



**EVALUACIÓN PARA LA AUTOGENERACIÓN
FOTOVOLTAICA EN EL CDA REVISIÓN TÉCNICO-
MECÁNICA Y DE GASES LA 27 Y PUERTA DEL SOL
EN BUCARAMANGA- SANTANDER**

**Mónica Yesenia Ávila Rueda
Yuliana Alejandra Aranda Romero**

Director: Ph. D. Yecid Muñoz Maldonado

Ingeniería en Energía
Universidad Autónoma de Bucaramanga
2019



Índice



Justificación

CDA LA PUERTA SOL



REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA Y DE GASES

Fuente: CDA PUERTA DEL SOL.

RESOLUCIÓN 030



Comisión de Regulación
de Energía y Gas

Fuente: creg.gov.co

CDA LA 27



REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA Y DE GASES

Fuente: CDA LA 27

LEY 1715



Fuente: consolidado y análisis
de normas colombianas para
las energías renovables

Justificación

Mejorar sus políticas energéticas incorporando en sus instalaciones la utilización de la energía solar integrada en sus procesos.

No cuentan con estudios y/o análisis previos que les permita tomar decisiones, al respecto busca mediante un estudio la evaluación de diferentes alternativas de autogeneración FV que les permitan reducir el costo asociado a la Energía Eléctrica.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio técnico y análisis financiero para la implementación de un sistema de autogeneración fotovoltaico en la empresa CDA LA 27 y CDA PUERTA DEL SOL, teniendo en cuenta la normativa vigente aplicable.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Identificar el comportamiento del consumo eléctrico para el análisis energético inicial en las instalaciones, que permita obtener las curvas de carga del consumo de energía.



Determinar áreas disponibles para el diseño e implementación del sistema fotovoltaico, para establecer el potencial de capacidad a instalar y dimensionar el modelo FV.



Analizar la capacidad de autogeneración de energía, comparando los escenarios aplicables según la resolución 030 de la CREG.



Identificar el modelo de financiación adecuado para su posible implementación, considerando los beneficios ofrecidos por la Ley 1715 del 2014.

Energy Service Company (ESCO)

Empresas que ayudan a mejorar en la utilización de la energía eléctrica, que ofrecen implementar soluciones de eficiencia energética facilitando el acceso para el financiamiento final de su ejecución.

ESCO	CLIENTE
<ul style="list-style-type: none">- Implementación y Operación sistema FV- Mantenimiento preventivo- Reposición por daños en instalaciones y/o equipos- Monitoreo de señales, facturación mensualmente el valor generado por el sistema FV- Facturación mensualmente de acuerdo con la generación del sistema fotovoltaico de acuerdo a la tarifa propuesta	<ul style="list-style-type: none">- Velar por seguridad del sistema FV durante periodo contrato- Permitir acceso personal ESCO- Facilitar acomodación terreno- Cancelar mensualmente el valor de energía facturado de acuerdo con la tarifa establecida.

Contrato PPA (power Purchase agreement)

Por medio de estos contratos las empresas compran electricidad directamente a generadores por medio de contratos de largo plazo

Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE)



Fuente: www.minenergia.gov.co

- Creado mediante el Artículo 10 de la Ley 1715 de 2014.



Fuente: www.fenoge.com

“Financiamos, gestionamos y ejecutamos planes, programas y proyectos alineados con el propósito de mejorar la Eficiencia Energética y el uso de Fuentes No Convencionales de Energía en el país”

Marco Referencial

Marco conceptual

Software usados para la evaluación del sistema FV



Fuente: www.pvsyst.com

Simulación del sistema, indicando la potencia pico que este puede llegar a tener y área que el FV pueda llegar a ocupar.



PV*SOL

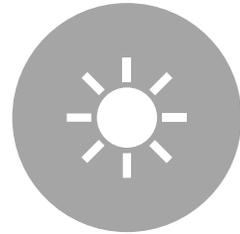
Fuente: pvsol.software

Calcular la disminución del rendimiento por sombras, entre otras funciones incluye herramientas en 3D y un cálculo detallado de las sombras en instalaciones conectadas a la red con los módulos tanto paralelos como integrados en la cubierta, así como sistemas montados en tejado y en áreas libres.

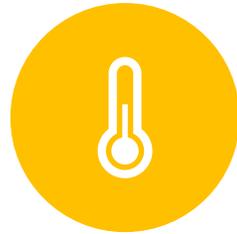
PÉRDIDAS EN SISTEMA FV



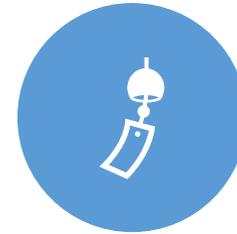
MISS MATCH



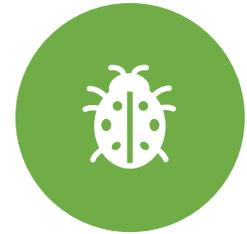
SOMBRAS



TEMPERATURA

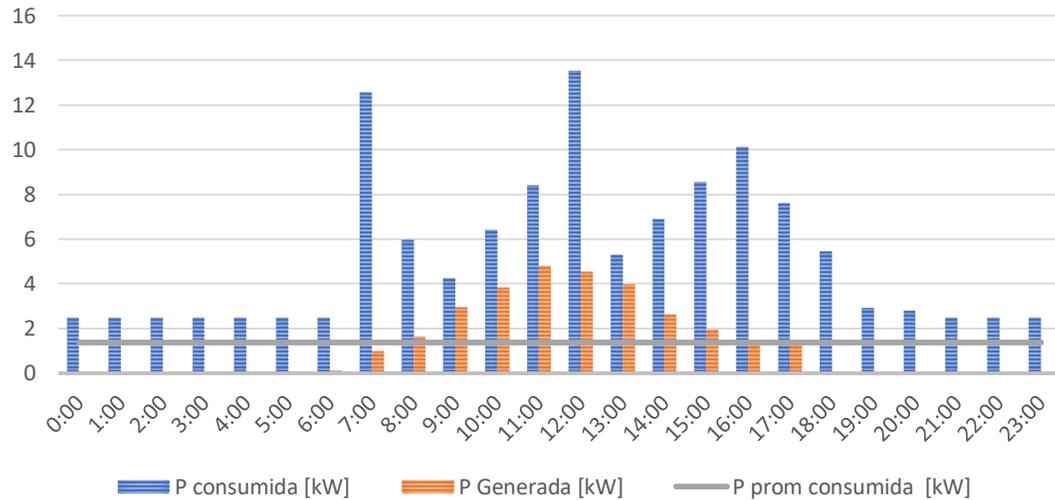


ÓHMICA

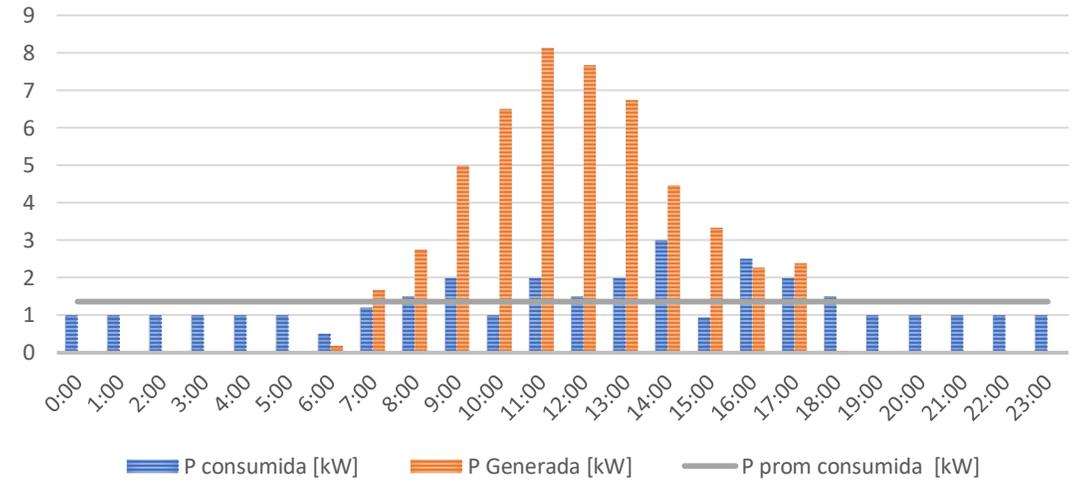


POLVO Y
SUCIEDAD

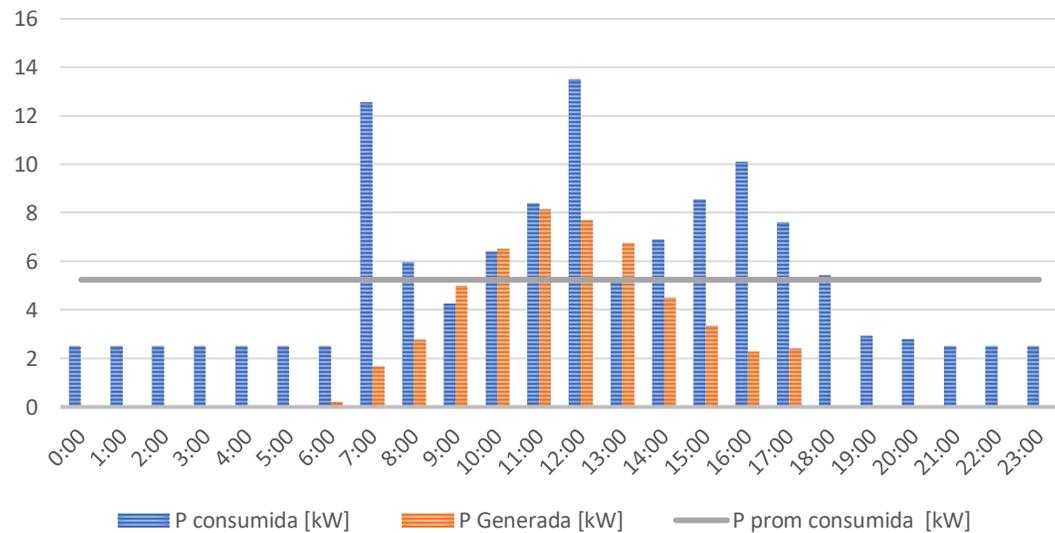
AUTOGENERACIÓN



EXCEDENTES TIPO II



EXCEDENTES TIPO I



ESCENARIOS RES CREG 030
2018

Marco Referencial

Marco Legal

Información de
disponibilidad de red

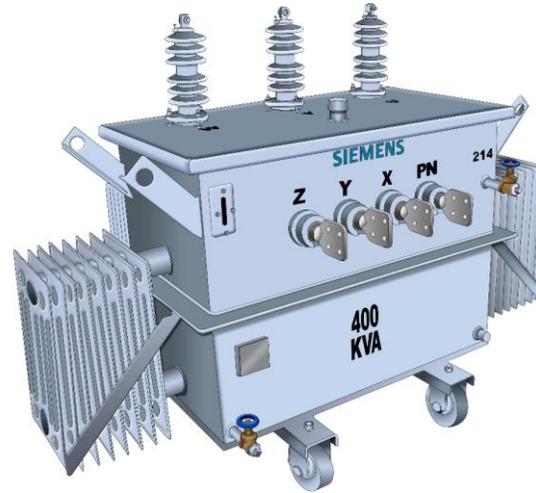
Verde

Amarillo

Naranja

Rojo

Limite de potencia instalada de generación para
inyección a red



Fuente: Inegemerc

$$\sum PN_{AGPE} \leq 15\%SN_{transformador}$$

Limitaciones

RES CREG 030 2018

BENEFICIOS TRIBUTARIOS LEY 1715 DEL 2014

Artículo 11

- **“Deducción especial sobre el impuesto de renta y complementarios”.**
- Deducir hasta el cincuenta por ciento (50%) del valor de las inversiones

“El valor a deducir por este concepto, en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente determinado antes de restar el valor de la inversión”.

Artículo 12

- **“Exclusión del IVA”.**
- Excluidos equipos, elementos y maquinaria, nacionales o importados, o adquisición de servicios dentro o fuera del territorio nacional.

Para la producción y utilización de energía a partir FNCE.

Artículo 13

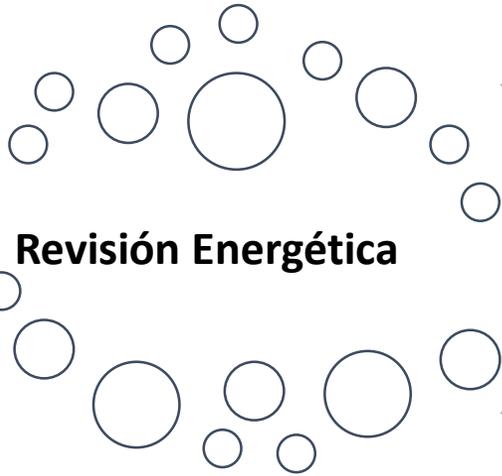
- **“Exención de gravamen arancelario”.**
- Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos.

