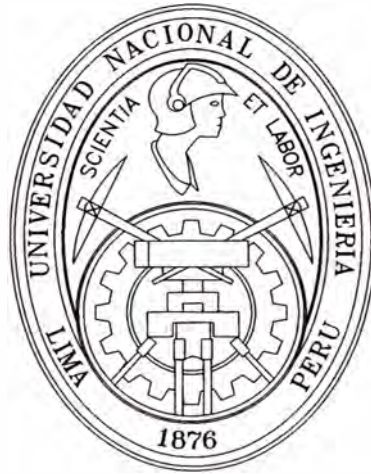


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE GRAPAS  
DE ALEACION DE ALUMINIO PARA LINEAS DE  
MEDIA Y ALTA TENSION”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**CHRISTIAN ALFREDO GALLEGOS CASTILLO**

**PROMOCION 2001-I**

**LIMA-PERU**

**2006**

## **AGREDECIMIENTOS**

*A mis queridos padres por la educación y el apoyo recibido en todos los años de mi vida. A mis hermanos, a mi futura esposa Noemí y a mi madrina Katty por las muestras de cariño y aliento que sirven de inspiración para lograr con perseverancia mis objetivos y metas.*

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
Prólogo	1
Capitulo I.- Introducción	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcances	4
Capitulo II.- Componentes utilizados en Líneas de media y alta tensión	6
2.1 Conductores	6
2.2 Aisladores	9
2.3 Soportes	12
2.4 Accesorios	14
Capitulo III.- Grapas de aleación de aluminio	23
3.1 Clasificación de las grapas de Al. de aluminio	23
3.2 Esfuerzo de rotura en las grapas de Al. de aluminio	28
Capitulo IV.- Producción actual de grapas de aleación de aluminio	31
4.1 Materia prima	31
4.2 Proceso productivo	33

4.3 Fallas de fundición comunes en la fabricación nacional de grapas de Al. de aluminio	35
4.4 Control de calidad	37
Capitulo V.- Procedimiento de fabricación propuesto	38
5.1 Materia prima	38
5.2 Proceso productivo	43
5.3 Control de calidad. Ensayos	60
5.4 Ilustraciones del procedimiento de fabricación propuesto	71
Capitulo VI.- Costo de fabricación	74
Conclusiones	77
Anexos	

## **PRÓLOGO**

Las grapas de aleación de aluminio forman parte del tendido de las líneas de media y alta tensión como elemento de suspensión o de anclaje del conductor en los soportes. En la actualidad, la fabricación nacional de grapas de aleación de aluminio se limitan a imitaciones de marcas extranjeras, siendo el común denominador en los fabricantes nacionales el escaso criterio técnico para el diseño y la fabricación de dichas grapas.

El procedimiento de fabricación utilizado es la fundición con moldes en arena de forma artesanal. Al no existir control alguno en los procesos de fabricación y en la adquisición de materia prima; dicho procedimiento no garantiza la calidad necesaria para un producto de las características de las grapas de aleación de aluminio.

Para llegar a tener grapas de aleación de aluminio competitivas que presenten un equilibrio Precio vs. Calidad, tan similares como las fabricaciones extranjeras, presento el “Procedimiento de fabricación de grapas de aleación de aluminio para líneas de media y alta tensión” donde se sugiere un procedimiento estándar a utilizar por los fabricantes nacionales. El presente tema contiene seis capítulos:

Capitulo I.- El cual detalla los antecedentes, objetivos y los alcances del procedimiento a estandarizar.

Capitulo II.- Descripción de los componentes utilizados en líneas de media y alta tensión.

Capitulo III.- Clasificación de grapas de aleación de aluminio.

Capítulo IV.- Realidad actual de la producción de grapas de aleación de aluminio.

Capítulo V.- Detalle del procedimiento de fabricación propuesto.

Capitulo VI.- Cálculo de los costos de fabricación en la grapa de anclaje tipo pistola de aleación de aluminio c/ 03 pernos.

El presente informe es complementado con las conclusiones obtenidas de acuerdo a la experiencia adquirida en el desarrollo del tema, también adjunto Formatos de control de calidad así como un reporte de trabajo en el que se resume el procedimiento propuesto. Al final del presente informe, en los apéndices se muestran catálogos de fabricantes reconocidos y protocolo de prueba tipo realizado según Norma UNE-EN 61284.

La elaboración del presente informe no se hubiera concretado sin las sabias enseñanzas del Ingeniero Mecánico Electricista César Gallegos S. y la colaboración incondicional del Ingeniero Metalurgista Elmer Chombo S. que con su experiencia en la fabricación de grapas de aleación de aluminio en moldes permanentes se consolida como el mejor fabricante de dichos materiales en el Perú.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El mundo globalizado de hoy en día exige productos con grandes competencias tales como calidad y precio, lo cual debe de incentivar a los fabricantes nacionales a invertir y mejorar sus procesos productivos día a día para lograr el ansiado desarrollo en el país. Un país sin innovación tecnológica es un país dependiente de lo extranjero.

Actualmente, el suministro de materiales eléctricos de fabricación nacional en general, para líneas de media y alta tensión tienen un gran defecto: baja calidad. Entre los materiales que se suministran para dichas líneas eléctricas se encuentran las grapas de aleación de aluminio, cuyos consumidores son las empresas eléctricas, contratistas, mineras, privados, etc. En los últimos años las grapas de aleación de aluminio han sido fabricadas por muchas empresas que tan solo se han preocupado de lucrar con la comercialización de estas grapas y han dejado de lado la



ingeniería aplicada para obtener una fabricación de calidad de acuerdo a estándares internacionales.

Al conocer la realidad nacional, un procedimiento estandarizado para la fabricación de grapas de aleación de aluminio para líneas de media y alta tensión es necesario para elevar el nivel de la calidad y así poder garantizar los valores de esfuerzos mecánicos, resistencia a la corrosión y vida útil que se requieran.

## 1.2 OBJETIVO

El presente informe tiene como objetivo el “estandarizar el procedimiento de fabricación y protocolos de prueba de grapas de aleación de aluminio para Líneas de media y alta tensión bajo normas internacionales”.

Este procedimiento ayudará a la innovación tecnológica en el país permitiendo un mayor desarrollo en el rubro de la fundición de aleación de aluminio en moldes permanentes dejando al olvido las fabricaciones artesanales en arena.

## 1.3 ALCANCES

El procedimiento propuesto estandarizará la fabricación de las grapas de aleación de aluminio de tal manera que se obtengan grapas que cumplan fielmente los requerimientos técnicos mínimos solicitados por lo clientes.

Se cumplirán los diferentes tipos de ensayos a realizar según lo estipulado en las Normas UNE-EN 61284 y UNE 207009.

La adecuada aplicación del procedimiento estandarizado de fabricación de grapas de aleación de aluminio para media y alta tensión dependerá de la “Gestión Integral de la Calidad” implantada en cada empresa y/o fábrica, siendo necesaria la certificación de calidad ISO 9001:2000 para garantizar el total cumplimiento del procedimiento propuesto.

## **CAPITULO II**

### **COMPONENTES UTILIZADOS EN LINEAS DE MEDIA Y ALTA TENSION**

## **CAPITULO II.- COMPONENTES UTILIZADOS EN LINEAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN**

A continuación, se presenta una descripción general de los materiales utilizados en la transmisión de energía eléctrica, en Líneas de Media y Alta Tensión, tomando énfasis en los materiales que sirven para la suspensión y anclaje del conductor (accesorios del conductor) en los soportes.

### **2.1 CONDUCTORES**

Son los elementos principales de una línea de transmisión de energía eléctrica y los que tienen mayor incidencia en los costos. Existen diversos tipos de conductores empleados, según el material utilizado, siendo los más usados:

Aluminio (SAC, AAC): Estos conductores son elaborados completamente con alambres de aluminio duro, con un contenido de 99.5% de aluminio.

Aluminio - Acero (ASCR): Es uno de los tipos más empleados. Los alambres centrales son de acero y las capas exteriores son de aluminio.

Aleación de Aluminio (ALDRAY, ALDREY, ALMELEC, ARVIDAL, AAC, AAAC): Estos conductores están formados de alambres iguales de aleación de Aluminio de alta resistencia mecánica comparable

con los conductores ACSR, su apariencia es similar a los conductores de Aluminio.

Aluminio – Alumoweld (AWAC): Muy similar a los conductores ACSR. Esta compuesto de alambres de aluminio duro en las capas exteriores, y de alambres de acero recubierto con aluminio en las capas interiores.

Aluminio – Aleación de Aluminio (ACAR): Es una combinación de alambres de aluminio duro en las capas exteriores y alambres de aleación de aluminio en las capas centrales.

Aleación de Aluminio – Acero (AACSR): Están conformados por alambres de aleación de aluminio en las capas exteriores y alambres de acero en las capas centrales.

Cobre: En el país, se empleó en las primeras líneas construidas, en la actualidad su empleo es en líneas de sub-transmisión en ambiente corrosivo. Es más pesado que los otros tipos de conductores, aunque con una mayor conductividad eléctrica.

Para los cables de guarda se emplean: Acero Galvanizado, Aleación de Aluminio, Copperweld, ACSR Extraresistente y Alumoweld.

El número de Alambres o hilos por conductor es:

**Tabla 2.1**

Capa	Centro	1° Capa	2° Capa	3° Capa	4° Capa	5° Capa	6° Capa
N° de Alambres	1	6	12	18	24	30	36
N° Total de Alambres	1	7	19	37	61	91	127

Cuando es necesario aumentar el diámetro del conductor, debido a pérdidas por efecto corona, las radio-interferencias, o aumentar la capacidad de corriente, se opta por configuraciones que introducen espacios libres en el centro.

### 2.1.1 Características Básicas de los Conductores

Se incluye la siguiente información sobre las características básicas de los conductores.

#### **Características técnicas de conductores de uso en redes Primarias**

**(Tomo IV CNE)**

**Tabla 2.2**

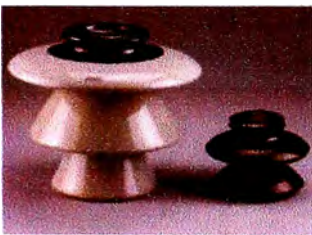
Material	Densidad a 20° C gr/cm <sup>3</sup>	Resistividad a 20° C Ω.mm <sup>2</sup> /m	Conductibilidad % IACS	Coef. Térmico de Resistencia a 20°C por °C	Modulo de Elasticidad kG/mm <sup>2</sup>	Esfuerzo mínimo de rotura kg/mm <sup>2</sup>	Coef. de dilatación lineal a 20° C por °C
Cobre blando	8.89	0.01724	100	0.00393	10,000	25	1.7 x 10 <sup>-5</sup>
Cobre semiduro	8.89	0.01783	96.66	0.00384	11,500	35	1.7 x 10 <sup>-5</sup>
Cobre duro	8.89	0.01790	96.16	0.00382	12,650	42	1.7 x 10 <sup>-5</sup>
Aleación de Aluminio	2.70	0.03280	52.5	0.00360	5,700	28	2.3 x 10 <sup>-5</sup>

## 2.2.- AISLADORES

Dimensionar de manera correcta los aisladores es muy importante porque tienen una incidencia del orden del 10% del costo de la línea.

Las formas básicas de los aisladores en líneas de transmisión son:

- (1) Aislador de porcelana tipo pín
- (2) Aislador de porcelana tipo suspensión (anclaje)
- (3) Aislador de vidrio tipo suspensión (anclaje)
- (4) Aislador de porcelana o polimérico tipo Line Post
- (5) Aislador polimérico tipo suspensión (anclaje)



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

**Fig. 2.1.- Aisladores**

Los aisladores de suspensión son los más usuales, y son fabricados en porcelana o vidrio templado. También se fabrican de fibra de vidrio recubierto con algún polímero.

Los aisladores de porcelana tienen un 50% de caolín, 25% de cuarzo, siendo el resto feldespato, arcilla y alúmina. La porcelana se moldea con procedimientos húmedos, homogéneos, compactos y sin porosidad, luego se cubre la superficie con una capa vitrificada. Tienen una resistencia dieléctrica de 60-70 Kv. Max/cm, una resistencia mecánica de 2800 a 350 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión y de 105 a 880 kg/cm<sup>2</sup> a la tracción. Los aisladores de vidrio tienen 140 kv-max/cm de resistencia dieléctrica, son más resistentes a la compresión y similares a la tracción.

Es posible establecer soluciones técnicas y económicas con empleo de ambos tipos de material.

Con fines comparativos se puede señalar las ventajas de los aisladores de vidrio:

- a) Permiten observar perforaciones o constituciones no homogéneas.
- b) El vidrio tiene menor coeficiente de expansión lo que disminuye los esfuerzos causados por cambios en la temperatura ambiente.
- c) Después de una onda de sobretensión un aislador que presente fallas se puede identificar más rápido porque el vidrio se estrella y la porcelana se rompe cuando falla el dieléctrico.
- d) Sufren menor calentamiento debido a que los rayos solares pasan a través de él, mientras que la porcelana los absorben.

Los aisladores de suspensión tienen diferentes tipos de ensambles como el casquillo – bola, horquilla – ojo, anillo – bola, etc.



Los aisladores del tipo Line Post se usan en armados especiales, en líneas de diseño compacto generalmente relacionadas con abastecimientos de energía a grandes urbes. Se fabrican de porcelana o de fibra de vidrio con recubrimiento de polímeros.

La especificación de un aislador requiere fijar los parámetros siguientes:

a) Dimensiones :

- Diámetro (mm)
- Altura ó paso (mm)
- Peso (kg)

b) Características Mecánicas:

- Tipo de ensamble
- Resistencia a la tensión mecánica (kN)
- Resistencia al impacto (N-m)
- Resistencia combinada (kN)

c) Características Eléctricas:

- Distancia de fuga (mm)
- Distancia de flameo en seco (mm)
- Tensión flameo en seco a Frecuencia industrial (kV)
- Tensión flameo húmedo a Frecuencia industrial (kV)
- Tensión flameo impulso positivo (kV)
- Tensión flameo impulso negativo (kV)

- Tensión perforación a frecuencia industrial (kV)
- Tensión de radio interferencia (a 4000KHZ en micro voltios).

## 2.3 SOPORTES

Los soportes empleados en líneas aéreas dependen de su configuración y especificaciones técnicas, del material empleado. Los más usuales son: Madera, Concreto y Estructuras Metálicas.

### 2.3.1 Soporte de Madera

El eucalipto es la madera más común en el Perú, utilizada en soportes en varias líneas aéreas.

En Europa, Estados Unidos y Canada, las maderas más empleadas son el Pino Amarillo y Abeto Douglas con plantaciones técnicamente manejadas.

En el país también se han importado estos tipos como en la Línea Chimbote – Trujillo ó Toquepala – Ilo.

Según las cargas de rotura, se clasifican en 10 clases de postes, desde la clase 1 de 2040 kg de carga de rotura hasta la clase 10 de 170 kg de carga de rotura.

Los postes importados tienen de 12 a 21 m de longitud. Generalmente se dispone en forma de estructura tipo “H”.

La madera debe ser tratada con un preservante (sales, pentacloro, fenol, etc), para evitar el ataque de bichos ó deterioro por humedad especialmente a la altura del empotramiento.

Existen medidas preventivas para cuidar especialmente este punto y la parte del poste enterrada. La vida útil de este tipo de poste es de 15 a 20 años.

### 2.3.2 Concreto

En el país se fabrican del tipo centrifugado y vibrado. En otros países es mayormente empleado el tipo pretensado. La limitación deviene de los pesos relativamente altos y las dificultades de su transporte.

Las características de los postes centrifugados nacionales son: Alturas de 12 hasta 21 m con cargas de 200 kg en la punta del poste hasta cargas mayores a 500 kg.

### 2.3.3 Estructuras Metálicas

Son los soportes mas empleados para líneas aéreas de tensiones superiores a 60 kV, por cuanto resuelven cualquier requerimiento de altura y esfuerzos, permiten un fácil transporte e instalación, y propician la fabricación a escala.

Cada empresa y de algún modo cada país, realiza estudios que tiendan a optimizar el peso de la estructura, lo cual conduce a establecer, soportes tipos ó normalizados.

Se distinguen dos tipos de estructuras metálicas: las usuales es decir autosoportadas ó convencionales, y las del tipo modular que necesitan de retenidas, las que absorben los esfuerzos transversales y longitudinales lo cual deviene en estructuras mucho mas livianas aunque requieren de mayor derecho de vía.

La disposición que adoptan generalmente las estructuras son reticulares con mallas triangulares, a fin de que los esfuerzos en cada pieza sean principalmente de tracción ó compresión.

Las fuerzas actuantes sobre la estructura estarán aplicadas solo en nudos ó vértices de triángulos.

## 2.4 ACCESORIOS

Existen diversos tipos de accesorios. Se clasifican en:

- a) Accesorios de los conductores
- b) Accesorios del cable de guarda
- c) Accesorios de cadena de aisladores
- d) Accesorios de puesta a tierra

### 2.4.1 Accesorios de los Conductores

Los principales accesorios son: Varillas de armar, manguitos de reparación, empalmes, amortiguadores, conectores y grapas.

Todas las piezas sujetas a esfuerzos mecánicos de tracción serán dimensionadas con un factor de seguridad mínimo; las piezas atravesadas por corriente eléctrica deben soportar temperaturas superiores al del conductor. La resistencia eléctrica de los empalmes será inferior al que presente el conductor. Para evitar efluvios eléctricos, la forma y el diseño de todas las piezas bajo tensión será que evite esquinas agudas o resaltos que producen contracciones excesivas del campo eléctrico.

#### 2.4.1.1 Varillas de Armar

Tienen por objeto proteger al conductor en su enlace con la grapa de suspensión y por consecuencia con los aisladores.

Las varillas son hilos de aluminio preformadas, que se acoplan al conductor por tensión. Su longitud varía con respecto a la sección del conductor. Se instala unos seguros en los extremos como protección.

Las funciones específicas de las varillas de armar son:

- Proveer una rigidez adicional al conductor en el punto de sujeción.
- Dar una curvatura suave al conductor protegiéndolo de los esfuerzos mecánicos en el punto de sujeción.
- Protección del conductor de posibles descargas por sobretensión.



Varillas de armar.

#### 2.4.1.2 Manguito de Reparación

Cuando se produzca daños leves en los hilos del conductor, se requiere usar manguitos de reparación, usualmente del tipo compresión con una longitud mínima de 20 cm. Para los conductores, y de 10 cm. Para el cable de guarda.



Manguito de reparación

#### 2.4.1.3 Empalme

Para unir los conductores de las bobinas despachadas, se emplean empalmes tipo compresión. Las longitudes mínimas son de 40 cm. Para conductores, y 20 cm para cable guarda.

La aplicación de las juntas de empalme debe efectuarse con las herramientas adecuadas, cuidando del empleo de los dados apropiados, y previa labor de limpieza de la superficie del conductor.

Se utiliza una pasta especial ó compuesto de relleno, sustancia químicamente inerte, de alta eficiencia eléctrica e inhibidor contra la oxidación.



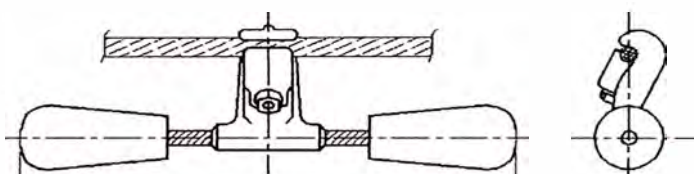
Empalme

#### 2.4.1.4 Amortiguadores

Tiene por objeto amortiguar las vibraciones producidas por el viento, especialmente las que tienen pequeña amplitud de onda y alta frecuencia, reduciendo los esfuerzos en el conductor en los puntos de sujeción con la cadena de aisladores. Existen varias tipos de amortiguadores básicos: Convencional (Stockbridge) y el tipo espiral.

