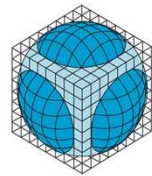


# Centro Zaragoza

## 6. CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.

## 6. CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE

1. Diferenciar entre **alta tensión y baja tensión** en el ámbito del automóvil.
2. Diferencia entre **corriente alterna** y **corriente continua** y efectos que tiene cada una de ellas.
3. Como evitar un posible **contacto directo** o **indirecto** con componentes de alta tensión en el vehículo.
4. Conocer los **sistemas de seguridad de alto voltaje** que tienen los vehículos.
5. Aprender a **desconectar con seguridad un sistema de alta tensión**.
6. Aprender a **conectar con seguridad un sistema de alta tensión**.
7. **Realizar trabajos con tensión:** ¿cómo hay que hacerlo?, protecciones según normativa e identificación de riesgos potenciales.

# CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE

## ALTO VOLTAJE (HV)



### - UNECE R100

**Ámbito de aplicación:** Requisitos de seguridad con respecto al grupo motopropulsor eléctrico de los vehículos de carretera de las categorías M y N, con una velocidad máxima superior a 25 km/h

### - Alta tensión (rms)

>60 V (DC)

>30 V (AC)



Los trabajos en el vehículo eléctrico sólo deben realizarse en talleres de servicio cualificados para ello.



¡El sistema de alto voltaje es más seguro que la toma de corriente de una casa!

# CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE

## EFFECTO DE LA CORRIENTE ALTERNA VS EFFECTO DE LA CORRIENTE CONTINUA

- La **tensión alterna** provoca una corriente alterna en el cuerpo humano y genera vibraciones en la musculatura y en el corazón. Cuanto más baja es la frecuencia tanto más peligrosa es la tensión alterna. Puede originarse una fibrilación de las cámaras del corazón, que es mortal si no se reciben Primeros Auxilios.
- Si se trata de **corriente continua**, una disolución electrolítica descompone los tejidos. Esto genera sustancias que pueden provocar una intoxicación. La llamada intoxicación por corriente continua no se manifiesta antes de pasar unos días después del accidente y puede conducir a la muerte si no se somete a tratamiento.

*Los efectos de la intensidad eléctrica están relacionados con el tiempo de paso de la misma por el cuerpo (tiempo de exposición) y son diferentes en corriente alterna y en continua.*



The Philadelphia Journal: An elephant electrocuted for murder

# CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE

## FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LOS EFECTOS QUE PRODUCE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- Intensidad de la corriente eléctrica.
- Tiempo de contacto o paso de la corriente.
- Tensión o diferencia de potencial.
- Resistencia o impedancia del cuerpo entre los puntos de contacto.
- Trayectoria o recorrido de la corriente a través del cuerpo.
- Frecuencia (HZ) de la corriente.
- Condiciones fisiológicas de la persona.

# RIESGOS ELÉCTRICOS

## EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL PASO DE UNA INTENSIDAD ELÉCTRICA

**Tabla II. Efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica (50/60 Hz)**

| Intensidad  | Efectos fisiológicos que se observan en condiciones normales  |
|-------------|---|
| 0 - 0,5 mA  | No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0.5 mA   |
| 0,5 - 10 mA | Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA.  |
| 10-25 mA    | Contracciones musculares. Agarrotamiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias. |
| 25-40 mA    | Fuerte tetanización. Irregularidades cardíacas. Quemaduras. Asfixia a partir de 4 s   |
| 40 - 100 mA | Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardíacas.  |
| – 1 A       | Fibrilación y paro cardíaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte.  |
| 1 - 5 A     | Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte   |

# CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO/HÍBRIDO ENCHUFABLE

## SISTEMAS DE SEGURIDAD DE ALTO VOLTAJE



ADHESIVOS DE  
ADVERTENCIA

VIGILANCIA RESISTENCIA DE  
AISLAMIENTO

NARANJA (RAL 2003)

RELÉ DE ALTO VOLTAJE PARA  
SEPARACIÓN DE LA BATERÍA

AISLAMIENTO DE LOS CABLES  
DE ALTO VOLTAJE

LÍNEA PILOTO

IPXXB = PROTECCIÓN DE CONTACTO DE LOS  
COMPONENTES

SERVICE PLUG (CONECTOR DE MANTENIMIENTO)

SEPARACIÓN SISTEMA DE ALTO VOLTAJE  
DE MASA DEL VEHÍCULO

CABLES DE COMPENSACIÓN POTENCIAL

# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## 5 REGLAS DE SEGURIDAD:

1. Establecer un estado sin tensión (desconectar el circuito eléctrico).
2. Asegurar el sistema contra reconexión, prevenir cualquier posible realimentación.
3. Comprobar la ausencia de tensión.
4. Cubrir o bloquear el acceso a piezas cercanas sometidas a tensión y delimitar la zona de trabajo.
5. Conectar a tierra y conectar en cortocircuito.





# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## OBJETIVO DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:

- Se trata de un **proceso de desconexión** de la alta tensión del vehículo **con seguridad** para los operarios.
- Procedimiento de separación de la alta tensión de la batería del resto del vehículo. **En el interior de la batería de alto voltaje siempre habrá tensión.**
- Antes de realizar cualquier trabajo tanto eléctrico como mecánico en componentes de alto voltaje es necesario **dejar el vehículo sin alta tensión.**
- La **ausencia de tensión debe verificarse mediante mediciones** según el proceso establecido por cada uno de los fabricantes.
- Los especialistas en la certificación de seguridad de los vehículos eléctricos/híbridos son los responsables de la seguridad eléctrica de todas aquellas actividades que se realicen en el vehículo una vez se ha asegurado la desconexión de la tensión alta del vehículo.

# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## PROCESO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ALTA EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS/ELÉCTRICOS

1. **Acordonar** el vehículo mediante catenaries, vallas,... y **señalizar su estado**.

2. **Retirar la llave de contacto** y guardarla en un lugar seguro.

3. Quitar o bloquear el **CONECTOR DE MANTENIMIENTO**.

4. **Esperar al menos 5 minutos** hasta que el sistema de alto voltaje esté completamente libre de tension (condensadores de circuito intermediario).

5. **Verificar la ausencia de tension a través de mediciones** (ver proceso fabricante).

6. Documentar ausencia de tension en **ficha de acompañamiento del vehículo**.



# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSION (HV)

## MUY IMPORTANTE

*Asegurar el sistema de tension alta contra la reconexión accidental (Opción 1)*



*Llave de contacto*



*Conector de Mantenimiento*



*Conector Línea Piloto*

*La llave de contacto, el conector de mantenimiento y el conector de la línea piloto\* son guardados por el técnico de alto voltaje en lugar seguro después de establecer el estado sin tension.*

*De esta manera se garantiza que **no sea posible la reconexión del sistema** para que se ponga en funcionamiento por parte de terceros o accidentalmente.*

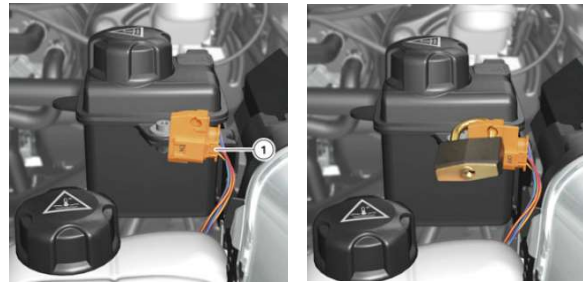
# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## MUY IMPORTANTE

*Asegurar el sistema de tension alta contra la reconexión accidental (Opción 2)*



*Llave de contacto*



*Bloquear Conector de Mantenimiento*

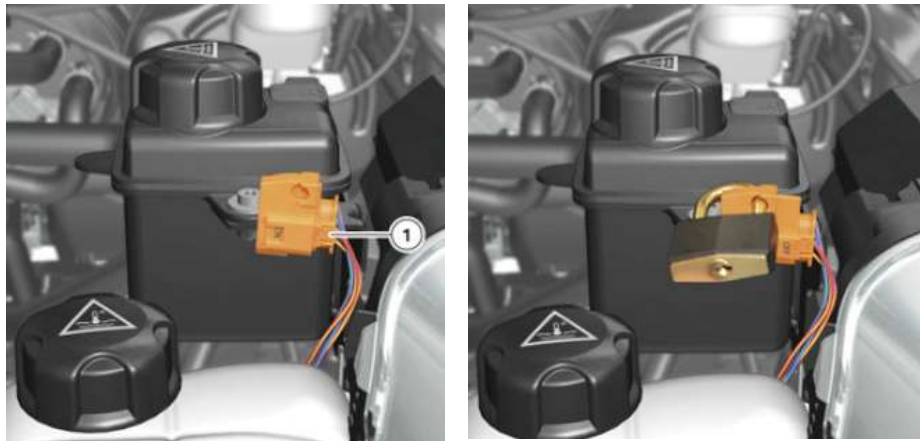
*La llave de contacto del vehículo y la llave del candado de bloqueo del conector de mantenimiento son guardados por el técnico de alto voltaje en lugar seguro después de establecer el estado sin tension.*