Artículo 14

- **“Régimen de depreciación acelerada”.**
- “Se aplica el incentivo de depreciación fiscal acelerada, de acuerdo con la técnica contable, hasta una tasa anual global del veinte por ciento (20%)”.

El beneficiario define la tasa de depreciación igual para cada año gravable (lo puede modificar con aviso previo a Dirección Seccional de Impuestos)

PRIMERA ETAPA



Revisión Energética

- Identificación del comportamiento del consumo de energía eléctrica de los CDA.
- Caracterización de demanda por zonas.

SEGUNDA ETAPA



Identificación de áreas disponibles

- Determinación de áreas potenciales para posible instalación.
- Identificación de sombras potenciales.
- Definición de posibles ángulos y espacios de ubicación factibles.

TERCERA ETAPA



Analizar capacidad de autogeneración

- Determinación de potencial solar en la ubicación.
- Dimensionamiento del sistema, considerando escenarios aplicables según resolución 030 de la CREG.
- Realización de cálculos de producción energética según las áreas identificadas.

CUARTA ETAPA



Determinar modelo de financiamiento

- Análisis de escenarios de financiamiento que le permitan a la organización llevar a cabo el proyecto considerando beneficios de la Ley 1715.
- Valoración de la reducción de emisiones GEI.

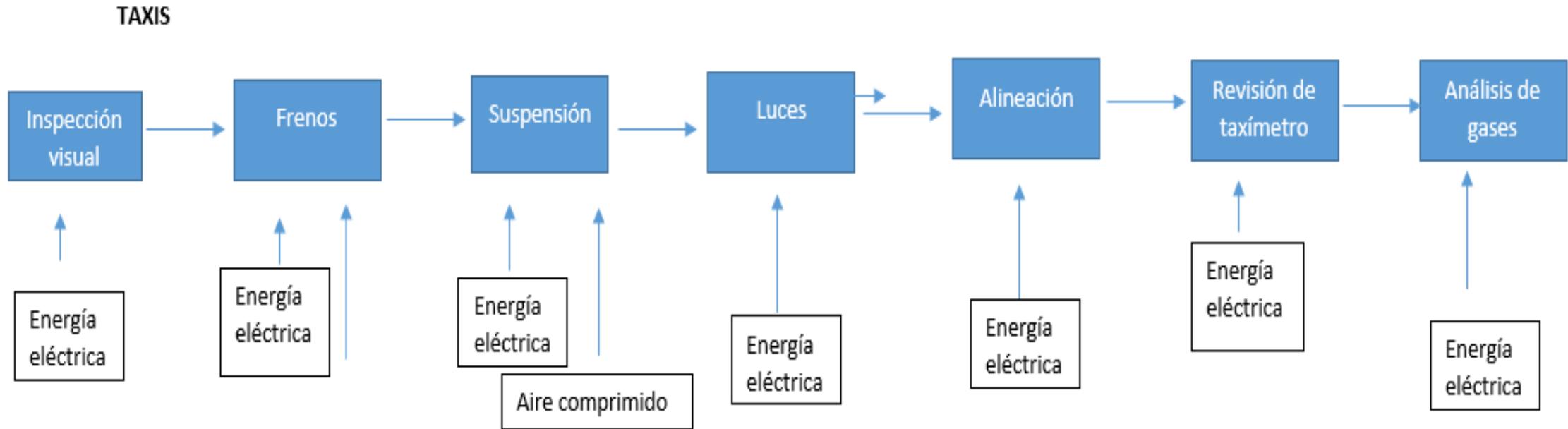
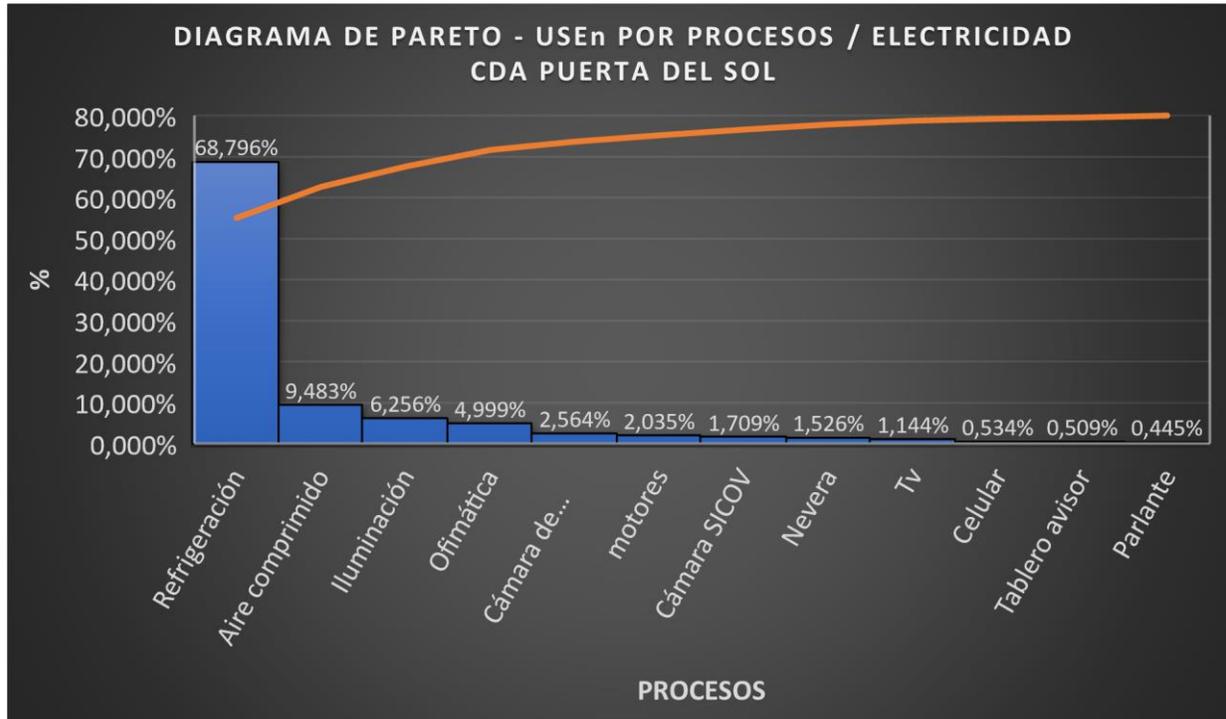
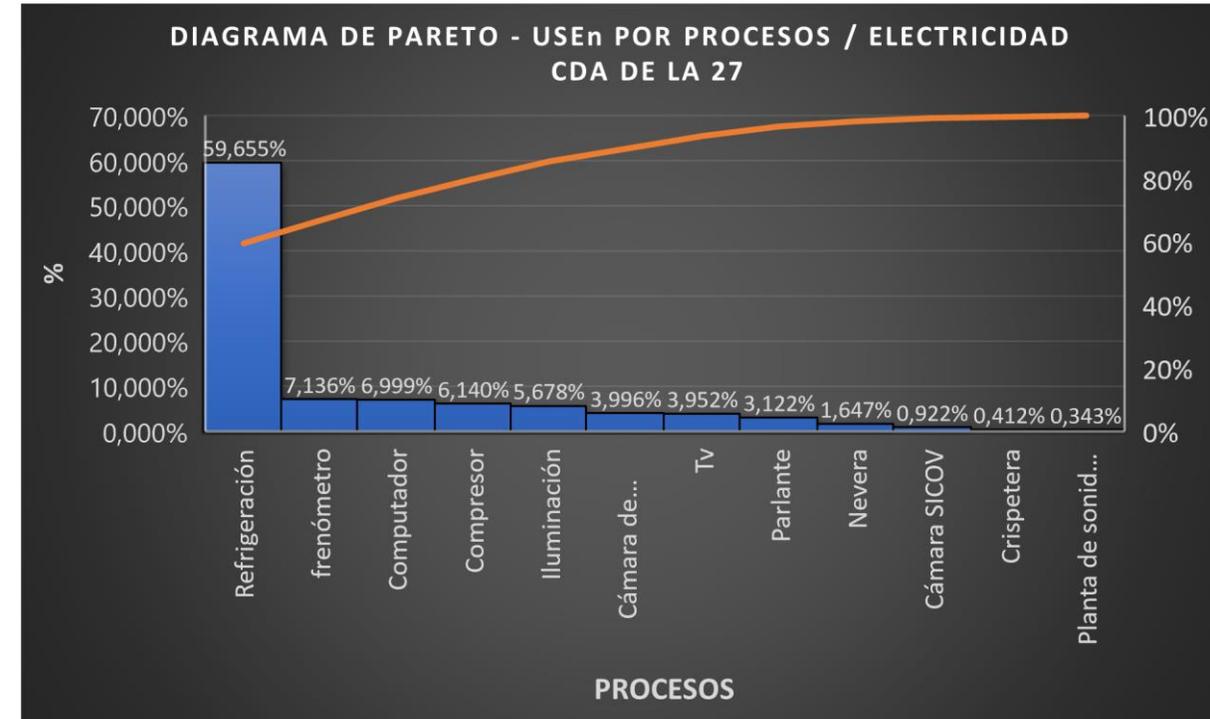


DIAGRAMA DE BLOQUES CDAs



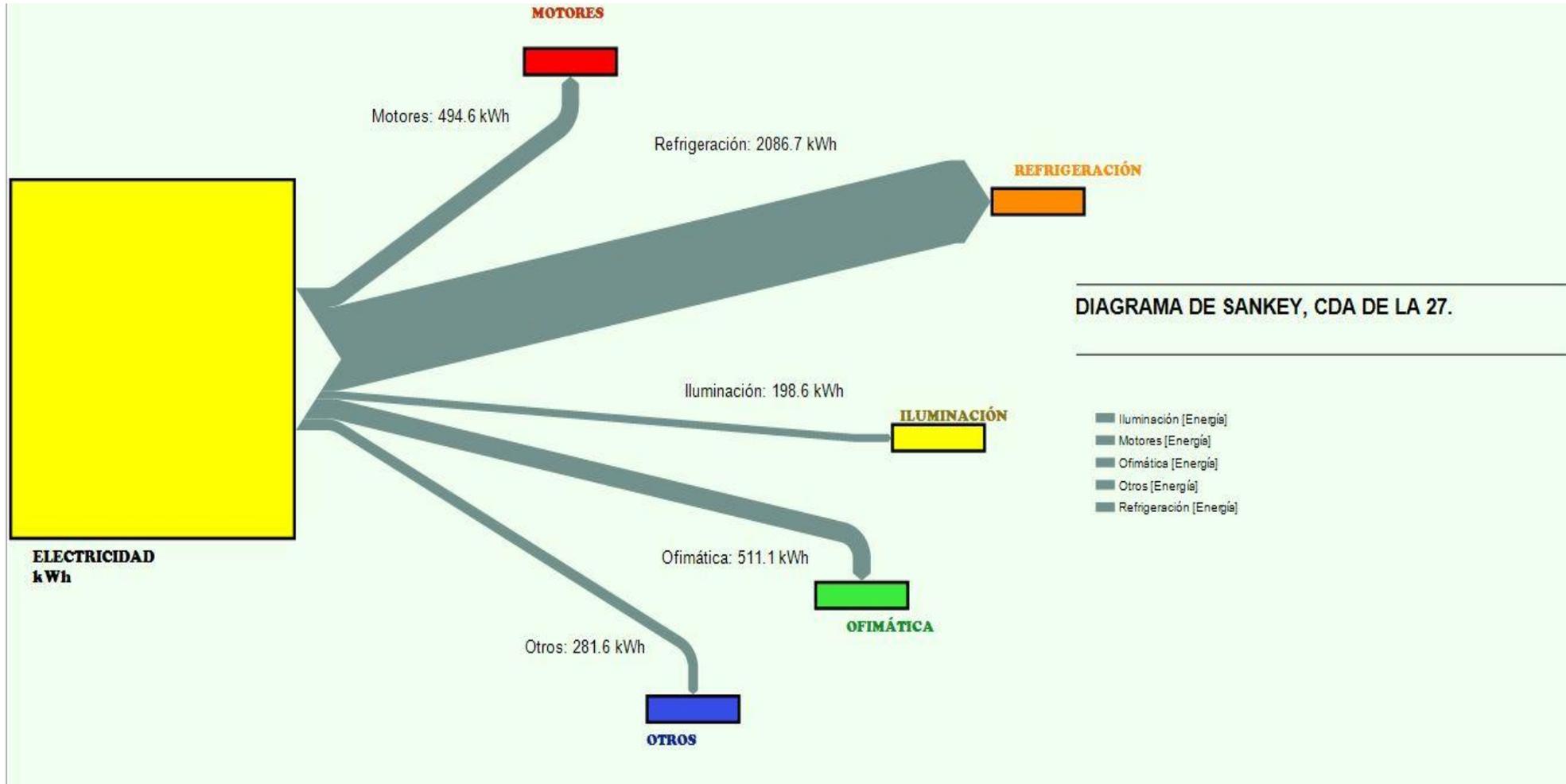
Gráfica. Diagrama de Pareto por procesos, CDA PUERTA DEL SOL.



