



ENSA

Departamento de normas

Especificación Técnica

Conductor de Aluminio Desnudo AAC y ACSR

Código:	NO.MA.08.08
Fecha de Creación:	18-feb-98
Fecha de Última Actualización:	1-jul-10
Versión:	0.0
Páginas:	1 de 15

1. OBJETO

Esta especificación cubre el suministro de conductores de aluminio (AAC) y con alma de acero (ACSR) de temple H19, que serán utilizados en las redes de distribución de energía eléctrica de **ENSA**.

2. ALCANCE

Estas especificaciones establecen las características mínimas, requisitos y propiedades, que deben poseer los conductores desnudos AAC y ACSR, a ser suministrados a **ENSA**.

3. GENERALIDADES

El suministro deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial, normalmente aceptada.

a) Definiciones

1. **Lingote:** Producto macizo de sección circular, producida por la laminación o extrusión caliente.
2. **Hilo o hebra:** Cuerpo de metal estirado, de forma cilíndrica y usualmente de sección circular, de largo mucho mayor que la dimensión de la sección transversal.
3. **Conductor:** Elemento metálico con la función específica de conducir corriente eléctrica.
4. **Conductor Desnudo:** Conductor sin revestimiento de cualquier naturaleza, aislante o no.
5. **Corona:** Conjunto de hilos equidistantes de un hilo o conjunto de hilos, central al conductor.
6. **Conductor Clase AA:** Son los normalmente empleados como conductores desnudos en líneas aéreas.
7. **Conductor Clase A:** Son los normalmente empleados en líneas aéreas, como conductores con cubierta protectora (para uso en la intemperie) o como conductores desnudos cuando es necesario una flexibilidad mayor que la encontrada en los conductores clase AA.
8. **Alma:** Hilo o conjunto de hilos que forma la parte central de un conductor, constituido de un material diferente de las capas externas, destinada a aumentar la resistencia mecánica del conductor.
9. **Conductor con Alma de Acero:** Conductor formado por un alma de acero y de corona(s) de hilos.
10. **Trenzado:** Disposición helicoidal de los hilos que forman el conductor.
11. **Paso del Trenzado:** Es la proyección axial del largo de una vuelta completa de uno de los hilos de la corona considerada.

12. **Factor de Trenzado:** Es la relación entre el paso del trenzado y el diámetro externo de la corona correspondiente.
13. **Sentido del Trenzado:** Es el sentido para la derecha (horario), o para la izquierda (antihorario), según el cual los hilos del conductor al pasar por su parte superior, se alejan del observador que mira en la dirección del eje del conductor.
14. **Lote:** Es una cantidad determinada de mercancías de características similares que es fabricada bajo las mismas condiciones de producción, presumiblemente uniformes, que se someten a la inspección como conjunto unitario.

b) Identificación de los Conductores

Los conductores deberán ser definidos e identificados por sus respectivas áreas de sección transversal conductoras, expresarlas en milímetros cuadrados, por sus hilos componentes, por la clase y por su calibre AWG o kcmil.

c) Idioma

Todos los documentos emitidos con referencia al material a suministrar por el proveedor deben ser editados preferiblemente en el idioma español.

d) Unidad de Medidas

Debe ser usado el Sistema Métrico Decimal para todas las referencias de suministros, tanto en la descripción técnica y especificaciones, como en los diseños y cualquier documento o datos adicionales. Si por conveniencia fuera utilizado en una determinada situación un valor en cualquier otro sistema de medida, debe también al lado, constar el valor equivalente en el Sistema Métrico Decimal.

4. NORMAS APLICABLES

Los conductores y sus hilos componentes deben ser fabricados conforme la última edición de las siguientes normas:

- a) **ASTM B227:** "Standard Specification for Hard-Drawn Copper-Clad Steel Wire".
- b) **ASTM A90/90M-06:** "Standard Test Method for Weight (Mass) of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings"
- c) **ASTM A239:** "Standard Method of Test for Uniformity of Coating by the Preece Test (copper sulfate dip) on Zinc Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles"
- d) **ASTM B6:** "Standard Specification for Zinc"
- e) **ASTM A193:** "Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials"
- f) **ASTM B230:** "Standard Specification for Steel Wire, Oil-Tempered Carbon Valve Spring Quality"
- g) **ASTM B232/ B232M:** "Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminum Conductors Coated Steel Reinforced (ACSR)"
- h) **ASTM B233:** "Standard Specification for Aluminum 1350 Drawing Stock for Electric Purposes"
- i) **ASTM B498/B 48M:** "Standard Specification for Zinc Coated (Galvanized) Steel Core Wire for Aluminum Conductors, Steel reinforced (ACSR)"

