

Plan de Expansión del Sistema
Interconectado Nacional
2018 – 2032

Tomo III
Plan de Expansión del Sistema de
Transmisión

Tomo III - Anexo 9

INFORME DE JUSTIFICACIÓN

**PROYECTO AUMENTO DE CAPACIDAD DE
LAS LINEAS DE ETESA**

Conductor ACCC DOVE 714 TIPO HTLS

INFORME DE JUSTIFICACIÓN

PROYECTO AUMENTO DE CAPACIDAD DE LAS LINEAS DE ETESA

OBJETIVO: Justificar utilización de conductor ACCC DOVE 714 TIPO HTLS

FECHA: 27 de noviembre de 2018

INFORME POR Kledys Solís

Objetivos de una repotenciación:

1. Aumentar la capacidad de transmisión de corriente, de una línea de transmisión existente y, por ende, el flujo de potencia a través de la misma, con la finalidad de poder transportar mayor energía hacia los principales centros de carga; teniendo en cuenta que:
 - 1.1. No se requiere servidumbre adicional.
 - 1.2. No hay mayores trabajos en obras civiles, cambios de estructuras, etc.
 - 1.3. La gran mayoría de los elementos de las torres existentes no se reemplazan, a menos que sea necesario, en consecuencia, su costo es menor al de una línea nueva.

Al momento de elegir el conductor para aumentar la capacidad de la línea de transmisión existente, se tomaron en cuenta ciertos criterios que se enumeran a continuación:

1 Criterios mecánicos:

- 1.1 Diámetro: El diámetro del nuevo conductor debe ser igual o menor al diámetro del conductor existente.
- 1.2 Máxima tensión horizontal del conductor: la máxima tensión horizontal del nuevo conductor no debe exceder la máxima tensión horizontal del conductor existente, por más del 10%. Esto para reducir el impacto en las estructuras y sus fundaciones.
- 1.3 Resistencia última del conductor: Debe ser igual o mayor a la resistencia última del conductor existente.

2 Criterios Geométricos:

- 2.1 Sag o flecha máxima a la temperatura de operación.

3 Criterios eléctricos:

- 3.1 Máxima corriente de corto circuito: No debe ser menor a la del conductor existente
- 3.2 Capacidad de transmisión: Debe ser, por lo menos, el doble de la capacidad de transmisión de corriente del conductor existente.
- 3.3 Distancias de seguridad: Deben cumplirse en la mayor medida posible, las distancias de seguridad, para así realizar menores modificaciones en la línea existente.
- 3.4 Pérdidas: Las pérdidas en la línea con el nuevo conductor, deben ser menores a las pérdidas con el conductor existente.

Se realizaron varias comparaciones entre los diferentes tipos de conductores de alta temperatura y baja flecha, HTLS, por sus siglas en inglés (High Temperature Low Sag), para estudiar las características de cada uno para seleccionar el conductor que más se adecuara a nuestros requerimientos y los de la línea existente, y así realizar las menores modificaciones posibles a las estructuras, de ser necesario.

No sólo los criterios mecánicos son importantes, también lo son los eléctricos, como lo son las pérdidas eléctricas en la línea y el conductor ACCC tienen una de las menores pérdidas.

El criterio de la flecha máxima con el aumento de la temperatura, también es de gran importancia, ya que entre más constante se mantenga la flecha con el aumento de la temperatura, menos violaciones habrá, lo cual significará menos cambios. En este aspecto, el conductor ACCC también presenta gran ventaja respecto a otros conductores de alta temperatura y baja flecha, como se podrá observar en las siguientes comparaciones.

Comparación entre características eléctricas y mecánicas de los conductores:

ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES ACAR Y ACSS/AW/TW/ACCC																		
Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo Gerencia de Proyecto 2105201																		
Nombre del Conductor	Calibre KCM	TPO	Sección Transversal in ²			Diámetro in			Peso lbs/1000 ft	R.U lbs	Resistencia a la CD a 20 °C ohms/milla	Resistencia a la C.A. a 1 ft y 60 Hz				Radio medio geométrico ft	Reactancia a 1 ft y 60 Hz	
			Aluminio	Núcleo	Conductor	aluminio	aw/tw	exterior				25 °C	50 °C	75 °C	Inductiva %		Capacitancia %	
ACAR (18/19)	750	ACAR			0.5890	0.1424	0.1424	0.9969	704	19000	0.0249	0.1361	0.1482	0.1604				
Gros beak (26/7)	636	ACSS/AW			0.5808	0.1564	0.1216	0.9900	832.2	19900.0	0.1330	0.1369	0.1505	0.1642	0.03348	0.4122	0.0941	
Gros beak (20/7)	636	ACSS/TW			0.5808	0.1216	0.1216	0.9080	873.5	20700.0	0.1369	0.1407	0.1548	0.1689	0.0305	0.4230	0.097	
Peacock (24/7)	605.0	ACSS/AW			0.5370	0.1588	0.1059	0.953	746.9	15.900	0.1412	0.1454	0.1599	0.1744	0.0319	0.4181	0.095	
Goldfinch (22/7)	636	ACSS/AW																
Oriole (30/7)	336.4	ACSS/AW			0.3259	0.1059	0.1059	0.741	494.6	14.200	0.2465	0.2521	0.2774	0.3028	0.0255	0.4451	0.103	
Oriole (18/7) ESTAN.	336.4	ACSS/TW	0.2642		0.3258		0.3177	0.693	524.9	14.800	0.2565	0.2622	0.2887	0.3151				
Oriole (18/7) H.S.	337.4	ACSS/TW	0.2642		0.3258		0.3177	0.693	524.9	16.300	0.2565	0.2622	0.2887	0.3151				
Oriole		ACCC	0.3446	0.062	0.4066			0.741	463.0	10.024	0.2019	0.2065		0.2471	0.0250	0.4460	0.1031	
Dove (26/7)	556.5	ACSS/AW			0.5083	0.1463	0.1138	0.927	728.4	17.500	0.1520	0.1561	0.1717	0.1873	0.0313	0.4202	0.0961	
Dove (20/7) ESTAN.	556.5	ACSS/TW			0.5083		0.3414	0.852	764.5	18.200	0.1564	0.1606	0.1767	0.1928	0.0286	0.4310	0.099	
Dove (20/7) H.S.	556.5	ACSS/TW			0.5083		0.3414	0.852	764.5	19.900	0.1564	0.1606	0.1767	0.1928	0.0286	0.4310	0.099	
Dove		ACCC	0.5605	0.073	0.6335			0.927	727.7	12.471	0.1240	0.1274		0.1524	0.0310	0.4200	0.0971	
Hawk (26/7)	477.0	ACSS/AW	0.3744		0.4354	0.1354	0.1053	0.858	623.9	14.900	0.1773	0.1818	0.2001	0.2183	0.0290	0.4296	0.0981	
Hawk (18/7) STAND	477.0	ACSS/TW	0.3746		0.4356		0.1053	0.8	655	15.600	0.1825	0.1870	0.2059	0.2247	0.0264	0.4410	0.101	
Hawk (18/7) H.S.	477.0	ACSS/TW	0.3746		0.4356		0.1053	0.8	655	17.100	0.1825	0.1870	0.2059	0.2247	0.0264	0.4410	0.101	
Hawk		ACCC	0.4802	0.0615	0.5420			0.858	624.8	19.300	0.1448	0.1485		0.1760	0.0290	0.4290	0.0981	
Lisbon		ACCC	0.489	0.0615	0.5506			0.858	636.9	19.300	0.1427	0.1469		0.1754	0.0290	0.4300	0.0981	

Comparación de flecha, tensión, ampacidad y MVA de los diferentes conductores estudiados:

1. Comparación entre ACAR 750, ACSS/AW, ACSS/TW y ACCC Oriole
2. Comparación entre ACAR 750, ACSS/AW, ACSS/TW y ACCC Dove
3. ACAR 750, ACSS/AW, ACSS/TW y ACCC Hawk
4. ACAR 750 y ACCC Lisbon
5. Cuadro comparativo resumen.
6. Imagen de PLSCAD

Como se puede observar, de todos los conductores mencionados en los cuatro (4) primeros puntos anteriores, el ACCC Dove que se muestra en el extremo derecho del segundo cuadro comparativo, presenta la mayor ampacidad con 1504 A y 599 MVA.

ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

 Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo
 Gerencia de Proyecto 21/05/2015

ACAR(18/19), 750 KCMILACAR(18/19), 750 KCMIL, Mata de Nance_Veladero					ACSS/AW (30/7), 336.4 KCMIL, Oriole				ACSS/TW (18/7), 336.4 KCM, Oriole				ACCC, Oriole			
Temp. °C	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA
	Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg		
15.6	15.1	* 1,590			10.23	1645			10.73	1664			9.47	1661		
25	15.54	1545			10.67	* 1,578			11.23	* 1,589			9.94	* 1,584		
50.0	16.67	1,442	258	103	11.81	1,426			12.29	1,454			10.91	1,443		
60.0	17.11	1,405	531	211	12.25	1,375	302	120	12.59	1,419	295	117	10.93	1,441	334	133
70.0	17.54	1,371	698	278	12.69	1,328	428	170	12.89	1,386	414	165	10.95	1,438	473	189
80.0	17.96	1,340	827	329	13.12	1,285	520	207	13.18	1,355	502	200	10.97	1,435	575	229
90.0	18.37	1,310	935	372	13.54	1,246	594	237	13.47	1,327	573	228	11.00	1,432	658	262
95.0	18.57	1,296	983	392	13.74	1,227	627	250	13.61	1,313	604	241	11.01	1,430	695	277
100.0					13.95	1,209	658	262	13.75	1,300	634	252	11.02	1,429	729	290
110.0					14.35	1,176	714	284	14.03	1,274	687	274	11.04	1,426	791	315
120.0					14.71	1,147	764	304	14.30	1,250	735	293	11.06	1,423	847	337
130.0					14.95	1,129	809	322	14.57	1,228	778	310	11.09	1,420	897	357
140.0					15.18	1,112	851	339	14.83	1,206	818	326	11.11	1,417	944	376
150.0					15.42	1,095	890	355	15.09	1,186	855	341	11.13	1,414	987	393
160.0					15.65	1,079	926	369	15.34	1,166	896	357	11.16	1,412	1,028	409
170.0					15.88	1,063	961	383	15.59	1,148	928	370	11.18	1,409	1,066	425
180.0					16.11	1,048	993	396	15.84	1,130	959	382	11.20	1,406	1,102	439
190.0					16.34	1,034	1,024	408	16.08	1,113	988	394	11.22	1,403	1,137	436
200.0					16.57	1,020	1,054	420	16.32	1,097	1,016	405	11.25	1,400	1,170	466
210.0					16.80	1,006	1,082	431	16.56	1,081	1,043	416				
220.0					17.02	993	1,110	442	16.79	1,067	1,069	426				
230.0					17.24	981	1,137	453	17.02	1,052	1,094	436				
240.0					17.46	968	1,163	463	17.25	1,039	1,119	446				
250.0					17.68	956	1,188	473	17.48	1,025	1,143	455				

