

Cableado DC y AC

El diseño y dimensionamiento adecuado del cableado eléctrico es un aspecto crítico en los sistemas fotovoltaicos, ya que impacta directamente en la eficiencia, seguridad y cumplimiento normativo de la instalación. En estos sistemas, los conductores eléctricos permiten la transferencia de energía generada desde los módulos solares hasta los distintos componentes, como inversores, bancos de baterías y cuadros de carga, tanto en corriente continua (DC) como en corriente alterna (AC).

La selección del calibre del conductor no solo depende de la corriente que debe transportar, sino también de factores como la longitud del tendido, la resistencia eléctrica del material, la temperatura ambiente y el tipo de aislamiento. Asimismo, deben considerarse los límites de caída de tensión y potencia definidos por las normativas técnicas locales, tales como el RETIE y la NTC 2050, así como estándares internacionales como la NEC e IEC.

Las tablas presentadas en este documento constituyen una herramienta fundamental para la correcta selección de conductores eléctricos en instalaciones solares. Incluyen información sobre ampacidad según tipo de aislamiento y temperatura, resistencia eléctrica, reactancia inductiva, factores de corrección térmicos y por agrupamiento, así como la relación entre calibre de conductores y sistemas de puesta a tierra. Este conjunto de datos permite realizar cálculos precisos que aseguran un desempeño energético eficiente, minimizan las pérdidas por calentamiento y garantizan la integridad del sistema frente a condiciones reales de operación.

Tabla de contenido	
Cableado DC y AC	1
Cableado DC	3
Cableado AC	4

Tabla 1.	3
Tabla 2.	5
Tabla 3.	6
Tabla 4.	7
Tabla 5.	8
Tabla 6.	9
Tabla 7.	10

Cableado DC

El cableado constituye un componente esencial en los sistemas fotovoltaicos, ya que interconecta los paneles solares con el inversor, el inversor con el banco de baterías, y el controlador de carga con ambos dispositivos. La selección de conductores de corriente continua (DC) debe realizarse cuidadosamente para cumplir con los requisitos técnicos y normativos que garantizan la eficiencia y seguridad del sistema. La Tabla 1, desarrollada por el profesor Rolando Rincón, presenta un análisis detallado de conductores DC disponibles comercialmente, considerando aspectos clave como los calibres estandarizados (AWG y su equivalencia en mm²), la capacidad de corriente (ampacidad) según el diseño del cable, la resistencia eléctrica (Ω/km a 20°C) para minimizar pérdidas por calentamiento, y el cumplimiento de normativas aplicables (NEC, IEC o estándares locales) en instalaciones fotovoltaicas. Para proyectos es crucial verificar las normativas (RETIE Y NTC 2050) y ajustar el calibre del conductor en función de la distancia entre componentes, asegurando que la caída de tensión no supere el 3% en el circuito DC, un parámetro fundamental para optimizar el rendimiento del sistema fotovoltaico.

Tabla 1.

Tabla de conductores DC

Type	Conductor cross section	Conductor \emptyset	Conductor $\emptyset 2$	Outer- \emptyset	Strand design	Conductor resistance	Rated Current
DESCRIPCION	AWG	mm ²	mm	mm	Number x \emptyset mm	$\Omega / \text{km } 20^{\circ}\text{C}$	A
FLEX-SOL-EVO-DX 2,5	14	2.5	2.0	5.94	47 x \emptyset 0.25	8.21	41.00
FLEX-SOL-EVO-DX 4,0	12	4.0	2.4	6.35	52 x \emptyset 0.30	5.09	55.00
FLEX-SOL-EVO-DX 6,0	10	6.0	3.0	6.97	78 x \emptyset 0.30	3.39	70.00
FLEX-SOL-EVO-DX 10	8	10	4.1	8.57	77 x \emptyset 0.40	1.95	98.00

Nota: Creación por parte de Rolando Rincón.

Cableado AC

El cableado para conductores en corriente alterna (AC) es un componente fundamental en los sistemas fotovoltaicos, ya que constituye la interconexión entre el inversor y el cuadro de cargas (alimentación en AC). Para garantizar un diseño seguro y eficiente, se deben considerar tablas técnicas especializadas que cumplan con las normativas aplicables, como el RETIE y la NTC 2050, las cuales establecen los criterios para seleccionar el conductor adecuado en función de parámetros clave.