5. DISEÑO Y FABRICACIÓN

a) Acabado

Los conductores deben ser, regularmente, cilíndricos, lisos, completamente libres de suciedad, partículas mecánicas sueltas, mellas, rayaduras, abrasiones o deformaciones de cualquier naturaleza que puedan perjudicar las características eléctricas y mecánicas de los hilos.

b) Clases de Conductores

Los conductores, en cuanto a su utilización, deben pertenecer a las clases A y AA.

c) Trenzado

Los conductores de trenzado sencillo o múltiple, deben tener pasos de trenzado uniformes, definidos de acuerdo con la clase y número de hilos componentes del conductor.

d) Conductores de Aluminio Desnudos (AAC)

1. Material

Los conductores deben ser fabricados con aluminio de pureza mínima de 99.60%.

2. Peso Específico

El peso específico del aluminio, considerado para efectos de cálculos, debe ser de 2.703 g/cm a la temperatura de 20 °C.

3. Formación del Conductor

Los conductores de aluminio desnudos deben ser formados de siete (7) hilos de aluminio, siendo uno (1) central y seis (6) formando una corona externa, con excepción del conductor COSMOS (477 kcmil), que debe ser formado con diecinueve (19) hilos de aluminio, siendo uno (1) central, seis (6) formando una corona interna y los 12 (12) hilos restantes formando la corona externa.

4. Temple

Los hilos componentes de los conductores, deben ser fabricados de aluminio con temple H19.

5. Conductibilidad

La conductibilidad mínima para los conductores de aluminio debe ser 61% del patrón de cobre, definido por la C.E.I.

6. Resistividad

La resistividad máxima permitida para los conductores desnudos a la temperatura de 20°C debe ser de 0.028264 Ω mm²/m.

7. Paso de Trenzado

El paso de trenzado para los conductores referidos en este ítem no debe ser inferior a ocho (8), ni superior a dieciséis (16) veces el diámetro externo del conductor.

8. Empalmes

- Serán permitidos empalmes en los lingotes, antes del proceso de trefilado.

- No serán permitidos empalmes de cualquier especie durante el trenzado.
- En los hilos componentes del conductor, cuando sean soldados, debe ser removido el exceso de material proveniente de la soldadura, para que se conserve la forma cilíndrica y el diámetro del hilo.

9. Medidas

Las áreas nominales de cada conductor deben estar de acuerdo con los valores mínimos indicados en la Tabla I.

10. Resistencia Mecánica a la Tracción

La resistencia mecánica mínima a la tracción en los conductores está indicada en la Tabla II y no debe ser inferior al 90% de la suma total de las resistencias mínimas de sus hilos componentes.

NOTA: No será permitida la realización de la verificación de la resistencia mecánica a la tracción del conductor en hilos componentes retirados después del trenzado.

11. Alargamiento

Los alargamientos porcentuales mínimos permitidos para los conductores, que son obtenidos en sus hilos componentes antes de trenzados, están indicados en la Tabla II.

e) Conductores de Aluminio Desnudos con Alma de Acero (ACSR)

1. Material

- Aluminio: El aluminio utilizado en los conductores ACSR debe ser de pureza mínima de 99.60%.
- Alma de Acero: El metal base para el alma de acero del conductor debe ser acero, cuya obtención y composición esté de acuerdo con los requisitos de este ítem 5.e.

2. Peso Específico

- Aluminio: El peso específico del aluminio, considerado para efectos de cálculos, debe ser de 2.703 g/cm a la temperatura de 20 °C.
- Alma de Acero: El peso específico del acero considerado para efectos de cálculos debe ser 7.78 g/cm³ a la temperatura de 20 °C.

