	3.04	3.45	3.05	2.79	3.07	3.49	3.16	3.96	2.82	3.08	3.67	1.88	3.40	30.29	3.13	3.82	4.61	4.31	2.95	4.19	3.58	4.39	4.64	4.94	4.34	5.30	6.63	137
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	3.20	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	3
18:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	2383	2401	2365	2320	2363	2315	2334	2273	2331	2372	2411	2384	2446	2454	2382	2284	2373	2322	2386	2174	1975	2519	2403	2458	2395	2563	2358	2580	2608	2563	71494

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Anexo C. Producción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) evitadas por tipo de combustible desplazado durante el año 2018

Tabla 65: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-enero del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-enero del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.3	1.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.6	0.2	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5
06:00	2.4	4.4	2.2	2.1	1.1	0.7	2.9	1.4	3.1	0.7	2.2	0.8	0.3	0.5	1.5	0.5	0.4	0.3	1.2	1.0	1.4	0.7	0.4	0.6	0.4	1.5	0.4	0.5	0.7	0.6	2.0	39
06:30	6.2	7.1	5.5	5.8	2.9	1.5	5.7	4.6	6.2	1.6	4.9	2.2	0.9	2.2	4.4	2.3	1.5	1.1	3.8	3.6	4.7	3.2	2.7	2.5	2.4	4.7	1.8	1.8	2.8	2.8	9.0	112
07:00	9.4	8.3	8.7	8.2	4.3	2.4	6.7	7.9	8.3	3.4	7.1	4.0	1.6	4.2	7.9	6.4	2.8	1.6	7.7	6.6	8.1	6.9	5.8	5.8	5.2	7.6	4.0	3.8	2.7	6.0	16.6	190
07:30	11.2	10.0	10.8	10.4	5.2	3.4	8.2	9.8	9.2	7.2	8.6	3.4	2.7	5.2	9.5	9.5	4.7	3.2	9.4	8.7	9.8	9.2	8.7	8.4	7.1	9.7	8.7	5.8	7.2	8.0	17.6	250
08:00	12.4	11.1	12.2	11.7	6.8	4.5	10.8	11.2	11.2	8.9	10.0	3.9	3.7	8.3	11.5	10.3	8.2	4.8	11.3	10.1	11.0	10.3	10.3	10.0	18.0	11.5	14.0	10.7	9.4	9.5	31.2	329
08:30	13.3	12.3	13.2	12.4	9.9	6.3	12.0	12.8	12.4	11.6	11.6	5.0	4.9	12.9	12.5	12.3	11.7	7.1	10.6	11.1	12.1	12.0	11.9	10.0	21.0	12.4	18.0	15.6	10.7	10.7	37.3	387
09:00	14.3	13.1	14.0	13.5	12.5	9.7	12.3	13.2	13.9	13.0	12.0	6.1	6.8	13.7	13.3	13.4	12.8	9.7	12.2	12.7	13.0	12.3	12.9	10.6	22.3	12.9	20.2	18.3	11.7	11.8	38.2	426
09:30	14.9	13.7	14.5	14.2	14.0	13.3	11.8	13.9	14.4	14.1	12.8	7.9	9.7	14.2	14.1	13.9	14.0	10.1	13.6	13.4	13.8	13.4	13.3	11.6	12.9	13.8	22.2	20.9	12.7	12.7	39.7	450
10:00	15.4	14.2	15.1	14.7	15.1	14.2	11.6	14.0	14.9	14.5	13.4	9.9	12.6	14.8	14.6	14.6	14.1	11.3	14.5	14.0	14.3	14.1	14.0	12.2	13.9	14.7	24.7	23.8	12.2	13.0	39.0	473
10:30	15.7	14.6	15.4	14.0	14.8	14.7	12.9	14.8	15.2	15.2	14.3	10.6	15.0	15.2	15.2	15.1	14.0	12.9	14.7	14.6	14.9	14.6	14.6	14.4	13.8	15.1	26.7	24.7	11.7	24.0	40.6	504
11:00	15.8	14.9	15.6	14.8	14.1	15.5	14.4	15.2	15.4	15.5	14.6	10.7	14.7	15.4	15.6	15.2	14.8	13.2	15.4	15.0	15.1	15.0	14.6	15.1	14.7	15.4	28.0	26.1	11.8	25.0	41.8	518
11:30	15.8	15.2	15.7	14.8	13.1	15.7	14.8	15.6	15.6	15.6	15.1	12.2	14.1	15.6	15.4	15.4	14.9	14.5	15.7	15.3	15.3	15.3	13.5	15.2	14.4	15.4	28.5	26.5	12.7	14.6	39.9	512
12:00	15.6	15.4	15.4	14.8	12.3	15.7	14.6	15.7	15.6	15.7	15.6	12.1	14.6	15.7	15.0	15.7	15.3	14.4	15.0	15.3	15.4	15.3	12.5	15.3	13.9	15.4	28.8	25.8	11.9	14.4	35.9	504
12:30	15.4	15.3	15.3	15.0	12.5	15.5	14.2	15.5	15.6	15.7	15.7	13.6	15.1	15.7	14.3	15.7	14.8	14.1	15.6	14.6	15.4	14.8	14.0	15.4	14.5	15.8	28.7	24.8	12.9	14.3	29.3	499
13:00	14.8	15.0	14.4	14.5	13.5	14.5	13.7	15.1	15.5	14.9	13.4	14.3	15.0	15.5	13.6	15.5	13.9	15.0	14.7	15.8	15.3	12.9	11.3	13.2	12.7	15.7	28.3	24.8	12.4	14.4	35.6	489
13:30	14.3	14.5	14.5	13.9	13.9	14.4	13.0	15.0	15.2	14.4	11.8	13.6	13.5	15.2	15.0	14.6	14.1	13.6	13.6	15.7	15.1	11.6	9.0	11.6	14.9	15.1	28.1	23.2	12.2	14.1	38.2	477
14:00	13.5	13.9	14.0	12.9	13.0	13.8	12.9	14.1	14.5	13.2	10.7	13.3	13.9	14.6	14.4	14.2	13.7	10.1	14.1	14.2	14.4	8.9	7.7	11.8	14.7	13.2	27.1	22.0	11.1	12.2	35.1	447
14:30	13.0	13.3	13.2	12.2	11.9	13.0	12.7	13.6	14.2	12.9	10.8	12.3	13.5	13.4	13.3	11.5	11.1	8.7	11.0	13.3	12.7	7.2	7.3	11.3	12.6	13.8	25.8	20.3	10.1	9.9	31.4	411
15:00	11.3	12.5	11.7	11.5	10.2	11.9	11.3	12.5	13.4	10.3	8.6	12.1	12.4	12.9	13.4	10.5	7.9	6.2	9.4	12.0	12.6	6.1	7.2	8.4	10.1	12.3	24.2	17.0	7.8	8.0	32.3	368
15:30	9.8	11.1	10.4	10.2	8.6	10.7	10.5	11.5	12.1	6.9	5.7	9.7	12.2	11.4	12.2	8.0	5.1	4.3	6.7	10.4	10.6	6.3	6.9	5.9	7.5	11.4	22.8	15.3	7.5	7.3	24.8	314
16:00	6.9	9.8	9.2	8.5	13.3	8.9	9.0	10.2	11.3	7.7	5.1	6.7	11.0	10.9	9.5	8.7	3.7	3.2	6.2	9.4	7.8	5.8	6.6	5.8	5.9	10.5	20.1	14.1	6.2	6.0	26.0	284
16:30	4.3	7.9	8.8	7.8	13.2	7.5	7.1	9.7	9.1	6.7	3.1	4.8	9.9	9.2	7.5	7.1	2.1	2.1	4.7	9.4	7.1	3.9	5.9	3.3	5.1	8.5	18.0	11.1	3.6	6.3	18.1	233
17:00	2.6	5.5	6.7	5.3	8.3	5.3	4.7	7.9	7.6	3.0	1.9	3.2	7.7	5.8	5.3	5.1	1.4	1.4	3.5	7.6	6.6	2.8	3.5	2.0	3.5	5.6	13.0	6.4	3.5	5.8	8.4	161
17:30	1.6	2.1	3.9	2.9	2.6	3.0	1.8	4.8	4.5	1.4	1.4	1.4	4.8	2.6	3.0	2.7	0.8	0.8	1.8	5.0	3.9	1.9	2.4	0.9	2.4	3.0	8.9	2.4	1.8	3.4	4.9	89
18:00	0.7	0.1	1.9	0.9	0.3	0.5	0.2	1.6	1.2	0.5	0.6	0.5	1.6	1.1	1.2	1.2	0.3	0.2	0.6	1.8	1.2	0.5	1.1	0.2	0.8	0.8	3.4	1.0	0.4	1.0	1.6	29
18:30	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	1.8	0.0	0.0	4
TOTAL	271	276	283	268	248	236	250	282	290	245	231	194	233	266	273	260	218	184	247	271	272	225	218	222	265	276	475	387	209	256	674	8506

