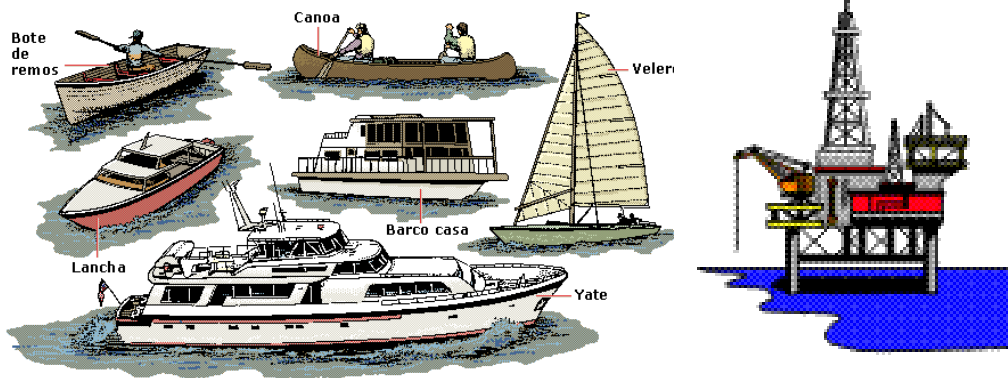




Invenció Noves Technologies A.R., S.L.
(INT AR, S.L.)

Estudio para la protección del rayo en naves.



ESTUDIO EFECTUADO POR:

Ingeniero de Telecomunicaciones	Experto en el Fenómeno del Rayo	Técnico Radiocomunicación y Radionavegación
<p><i>Colegiado n° 4790</i></p>  <p>Salvador Ramón <i>Técnico de sistemas electrónicos</i></p>	 <p>Ángel Rodríguez <i>Director Gerente empresa de Investigación</i></p>	 <p>Ferrán Díaz <i>Instalador Autorizado por la dirección General de La Marina Mercante. n° M220070019</i></p>

Preámbulo

El estudio está orientado a definir y desvelar los riesgos eléctricos que pueden aparecer en una embarcación cuando un rayo impacta en el pararrayos instalado, en ella o el mástil se comporta como pararrayos.

Este estudio, se basa en el análisis de accidentes de rayos en embarcaciones, los datos obtenidos proceden de patrones de embarcaciones, armadores, astilleros y técnicos de radio y navegación. Los resultados del estudio, desvelan un riesgo importante de electrificación en la embarcación con riesgo de electrocución a las personas, destrucción de equipos electrónicos, incendio y posible perforación del casco.

En función de la intensidad de la descarga del rayo en la punta del pararrayos de la embarcación, los efectos eléctricos pueden ser múltiples y con seguridad afectará los equipos de navegación y la electrónica del motor, los efectos aparecerán por acoplamiento o por diferencia de potencial entre elementos metálicos y no metálicos que no estén en ese momento en un equilibrio de cargas, debido al campo eléctrico de alta tensión que aparece en los segundos siguientes a la descarga. En función de la energía radiada, los efectos electromagnéticos del rayo y su energía, puede afectar eléctricamente a distancias superiores a 1.000 metros, creando estos fenómenos eléctricos del rayo un alto riesgo de electrocución, incendio o explosión a otras embarcaciones.



Dado este alto nivel de posibilidades de riesgo eléctrico y de accidentes a personas e embarcaciones durante las tormentas en el puerto o en el mar, hemos identificado y evaluado una simulación de los riesgos eléctricos que aparecerán derivados de la posible caída de un de los rayos en una nave.

La simulación se crea utilizando un rayo de valor medio de 50.000 amperios y se recrea la descarga desde el mástil hasta el agua, simulando los daños que aparecerán dentro de la embarcación, tomamos como referencia el valor de la resistencia del mar, siendo éste de 10 ohmios uniformemente a 50 cm. de profundidad según los ensayos.

La resistencia en ohmios de un mástil referente a una toma de tierra en una embarcación, puede variar entre 5 o 100 ohmios entre la parte alta del mástil o pararrayos y una masa o electrodo de sacrificio que está en contacto con el agua, (a más corrosión salina o sulfatación de terminales eléctricos,+ resistencia), en el mar la resistencia dieléctrica del agua referente a una nave es muy variable en función de la cantidad de electrodos puestos al agua, a nivel de superficie la resistencia del agua salada referente a la nave puede variar entre 5 y 70 ohmios entre los primeros metros de superficie de agua salada, considerando que cada litro de agua salada contiene entre 33 y 39 gramos de sales minerales y su densidad varía en función del aporte de sales de tierra, profundidad y temperatura, siendo menor la resistencia eléctrica del agua a más profundidad y densidad.