*De esta manera se garantiza que no sea posible la reconexión del sistema para que se ponga en funcionamiento por parte de terceros o accidentalmente.*

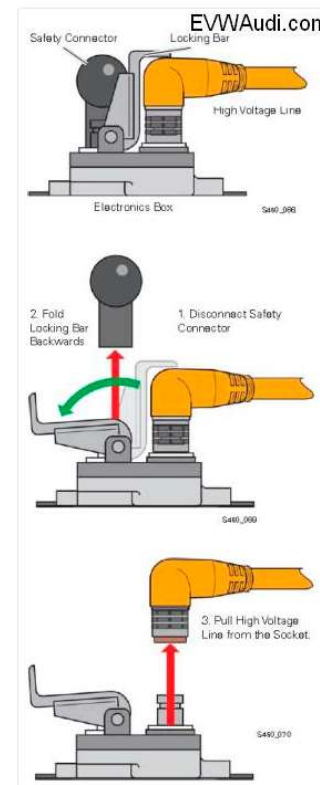
**SIEMPRE SE HA DE VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN**

# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## LOCALIZACIÓN DEL CONECTOR DE MANTENIMIENTO DE ALTA TENSIÓN



BMW i3

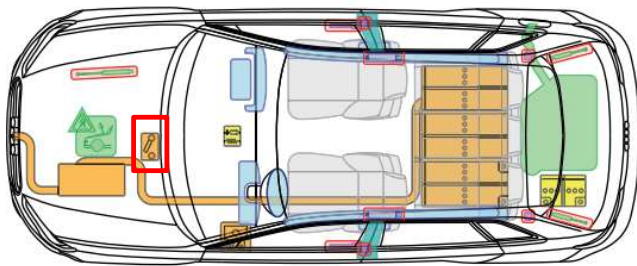


VW TOUAREG  
HYBRID

# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## LOCALIZACIÓN DEL CONECTOR DE MANTENIMIENTO DE ALTA TENSIÓN

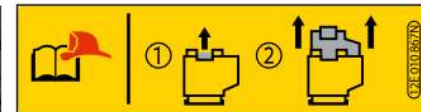
from 2014



### Deactivation of High Voltage System

#### Alternative 1 – Engine compartment accessible

1. Localize emergency disconnect
2. Open safety disconnect

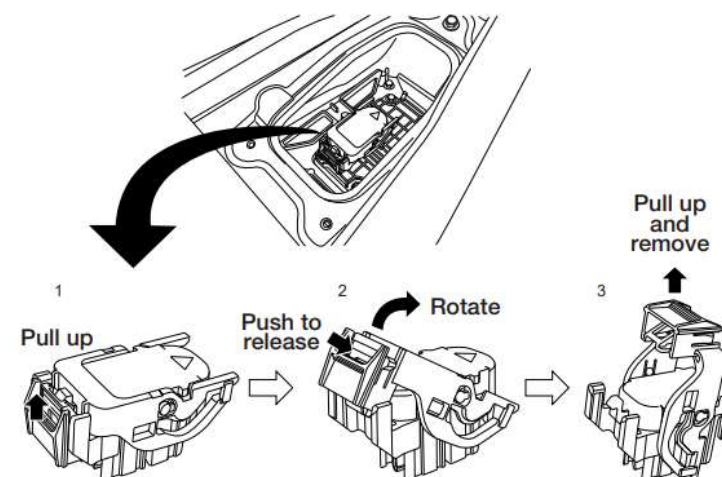


AUDI A3 SPORTBACK E-TRON

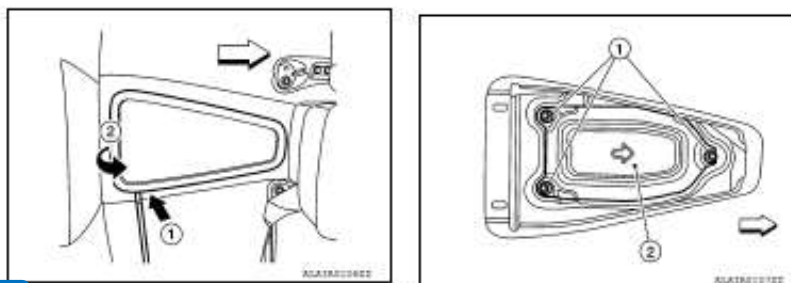


# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## LOCALIZACIÓN DEL CONECTOR DE MANTENIMIENTO DE ALTA TENSIÓN



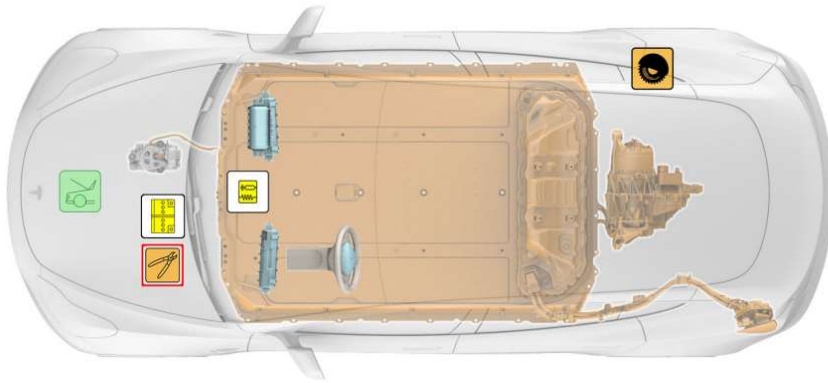
NISSAN LEAF



V.E. MANIPULACIÓN SEGURA

# DESCONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSION (HV)

## LOCALIZACIÓN DEL CONECTOR DE MANTENIMIENTO DE ALTA TENSION



TESLA MODEL 3

V.E. MANIPULACIÓN SEGURA



# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## PROCESO BÁSICO DE PUESTA EN MARCHA

1. VERIFICAR CABLES NIVELACIÓN POTENCIAL
2. VERIFICAR AISLAMIENTO (MEDICIÓN DIRECTA)



3. REALIZAR CONEXIÓN SISTEMA HV
4. VERIFICAR AISLAMIENTO CON TENSIÓN (MEDICIÓN INDIRECTA)



# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## PROCESO BÁSICO DE PUESTA EN MARCHA