3. Formación del Conductor

Los conductores de aluminio desnudo con alma de acero (ACSR) deben tener las siguientes formaciones:

- Conductor 1/0 AWG "RAVEN": Un alma de acero u seis (6) hilos de aluminio alrededor del alma, formando una corona única.
- Conductor 266.8 kcmil "WAXWING": Un alma de acero y dos (2) coronas de hilos de aluminio.
- Conductor 477 kcmil "HAWK": Siete (7) hilos de acero en el alma y dos (2) coronas.

4. Temple

Los hilos componentes de los conductores, deben ser fabricados de aluminio con temple H19.

5. Resistividad

La resistividad máxima permitida para los conductores ACSR a la temperatura de 20°C debe ser de $0.028264 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

6. Paso de Trenzado

- Conductores Clase AA con Una Corona: El paso preferido será de trece (13) veces el diámetro de la misma, pero no debe ser menor que doce (12), ni mayor que catorce y medio (14.5) veces ese diámetro.
- Conductor clase AA con Dos Coronas: Corona externa: La corona debe tener un paso preferido de once (11) veces el diámetro de esa corona, y no debe ser menor que diez (10), ni mayor que catorce (14) veces ese diámetro.
- Corona Interna: La corona interna debe tener un paso preferido de trece (13) veces el diámetro de esa corona y no debe ser menor que diez (10) ni mayor que dieciséis (16) veces ese diámetro.

7. Empalmes

- Aluminio

Es permitida la realización de empalmes de los hilos de aluminio, durante el proceso de trenzado, debido a roturas en esta operación. Cada empalme debe quedar separado de un mínimo de 15 metros de cualquier otro empalme del conductor, cuando se sueldan los hilos, debe ser removido el exceso de material proveniente de la soldadura, de forma de mantener la forma cilíndrica y el diámetro del hilo.

- Alma de Acero

No será permitido de ninguna forma, empalmes en los hilos componentes del alma de acero, después de estirados definitivamente. Durante la fabricación serán permitidos empalmes ejecutados en los lingotes o hilos, ejecutados con soldadura eléctrica, u otra de características iguales o superiores, pero solamente antes del trefilado a frío.

8. Capa de Zinc

- La capa de zinc debe tener espesor uniforme y adherido firmemente al acero.
- El espesor de la capa de zinc, en gramos por metro cuadrado de superficie del hilo sin el recubrimiento de zinc, no debe ser inferior al indicado en la Tabla V.

9. Resistencia Mecánica a la Tracción

- La resistencia mecánica mínima a la tracción en los conductores, está indicada en la Tabla V.
- En los conductores ACSR, la resistencia total mínima a la tracción será calculada por la suma de las resistencias mínimas a la tracción de los hilos de acero a 1% del alargamiento. Para efecto de verificación, es obligatorio la prueba de resistencia mínima a la tracción en el conductor después del trenzado (ver Tabla IV).

10. Resistencia Eléctrica

La resistencia eléctrica máxima permitida para los hilos y conductores desnudos están indicados en la Tabla IV.

6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Ver tablas de la I al VI.

7. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES

a) Formación de Muestras

1. El criterio de muestreo para las pruebas de hilos y conductores, será el siguiente.
 - Para lotes de hasta diez (10) unidades, la muestra representativa será constituida de todas las unidades.
 - Para lotes arriba de diez (10) unidades, la muestra será constituida de diez (10) unidades acrecentada de diez (10) por ciento del lote presentado para inspección.
2. Los cuerpos de prueba, serán retirados de los carretes y deben tener dos (2) metros de largo.
3. La verificación del acabado de los conductores debe ser efectuada en todas las unidades del lote.
4. Las pruebas restantes deben ser ejecutadas en veinticinco (25) por ciento de las unidades de la muestra.
5. En los conductores de aluminio CAA, debe efectuarse en el alma de acero las pruebas indicadas, utilizándose el mismo criterio de formación de muestras indicado arriba.

b) Inspección

1. Durante la inspección serán verificados los siguientes ítems:
 - Diámetro del conductor
 - Largo del conductor en el carrete
 - Acabado y diámetro de los hilos componentes del conductor
 - Exigencias en cuanto al trenzado
 - Robustez de los carretes y distancia entre las capas externas de los conductores y las tablas de cubierta de los carretes
2. Estas verificaciones, cuando sean aplicables, serán ejecutadas antes de las pruebas especificadas, lo que no eximirá, en cualquier caso, la inspección visual de los conductores completos.