El mas empleado es el convencional. Las vibraciones del conductor pasa a la grapa de suspensión que se desplaza arriba y abajo, causando flexión en el cable de enlace con los pesos extremos, creando un movimiento relativo entre las grapa de suspensión y los pesos extremos.

Para que sean efectivos los amortiguadores deben tener una respuesta a las frecuencias de vibración. Los amortiguadores tipo espiral son hilos preformados en espiral que se aplican en el conductor. Tienen dos secciones, una pequeña de menor paso llamada de fijación, la otra mayor de amortiguación.

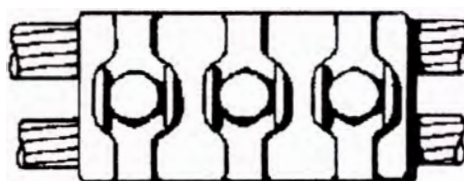


Amortiguador tipo stockbridge

#### 2.4.1.5 Conectores

Se emplean para derivaciones o en uniones de conductores en cuellos muertos. Usualmente se emplean grapas de dos vías paralelas con dos pernos centrales. También se emplean las del tipo ajuste por introducción de una cuña (wejtap), aplicada por percusión mediante martillo accionando por pequeñas cargas explosivas. Tienen sustancias inhibidoras.

Las características eléctricas y de resistencia a la corrosión deben ser compatibles.



Conector de vías paralelas

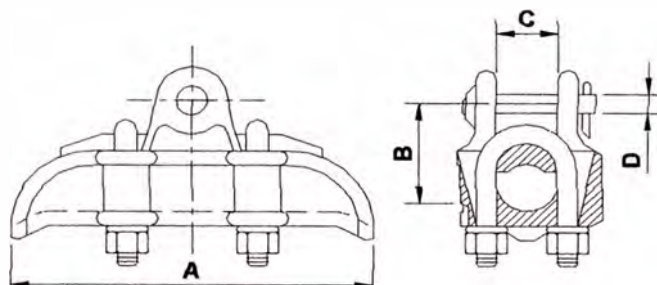
#### 2.4.1.6 Grapas de Suspensión

Son fabricadas en su mayoría en aleación de aluminio, también las hay en hierro nodular galvanizadas mediante inmersión en caliente con una capa mínima de  $500 \text{ gr} / \text{m}^2$

No permitirán ningún desplazamiento ni deformación ó daño al conductor. El diseño de los accesorios evitará esquinas agudas que produzcan concentraciones excesivas de campos eléctricos. No deben dar origen a reacciones magnéticas. Deben considerar su forma, reducir los esfuerzos



en el conductor. Tendrán en cuenta las dimensiones de las varillas preformadas.



Grapas de suspensión

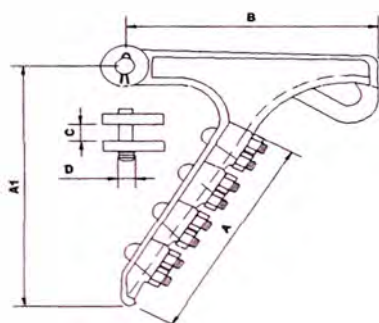
#### 2.4.1.7 Grapas de Anclaje

Tienen características básicas similares a las de suspensión. Las más utilizadas son : Grapas tipo pistola y grapas tipo compresión.

La más común es la tipo pistola, fabricada en aleación de aluminio. También son fabricadas hierro nodular galvanizadas en caliente.

Usualmente son de aleación de aluminio por ser resistentes a la corrosión, mínimas pérdidas de energía, histéresis y corrientes de fuga. Son muy livianas y se aplican directamente a los conductores sin varillas preformadas.

Las de tipo compresión son más costosas. Y deben tener una respuesta garantizada a los requerimientos mecánicos del conductor.



Grapa de anclaje tipo pistola

#### 2.4.2 Accesorios del cable de guarda

Cuando el cable de guarda es el mismo material que los conductores se entenderá que los accesorios tendrán que ser similares.

Si se emplean cables de acero galvanizado se harán las adaptaciones necesarias en hierro nodular.

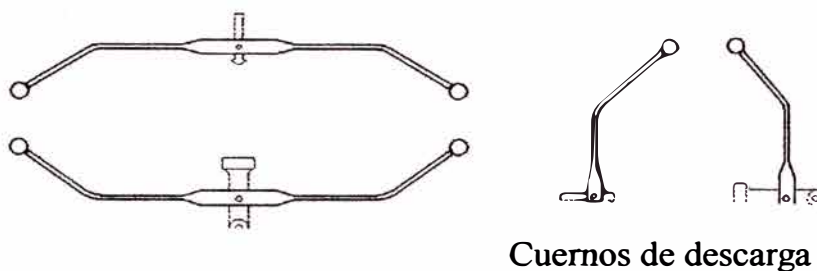
Estos accesorios estarán sometidos a mayores esfuerzos mecánicos por que los esfuerzos en el cable de guarda son mayores que en los conductores.

#### 2.4.3 Accesorios de cadenas de aisladores

Son diversas las piezas que se complementan la cadena de aisladores de suspensión (anclaje), y pueden agruparse en:

- a) Elementos que complementan el comportamiento eléctrico.
- b) Elementos que complementan el ensamble mecánico.

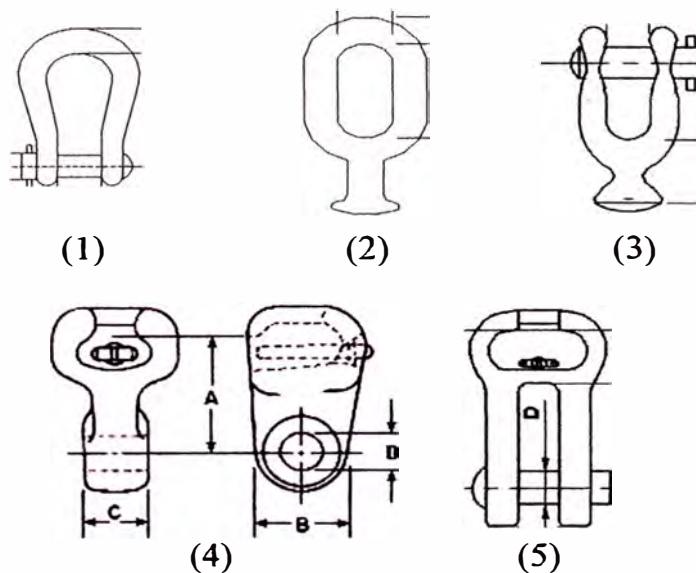
En el primer caso, los elementos mas importantes son : Cuernos de descarga, que permiten regular la tensión promedio de contorneo por sobretensiones; y los Anillos de Guarda, que posibilitan una mejor distribución de la tensión entre distintos aisladores que conforman la cadena.



Los anillos de guarda se usan en líneas de 220 kV ó más debido a que la tensión a lo largo de la cadena de aisladores no es regular debido a la capacidad de las partes metálicas de los aisladores entre si y respecto del soporte de la línea.

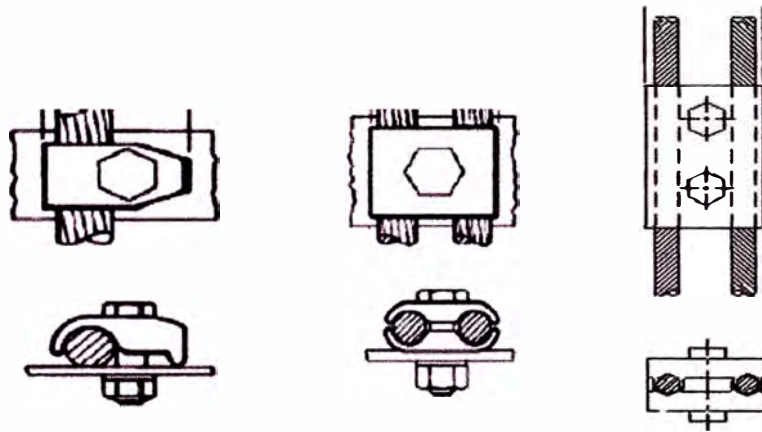
Los elementos que complementan el ensamble mecánico de la cadena de aisladores con las grapas de suspensión ó anclaje, con el soporte.

Así tenemos los denominados: Grillete (1), Anillo bola (2), Horquilla bola (3), Casquillo ojo (4), Casquillo horquilla (5), etc.



#### 2.4.4 Accesorios de puesta a tierra

Los accesorios de puesta a tierra utilizados en las líneas de media y alta tensión son los conectores que sirven para aterrar la línea, cable de guarda o los accesorios mecánicos de los soportes.



Conectores de Bronce o Acero Galvanizado

## **CAPITULO III**

### **GRAPAS DE ALEACION DE ALUMINIO**

## **CAPITULO III.- GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

Las grapas de aleación de aluminio son utilizadas exclusivamente en líneas aéreas de media y alta tensión donde el conductor (desnudo) es de aluminio, aleación de aluminio o ASCR. Las grapas son el acople directo del conductor al soporte, ya sea este de anclaje (cambio de dirección) o de suspensión.

El diseño adecuado de las grapas debe de tener en cuenta:

- Las grapas de aleación de aluminio deben estar diseñadas de modo que los efectos de las vibraciones, tanto en el conductor como en las propias grapas, se minimice.
- Las grapas deben diseñarse de forma que se evite la presión localizada o el daño al conductor. El apriete sobre el conductor debe de ser uniforme. En grapas de anclaje el apriete no se deberá efectuar en la parte curva de la grapa.
- Es importante que las grapas tengan una superficie de contacto suficiente para evitar el daño por corrientes de fuga.
- La resistencia al desgaste de la articulación debe ser la suficiente para prevenir el deterioro en servicio.
- Las pérdidas magnéticas deberán ser mínimas.
- El cuerpo de una grapa debe permitir la oscilación alrededor del eje horizontal perpendicular al conductor.

### **3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

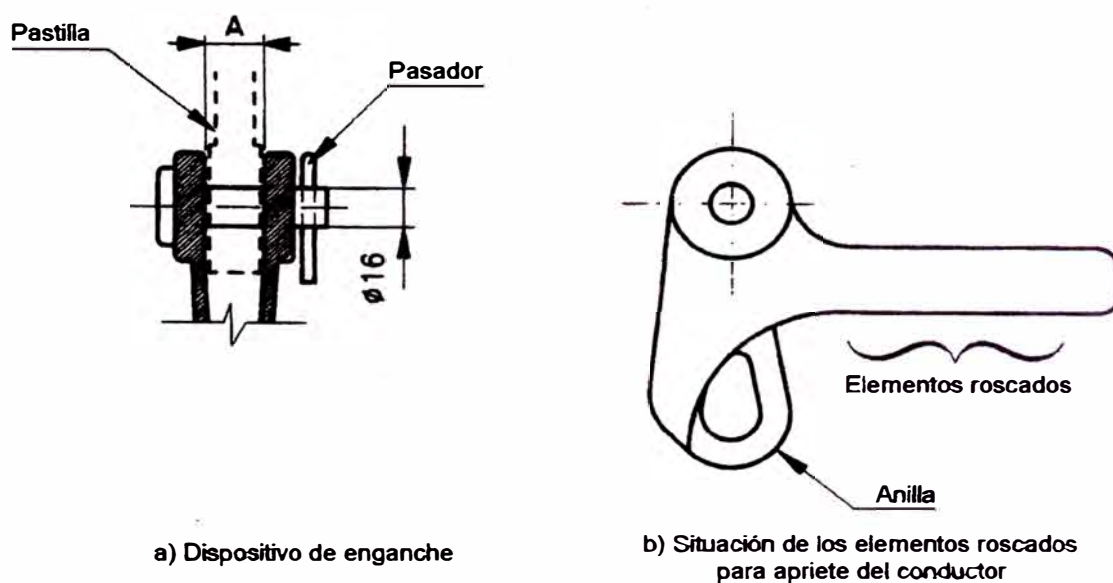
Las grapas mayormente utilizadas hoy en día son clasificadas en:

1. Grapas de Anclaje {
- Grapas de anclaje tipo pistola
  - Grapas de anclaje tipo puño
  - Grapas de anclaje tipo compresión

2. Grapas de Suspensión {
- Grapas de suspensión
  - Grapas de suspensión tipo ángulo

3.1.1 Grapas de anclaje.- Se tomará énfasis en la grapa de anclaje tipo pistola por ser la más confiable y segura para absorber los esfuerzos mecánicos producidos en los acoples con los conductores de las líneas en los puntos de anclaje, cambio de dirección y en fin de línea. Así también, la grapa de anclaje tipo pistola es la más versátil en su instalación.

**Figura 3.1.- Diseño típico de la grapa de anclaje**



La grapa de anclaje tipo pistola se denominada desde el punto de vista de la cantidad de pernos U de ajuste que presenta. Esto define a su vez la sección del conductor donde la grapa va a ser instalada teniendo en cuenta la abertura entre las paredes (A).

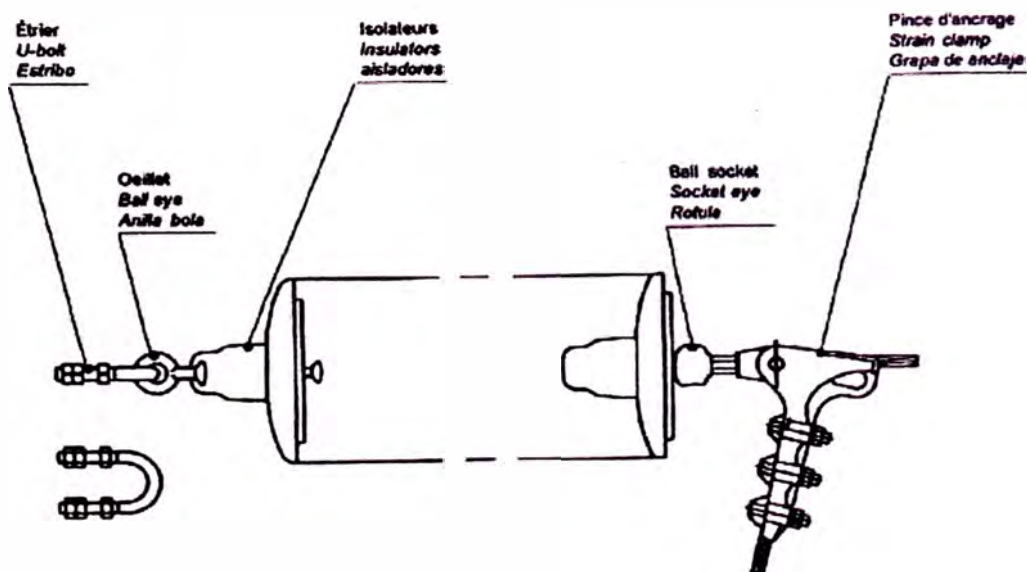
En la tabla 3.1 se detalla las características que deben de tener las grapas de anclaje tipo pistola para su respectiva selección.

**Tabla 3.1**

Modelo	Diam. Cond. (mm)		Sección Cond. (mm <sup>2</sup> )		N° Pernos "U"	Esfuerzo a la rotura (kN)
	MIN	MAX	MIN	MAX		
1	5.1	12.6	16	95	2	> 30
2	7.6	17.7	35	185	3	> 60
3	9.1	22.7	50	300	4	> 81
4	14.3	25.7	120	400	5	> 120

Modo de instalación.-

A continuación se presenta la instalación típica de la grapa de anclaje tipo pistola en una cadena de aisladores en soportes de anclaje.



**Fig. 3.2**



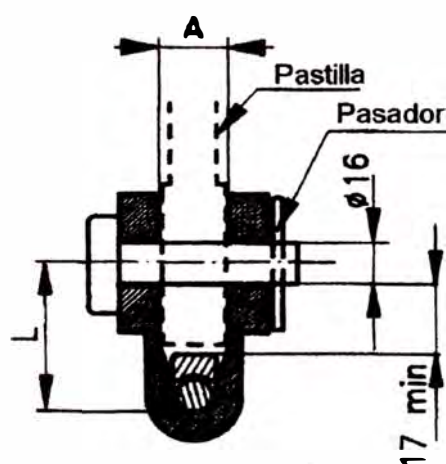
3.1.2 Grapas de suspensión.- Las grapas que suspenden el conductor en un soporte son denominadas grapas de suspensión. También se utilizan grapas de suspensión tipo ángulo las cuales tiene un mayor grado de inclinación (hasta 60°) que permiten un cambio de dirección en vanos pequeños.

El diseño de las grapas de suspensión debe tener en cuenta que el conductor se instalará con varillas de armar, por lo tanto la abertura de la grapa (distancia A entre paredes) será mucho mayor que el diámetro del conductor a instalar. Para esto el diámetro real de las grapas será:

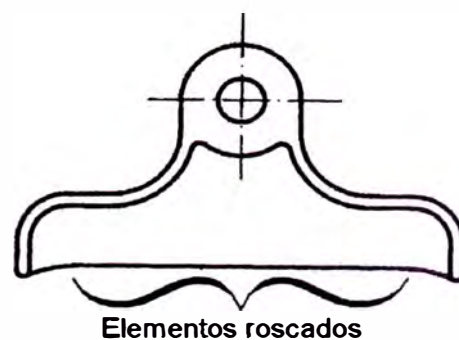
$$D_{real} = D_{cond.} + 2xd$$

Donde d es el diámetro de la varilla de armar. Este valor dependerá de la sección del conductor.

**Figura 3.3.- Diseño típico de la grapa de suspensión**



a) Dispositivo de enganche



b) Situación de los elementos roscados para apriete del conductor

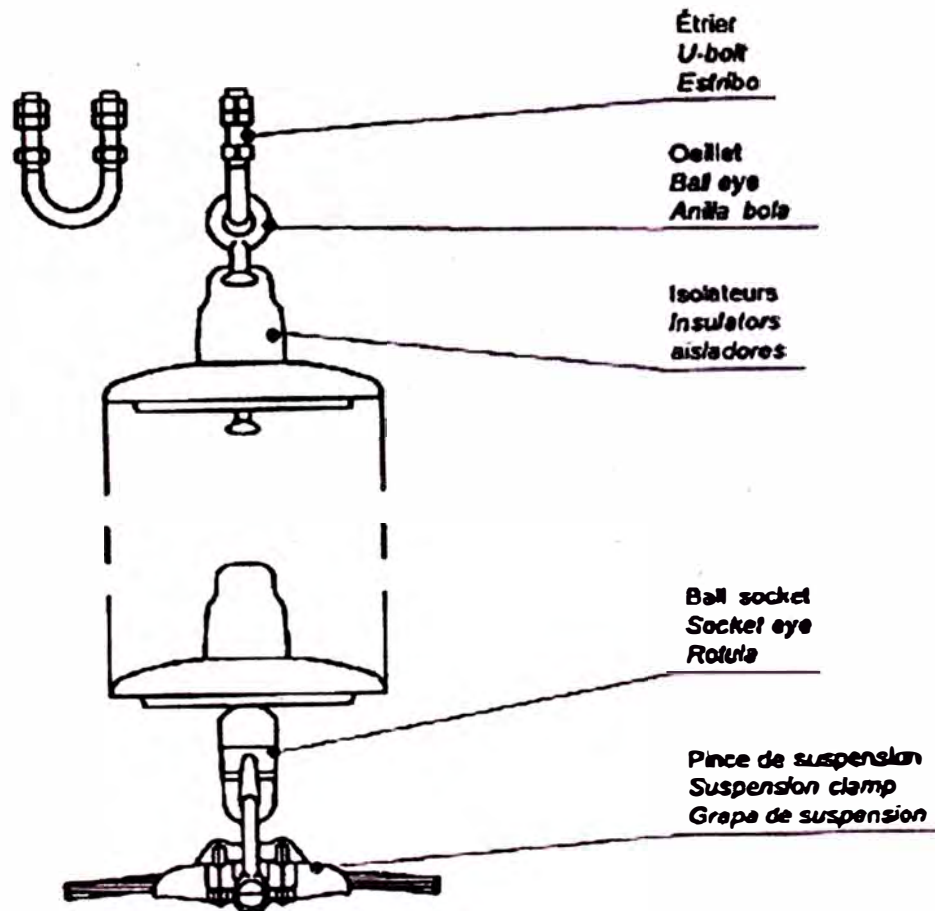
A continuación se muestra la tabla de selección de las grapas de suspensión de suspensión:

**Tabla 3.2**

Modelo	Diam. Cond. (mm)		Sección Cond. (mm <sup>2</sup> )		Esfuerzo a la rotura (kN)
	MIN	MAX	MIN	MAX	
1	5.1	12.6	16	95	> 30
2	10.8	20.0	70	240	> 60
3	20.0	25.7	240	400	> 81

Modo de instalación.-

A continuación se presenta la instalación típica de la grapa de suspensión en una cadena de aisladores en soportes de suspensión.