DATOS DE FLECHA Y TENSIÓN

OBSERVACIONES:			
Vano Regulador 427 m			
Modelo no-lineal			
Temperatura de verificación creep: 25°C			
Carta ALCOAI-1260_18/19	Carta ALCOA SW-971	Carta ALCOA	Carta ALCOA
LÍMITES DE TENSIÓN			
1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm2 a 1.1°C, 2.585 Kg.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm2 a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm2 a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm2 a 20°C, 40% R.U.
2-Sin carga, final, sin viento, 15.6°C, 1590 Kg. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 24% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 23.67% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 15.8% R.U. gobernante
	3-Sin viento, inicial, 20°C, 25% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 24.5% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.
	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.

ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo
Gerencia de Proyecto 21/05/2015

ACAR(18/19), 750 KCMILACAR(18/19), 750 KCMIL, Mata de Nance_Veladero					ACSS/AW (26/7), 556.5 KCM, Dove				ACSS/TW (20/7), 556.5 KCM, Dove				ACCC, Dove			
Temp. °C	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA
	Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg		
15.6	15.1	* 1,590			15.19	1633			16.03	1626			15.25	1627		
25	15.54	1545			15.62	* 1,589			16.4	* 1,589			15.61	* 1,590		
50.0	16.67	1,442	258	103	16.72	1,486			17.18	1,519			16.19	1,533		
60.0	17.11	1,405	531	211	17.14	1,449	389	155	17.40	1,499	392	156	16.22	1,531	431	172
70.0	17.54	1,371	698	278	17.56	1,415	567	226	17.62	1,480	570	227	16.24	1,529	629	250
80.0	17.96	1,340	827	329	17.97	1,383	696	277	17.84	1,462	701	279	16.27	1,526	771	307
90.0	18.37	1,310	935	372	18.38	1,353	800	319	18.06	1,445	809	322	16.29	1,524	887	353
95.0	18.57	1,296	983	392	18.58	1,339	845	337	18.17	1,437	857	342	16.30	1,523	938	374
100.0					18.78	1,325	888	354	18.28	1,428	903	360	16.32	1,522	985	392
110.0					19.17	1,298	965	385	18.49	1,412	986	393	16.34	1,519	1071	427
120.0					19.55	1,273	1,035	412	18.70	1,396	1,062	423	16.37	1,517	1,148	458
130.0					19.93	1,249	1,098	437	18.91	1,381	1,132	451	16.39	1,515	1,219	486
140.0					20.30	1,227	1,156	461	19.11	1,367	1,197	477	16.42	1,513	1,284	511
150.0					20.67	1,205	1,210	482	19.32	1,352	1,258	501	16.44	1,510	1,344	535
160.0					21.03	1,185	1,261	502	19.52	1,339	1,317	524	16.46	1,508	1,400	558
170.0					21.39	1,165	1,309	521	19.72	1,325	1,372	546	16.49	1,506	1,454	579
180.0					21.74	1,147	1,354	539	19.92	1,312	1,425	568	16.51	1,504	1,504	599
190.0					22.09	1,129	1,397	557	20.11	1,300	1,476	588	16.54	1,501	1,562	618
200.0					22.43	1,112	1,439	573	20.31	1,288	1,525	607	16.56	1,499	1,599	637
210.0					22.77	1,096	1,479	589	20.50	1,276	1,573	626				
220.0					23.11	1,081	1,518	605	20.69	1,264	1,619	645				
230.0					23.44	1,066	1,555	620	20.88	1,253	1,664	663				
240.0					23.76	1,052	1,592	634	21.07	1,242	1,708	681				
250.0					24.09	1,038	1,628	648	21.26	1,231	1,752	698				

DATOS DE FLECHA Y TENSIÓN

OBSERVACIONES:			
Vano Regulador 427 m			
Modelo no-lineal			
Temperatura de verificación creep: 25°C			
Carta ALCOA-1260_18/19	Carta ALCOA SW-969	Carta ALCOA	Carta ALCOA
LÍMITES DE TENSIÓN			
1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 1.1°C, 2,585 Kg.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 20°C, 40% R.U.
2-Sin carga, final, sin viento, 15.6°C, 1590 Kg. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 20% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 19.247% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 12.746% R.U. gobernante
	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.
	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.

ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo
Gerencia de Proyecto 21/05/2015

ACAR(18/19), 750 KCMILACAR(18/19), 750 KCMIL, Mata de Nance_Veladero					ACSS/AW (26/7), 477 KCMIL, Hawk				ACSS/TW (18/7), 477 KCMIL, Hawk				ACCC, HAWK			
Temp. °C	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA
	Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg			Flecha m	Tensión P kg		
15.6	15.1	* 1,590			12.95	1641			13.58	1641			12.72	1640		
25	15.54	1545			13.37	* 1,590			14.02	* 1,590			13.12	* 1,590		
50.0	16.67	1,442	258	103	14.45	1,472			14.94	1,493			14.15	1,475		
60.0	17.11	1,405	531	211	14.87	1,431	359	143	15.20	1,468	352	140	14.55	1,435	399	159
70.0	17.54	1,371	698	278	15.27	1,393	518	206	15.45	1,445	502	200	14.94	1,398	576	230
80.0	17.96	1,340	827	329	15.68	1,358	633	252	15.70	1,422	612	244	15.32	1,363	726	289
90.0	18.37	1,310	935	372	16.07	1,325	726	289	15.94	1,400	701	279	15.70	1,331	828	330
95.0	18.57	1,296	983	392	16.26	1,309	767	306	16.06	1,390	740	295	15.89	1,316	873	348
100.0					16.46	1,294	806	321	16.18	1,380	777	309	16.07	1,301	915	365
110.0					16.84	1,265	875	349	16.42	1,360	843	336	16.43	1,272	992	395
120.0					17.21	1,238	938	374	16.65	1,341	902	360	16.79	1,246	1,061	423
130.0					17.58	1,213	994	396	16.88	1,323	956	381	16.91	1,237	1,113	443
140.0					17.94	1,189	1,047	417	17.11	1,305	1,006	401	16.94	1,235	1,172	467
150.0					18.15	1,175	1,095	436	17.34	1,289	1,052	419	16.96	1,233	1,228	489
160.0					18.36	1,162	1,140	454	17.56	1,273	1,096	436	16.99	1,231	1,279	510
170.0					18.56	1,149	1,183	471	17.78	1,257	1,136	453	17.01	1,230	1,328	548
180					18.77	1,137	1,224	488	18.00	1,242	1,175	468	17.04	1,228	1,375	548
190.0					18.97	1,125	1,263	503	18.22	1,227	1,212	483	17.06	1,226	1,419	565
200.0					19.17	1,113	1,300	518	18.43	1,213	1,247	497	17.09	1,224	1,462	582
210.0					19.38	1,102	1,336	532	18.64	1,200	1,281	510				
220.0					19.58	1,091	1,370	546	18.85	1,187	1,314	524				
230.0					19.78	1,080	1,404	559	19.06	1,174	1,346	536				
240.0					19.97	1,069	1,437	572	19.26	1,162	1,377	549				
250.0					20.17	1,059	1,469	585	19.46	1,150	1,407	561				

DATOS DE FLECHA Y TENSIÓN

OBSERVACIONES:			
Vano Regulador 427 m			
Modelo no-lineal			
Temperatura de verificación creep: 25°C			
Carta ALCOA-1260_18/19	Carta ALCOA SW-969	Carta ALCOA	Carta ALCOA
LÍMITES DE TENSIÓN			
1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm ² a 1.1°C, 2,585 Kg.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm ² a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm ² a 20°C, 40% R.U.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daNm ² a 20°C, 40% R.U.
2-Sin carga, final, sin viento, 15.6°C, 1590 Kg. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 23.524% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 22.467% R.U. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 15.1083% R.U. gobernante
	3-Sin viento, inicial, 20°C, 24% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 23% R.U.	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.
	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.

ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo
Gerencia de Proyecto 21/05/2015

ACAR(18/19), 750 KCMILACAR(18/19), 750 KCMIL, Mata de Nance_Veladero					ACCC, LISBON			
Temp.	Final		Amperio	MVA	Final		Amperio	MVA
	Flecha	Tensión P			Flecha	Tensión P		
°C	m	kg			m	kg		
15.6	15.1	* 1,590			13.29	1630		
25	15.54	1545			13.69	* 1,583		
50.0	16.67	1,442	258	103	14.43	1,502		
60.0	17.11	1,405	531	211	14.46	1,500	400	160
70.0	17.54	1,371	698	278	14.48	1,497	578	230
80.0	17.96	1,340	827	329	14.51	1,495	707	282
90.0	18.37	1,310	935	372	14.53	1,492	811	323
95.0	18.57	1,296	983	392	14.54	1,491	858	342
100.0					14.56	1,490	900	359
110.0					14.58	1,487	978	390
120.0					14.60	1,485	1,048	418
130.0					14.63	1,482	1,112	443
140.0					14.65	1,480	1,171	466
150.0					14.68	1,477	1,225	488
160.0					14.70	1,475	1,276	508
170.0					14.73	1,472	1,325	528
180.0					14.75	1,470	1,370	546
190.0					14.78	1,467	1,414	563
200.0					14.80	1,465	1,456	580
210.0								
220.0								
230.0								
240.0								
250.0								

DATOS DE FLECHA Y TENSIÓN

OBSERVACIONES:	
Vano Regulador 427 m	
Modelo no-lineal	
Temperatura de verificación creep: 25°C	
Carta ALCOA	
LÍMITES DE TENSIÓN	
1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 1.1°C, 2,585 Kg.	1-Carga máxima, inicial, viento 44 daN/m ² a 20°C, 40% R.U.
2-Sin carga, final, sin viento, 15.6°C, 1590 Kg. gobernante	2-Sin carga, final, sin viento, 25°C, 15 % R.U. gobernante
	3-Sin viento, inicial, 20°C, 22% R.U.
	4-Especial, inicial, sin viento, 10°C, 40% R.U.