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 66: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-febrero del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-febrero del año 2018																													
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	1.1	0.8	0.7	1.6	1.4	0.8	1.4	3.3	1.8	3.5	2.1	1.3	0.6	2.2	2.7	0.4	1.1	0.5	0.4	0.3	0.7	0.8	0.6	0.8	0.9	1.0	0.3	1.0	34
06:30	5.2	3.5	2.2	14.6	9.6	6.1	7.6	19.4	12.6	10.5	10.9	6.6	3.3	18.8	6.9	2.5	7.4	1.7	1.5	1.2	4.7	6.3	3.9	7.8	5.7	6.6	2.3	7.9	197
07:00	17.0	11.9	4.5	16.1	17.8	11.3	16.8	37.3	43.3	22.3	26.5	15.3	15.4	22.5	14.3	4.9	13.6	2.2	2.8	10.3	21.4	14.8	7.8	20.9	21.1	11.7	5.2	20.0	449
07:30	23.4	22.4	7.0	25.2	27.8	14.1	58.5	59.2	66.5	39.5	63.2	19.3	26.9	34.8	18.1	6.6	22.9	4.7	4.1	11.1	30.8	27.6	10.9	32.0	32.0	18.4	8.0	31.2	746
08:00	25.2	19.8	21.8	38.3	32.4	18.9	67.1	67.4	77.9	73.5	73.6	28.2	29.5	42.4	33.3	8.3	26.6	6.4	6.8	13.8	34.9	27.4	12.7	35.7	34.0	34.5	12.4	33.2	936
08:30	24.3	26.6	23.5	39.1	32.8	23.8	69.8	71.3	86.4	87.4	78.7	32.0	35.7	56.6	45.0	19.9	29.4	8.4	8.9	17.1	37.7	27.4	38.6	37.7	37.8	38.2	21.4	36.7	1092
09:00	22.8	26.5	21.2	56.2	37.6	27.1	73.4	74.3	90.4	92.3	87.3	33.7	38.9	55.8	69.0	16.2	27.3	10.8	11.7	10.1	38.6	23.6	38.9	39.0	38.5	38.0	34.9	38.3	1172
09:30	29.8	39.0	31.1	59.8	40.2	31.8	75.4	76.4	94.7	93.0	94.6	37.1	41.0	73.5	84.1	19.4	33.1	14.1	13.2	14.2	40.1	31.8	40.0	73.7	38.2	41.3	34.4	39.1	1334
10:00	27.2	40.0	33.2	61.7	40.2	30.7	76.2	60.8	69.0	96.7	91.1	37.9	41.6	70.4	91.5	15.6	30.3	19.0	16.7	15.0	40.7	38.4	40.5	39.8	39.9	39.4	39.4	39.7	1283
10:30	46.3	72.9	34.4	70.9	40.3	31.9	75.9	58.4	69.5	97.2	94.9	38.5	41.9	84.0	84.5	25.5	23.3	29.5	19.3	21.4	28.5	39.4	39.7	40.7	40.1	71.7	74.4	40.5	1436
11:00	42.8	40.2	40.8	93.6	41.0	38.0	65.6	46.2	58.5	85.0	75.3	38.4	41.6	85.1	90.3	25.8	31.4	29.5	19.4	30.8	19.9	40.6	38.2	40.8	34.1	41.2	39.2	41.0	1315
11:30	24.3	39.9	41.6	88.4	41.3	38.1	49.6	49.3	53.6	97.1	98.7	74.2	41.0	68.4	59.4	27.0	29.9	33.3	22.1	30.9	38.9	41.4	39.3	41.4	41.2	33.3	38.1	41.3	1323
12:00	24.2	39.6	42.5	69.9	32.1	47.4	41.3	55.4	60.9	85.7	99.4	74.5	41.0	93.1	73.8	21.5	24.1	35.1	24.2	32.7	29.4	41.1	29.7	39.9	38.7	36.7	36.7	38.8	1309
12:30	23.3	28.4	40.2	81.9	34.8	62.1	42.1	38.2	66.3	77.6	100.1	69.7	40.1	91.5	76.6	30.5	23.4	29.2	18.1	38.8	23.6	37.9	37.5	42.1	34.6	31.4	39.5	36.5	1296
13:00	25.6	39.1	40.7	82.1	32.9	45.7	37.7	38.7	67.4	84.2	95.3	69.4	41.3	74.2	51.2	32.8	24.9	27.7	20.0	39.8	22.6	40.8	32.3	34.2	40.4	29.4	28.5	41.3	1240
13:30	24.7	25.7	41.1	75.5	38.0	33.1	47.1	41.1	58.0	97.2	92.0	56.7	41.3	41.8	54.9	25.2	24.3	36.2	15.7	40.2	26.9	36.4	37.8	34.7	41.2	27.7	38.8	39.8	1193
14:00	22.2	53.8	39.7	80.9	35.3	30.8	41.0	39.9	56.3	95.7	96.8	48.1	40.4	26.4	49.0	12.8	20.3	35.5	18.3	26.2	38.4	32.4	40.3	39.6	39.6	28.6	38.5	35.7	1163
14:30	21.4	73.6	37.1	58.3	30.1	32.7	41.4	54.7	47.0	72.3	93.7	47.0	38.1	35.0	48.8	10.4	25.3	29.4	18.8	35.4	40.0	29.1	39.3	40.2	39.6	32.0	36.6	39.5	1147
15:00	34.7	23.1	39.5	24.5	40.1	22.4	29.3	43.1	48.0	69.0	76.6	55.7	39.8	46.1	26.8	15.5	26.5	26.4	24.4	36.5	38.5	27.5	39.2	39.2	39.1	30.4	32.0	38.7	1033
15:30	14.3	26.2	36.3	17.6	30.2	20.3	28.4	25.6	41.1	75.5	83.2	39.9	31.1	22.6	20.2	10.8	22.0	17.6	21.2	35.5	37.4	30.1	37.8	36.8	37.7	63.8	47.3	68.2	979
16:00	8.8	14.2	34.6	12.8	24.0	14.1	23.7	30.2	54.1	72.8	75.3	30.2	23.9	20.1	9.0	13.3	28.6	23.5	30.0	35.6	35.2	34.4	34.6	35.8	35.5	31.7	27.5	31.6	845
16:30	6.3	10.4	29.2	9.1	15.0	13.6	24.2	21.3	55.6	46.7	66.7	18.5	18.8	15.1	8.3	10.4	28.5	32.2	33.5	32.8	31.4	32.6	31.5	29.8	32.0	26.9	16.3	26.9	724
17:00	5.0	6.9	13.5	9.0	7.9	8.9	15.4	14.3	34.7	45.6	45.1	11.5	10.5	5.0	5.7	9.8	16.8	20.8	23.8	24.3	21.9	21.7	19.9	22.9	21.2	20.4	16.4	17.8	497
17:30	3.0	4.8	10.8	4.4	5.1	4.8	9.0	8.3	11.7	24.2	20.8	6.0	3.2	2.1	10.0	10.9	10.8	4.7	11.4	11.8	8.3	12.0	8.0	13.4	11.3	9.7	5.6	7.2	253
18:00	0.9	2.6	2.4	2.8	2.6	1.8	2.5	2.9	3.3	7.2	4.2	2.0	0.5	0.8	2.6	2.1	2.2	1.4	2.2	2.2	2.1	2.4	1.3	2.5	3.7	1.5	1.6	1.0	65
18:30	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
TOTAL	504	692	670	1095	690	610	1020	1037	1329	1652	1746	892	727	1088	1036	378	554	480	389	568	693	698	700	821	778	746	675	793	23062

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel
	Carbón

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 67: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-marzo del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-marzo del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	1.3	0.4	0.4	0.3	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	0.5	0.6	1.1	0.4	1.0	0.8	0.3	0.0	0.3	0.1	0.2	0.4	0.7	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	16
06:30	9.5	2.3	5.7	2.1	6.9	3.7	7.6	7.6	9.2	6.5	2.7	7.2	7.0	4.7	7.0	2.7	1.6	4.8	3.2	5.6	4.7	7.5	5.2	6.1	5.5	6.6	4.3	4.4	6.4	6.2	6.6	171
07:00	20.3	17.1	13.7	4.6	18.2	8.2	19.3	18.6	22.6	16.6	6.0	19.4	18.5	9.2	16.7	12.5	4.3	14.6	4.1	8.8	14.1	17.1	10.4	5.2	15.8	18.1	11.4	12.6	17.0	15.7	19.6	430
07:30	19.9	23.5	25.7	7.0	27.2	24.5	31.7	29.5	35.4	28.8	20.3	29.2	28.6	22.3	27.3	21.1	18.9	20.6	14.2	17.6	27.7	27.1	24.8	9.3	28.0	29.8	21.4	25.5	23.9	26.2	34.2	751
08:00	33.9	31.4	30.0	9.3	33.3	28.5	36.6	39.4	40.5	36.2	32.6	38.4	34.1	31.9	33.2	24.7	15.8	17.6	20.7	29.0	31.3	31.9	30.8	10.8	33.9	34.3	24.7	32.1	31.7	31.7	40.9	931
08:30	37.4	34.5	32.2	13.4	34.0	31.2	40.0	41.2	42.4	40.3	34.0	41.2	36.6	36.6	35.9	28.9	21.3	35.5	28.3	31.0	35.0	32.8	33.4	11.8	35.7	36.3	27.6	35.7	34.0	34.5	43.0	1035
09:00	36.7	41.4	39.2	27.0	35.8	32.8	42.1	42.8	43.7	43.5	34.6	40.9	38.4	39.1	38.5	36.5	22.0	37.3	30.2	34.2	36.6	37.3	12.3	12.5	34.5	37.6	30.7	37.4	35.5	36.2	44.3	1091
09:30	41.7	42.2	39.8	35.1	36.2	35.7	39.3	44.2	44.9	45.4	42.1	41.5	39.4	39.9	35.3	32.7	28.7	38.7	30.4	35.9	36.0	39.5	12.8	13.0	36.8	38.5	34.1	38.0	36.9	38.1	109.1	1202
10:00	42.0	42.8	39.9	36.4	38.7	38.4	41.5	45.4	45.7	42.6	44.9	41.3	40.2	40.7	37.7	34.2	38.1	38.8	31.6	38.5	35.4	40.5	13.4	13.6	38.0	39.1	36.7	38.5	38.4	39.0	109.8	1242
10:30	41.9	79.6	40.4	34.4	42.6	37.6	46.0	45.9	45.4	45.9	45.3	42.1	41.0	41.5	39.4	32.4	38.9	39.9	33.2	39.9	37.3	38.2	14.1	14.0	36.7	39.6	37.1	38.3	36.1	35.9	110.6	1291
11:00	41.8	43.6	43.4	40.8	43.9	37.5	44.2	46.2	46.6	47.6	46.6	36.1	41.8	41.5	40.5	37.5	39.9	40.0	36.0	40.6	37.1	24.6	14.4	14.3	37.9	39.7	37.5	39.5	39.7	39.7	110.6	1271
11:30	43.1	43.9	44.9	36.4	43.3	38.4	34.9	46.7	43.8	48.3	47.5	47.9	41.7	38.8	41.0	39.7	40.6	40.3	38.3	40.4	38.7	39.7	14.4	14.5	38.2	39.9	38.6	39.6	40.2	39.6	112.7	1296
12:00	43.8	44.1	44.1	40.4	41.8	44.0	41.3	47.1	47.9	48.1	46.9	47.7	41.5	41.4	41.0	35.7	32.4	37.8	40.1	39.8	33.5	38.8	14.5	14.8	39.6	40.0	39.3	39.6	39.1	40.0	113.6	1300
12:30	43.2	43.9	41.0	41.2	43.9	43.9	43.2	47.6	48.2	47.6	45.6	48.6	40.9	41.6	41.2	37.3	36.8	36.6	40.7	41.1	30.0	39.7	22.4	33.6	39.5	40.3	39.6	39.8	40.8	39.9	113.8	1333
13:00	42.8	45.0	43.2	42.2	42.0	42.6	47.5	47.8	48.4	45.8	47.2	41.3	40.1	41.5	39.8	37.6	37.4	37.8	40.0	41.5	31.9	40.1	36.7	38.4	38.7	40.1	39.6	38.6	40.3	40.2	107.6	1344
13:30	43.4	43.7	43.1	39.8	37.0	42.8	47.6	47.7	48.2	47.9	44.8	46.3	35.8	40.2	39.3	41.6	36.0	27.4	38.3	29.8	32.2	40.1	29.6	35.0	39.1	39.8	39.3	39.0	39.6	39.9	111.5	1306
14:00	43.5	43.3	39.3	40.5	37.8	41.9	46.1	47.2	47.8	47.4	47.1	45.5	38.5	39.5	38.8	37.0	38.0	31.4	30.2	24.6	35.1	39.6	35.2	37.5	39.2	39.3	38.6	37.8	39.9	39.4	111.4	1298
14:30	42.9	41.2	41.6	34.9	36.5	35.6	42.9	46.7	47.0	46.5	46.4	45.0	38.8	37.8	37.8	35.8	31.6	36.3	40.0	25.9	33.4	36.4	37.5	38.0	38.5	38.9	27.3	38.3	39.6	38.8	108.9	1267
15:00	41.3	39.9	36.3	29.7	37.7	39.8	28.7	42.3	46.1	46.2	44.6	29.9	37.9	38.5	36.2	14.5	19.4	33.8	37.7	18.9	25.7	38.2	26.5	37.0	37.7	37.8	31.5	36.7	25.5	37.8	106.3	1140
15:30	43.0	70.4	39.7	19.3	58.6	59.0	18.8	42.4	44.4	44.8	42.7	36.4	32.9	36.4	35.4	16.7	19.5	32.2	31.5	31.7	24.8	22.3	17.2	34.4	34.5	36.0	22.4	35.2	34.6	36.2	102.9	1156
16:00	24.9	61.0	36.9	18.9	40.8	29.5	12.1	39.9	40.1	20.1	39.6	33.2	33.2	32.6	32.3	23.0	13.2	28.7	13.8	20.1	17.5	15.6	26.4	31.8	33.0	32.8	31.8	32.5	33.4	32.9	94.8	977
16:30	12.3	53.6	30.3	13.5	25.1	22.6	8.2	34.5	35.3	13.5	31.2	27.5	27.3	20.5	25.2	25.2	9.5	15.2	13.0	15.0	9.7	18.7	11.9	23.2	19.2	21.2	21.8	22.2	24.6	40.5	66.0	737
17:00	10.0	25.4	15.4	5.9	18.4	13.2	4.4	21.2	20.4	9.9	18.1	16.0	15.0	14.9	14.1	20.9	5.2	8.2	9.4	12.9	4.5	11.0	6.6	11.0	11.9	9.6	9.3	10.6	12.2	19.3	32.9	418
17:30	3.5	13.8	8.9	3.2	7.8	4.7	1.9	7.7	8.4	5.0	6.5	5.3	5.2	4.8	4.8	6.9	2.4	3.9	2.8	3.3	0.8	2.3	2.7	2.1	3.5	2.2	1.5	2.2	2.2	3.4	6.6	140
18:00	1.0	1.6	1.3	0.5	1.0	0.5	0.2	0.8	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.8	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	12
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	765	929	776	577	789	737	727	881	904	825	819	809	755	737	740	636	552	658	608	626	614	680	453	462	716	738	646	715	712	752	1818	23157