**Fig. 3.4**

### 3.2 ESFUERZO DE ROTURA EN LAS GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO.-

Actualmente muchas empresas eléctricas en el Perú tienen sobredimensionado los valores de los esfuerzos de rotura de las grapas de aleación de aluminio. Se solicitan grapas con cargas mucho mayores a las necesarias, ocasionando gastos innecesarios y sobretodo anulan un elemento fusible que podría ser la propia grapa de anclaje, la cual podría fallar antes que el mismo conductor, evitando que la cadena de aisladores, o más aún que el soporte y accesorios resulten dañados ocasionando accidentes graves.

Para las grapas de anclaje la regla más sencilla a seguir es que la rotura de esta debe de ser igual o superior al 95% de la rotura del conductor (conductor de mayor sección a ser instalado en la grapa), siendo el deslizamiento ideal a 95% de la rotura del conductor.

En las grapas de suspensión se toma como mínimo el 60% de la carga de rotura del conductor de mayor sección a ser instalado en la grapa. El deslizamiento no deberá ser menor al 20% de la rotura del conductor.

Estos valores van de la mano con el cálculo realizado en la línea de transmisión. Dicho cálculo toma como condiciones en la ecuación de cambio de estado, lo siguiente:

1. Uso de soportes metálicos “autosoportados” (torres): En las hipótesis a utilizar en la ecuación de cambio de estado se

considera la rotura de conductor. En este caso las cargas mecánicas aplicadas son las más elevadas. Las grapas deben de estar diseñadas a absorber en el peor de los casos la rotura del conductor.

2. Uso de soportes que necesitan retenidas: En este caso, las hipótesis consideradas en el cálculo de la ecuación de cambio de estado no toman en cuenta la rotura del conductor.

En casos prácticos se toman valores de esfuerzos mecánicos estándares aplicados en los conductores una vez tendida la línea:

- EDS: every day stretch de 15% de la rotura de conductor.
- Máxima carga en las peores condiciones de las hipótesis usadas en las ecuaciones de cambio de estado: 40% de la rotura de conductor.
- Ecuación de cambio de estado utilizada en lo cálculos mecánicos:

$$\sigma_{0_2}^2 \left[ \sigma_{0_2} + \alpha E(t_2 - t_1) + \frac{wr_1^2 d^2 E}{24 A^2 \sigma_{0_1}^2} - \sigma_{0_1} \right] = \frac{wr_2^2 d^2 E}{24 A^2}$$

Donde:

$\sigma_{0_2}, \sigma_{0_1}$  : esfuerzo unitario final e inicial en el punto más bajo

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal del conductor

$E$  : Módulo de elasticidad del conductor

$t_2, t_1$  : Temperatura final e inicial

$w_{r2}, w_{r1}$  : carga unitaria resultante en el conductor en las condiciones finales e iniciales.

$d$  : Vano

$A$  : Sección del conductor

Para la construcción de las tablas de selección de las grapas se debe de tener en cuenta las características de la Tabla 4 “conductores AAAC” que es el tipo de conductor mas utilizado para líneas de 22.9 kV hasta 220 kV en el Perú.

**Tabla 3.3**

CALIBRE	N° HILOS	DIAMETRO HILO	CONDUCTOR	PESO	RESISTENCIA ELECTRICA		CARGA ROTURA	CAPACIDAD CORRIENTE
					20 °C	80 °C		
mm <sup>2</sup>		mm	Mm	Kg/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Kg	A(*)
16	7	1,70	5,1	43	2,09	2,54	452,6	100
25	7	2,15	6,5	70	1,31	1,59	723,9	125
35	7	2,52	7,6	96	0,952	0,16	994,5	160
50	7	3,02	9,1	137	0,663	0,806	1428	195
70	19	2,15	10,8	190	0,484	0,558	1965	235
95	19	2,52	12,6	260	0,352	0,428	2699	300
120	19	2,85	14,3	335	0,275	0,334	3453	340
150	37	2,25	15,8	405	0,227	0,276	7191	395
185	37	2,52	17,7	510	0,181	0,22	5257	455
240	37	2,85	20,0	650	0,142	0,176	6724	545
300	61	2,52	22,7	840	0,11	0,138	8666	625
400	61	2,85	25,7	1070	0,0862	0,109	11085	755

(\*) TEMPERATURA EN EL CONDUCTOR 80°C

TEMPERATURA AMBIENTE 40°C

VELOCIDAD DEL VIENTO 2Km/H

## **CAPITULO IV**

### **PRODUCCIÓN ACTUAL DE GRAPAS DE ALEACION DE ALUMINIO**

## **CAPITULO IV.- PRODUCCIÓN ACTUAL DE GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

La fabricación de grapas de aleación de aluminio en el Perú esta enmarcada como una fabricación artesanal que carece de criterio técnico. Son burdas imitaciones de productos extranjeros. No se han aplicado mejoras para lograr competitividad y calidad en los productos que se fabrican.

En los últimos años, las grapas fabricadas han resultado tener una calidad muy baja que no llegan a satisfacer las necesidades de los clientes como son en su mayoría las Empresas Eléctricas.

Se incumple las disposiciones normativas como las de la Norma UNE-EN 61284 “Líneas eléctricas aéreas”. Problemas como roturas, deslizamientos por mal ajuste, disminución de tiempo de vida útil por corrosión; están siempre presentes en los suministros para las obras de tendido eléctrico de media y alta tensión a nivel nacional.

### **4.1 MATERIA PRIMA**

Una adecuada adquisición de la materia prima es el inicio del aseguramiento de la calidad en la producción. Esto garantiza que el producto no presente falla alguna desde el punto de vista de los materiales que se utilizaron para su fabricación. Esto no descarta algún error producido en el proceso de fabricación, la cual implicará fallas posteriores.

#### 4.1.1 Cuerpo y mordaza de la grapa de aleación de aluminio.-

\* Aleación de Aluminio.- Principal componente en la fabricación de las grapas de aleación de aluminio.

Se piensa que la aleación de aluminio en el sector productivo nacional llega a los fabricantes de grapas en lingotes de primera fusión, pues esto es totalmente erróneo. La aleación de aluminio no es más que alambres y conductores de aluminio reciclado, también se utilizan ollas de aluminio, perfiles de ventanas y tubos desechados. Como podemos apreciar este aluminio contiene impurezas en porcentajes por encima de lo permitido. La presencia de cobre, hierro, azufre, óxidos en general por encima de los 2 a 5 % ocasionan que las grapas a fabricar no cumplen con lo mínimos requerimientos de esfuerzos mecánicos y de resistencia a la corrosión.

\* Insumos.-

Los fabricantes nacionales de grapas de aleación de aluminio, en su proceso de fabricación por fundición no utilizan insumos tales como: Escoriador, Desgasificador, Modificador y Afinador de grano. Esta falta de conocimiento alentada por la negativa de instruirse, invertir más, mejorar la producción alcanzando una mejor calidad; ha llevado a que la mayoría de fabricantes tengan solo intereses económicos dejando de lado la ingeniería así como la producción de calidad. Esto ha originado que nos alejemos del nivel competitivo de productos del extranjero.



#### 4.1.2 Accesorios de la grapa de aleación de aluminio.-

Componentes que se deben de utilizar en las grapas para el armado: Pernos U con tuercas y arandelas de presión fabricados en acero SAE1020, siendo estas galvanizadas en caliente según norma ASTM A153. Pín redondo de acero galvanizado en caliente con pasador de acero inoxidable o en bronce.

Actualmente, se sabe que algunos fabricantes suelen colocar pernos U reciclados que son re galvanizados así como también los pines y los pasadores. También suelen fabricar los pernos y los pines de varillas redondas lisas de dudosa procedencia.

En general, el acabado y la presentación final de la grapa muestra un aspecto muy deplorable.

#### 4.2 PROCESO PRODUCTIVO

En la actualidad la fabricación de las grapas de aleación de aluminio es a través de una fundición de arena muy rudimentaria.

Se utilizan modelos de madera sin aditivos para su preservación, lo cual origina con el uso desviaciones y variaciones de espesores. Son preparados en su mayoría sin considerar ángulos de salida (conicidad) y tolerancias de contracción. Las almas que son colocadas en la cavidad del molde para formar las superficies interiores de las grapas son fabricadas en cajas modelos con sílice, silicato y CO<sub>2</sub>.

El proceso se inicia con el moldeado de la grapa en arena verde compuesta por sílice (85-90%), bentonita (4-5%), algunos aditivos orgánicos y agua (3-4%). El inconveniente observado es que los porcentajes de los componentes no se mantienen luego de sucesivas moldeadas y coladas. La arena no se sustituye por periodos muy largos. La arena pierde propiedades básicas ya sean: permeabilidad, compactación, resistencia a la compresión y al corte, deformación, resistencia mecánica en caliente, etc. Este proceso se caracteriza por no dar un buen acabado a sus piezas.

El combustible utilizado es aceite quemado el cual contiene mucho azufre. Esto es muy perjudicial ya que contamina el lugar de trabajo ocasionando serio problemas de salud a los trabajadores, así mismo altera el aluminio del crisol incrementando los gases y las impurezas.

En el proceso de fusión y de colada, el aluminio con el que se cuenta es colocado en el crisol y este al horno. La temperatura se incrementa sin uso de algún instrumento de control de temperatura (pirómetro), luego de un par de horas el maestro encargado haciendo uso a su experiencia decide si el aluminio ya esta en su temperatura de colada. Algunos fabricantes usan tan solo desgasificadores y/o escoriador, no utilizando modificadores y afinadores de grano que podría ayudar en obtener estructuras moleculares más uniformes.

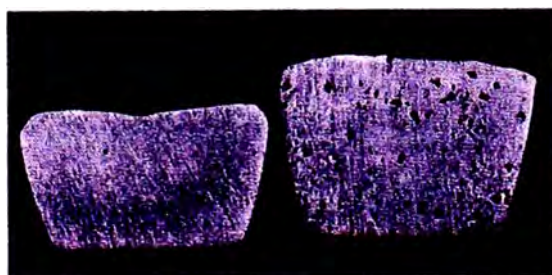
Finalmente, se tiene el proceso de limpieza que se realiza sin tener en cuenta todas las operaciones requeridas para eliminar bebederos y

alimentadores, así como la arena adherida, cascarilla y otros materiales extraños que se deben de eliminar antes de que la grapa esté lista para su armado.

#### 4.3 FALLAS DE FUNDICIÓN COMUNES EN LA FABRICACIÓN NACIONAL DE GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

El resultado de un proceso de fabricación como el descrito anteriormente es la obtención de piezas mal acabadas y con fallas típicas de fundición tales como: rechupes, incrustaciones, falta de llenado, rajaduras, huecos, etc. Adicionalmente a estas fallas se tiene que los granos en las grapas son muy grandes y asimétricos disminuyendo su resistencia mecánica.

**Fig. 4.1** Huecos y/o orificios originados por gases.



Uso desgasificador    No uso desgasificador

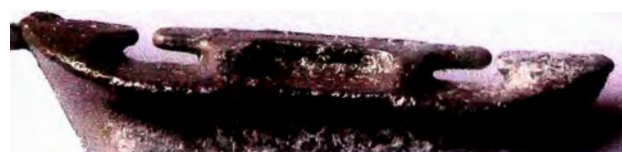


Hueco interno

**Fig. 4.2** Llenado incompleto de la pieza originada por una velocidad de colada menor a la requerida o por una temperatura de fusión baja en la colada (frío).



Llenado incompleto



**Fig. 4.3** Rajaduras y/o rechupe originado por la diferencia de espesores, produciendo una desigual velocidad de enfriamiento entre las paredes de la pieza fundida.



Rechupe – Rajadura

**Fig. 4.4** Acabado poroso y exceso de rebaba producto de la fundición artesanal en arena.



#### 4.4 CONTROL DE CALIDAD

El 90% de los fabricantes nacionales de grapas de aleación de aluminio no cuentan con registros de control de calidad.

Desde el inicio del presente capítulo hemos visto que al no existir un aseguramiento de calidad desde la adquisición de la materia prima, pasando por el proceso de fabricación en sí, hasta el despacho final sin el control de calidad a las grapas, se concluye que la mayoría de grapas de aleación de aluminio fabricadas localmente carecen de garantía técnica mostrando así un bajo nivel tecnológico muy alejado de la realidad de los fabricantes extranjeros.

## CAPITULO V

# PROCEDIMIENTO DE FABRICACION PROPUESTO

## **CAPITULO V.- PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN PROPUESTO**

En el capítulo anterior se explicó la situación actual de la fabricación de grapas de aluminio en el Perú, en este capítulo presentamos el procedimiento de fabricación grapas de aleación de aluminio para líneas de media y alta tensión en molde permanente (coquilla) con aleación de aluminio A356.2.

Este procedimiento se debería homologar en las principales empresas eléctricas del Perú, con lo cual se elevaría la calidad de la fabricación de las Grapas, dando seguridad en cuanto a la resistencia mecánica y a la corrosión, mayor tiempo de vida útil, disminución de rechazos (menor tiempo perdido por no conformidades en las entregas), mayor performance y calidad.

La gestión de calidad deberá estar presente en el procedimiento de fabricación desde la contratación de personal capacitado, adquisición de materia prima, en los procesos productivos llegando incluso hasta la etapa de postventa, en la que se garantiza un producto de calidad fabricado con estándares internacionales.

### **5.1 MATERIA PRIMA**

A continuación se detalla sobre la materia prima utilizada en la fabricación de grapas de aleación de aluminio:

#### **5.1.1 Cuerpo y mordaza de la grapa de aleación de aluminio.-**

\* Aleación de Aluminio.- Siendo esta la base fundamental en la fabricación de las grapas de aleación de aluminio, en la tabla 5.1, se presenta la aleación Aluminio – Silicio – Magnesio de primera fusión:

**Tabla 5.1**

**ALEACIÓN DE ALUMINIO A356.2: Aluminio 91-92 %**

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>ELEMENTO</b>	<b>%</b>	
Cobre (Cu)	< 0.10	Mejora en algo la maquinabilidad y las cualidades de fundición (colabilidad) pero hace a la aleación menos tenaz (mayor fragilidad, menor maleabilidad, menor ductilidad, menor flexibilidad y menor elasticidad). En conclusión menor grado de resistencia a la rotura, deformación, aplastamiento, curvatura o pulverización
Hierro (Fe)	< 0.11	En las aleaciones Al-Si el hierro debe estar presente en porcentajes mínimos para evitar la fragilidad.
Magnesio (Mg)	0.30 – 0.40	Incrementa la resistencia a la corrosión y mejora la maquinabilidad. Así también aumenta la resistencia mecánica (ductilidad).
Manganeso (Mn)	< 0.05	La presencia del Manganeso debe ser mínima porque disminuye la maquinabilidad. (endurece la aleación).
Silicio (Si)	6.50 – 7.50	Excelentes cualidades de fundición (colabilidad) y buena resistencia a la corrosión. No se quiebran en caliente (buen performance en el desmoldeo de moldes permanentes). Se obtiene fundiciones sólidas en secciones gruesas o delgadas. Algo difícil de maquinar. En general las aleaciones de aluminio con importante presencia de Silicio se solidifican con una gruesa estructura hipereutéctica por tal motivo se “modifica” antes de solidificarse con una pequeña cantidad de sodio para darle una fina estructura eutéctica de mayor resistencia mecánica y tenacidad.
Titanio (Ti)	≤ 0.20	Incrementa la resistencia mecánica.
Zinc (Zn)	≤ 0.05	Mejora la maquinabilidad.
<b>Otros x unidad</b>	<b>&lt; 0.05</b>	-
<b>Otros x total</b>	<b>&lt; 0.15</b>	-
Plomo (Pb)	≤ 0.01	Facilita el corte.
Estaño (Sn)	≤ 0.005	No aplica.
Niquel (Ni)	≤ 0.005	No aplica.
Cromo (Cr)	≤ 0.002	No aplica.



La aleación de aluminio descrita tiene las características óptimas para la fabricación de grapas de aleación de aluminio las cuales al ser instaladas a la intemperie en líneas aéreas soportan variaciones de cargas mecánicas durante todo el año. Dichas características son: buena resistencia mecánica y tenacidad (tracción, ductilidad, elasticidad, etc.), resistencia a la corrosión, buena transferencia de calor y con excelente capacidad conductiva de electricidad para evitar un exagerado incremento de temperatura que ocasionaría la disminución de la vida útil de la grapa.

NOTA: Para líneas aéreas de tensiones superiores a 220 kV se utilizan grapas fabricadas con la misma aleación de aluminio A356.2 pero complementadas con un tratamiento de temple. Además para estas magnitudes de tensión los diseños de las grapas son del tipo anti-corona.

\* Insumos.- Los insumos a utilizar en la fundición en moldes permanente para la fabricación de grapas de aleación de aluminio son:

1. Escoriador: El cual acumula en la superficie de la aleación de aluminio en estado líquido (fusión en el crisol) toda la escoria ajena a la aleación: oxidos, metales extraños no fundidos, etc. Ejemplos de productos comerciales: Coveral 11 y el Flux HMC 11.
2. Desgasificador: Extrae el hidrógeno absorbido en la aleación de aluminio para evitar huecos internos en las grapas fabricadas. Ejemplos de productos comerciales: Degaser y Ecogas 16.

3. Afinador de grano: Disminuye el diámetro de los granos en forma homogénea en el momento de la solidificación de la aleación de aluminio al realizar la colada en los moldes permanentes. Esto incrementa la resistencia mecánica de la grapa. Ejemplos de productos comerciales: Nuclean y Grain Refiner.
4. Modificador de grano: Compuesto en base a sodio. Modifica una gruesa estructura hipereutéctica en una fina estructura eutéctica, dándole esfericidad a los granos de la aleación de aluminio antes de la solidificación. Ejemplos de productos comerciales: Coveral 36 y Flux HMC 15.
5. Pintura grafitada: Pintura aplicada antes del inicio de la colada en los moldes previamente calientes. Esta pintura es aplicada únicamente en la zona de la superficie de la grapa, del alma (parte interna de la grapa) y de los machos de acero que origina los orificios de la grapa. La función es de disipar el calor en el molde permanente para lograr un enfriamiento homogéneo evitando rechupes, rajaduras, etc. Esto también ayuda a dar un buen acabado a la grapa. Ejemplos de productos comerciales: Dycote 11.
6. Pintura aislante: Es aplicada en los alimentadores del molde permanente antes del inicio de la colada. Esta pintura con componentes refractarios mantiene el calor en los alimentadores evitando su pronta solidificación, de esta manera se alimenta la totalidad de la grapa. Ejemplos de productos comerciales: Dycote 140.