Gráfica 17. Diagrama de Pareto por procesos, CDA PUERTA DE LA 27

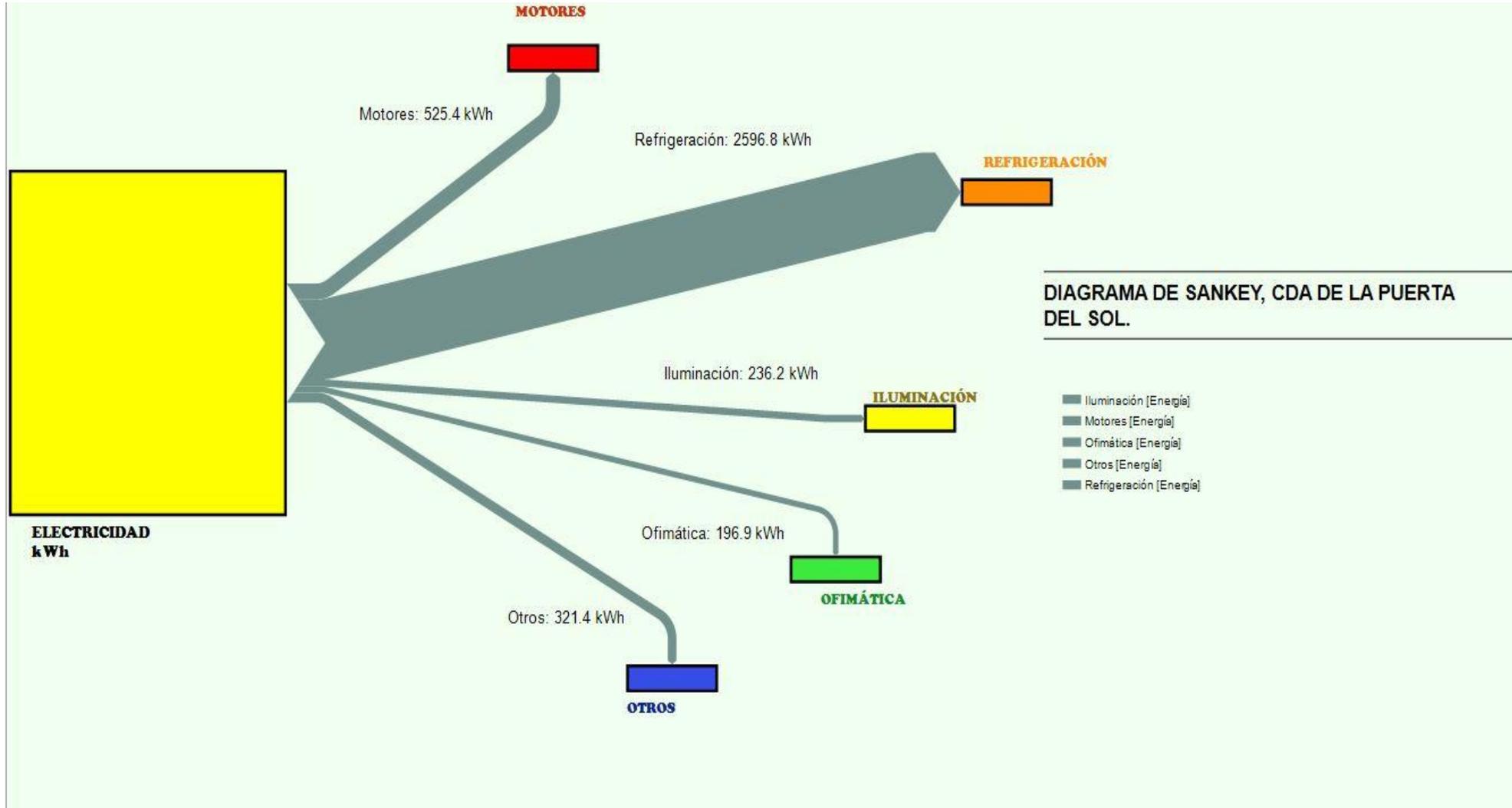
DIAGRAMAS DE PARETOS CDAs

✓ 62,94% de la energía se destina al sistema de climatización



DIAGRAMAS DE SANKEY CDAs

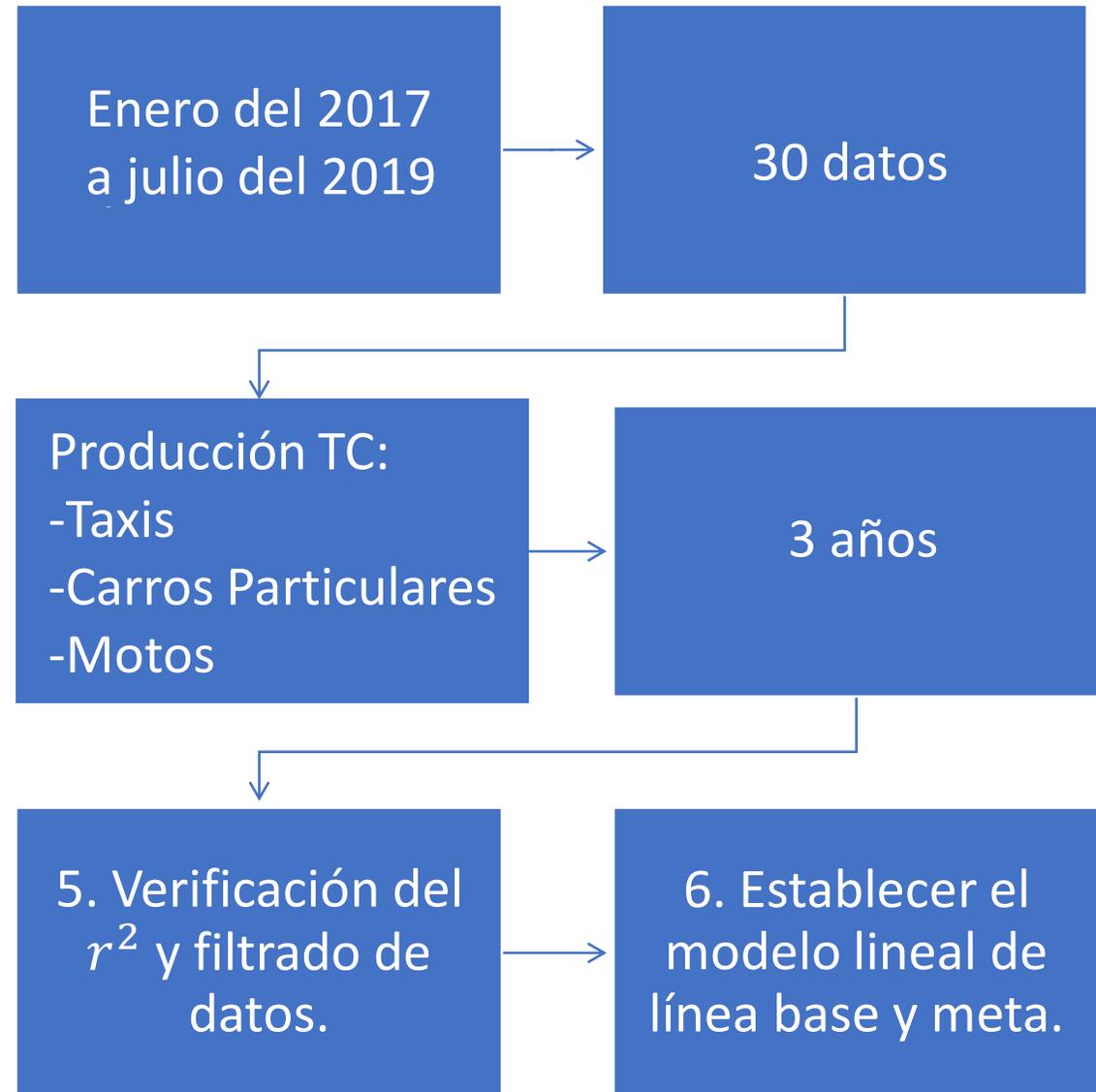
✓ 68,77% de la energía se destina al sistema de climatización



DIAGRAMAS DE SANKEY CDAs

Línea Base

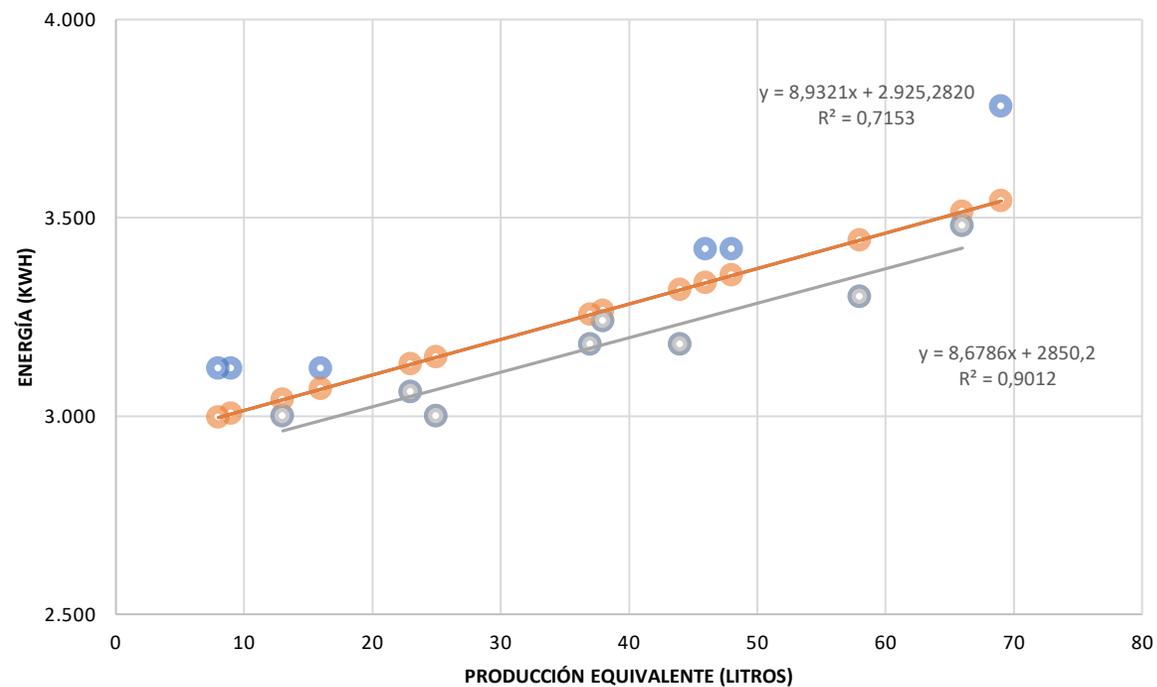
La construcción de la línea base y meta detalla como los recursos energéticos se distribuyen en la organización, permitiendo analizar los usos asociados a la producción y los que no; determinando la posibilidad de contar con un producto estrella. Todo en un periodo real de operación.



Línea Base y Meta

Modelo	Ecuación de la Línea Base	Ecuación de la Línea Meta
	$E = 8,9321x + 2.925,2820$	$E = 8,6786x + 2850,2$
Coefficiente de determinación	0,7153	0,9012
Valor de P-Value variable independiente	0,000138 <<< 0,005	4,456 * E-182 <<< 0,005
Energía no asociada a la producción (variable independiente)	81,91%	79,81%
Razón de cambio del consumo con la producción (variable independiente)	8,9321 [kWh] por cada incremento de una tecnología de taxis en la producción.	8,6786 [kWh] por cada incremento de una tecnología de taxis en la producción.