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado	 	Gas Natural
	 	Petróleo Residual
	 	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 68: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-abril del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-abril del año 2018																															
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	0.5	0.4	0.4	0.9	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.1	1.2	0.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	1.3	0.0	0.1	0.1	11
06:30	7.8	7.7	7.4	4.7	5.4	5.5	4.1	5.4	5.3	3.2	3.4	2.9	3.2	6.6	6.0	5.7	3.7	12.6	5.0	6.9	5.2	3.6	2.4	4.8	1.3	2.4	11.7	1.5	2.6	3.3	151
07:00	21.4	21.3	20.1	18.7	15.5	19.9	16.2	19.3	22.1	12.1	15.9	13.6	10.1	19.9	19.0	18.0	13.2	31.7	17.3	18.3	18.4	14.1	14.7	8.6	9.3	6.0	24.4	6.2	7.7	12.6	486
07:30	34.9	34.6	32.7	32.3	27.1	31.3	29.0	32.0	32.9	12.0	15.4	22.9	19.6	32.9	31.9	30.4	24.1	49.2	29.9	29.2	29.2	29.8	22.0	26.3	23.6	9.8	31.0	17.0	25.2	23.1	821
08:00	40.5	40.4	39.4	38.0	35.0	39.0	38.2	38.8	38.4	12.7	33.0	31.0	26.1	39.6	38.2	36.2	31.2	59.2	37.0	35.9	30.2	36.5	35.3	33.1	26.9	15.2	27.5	30.9	63.1	31.0	1057
08:30	38.3	42.5	41.5	40.6	38.0	39.0	35.0	41.1	39.6	18.3	32.9	25.9	30.2	41.4	40.6	39.3	35.4	62.4	38.9	70.0	33.0	36.5	35.7	35.1	32.4	22.6	38.0	33.6	68.9	26.0	1153
09:00	43.9	43.8	43.0	43.1	41.4	42.1	43.3	42.8	36.5	41.0	35.3	38.7	29.4	42.4	41.9	40.9	38.6	58.6	40.2	72.2	35.7	25.0	29.7	38.3	34.6	25.6	34.4	35.8	70.3	38.6	1227
09:30	44.2	44.5	43.9	41.1	39.4	43.2	44.3	43.5	42.8	33.0	33.7	41.9	22.3	43.1	42.5	41.7	39.9	65.1	41.2	74.2	74.3	29.7	40.8	39.1	39.1	34.0	39.2	38.4	75.5	39.7	1315
10:00	43.0	45.0	44.4	42.1	43.8	44.3	44.2	43.9	43.0	37.2	38.0	43.2	24.9	43.5	42.7	42.3	40.9	66.5	41.7	75.4	74.0	42.1	42.6	39.9	36.6	33.8	41.4	39.2	76.0	41.1	1357
10:30	45.9	45.4	44.9	40.6	43.5	44.5	44.6	44.3	43.5	27.4	38.8	43.6	26.9	43.8	42.6	42.6	41.2	66.9	42.1	76.0	38.1	40.9	38.5	40.2	32.7	31.0	41.9	40.5	77.2	41.7	1312
11:00	43.5	45.3	45.3	31.2	41.9	44.4	44.5	44.5	44.3	41.5	33.2	44.0	34.9	43.9	42.2	42.8	42.0	67.6	78.1	76.3	39.3	39.7	41.5	40.4	37.0	33.4	41.6	41.4	76.5	42.0	1364
11:30	45.5	45.2	44.6	46.0	44.7	44.6	44.9	44.5	36.9	38.5	43.9	44.3	42.6	44.0	42.9	42.9	42.8	67.9	78.4	77.4	42.3	41.0	41.5	40.5	40.0	28.5	40.7	41.7	76.2	42.0	1397
12:00	46.3	45.7	40.6	34.5	44.7	44.6	45.5	44.4	35.9	44.4	43.2	44.6	38.5	43.7	42.8	42.7	42.5	66.7	78.8	78.1	43.3	42.1	42.1	36.3	36.5	28.1	38.3	41.8	75.9	41.5	1374
12:30	46.4	45.6	42.3	38.0	42.6	44.6	45.7	40.8	37.1	44.8	26.1	44.4	31.6	43.2	42.9	42.7	43.0	68.5	78.5	78.5	34.5	42.3	42.3	39.5	34.8	32.7	41.6	41.7	76.9	42.2	1356
13:00	45.9	45.4	43.6	34.2	45.0	44.6	44.9	40.5	34.2	37.2	21.8	43.8	29.6	43.1	39.9	42.5	42.8	68.8	79.0	78.7	43.8	42.7	42.2	42.8	26.3	24.6	42.4	41.8	76.1	42.2	1331
13:30	45.1	45.3	42.9	31.5	44.8	44.4	44.0	40.5	23.7	30.9	34.4	43.7	28.1	42.5	42.7	42.4	42.8	68.2	79.5	78.9	76.2	42.8	40.3	37.0	21.1	20.6	41.9	40.4	77.6	42.1	1336
14:00	44.6	44.8	41.5	40.2	44.1	43.8	45.1	39.1	18.7	40.9	27.3	43.0	24.2	42.4	42.5	42.0	42.7	67.7	78.7	42.8	77.0	42.4	41.3	41.0	19.9	16.0	40.6	36.8	41.7	41.5	1255
14:30	43.9	43.2	41.6	34.9	43.0	43.0	37.4	37.4	12.4	40.7	34.5	41.9	22.7	41.5	41.6	41.3	41.8	65.8	41.9	42.0	74.7	41.4	40.4	38.2	19.8	13.2	38.8	40.3	41.0	40.7	1181
15:00	42.7	43.4	40.6	37.0	39.4	36.4	38.3	38.2	7.8	37.8	29.5	37.6	18.8	40.2	40.1	40.3	40.2	63.4	40.8	40.9	38.8	40.5	39.1	37.2	12.1	10.8	37.1	38.9	39.6	38.7	1086
15:30	41.7	34.4	38.1	36.4	39.9	40.2	27.8	32.8	5.9	36.2	36.2	37.6	14.1	38.1	38.5	38.5	37.8	59.3	38.8	38.6	34.2	34.6	36.7	33.3	9.8	8.1	51.4	20.6	35.6	35.4	1011
16:00	36.6	27.7	32.6	32.7	35.3	27.1	34.0	16.0	4.5	21.1	25.4	31.9	11.1	31.9	32.5	32.9	31.3	26.6	31.2	30.8	28.7	27.9	27.7	23.3	6.5	8.6	26.0	27.0	27.5	40.3	797
16:30	24.4	24.6	20.4	12.8	22.4	19.2	12.1	8.8	2.6	9.0	9.8	18.1	7.1	19.1	19.4	20.1	18.5	14.2	18.3	16.5	15.1	16.2	14.3	7.7	3.9	4.9	7.5	14.1	14.7	21.0	437
17:00	12.3	10.3	8.4	10.5	9.6	10.8	9.4	3.7	1.4	2.8	7.0	6.6	2.5	7.3	7.6	8.7	6.9	4.3	6.5	5.2	5.1	6.6	7.5	4.8	1.5	2.5	0.2	3.9	4.5	6.9	185
17:30	2.3	1.3	1.2	1.8	1.2	1.8	1.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.1	0.8	0.6	1.4	0.6	0.2	0.5	0.5	0.2	0.6	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.4	20
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	842	828	801	724	788	799	774	743	570	623	620	746	499	796	782	779	744	1183	1022	1144	891	719	719	688	506	413	739	674	1131	734	23021