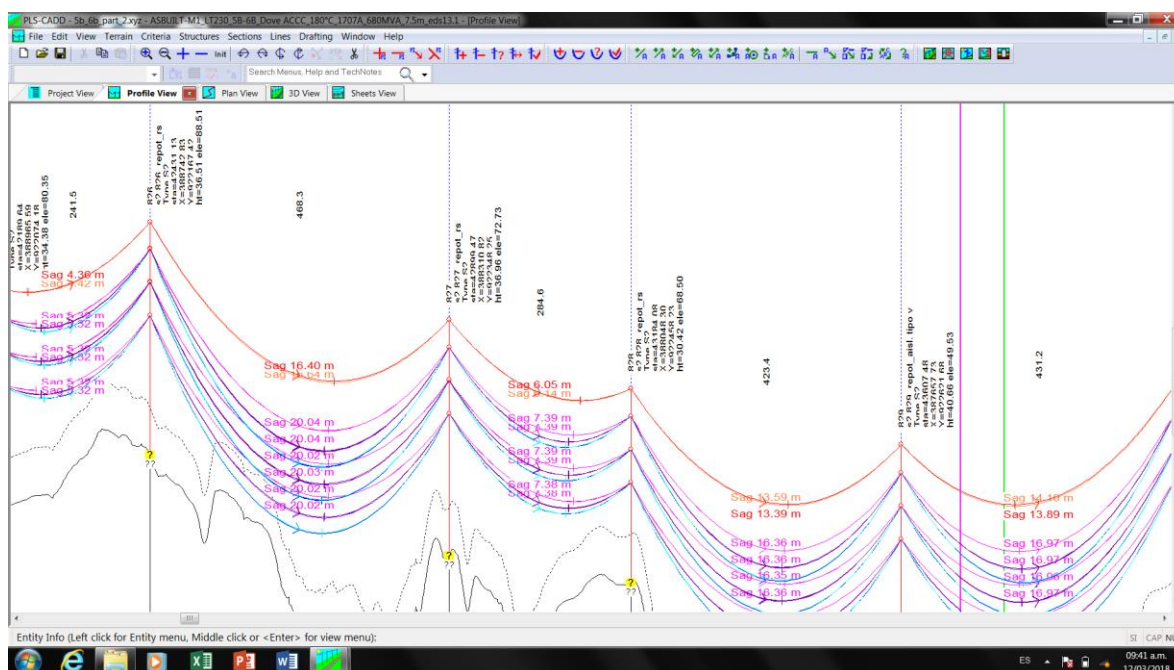
ESTUDIO DE AMPACIDAD ENTRE CONDUCTORES ACSS/AW, ACSS/TW Y ACCC

REPOTENCIACION DE LA L/T 230 KV MATA DE NANCE VELADERO

 Preparado por Ing. Rodrigo H. Olmedo
 Gerencia de Proyecto 21/05/2015

#	Descripción	Línea Existente ACAR(18/19) 750 KCMIL	Conductor									
			Repotenciación									
			ACSS/AW			ACSS/TW			ACCC			
			Orlote	Dove	Hawk	Orlote	Dove	Hawk	Orlote	Dove	Hawk	Liston
1	Dato de Flecha y Tensión											
	Diámetro (mm)	25.324	18.821	23.546	21.793	17.602	21.641	20.041	18.821	23.546	21.793	21.790
	Área transversal (mm ²)	380.1283	210.2576	360.1928	280.9027	210.1930	327.9350	281.0320	262.2580	408.6440	349.7410	355.2000
	Peso (kg/m)	1.048	0.722	1.083	0.929	0.781	1.137	0.974	0.669	1.083	0.912	0.947
	Resistencia última (R.U.) (kg)	8.618	6.316	7.938	6.759	6.713.00	8.256	7.077	10.025	12.475	10.320	10.555
	Módulo elasticidad inicial (kg/mm ²)											
	Módulo elasticidad final (kg/mm ²)	5.890E+3	6.260E+3	6.086E+3	6.086E+3	6.086E+3	6.086E+3	6.086E+3	6.000E+3	6.086E+3	6.086E+3	6.086E+3
	Coefficiente expansión lineal (1/°C)	23.00E-6	23.00E-6	18.52E-6	18.52E-6	18.52E-6	18.52E-6	18.52E-6	23.00E-6	18.52E-6	18.52E-6	18.52E-6
	Carta Alcoa		SW-971	SW-969	SW-969							
2	Límite de tensión											
	1. Carga máxima inicial											
	Viento (daN/m ²)	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	Temperatura (°C)	1.1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	% R.U.	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	2. Sin carga, final		Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Gobernante
	Viento (daN/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Temperatura	15.6	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	% R.U.	18.5	24	20	23.524	23.67	19.247	22.467	15.86	12.746	15.1083	15.0646
	3. Sin carga, inicial											
	Viento (daN/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	% R.U.	25	22	24	24.5	22	23	22	22	22	22	22
	4. Especial, inicial											
	Viento (daN/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Temperatura (°C)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	% R.U.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Vano Regulador (m)	427	427	427	427	427	427	427	427	427	427	427
5	Temperatura creep (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
6	Tabla de Flecha y Tensión											
	Temperatura °C	50	190	25	100	210	25	120	180	180	180	180
	Flecha final (m)	16.67	16.53	15.62	16.46	16.56	16.4	16.65	11.12	16.51	16.43	14.7
	Tensión final (kg)	1442	1022	1589	1294	1081	1589	1341	1416	1504	1272	1475
7	Ampacidad (IEEE STD 738-2006)											
	Resistencia ac @ 25°C (Ohm/km)	0.08459	0.15668	0.09702	0.11299	0.15668	0.09981	0.11622	0.12831	0.07916	0.09229	0.0913
	Resistencia ec @ 75°C (Ohm/km)	0.09969	0.18819	0.11641	0.13567	0.18819	0.11106	0.13965	0.15354	0.0947	0.10938	0.10901
	Capacidad de corriente (A)	258	1024	-	808	4043	-	902	1102	1504	992	2370
	Potencia (MVA)	103	408	-	321	460	-	360	439	599	395	546