**Según RD 614/2001:**

***"La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados."***

*El proceso de reposición de la tensión comprenderá:*

- 1º. La retirada, si la hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.*
- 2º. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.*
- 3º. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.*
- 4º. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.*

*Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada".*

***En vehículos se suprime el punto:***

- La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.***

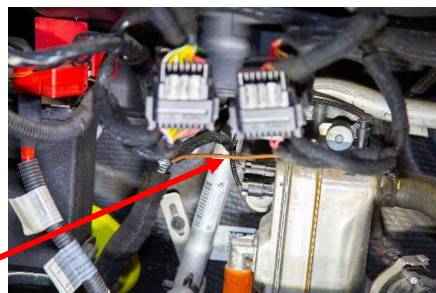
# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## 1. VERIFICAR CABLES NIVELACIÓN POTENCIAL

Realizar la medición mediante Milióhmetro



*Cable de nivelación de  
Potencial*



TODAS LAS MEDICIONES DEBEN CUMPLIR:

$$R < 0.1\Omega$$

(norma ECE R-100)

# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## 2. VERIFICAR AISLAMIENTO (MEDICIÓN DIRECTA)



### REQUERIMIENTOS PREVIOS:

1. *Haber superado satisfactoriamente la **verificación de los cables de nivelación potencial**.*
2. *El vehículo debe seguir en estado **SIN TENSIÓN** (Conector de Mantenimiento quitado).*
3. *No debe existir tensión en la red de Alta Tensión del vehículo, hay que comprobarlo con un voltímetro para verificar estado sin tensión antes de proceder a la medición de aislamiento.*
4. *Es recomendable desconectar la batería de 12 V.*

# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

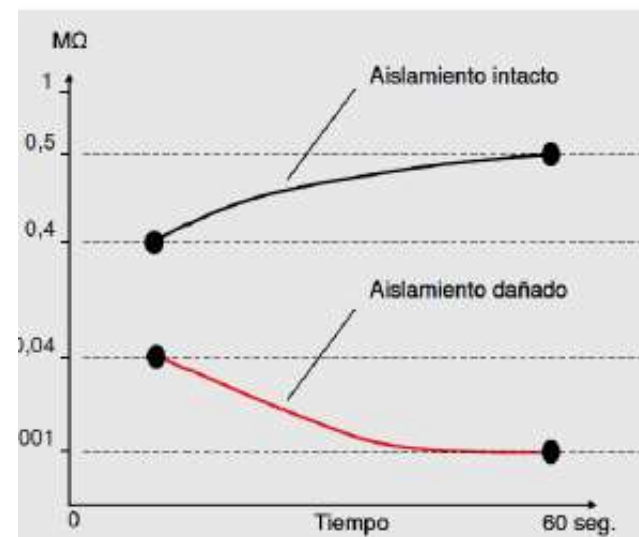
## 2. VERIFICAR AISLAMIENTO (MEDICIÓN DIRECTA)