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 69: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-mayo del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-mayo del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5
06:30	4.4	4.1	3.4	2.9	4.7	3.7	4.8	2.6	1.7	1.4	2.7	2.4	4.3	2.7	4.1	4.1	2.3	2.3	2.8	2.9	3.3	2.1	7.8	2.0	1.9	2.0	1.2	2.0	2.0	1.9	2.8	93
07:00	15.9	15.6	12.7	12.3	10.5	14.6	15.3	9.4	5.8	4.5	12.2	11.3	15.7	12.1	14.0	16.6	11.6	11.5	14.3	13.1	13.4	10.5	18.6	10.6	10.7	11.1	8.6	11.9	11.7	11.7	11.8	380
07:30	28.5	27.1	23.3	24.0	28.2	26.6	25.5	15.2	13.0	8.2	23.0	21.3	27.6	22.3	17.4	29.4	22.0	21.9	25.9	24.2	24.1	20.8	32.3	20.5	21.1	21.7	17.4	22.6	22.4	22.6	22.9	703
08:00	37.4	35.1	31.2	33.9	37.9	35.4	34.0	28.4	19.7	14.5	33.6	29.9	36.7	31.3	33.6	38.9	31.4	32.3	36.2	34.1	33.5	29.4	36.5	30.2	31.0	31.6	26.0	32.9	33.0	35.2	32.6	997
08:30	39.1	37.1	33.6	36.8	39.1	38.2	36.6	22.1	24.7	32.1	36.3	32.3	38.5	35.7	31.9	40.3	33.9	35.9	39.0	37.1	36.3	31.1	37.7	34.7	34.9	34.7	28.7	35.1	35.2	37.1	36.9	1083
09:00	40.2	38.9	35.1	38.2	40.2	39.3	38.2	32.4	17.7	34.7	38.6	33.8	39.5	38.8	35.8	41.1	36.1	38.5	40.5	39.3	39.3	36.8	38.1	37.3	36.9	37.4	30.1	36.4	35.6	37.9	38.2	1141
09:30	41.1	40.8	35.7	40.8	41.5	39.8	38.9	28.0	23.4	37.9	40.3	34.8	40.0	41.1	37.5	41.5	38.3	40.1	40.7	40.4	40.3	38.2	38.5	37.9	37.5	38.0	32.4	37.4	35.7	38.5	38.7	1176
10:00	41.3	41.7	37.8	41.6	41.3	40.1	39.1	33.2	31.6	40.0	41.3	36.4	40.4	41.4	39.5	41.4	40.1	41.1	41.0	41.0	40.6	38.5	38.7	38.3	37.8	38.6	33.7	38.7	36.4	38.8	39.2	1211
10:30	41.3	42.2	40.8	42.3	41.8	34.4	39.3	34.7	36.6	40.6	41.3	37.9	40.6	41.0	39.8	41.3	41.1	41.0	40.9	41.1	40.6	38.9	39.0	38.5	38.5	39.0	34.8	39.3	37.4	39.3	39.5	1225
11:00	41.2	42.6	42.6	42.3	41.7	40.8	39.3	35.0	30.8	40.4	41.4	38.8	40.6	40.6	40.6	41.4	40.8	41.0	40.8	41.2	40.5	39.1	39.2	38.6	38.5	39.2	35.0	39.5	38.1	39.3	39.3	1230
11:30	41.5	42.8	42.4	42.7	41.5	72.4	39.4	36.7	31.7	41.2	41.8	39.3	40.6	39.1	41.3	41.5	41.4	40.8	40.9	41.4	35.2	39.3	39.4	38.8	39.0	39.3	36.2	39.8	39.3	39.5	39.7	1266
12:00	41.6	42.4	42.2	42.6	41.6	40.9	40.1	38.3	37.7	41.5	42.2	40.9	40.7	40.7	41.4	41.3	41.5	41.1	40.9	41.2	34.3	39.3	40.1	39.0	39.5	39.3	36.3	40.0	39.3	40.0	39.9	1248
12:30	41.9	42.2	42.0	77.7	41.7	40.8	40.0	38.4	36.1	41.8	42.1	41.0	41.2	40.6	41.2	40.9	41.6	41.5	40.5	40.9	34.4	40.0	40.4	39.4	39.7	39.8	36.5	40.2	39.4	40.3	40.0	1284
13:00	42.0	42.0	41.5	41.9	41.3	40.8	39.7	37.6	31.4	41.9	42.2	41.0	40.9	40.6	41.4	40.9	39.0	41.4	40.2	40.5	34.2	40.2	40.5	39.6	39.9	40.4	36.5	40.5	39.5	39.5	40.3	1239
13:30	42.1	42.0	41.9	41.7	41.2	40.7	40.0	37.3	38.8	41.6	42.1	40.9	40.7	40.3	41.0	40.6	40.0	41.3	40.1	40.3	33.9	39.9	40.2	39.8	39.8	40.6	36.2	40.5	39.7	38.4	40.5	1244
14:00	41.8	41.5	41.3	41.6	40.6	40.1	39.2	37.7	33.2	32.2	41.5	40.9	40.6	40.0	40.6	40.4	41.1	40.9	39.6	39.6	33.4	39.6	39.4	39.8	39.3	38.3	36.5	40.0	39.4	38.1	40.5	1218
14:30	41.4	40.9	40.3	41.0	38.3	39.6	38.3	33.9	25.2	34.3	40.9	40.1	39.0	39.3	40.0	39.6	40.4	40.1	38.7	38.8	32.4	38.8	37.9	39.1	38.6	38.8	36.2	39.2	38.5	37.7	39.6	1187
15:00	40.2	39.6	38.4	39.9	39.0	38.2	36.6	27.5	32.7	34.5	39.7	38.9	38.1	37.7	38.6	38.2	38.5	38.7	37.6	37.4	31.0	37.4	34.0	37.8	37.8	36.7	35.4	38.1	37.6	36.2	38.7	1151
15:30	37.0	36.4	35.2	36.6	35.6	35.0	34.4	25.6	27.2	27.5	36.3	35.8	35.6	34.6	35.5	34.0	34.3	35.4	33.9	34.0	28.2	33.8	21.4	34.4	34.4	30.5	32.4	34.8	34.4	33.3	35.3	1033
16:00	27.1	23.2	25.2	26.9	25.9	24.4	25.8	17.9	28.7	21.0	25.4	24.8	24.2	22.7	23.9	21.5	21.1	23.7	22.6	21.4	18.4	22.4	8.8	22.8	22.8	21.8	20.7	23.2	22.8	21.2	20.0	702
16:30	14.2	14.9	14.1	14.6	14.1	12.9	15.7	7.8	10.3	11.9	12.5	13.1	10.7	9.6	12.2	10.2	9.2	12.0	11.3	10.9	9.1	11.4	1.4	11.2	10.4	9.8	9.6	11.8	11.5	10.2	8.0	347
17:00	3.7	4.3	4.0	4.5	4.3	3.2	7.9	3.0	2.9	2.9	2.8	3.2	1.9	1.8	2.9	2.3	1.5	2.7	2.3	2.3	1.9	2.4	0.0	2.3	2.0	2.1	1.9	2.3	2.3	2.0	1.1	85
17:30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.7	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	745	738	705	767	732	742	714	583	541	628	720	679	718	694	694	728	687	705	711	703	639	670	672	673	672	671	602	686	671	679	685	21255

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 70: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-junio del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-junio del año 2018																															
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:30	3.2	1.1	1.1	0.0	2.4	1.0	0.6	1.4	1.5	0.7	0.8	0.5	0.9	0.8	1.1	1.8	1.5	1.0	1.0	0.9	1.0	0.4	0.9	1.2	1.1	0.8	0.7	0.5	1.0	1.0	32
07:00	11.1	9.4	3.3	0.7	11.4	6.2	5.7	11.1	10.8	7.9	8.7	7.9	6.8	5.0	5.2	8.2	10.2	8.0	7.9	4.9	7.9	5.4	7.4	8.5	8.2	4.7	3.4	7.5	8.8	8.9	221
07:30	23.5	18.2	8.9	1.5	19.4	15.3	11.6	9.7	21.2	17.5	16.4	13.9	12.9	10.9	9.7	15.7	20.9	18.1	17.4	17.4	18.0	13.7	17.4	18.1	17.9	10.9	6.5	18.4	20.6	21.4	463
08:00	34.1	29.6	18.0	3.0	26.3	23.9	8.9	17.1	32.0	29.2	24.2	27.7	16.1	26.6	16.4	26.5	32.0	29.9	28.9	28.5	29.7	24.1	28.3	28.3	24.8	24.5	9.0	27.7	30.4	31.2	737
08:30	36.0	33.3	13.8	4.6	19.1	7.8	10.6	25.3	34.2	31.8	14.9	26.9	30.2	25.5	18.6	29.4	34.6	32.5	32.5	32.9	33.5	27.9	32.5	30.8	29.3	27.9	12.7	33.4	36.0	36.7	795
09:00	37.5	36.6	16.1	9.3	28.7	12.2	23.4	19.4	35.1	32.2	31.3	32.3	34.2	33.3	26.8	28.9	36.0	34.9	35.8	35.0	34.9	31.1	35.6	31.2	32.5	29.8	13.4	36.1	37.7	37.9	899
09:30	30.7	37.0	18.0	8.4	28.4	13.0	31.8	20.4	36.1	33.6	32.8	32.8	36.8	35.2	28.6	35.6	38.2	36.6	36.7	37.1	36.1	32.0	36.5	32.6	35.4	30.3	27.6	37.2	38.4	38.5	952
10:00	37.1	37.3	21.1	17.7	32.4	16.8	37.1	25.6	37.6	35.5	33.7	34.1	35.7	32.3	35.0	36.5	38.4	37.0	37.5	37.6	37.6	33.0	37.1	33.8	36.0	57.6	33.5	37.6	38.8	38.8	1039
10:30	39.7	34.2	40.9	22.1	37.8	18.5	36.5	24.8	38.2	36.0	35.1	36.2	37.8	38.6	38.0	37.3	37.2	37.4	37.7	38.0	38.4	35.6	37.3	34.6	36.4	58.3	27.2	38.2	39.6	39.0	1086
11:00	39.8	37.9	24.0	26.7	35.6	22.2	37.8	29.1	38.2	36.9	34.3	37.5	38.6	38.6	36.1	36.7	38.5	37.7	38.0	38.4	38.7	36.1	37.4	34.6	36.6	62.2	32.6	38.1	39.7	38.8	1098
11:30	39.5	39.0	29.9	17.0	38.3	24.8	37.3	24.4	38.4	37.1	35.1	38.7	37.8	38.7	36.1	38.5	39.0	38.3	38.5	38.7	39.0	37.2	37.7	35.6	36.8	66.7	30.7	37.9	39.5	38.7	1105
12:00	39.9	39.5	33.4	18.3	26.3	29.1	38.3	28.7	37.9	37.1	35.7	39.1	25.8	39.3	36.6	39.5	39.0	38.6	38.9	39.2	39.3	35.0	37.9	36.5	37.4	65.7	37.5	38.5	39.5	39.0	1106
12:30	40.3	39.2	22.7	24.0	24.3	27.8	38.4	27.4	39.5	35.7	36.4	39.3	28.4	39.7	37.8	39.5	38.6	38.8	39.2	39.4	39.7	37.9	37.7	37.4	37.5	68.7	29.3	38.8	39.7	39.3	1102
13:00	40.1	39.5	34.9	17.8	35.7	19.5	38.1	22.3	35.2	35.5	36.2	39.6	25.1	39.1	37.5	40.1	37.6	39.0	39.5	39.6	40.0	36.1	37.8	37.3	37.6	65.3	28.5	38.0	39.7	39.3	1092
13:30	40.2	34.7	42.5	18.6	38.1	19.7	38.8	20.2	39.5	37.4	35.9	39.5	23.4	38.8	35.4	39.9	36.1	39.0	39.4	40.4	40.1	37.1	38.0	37.5	37.7	62.3	32.8	38.5	39.6	39.4	1100
14:00	39.9	38.0	27.1	12.8	37.1	25.4	37.4	29.7	31.5	26.1	35.3	39.5	23.4	35.8	33.4	39.6	34.2	38.7	38.8	40.3	39.8	37.0	37.9	37.4	37.7	69.4	35.5	38.2	39.3	38.6	1075
14:30	39.4	38.7	22.9	12.2	36.5	20.5	36.6	34.4	33.6	21.6	34.6	39.3	23.9	34.6	34.1	37.1	31.4	38.1	38.4	39.5	39.3	36.3	37.4	36.6	37.1	62.4	34.0	37.1	38.9	38.4	1045
15:00	37.8	36.9	11.8	17.7	32.0	19.2	34.2	24.4	19.6	11.9	33.0	38.0	17.3	21.9	29.5	36.6	27.7	36.3	37.1	37.8	38.2	34.7	36.4	35.1	35.4	59.6	35.6	34.3	37.7	37.2	945
15:30	34.4	25.0	10.1	16.4	23.6	17.8	32.0	18.6	11.4	14.6	29.3	34.7	13.1	14.5	22.3	29.0	22.5	33.2	33.8	34.3	34.3	30.6	33.3	31.1	32.0	57.4	32.6	30.9	35.0	34.1	822
16:00	41.0	15.9	5.4	9.3	34.7	11.5	21.6	20.5	13.0	17.9	15.9	22.9	9.0	6.7	12.1	16.7	15.1	22.2	22.5	22.9	23.1	20.8	23.3	20.5	20.4	40.6	19.2	18.2	24.5	24.1	592
16:30	20.3	5.4	2.0	4.9	10.1	13.1	6.4	10.4	3.0	8.4	8.4	11.5	7.9	2.4	5.2	11.1	8.1	11.4	11.5	11.0	11.8	10.7	12.9	10.2	10.5	18.7	10.8	9.6	13.1	12.6	293
17:00	3.7	0.8	0.7	0.5	1.9	0.8	1.2	1.9	0.7	1.4	1.5	2.3	0.9	0.5	1.1	2.8	1.8	2.5	2.7	2.5	2.5	2.3	2.9	2.0	2.3	3.2	2.3	2.7	3.0	3.0	58
17:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	3.7	0.0	0.0	0.0	0.1	5
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	709	627	408	264	580	366	564	447	588	546	569	634	486	559	536	627	619	649	654	656	663	595	644	611	621	952	495	637	680	676	17664