Energía vs. Producción Equivalente



● Energía (kWh) ● Línea Base ● Línea Meta
— Lineal (Energía (kWh)) — Lineal (Línea Base) — Lineal (Línea Meta)

Hora solar pico, National Solar Radiation Data Base

$$HSP_{PromAño} = \frac{1}{1000} \sum_i^{8760} Irrandiancia_i (h)$$
$$HSP_{PromAño} = 4,67$$

Fuente: NSRDB, 2018

Se validó con:

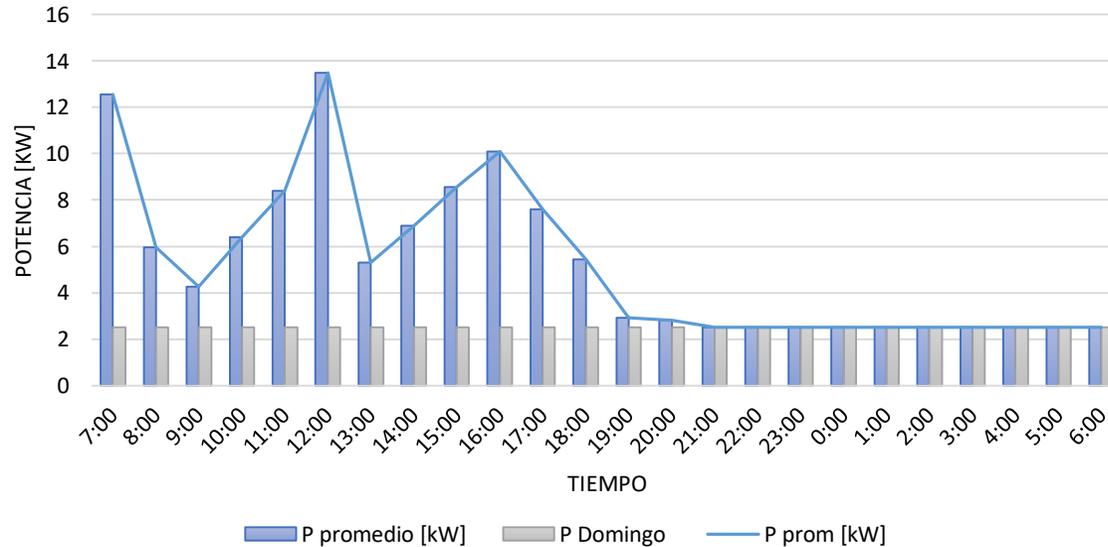
Estación de monitoreo	HSP [kWh/m ²]
UIS	4,6 [27]
UNAB	4,7*

Fuente: Revista UIS, 2011 y*Estación meteorológica UNAB, 2018.

Cuantificar la potencia requerida por el sistema. Para calcular la demanda de potencia se utiliza la energía promedio de cada hora a lo largo de dos días aleatorios de producción y un día sin laborar

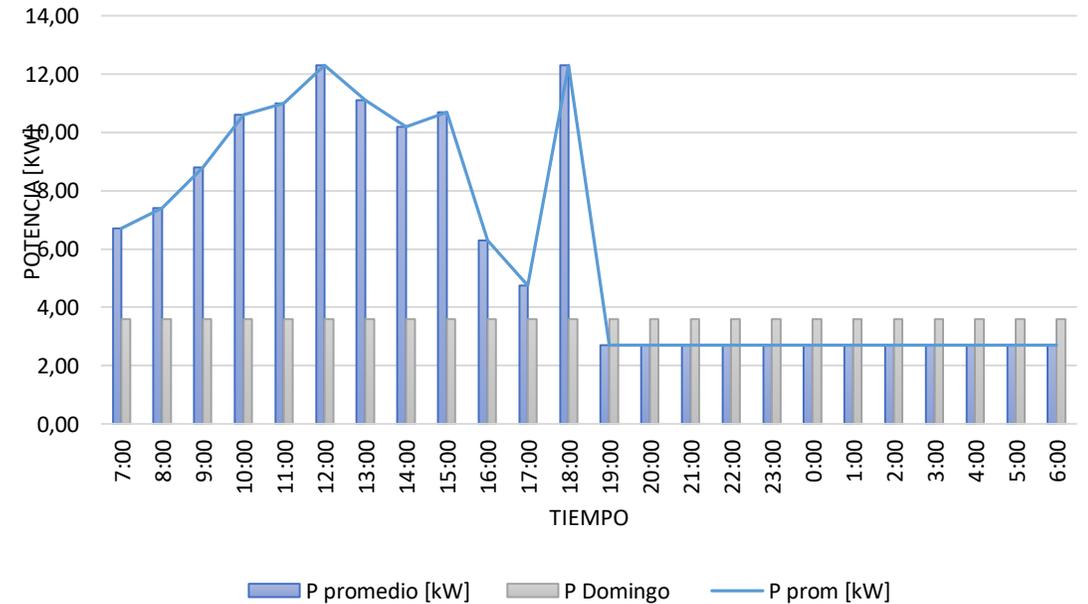
Curva de la demanda Intradiaria

Curva de la demanda CDA LA 27



Gráfica 5. Curva de la demanda CDA LA 27.

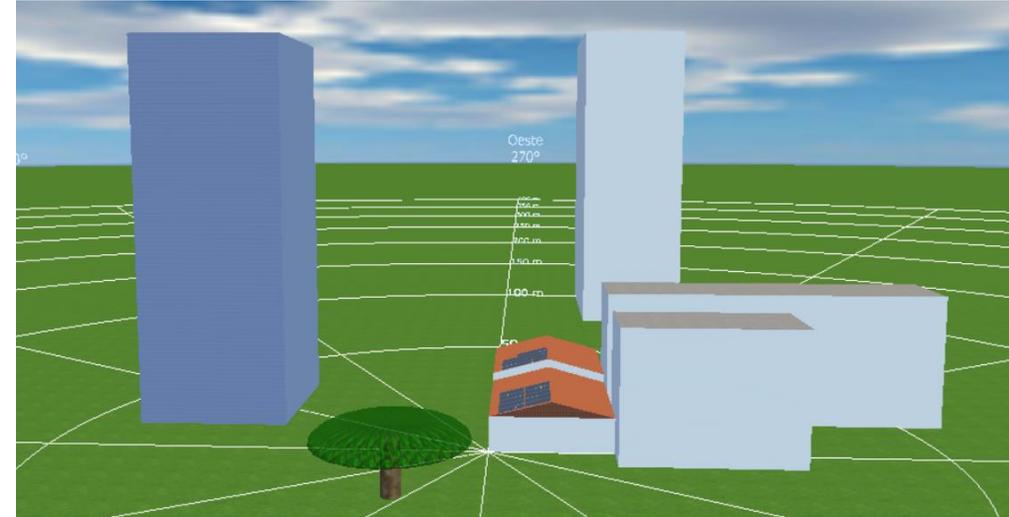
Curva de la demanda CDA LA PUERTA DEL SOL



Gráfica 6. Curva de la demanda CDA LA PTA DEL SOL.

Identificación sobras cercanas potenciales.

No fue necesario realizar un análisis de sobras, debido a que no hay estructuras aledañas al sistema FV. Se aclara que las vallas publicitarias no se toman en cuenta para el análisis, pues están proceso de reubicación por contaminación visual.



Fuente: Elaboración propia, herramienta PVSOL



a) CDA PUERTA DEL SOL



b) Intercambiador puerta del sol

Inclinación y ACIMUT

La inclinación del panel seleccionada fue de 15° en ambas ubicaciones con respecto a la horizontal, debido a que las superficies de instalación del panel también poseen una leve inclinación. Se seleccionó esta inclinación puesto que la cantidad de radiación solar será mayor cuando el plano del panel esté completamente perpendicular a la incidencia solar. Se ubicaron con un acimut de 0° respecto al sur.






Capacidad
de
generación

Ubicación	Potencia del Transformador [kVa]	Capacidad máxima para instalar <15% [kW]
CDA LA 27	112,5	15,19
CDA LA PUERTA DEL SOL	30	4,05

5. Dimensionamiento del sistema considerando escenarios según la resolución CREG 030-2018.

Autoconsumo

Excedentes I

Excedentes II

CDA LA 27

Aplica

Aplica

No aplica

**CDA LA
PUERTA DEL
SOL**

Aplica

No aplica

No aplica

**Dimensionamiento del Sistema considerando
escenarios según la RES CREG 030-2018**

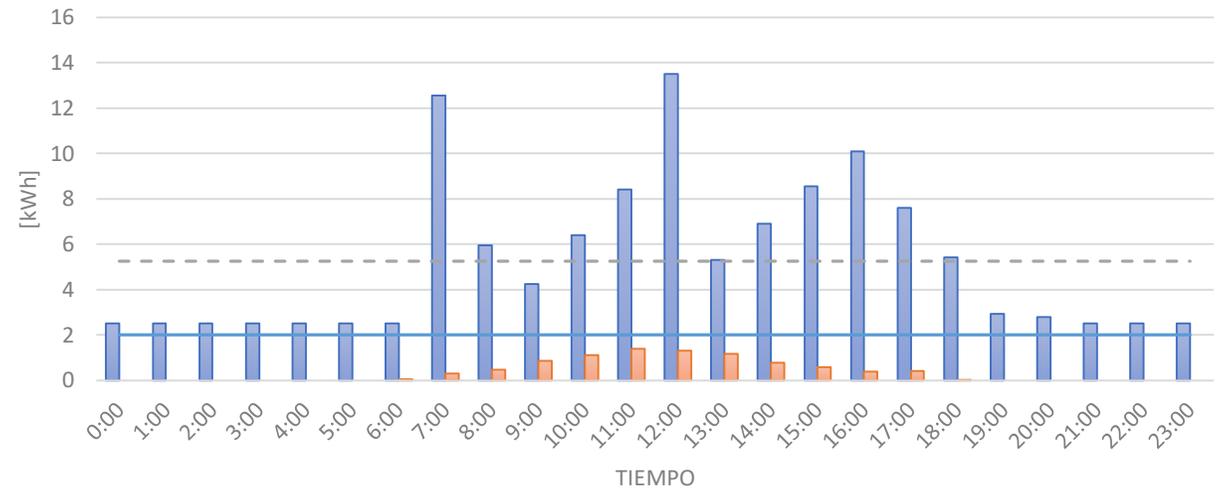
Capacidad de generación

Panel		Inversor	
Fabricante	Jinko Solar	Fabricante	Fronius International
Modelo	JKM 340M-72	Modelo	Galvo 2.5-1
P nom	340 [W]	P nom	2,5 [kW]
		FV	
Configuración			
#Max de paneles en serie		1	
#Max paneles en paralelo		8	
Potencia Nominal del sistema		2,72 [kW]	
PR		0,6877	

$$PG = \frac{PR * \#Paneles * P_n * Irradiancia_h}{1000 \left[\frac{kW}{m^2} \right]}$$

Propuesta de escenarios CDA LA 27

Curva de consumo y generación escenario: AUTOGENERACIÓN



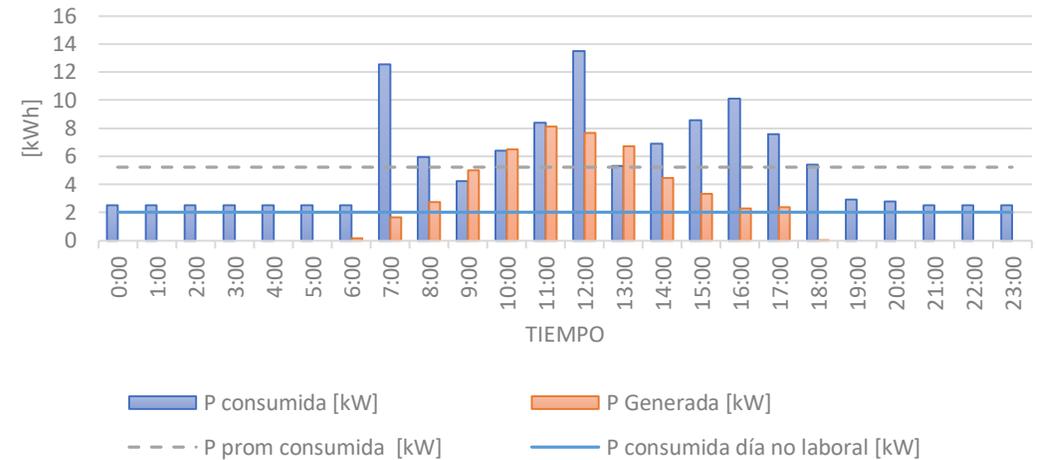
■ P consumida [kW]
■ P Generada [kW]
- - - P prom consumida [kW]
— P consumida día no laboral [kW]