1 de 3



	ACCC, DOVE
	ACCR, DOVE
	ACSS/AW, DOVE
	ACSS/TW, DOVE
	ACSS/TW, HAWK

Investigaciones adicionales:

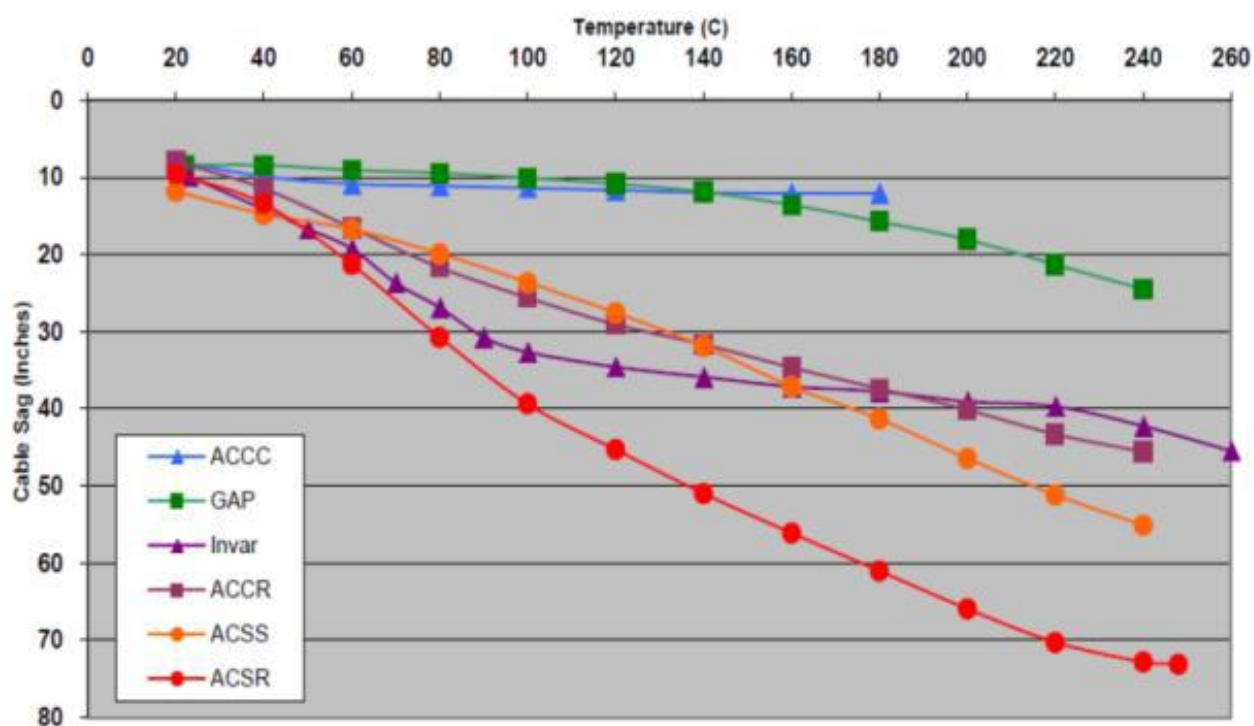
Características del material de fabricación del núcleo que permiten al conductor ACCC tener una menor flecha en comparación con los demás conductores de alta temperatura y baja flecha, a iguales condiciones de operación:

Una de las principales características del conductor de núcleo de fibra de carbono (tipo ACCC, LSCC, CFCC), es que presenta uno de los coeficientes de expansión térmica más bajos en comparación con los conductores de núcleo de acero recubierto de aluminio (como lo es el ACSS/AW = Aluminum Conductor Steel Suported/AlumoWeld), los conductores con núcleo de acero galvanizado (ACSS = Aluminum Conductor Steel Suported) y los conductores de núcleo de diferentes compuestos como la matriz de aluminio de 3M (ACCR= Aluminum Conductor Composite Reinforced).