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 71: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-julio del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-julio del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
06:30	1.0	1.3	1.7	0.4	0.7	0.9	0.9	0.6	0.8	0.6	0.2	0.1	0.1	0.5	1.6	2.2	0.9	0.4	0.1	0.7	0.2	1.1	1.2	0.9	1.4	1.3	3.5	3.2	2.8	2.8	3.0	37
07:00	8.3	8.9	9.5	5.5	7.7	8.2	6.7	6.9	8.4	7.1	2.3	1.0	1.8	5.8	11.4	21.5	8.3	6.8	1.6	6.2	1.7	8.9	8.6	5.8	10.3	6.2	15.8	23.5	19.4	20.5	20.2	285
07:30	19.2	19.9	21.3	20.4	16.6	18.4	20.6	18.3	21.2	20.8	3.7	3.0	3.9	32.9	23.9	49.3	20.7	17.8	4.3	17.8	11.1	21.3	20.3	12.9	23.4	21.0	31.7	51.4	42.0	45.0	43.7	698
08:00	29.0	24.2	31.0	31.0	30.7	30.3	31.9	28.0	31.7	31.6	5.8	6.2	5.0	49.8	32.4	75.2	31.6	24.6	6.4	30.8	14.6	30.8	30.5	31.5	32.5	29.9	74.4	74.9	61.2	63.5	62.9	1074
08:30	34.6	37.1	34.5	35.9	36.8	33.1	35.0	31.4	34.9	36.1	12.1	9.9	9.3	66.4	38.4	85.1	35.1	32.7	8.8	61.4	13.5	34.5	34.7	30.8	36.5	28.5	80.5	81.2	66.2	68.1	68.4	1252
09:00	35.5	36.3	36.4	37.2	38.0	29.8	36.3	32.9	36.4	37.9	13.1	10.2	14.3	55.3	54.1	88.8	36.5	29.7	24.4	61.8	23.8	35.4	36.7	35.9	35.4	36.2	88.7	85.3	68.5	70.8	71.4	1333
09:30	36.7	39.0	37.7	37.0	38.3	32.7	37.1	34.5	37.4	38.3	12.6	12.2	17.1	71.2	94.5	92.1	37.6	36.2	23.6	42.8	26.5	37.6	37.8	38.4	38.2	37.0	90.8	88.1	70.1	72.7	72.6	1418
10:00	38.2	39.5	37.6	37.5	37.7	37.8	37.7	35.8	39.0	38.2	13.8	16.5	23.0	87.2	96.0	92.7	38.7	37.5	24.1	33.5	20.8	38.3	38.1	39.4	38.8	39.0	91.9	89.6	72.3	74.8	73.0	1458
10:30	39.0	39.5	37.0	37.7	37.2	36.0	38.2	37.2	39.8	36.9	15.8	19.7	25.9	75.1	96.3	93.3	39.9	38.5	28.2	51.4	28.9	37.9	38.6	38.4	36.8	40.1	93.4	92.0	74.4	76.4	73.0	1493
11:00	39.4	39.6	37.5	38.2	36.8	32.8	38.1	37.8	39.9	38.7	18.0	19.7	22.1	62.2	96.4	93.7	40.5	19.6	36.4	42.6	22.9	38.4	39.2	39.9	40.0	40.8	93.5	76.0	76.3	77.1	72.8	1447
11:30	39.1	39.6	38.5	39.8	38.4	34.8	38.4	38.3	40.4	39.1	20.3	24.2	21.8	60.2	97.2	94.0	40.8	29.1	38.1	56.8	19.7	39.0	39.5	39.2	40.4	40.0	93.9	77.1	77.2	76.7	73.0	1484
12:00	39.1	39.7	37.8	39.9	31.1	28.3	39.4	39.1	40.3	37.9	20.1	21.0	18.6	80.2	98.1	94.7	41.0	27.1	24.0	54.4	26.7	39.1	38.9	36.8	41.2	40.4	94.2	77.5	77.3	77.1	74.0	1475
12:30	39.2	39.7	39.7	39.8	28.5	31.6	40.2	40.1	40.1	35.3	25.9	16.8	19.8	96.4	98.6	97.9	40.9	30.2	20.1	73.6	25.8	38.7	38.9	39.4	38.6	40.2	95.3	77.6	78.0	77.7	74.4	1519
13:00	39.5	39.5	40.1	39.8	35.6	38.2	40.3	39.9	40.3	28.2	25.0	12.8	19.2	69.0	99.2	99.3	41.3	28.3	17.7	29.1	12.0	38.3	38.5	33.9	40.7	40.5	97.7	77.7	78.0	77.5	74.1	1431
13:30	39.2	39.8	38.8	39.8	35.3	25.1	40.3	39.8	40.3	30.1	21.1	12.6	16.9	69.1	99.5	99.5	41.5	34.9	20.3	29.9	13.6	37.7	38.7	37.7	41.0	40.5	97.2	77.4	78.1	77.7	74.7	1428
14:00	38.9	39.5	34.1	39.5	36.0	39.1	39.9	39.7	40.1	32.5	31.7	12.3	12.2	51.1	98.7	99.3	40.8	30.7	16.1	25.7	11.7	36.4	39.2	38.6	40.3	40.9	95.5	76.6	77.2	78.2	58.4	1391
14:30	38.4	38.7	34.6	38.8	37.6	23.5	39.0	39.0	39.7	35.7	14.0	8.4	9.7	84.4	97.5	98.0	39.4	37.7	8.2	17.9	11.8	36.2	38.7	35.4	39.3	39.9	94.1	75.4	75.6	77.0	71.5	1375
15:00	37.2	35.6	36.3	37.7	19.7	21.7	37.7	38.3	38.8	30.2	12.1	6.1	7.8	76.6	95.2	94.8	37.7	16.6	3.7	8.7	8.3	35.1	38.1	69.4	38.5	38.7	88.2	73.4	73.4	75.0	69.0	1300
15:30	33.8	28.5	32.7	35.0	16.5	15.9	35.1	35.7	36.5	18.1	10.6	5.4	8.6	76.1	89.4	88.0	35.6	15.4	2.4	5.8	8.6	32.7	33.5	63.1	65.7	35.5	81.9	68.8	68.7	70.8	51.4	1206
16:00	23.9	23.2	38.6	24.6	17.6	13.3	25.6	26.2	26.8	10.7	11.4	4.4	4.0	28.9	68.6	65.8	26.1	8.4	3.8	2.7	6.3	25.0	25.5	15.5	51.6	26.5	63.4	54.8	54.5	54.6	33.1	865
16:30	12.4	9.0	19.5	12.9	4.3	6.0	13.8	14.2	15.1	7.8	5.2	2.7	2.4	14.5	39.5	26.0	15.6	6.6	1.5	5.4	5.5	11.8	14.0	7.6	30.4	10.1	35.5	30.2	28.9	34.6	19.5	462
17:00	2.6	3.1	2.6	3.1	0.9	1.7	3.3	4.0	4.0	1.7	2.5	0.7	0.5	5.7	8.6	7.2	3.8	1.5	0.4	1.0	2.8	4.5	4.4	5.1	6.8	2.7	11.0	7.6	7.6	11.9	4.4	128
17:30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	0.6	0.1	0.1	0.6	0.1	4
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	664	661	678	672	582	539	676	658	692	594	297	226	264	1219	1535	1659	694	510	314	660	317	659	674	696	768	676	1613	1440	1328	1361	1239	24564