6. Propuesta de escenarios CDA LA 27

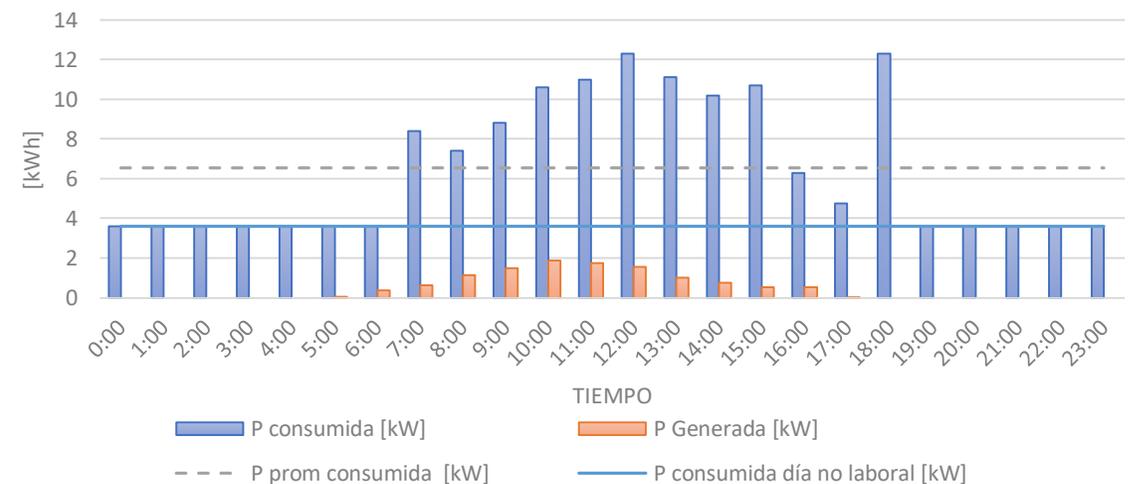
Panel		Inversor	
Fabricante	Jinko Solar	Fabricante	Fronius International
Modelo	JKM 340M-73	Modelo	IG Plus 70 V-2
P nom	340 [W]	P nom FV	6,5 [kW] x 2
Configuración			
#Max de paneles en serie			4
#Max paneles en paralelo			10
Potencia Nominal del sistema			13,6 [kW]
PR			0,8032

Panel		Inversor	
Fabricante	Jinkosola	Fabricante	ABB
Modelo	JKM 340M-72	Modelo	UNO-3.0-TL-OUTD
P nom	340 [W]	P nom FV	3 [kW]
Configuración			
#Max de paneles en serie			1
#Max paneles en paralelo			9
Potencia Nominal del sistema			3,06 [kW]
PR			0,819

Curva de consumo y generación escenario: Exedentes Tipo I



Curva de consumo y generación escenario: AUTOGENERACIÓN

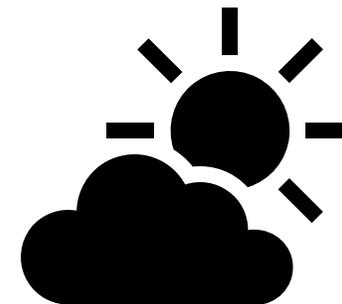


Pérdidas en el sistema FV

- Factor de pérdida por temperatura: Como criterio de selección, se tomó el porcentaje de pérdidas por temperatura, comparando entre 3 diferentes marcas de paneles de igual potencia.

- Factor de pérdidas por suciedad: Se recurrió a un análisis de calidad del aire del IDEAM en la ciudad de Bucaramanga, cuyo valor es del 2,1%.

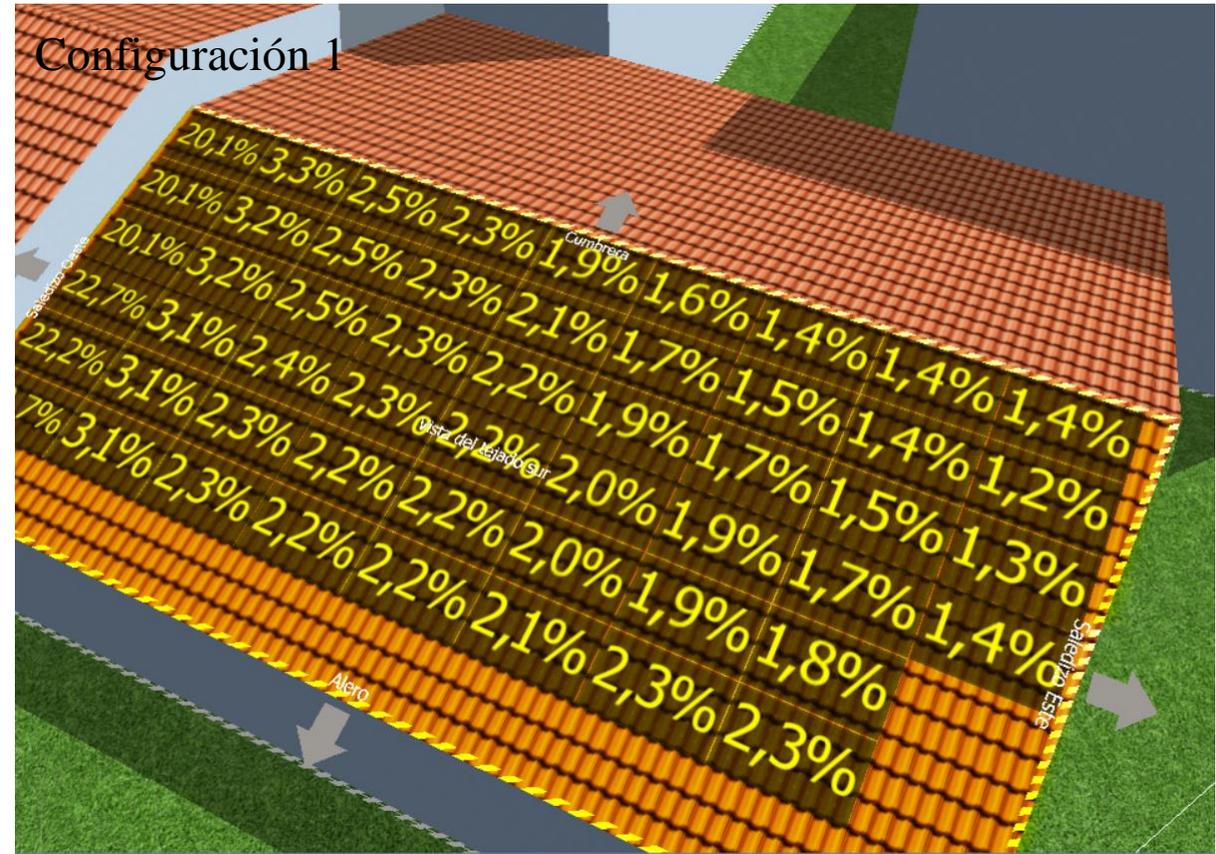
MARCA	TIPO DE PANEL	PÉRDIDA POR TEMPERATURA [%/°C]
Amerisolar (320W)	Policristalino	-0,43
Green Energy (340W)	Policristalino	-0,41
Amerisolar (340 W)	Policristalino	-0,42
Jinko Solar (340 W)	Monocristalino	-0,40



Configuración 1



Configuración 1

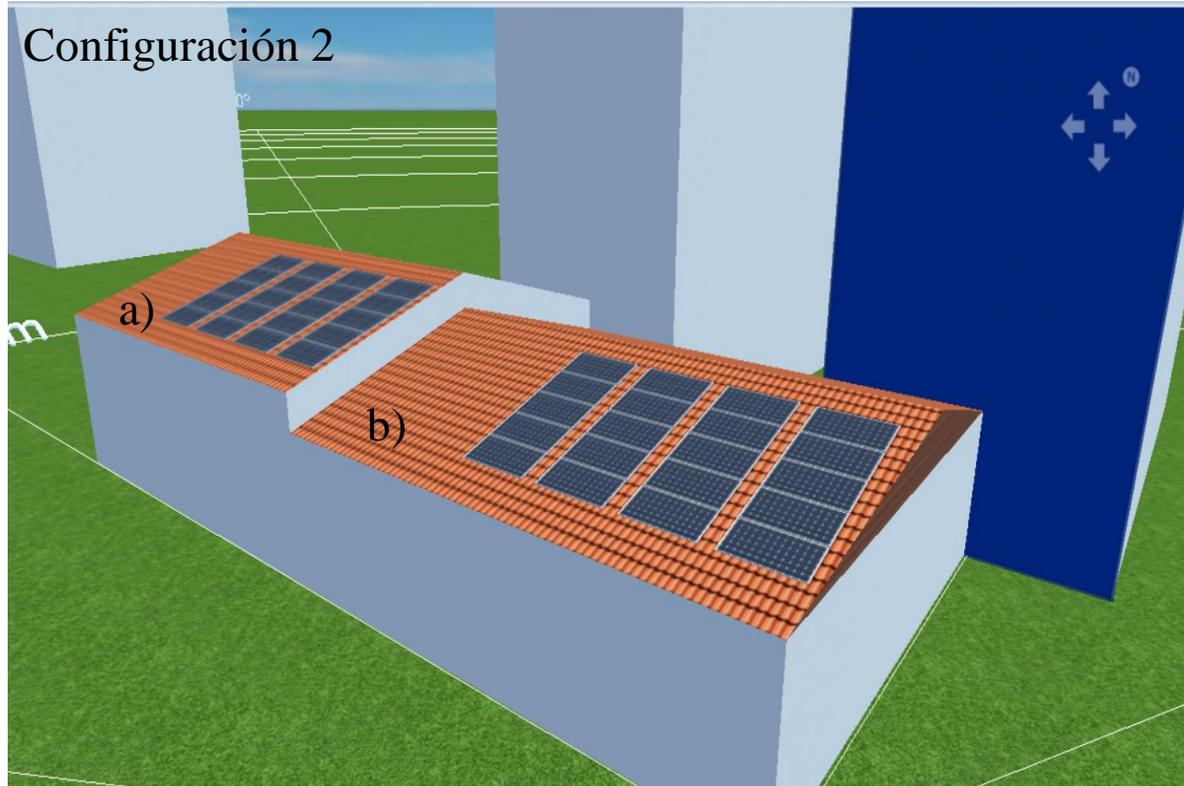


Fuente: Elaboración propia, herramienta PVSOL

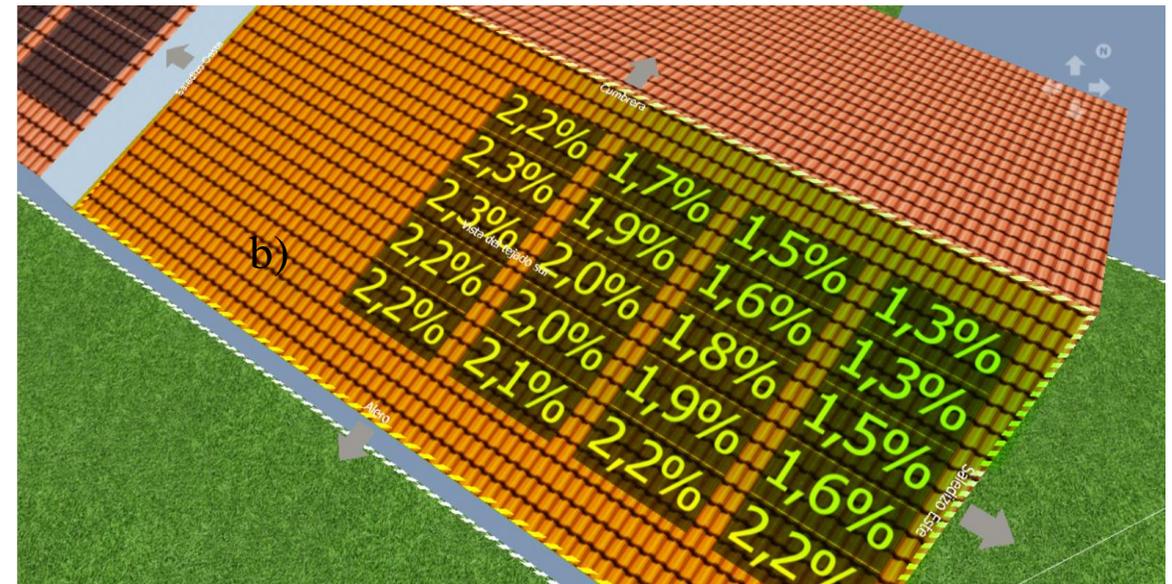
Simulación de pérdidas mediante el software PVSOL.