El coeficiente de expansión térmica define el incremento de la flecha de un conductor conforme aumenta la temperatura de operación del mismo. Los conductores de fibra de carbono como el ACCC, mantienen

casi constante la flecha a medida aumenta la temperatura, en comparación con los conductores de otro tipo de núcleo, como los citados en el párrafo anterior.

En la siguiente se puede observar, para diferentes tipos de conductores HTLS, el comportamiento de la flecha conforme aumenta la temperatura de operación del conductor; y en el cuadro se puede observar para cada material de fabricación del núcleo, la resistencia a la tracción y el coeficiente de expansión térmica, ordenados de mayor a menor. El material cuyo coeficiente de expansión térmica sea menor, presentará la menor flecha.



MATERIAL	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (N/mm2)	COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (X10-6/°C)
Acero recubierto de aluminio	1250-1350	11.9
Acero galvanizado	1250-1350	11.5
Matriz de aluminio (3M)	1378	6.3
Compuesto termoplástico de fibra de carbono Celstran® CFR-TPR, trenzado (SouthWire/Celstran)	1378	6.0
Núcleo Invar recubierto de aluminio	1050-1100	3.7
Invar galvanizado	1050-1100	2.8

Fibra de vidrio y carbono (CTC)	2100	1.6
Fibra de carbono (LSCC)	2158	1.1
Fibra de carbono trenzado (CFCC)	2500	<1

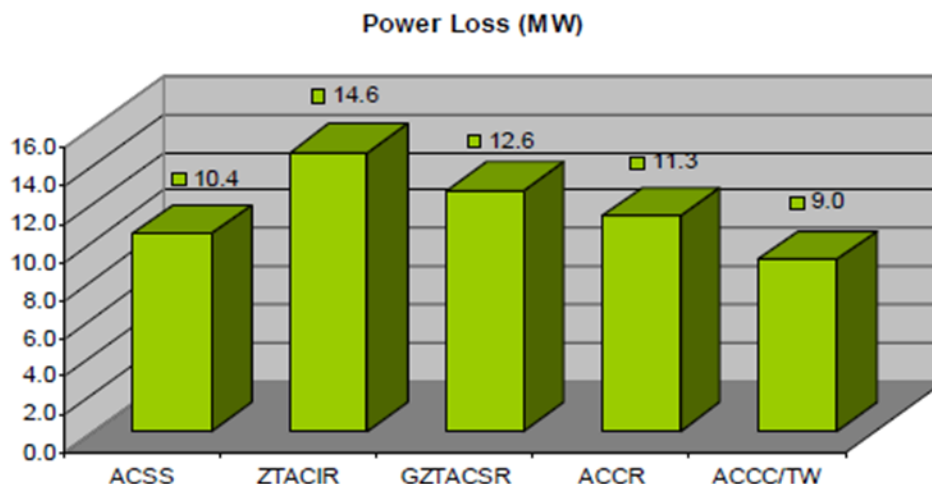
De los diferentes materiales de núcleo estudiados y comparados, el núcleo de fibra de vidrio y carbono del conductor ACCC es el tercero con mejor coeficiente de expansión térmica con $1.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, lo cual permite una menor flecha o sag al conductor.

El conductor LSCC, cuyo núcleo es de fibra de carbono, presenta un menor coeficiente de expansión térmica, sin embargo, este conductor no tiene kilómetros de línea instalados y en operación, aún, y en ETESA consideramos mucho los años de fabricación del conductor. En nuestras especificaciones técnicas, Capítulo III, Parte 1, en el numeral Fabricantes, siempre se ha solicitado que, para todos los materiales de suministro, mínimo, deben tener 5 años de experiencia fabricando dicho material.

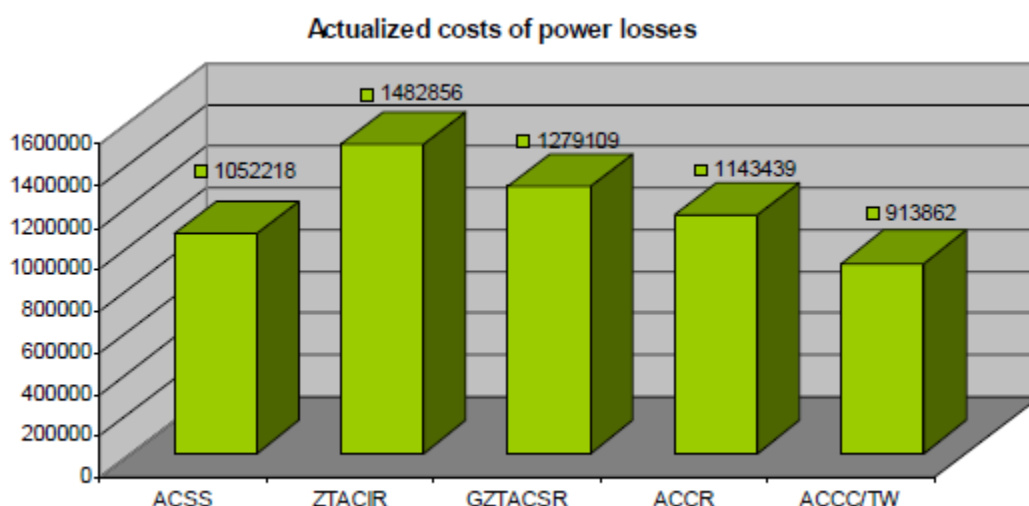
Para el caso del conductor de fibra de carbono CFCC, el ACFR (Aluminum Conductor Fiber Reinforced), el mismo presenta el mejor coeficiente de expansión térmica y cumple el requisito de los 5 años de fabricación e instalación, sin embargo, de acuerdo a lo investigado, sólo ha sido instalado en Asia. (Japón y China).