### ANÁLISIS MEDICIÓN DIRECTA DEL AISLAMIENTO

*Si el aislamiento esta intacto, la resistencia se encuentra dentro del valor teórico desde el comienzo de la medición y va aumentando al pasar el tiempo.*

*Si el aislamiento está dañado, la resistencia es demasiado baja desde el comienzo de la medición y disminuye aún más a continuación.*



*Se deben respetar los valores y procedimientos de medición que se indican en las instrucciones de realización de la puesta a punto del Sistema de alta tension específica de cada vehículo.*

# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## 3. REALIZAR CONEXIÓN SISTEMA ALTA TENSIÓN (HV)

1. *Insertar o desbloquear el conector de mantenimiento.*
2. **NO** retirar los carteles de señalización de peligro.
3. *Dar contacto.*
4. *Mediante diagnosis del vehículo, realizar lectura y borrado de errores.*
5. *Proseguir con la medición.*



# CONEXIÓN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (HV)

## 4. VERIFICAR AISLAMIENTO (MEDICIÓN INDIRECTA)



### REQUERIMIENTOS PREVIOS:

1. *Haber superado satisfactoriamente la verificación de los cables de nivelación potencial.*
2. *Haber superado satisfactoriamente la verificación de aislamiento por método directo.*
3. *Haber realizado la conexión del conector de mantenimiento.*
4. *Dar contacto.*
5. *El vehículo debe de estar en estado **CON TENSIÓN** (conector de mantenimiento CONECTADO) para realizar la medición de aislamiento mediante el método indirecto (norma ECE R-100).*

# TRABAJOS CON TENSIÓN

## ¿ CUÁNDO HAY QUE TRABAJAR EN TENSIÓN CON POSIBILIDAD DE CONTACTO DIRECTO?



- *Solamente se realizarán en **reparaciones internas de la batería.***

### EXCEPCIONES

- *En vehículos accidentados hasta establecer el estado sin tensión.*
- *En fases de pruebas y desarrollo del fabricante.*
- *Para la homologación, por requerimientos específicos.*

**EVITAR SIEMPRE QUE SEA POSIBLE**



# TRABAJOS CON TENSIÓN

## ¿ CÓMO HAY QUE TRABAJAR EN TENSIÓN CON POSIBILIDAD DE CONTACTO DIRECTO?

### *PROTECCIONES SEGÚN NORMA ECE-R100*

Todos los polos de la Red de Tracción de Alta Tensión aislada

Aislamiento Galvánico entre la red de alta tensión y la de 12 V

Nivelación de Potencial de todos los componentes HV del vehículo

Identificación de todos los componentes de alta tensión

Todos los cables de alta tensión en color naranja

Protección contra el peligro de contactos directos en el habitáculo

Desconexión del sistema de alta tensión en caso de choque



# TRABAJOS CON TENSIÓN

## ¿ CÓMO HAY QUE TRABAJAR EN TENSIÓN CON POSIBILIDAD DE CONTACTO DIRECTO?



### **PROTECCIONES SEGÚN NORMA ECE-R100**

#### **Requisitos de seguridad en componentes de alta tensión**

##### *1. Batería Tracción-Alta Tensión*

Protecciones principales redundantes en Batería de Tracción

Control de los contactores principales

Protección contra sobre intensidades

Monitorización continuada aislamiento de red alta tensión



# TRABAJO CON TENSIÓN

## ¿ CÓMO HAY QUE TRABAJAR EN TENSIÓN CON POSIBILIDAD DE CONTACTO DIRECTO?



### PROTECCIONES SEGÚN NORMA ECE-R100

#### Requisitos de seguridad en componentes de alta tensión

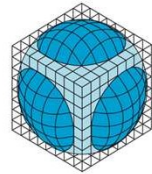
#### 2. Cables Alta Tensión/Guías

Dimensionado suficiente de la sección de los cables de alta tensión

Recorrido de cables de alta tensión en función de la seguridad



# Centro Zaragoza



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.