c) Pruebas

1. Para aceptación o rechazo de los conductores, deben ser efectuadas las siguientes pruebas en los hilos componentes:
 - Conductores
 - Verificación de las medidas
 - Paso de trenzado
 - Esfuerzo hasta la tracción de rotura

- Alargamiento después de la rotura
- Resistividad
- Alma de acero
- Verificación de las medidas
- Tensión a 1% del alargamiento
- Alargamiento después de la rotura
- Ductilidad del acero
- Peso de la capa de zinc
- Adherencia de la capa de zinc
- Prueba Preece

2. El inspector de **ENSA**, en el acto de la prueba, debe llenar el "Informe de Pruebas", conforme al anexo.

d) Aceptación y Rechazo

1. Aceptación del Lote

La aceptación del lote por **ENSA**, sea a través de la aprobación de las pruebas exigidas, sea por inspección dispensada por **ENSA**, no eximirá al proveedor de su responsabilidad en suministrar el material en plena concordancia con la orden de compra o contrato y con estas Especificaciones, ni invalidará o comprometerá cualquier reclamo que **ENSA** haga, basado en las existencias de material inadecuado o defectuoso.

El lote será aceptado con base en lo siguiente:

- Si las dimensiones de los hilos conductores están de acuerdo con los límites mínimos y máximos indicados en las Tablas I y III.
- Si los límites mínimos de resistencia a la tracción y de alargamiento indicados en las Tablas II y IV, son obedecidos.
- Si la resistividad media obtenida entre los hilos componentes de los conductores están de acuerdo con los ítems 5.4-f y 5.5-e.
- Si en los conductores, el paso del trenzado está entre los límites indicados en los ítems 5.4.g y 5.5-f.
- Si los hilos componentes del conductor, en la prueba de ductilidad, no presenta fracturas o rajaduras.
- Si las tensiones a 1% de alargamiento, así como el esfuerzo de tracción y alargamiento en el alma de acero, obedece a los valores indicados en la Tabla I.
- Si en el hilo cubierto de zinc, al ser enrollado en hélice cerrada, la capa de zinc no se raja a punto de poder ser removida restregando el dedo sobre la misma.
- Si el peso de la capa de zinc, en los hilos de acero, está de acuerdo con la Tabla V.
- Si en la prueba de ductilidad no se registran rajaduras o fracturas.
- Si en la prueba de Preece, el hilo de acero resiste al número de inmersiones en sulfato de cobre especificadas en la Tabla VI, conforme métodos de prueba, sin que aparezcan depósitos de cobre brillante.

2. Rechazo del Lote

El rechazo del material, en virtud de fallas constatadas a través de inspecciones y pruebas; de su discordancia con la orden de compra, contrato o con ésta Especificación, no eximirá al proveedor de su responsabilidad en suministrar el material en la fecha de entrega permitida. Si el rechazo torna impracticable la entrega del material en la fecha contractual, o si todo indica que el proveedor será incapaz de satisfacer los requisitos exigidos, **ENSA** se reserva el derecho de rescindir todas sus obligaciones y adquirir el material en otra fuente, siendo el proveedor considerado como infractor del contrato y sujeto a las penalidades aplicables al caso.

El lote será rechazado si:

- Cualquiera de las muestras probadas presenta valores negativos en las pruebas referidas en el ítem 7.c.1, el carrete de donde se retiró la muestra será rechazado. Se puede, en caso de dudas del resultado negativo, retirar del mismo carrete, dos (2) muestras adicionales y proceder nuevamente a la realización de las pruebas; en caso de registrar falla cualquiera de las dos muestras, el carrete será rechazado.
- En caso de rechazo de un carrete, se deben efectuar todas las pruebas descritas en el ítem 7.c.1 conductores en 40% del total de unidades del lote; si dos o más carretes (incluyendo la primera unidad que falló) son rechazados, el lote entero será rechazado.
- A criterio de **ENSA**, las fallas presentadas durante la inspección no son consideradas graves, será permitido al proveedor retirar las unidades sospechosas y hacer un reagrupamiento del lote, y presentar el material para nueva inspección, una única y nueva vez. Para la nueva inspección, el criterio para la formación del muestreo será el mismo indicado, establecido en el ítem 7.a.