Nota	
Tipo de Combustible Desplazado	Gas Natural
	Petróleo Residual
	Petróleo Diesel
	Carbón

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 72: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-agosto del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-agosto del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	3	
06:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	1.9	2.9	1.5	3.4	3.2	3.6	3.8	2.4	4.2	4.3	4.7	4.0	4.7	5.5	5.7	5.5	6.5	3.9	5.8	82
06:30	2.4	1.3	0.5	0.3	1.9	2.0	1.4	1.8	1.7	14.2	13.9	2.7	11.5	15.2	26.0	16.6	16.2	16.4	16.7	13.5	17.7	17.7	18.5	18.4	18.9	20.3	20.5	19.7	19.4	18.8	20.2	386
07:00	11.3	18.5	2.2	2.5	12.8	13.8	12.6	11.4	13.8	27.6	27.2	14.8	27.0	28.8	51.8	30.3	29.4	29.7	30.2	27.3	30.4	30.6	31.6	32.4	31.9	34.8	33.9	59.3	31.8	29.0	33.2	802
07:30	27.3	25.1	14.3	6.2	64.7	28.2	26.1	28.0	28.1	36.7	36.1	28.0	38.3	37.8	68.9	40.3	37.6	37.4	37.8	40.0	38.7	38.1	39.0	39.6	38.6	41.7	40.2	70.7	38.3	29.0	39.0	1140
08:00	40.1	44.3	25.8	8.7	89.9	38.9	35.3	37.7	36.4	39.3	38.5	37.0	39.9	40.5	72.8	42.6	40.3	39.5	39.8	41.8	42.2	40.3	41.3	41.8	40.6	43.4	42.6	73.8	40.3	41.1	41.1	1317
08:30	49.4	75.0	43.6	11.5	97.4	41.0	37.5	40.1	39.5	41.6	39.9	39.3	40.9	43.5	40.9	43.8	41.8	41.0	41.2	43.2	43.4	42.8	43.3	43.0	42.1	44.6	43.9	80.4	41.7	45.2	42.3	1405
09:00	47.8	62.6	56.3	27.2	101.0	41.6	38.7	41.3	41.4	42.8	40.9	40.6	41.5	44.1	42.4	44.6	43.7	42.2	42.5	44.1	44.0	44.0	45.3	44.8	43.4	45.2	44.7	82.4	42.2	45.6	43.2	1452
09:30	60.8	51.7	51.4	24.5	103.3	42.2	39.5	42.2	42.0	43.3	41.6	41.7	42.1	44.0	43.7	45.2	44.8	43.4	44.1	44.5	44.5	81.7	46.0	45.8	45.1	45.8	45.1	83.0	43.1	43.8	44.0	1504
10:00	49.1	72.1	61.6	16.9	104.5	42.5	40.2	42.6	42.3	43.5	42.5	43.3	42.2	44.7	44.6	45.4	45.0	45.1	45.2	44.9	44.5	82.2	46.4	46.3	45.4	45.9	45.3	83.4	44.5	46.1	44.7	1533
10:30	61.1	80.3	65.7	22.7	104.7	42.1	40.9	42.7	42.7	43.5	43.6	43.6	43.0	44.6	44.8	45.3	45.0	45.9	45.4	45.5	44.9	82.9	46.9	46.5	45.6	46.1	45.4	83.7	45.8	46.1	45.2	1572
11:00	49.2	93.5	57.4	24.4	104.7	42.8	40.8	42.7	42.9	43.8	43.9	44.1	43.4	44.6	44.9	45.2	83.0	46.1	44.9	44.4	45.2	84.0	47.3	46.7	45.8	46.2	45.7	84.4	46.4	46.9	46.9	1612
11:30	54.8	75.8	49.0	27.9	105.2	42.8	41.3	42.8	42.7	44.3	44.1	44.1	44.0	45.2	45.2	45.5	83.7	46.3	45.1	33.9	45.2	84.9	47.6	46.8	46.9	46.4	45.9	85.0	46.8	43.6	47.0	1590
12:00	70.5	77.1	46.4	29.5	105.8	43.1	42.2	43.2	43.2	44.5	44.3	44.2	44.5	45.2	45.5	45.6	84.4	46.6	45.2	45.2	45.5	85.4	47.5	47.0	47.2	46.5	46.3	85.1	47.0	43.7	47.0	1624
12:30	78.2	77.6	55.7	27.4	106.5	43.2	44.3	43.4	43.7	44.8	44.5	44.4	44.8	45.0	45.5	45.5	84.7	46.8	45.0	42.5	45.7	85.6	47.2	47.1	47.2	46.4	46.3	86.4	47.1	39.6	46.9	1599
13:00	63.1	76.6	49.5	32.1	106.3	43.4	44.4	43.3	44.0	44.6	44.6	44.4	45.0	43.4	45.4	45.4	84.3	46.4	44.8	44.3	45.8	85.4	46.9	47.1	47.2	46.1	45.9	86.3	46.8	46.8	46.8	1586
13:30	70.4	77.9	49.1	26.8	106.1	43.8	44.3	43.5	44.1	44.4	44.5	43.9	45.0	45.0	45.0	45.2	83.5	45.9	45.0	44.0	45.6	84.8	46.6	46.9	47.0	45.9	45.7	85.4	46.3	43.5	46.5	1581
14:00	59.8	76.9	58.6	30.8	106.0	43.6	43.7	43.3	43.6	44.1	44.2	44.3	44.7	44.8	44.6	44.7	82.6	45.2	44.7	44.1	45.0	83.8	45.4	46.3	46.3	45.1	45.0	86.2	45.6	44.1	46.0	1603
14:30	39.6	74.1	49.5	23.9	103.9	43.4	43.2	43.1	43.4	43.3	43.2	43.8	44.0	43.6	43.6	43.6	80.6	44.2	43.4	43.2	43.9	82.0	43.5	45.2	45.2	44.1	43.3	79.3	44.4	43.4	44.5	1539
15:00	29.7	73.3	41.6	18.9	102.2	42.6	42.4	42.4	42.4	40.6	40.3	41.6	41.7	41.0	41.0	41.8	76.3	42.1	41.2	41.0	41.6	78.2	39.6	43.0	42.0	41.9	40.2	40.6	42.1	40.5	42.0	1416
15:30	30.7	64.1	30.2	10.6	96.2	74.5	40.0	40.1	39.6	34.6	34.4	39.3	35.5	34.2	35.1	35.9	65.5	35.9	35.6	35.7	35.9	67.9	34.4	37.3	37.5	36.6	63.4	60.0	36.6	35.4	36.4	1329
16:00	25.3	48.8	29.9	5.6	79.0	62.3	61.4	33.5	33.8	21.3	20.4	31.1	22.1	22.4	22.4	22.8	41.4	22.9	22.1	21.1	22.8	43.2	39.8	23.1	24.4	23.8	39.9	40.8	23.6	20.2	23.0	974
16:30	20.7	13.8	7.1	3.1	32.4	33.3	38.0	20.9	21.1	7.8	7.2	11.1	8.4	7.9	8.8	9.1	8.7	9.0	8.8	9.4	9.1	16.5	8.5	8.7	10.0	9.9	8.6	15.2	9.3	8.9	8.8	400
17:00	6.8	3.2	1.9	1.2	19.8	13.8	14.2	7.9	8.1	0.6	0.7	7.3	0.6	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.8	100
17:30	0.2	0.2	0.1	0.0	7.1	0.7	1.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	948	1264	847	383	1862	866	813	779	781	794	783	775	792	809	905	829	1206	822	813	797	826	1347	858	849	844	853	884	1348	837	806	842	28163