Capacidad de generación

Configuración 2

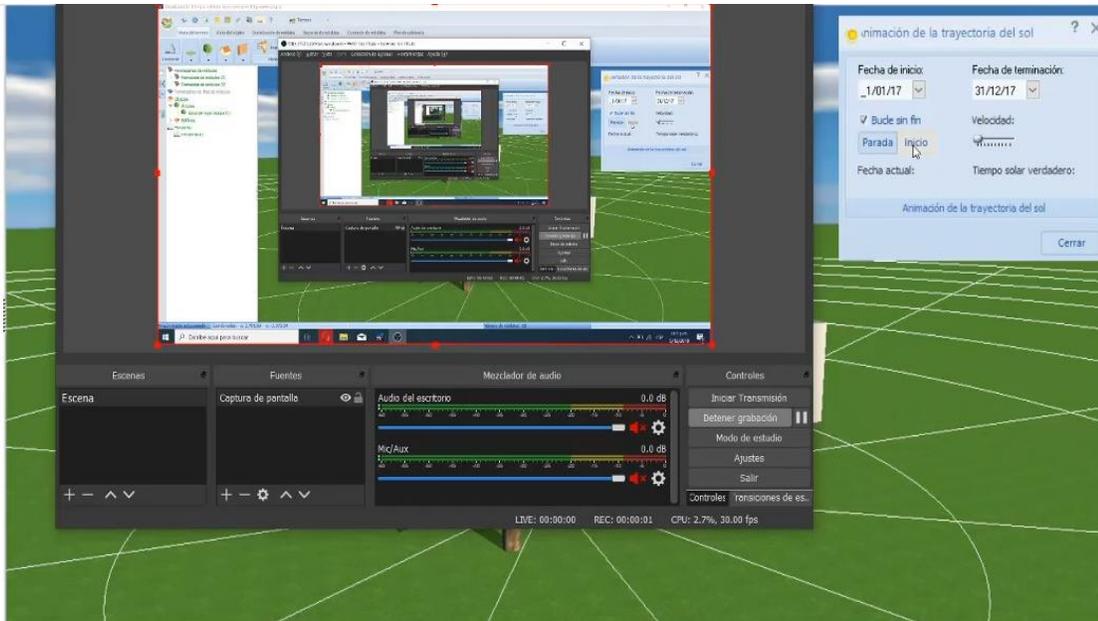


Simulación de pérdidas mediante el software PVSOL.



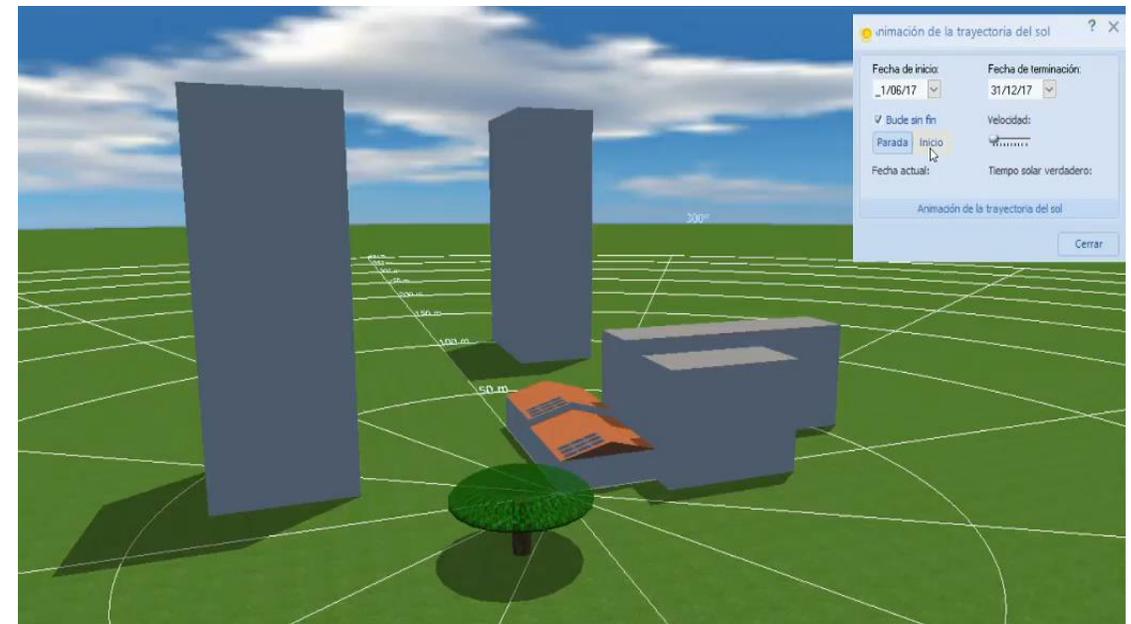
Fuente: Elaboración propia, herramienta PVSOL

Enero



Menor factor de pérdidas

Junio



Mayor factor de pérdidas

Capacidad de generación

Resultados

PÉRDIDAS DEL SISTEMA ANUALES

CDA LA 27

CDA PUERTA DEL SOL

	Autoconsumo	Excedentes tipo I	Autoconsumo
Factor de perdida por Temperatura	-8,97%	-8,97%	-7,84%
Factor perdida Nivel de Irradiancia	-0,79%	-0,79%	-0,67%
Factor de perdida por Suciedad	-2,1%	-2,1%	-2,1%
Factor de perdida Óhmica	-1%	-1%	-0,94%
Factor de perdida por Miss Match	-1,1%	-1,1%	1,1%
Factor de Perdida por inversor	-4,83%	-4,78%	-2,99%
Factor de perdidas por sombras cercanas	-7%	-7,4%	-
ENERGÍA ANUAL GENERADO POR EL SISTEMA FV	3.784 [kWh]	18,93 [MWh]	4.555 [kWh]

EVALUACIÓN FINANCIERA: 1^{er} ESCENARIO

PROPIO				
	Ahorros de energía (año 20) [COP]	PAYBACK [AÑOS]	VPN [COP]	TIR [%]
CDA LA 27, autogeneración	\$ 2.404.330	> 25 años	-\$ 6.615.766	4,74%
CDA PUERTA DEL SOL, autogeneración	\$ 3.328.540	> 25 años	-\$ 6.900.383	6,71%
CDA LA 27, excedentes tipo I	\$ 10.052.190	> 25 años	-\$ 13.865.698	9,01%

EVALUACIÓN FINANCIERA: 2^{DO} ESCENARIO y 3^{ER} ESCENARIO

FENOGE				
	Ahorros de energía (año 10) [COP]	PAYBACK [AÑOS]	VPN [COP]	TIR [%]
CDA LA 27, autogeneración	\$ 1.913.653	10	\$ 86.031	14,28%
CDA PUERTA DEL SOL, autogeneración	\$ 2.649.250	5	\$ 8.638.949	36,17%
CDA LA 27, excedentes tipo I	\$ 9.318.134	10	\$ 1.889.738	15,41%

ESCO		
	Ahorros de energía (año 20) [COP]	VPN [COP]
CDA LA 27, excedentes tipo I	\$ 10.052.190	\$ 8.872.351



CONCLUSIONES

- ✓ Una vez realizada la revisión energética de los CDAs, se pudo determinar que el mayor consumidor de energía eléctrica es el sistema de climatización con un consumo de 2.086,66 [kWh] en LA 27 y de 2.592 [kWh] en la PUERTA DEL SOL, con una equivalencia de consumo de 59,65% y 69,03% respectivamente del total.
- ✓ Se pudo determinar el consumo energético mensual (4.022 [kWh] en la PUERTA DEL SOL y 3.335[kWh] en CDA LA 27) mediante la curva media de la demanda intradiaria, encontrando un comportamiento similar para los días entre semana y sábados, a diferencia de los domingos, cuyo comportamiento es similar al nocturno. En el análisis se observó un bajo margen de variación, con un porcentaje inferior al 7%.
- ✓ Al evaluar los escenarios propuestos en la RES CREG 030 se encontró como factor limitador de potencia FV a instalar las capacidades nominales de los transformadores en cada CDA, teniendo una capacidad máxima de instalación de 15,19 [kW] para el CDA LA 27 y 4,05 [kW] CDA PUERTA DEL SOL .Considerando esto, únicamente se evaluó los escenarios de autogeneración (CDA LA 27 y PUERTA DEL SOL) y excedentes tipo I (CDA LA 27).
- ✓ Se pudo observar que, al realizar el análisis de sombras, se obtiene un factor de pérdidas inicial del 22% anual, resultado obtenido en la primera simulación mediante el software PV*SOL, en el escenario de exportaciones tipo I del caso estudio CDA la 27. Sin embargo, al ejecutar la simulación teniendo en cuenta una nueva distribución de los módulos orientada a reducir las sombras generadas, se consiguió mitigar estas pérdidas, hasta llegar al 7,4% anual.



CONCLUSIONES

- ✓ Teniendo en cuenta la generación del sistema FV para cada escenario, la energía inyectada al sistema sería equivalente a suplir: CDA LA 27 autogeneración: ofimática (61,69% del consumo total), CDA LAS 27 exportaciones tipo I: 47,57% del consumo total y CDA PUERTA DEL SOL autogeneración: 12,5% del consumo total.
- ✓ Al analizar los tres tipos de financiamientos (crédito, financiamiento propio y por medio de una ESCO), se logra concluir que al realizar el pago únicamente con dinero propio, se generan valores presentes netos negativos, generando pérdidas al final de los 20 años del periodo de proyección, lo cual indica que no es rentable ejecutar el proyecto por medio de financiamiento propio.
- ✓ Se identificó que el modelo de financiación más rentable para su posible implementación es en el CDA LA 27 con escenario en el cual haya excedentes tipo I con la financiación por medio de una compañía de servicios energéticos (ESCO), obteniendo ganancias de \$8.872.351 en un periodo de contrato a 20 años.
- ✓ La implementación del proyecto generaría una reducción de gases de efecto invernadero, donde existiría una disminución aproximada de 186.642 toneladas de CO₂, en el mejor de los casos, en el escenario planteado del CDA LA 27 con excedentes tipo I.



RECOMENDACIONES

- ✓ Si se decide realizar el proyecto con financiamiento propio, se deben tener en cuenta todas las regulaciones y requisitos característicos que exige la ley para la aprobación del proyecto y obtención de beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014.
- ✓ En este diagnóstico para la implementación de sistemas de autogeneración FV en zonas urbanas, se hace indispensable el análisis de sombras que se puedan llegar a interponer en las instalaciones FV ocasionado por las estructuras inmobiliarias o agentes del medio ambiente.
- ✓ Bajo las primicias de RES CREG 030 antes de realizar un diagnóstico para la instalación de un sistema FV se debe consultar la disponibilidad de red con el comercializador y mirar la capacidad nominal de potencia en el transformador el cual es el que dictamina la máxima capacidad de potencia a instalar en sistemas FV.
- ✓ Si se decide realizar el proyecto, se recomienda implementar el sistema con excedentes tipo I del CDA LA 27, con un financiamiento mediante una ESCO debido a su alta rentabilidad.

GRACIAS!



Fuente: www.uac.edu.co

2.1 Significancia de la curva de la demanda en energía media mensual

Para establecer la significancia de las curvas de demanda de las Gráfica 9 y 8, se realiza mediante la siguiente primicia de:

$$\%Error_{cv} = \left| \frac{E_{cd} - E_p}{E_p} * 100 \right|$$

Ecuación 24.

Donde;

$\%Error_{cv}$: Porcentaje de error que tiene la E_{cd} respecto a E_p .

E_p : Energía promedio de los recibos reales.

E_{cd} : Energía mensual de la curva de carga.