e) Informaciones Adicionales a los Proponentes

1. **ENSA** tendrá el derecho de inspeccionar, en cualquier tiempo, directamente o a través de terceros, toda la fabricación y materiales utilizados, tanto en las dependencias del Fabricante, como en las de sus proveedores.
2. Todas las pruebas exigidas en esta Especificación, deben ser ejecutadas por el Fabricante, en presencia de **ENSA**.
3. **ENSA** se reserva el derecho de asistir a las pruebas de control de calidad de las materias primas y de fabricación, que deben garantizar la calidad del producto final, exigidos en esta Especificación.
4. El Fabricante debe notificar a **ENSA**, con por lo menos treinta (30) días de anticipación, las fechas en que las inspecciones y pruebas podrán ser efectuadas.
5. Deben ser elaborados por el fabricante informes, en cuatro (4) vías, para cada inspección realizada, con por lo menos los siguientes datos:
 - Lote presentado para pruebas
 - Local de la inspección y la fecha
 - Condiciones de la inspección
 - Renglones inspeccionados y liberados o rechazados
 - Valores encontrados, comparados con los especificados

6. En caso de que no le sea posible a la Inspección comparecer a una determinada prueba, el proveedor debe suministrar, además del informe, un certificado de garantía asegurando que la prueba fue realizada de acuerdo con ésta Especificación y que sus resultados fueron satisfactorios.
7. Todo el material a ser utilizado debe poseer el respectivo certificado de origen; el proveedor deberá someter copias de los mismos a la Inspección, antes de iniciar su utilización.
8. Todos los aparatos de medición utilizados en las pruebas, tales como micrómetros, pesas, voltímetros, amperímetros, etc., deben ser de buena marca, de buena confiabilidad y permitir lecturas con suficiente precisión.

Tales aparatos deben ser debidamente calibrados; siendo obligatoria la presentación de los certificados de calibración, los cuales tendrán una validez máxima de seis (6) meses.

9. Cualquier lote de material solamente será aprobado para embarque después de haber sido favorables todas las pruebas de recepción previstos en esta especificación.
10. La aprobación para embarques de un lote, después de las pruebas en las fábricas, no exime al proveedor de responsabilidades futuras. Cualquier lote, después de su retirada de la fábrica, podrá sufrir nueva inspección, y en caso de ser constatada cualquier falla, parte del lote o todo él, podrá ser devuelto mientras no se haya agotado el plazo de garantía.
11. El proveedor debe reponer, sin gastos para **ENSA**, incluyendo transporte, en el local en donde se encontraban almacenadas, las cantidades de material rechazadas durante el período de garantía.

f) Garantías

La aceptación del lote o no, por el criterio de muestreo, no exime al fabricante o proveedor de la responsabilidad de sustitución de cualquier unidad, que no esté de acuerdo con esta especificación, o también, debido a efectos que proceden de la fabricación y acondicionamiento. La garantía debe ser de dieciocho (18) meses a partir de la fecha de entrega por el proveedor, con base en el control de recibo de la factura.

8. PLANOS DE TALLER E INSTRUCTIVOS

El proveedor debe entregar a **ENSA**, con la debida anticipación y para su aprobación, los diseños de fabricación de los conductores que se proponen fabricar.

a) Identificación y Señalización

Los hilos y los conductores deben ser identificados por sus respectivos diámetros, en milímetros (mm), con aproximación de dos (2) cifras decimales.

El Contratista deberá suministrar a **ENSA**, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique está especificación.

9. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE

a) Acondicionamiento

1. Los conductores deben ser acondicionados en carretes, de tal modo que los mismos sean protegidos de la acción mecánica proveniente del manejo y transporte desde el local de fabricación hasta el local a ser informado por el **ENSA**.