### 5.1.2 Accesorios de la grapa de aleación de aluminio.-

Los elementos de acero a utilizar son:

1. Pernos U.- Fabricados por laminación en acero redondo liso SAE1020 de ½” de diámetro. La abertura y la longitud de los pernos U dependerá del diseño de las grapas determinadas por la sección de conductor con la cual trabajará. Los pernos serán galvanizados en caliente según norma ASTM A153.
2. Tuercas y arandelas de presión.- Fabricadas en acero SAE1020 y serán utilizadas en pernos de ½” galvanizados en caliente.
3. Pín.- Forjado en acero redondo liso SAE1020 de 5/8” de diámetro. Galvanizados en caliente. Según el requerimiento el pín deberá ser tratado térmicamente para lograr grados de resistencia: 2, 5 o si fuera necesario 8. Esto es importante porque el pín al no tener la resistencia necesaria se flexionaría y ocasionaría esfuerzos cortantes (palanca) en las orejas de la grapa la cual esta diseñada para absorber esfuerzos de tracción. Esto ocasionaría microfisuras que debilitaría a la grapa y podría ocasionar una falla por fatiga.
4. Pasador de seguridad.- Será del tipo autobloqueaje, de forma que, sin necesidad de manipular sus extremos libres, quede perfectamente instalado y sin posibilidad de pérdida. Fabricado por materiales resistente a la corrosión por su propia naturaleza: bronce o en acero inoxidable

## 5.2 PROCESO PRODUCTIVO

El procedimiento de fabricación de las grapas de aleación de aluminio teniendo como base la fundición de aluminio a través del proceso de colada por gravedad en moldes permanentes se presenta a continuación de manera detallada:

5.2.1 Materia prima.- La materia prima al ser adquirida debe de cumplir exactamente con todas las características requeridas. Alguna variación de los componentes de la aleación de aluminio o de los insumos que no se detecte a tiempo podría ocasionar que el proceso de fabricación no de los resultados esperados, dando a lugar fallas en la fabricación. El uso de formatos (reportes) que permitan el adecuado control de calidad de los materiales que ingresan a los almacenes es una herramienta que logra minimizar el error. Ver formato de Control de Calidad.

1. Cuerpo y mordaza de la grapa de aleación de aluminio.-

\* Aleación de aluminio.- El proveedor de la aleación de aluminio debe de entregar al almacén la Guía con la descripción y cantidades exactas de la aleación de aluminio adquirida previa Solicitud de Cotización y Orden de Compra enviada. Acompañada a la Guía se debe de facilitar un Certificado de Análisis químico para asegurar que los componentes correspondan a la aleación solicitada. Si esta no es adjuntada o no cumpla con los porcentajes requeridos el lote de la aleación de aluminio deberá ser rechazado.

Ver documentación a continuación:

Fig. 5.1: Guía de remisión




ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.		<b>- REMITENTE -</b>							
 <p>AV. NESTOR GAMBETTA N° 9053 FUNDO OQUENDO CALLAO (CALLAO 1) CALLAO - CALLAO P.O. BOX 18-1441 LIMA - PERU PHONE: (511) 577-6459 FAX: (511) 577-6452</p>		<p><b>R.U.C. 20100015014</b></p> <p><b>GUIA DE REMISION</b></p> <p><b>002- N° 0019829</b></p>							
<table border="1"> <tr> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Ago</td> <td>03</td> </tr> </table>		DIA	MES	AÑO	25	Ago	03	<p>1.- Venta ..... <input checked="" type="checkbox"/>      COD. REGTO. 95205-603</p> <p>2.- Compra ..... <input type="checkbox"/></p> <p>3.- Transformación... <input type="checkbox"/></p> <p>4.- Consignación... <input type="checkbox"/></p> <p>5.- Importación .... <input type="checkbox"/></p> <p>6.- Exportación ..... <input type="checkbox"/></p> <p>7.- Devolución ..... <input type="checkbox"/></p> <p>8.- Emisor itinerante de comprobantes de pago ..... <input type="checkbox"/></p> <p>9.- Entre establecimientos de una misma empresa ... <input type="checkbox"/></p> <p>10.- Otros ..... <input type="checkbox"/>      08:28 a.m.</p>	
DIA	MES	AÑO							
25	Ago	03							
<p>Punto de Partida: <u>AV. NESTOR GAMBETTA N° 9053 OQUENDO CALLAO</u></p> <p>Sr(es): _____ R.U.C. _____</p> <p>Domicilio de Llegada: _____</p> <p>O/C/ (Pedido N°): _____ Comprob. de Pago: _____</p> <p>Fecha de inicio del traslado: <u>25 Ago 03</u></p> <p>Transportista: <u>ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.</u> R.U.C. <u>AF 0048005</u></p> <p>R.U.C. _____ Placa Vehículo _____</p>									
<p><b>20100015014      PGO-241      HYUNDAI</b></p>									
CANT. DE ATADOS	DESCRIPCION DEL ARTICULO	PAQUETE N°	PESO EN KILOS						
1 ATADO 103 1/4 LINGOTES	<p>21215106 ALUMINO A356-ZE-2 C75 MARCA RAYA NEGRO</p> <p>NRO FED.73-3000780</p>		300.00 /						
<p>FACTURA N° <u>004-8005</u>      ORDEN DE COMPRA N° <u>005-2003</u></p> <p>Choler <u>FINEJ RODRIGUEZ VALENCIA</u></p>		<b>TOTAL</b>	<b>300.00</b>						
<p><small>Sírvase revisar la mercadería antes de recibirla, no se aceptan reclamos después de efectuar la entrega. La mercadería viaja por cuenta y riesgo del comprador.</small></p>									
<p><small>Si S.V. Industrias Nacionales S.A.C. - R.U.C. 20100015014 Sede: 002 del 18001 al 21000 FL. 28 - 10 - 2002 - Aut. Super: 008630427 Emitida Válida Hasta: 28 - 10 - 2003</small></p>		<p><small>p. Zinc Industrias Nacionales S.A.</small></p>							
<p> Despachador</p>		<p>RECIBI CONFORME</p> <p>_____ Firma y Sello</p>							
		<p>DESTINATARIO</p>							

Fig. 5.2: Certificado de análisis

**ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.** 

**CERTIFICADO DE ANALISIS**

COD REGISTRO: 91201-R01

Callao, 25 de Agosto de 2003

A : SEÑOR CLIENTE

DE : CONTROL DE CALIDAD


Estimados señores:

Mediante la presente, hacemos entrega de nuestro **CERTIFICADO**  
de **ANALISIS** del Producto:

PEDIDO : **79-3000780**

**ALUMINIO: A 356.2 E 2** (VALORES EN % P880)

COLADA	Cu	Pb	Mg	Fe	Sn	Zn	Ni	Mn	Cr	Si	Ti	Al
25	0.0050	0.0100	0.4000	0.1000	0.0050	0.0500	0.0050	0.0035	0.0020	7.4000	0.1900	91.8295



\* Insumos.- Los insumos como el escoriador, desgasificador, modificador, etc. deberán de entregarse totalmente sellados, sin presencia de humedad. Su almacenamiento deberá de ser en un lugar cerrado y seguro contra la humedad, calor, etc. El manipuleo de estos insumos debe de ser usando guantes y filtros.

## 2. Accesorios de la grapa de aleación de aluminio.-

Los materiales de acero galvanizado deberán de cumplir con las dimensiones requeridas de la grapa a fabricar, éstas dependerán de la sección del conductor con la cual se trabajará. La distancia entre ejes de los pernos U deben coincidir con la distancia entre huecos de la grapa. Así mismo la longitud de la rosca en los pernos U debe de ser lo suficiente para que permita el ajuste de las tuercas. Estas deben de estar galvanizadas en caliente según Norma ASTM A153. Los pernos y las tuercas deben de tener un galvanizado que no interfiera con la rosca, se recomienda el galvanizado por centrifugado. Se debe verificar el grado requerido de los pines: 3 rayas en la cabeza del pín: Grado 5, 5 rayas: grado 8. Se asegurará que el material de los pasadores de seguridad sea bronce o acero inoxidable, comúnmente en el mercado nacional se emplean pasadores de acero zincado lo cual hace que la vida útil de las grapa sea no mayor a 2 años en promedio, esto es debido a que la corrosión ataca al pasador y al pín ocasionando engrosamiento en el diámetro del pín fatigando las orejas de la grapa o que el pasador se pudiese quebrar y que el pín se pudiese salir de su posición de sujeción.

5.2.2 Horno de crisol.- Preparar el horno, el sistema de combustión y el crisol antes de la fusión y colada de la aleación de aluminio es una tarea muy importante para lograr un procedimiento de fabricación correcto y eficiente.

Horno.- Fabricado de manera convencional sobre el nivel del suelo. Estará diseñado con material refractario capaz de albergar crisoles de 80 a 120 kg. No deberá presentar fisuras y/o rajaduras considerables donde se pudiese perder calor. El horno estará ubicado de manera estratégica cerca de la materia prima y del área de colada, en un sitio con mucha ventilación pero techado, para evitar cualquier contratiempo producido por una lluvia repentina que pudiese originar un choque térmico si el horno estuviera encendido y con carga. Se instalará un pirómetro con capacidad de medir 1000 °C hasta 1200 °C para controlar la temperatura de la fusión de la aleación de aluminio. Además es importante cubrir con pintura aislante (Dycote 140) el vástago conductor del calor del caldo hacia el pirómetro para proteger de la aleación de alguna contaminación de óxido. El horno contará con una entrada en forma tangencial para el quemador donde ingresará el combustible y aire mezclado.

Sistema de Combustión.- Estará alimentado por un cilindro con capacidad de 55 galones una altura de 3 a 5 m. Si fuese necesario el sistema contará con resistencias eléctricas para disminuir la viscosidad del combustible si este fuere residual. El combustible a utilizar dependerá del consumo original en las instalaciones de la Fundición donde se aplicará el presente procedimiento de fabricación de grapas de aleación de aluminio. El residual 6 es un combustible relativamente de menor costo y con mayor poder calorífico que el D2, pero este es mucho más limpio. El uso del gas natural es una alternativa hoy en día con mayor rendimiento y menor



contaminación, pero lamentablemente aún no se cuenta con la infraestructura de distribución del gas a zonas alejadas como son los conos norte, sur y centro de Lima, donde están ubicadas la mayoría de las fundiciones que fabrican las grapas de aleación de aluminio. Así mismo, la inversión a realizarse por el cambio del sistema de alimentación implica una capacidad financiera que la mayoría de fundiciones no cuenta.

**Tabla 5.2**

<b>Combustible</b>	<b>Poder calorífico</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Consumo US\$/MMBTU</b>
Diesel	131 036 BTU/gal	12.00 x gal	28.44
Residual 6	143 150 BTU/gal	5.00 x gal	10.85
Gas natural	1000 pies <sup>3</sup> /MMBTU	0.65 x m <sup>3</sup>	5.66

El sistema se complementará con tuberías auxiliares (en paralelo) de combustible más comercial como el D2, alimentado por un tanque de menor volumen.

El combustible y el aire forzado por una compresora (0.5 HP en promedio) serán mezclados en un quemador a la entrada del horno. Este previamente deberá de calentar el horno y el crisol antes de agregar los lingotes de la aleación de aluminio, esto para extraer la humedad y evitar variaciones de temperaturas que dañen el crisol.

Crisol.- Tendrá una capacidad de 80 ya que es el tamaño óptimo para un trabajo con dos moldes permanentes y estos a su vez con la capacidad de dos grapas por molde. El crisol deberá ser del tipo carburo de silicio. El tiempo de vida de este crisol será en promedio de 200 coladas. Se deberá

tener mucho cuidado de que el crisol no presente rajaduras porque podría ocasionar la pérdida de una producción si se derramase material en plena fabricación.

5.2.3 Herramientas de trabajo.- El trabajo a desarrollar implica principalmente que los operarios y el mismo Ing. de planta tengan una indumentaria propia de trabajos en una fundición: Cascos, guantes, botas, chalecos protectores, anteojos y los que trabajan en el horno deberán tener adicionalmente filtros para respirar. El tipo de herramientas dependen de la función a realizar en el proceso de fabricación de las grapas:

- Horno: Cucharas para mover y extraer escoria, Cucharas de colada, espátulas, etc. Estas herramientas deberán ser cubiertas con pintura aislante (Dycote 140) para evitar contaminación por óxidos.

- Molde permanente: mesa de trabajo, llaves de apertura y cierre del molde, alicates, sopletes para pintura aislante y grafitada.

- Acabado: Cierra circular de corte, limas, alicates.

5.2.4 Moldes permanentes (coquillas).- En la fundición o colada con molde permanente se emplean moldes de metal que se pueden volver a utilizar y se llenan con metal por gravedad como en la fundición en molde de arena.

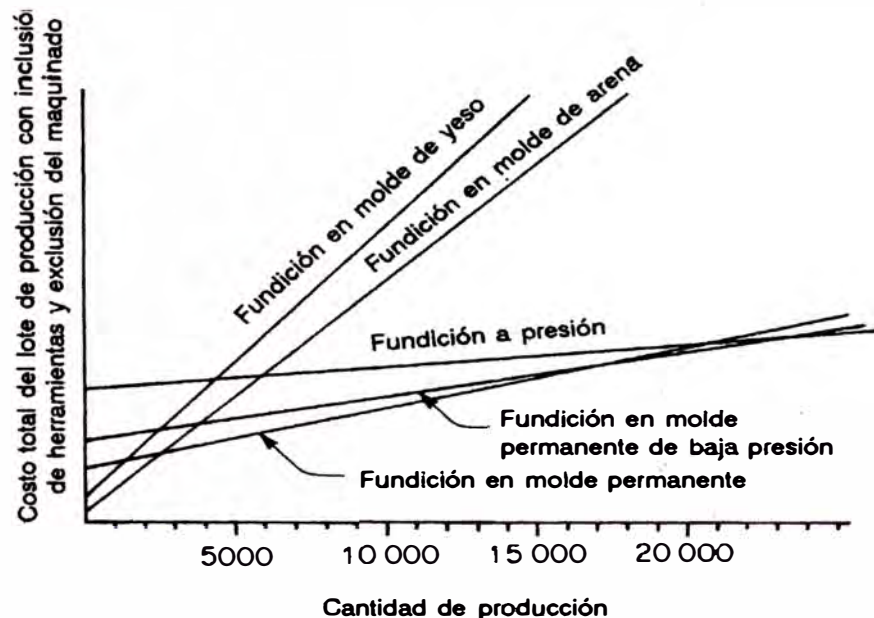
Se pueden utilizar almas de metal o de arena. Por lo general, los moldes se hacen con hierro fundido. Los moldes permanentes se calientan de 150° a 200 ° C antes de vaciar y se le recubre con pintura grafitada en la zona de la pieza a fundir y de las almas, en la zona de los alimentadores se utiliza pintura aislante. El equilibrio térmico es muy importante y se puede utilizar enfriamiento auxiliar con agua o aletas a fin de enfriar las secciones gruesas. La respiración (venteo) correcta de la cavidad es muy importante para evitar corridas de metal que no llenen algunas zonas alejadas de la grapa a fundir.

Las grapas de aleación de aluminio fundidas en molde permanente tienen ventajas sobre las utilizadas en molde de arena: tolerancias dimensionales más precisas, mejor acabado de superficie, mayor resistencia mecánica para similares espesores, y una producción más económica en grandes cantidades. Algunas desventajas que se pueden presentar son la posibilidad de desgarramiento en caliente, debido a la incapacidad del molde metálico para aliviar las fuerzas de contracción del metal en proceso de enfriamiento y la dificultad para sacar la pieza del molde, pues éste no se puede romper. Por estas y otras razones, las grapas fundidas en moldes permanentes son de configuración mucho más sencilla que las de fundición a presión. Las grapas hechas en moldes permanentes son mejores que las fundidas a presión en lo respecto a resistencia, densidad, hermeticidad del molde a la presión y costo de los moldes. Una mayor densidad es la razón por la cual

los pistones para motores de vehículos se hacen en moldes permanentes, en vez de moldes de presión.

La fundición en molde permanente y en molde permanente a presión son métodos competidores para producir cantidades hasta de unas 40 000 piezas. Los moldes permanentes son más costosos que los modelos para fundición en moldes de arena y menos costosos que los moldes para fundición a presión. La cantidad de mano de obra para fundir con molde permanente es más baja que con una fundición en arena equivalente, pero mayor que su equivalente en fundición a presión.

**Figura 5.3**



En la figura 5.3 se muestra el costo relativo de diferentes métodos de fundición para distintas cantidades de una pieza particular. Se verá que el punto de equilibrio para fundición en molde permanente, por comparación

con la fundición a presión, es de unas 20 000 piezas. El punto de equilibrio para fundición en molde permanente a baja presión, por comparación con la fundición a presión, es todavía más alto.

En cantidades de alrededor de 2500 piezas a más, este proceso puede competir con la fundición en arena. Se puede lograr alto volumen de producción cuando se emplean moldes con cavidades múltiples. La duración de los moldes es larga, para unas 50 000 piezas a más por cavidad.

\* Recomendaciones para el diseño de moldes permanentes:

Las grapas que se van a producir deben de ser de diseño sencillo con paredes de sección razonablemente uniforme y sin almas complicadas.

- Contracción, Un factor que influye en las piezas fundidas es la contracción natural del metal cuando se enfría y solidifica. Además de reducir las dimensiones de la pieza en comparación con el tamaño de la cavidad del molde, también puede inducir esfuerzos y deformación. La cantidad de contracción varía según el metal, pero es predecible y se puede compensar si se hacen los modelos un poco más grandes. Para las aleaciones de aluminio la tolerancia de contracción lineal es de 1.3%.

- Agujeros, los agujeros se deben mantener en la dirección de separación de las mitades del molde para no tener que utilizar almas separadas, en el caso del diseño de las grapas esto no se cumple. Adviértase también que el

diámetro mínimo de los agujeros con alma es de 6 a 9 mm, según sea la profundidad del agujero. Cuanto mayor sea la profundidad, más grande tendrá que ser el diámetro mínimo del alma. La profundidad del agujero no debe ser mayor a seis diámetros; de otra forma, las almas no tendrán suficiente rigidez.

- Conicidad, se requiere conicidad en las paredes de las grapas fundidas en molde permanente para poder sacarlas con facilidad. Se requiere más conicidad en las secciones internas, porque la aleación de aluminio se contrae al alejarse de la superficie del molde, pero se aprieta alrededor de los núcleos durante la solidificación. La conicidad mínima recomendada para superficies externas es de 1° a 3°; para las internas, es de 2° a 5°. En las paredes inferiores se requieren ángulos más grandes.

- Filetes y radios, las grapas para fundir en molde permanente se deben diseñar con filetes y radios amplios para permitir el flujo del metal, ayudar a un enfriamiento más uniforme y evitar las concentraciones de esfuerzos. Los filetes deben de tener un radio de, cuando menos, un espesor de pared: los radios externos deben ser de 3 veces el espesor de la pared.

- Espesor de pared, el espesor mínimo de pared de las grapas hechas con molde permanente es de unos 3 mm; esta restricción se aplica a las piezas pequeñas.

- Costillas, son eficaces para dar mayor rigidez en un componente con aumento mínimo en el peso. Las secciones más gruesa en donde las

costillas cruzan el resto de la pieza pueden producir contracción por puntos calientes. El número de costillas que se cruzan en un punto debe ser mínimo para evitar los efectos de los puntos calientes. Cuando es necesario que cierto número de costillas u otro elemento se reúnan en un punto, un alma en la intersección acelerará la solidificación. Esto evitará huecos por contracción, debilidad estructural y deformaciones.