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Residual
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 73: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-setiembre del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-setiembre del año 2018																															
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
05:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	1
06:00	0.2	0.5	0.7	0.7	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	1.2	0.9	1.1	1.0	1.8	1.7	1.3	1.9	1.4	1.5	1.0	1.5	2.9	3.0	1.9	2.9	3.5	4.3	2.9	4.4	3.5	52
06:30	6.5	8.0	8.5	7.7	7.7	7.0	7.7	7.5	8.3	9.4	8.9	9.3	9.9	11.7	11.5	8.5	12.6	10.6	11.1	6.2	6.6	15.5	14.3	13.9	14.1	14.5	12.5	16.7	17.3	14.8	319
07:00	21.5	22.9	23.3	22.7	22.7	20.5	21.1	15.7	21.6	23.2	24.0	21.8	24.6	26.2	25.6	22.2	26.1	22.4	25.1	10.6	11.3	29.5	20.2	25.2	24.5	31.4	27.1	32.6	31.6	28.0	705
07:30	34.6	35.5	35.4	35.9	35.5	32.9	33.3	32.1	34.0	34.9	36.1	33.5	68.7	37.4	36.9	32.1	36.6	32.3	36.4	13.6	14.7	39.3	37.8	38.3	39.7	42.8	40.2	42.5	41.1	36.7	1081
08:00	40.5	38.0	40.3	41.5	40.6	38.2	38.5	37.0	39.4	39.2	40.2	37.6	77.1	80.2	40.6	37.8	39.9	35.8	40.1	17.9	17.5	42.3	36.5	41.0	44.3	45.3	40.6	45.0	45.1	41.4	1239
08:30	42.7	42.8	42.3	43.5	42.8	40.7	40.7	41.3	42.6	41.8	42.6	75.3	80.8	84.2	42.3	40.8	41.5	39.2	42.9	20.2	20.2	46.2	43.4	43.8	46.8	46.8	46.0	46.4	46.7	44.4	1362
09:00	43.9	44.3	43.6	45.0	44.1	42.6	42.7	43.8	44.0	44.5	45.5	81.1	84.2	86.6	44.0	44.3	42.4	42.2	44.8	25.9	21.0	47.8	46.6	46.5	47.3	47.5	38.1	47.4	48.1	46.4	1416
09:30	45.7	46.4	44.8	45.8	44.9	44.5	45.0	44.9	45.3	46.0	47.0	86.2	87.1	87.9	45.3	45.8	43.6	45.6	45.4	41.0	21.6	48.4	47.8	47.1	47.9	48.4	48.2	48.4	49.1	47.9	1483
10:00	46.9	47.2	46.1	46.3	45.5	46.2	46.8	46.8	84.9	46.8	47.6	88.0	87.3	88.2	45.8	45.7	45.0	46.6	46.1	46.7	21.9	48.8	48.2	48.0	47.9	48.8	45.1	48.9	49.8	49.5	1548
10:30	47.3	47.6	46.9	46.6	46.5	46.7	47.2	46.4	85.5	47.2	48.1	89.0	89.0	88.7	47.2	45.8	46.3	46.7	46.5	48.3	28.0	49.2	48.6	48.4	48.3	49.2	35.2	48.9	50.2	49.2	1559
11:00	47.6	47.3	46.9	46.8	47.0	47.1	47.6	43.5	86.0	47.4	48.6	90.3	90.0	89.3	48.5	46.5	46.9	46.9	46.6	48.6	48.3	49.3	48.6	49.0	45.9	49.1	43.7	49.2	50.6	49.8	1593
11:30	47.7	47.5	47.0	46.9	46.9	47.6	47.8	47.8	46.8	47.7	48.7	90.9	91.2	89.0	48.4	47.0	47.2	46.4	46.6	49.4	49.0	49.6	49.0	49.2	49.1	50.2	40.1	49.7	50.7	50.3	1565
12:00	48.0	47.7	47.0	46.6	47.3	47.5	47.8	47.1	46.8	47.9	48.5	90.0	90.8	89.1	48.2	45.3	47.0	47.4	46.9	49.5	49.1	49.4	49.3	49.4	48.5	50.0	49.5	49.6	50.8	50.4	1573
12:30	47.7	47.9	47.3	46.2	47.3	47.4	47.6	47.1	46.7	48.1	48.3	89.0	90.0	89.2	47.7	49.3	46.9	46.9	46.5	49.6	48.8	49.1	49.2	49.3	39.0	47.9	46.4	50.1	50.5	50.4	1557
13:00	47.9	48.3	47.3	45.9	47.3	47.2	47.3	46.3	46.5	48.0	48.0	88.8	89.6	87.7	47.7	46.4	47.3	47.6	46.3	49.4	48.8	48.6	48.5	49.2	40.1	49.3	39.0	50.2	50.2	50.4	1545
13:30	47.4	48.3	47.1	45.6	47.1	46.8	47.0	46.3	46.6	47.4	47.4	88.5	89.5	88.1	47.8	44.7	46.8	47.4	47.3	49.5	48.7	48.4	48.9	49.1	41.7	48.8	47.1	50.0	49.8	49.9	1549
14:00	47.5	48.1	46.5	45.2	47.0	46.3	46.6	46.0	46.6	47.0	47.0	87.4	87.9	87.6	47.1	47.7	46.5	47.0	47.2	49.0	48.5	48.0	48.7	45.9	47.9	48.4	45.8	49.4	49.8	49.7	1543
14:30	46.8	47.5	45.4	44.3	46.2	45.7	45.9	45.3	45.8	46.1	46.7	86.0	86.7	84.5	46.6	39.2	45.8	46.2	46.0	48.3	47.8	47.3	46.5	45.7	47.0	47.7	48.1	48.4	49.1	48.8	1511
15:00	45.9	46.4	44.4	42.6	45.1	44.4	44.7	43.4	44.4	44.6	45.2	83.7	84.5	83.6	44.7	44.0	44.7	44.1	45.0	47.2	46.7	46.1	45.7	45.7	46.2	46.8	44.6	47.2	47.7	47.7	1477
15:30	43.9	43.7	42.6	40.2	42.9	41.7	41.9	40.5	41.5	41.8	42.6	79.7	80.1	79.3	42.1	38.6	42.3	40.6	42.6	45.2	44.8	43.5	43.7	40.8	35.9	44.5	43.9	44.6	45.0	45.8	1386
16:00	38.6	38.7	39.1	35.0	69.1	36.1	36.4	34.4	66.2	37.1	69.0	68.2	71.1	69.4	36.4	34.5	37.6	35.7	37.9	40.4	40.1	38.6	33.2	37.0	38.0	73.7	40.0	39.8	39.7	41.6	1353
16:30	25.5	25.8	27.9	22.6	45.6	23.2	23.2	21.5	43.6	24.1	25.0	42.8	46.0	45.7	21.5	20.4	25.4	24.0	25.9	27.8	27.6	26.2	13.8	26.3	26.8	51.0	27.8	27.0	27.3	29.6	871
17:00	10.9	11.1	8.9	9.2	19.3	9.4	9.5	9.1	18.3	10.1	10.9	17.9	18.5	20.1	7.7	11.3	11.1	10.3	11.6	12.7	23.0	11.4	11.0	12.1	9.4	23.2	12.2	12.4	12.8	14.3	390
17:30	1.1	1.2	1.0	1.1	2.3	1.1	1.0	1.1	2.4	1.2	1.5	1.9	2.1	2.5	0.7	1.3	1.2	1.2	1.4	1.7	2.9	1.1	1.5	1.3	1.6	3.1	1.8	1.6	2.0	2.4	48
18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	876	883	870	854	932	852	858	836	1034	873	918	1528	1628	1598	876	840	873	854	878	800	739	927	884	904	881	1012	867	949	960	943	28726

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 74: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-octubre del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-octubre del año 2018																																
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0
05:30	0.3	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.3	0.7	0.7	0.1	0.5	0.5	0.6	0.9	0.4	0.7	1.0	0.6	1.1	1.0	1.5	1.9	1.6	1.5	1.2	2.5	1.2	1.0	3.5	2.4	29
06:00	5.5	4.4	4.2	5.7	2.2	3.4	2.2	5.3	7.6	7.8	6.4	4.2	2.8	4.2	5.3	3.1	7.5	8.8	6.6	5.8	8.9	10.9	7.5	10.5	5.4	9.6	9.6	10.3	4.0	15.6	13.9	209
06:30	19.7	15.4	15.8	18.3	15.6	8.7	7.1	17.0	21.8	21.6	18.9	15.4	8.5	15.9	14.7	6.9	17.2	20.4	19.0	14.0	21.0	23.1	16.8	19.9	21.9	22.0	20.6	24.0	22.4	27.1	27.4	558
07:00	32.8	28.5	28.2	30.8	32.1	17.4	28.2	28.6	35.3	33.5	31.8	31.7	14.8	27.9	23.7	13.2	31.0	35.6	31.7	26.4	31.8	36.0	29.2	31.4	33.3	34.5	34.5	34.2	35.4	38.9	39.7	942
07:30	40.6	37.6	38.1	38.3	39.4	14.9	19.2	36.3	41.9	40.4	39.3	38.4	28.5	33.3	31.3	28.2	37.3	41.7	38.0	36.9	36.6	40.8	40.7	35.5	40.8	39.6	40.5	37.2	40.8	43.1	43.5	1138
08:00	42.8	42.3	42.8	40.7	42.4	33.7	28.8	39.1	44.3	44.6	42.5	40.3	37.3	65.9	34.4	36.6	40.5	43.8	42.5	42.2	39.6	43.1	43.3	41.3	43.2	43.3	41.1	39.1	45.8	44.4	45.6	1297
08:30	44.6	45.9	45.7	44.3	45.7	24.9	39.9	40.6	46.2	46.6	44.5	39.4	39.8	63.4	37.9	42.9	43.4	45.8	45.4	44.1	43.1	45.7	45.6	40.2	45.6	47.3	43.1	42.0	47.5	46.0	44.0	1361
09:00	46.2	47.8	48.1	45.5	46.5	43.8	43.8	42.7	47.4	47.8	46.1	43.3	41.6	67.1	41.7	47.8	45.3	47.3	47.0	44.1	45.7	47.3	48.2	49.3	45.9	48.6	46.2	44.7	48.5	47.7	47.9	1451
09:30	47.8	48.7	48.8	47.1	47.3	46.6	35.0	44.5	48.3	48.7	47.4	45.3	43.0	70.0	43.9	48.7	46.4	48.3	48.1	43.0	46.0	49.3	48.8	49.3	40.6	48.7	48.6	46.2	49.2	49.3	48.5	1471
10:00	49.5	49.0	49.5	47.1	47.7	47.8	44.5	46.3	48.9	49.5	47.3	46.4	44.7	71.1	46.3	48.3	47.4	48.9	49.3	49.0	47.1	49.9	50.0	49.8	42.8	47.2	45.3	48.6	49.8	50.3	47.4	1507
10:30	50.0	49.6	49.9	48.7	42.0	40.7	46.7	47.0	49.6	49.9	48.2	16.9	45.5	68.7	85.1	48.1	48.9	49.8	49.5	49.3	47.5	50.1	42.3	49.5	46.9	42.4	48.7	49.7	50.5	50.1	48.4	1510
11:00	50.0	49.7	50.1	48.6	48.3	43.5	49.1	47.5	50.1	50.2	47.0	47.5	47.2	74.7	88.8	48.9	49.1	50.1	49.3	49.4	48.1	49.5	49.4	48.4	42.5	46.0	49.7	50.5	50.8	50.9	50.0	1575
11:30	50.2	50.2	50.7	48.6	47.7	50.9	49.2	47.6	49.9	50.7	45.5	45.4	47.7	78.1	88.5	49.4	49.4	50.2	49.6	48.0	48.4	49.4	49.8	49.9	50.0	47.5	49.9	49.8	50.1	50.4	44.4	1587
12:00	50.5	50.1	50.8	47.6	47.7	49.4	49.2	47.7	50.1	50.9	41.7	86.7	49.9	79.0	48.5	48.1	49.8	50.8	49.4	48.8	49.5	49.3	49.9	48.7	41.4	47.3	47.6	51.3	50.3	50.4	36.0	1568
12:30	50.7	50.3	42.2	45.5	47.9	48.9	45.2	47.8	50.1	51.0	48.5	46.7	43.3	80.6	48.9	48.3	50.2	50.7	49.3	49.1	49.4	49.3	49.8	49.3	34.4	44.2	49.9	50.4	50.9	50.0	43.9	1516
13:00	50.9	50.3	48.7	45.8	46.4	49.1	42.8	47.6	50.9	50.4	74.4	49.4	49.2	80.1	48.8	48.5	49.3	50.6	49.9	45.8	49.1	48.7	44.1	49.2	37.3	48.0	48.7	50.3	49.3	49.4	43.5	1546
13:30	50.5	50.1	47.5	46.9	48.3	48.6	49.1	47.4	50.4	49.7	80.0	48.3	50.9	78.2	47.3	48.3	48.7	50.2	49.7	47.0	48.6	48.1	43.0	43.6	36.0	44.7	48.7	50.9	48.7	42.6	43.9	1536
14:00	50.0	49.3	47.0	44.7	46.7	47.7	45.9	46.8	49.6	49.2	82.1	37.5	44.1	78.8	46.6	48.1	49.0	49.4	49.6	37.5	48.1	46.8	44.2	37.1	36.2	47.5	49.9	50.4	48.0	41.4	45.5	1494
14:30	48.8	48.3	45.1	41.8	42.2	46.1	46.7	45.9	48.6	47.8	35.9	46.6	40.0	72.0	43.9	46.9	48.1	48.4	48.3	42.6	46.5	47.1	40.4	39.4	29.4	48.9	47.9	49.9	47.5	45.7	29.7	1406
15:00	46.2	42.5	46.0	42.3	43.8	44.1	38.5	44.2	47.1	45.8	43.3	44.3	33.9	64.8	37.4	45.6	46.3	46.6	36.7	27.6	43.9	45.6	32.0	30.2	33.5	33.7	45.8	49.1	45.8	43.2	31.4	1301
15:30	43.7	43.5	32.7	35.9	26.8	41.6	41.6	41.6	44.5	42.6	42.0	39.7	18.7	61.0	30.8	42.0	43.0	41.6	41.2	41.0	41.2	43.1	37.8	26.8	25.0	42.8	43.0	34.2	36.9	38.0	27.8	1192
16:00	38.8	38.9	24.3	39.6	69.0	37.3	26.2	35.7	39.2	37.3	33.0	32.6	15.1	51.3	14.9	32.8	36.6	39.3	17.9	33.9	30.8	38.7	22.3	30.8	30.5	39.3	38.8	22.4	36.9	28.6	36.7	1050
16:30	28.4	24.7	12.1	17.3	45.6	18.2	24.6	25.0	27.3	26.0	21.1	19.9	11.8	35.0	8.8	11.4	25.8	26.4	14.5	34.9	23.8	25.5	10.9	15.5	21.9	28.8	28.1	29.7	26.4	24.4	23.1	717
17:00	13.1	11.7	10.2	14.6	13.7	5.1	25.3	11.4	13.9	11.6	7.0	7.8	7.3	9.6	2.8	6.0	12.4	12.5	11.6	17.1	10.3	12.2	7.5	5.5	10.5	14.8	14.0	17.7	12.5	9.8	7.0	347
17:30	2.6	1.8	1.0	1.9	3.1	0.5	3.8	1.3	1.6	1.4	1.1	0.9	1.4	1.7	0.4	2.2	2.3	2.3	2.2	3.0	1.4	2.8	2.2	1.3	1.5	3.0	1.4	4.0	2.0	2.4	1.7	60
18:00	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	954	931	880	888	938	813	833	885	966	956	975	875	768	1333	921	851	925	960	897	881	907	954	857	854	798	921	944	939	951	943	873	28371