Periodo facturado	CDA LA 27		CDA PUERTA DEL SOL	
	Energía curva	energía recibo	Energía curva	energía recibo
sep-18	3712,4	3.720	4097,7	3826
oct-18	3712,4	3.420	4097,7	4003
nov-18	3712,4	3.780	4097,7	3665
dic-18	3712,4	3.900	4097,7	3734
ene-19	3712,4	3.480	4097,7	3926
feb-19	3712,4	4.200	4097,7	3716
mar-19	3712,4	3.900	4097,7	4170
abr-19	3712,4	3.900	4097,7	4865
may-19	3712,4	3.960	4097,7	4548
jun-19	3712,4	3.720	4097,7	4233
jul-19	3712,4	3.600	4097,7	3854
desvest	-	226,097324	-	377,613944
Promedio	3.622	3.780	4.098	3.903
%Error	-	1,79%	-	4,99%

AIRE COMPRIMIDO

CORRIENTE ELÉCTRICA
220 V

AGUA

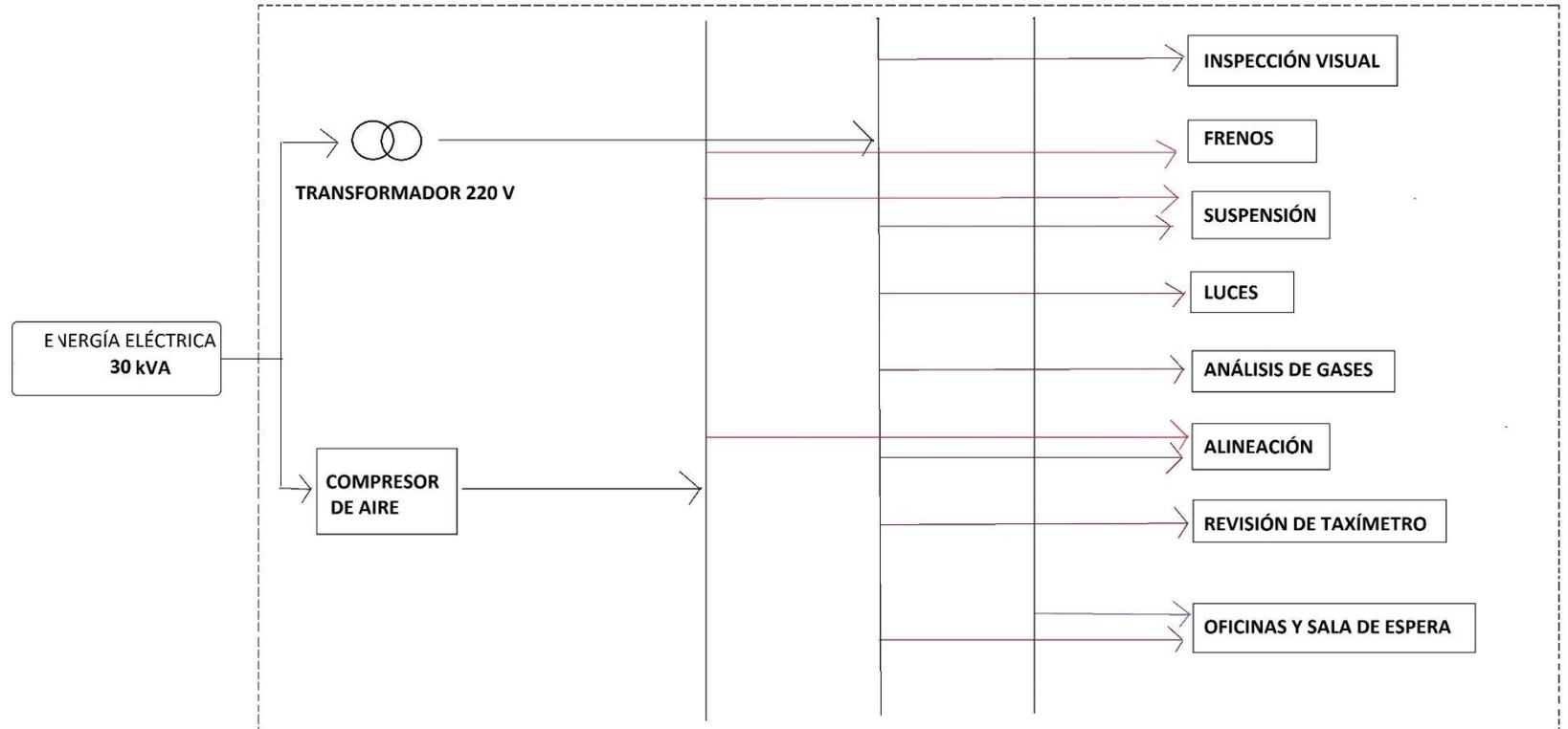


Figura 12. Diagrama Energético productivo, CDA PUERTA DEL SOL

DIAGRAMAS ENERGÉTICOS CDAs

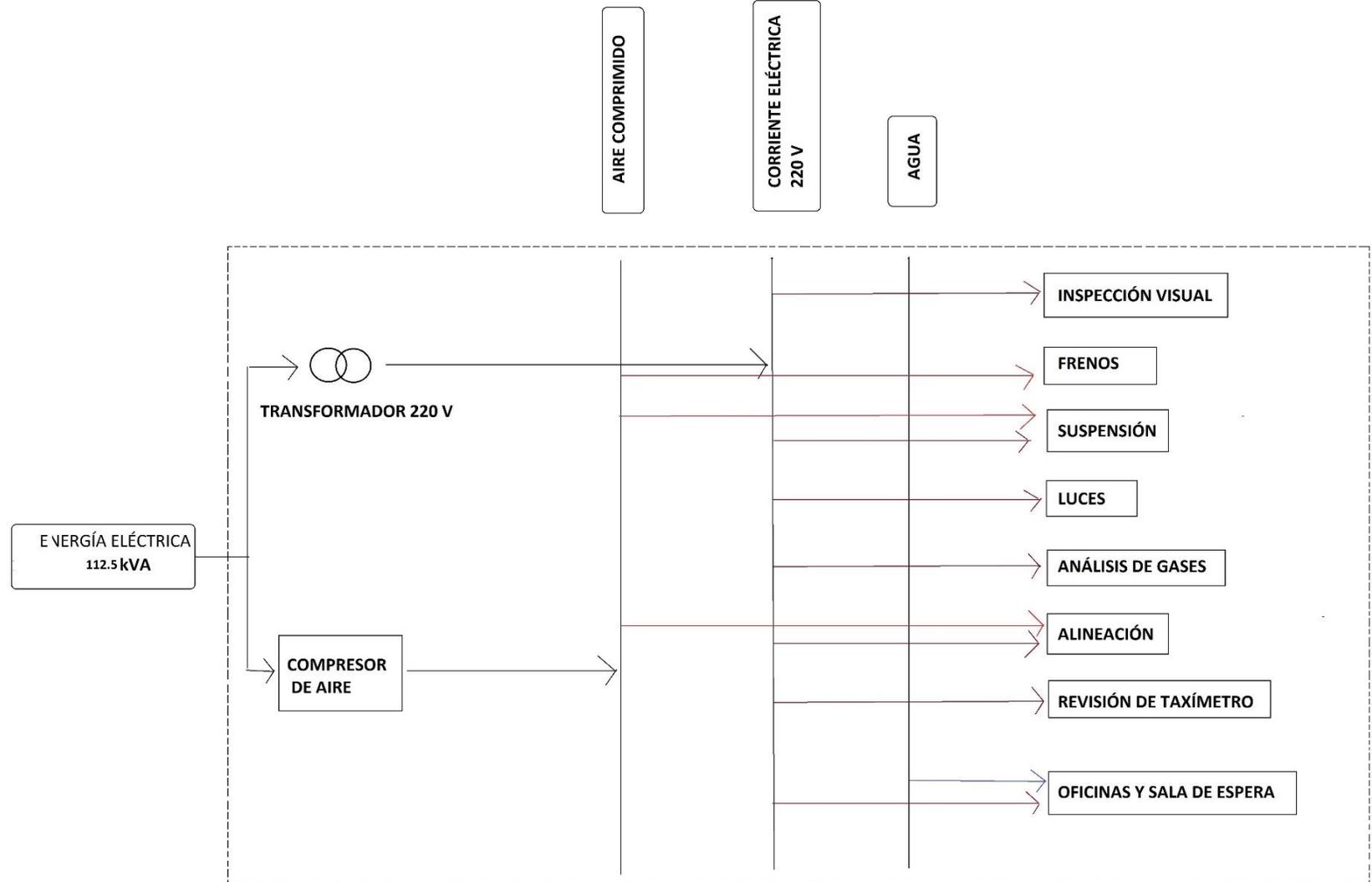


Figura 12. Diagrama Energético productivo, CDA LA 27.

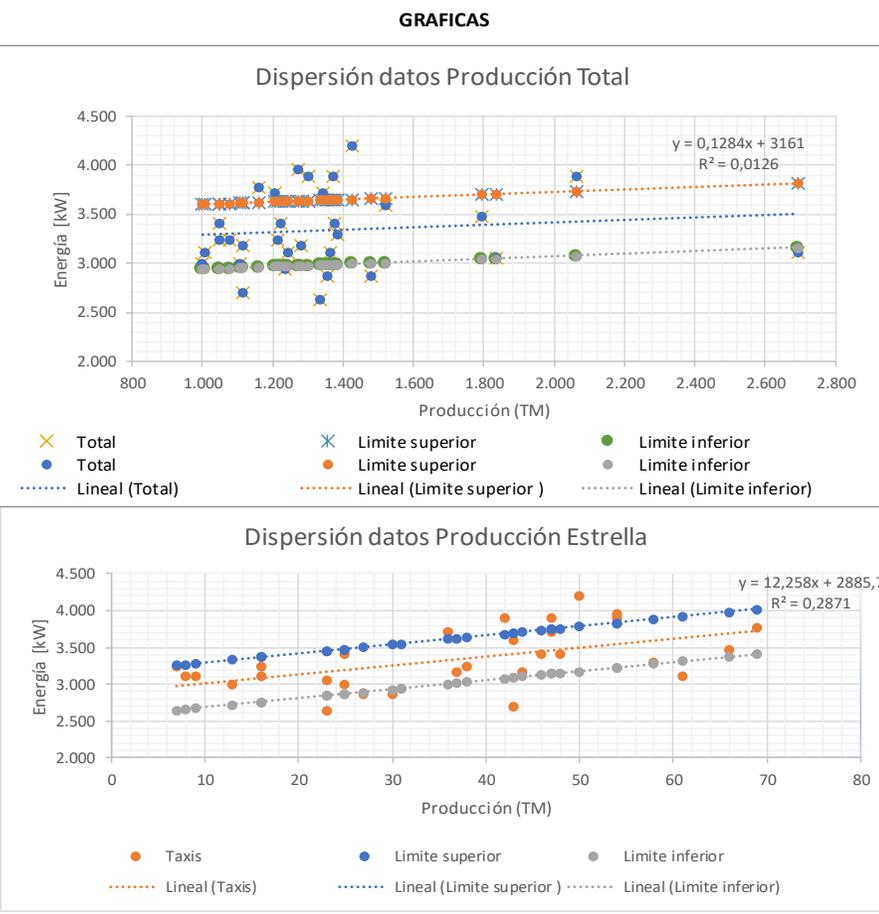
DIAGRAMAS ENERGÉTICOS CDAs



FILTRO DE DATOS

Dirección Cl. 34 #26 - 103, Bucaramanga, Santander
 Formato 3
 Página 5
 Fecha 15-nov

mes	kWh	Producción			Total	TAXIS		TOTAL	
		Autos	Taxis	Motos		Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior
ene-17	2.640	572	23	740	1.335	3.456,20	2.850,21	3.648,51	2.984,70
feb-17	3.240	401	16	798	1.215	3.370,40	2.764,40	3.633,11	2.969,30
mar-17	3.120	439	16	789	1.244	3.370,40	2.764,40	3.636,83	2.973,02
abr-17	3.240	401	7	638	1.046	3.260,08	2.654,08	3.611,41	2.947,60
may-17	3.120	365	9	632	1.006	3.284,59	2.678,60	3.606,27	2.942,46
jun-17	3.000	432	13	661	1.106	3.333,62	2.727,63	3.619,11	2.955,30
jul-17	3.120	532	8	821	1.361	3.272,33	2.666,34	3.651,85	2.988,04
ago-17	2.880	611	27	841	1.479	3.505,24	2.899,24	3.667,00	3.003,19
sep-17	2.940	484	31	721	1.236	3.554,27	2.948,27	3.635,80	2.971,99
oct-17	2.700	466	43	606	1.115	3.701,36	3.095,37	3.620,27	2.956,46
nov-17	3.240	491	38	547	1.076	3.640,07	3.034,08	3.615,26	2.951,45
dic-17	3.060	929	23	885	1.837	3.456,20	2.850,21	3.712,97	3.049,16
ene-18	3.120	1.263	61	1.368	2.692	3.922,01	3.316,01	3.822,75	3.158,94
feb-18	3.420	582	48	747	1.377	3.762,65	3.156,66	3.653,91	2.990,10
mar-18	2.880	613	30	713	1.356	3.542,01	2.936,01	3.651,21	2.987,40
abr-18	3.420	485	25	537	1.047	3.480,72	2.874,72	3.611,53	2.947,72
may-18	3.000	436	25	537	998	3.480,72	2.874,72	3.605,24	2.941,43
jun-18	3.180	547	44	523	1.114	3.713,62	3.107,63	3.620,14	2.956,33
jul-18	3.180	588	37	656	1.281	3.627,82	3.021,82	3.641,58	2.977,77
ago-18	3.300	650	58	677	1.385	3.885,23	3.279,24	3.654,93	2.991,12
sep-18	3.720	554	36	617	1.207	3.615,56	3.009,56	3.632,08	2.968,27
oct-18	3.420	588	46	586	1.220	3.738,14	3.132,14	3.633,75	2.969,94
nov-18	3.780	543	69	547	1.159	4.020,07	3.414,08	3.625,92	2.962,11
dic-18	3.900	1.131	42	892	2.065	3.689,11	3.083,11	3.742,25	3.078,44
ene-19	3.480	898	66	830	1.794	3.983,30	3.377,30	3.707,45	3.043,64
feb-19	4.200	645	50	729	1.424	3.787,17	3.181,17	3.659,94	2.996,13
mar-19	3.900	629	47	696	1.372	3.750,40	3.144,40	3.653,26	2.989,45
abr-19	3.900	609	54	637	1.300	3.836,20	3.230,21	3.644,02	2.980,21
may-19	3.960	568	54	648	1.270	3.836,20	3.230,21	3.640,17	2.976,36
jun-19	3.720	673	47	621	1.341	3.750,40	3.144,40	3.649,28	2.985,47
jul-19	3.600	712	43	766	1.521	3.701,36	3.095,37	3.672,40	3.008,59