Entre los aspectos más importantes a evaluar se encuentran: la caída de tensión, que no debe superar el 3%, y la caída de potencia, limitada a un máximo del 5.22%. Estas condiciones aseguran un rendimiento óptimo del sistema y evitan pérdidas energéticas significativas. Las tablas utilizadas en el programa de cálculo proporcionan información detallada sobre la capacidad de corriente (ampacidad), resistencia eléctrica y características físicas de los conductores, permitiendo seleccionar el más adecuado para cada tramo de la instalación.

La presente tabla detalla la capacidad de corriente de conductores eléctricos de cobre y aluminio según su sección transversal (en mm² y AWG/Kcmil) y el tipo de aislamiento, clasificados para diferentes temperaturas nominales de operación (60°C, 75°C y 90°C). Los valores indican la máxima corriente admisible en amperios (A) que puede transportar cada conductor de manera segura bajo condiciones específicas de temperatura. La tabla presenta diferencia entre conductores con aislamiento termoplástico (60°C, como TW/UF), termoestable (75°C, como THHN/THWN) y de polietileno reticulado (90°C, como XHHW), estableciendo así límites de caída de tensión (<3%) y potencia (<5.22%), asegurando la eficiencia y seguridad de las instalaciones.

Tabla 2.

Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) No más de tres conductores en tensión en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C (86°F)

Conductor		Temperatura nominal del conductor					
		60°C TW		75°C THW		90°C XLP	
Secc transv [mm2]	Calibre AWG o Kcmil	Cu	Al	Cu2	Al3	Cu4	Al5
0.82	18	0	0	0	0	14	0
1.31	16	0	0	0	0	18	0
2.08	14	20	0	20	0	25	0
3.3	12	25	20	25	20	30	25
5.25	10	30	25	35	30	40	35
8.36	8	40	30	50	40	55	45
13.29	6	55	40	65	50	75	60
21.14	4	70	55	85	65	95	75
26.66	3	85	65	100	75	110	85
33.62	2	95	75	115	90	130	100
42.2	1	110	85	130	100	150	115
53.5	1/0	125	100	150	120	170	135
67.44	2/0	145	115	175	135	195	150
85.02	3/0	165	130	200	155	225	175
107.21	4/0	195	150	230	180	260	205
126.67	250	215	170	255	205	290	230
152.01	300	240	190	285	230	320	255
177.34	350	260	210	310	250	350	280
202.68	400	280	225	335	270	380	305
253.35	500	320	260	380	310	430	350
304.02	600	355	285	420	340	475	385
354.69	700	385	310	460	375	520	420
380.02	750	400	320	475	385	535	435
405.36	800	410	330	490	395	555	450
456.03	900	435	355	520	425	585	480
506.7	1000	455	375	545	445	615	500
633.38	1250	495	405	590	485	665	545
760.05	1500	520	435	625	520	705	585
886.73	1750	545	455	650	454	735	615
1013.4	2000	560	470	665	560	750	630

Nota: Sacado de la NTC-2050 versión 2016 Cuadro 310-16.

La tabla presentada incorpora factores de corrección para la capacidad de corriente de los conductores en función de la temperatura ambiente, estableciendo rangos térmicos

específicos con sus respectivos valores de ajuste. Esta característica técnica permite optimizar el dimensionamiento de los cables al considerar las condiciones reales de operación, donde las temperaturas pueden variar significativamente respecto a los valores estándar. Al aplicar estas correcciones térmicas a los conductores especificados en la Tabla 2, se logra un diseño más preciso de la instalación eléctrica, logrando mejorar la eficiencia energética al reducir pérdidas por calentamiento, controla la caída de tensión manteniéndola bajo límites seguros (inferior al 3%), y minimiza la caída de potencia (menos del 5.22%). La tabla proporciona así una herramienta práctica para seleccionar conductores que operen dentro de parámetros óptimos, considerando tanto su capacidad nominal como las condiciones ambientales específicas del lugar de instalación.

Tabla 3.

Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) No más de tres conductores en tensión en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C (86°F), Factores de corrección

Temperatura del conductor			
Temperatura ambiente °C	60 °C TW	75 °C THW	90 °C XLP
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1	1	1
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	0	0.58	0.71
61-70	0	0.33	0.58
71-80	0	0	0.41

Nota: Sacado de la NTC-2050 versión 2016 Cuadro 310-16

La tabla muestra la correspondencia entre los conductores de cobre (Cu) en AWG y los conductores de puesta a tierra adecuados para cada protección. Según el dispositivo de protección seleccionado, se determina automáticamente el calibre óptimo del conductor de tierra, garantizando así la seguridad y el cumplimiento de los requisitos técnicos. Esta relación permite una selección precisa de ambos componentes para instalaciones eléctricas seguras y eficientes.

Tabla 4.

Sección mínima de los conductores de tierra de equipos para canalizaciones y equipos

Tabla protecciones	Calibre de tierra para equipos Cu [AWG]
15	14
20	12
30	10
40	10
50	10
60	10
80	10
100	8
125	8
150	8
160	8
175	8
200	6
225	6
250	6
300	4
350	4
400	2
500	2
1000	2

Nota: Sacado de la NTC-2050 Cuadro 250-95.

La tabla detalla las propiedades eléctricas de cables de cobre para instalaciones trifásicas con tres conductores individuales en tubería conduit, operando a 600V, 60Hz y 75°C de temperatura máxima. Presenta dos parámetros técnicos esenciales: la resistencia eléctrica en corriente alterna (RAC) medida en ohmios por kilómetro (Ω/Km), que varía según el calibre del cable (desde AWG 14 hasta 350 Kcmil) y el material del conduit (PVC, aluminio o acero); y la reactancia inductiva (XL) en Ω/Km , que difiere entre conduit de PVC/aluminio y acero. Se observa que la resistencia disminuye progresivamente en conductores de mayor calibre, mientras que la reactancia inductiva muestra valores consistentemente menores en tuberías de acero debido a sus propiedades magnéticas

Tabla 5.

Cables de cobre - instalación trifásica tres conductores sencillos en tubo conduit 600 V - 60 Hz - 75 °C

CABLES DE COBRE - INSTALACIÓN TRIFÁSICA TRES CONDUCTORES SENCILLOS EN TUBO CONDUIT 600 V - 60 Hz - 75 °C					
CALIBRE (AWG o Kcmil)	Resistencia eléctrica AC R_{AC} (Ω /Km)			Reactancia inductiva X_L (Ω /Km)	
	CONDUIT				
	PVC	ALUMINIO	ACERO	PVC/ALUMINIO	ACERO
14	10.17	10.17	10.17	0.19	0.24
12	656%	6.56	656%	0.177	22%
10	394%	3.94	394%	0.164	21%
8	256%	2.56	256%	0.171	21%
6	161%	1.61	161%	0.167	21%
4	102%	1.02	102%	0.157	20%
2	62%	0.656	66%	0.148	19%
1/0	0.394	0.427	0.394	0.144	0.18
2/0	33%	0.328	33%	0.141	18%
3/0	25%	0.269	26%	0.138	17%
4/0	20%	0.219	21%	0.135	17%
250	17%	0.187	18%	0.135	17%
300	13%	0.141	13%	0.131	16%
350	13%	0.141	13%	0.131	16%

Nota: Creación por parte de Rolando Rincón.

La siguiente tabla detalla el número de conductores por haz que va a tener la instalación fotovoltaica.

Tabla 6.

Número de conductores

Numero de conductores
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Nota: Creación por parte de Rolando Rincón.

La tabla presenta los factores de corrección por agrupamiento de conductores, los cuales establecen el porcentaje de reducción que debe aplicarse a la capacidad de corriente de los cables cuando se instalan múltiples conductores en un mismo ducto o canalización. Estos factores son esenciales para garantizar la seguridad y eficiencia de las instalaciones eléctricas, ya que el agrupamiento incrementa la temperatura de los conductores y reduce su capacidad de conducción.

Tabla 7.

Factores de ajuste

Número de conductores	Porcentajes de los valores de tabla
0 a 3	1
4 a 6	80%
7 a 9	70%
10 a 20	50%
21 a 30	45%
31 a 40	40%
>41	35%

Nota: Sacado de la NTC-2050 versión 2016 Cuadro 310-20