- Esquinas y ángulos, los puntos calientes son la causa más común de defectos en las piezas fundidas. Producen zonas débiles y puntos de alto esfuerzo; este problema tiene múltiples aspectos. El crecimiento de cristales del metal en solidificación avanza de la superficie hacia el interior. Las esquinas externas irradian el calor en dos sentidos y se enfrían con rapidez. Las esquinas internas calientan el molde en dos sentidos y producen un punto caliente que demora la solidificación. Cuando se redondean las esquinas de todos los tipos, se evita debilidad estructural localizada. El redondeo de las esquinas internas disminuye la severidad del punto caliente y aminora la concentración de esfuerzos. Sin embargo, si hay demasiado redondeo, se producirá un defecto por contracción en una esquina. Es preferible redondear el interior y el exterior de la esquina y utilizar el mismo centro para los radios.

- Cambios de sección, hay que evitar los cambios bruscos en la sección. La transición de una sección gruesa a una delgada debe ser lo más gradual que resulte posible. Son preferibles los bordes y ahusamientos a los escalones pronunciados. Por lo general, hay que evitar una diferencia

mayor de 2:1 en el espesor relativo de secciones contiguas. Si es inevitable un cambio en sección de más de 2:1 se tienen dos opciones: a) diseñar la sección como si fueran dos piezas separadas que se van a atornillar luego (no aplicable en la fabricación de las grapas). b) Utilizar una configuración de cuña (cuneiforme) entre las secciones desiguales. El ahusamiento de la zona en forma de cuña no debe de exceder de 1:4. Las paredes y secciones interiores deben ser 20% más delgadas que los elementos externos porque se enfrían con más lentitud que éstos. Con ello se reducen los esfuerzos térmicos, residuales, y los cambios metalúrgicos.

- Marcas, los letreros y otras marcas de identificación se pueden producir con molde permanente sin más costo adicional que le del molde.

- Línea divisoria, debe de ser una superficie divisoria plana entre las mitades del molde. La grapa se debe diseñar para lograrlo y tener el plano divisor en una ubicación conveniente.

- Exceso para maquinado, Aunque las piezas fundidas en molde permanente son más exactas que las hechas con molde arena, de todos modos hay muchos caso en que se deben maquinar antes de utilizarlas para su función. La cantidad de material adicional en las piezas fundidas en molde permanente es menor que la requerida para fundir en molde de arena. Las tolerancias normales varían de 0.8 mm a 2 mm.

A continuación mostramos algunas dimensiones recomendadas para piezas fundidas en molde permanente:

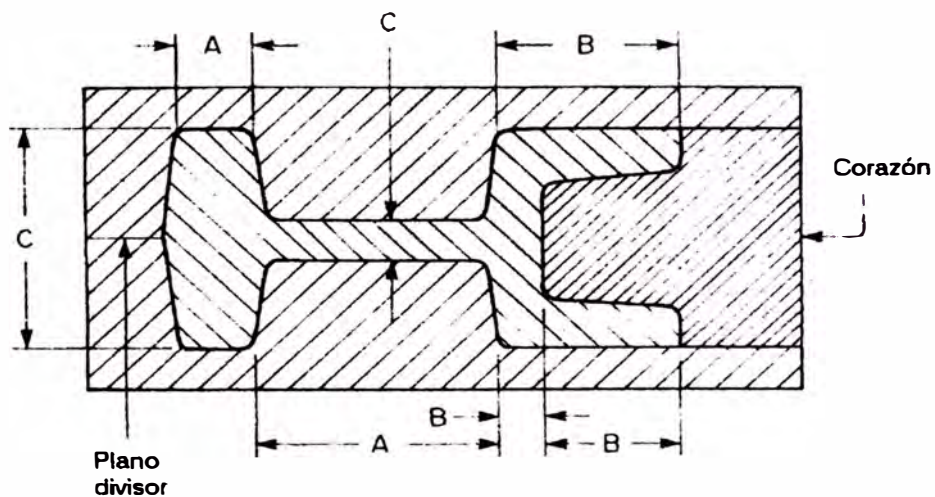


Tabla 5.3

Espesor mínimo de pared					
Tamaño de la pieza	Menos de 75 mm	75 a 150 mm	Más de 150 mm		
Espesor mínimo de pared	3 mm	4 mm	5 mm		
Radio en las esquinas					
Radio interno = t (t: espesor promedio de pared)					
Radio externo = 3t (incorporar tangente en las paredes)					
Ángulos de conicidad					
	Superficies externas	Superficies internas	Almas cortas	Almas promedio	Rebajos
Ángulo mínimo	1°	2°	2°	2°	2°
Ángulo preferible	3°	5°	3°	3°	5°
Exceso para maquinado					
Tamaño de la pieza	Menos de 250 mm	Más de 250 mm	Superficies de almas		
Exceso mínimo	0.8 mm	1.2 mm	1.5 mm		
Exceso preferido	1.2 mm	1.5 mm	2.0 mm		

Tolerancias recomendadas para piezas fundidas en molde permanente:

Figura 5.4



**Tabla 5.4**

	Para dimensiones hasta de 25 mm	Tolerancias adicionales para dimensiones mayores de 25 mm
Dimensiones producidas por una mitad del molde (A)	$\pm 0.4$ mm	$\pm 0.1$ mm / 100 mm
Dimensiones entre los puntos producidos por un alma (corazón) y el molde (B) o a través del plano divisor (C)	$\pm 0.5$ mm	$\pm 0.2$ mm / 100 mm
Acabado de superficie		
Proceso a baja presión	0.5 – 3.2 $\mu$ m	
Proceso convencional	3.8 – 13 $\mu$ m	

5.2.5 Inicio del proceso de fundición.- Se realizará de acuerdo a un documento denominado “Reporte de trabajo”, dicho documento contará con un registro de todos los procesos de fabricación de grapas de aleación de aluminio.

La estructura ideal del reporte de trabajo a ser llenado en su totalidad y de manera obligatoria por la persona responsable (Ing. de planta) es:

1. Nombre de la persona encargada.
2. Datos de la carga a utilizar: cantidad y características de la aleación de aluminio.
3. Visto bueno de la indumentaria de trabajo y de las herramientas de fundición.
4. Consumo de combustible: Cantidad inicial y final.

5. Uso de insumos para tratamiento: escoriador, desgasificador, afinador, modificador, pinturas grafitadas y aislantes.
6. Descripción del tipo de grapa a fabricar y características del molde permanente a utilizar.
7. Rendimiento de la fundición.
8. Control de temperatura del horno.
9. Colada: control del tiempo de colada, temperatura, pruebas y tratamiento.

5.2.6 Control de las piezas fundidas.- En el punto 7 de la estructura del reporte de trabajo: Rendimiento de la fundición, se toma nota de la cantidad total de grapas fabricadas. Así también se discrimina la cantidad de grapas con fallas de fundición como son los rechupes o zonas no llenadas, que normalmente ocurren durante el inicio de las coladas hasta que el molde tome su temperatura de trabajo. El porcentaje de grapas falladas no deberá ser mayor al 10% del total de grapas fabricadas. Se obtiene la cantidad exacta de grapas óptimas para su acabado mecánico. En este proceso también se calcula la pérdida de material (merma), calculado de la diferencia de pesos existente entre la cantidad de aleación de aluminio utilizado inicialmente menos la suma de las grapas fabricadas y de los alimentadores.

La relación porcentual de la utilización de la aleación de aluminio fundido obtenido en la práctica utilizando moldes permanentes es:

**Tabla 5.5**

Grapas óptimas para su acabado mecánico	60 %
Grapas con fallas de fundición	5 %
Alimentadores	30 %
Merma	5 %

Conforme se den mejoras tecnológicas y se perfeccione el presente procedimiento las probabilidades de que el rendimiento se incremente a 75% (grapas óptimas) son muy altas.

5.2.7 Acabado mecánico.- Realizado el primer control de las grapas fabricadas, se procede a darle el acabado final antes de su armado y posterior embalaje. El acabado mecánico consiste en cortar los alimentadores utilizando una cierra-cinta circular para luego quitar rebabas o filos con limas o esmeril. Dado que el proceso de fundición a través de moldes permanentes logra piezas de gran exactitud y con un buen acabado el proceso de acabado mecánico es corto y de un bajo costo comparado con la fundición en arena.

5.2.8 Armado y embalaje.- Las grapas de aleación de aluminio luego de una inspección visual previa y del acabado mecánico son armadas con los accesorios de acero: Pernos U con tuercas y arandelas de presión, pín y pasador de bronce o de acero inoxidable. Dichos accesorios deberán de ser los diseñados para la grapa fabricada. No deberá forzarse la abertura entre ejes de los pernos U con respecto a la distancia entre huecos de la grapa. La rosca debe tener la longitud adecuada para una ajuste perfecto al conductor. La longitud del pín debe de ser mayor a la distancia entre orejas, se suele tener ¼” de separación del orificio del pasador de seguridad a la pared de la oreja de la grapa.

### 5.3 CONTROL DE CALIDAD. ENSAYOS

Asegurar y garantizar que la fabricación de las grapas de aleación de aluminio satisfacen los requerimientos técnicos ofrecidos se sustenta con la realización de ensayos o protocolos de prueba.

Los ensayos a realizar se clasifican según su objetivo:

Ensayos de tipo.- Los ensayos de tipo tienen como objetivo establecer las características de diseño. Se realizan una única vez y solo se repiten cuando se modifican los materiales o el diseño de las grapas. Los resultados de los ensayos de tipo se registran como evidencia de que las grapas cumplen con los requisitos de diseño.

Ensayos de muestreo.- Los ensayos de muestreo tienen como objetivo verificar la calidad de los materiales y de la fabricación. Las muestras para ensayar se seleccionarán aleatoriamente del lote presentado. El comprador tendrá derecho a realizar la selección. A no ser que se acuerde de otro modo entre suministrador y comprador, el procedimiento de muestreo se realizará de acuerdo a las Normas ISO 2859-1, ISO 2859-2 e ISO 3951. para cada muestra de ensayo, el tipo de inspección a realizar y los detalles de los procedimientos se acordará entre el suministrador y el comprador.

Ensayos de rutina.- Los ensayos de rutina tienen como objetivo probar la conformidad de las grapas con arreglo con unos requerimientos específicos, y han de realizarse en todas las grapas. Los ensayos no dañarán las grapas. La totalidad de los lotes de grapas pueden someterse a los ensayos de rutina. Las grapas no conformes serán rechazadas.

En la tabla 5.6 especificamos los ensayos a efectuar en las grapas de aleación de aluminio según Norma UNE-EN 61284 “Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes”.

Tabla 5.6

Nº	Ensayo	Grapas de suspensión			Grapas de anclaje		
		Ensayos de tipo	Ensayos de muestreo	Ensayos de rutina	Ensayos de tipo	Ensayos de muestreo	Ensayos de rutina
1	Control visual	X	X	X	X	X	X
2	Control dimensional y de material	X	X	X	X	X	X
3	Galvanizado en caliente de los accesorios	X	X		X	X	
4	Ensayos no destructivos	X	X	X	X	X	X
5	Ensayos Mecánicos:						
	- Ensayo de carga de daño y rotura	X	X	X	X	X	
	- Ensayo de deslizamiento (60% CRA cond.)	X	X				
	- Ensayo de apriete de los tornillos	X	X		X	X	
	- Ensayo de tracción (95% CRA cond.)				X	X	
	- Ensayo de carga de daño y de rotura del punto de anclaje utilizado en el montaje				X	X	X
6	Ensayo de pérdidas magnéticas	X			X		
7	Ensayo de ciclos térmicos				X		
8	Ensayo del efecto corona y de perturbaciones radioeléctricas	X			X		

CRA: Carga de rotura asignada del conductor.

En la actualidad son pocas las empresas eléctricas que exigen las pruebas tipo o de muestreo para la homologación o adquisición de grapas de aleación de aluminio, la mayoría tan solo solicitan algunas pruebas de esfuerzos a la rotura por tracción directa, sin tener en cuenta el tipo de ensayo de tracción descrito en la Norma UNE-EN 61284. Lo que es también necesario es la exigencia de certificados que garanticen la adquisición de la materia prima principalmente la aleación de aluminio.

Teniendo en consideración la realidad del Perú, y la capacidad de los laboratorios de las principales universidades profundizaremos en los ensayos de tracción en las grapas de anclaje y las de carga y de rotura y deslizamiento en las grapas de suspensión.

#### 5.3.1 Ensayo de tracción para las grapas de anclaje de aleación de aluminio.-

La grapa se colocará en una máquina de ensayo a tracción de preferencia utilizará el conductor con el cual se utilizará la grapa en servicio (si el ensayo se destina a la resistencia propia de la grapa se deberá utilizar un cable de acero de mayor resistencia). La longitud del conductor entre la grapa ensayada y cualquier otra grapa o conexión del montaje de ensayo será igual o mayor a 100 veces el diámetro exterior del conductor, y siempre como mínimo 2.5 mm.



Conforme a la figura 5.5, se aumentará la carga  $P$  gradualmente hasta alcanzar el valor  $M$ , con  $M \leq 20\%$  de la CRA del conductor. Se instalará entonces un captador de desplazamiento de tal modo que puedan detectarse los movimientos relativos del conductor respecto al accesorio. Si no se dispone de ese captador, se hará una marca en el conductor para detectar dicho movimiento. La carga, entonces, se incrementará paulatinamente hasta alcanzar el 60% de la carga de rotura mínima especificada (CRME) de la grapa de anclaje. La carga se mantendrá en este valor durante un tiempo  $T$  acordado entre suministrador y comprador ( $T \leq 1$  h). El ensayo se continuará entonces conforme a una de las alternativas siguientes:

a) sin ningún ajuste subsiguiente de la grapa, la carga se incrementará paulatinamente hasta que se alcance, en o menos de 3 s, la CRME. Esta carga se mantendrá al menos durante 60 s.

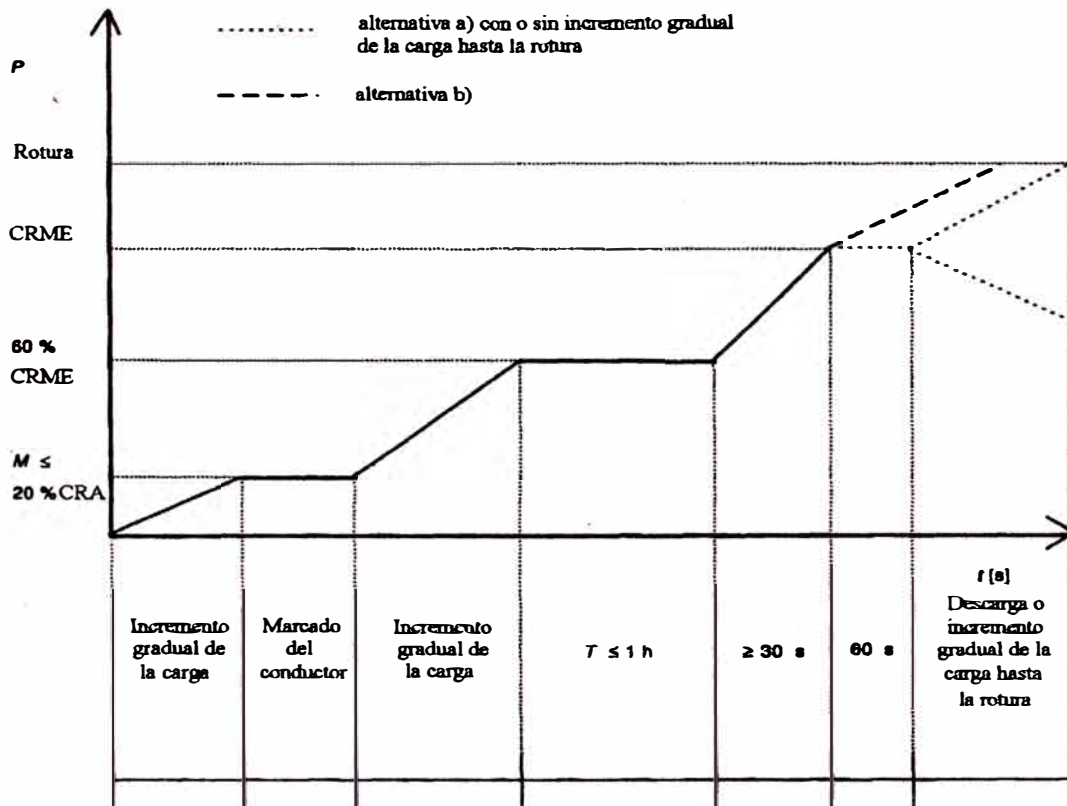
b) sin ningún ajuste subsiguiente de la grapa, la carga se incrementará paulatinamente hasta que se produzca el fallo, se registrará la carga de fallo.

Criterios de aceptación:

- Ensayo de tipo: El ensayo se habrá superado si no hay movimiento relativo del conductor respecto a la grapa de anclaje y no hay rotura de la garpa según la figura 5.5.

- Ensayos de muestreo: Se evaluará siguiendo el procedimiento de muestreo y los criterios de aceptación acordados entre suministrador y comprador.