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado		Gas Natural
		Petróleo Residual
		Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)

Tabla 75: Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-noviembre del año 2018

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por tipo de combustible desplazado (Ton)-noviembre del año 2018																															
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
05:00	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	1
05:30	1.8	1.7	2.9	3.2	1.7	3.3	2.6	3.6	7.0	3.9	3.4	6.1	4.4	5.9	4.3	7.9	8.1	7.7	6.5	6.8	7.0	6.6	7.0	6.4	5.5	5.1	5.1	6.8	7.4	5.9	156
06:00	10.8	10.9	13.8	12.0	13.7	15.2	13.6	26.3	32.4	25.7	20.0	33.6	27.5	30.8	28.3	30.0	36.5	34.2	29.0	31.4	36.9	29.2	32.7	13.2	31.3	25.9	17.0	33.1	27.7	29.9	752
06:30	22.7	22.1	27.8	25.7	27.0	28.4	25.7	55.6	60.3	55.2	42.0	60.6	54.9	63.5	55.0	58.8	70.6	49.8	56.5	62.0	66.5	60.2	56.3	36.1	58.4	42.6	24.2	64.3	65.9	57.7	1456
07:00	33.3	32.9	38.3	37.4	37.8	38.7	35.6	71.7	82.9	81.8	55.2	83.9	78.8	89.6	80.0	83.8	93.5	80.5	80.1	86.8	89.4	86.5	53.8	64.3	82.4	62.8	27.4	92.7	97.8	79.6	2039
07:30	38.0	40.1	41.7	42.3	41.6	41.7	39.8	88.8	98.5	96.8	65.2	95.4	87.1	97.0	95.4	95.0	101.1	95.9	86.6	96.8	102.7	98.0	89.8	85.4	96.4	95.8	42.0	101.5	105.9	87.6	2390
08:00	41.9	41.7	44.3	44.8	44.3	43.8	43.6	101.3	102.8	102.7	72.3	102.2	94.2	96.8	100.7	103.6	106.9	101.4	99.1	98.9	104.6	104.4	97.1	84.0	102.0	104.7	60.7	103.7	111.3	93.5	2553
08:30	44.2	44.3	47.0	46.4	46.1	45.6	45.6	105.4	109.6	109.4	73.5	106.8	93.3	87.5	100.5	108.7	111.2	107.4	79.7	107.0	112.3	108.3	111.4	102.2	105.0	106.5	109.6	111.0	114.9	100.7	2701
09:00	45.8	45.5	48.5	47.7	46.9	46.9	46.6	111.4	115.1	115.6	80.3	110.8	108.4	104.1	110.0	113.5	114.6	113.5	96.6	109.5	116.6	114.3	115.1	95.1	101.4	108.8	109.3	116.2	117.5	113.0	2839
09:30	47.2	47.4	48.0	48.5	44.5	47.9	47.4	115.7	118.7	118.3	82.9	114.6	114.0	89.6	115.1	117.5	117.2	115.9	107.3	116.9	118.9	119.1	119.9	106.2	111.1	94.4	102.9	120.0	119.8	116.1	2903
10:00	48.5	48.4	50.1	49.2	48.5	48.4	48.1	118.6	121.2	120.8	84.5	117.8	121.0	111.8	118.5	101.1	119.3	118.7	121.9	120.5	120.5	121.2	122.1	118.0	113.9	100.2	113.9	122.5	121.7	118.4	3009
10:30	49.3	44.5	50.4	49.6	49.1	49.0	48.6	120.6	122.1	121.9	74.7	120.4	122.4	112.6	119.5	109.3	120.8	120.8	111.0	117.5	121.0	122.0	122.4	121.5	112.1	108.9	119.5	123.0	122.2	121.2	3028
11:00	49.9	50.1	50.6	49.7	49.9	49.7	49.0	119.8	122.9	123.4	84.9	110.1	121.5	111.6	123.2	111.6	122.1	122.2	118.2	124.6	120.1	121.9	100.6	125.2	113.1	118.8	120.8	122.1	122.7	122.4	3053
11:30	50.1	50.2	50.4	50.1	49.4	50.0	49.6	122.1	124.2	122.9	78.5	113.9	121.2	113.0	122.7	122.0	123.2	122.2	117.5	106.8	120.2	123.0	121.7	123.3	113.8	117.5	122.2	123.3	124.0	116.8	3066
12:00	50.3	48.0	49.8	50.2	49.5	49.7	49.9	122.6	123.8	120.3	87.1	120.5	117.9	112.7	118.3	119.0	124.0	123.2	117.7	108.4	119.7	122.3	122.7	122.3	112.0	120.4	122.3	122.5	123.8	124.4	3076
12:30	50.2	49.9	49.6	44.5	49.3	49.4	50.1	122.1	123.3	121.8	85.0	121.5	124.3	108.8	105.9	118.9	122.6	123.2	117.7	112.2	119.9	121.5	122.2	101.8	111.1	121.1	121.7	121.3	123.3	119.0	3033
13:00	49.5	49.4	48.9	49.7	49.3	49.3	49.9	121.6	121.9	120.9	73.1	118.9	121.6	89.5	108.5	99.5	122.0	122.7	117.6	101.9	120.0	120.7	121.4	119.2	101.9	120.9	122.0	121.7	122.5	123.1	2979
13:30	49.6	48.6	48.8	49.0	49.3	49.1	49.6	120.4	120.9	120.8	77.8	116.7	113.7	94.9	110.1	120.7	121.2	121.3	117.1	107.7	118.2	120.0	121.3	104.1	104.5	117.6	119.7	121.2	120.3	120.4	2975
14:00	47.2	47.2	47.9	48.3	48.2	48.6	48.9	119.3	119.0	118.4	72.6	115.6	112.9	117.4	121.2	106.6	119.2	118.9	114.9	88.1	115.8	118.3	119.2	120.9	103.6	115.9	117.5	118.5	105.1	118.0	2933
14:30	46.1	47.4	47.1	46.7	47.3	47.4	47.9	116.6	117.1	115.5	52.9	113.2	105.9	110.1	83.8	88.8	116.4	117.5	113.4	84.2	113.6	116.3	117.5	117.1	112.5	113.8	115.3	112.8	103.4	117.9	2805
15:00	44.7	45.2	45.6	45.6	45.8	45.8	46.1	112.5	111.0	104.2	59.1	82.5	105.4	106.4	109.3	113.7	112.7	114.1	102.0	99.6	110.9	112.7	113.3	109.3	110.1	109.9	110.2	98.1	112.8	93.2	2732
15:30	41.3	43.6	43.1	43.0	43.8	43.3	43.2	106.2	107.0	99.2	42.4	75.7	79.5	85.0	102.9	104.1	108.7	108.7	104.6	98.4	106.0	107.1	108.2	82.5	97.8	104.2	104.6	97.5	108.5	102.2	2542
16:00	32.0	38.2	38.8	38.8	38.4	38.7	71.3	70.9	87.6	88.7	34.0	66.3	57.2	70.5	93.2	98.5	98.4	99.6	89.0	65.7	97.6	73.7	98.8	87.6	97.1	92.7	72.5	95.9	94.1	81.9	2208
16:30	25.4	29.4	28.8	28.6	29.6	28.4	53.7	72.3	67.3	64.7	17.2	48.4	46.6	56.7	69.8	78.2	70.9	79.3	66.2	73.5	63.6	76.1	80.7	76.9	73.6	74.8	57.2	71.4	80.1	85.0	1774
17:00	9.3	15.3	14.9	15.2	16.9	14.0	28.6	38.8	38.4	33.4	8.1	25.3	19.4	32.4	36.8	45.3	41.5	47.0	21.5	37.6	35.0	41.5	50.8	47.4	25.8	44.1	34.5	27.7	49.0	44.2	939
17:30	2.2	3.1	3.0	3.5	3.7	2.8	7.3	10.0	11.1	5.1	3.4	4.5	4.3	6.3	8.7	10.2	12.1	11.1	3.9	10.8	13.9	12.3	17.5	21.2	5.8	15.2	12.4	15.4	18.6	23.0	282
18:00	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.0	0.2	0.1	0.2	0.9	0.5	0.7	0.1	0.1	0.9	0.3	0.9	1.7	0.4	1.4	0.7	0.5	1.6	2.4	17
18:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
TOTAL	931	945	980	970	972	976	1043	2295	2367	2312	1430	2185	2158	2105	2242	2267	2415	2378	2196	2174	2372	2357	2345	2193	2203	2244	2085	2365	2422	2317	58243

Nota		
Tipo de Combustible Desplazado	 	Gas Natural
	 	Petróleo Residual
	 	Petróleo Diesel

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COES (Despacho ejecutado en el 2018)