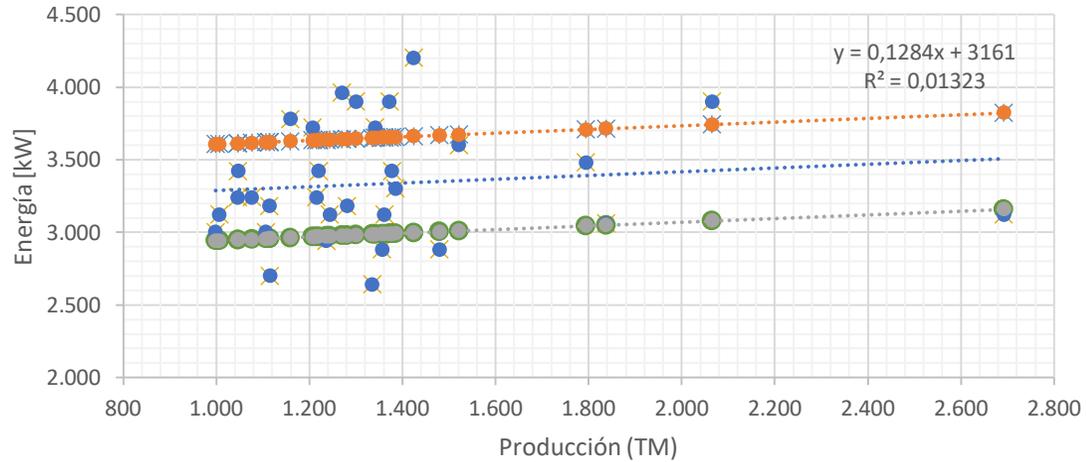


Línea Base

5. Verificación de r^2 y filtrado de datos.

Línea Base

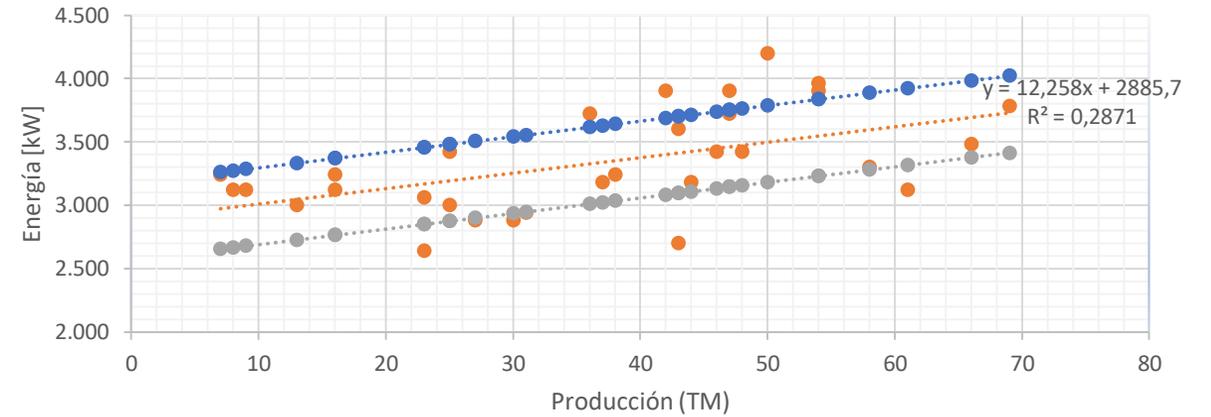
Dispersión datos Producción Total



- × Total
 * Limite superior
 ● Limite inferior
- Total
 ● Limite superior
 ● Limite inferior
- ⋯ Lineal (Total)
 ⋯ Lineal (Limite superior)
 ⋯ Lineal (Limite inferior)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de determinación R ²	0,01323917
Error típico	120,828488
Valor P	0,54487629
Observaciones	30

Dispersión datos Producción Estrella

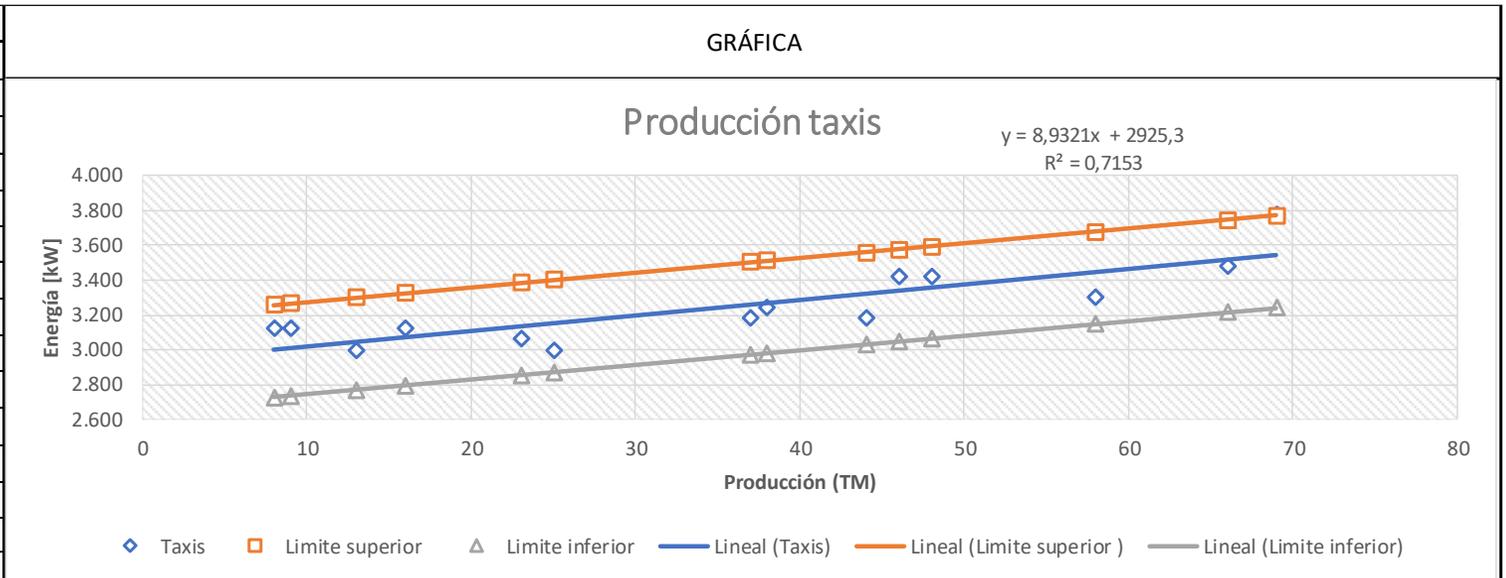


- Taxis
 ● Limite superior
 ● Limite inferior
- ⋯ Lineal (Taxis)
 ⋯ Lineal (Limite superior)
 ⋯ Lineal (Limite inferior)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de determinación R ²	0,2871
Error típico	331,2281732
Valor P	0,003087402
Observaciones	30



mes	kWh	Producción	Límites	
		Taxis	Límite superior	Límite inferior
mar-17	3.120	16	3.326	2.794
may-17	3.120	9	3.267	2.735
jun-17	3.000	13	3.301	2.769
jul-17	3.120	8	3.259	2.727
nov-17	3.240	38	3.511	2.979
dic-17	3.060	23	3.385	2.853
feb-18	3.420	48	3.595	3.063
may-18	3.000	25	3.401	2.870
jun-18	3.180	44	3.561	3.029
jul-18	3.180	37	3.502	2.970
ago-18	3.300	58	3.678	3.147
oct-18	3.420	46	3.578	3.046
nov-18	3.780	69	3.771	3.239
ene-19	3.480	66	3.746	3.214
Total	45.420	500	48.880	41.433
Max	3.780	69	3.771	3.239
Min	3.000	8	3.259	2.727
Dest	218	21	173	173



Parámetros de la Ecuación de la Línea de Base $E=mP+E_0$

$E = 8,9321x + 2925,3$	Energía No Asociada a Producción (E_0)	Razón de Cambio Energía/Producción (m)	Coeficiente de Determinación (R^2)
	2.925,3000	8,9321	0,7153

Línea Base,
producción estrella

UBICACIÓN	CORRIENTE	CONDUCTOR / FUSIBLE	CARACTERÍSTICAS [aislamiento 75°C]
Cableado entre paneles	$i_{CC} = 11,55$ [A] $i_{cable} = 14,44$ [A]	#14 AWG RHW	Ampacidad de 30 [A]
Fusible en caja de conexiones	$i_{DCS} = 14,44$ [A]	Fusible de 15 [A]	
Cableado hacia desconector e inversor	$i_{campo} = 36,96$ [A] $i_{condu} = 46,2$ [A]	#8 AWG RHW Fusible de 50 [A]	Ampacidad de 70 [A]
Fusible del desconector			
Cableado de salida del inversor	$i_{inv} = \frac{6500}{230} = 28,26$ [A] $i_{cable} = 44,08$ [A]	#10 AWG RHW	Ampacidad de 50 [A]
Protección del centro de cargas	$i_{prote} = 35,32$ [A] Los conductores de puesta a tierra	Fusible de 40[A]	Un cortacircuito bipolar realimentado de 40[A] proporciona una desconexión ac y protección contra sobrecorrientes en el centro de carga.

Excedentes tipo I CDA LA 27

UBICACIÓN	CORRIENTE	CONDUCTOR / FUSIBLE	CARACTERÍSTICAS [aislamiento 75°C]
Cableado entre paneles	$i_{CC} = 11,55$ [A] $i_{cable} = 14,44$ [A]	#14 AWG RHW	Ampacidad de 30 [A]
Fusible en caja de conexiones	$i_{DCS} = 14,44$ [A]	Fusible de 15 [A]	
Cableado hacia desconector e inversor	$i_{campo} = 11,55$ [A] $i_{condu} = 14,44$ [A]	#14 AWG RHW Fusible de 15 [A]	Ampacidad de 30 [A]
Fusible del desconector			
Cableado de salida del inversor	$i_{inv} = \frac{2000}{195} = 10,25$ [A] $i_{cable} = 16$ [A]	#14 AWG RHW	Ampacidad de 30 [A]
Protección del centro de cargas	$i_{prote} = 12,81$ [A] Los conductores de puesta a tierra	Fusible de 15[A]	Un cortacircuito bipolar realimentado de 15[A] proporciona una desconexión ac y protección contra sobrecorrientes en el centro de carga.

UBICACIÓN	CORRIENTE	CONDUCTOR / FUSIBLE	CARACTERÍSTICAS [aislamiento 75°C]
Cableado entre paneles	$i_{CC} = 11,55 \text{ [A]}$ $i_{cable} = 14,44 \text{ [A]}$	#14 AWG RHW	Ampacidad de 30 [A]
Fusible en caja de conexiones	$i_{DCS} = 14,44 \text{ [A]}$	Fusible de 15 [A]	
Cableado hacia desconector e inversor	$i_{campo} = 11,55 \text{ [A]}$ $i_{condu} = 14,44 \text{ [A]}$	#14 AWG RHW Fusible de 15 [A]	Ampacidad de 30 [A]
Fusible del desconector			
Cableado de salida del inversor	$i_{inv} = \frac{1500}{230} = 6,52 \text{ [A]}$ $i_{cable} = 10,17 \text{ [A]}$	#14 AWG RHW	Ampacidad de 30 [A]
Protección del centro de cargas	$i_{prote} = 8,15 \text{ [A]}$ Los conductores de puesta a tierra	Fusible de 15[A]	Un cortacircuito bipolar realimentado de 15[A] proporciona una desconexión ac y protección contra sobrecorrientes en el centro de carga.