**Figura 5.5.- Diagrama de incremento de carga**

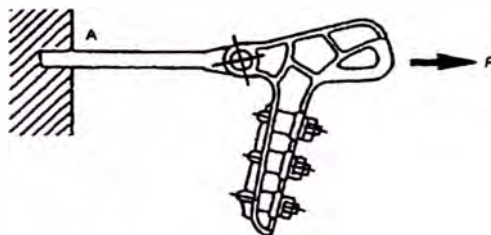


CRME = Carga de rotura mínima especificada de la grapa de amarre  
 CRA = Carga de rotura asignada  
 M = Carga para el marcado del conductor

**Figura 5.6.- Ensayo de tracción-carga de daño y de rotura**



**Figura 5.7.- Ensayo de tracción-carga de daño y de rotura del punto de fijación usado en el montaje**



### 5.3.2 Ensayo de carga vertical de daño y de rotura, deslizamiento para las grapas de suspensión de aleación de aluminio.-

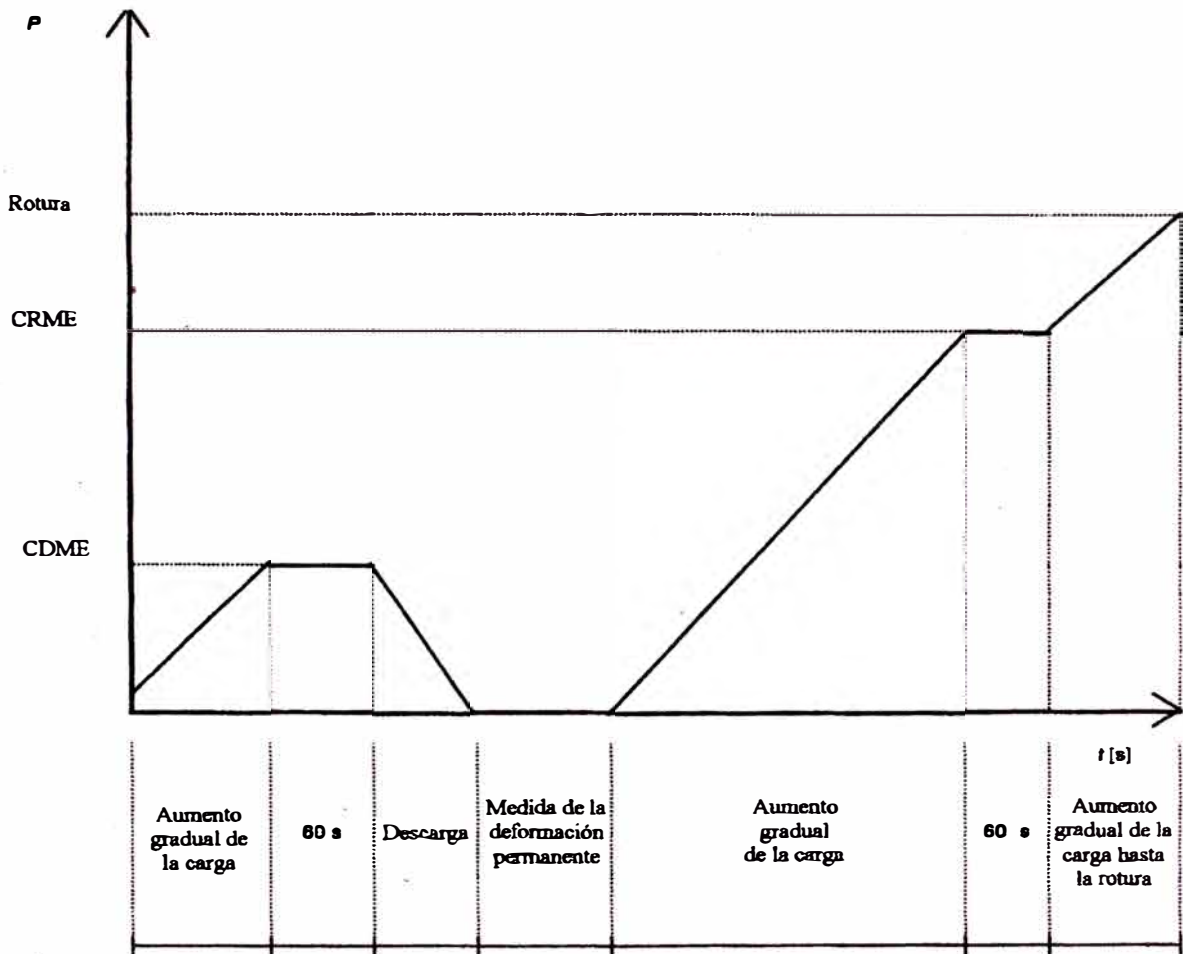
- Métodos de ensayo de carga vertical de daño y de rotura:

a) El ensayo se realizarán como indican las figuras 5.9 a o 5.9 b o de acuerdo a un esquema equivalente. Las varillas de armar se instalarán sobre el conductor si van a ser utilizadas en servicio. El método para incrementar la carga durante el ensayo estará fijado según la fig. 5.8. El ángulo  $\alpha$ , a la carga mínima especificada de daño, será el máximo ángulo de diseño especificado por el suministrador.

b) 1º paso: La grapa se montará en la máquina de ensayo como se muestra en las figuras 5.9 a o 5.9 b, y se cargará hasta alcanzar el ángulo  $\alpha$ . Se incrementará la carga gradualmente hasta la carga de daño mínima especificada, la cual se mantendrá durante 60 s. A continuación se descargará la grapa y se medirán y registrará, si se produjesen, las deformaciones permanentes.

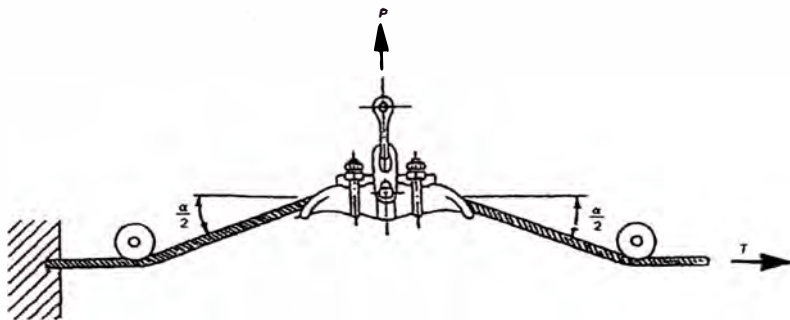
2º paso: En lugar del conductor, la grapa se instalará sobre una barra rígida de tamaño adecuado y se montará con los estribos de la grapa de suspensión, en la máquina de ensayo. Con el ángulo  $\alpha$  aproximadamente cero, la grapa se cargará de forma similar a como se indica en la figura 5.9 b y se aumentará gradualmente hasta la carga de daño mínimo especificada. Esta carga se mantendrá durante 60 s y a continuación se incrementará hasta la rotura de la grapa.

**Figura 5.8.- Diagrama de incremento de carga**

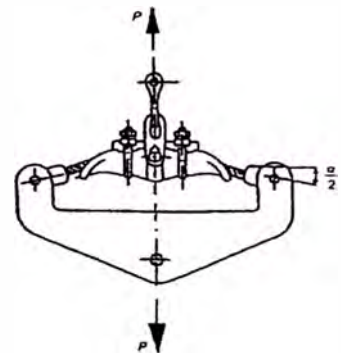


CRME = Carga de rotura mínima especificada  
 CDME = Carga de daño mínima especificada

**Figura 5.9 a**



**Figura 5.9 b**



- Ensayo de deslizamiento para grapas de suspensión con carga de deslizamiento mínima y máxima especificada. Se utilizará en el ensayo un conductor compatible con la grapa. El ensayo se realizará como sigue (ver la fig. 5.10 a):

- a) Montaje de la sección del conductor entre los extremos de una máquina de tracción. El conductor se someterá a una carga del 20% de su carga de rotura asignada (CRA).
- b) Montaje de la grapa en el conductor así montado. A las tuercas se les dará el par de apriete especificado por el suministrador.
- c) Reducción a cero de la carga aplicada al conductor y liberación del conductor en uno de sus extremos de la máquina de tracción.
- d) Fijación de la grapa al extremo libre de la máquina de tracción.
- e) Aplicación a todo el conjunto de una carga igual al 20% de la carga de deslizamiento mínima especificada y aplicación de un captador de desplazamiento de tal modo que el movimiento relativo del conductor respecto a la grapa pueda detectarse. En ausencia de un captador, se hará una marca en el conductor para detectar el movimiento antes mencionado.
- f) Incremento gradual de la carga hasta alcanzar la carga de deslizamiento mínima especificada. Esta carga se mantendrá durante 60 s.
- g) Incremento gradual de la carga aplicada a la grapa hasta que se produzca el deslizamiento del conductor dentro de la grapa.

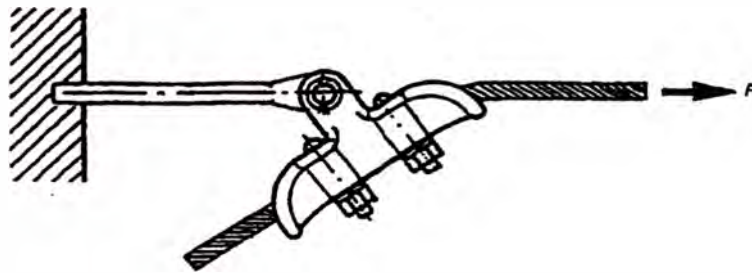
Como una alternativa a este procedimiento el ensayo de deslizamiento puede efectuarse de acuerdo al método mostrado en la fig. 5.10 b y que es como sigue:

- a) Montaje de la sección del conductor entre los extremos de una máquina de tracción. El conductor se someterá a una carga del 20% de su carga de rotura asignada (CRA).
- b) Montaje de la grapa en el conductor así pensionado. Se dará a las tuercas el par de apriete recomendado por el suministrador.
- c) Conexión de la grapa al extremo W de un dispositivo adecuado de tracción, y aplicación de un captador de desplazamiento o marcado de una referencia en el conductor coincidiendo con el extremo de la grapa, con el fin de medir el desplazamiento entre ambos elementos.
- d) Incremento gradual de la carga aplicada a la grapa hasta alcanzar la carga de deslizamiento mínima especificada. Esta carga se mantendrá durante 60 s. La carga, que se ilustra esquemáticamente en la fig. 5.10 b, se aplicará a la grapa coaxialmente con el conductor para evitar la aplicación de un esfuerzo de torsión que pueda provocar el giro de la grapa.
- e) Incremento gradual de la carga hasta el deslizamiento del conductor dentro de la grapa.

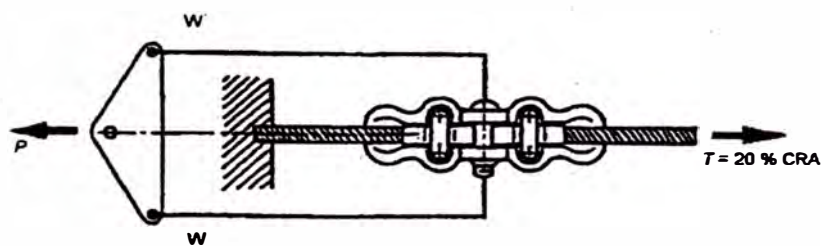
Criterios de aceptación:

- Ensayo de tipo: No se producirá deslizamiento a una carga igual o menor a la de deslizamiento mínima especificada. El deslizamiento habrá de producirse entre la carga de deslizamiento mínima y máxima especificada.
- Ensayos de muestreo: Se evaluará siguiendo el procedimiento de muestreo y los criterios de aceptación acordados entre suministrador y comprador.

**Figura 5.10 a.- Ensayo de deslizamiento 1**

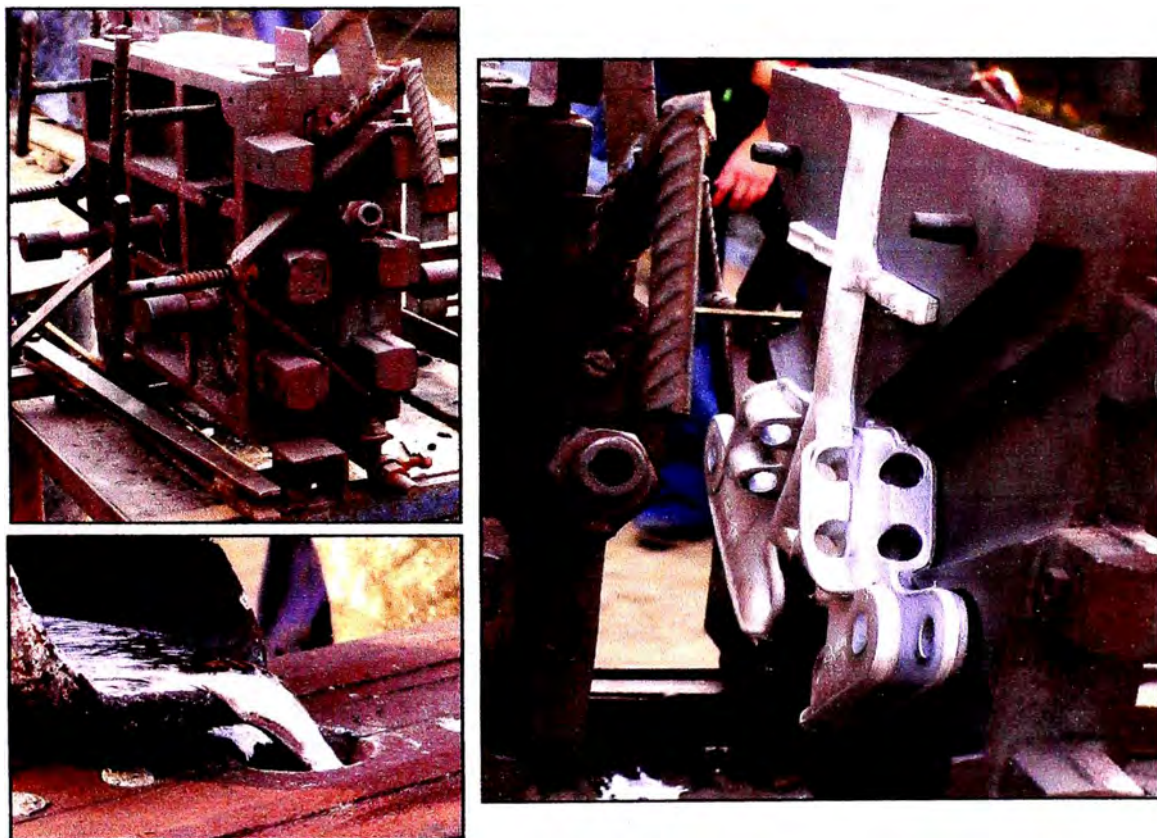


**Figura 5.10 b.- Ensayo de deslizamiento 2**



## 5.4 ILUSTRACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN PROPUESTO

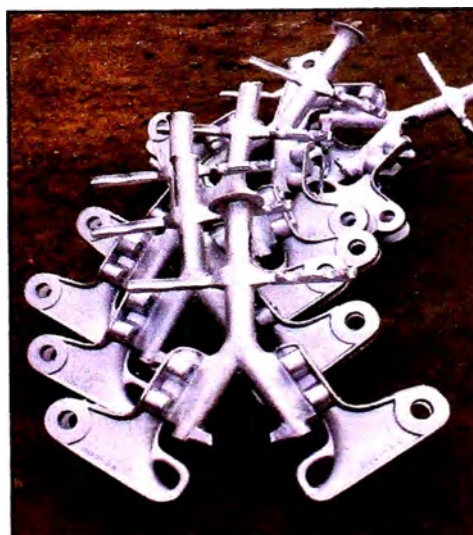
**Fig. 5.11.-** Proceso de fabricación en moldes permanentes:



a) Molde preparado y colada.

b) Grapa fundida

c) Fabricación en serie

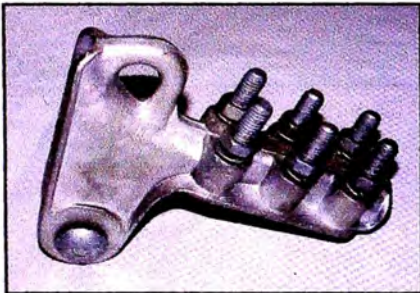




**Fig. 5.12.- Grapas fabricadas en moldes permanentes:**



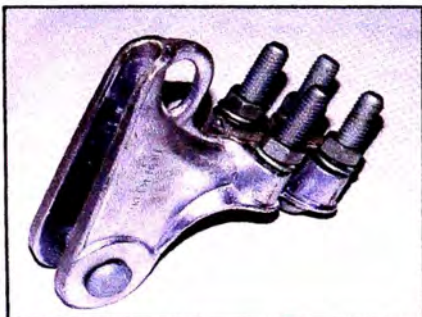
a)



Grapa de anclaje tipo pistola c/ 03 pernos

Para cond. 35-185 mm<sup>2</sup>

b)



Grapa de anclaje tipo pistola c/ 02 pernos

Para cond. 16-95 mm<sup>2</sup>

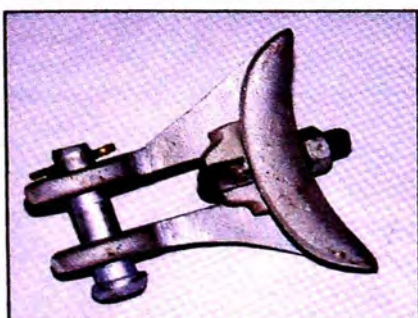
c)



Grapa de suspensión

Para cond. 70-240 mm<sup>2</sup>

d)



Grapa de suspensión tipo ángulo

Para cond. 16-95 mm<sup>2</sup>

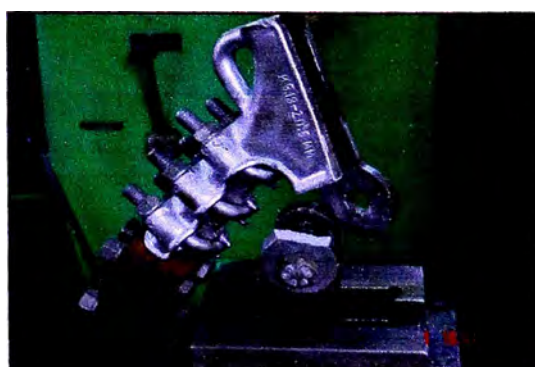
**Fig. 5.13.-** Ensayo de tracción en grapas de anclaje tipo pistola de aleación de aluminio:



a) Preparación para el ensayo



b) Vista 1.- Rotura en la oreja



c) Vista 2.- Rotura en la oreja



d) Desmontaje de la grapa

**CAPITULO VI**  
**COSTO DE FABRICACION**

## CAPITULO VI.- COSTO DE FABRICACIÓN

El costo de fabricación se analizará para una grapa de anclaje tipo pistola c/03 pernos, se obtendrá un precio de mercado valedero que compita con los productos extranjeros.

### CALCULO DE COSTO UNITARIO EN FUNDICIÓN POR MOLDE PERMANENTE GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALEACIÓN DE ALUMINIO C/03 PERNOS

#### 1.. CONSUMO DE ALEACIÓN DE ALUMINIO POR FUNDIDA CRISOL: 80 kg.

1.1	Carga	75.00	kg	
1.2	Nº grapas por molde	2.00	unid.	
1.3	Peso de grapa inc. Mordaza	1.00	kg	
1.4	Peso total de grapas	2.00	kg	
1.5	Peso del alimentador	0.80	kg	
1.6	Peso total de aleación x molde	2.80	kg	
1.7	Merma 5%	3.75	kg	
1.8	Nº coladas	25.45		25.00 Aprox.
1.9	Nº grapas x fundida	50.00	unid.	
1.10	Eficiencia: cantidad grapas ok	92.00	%	
1.11	Nº de grapas ok	46.00	unid.	
1.12	Peso de Al utilizado en grapas	46.00	kg	
1.13	Consumo de Al por fundida	<b>49.75</b>	kg	
1.14	Retorno	<b>25.25</b>	kg	
1.15	Carga	<b>75.00</b>	kg	

#### A.- FUNDICIÓN

##### a) Materiales

		Unidad	Cantidad	Costo Unit. US\$	Costo Total US\$	Costo x grapa ok. US\$
1	Aleación de aluminio A356.2	kg	49.750	4.500	223.875	4.867
2	Coveral 11 (0.5%)	kg	0.375	3.500	1.313	0.029
3	Nuclear (0.1%)	kg	0.075	23.500	1.763	0.038
4	Degaser (0.2%)	kg	0.150	10.700	1.605	0.035
5	Coveral 36 (1%)	kg	0.750	4.200	3.150	0.068
6	Combustible R6	gl	11.000	1.540	16.940	0.368
7	Crisol (200 fundidas)	unid.	200.000	700.000	3.500	0.076
Sub-Total US\$					252.145	5.481

## b) Mano de obra

		Tiempo Dias	Cantidad	Jornal US\$	Costo Total US\$	Costo x grapa ok. US\$
1	Ingeniero	0.33	1.000	15.432	5.093	0.111
2	Ayudante	0.33	1.000	6.173	2.037	0.044
Sub-Total US\$					7.130	0.155

**Sub-Total US\$ x Fundición                    5.636**

## B.- COLADA

## a) Materiales

		Unidad	Cantidad	Costo Unit. US\$	Costo Total US\$	Costo x grapa ok. US\$
1	Molde (20,000 grapas)	unid.	1.000	650.000	650.000	0.033
2	Dycote 11 (200 grapas)	kg	0.120	13.000	1.560	0.008
2	Dycote 140 (200 grapas)	kg	0.120	8.000	0.960	0.005
Sub-Total US\$						0.045

## b) Mano de obra

		Tiempo Dias	Cantidad	Jornal US\$	Costo Total US\$	Costo x grapa ok. US\$
1	Hornero	0.33	1.000	6.173	2.037	0.044
2	Coladores	0.33	2.000	6.173	4.074	0.089
Sub-Total US\$					6.111	0.133

**Sub-Total US\$ x Colada                    0.178**

## C.- ACABADO Y ARMADO

## a) Materiales

		Unidad	Cantidad	Costo Unit. US\$	Rendimiento Nº grapas	Costo x grapa ok. US\$
1	Disco de devaste	unid.	1.000	4.500	200.000	0.023
2	Lima	unid.	1.000	8.500	300.000	0.028
Sub-Total US\$						0.051

## b) Mano de obra

		Unidad	Cantidad	Jornal US\$	Rendimiento Nº grapas	Costo x grapa ok. US\$
1	Corte de alimentadores	unid.	1	6.173	200.000	0.031
2	Limado	unid.	1	6.173	200.000	0.031
3	Armado	unid.	1	6.173	200.000	0.031
Sub-Total US\$						0.093

**Sub-Total US\$ x Acabado y Armado                    0.143**

## D.- ACCESORIOS

		Unidad	Cantidad	Costo Unit. US\$	Costo Total US\$
1	Pernos FoGo tipo U c/ T y A.	unid.	3	0.500	1.500
2	Pin FoGo de 5/8" diam.	unid.	1	0.450	0.450
3	Pasador de bronce	unid.	1	0.100	0.100
				Sub-Total US\$	2.050

**Sub-Total US\$ x Accesorios            2.050**

**RESUMEN**

		Materiales US\$	Mano de obra US\$	Total x grapa US\$
A.-	Fundición	5.481	0.155	5.636
B.-	Colada	0.045	0.133	0.178
C.-	Acabado y Armado	0.051	0.093	0.143
D.-	Accesorios	2.050		2.050
<b>SUB-TOTAL</b>		<b>7.627</b>	<b>0.380</b>	<b>8.008</b>
<b>GASTOS GENERALES 5%</b>				<b>0.400</b>
<b>COSTO DIRECTO DE FABRICACIÓN</b>				<b>8.408</b>

<b>COSTOS INDIRECTOS 5%</b>	<b>0.420</b>
<b>MARGEN 25%</b>	<b>2.102</b>
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>10.931</b>

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- ◆ Las grapas de aleación de aluminio deben de estar diseñadas dependiendo del tipo y de la sección de conductor donde se instalarán, esto garantizará el buen performance en el ajuste (no deslizamiento) tanto como en la resistencia a los esfuerzos (rotura).
  