2. Será permitida en cada carrete una longitud única de conductor, prohibiéndose empalmes en los mismos.
3. Los carretes deben ser fabricados de madera resistente, exentas de nudos o de otros defectos que puedan tornarlas frágiles, y debidamente preservadas a fin de poder resistir a la exposición al tiempo y a las intemperies.
4. La parte externa de los carretes no debe ser pintada; la capa más externa del embobinado debe ser recubierta por una (1) capa de papel correoso, o de un material plástico que servirá de protección al conductor. Los carretes deben ser cerrados con listones de madera firmemente fijados, vedando totalmente la entrada de elementos extraños. Sobre los listones de madera deben ser colocados longitudinalmente a la dirección de los conductores embobinados, dos (2) zunchos de acero.
5. Los extremos del conductor deben estar firmemente asegurados en los carretes. Los conductores deben tener un extremo fijado a través de grapas "U", con tuercas del lado externo del carrete.
6. Cuando sea conveniente para **ENSA**, las longitudes de los conductores y las dimensiones del embalaje serán suministrados en el acto de compra.

b) Señalización e Identificación de los carretes

1. Para identificación de cada carrete, deberá existir una señalización conteniendo las siguientes indicaciones:
 - ENSA
 - Área nominal de la sección transversal en milímetros cuadrados
 - Calibre del conductor en AWG o kcmil
 - Peso neto y bruto, en kilogramos
 - Longitud, en metros
 - Número del carrete
 - Nombre del fabricante
2. La señalización debe ser realizada con pintura, en cada lado del carrete.
3. El fabricante o proveedor debe proveer las medidas adecuadas para garantizar un transporte seguro, bajo cualquier limitación que puedan ser encontradas, siendo totalmente responsable por la entrega del material en el punto de destino, en condiciones normales de utilización.

c) Tolerancia y Precisión

Tolerancia: Diferencias admisible en las cantidades pactadas.

Precisión: Máximo error o desviación en la medida con respecto a la cantidad real, regularmente causada por instrumentos.

ENSA advierte un compromiso comercial hasta por la cantidad nominal (longitud) pactada en la Orden de Compra. La tolerancia admisible en cada rollo o carrete será de hasta ± 5.0 metros de la longitud de bobina.

10. REPUESTOS

No aplica.

11. TABLA DE INFORMACION PARTICULAR

a) Clases y dimensiones de los conductores desnudos de aluminio AAC.

TABLA I

Sección Real (mm ²)	Área Mínima (mm ²)	Calibre AWG o kcmil	Código	Clase AA			
				Hilos Componente			
				No. de Hilos	Diámetro Nominal	Tolerancias (mm)	
Diámetro Mínimo	Diámetro Máximo						
53.48	52.39	1/0	Poppy	7	3.12	3.09	3.15
135.19	132.49	266.8	Daysi	7	4.96	4.91	5.01
241.70	236.87	447	Cosmos	19	4.02	3.98	4.06

b) Características Eléctricas y Mecánicas de los conductores desnudos de aluminio AAC.

TABLA II

Sección Real (mm ²)	Calibre AWG o kcmil	Código	Tensión Mínima de Resistencia a la Tracción		Carga de Rotura	Alargamiento Mínimo de los Hilos Componentes en 1500 mm (%)	Peso del Conductor (kg/km)	Resistencia Eléctrica Máxima 20 °C (ohm/km)	
			Hilos Componentes de los Conductores						Conductor Completo
			kgf	kgf/mm ²					
53.48	1/0	Poppy	134	17.5	940	1.7	148	0.534	
135.19	266.8	Daysi	328	17.0	2,280	2.0	373	0.211	
241.70	477	Cosmos	202	17.5	3,790	1.7	666.4	0.119	

c) Clases y dimensiones de los conductores desnudos de aluminio con alma de acero ACSR.

TABLA III

Sección de Aluminio (mm ²)	Sección Total Real (mm ²)	Sección Mínima del Aluminio (mm ²)	Calibre AWG o kcmil	Código	Clase AA – Formación de los Conductores							
					Aluminio				Alma de Acero			
					No. de Hilos	Diámetro Nominal (mm)	Tolerancias (mm)		No. de Hilos	Diámetro Nominal (mm)	Tolerancias (mm)	
							Mínimo	Máximo			Mínimo	Máximo
21.15	24.71	20.73	4	Swan	6	2.12	2.10	2.14	1	2.12	2.08	2.17
53.48	62.38	52.39	1/0	Raven	6	3.37	3.34	3.40	1	3.37	3.32	3.45
135.19	142.57	132.49	266.8	Waxwing	18	3.09	3.06	3.12	1	3.09	3.04	3.15
241.70	281.10	236.87	447.0	Hawk	26	3.44	3.41	3.47	7	2.68	2.64	2.73

d) Clases y dimensiones de los conductores desnudos de aluminio con alma de acero ACSR.