Comparación entre de las pérdidas en la línea, entre diferentes conductores, incluido el ACCC:

Para el criterio de las pérdidas en la línea, el conductor ACCC presenta las menores pérdidas eléctricas y, por lo tanto, los menores costos en pérdidas. Esto, como se puede observar en el cuadro de la página 4, debido a que presenta menor resistencia. En las siguientes gráficas, se muestran las pérdidas por circuito, para una línea, así como los costos por pérdidas, proyectados a 30 años de funcionamiento de la misma, respectivamente.



Pérdidas en MW

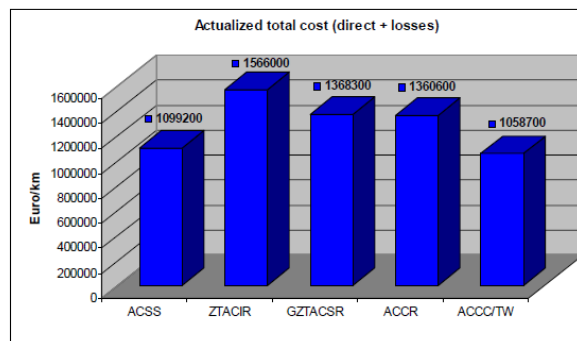
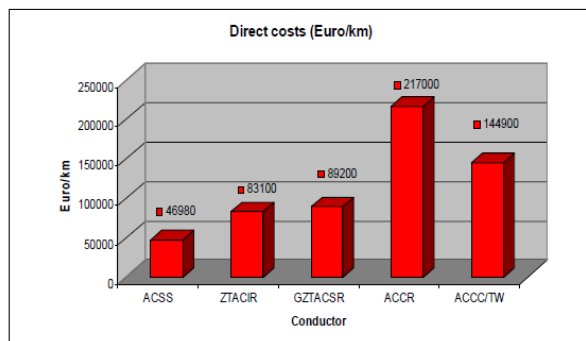


Costos por pérdidas anuales, a 30 años.

Como se puede observar en las gráficas, el ACCC presenta las menores pérdidas en MW y, por consiguiente, los menores costos por pérdidas, en 30 años de operación de la línea. Una razón más para seleccionarlo como el conductor para el aumento de la capacidad de la línea existente.

Si bien es cierto, la desventaja que presenta este conductor respecto a otros del mismo tipo, es que su costo de inversión inicial (suministro e instalación), es el segundo más caro luego del ACCR de 3M, sin

embargo, estos costos se ven compensados con la reducción significativa que se tendrá en concepto de pérdidas por transmisión, tal como se muestra en las siguientes gráficas:



A la izquierda, se observan los costos por instalación y mantenimiento, y a la derecha los costos por pérdidas. El ACCC, como se mencionó en párrafos anteriores, va a presentar una de las mayores inversiones iniciales, no obstante, cuando comparamos costos por pérdidas en transmisión, es el conductor con menor costo. La inversión inicial es una sola, en cambio, el costo por pérdidas es anual durante toda la vida de la línea de transmisión.

Conclusión:

1. El conductor ACCC cumple los criterios mecánicos, geométricos y eléctricos para ser seleccionado como conductor para el aumento de capacidad de la línea de transmisión existente. Estos criterios no sólo se cumplen, sino que el conductor en sí, presenta una de las mejores características mecánicas y eléctricas.
2. En el momento en que se realizaron los estudios para escoger el conductor óptimo para el aumento de capacidad de la línea, teniendo en cuenta que, dicho conductor es aquel que sea equivalente mecánica y eléctricamente, cumpla con los criterios enumerados al inicio, y con el cual se requieran menores modificaciones a la línea existente; el conductor que reunió todas estas características fue el ACCC, DOVE.
3. Se realizaron estudios para las siguientes Líneas de Transmisión propiedad de ETESA:
 - a. LT_Mata de Nance-Veladero-Llano Sánchez-El Higo-Chorrera-Panamá
 - b. LT_Bayano – Panamá II
4. En las dos líneas se aplica el mismo estudio. En la línea de Bayano – Panamá II tiene la misma limitante que la línea Mata de Nance-Veladero-Llano Sánchez-El Higo-Chorrera-Panamá; son líneas de transmisión diseñadas a temperaturas de operación muy bajas trayendo como consecuencia poca distancia de seguridad entre el conductor más bajo y el suelo que limitan el poder utilizar conductores con mayor elasticidad y mayor flecha. El conductor ACCC como se ha observado en el estudio, es quien posee una menor flecha a menor peso y menores pérdidas producto de su alma de fibra de carbono, por lo cual es el más óptimo técnicamente para este tipo de repotenciación.