- ◆ El esfuerzo a la rotura de las grapas de aleación de aluminio no debe de estar sobredimensionado ya que esto incrementaría los costos de manera innecesaria y además eliminaría el elemento fusible en el acople soporte – conductor.
  
- ◆ La realidad nacional en cuanto a la fabricación de grapas de aleación de aluminio se basa en una fabricación empírica (artesanal) sin criterio técnico alguno. Dicha fabricación disminuye el tiempo de vida útil de las líneas eléctricas ya sean de media o alta tensión. El uso de este tipo de fabricación significa un riesgo latente tanto para la vida humana como para la economía de las empresas eléctricas. Aproximadamente el 85% de grapas de aleación de aluminio consumidas en el mercado eléctrico son de fabricación nacional, el resto es un consumo exclusivo de grapas importadas.
  
- ◆ El proceso de fabricación en moldes permanentes junto al procedimiento propuesto, garantizan calidad y competitividad en las grapas de aleación de aluminio, necesarias en el actual mundo globalizado en el que vivimos. Los requerimientos técnicos exigidos en normas internacionales son cumplidas de igual forma que los productos extranjeros. La gestión de calidad aplicada a los procesos, la innovación tecnológica, el desarrollo profesional, el fiel cumplimiento de normas técnicas internacionales; logran que una empresa se sitúe por lo general a la vanguardia de las más importantes a nivel internacional.
  
- ◆ A pesar de la poca incidencia en el costo del tendido de una línea eléctrica, las grapas de aleación de aluminio representan el accesorio más importante en la suspensión y anclaje del conductor en el soporte ya sea éste poste o torre.



# ANEXOS

**FORMATOS****FORMATO 1.- CONTROL DE CALIDAD**

Dpto. de Producción

**CONTROL DE CALIDAD****PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

Responsable : \_\_\_\_\_

Fecha : \_\_\_\_\_

Tipo de Grapa: \_\_\_\_\_

**A.- Materia Prima Utilizada**

1.- Aleación : A356.2	Proveedor:				
		Procedencia	SI	NO	OBS
- Lingotes					
- Análisis químico					

2.- Buen estado de Insumos:	Proveedor:				
		Procedencia	SI	NO	OBS
- Afinador de grano:					
- Desgasificador:					
- Modificador:					
- Escoriador:					
- Pintura grafitada:					
- Pintura aislante:					

**B.- Horno y Crisol**

	Procedencia	SI	NO	OBS
- Buen estado del Horno refractario:				
- Buen estado del Crisol:				

**C.- Sistema de Combustión**

	Procedencia	SI	NO	OBS
- Limpieza de Quemador y filtros:				

**D.- Indumentaria y Herramientas**

	Procedencia	SI	NO	OBS
- Preparación de indumentaria y herramientas				

**E.- V°B° Moldes (Cosquillas)**

	Procedencia	SI	NO	OBS
- Elementos de apertura y cierre				
- Pintura grafitada y aislante:				

## F.- Proceso de Fundición

	SI	NO	OBS
- Se calienta el crisol hasta el rojo vivo			
- Se inicia la carga de la aleación de aluminio.			
- Una vez liquido se controla la temperatura del Aluminio con un Pirómetro.			
- Controlar temperatura: Apagado a 670°-690° Máxima Temp: 760° C			
- A 760° se inicia el tratamiento de la aleación fundida Se agrega fundente escoriador, se afina el grano, se desgasifica , se modifica el grano y nuevamente se utiliza fundente escoriador para protegerlo contra la oxidación y se escoria.			
- Durante la colada se controla la Temperatura entre 740 - 760° C.			
- Se controla la Temperatura de la coquilla			

## G.- Control de las Grapas Fundidas

	SI	NO	OBS
- Inspección visual, se verifica que cada grapa no tenga rechupes, rajaduras y que se hallan llenado completamente.			
- Requerimiento de ensayos de tracción.			

---

 Firma del responsable

## FORMATO 2.- REPORTE DE TRABAJO

<b>REPORTE DE TRABAJO</b>					
<b>FABRICACIÓN DE GRAPAS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</b>					
				Dpto. de Producción	
Ejecutado por:				Fecha:	
Cap. Crisol :				Fund. N°	
<b>A.- Consumo de materia prima</b>					
1.- Carga Al-Al	kg.	2.- Resultado	kg.	3.- Consumo de combustible	gl.
- Lingote		- Material utilizado		D2	
- Retorno		- Retorno		Residual R6	
		- Merma			
Total		Total			
4.- Insumos	kg.		kg.		kg.
- Coveral 11		- Flux HMC 11		- Dycote 11	
- Coveral 36		- Flux HMC 15		- Dycote 140	
- Nuclear		- Grain Refiner			
- Degaser		- □rogas 16			
<b>B.- Descripción del tipo de grapa a fabricar</b>					
Descripción	U	O/T:	O/T:	O/T:	
- Peso de grapa	u				
- N° de moldes x grapa	u				
- N° grapas x molde	u				
- Total grapas fundidas	u				
- Grapas ok	u				
- Grapas malas	u				
- Material utilizado	kg				
<b>C.- Condiciones del Horno</b>					
	Hora	Control de Temperatura (°C)			
- Prendido :		Apagado	Máxima	Tratamiento	Colada
- Apagado :					
Tiempo total :					
<b>D.- Colada. Control de tiempo y pruebas.</b>					
Colada	Hora	1° Prueba de gas	2° Prueba de gas		Observaciones
- Inicio		Hora	Hora		
- Termino		N° Colada	N° Colada		
- Total		Resultado	Resultado		
Tratamiento	Hora	Temp.	Hora	Temp.	
Escoriador					
Desgasificador					
Afinador					
Modificador					V°B° Ing. Planta
Escoriador					

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ◆ **CURSO PROFESIONAL “LINEAS DE TRASMISIÓN DE POTENCIA (MAYO DEL 2001)**

**LUGAR:** Auditorio del Consejo Departamental de Lima – CIP

**EXPOSITOR:** ING. MIGUEL A. BECERRA FERNANDEZ

- ◆ **MANUAL DE DISEÑO DE PROCUCTO PARA MANUFACTURA. GUÍA PRÁCTICA PARA PRODUCCÓN A BAJO COSTO.**

**AUTOR:** JAMES G. BRALLA.

**EDITORIAL:** MCGRAW-HILL

- ◆ **MARKS MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO**

**AUTOR:** E. AVALLONE / T. BAUMEISTER III.

**EDITORIAL:** MCGRAW-HILL

- ◆ **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 61284 “LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS. REQUISITOS Y ENSAYOS PARA HERRAJES” Y UNE 207009 “HERRAJES Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN”**

**EDITADA E IMPRESA POR:** AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)

- ◆ **EXPERIENCIA DE TRABAJO EN LA EMPRESA METALURGICA TINGENIEROSD SAC**

**GERENTE GENERAL:** ING. ELMER CHOMBO S.

APÉNDICE A

CATALOGO DEL FABRICANTE ANDERSON-HUBBELL (USA)



TRANSMISSION CONNECTORS

SECTION TA

DEADENDS  
BOLTED  
QUADRANT STRAIN CLAMP  
ALUMINUM

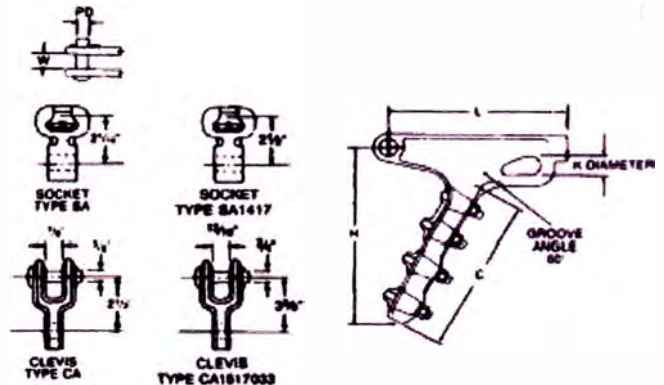
For high tension transmission line construction with all aluminum, ACSR or aluminum alloy conductor.

Material: Body and Keeper—356-T6 aluminum alloy  
Hardware—galvanized steel  
Sockets and Clevises—ductile iron, galvanized  
Cotter Pin—#302 stainless steel

CATALOG NUMBER	DIMENSIONS INCHES (MM)					
	L	W	H	C	K	PD
SD57	9-1/16 (230.19)	3/4 (19.05)	6-3/4 (171.45)	5-1/8 (130.18)	1-1/4 (31.75)	5/8 (15.88)
SD70	10-1/4 (260.35)	15/16 (23.81)	8-3/8 (212.73)	6-1/2 (165.10)	1-1/4 (31.75)	5/8 (15.88)
SD86	11-1/4 (285.75)	1-1/16 (26.99)	9-5/8 (244.48)	7-3/8 (187.33)	1-1/4 (31.75)	5/8 (15.88)
SD112	13-1/8 (333.38)	1-3/8 (34.93)	11-1/2 (292.1)	8-1/4 (209.6)	1-3/8 (34.33)	3/4 (19.05)
SD130	14 (355.6)	1-7/16 (36.51)	13-1/8 (333.38)	9-1/2 (241.3)	1-1/2 (38.10)	3/4 (19.05)
SD155	15-1/2 (393.70)	2 (50.8)	15-3/4 (400.05)	12-3/8 (314.32)	1-1/2 (38.10)	3/4 (19.05)
SD185	17 (431.80)	1-7/8 (47.63)	18 (457.20)	12-3/8 (314.32)	1-1/2 (38.10)	1 (25.40)



TA-1



CATALOG NUMBER	FITTING		CLAMPING RANGE			ULTIMATE BODY STRENGTH LBS. (KG)	U-BOLTS		APPROX. WT. EACH LBS. (KG)
	TYPE	CAT. NO.	ACSR	ALUMINUM	INCHES (MM)		NO.	SIZE INCHES (MM)	
SD57N SD57S SD57C	None Socket Clevis	SA04 CA04	#4-6/1 To 266 8-26/7	#4-7 Str. To 300-37 Str.	.20-.64 (5.08-16.26)	15,000 (6,804)	3	1/2 (12.70)	3.2 (1.45) 4.4 (2.00) 4.8 (2.63)
SD70N SD70S SD70C	None Socket Clevis	SA06 CA06	#2-7/1 To 397 5-18/1	#1-7 Str. To 397 5-37 Str.	.30-.75 (7.62-19.05)	20,000 (9,072)	4	1/2 (12.70)	4.7 (2.14) 6.0 (2.72) 6.4 (2.90)
SD86N SD86S SD86C	None Socket Clevis	SA07 CA06	#3/0-6/1 To 556-26/7	3/0-19 Str. To 650-61 Str.	.46-.94 (10.16-23.88)	25,000 (11,340)	4	1/2 (12.70)	5.4 (2.45) 6.8 (3.09) 7.1 (3.22)
SD112N SD112S SD112C	None Socket Clevis	SA1013 CA1013	#3/0-6/1 To 954-54/7	40-19 Str. To 1033.5-61 Str.	.50-1.20 (12.60-30.48)	30,000 (13,608) 30,000 (13,608) 25,000 (11,340)	5	1/2 (12.70)	8.4 (3.81) 9.9 (4.5) 10.4 (4.73)
SD130N SD130S SD130C	None Socket Clevis	SA1013 CA1013	336 4-26/7 To 1272-54/19	397 5-19 Str. To 1431-61 Str.	.70-1.35 (17.78-35.30)	35,000 (15,876) 30,000 (13,608) 25,000 (11,340)	5	5/8 (15.88)	13.2 (6.00) 15.3 (6.95) 15.5 (7.34)
SD155N SD155S SD155C	None Socket Clevis	SA1613 CA1613	1,033.5 (36/1) To 1510.5 (54/19)	1,100-91 Str. To 1,700-127 Str.	1.18-1.55 (29.97-38.61)	35,000 (15,876) 30,000 (13,608) 25,000 (11,340)	5	5/8 (15.88)	15.5 (7.00) 17.3 (7.85) 17.3 (7.85)
SD185N SD185S SD185C	None Socket Clevis	SA1417 CA1517033	1,192.5 (45/7) To 2,156 (84/19)	1,272-61 Str. To 2,500-127 Str.	1.30-1.85 (33.02-46.99)	50,000 (22,680) 30,000 (13,608) 30,000 (13,608)	5	5/8 (15.88)	21.0 (9.53) 22.7 (10.30) 22.3 (10.11)

NOTES: (1) Recommended torque on U-bolts: 1/2"-480 in -lbs., 5/8"-720 in -lbs.  
(2) For corona free application, add suffix "CRF." Example, SD130NCRF.  
(This includes spherical or acorn type nuts or a combination of both.)  
(3) Clamp may be furnished with bolt, nut and cotter pin by adding "BNK" suffix to catalog number.



## TRANSMISSION CONNECTORS

SECTION TB

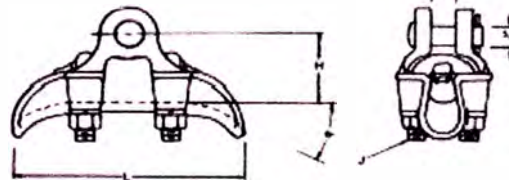
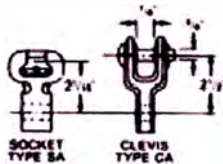
### SUSPENSION ALUMINUM CLAMP

ALUMINUM
HAS

For standard voltage application with all aluminum, ACSR, or aluminum alloy conductor.

Material: Body and Keeper— 356 T6 aluminum alloy  
 Hardware— galvanized steel  
 Socket and Clevis— ductile iron, galvanized  
 Cotter Pin— #302 stainless steel

TB-1



CATALOG NUMBER	FITTING		CLAMPING RANGE INCHES (MM)	ULTIMATE BODY STRENGTH LBS. (KG)	MAX TAKE-OFF ANGLE	DIMENSIONS INCHES (MM)					APPROX. WT. EACH LBS. (KG)
	TYPE	CAT. NO.				o	L	W	H	J	
HAS-62-N HAS-62-S HAS-62-C	None Socket Clevis	— SA-04 CA-04	.20-.62 (5.08-15.75)	17,000 (7,711)	30°	6-3/4 (171.45)	29/32 (23.02)	2-9/32 (57.94)	1/2 (12.70)	1.0 (0.88) 3.2 (1.45) 3.5 (1.59)	
HAS-65-N HAS-65-S HAS-65-C	None Socket Clevis	— SA-06 CA-06	.40-.85 (10.16-21.39)	18,000 (8,165)	30°	7-1/2 (190.50)	15/16 (23.81)	2-9/16 (65.08)	1/2 (12.70)	2.1 (0.95) 3.4 (1.54) 3.0 (1.72)	
HAS-104-N HAS-104-S HAS-104-C	None Socket Clevis	— SA-10 CA-10	.50-1.04 (12.70-26.42)	25,000 (11,340)	30°	8-1/8 (206.38)	1- 5/32 (29.37)	2-3/4 (69.63)	1/2 (12.70)	2.5 (1.13) 3.9 (1.77) 4.2 (1.91)	
HAS-118-N HAS-118-S HAS-118-C	None Socket Clevis	— SA-10 CA-10	.70-1.16 (17.78-29.97)	25,000 (11,340)	22.5°	8 (203.20)	1-11/32 (34.13)	2-3/4 (69.63)	1/2 (12.70)	2.0 (1.27) 4.2 (1.91) 4.5 (2.04)	
HAS-136-N HAS-136-S HAS-136-C	None Socket Clevis	— SA-13 CA-13	.90-1.36 (22.86-35.31)	25,000 (11,340)	22.5°	8-7/8 (225.43)	1-17/32 (38.69)	3 (76.20)	1/2 (12.70)	3.2 (1.45) 4.9 (2.22) 5.0 (2.27)	
HAS-147-N HAS-147-S HAS-147-C	None Socket Clevis	— SA-13 CA-13	1.00-1.47 (25.40-37.34)	25,000 (11,340)	22.5°	9-3/16 (233.36)	1-9/16 (39.69)	3-1/8 (79.38)	1/2 (12.70)	3.5 (1.59) 5.2 (2.38) 5.3 (2.40)	
HAS-182-N HAS-182-S HAS-182-C	None Socket Clevis	— SA-13 CA-13	1.10-1.62 (27.94-41.15)	25,000 (11,340)	22.5°	9-1/2 (241.30)	1-13/16 (46.04)	3-5/8 (78.10)	1/2 (12.70)	5.6 (2.72) 5.5 (2.49) 5.8 (2.54)	
HAS-182-N HAS-182-S HAS-182-C	None Socket Clevis	— SA-16 CA-16	1.25-1.62 (31.75-48.23)	25,000 (11,340)	20°	10 (254)	1-15/16 (49.21)	3-11/8 (80.57)	1/2 (12.70)	4.2 (1.91) 6.0 (2.72) 6.2 (2.81)	
HAS-204-N HAS-204-S HAS-204-C	None Socket Clevis	— SA-16 CA-16	1.40-2.04 (35.56-51.82)	25,000 (11,340)	20.5°	10-1/2 (266.70)	2-11/8 (53.17)	3-17/32 (90.69)	1/2 (12.70)	4.9 (2.22) 6.7 (3.04) 6.9 (3.13)	
HAS-213-N HAS-213-S HAS-213-C	None Socket Clevis	— SA-16 CA-16	1.40-2.13 (35.56-54.10)	25,000 (11,340)	22°	10-1/2 (266.70)	2-1/4 (57.15)	3-5/8 (92.08)	5/8 (15.88)	6.0 (2.72) 7.8 (3.54) 8.0 (3.63)	
HAS-252-N HAS-252-S HAS-252-C	None Socket Clevis	— SA-22 CA-22	2.00-2.52 (50.80-64.01)	30,000 (13,608) 30,000 (13,608) 25,000 (11,340)	17.5°	12 (304.80)	2-11/16 (68.29)	4-1/4 (107.95)	5/8 (15.88)	9.0 (4.08) 10.6 (4.90) 11.3 (5.13)	

NOTE: Recommended torque on U-bolts: 1/2"–480 in. lbs. 5/8"–720 in. lbs.