TABLA IV

Sección Total Real (mm ²)	Calibre AWG o kcmil	Código	Tensión Mínima de Resistencia a la Tracción		Alargamiento Mínimo de los Hilos Componentes en 1500 mm (%)	Peso del Conductor (kg/km)	Resistencia Eléctrica Máxima 20 °C (ohm/km)	
			Hilos Componentes de los Conductores					Conductor Completo
			kgf	kgf/mm ²				
24.71	4	Swan	67	19.0	830	1.5	85	1.354
62.38	1/0	Raven	156	17.5	1940	1.7	216	0.535
142.57	266.8	Waxwing	93	18.0	3120	1.5	430.8	0.213
281.10	477.0	Hawk	163	17.5	8820	1.7	975	0.120

e) Dimensiones y características mecánicas de los hilos de acero para Conductores ACSR

TABLA V

Diámetro Nominal (mm)	Para Conductores		Tolerancias (mm)		Tensión Mínima de Resistencia a la Tracción a 1% de Alargamiento		Tensión Mínima de Resistencia a la Tracción		Alargamiento Mínimo en 250 mm (%)	Peso Mínimo de la Capa de Zinc (g/m ²)
	Calibre AWG o kcmil	Código	Diámetro Mínimo	Diámetro Máximo	Kgf	Kgf/mm ²	Kgf	Kgf/mm ²		
2.12	4	Swan	2.08	2.17	473	134	522	148	3.0	214
3.37	1/0	Raven	3.32	3.45	1133	127	1284	144	4.0	259
3.09	266.8	Waxwing	3.04	3.15	421	134	464	144	4.0	259
2.68	477.0	Hawk	2.64	2.73	733	130	812	144	3.5	249

f) Uniformidad de la capa de zinc.

TABLA VI

Diámetro Nominal del Hilo Cubierto de Zinc (mm)	Número Mínimo de Inmersiones		
	Clase A	Clase B	Clase C
$1.27 \leq 0 \leq 1.52$	2	3	4
$1.52 < 0 \leq 1.90$	2	3 1/2	5
$1.90 < 0 \leq 2.28$	2	3 1/2	5
$2.28 < 0 \leq 2.64$	2 1/2	4	6
$2.64 < 0 \leq 3.05$	3	5	7
$3.05 < 0 \leq 3.56$	3	6	8
$3.56 < 0 \leq 4.57$	3 1/2	6	8
$4.57 < 0 \leq 4.82$	3 1/2	6	8

12. ANEXOS

"INFORME DE PRUEBAS CONDUCTORES ELÉCTRICOS DESNUDOS"																
Fabricante _____				Informe No. _____												
Carrete o bobina No. _____				Diámetro Nominal de los hilos Componentes _____												
PM No. _____				Calibre del Conductor _____ AWG/KCM												
Muestras	Diámetro		Tensión a 1% de Alargamiento				Limite a la Resistencia de Tracción				Alargamiento		Prueba de Enrollado		Peso de Capa de Zinc	
	Espec.	Real	Espec.		Real		Espec.		Real		Espec (%)	Real (%)	Propio	N: No de Vueltas	Espec. (g/m ²)	Real (g/m ²)
			Kgf	kgf/mm ²	Kgf	kgf/mm ²	Kgf	kgf/mm ²	Kgf	kgf/mm ²						

Local de la Prueba _____	<table border="1"><tr><td>Aprobado</td><td>Rechazado</td></tr></table>	Aprobado	Rechazado
Aprobado		Rechazado	
Nombre del Probador _____			
Nombre del Inspector _____			

"INFORME DE PRUEBAS DEL HILO DE ACERO CUBIERTO DE ZINC"