ANDERSON

April 2005  
Printed in USA

FARGO

TB-1

## APÉNDICE B

### CATÁLOGO DEL FABRICANTE ARRUTI (ESPAÑA)

#### GRAPAS DE AMARRE PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO

#### STRAIN CLAMPS FOR ALUMINIUM CONDUCTORS

#### PINCES D'ANCRAGE POUR CONDUCTEURS D'ALUMINIUM

#### Utilización / Usage / Utilisation

Estas grapas son utilizadas para amarrar conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio-acero. A la hora de la instalación, es importante respetar el par de apriete recomendado, que está estudiado para garantizar un deslizamiento superior al 95% de la carga de rotura del conductor y minimizar los esfuerzos de compresión sobre el conductor a unos límites aceptables.

*These clamps are used to fix aluminium, aluminium alloy and aluminium steel reinforced conductors. During installation, recommended torque must be respected, since in this way, a slipping force higher than 95% of conductor breaking strength is guaranteed, and compression stresses on the conductor are minimised to acceptable values.*

Les pinces d'ancrage sont utilisées pour attacher conducteurs d'aluminium, alliage d'aluminium et aluminium-acier. Au moment de l'installation il est important de respecter le couple de serrage recommandé, qui a été étudié pour garantir un glissement supérieur au 95% de la charge rupture du conducteur et minimiser les efforts de compression sur le conducteur dans des limites acceptables.

#### Materiales / Material / Matière

Cuerpo: aleación de aluminio. Tornillos y bulones: acero galvanizado en caliente. Pasadores: acero inoxidable o latón.

*Body: aluminium alloy. Bolt, nut and clevis pin: steel hot dip galvanized. Clevis pin: stainless steel or brass.*

Corps: alliage d'aluminium. Boulon, écrou et axe: acier galvanisé à chaud. Goupille: acier inoxydable ou laiton.

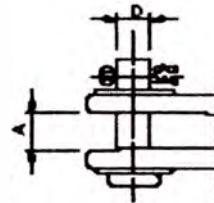
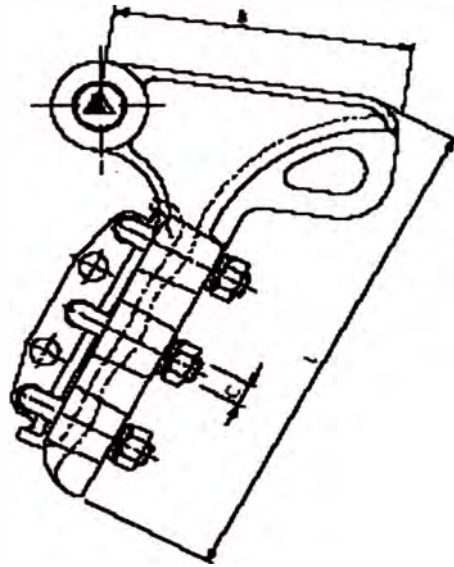


Fig. 1

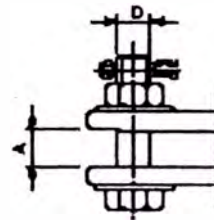


Fig. 2

Referencia Code Référence	Fig.	Ø Conductor Conducteur Ø		mm					Estibas U-bolt Straps	Par de apriete Righting torque Couple de serrage (kg.m)	Carga de rotura Ultimate strength Charge de rupture (daN)	Peso Weight Poids (Kg)
		Min.	Max.	A	B	C	D	L				
GA-1-P	1	6	10	10	80	M-10	16	120	2	2.5	2.500	0.400
GA-1	1	6	10	10	125	M-12	16	155	2	3.5	4.000	0.700
GA-1T	2	6	10	10	125	M-12	M-16	155	2	3.5	4.000	0.700
GA-2	1	10	16	20	145	M-12	16	245	3	4.5	6.500	1.300
GA-2T	2	10	16	20	145	M-12	M-16	245	3	4.5	6.500	1.300
GA-2L	1	9	18	10	203	M-12	16	280	3	4.5	6.500	1.400
GA-2LT	2	9	18	10	203	M-12	M-16	280	3	4.5	6.500	1.400
GA-3	1	16	20	22	104	M-12	16	345	4	5	8.500	2.000
GA-3T	2	16	20	22	104	M-12	M-16	345	4	5	8.500	2.000
GA-4T	2	20	31	30	245	M-14	M-16	460	5	8	13.500	4.300

Estas grapas pueden suministrarse con estibas de acero inoxidable. Para ello añadir el sufijo L a la referencia. Por ejemplo: GA-2-L.  
*These clamps may be supplied with stainless steel U-bolts under request. Letter L must be added to code. For instance: GA-2-L.*  
 Ces pinces peuvent être fournies avec estives en acier inoxydable. Ajouter la lettre L sélectionnée. Par exemple: GA-2-L.





## GRAPAS DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO

### SUSPENSION CLAMPS FOR ALUMINUM CONDUCTORS

### PINCES DE SUSPENSION POUR CONDUCTEUR D'ALUMINIUM

#### Utilización / Usage / Utilisation

Estas grapas son utilizadas para suspender conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio-acero. A la hora de la instalación, es importante respetar el par de apriete recomendado, que está estudiado para garantizar un deslizamiento superior al 20% de la carga de rotura del conductor y minimizar los esfuerzos de compresión sobre el conductor a unos límites aceptables.

*These clamps are used for the suspension of aluminum, aluminum alloy and aluminum steel reinforced conductors. During installation, recommended torque must be respected, since in this way, a slipping force higher than 20% of conductor breaking strength is guaranteed, and compression stresses on the conductor are minimized to acceptable values.*

Il sont utilisés pour suspendre conducteurs d'aluminium, alliage d'aluminium et aluminium-acier. Quand il arrive le moment de l'installation, il est important respecter le couple de serrage recommandé, qui a été étudié pour garantir un glissement supérieur au 20% de la charge de rupture du conducteur et minimiser les efforts de compression sur le conducteur dans des limites acceptables.

#### Materiales / Material / Matière

Cuerpo: aleación de aluminio. Tornillos y tuercas: acero galvanizado en caliente. Pasadores: acero inoxidable o latón.

*Body: aluminum alloy. Bolt, nut and clevis pin: steel hot dip galvanized. Cotter pin: stainless steel or brass.*

Corps: alliage d'aluminium. Boulon, écrou et axe: acier galvanisé à chaud. Goupille: acier inoxydable ou laiton.

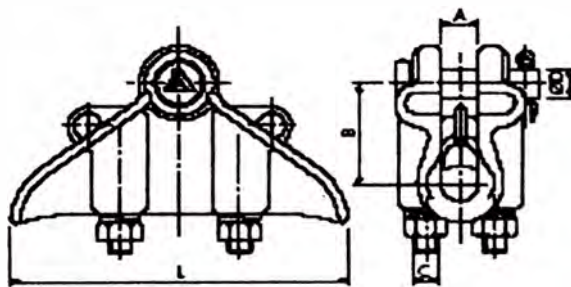


Fig. 1

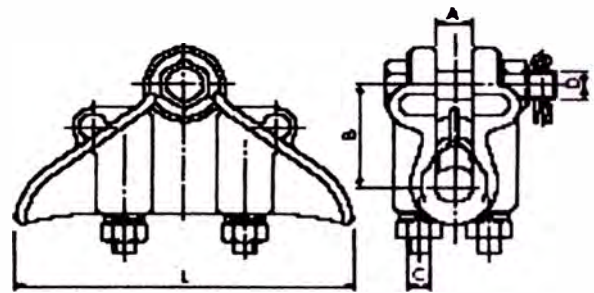


Fig. 2

Referencia Code Référence	Rg	Ø Conductor Conductor Ø Ø Conducteur		mm					Ganchos U-bolts Bites	Par de apriete Tightening Torque Couple de Serrage (kg.m)	Carga de rotura Ultimate strength Charge de rupture (daN)	Peso Weight Poids (Kg)
		Min.	Max.	A	B	C	D	L				
GS-1	1	5	12	10	42	M-10	16	140	2	2,5	2.500	0,500
GS-1T	2	5	12	19	42	M-10	M-16	140	2	2,5	2.500	0,500
GS-2	1	12	17	10	50	M-12	16	170	2	2,5	6.000	0,850
GS-2T	2	12	17	10	50	M-12	M-16	170	2	2,5	6.000	0,850
GS-3	1	17	23	27	54	M-12	16	190	2	3	7.500	1,100
GS-3T	2	17	23	26	54	M-12	M-16	190	2	3	7.500	1,100
GS-4T	2	23	28	30	51	M-12	M-16	205	2	3,5	9.000	1,300
GS-5T	2	25	37	39	62	M-14	M-16	225	2	4	10.000	2,000

Estas grapas pueden suministrarse con estribas de acero inoxidable. Para ello añadir el sufijo I a la referencia. Por ejemplo: GS-2-I.

*These clamps may be supplied with stainless steel U-bolts under request. Letter I must be added to code. For instance: GS-2-I.*

Ces pinces peuvent être fournies avec étripes en acier inoxydable. Ajouter la lettre I sélectionnée. Par exemple: GS-2-I.



## APÉNDICE C

### ENSAYO DE TRACCIÓN DE ACUERDO A NORMA UNE-EN 61284



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS**  
**INFORME**

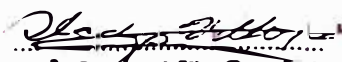
EXPEDIENTE : PROYECTO LEDI 249 – 01C

SOLICITANTE :

ENTIDAD EJECUTORA : LABORATORIO DE ESTRUCTURAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

TITULO : PRUEBA DE TRACCION DE GRAPA DE  
ANCLAJE TIPO PISTOLA, DE ALUMINIO.  
Según UNE-EN 61284-1997.

FECHA : San Miguel, 06 de Noviembre del 2001

  
 Ing<sup>o</sup> Gladys Villa García M.  
 Jefa del Laboratorio de  
 Estructuras Antisismicas

Este Informe contiene 03 páginas.

\*Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisismicas\*



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS**

(249-01)

**PRUEBA DE TRACCION**

SOLICITANTE			
RESPONSABLE			
ESPECIMEN		Grapa de Anclaje tipo pistola, aluminio, de 3 pernos,	
NORMA DE REFERENCIA		UNE-EN 61284-1997 (IEC 61284)	
PROCEDENCIA		Almacén	
FECHA DE ENSAYO		Miércoles, 31 de Octubre del 2001	
Resist. Mínima de Rotura ( KN )		60	
Torque de Ajuste en la grapa (cada tuerca) (Lb x pie)		40	
Carga aplicada		Según Diagrama de Cargas	
Intervalo	Carga (KN)	Tiempo (min)	Observación
1° )	0 a 12	0.5	Incremento gradual
2° )	12	1.0	marcado del cable
3° )	12 a 36	1.0	incremento gradual
4° )	36	45	constante
5° )	36 a 60	0.75	incremento gradual
6° )	60	1.0	constante
7° )	60 a más	0.3	COLAPSO
Tiempo total de ensayo		49.50	—
Carga colapso ( KN )		64.9	—

**OBSERVACIONES :**

- 1) La grapa fue proporcionada por el cliente.
- 2) Se hizo el ensamble, con la participación del cliente, según esquema de la citada norma.
- 3) La rotura se produjo en la zona de contacto con el cable en tensión.
- 4) La deformación que se muestra en GRAFICO N° 2 es solo referencial.
- 5) El ensayo se realizó en presencia del Sr. Fernando Gallegos
- 6) Se usó una Máquina Universal, con celda de carga MTS, S.N° 614, 250 KN, calibrada con celda PATRON el 20/02/01. Celda PATRON, HBM, 3007, C3H, 200 KN. Calibrada el 31/07/99 en la National Standards Testing Laboratory de Maryland, USA.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Laboratorio de Estructuras Antisísmicas-LEDI

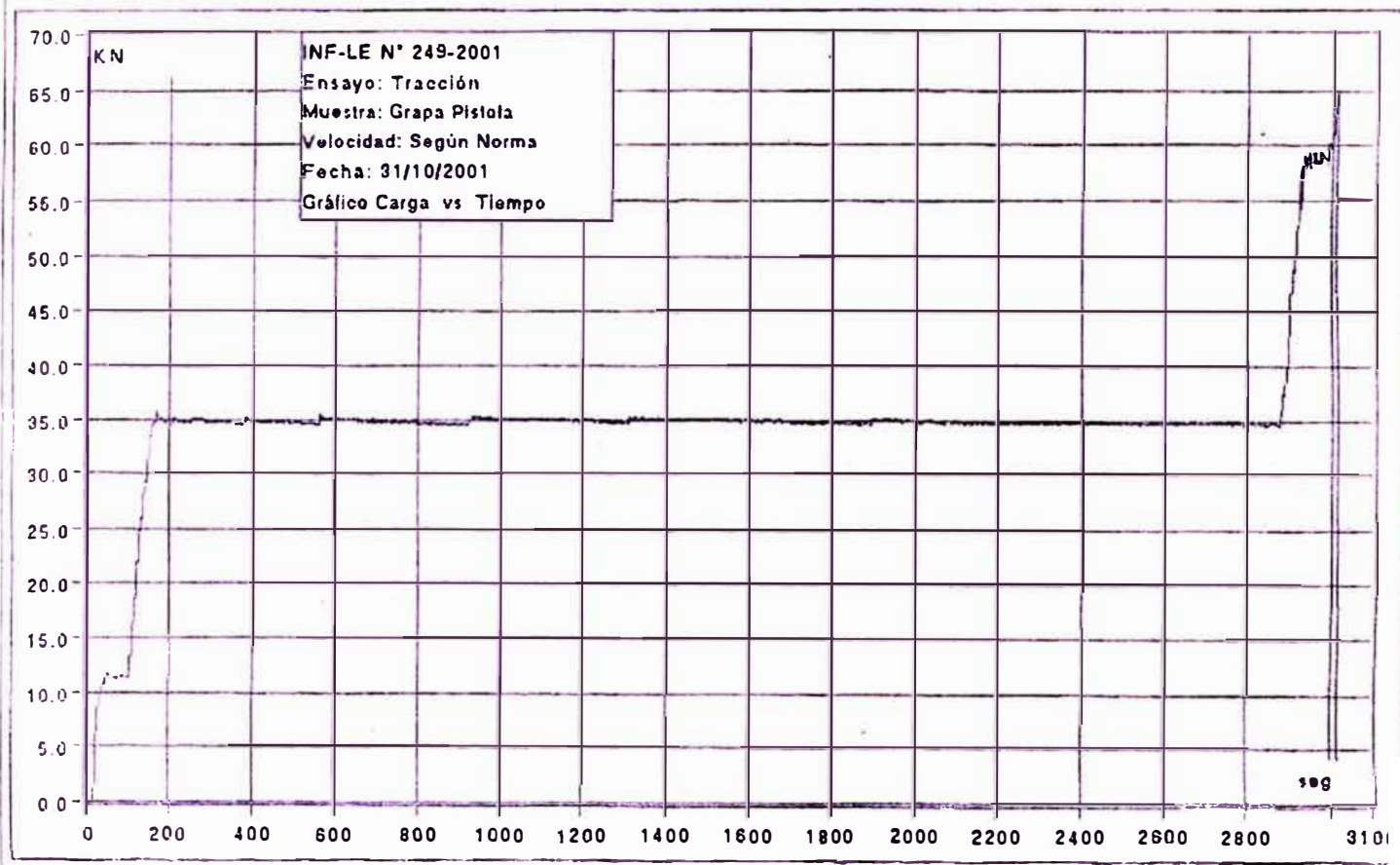


GRAFICO N° 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Laboratorio de Estructuras Antisísmicas-LEDI

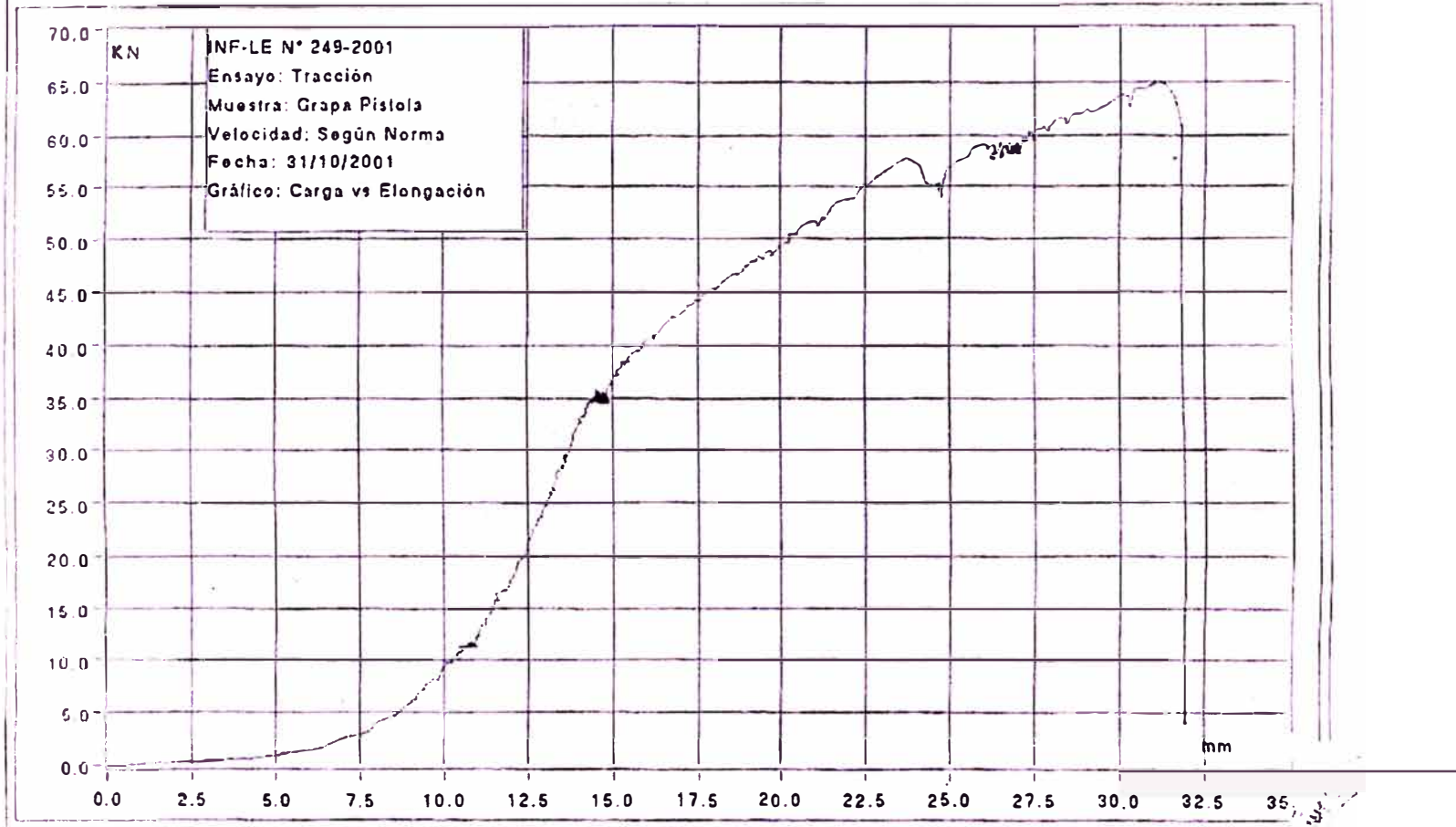


GRAFICO N° 2