Fabricante _____ Informe No. _____
 Carrete o bobina No. _____ Diámetro Nominal de los hilos Componentes _____
 PM No. _____ Calibre del Conductor _____ AWG/KCM

Muestras	Diámetro		Tensión a 1% de Alargamiento				Limite a la Resistencia de Tracción				Alargamiento		Prueba de Enrollado		Peso de Capa de Zinc	
	Espec.	Real	Espec.		Real		Espec.		Real		Espec (%)	Real (%)	Propio	N: No de Vueltas	Espec. (g/m²)	Real (g/m²)
			Kgf	kgf/mm²	Kgf	kgf/mm²	Kgf	kgf/mm²	Kgf	kgf/mm²						

Local de la Prueba _____
 Nombre del Probador _____
 Nombre del Inspector _____

Aprobado	Rechazado
----------	-----------

13. DIBUJOS

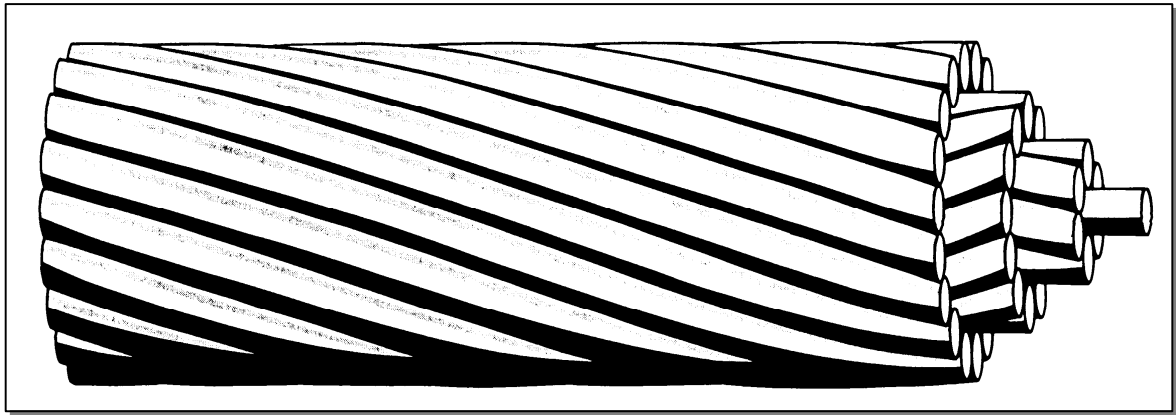


Figura 1
CONDUCTOR AAC

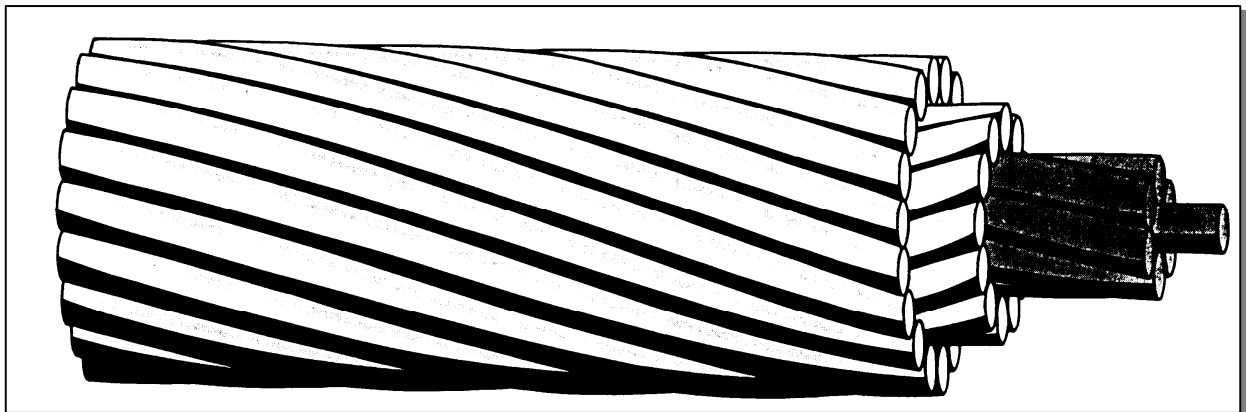


Figura 2
CONDUCTOR ACSR