	Toneladas milla ³ de agua de mar
Cloro	89.500.000
Sodio	49.500.000
Magnesio	6.400.000
Azufre	4.200.000
Calcio	1.900.000
Potasio	1.800.000
Bromo	306.000
Estroncio	38.000
Boro	23.000
Flúor	6.100

Introducción

EL RAYO es la reacción eléctrica causada por la saturación de cargas electrostáticas que han sido generadas y acumuladas progresivamente en la nube durante la activación del fenómeno eléctrico de una tormenta. Durante unas fracciones de segundos, la energía electrostática acumulada en la nube se convierte en una descarga de energía electromagnética (el relámpago visible y la interferencia de ruido), energía acústica (trueno) y, finalmente, calor.

EL FENÓMENO RAYO se representa aleatoriamente entre nube-nube, nube-nave o nave-nube a partir de un potencial eléctrico (10/45 kV) entre dos puntos o zonas de influencias de diferente polaridad e igual potencial, es un fenómeno puramente eléctrico que se encarga de compensar las cargas.

LA DENSIDAD DE CARGA DEL RAYO es proporcional al tiempo de exposición de la saturación de carga electrostática de la zona expuesta por la nube (**sombra eléctrica**). A mayor densidad de carga de la nube, mayor inducción electrostática en la nave, y mayor probabilidad de generar un líder en las estructuras. **La diferencia de potencial** entre la nube y la nave facilita una transferencia de cargas en las zonas afectadas, y en función de la resistencia del aire o materiales expuestos, se representa en una **sombra cargada eléctricamente (Alta tensión)**.

EL EFECTO PUNTA puede ser estático en un punto, en movimiento en el mismo punto o viajar por el suelo y estructuras en función de la dirección y velocidad de la nube, el efecto del movimiento, causa la sensación de ver una corona o múltiples efectos puntas llamado entonces “**efecto corona o fuego de San Telmo**”, son diminutas chispas eléctricas que aparecen en la parte superior de los materiales, generalmente es de color verde-azul y con fuerte olor a ozono (ionización del aire), el efecto punta aparece siempre dentro de la sombra eléctrica y a partir de los 1.500 voltios.

LA INTENSIDAD DE LA DESCARGA DEL RAYO ES VARIABLE y dependerá del momento crítico de la ruptura dieléctrica del aire (resistencia variable) entre los dos puntos de transferencia de la carga así como la facilidad de transporte de la energía del medio (conductancia variable) y de la capacidad de absorción o disipación de la zona de impacto en tierra (resistencia Variable). Como media, se utiliza erróneamente el valor de 30.000 Amperios de intensidad del rayo, pero podemos afirmar que los valores actuales de media son más altos llegando a superar los 50.000 Amperios y rayos superiores a 350.000 Amperios.

LA TENSIÓN ELÉCTRICA, aparece durante el proceso de la descarga del rayo y su valor es proporcional a la resistencia de los conductores que transportan la corriente de la descarga del rayo, es decir: en función de la resistencia de los conductores eléctricos, estos se encargarán de llevar la corriente a tierra en más o menos tiempo, la corriente tendrá un freno o una aceleración a su paso a tierra (resistencia) y por ello aparecerá una tensión temporal (Voltios) como por ejemplo: la tierra, roca, madera, hierro, árbol, barco, depósito de gas, instalaciones de pararrayos, las puestas a tierra o las personas etc. .

EL SENTIDO DE LA DESCARGA DEL RAYO es, generalmente, un 80% de la nube al mar (rayos negativos), el 10 % son descargas ascendentes del mar a nube (rayos positivos) y el resto entre nube y nube o dentro de la misma nube. Las descargas de los rayos positivos suelen ser de más intensidad y más destructivos que los negativos por la destrucción de materiales de todo tipo además de equipos eléctricos y electrónicos.

REPERCUSIONES ELÉCTRICAS

DURANTE LA DESCARGA DEL RAYO en un mástil o pararrayos, se generan inducciones y acoplamientos que ponen en riesgo los equipos eléctricos, electrónicos y antenas. Cada impacto de rayo genera fenómenos eléctricos indirectos que destruyen nuestras instalaciones y las instalaciones de las naves cercanas, en un radio de acción proporcional a la intensidad de la descarga del rayo (valores superiores a 200.00 amperios). Los efectos eléctricos indirectos, puede alcanzar los 1.000 metros, el rayo aparece repetidamente durante las tormentas y con más intensidad y en los últimos años se detecta un aumento de la actividad de tormentas durante el año.

CARGAS ELECTROSTÁTICAS DURANTE LA FORMACIÓN DEL RAYO. (Chispas permanentes) En el momento de la presencia de la sombra eléctrica en la nave durante la tormenta, aparece un campo eléctrico presente de muy alta tensión, en ese momento se genera el efecto punta en la parte más alta de los mástiles “**efecto corona o fuego de San Telmo**”. Este efecto se transforma visualmente en chispas que salen de los materiales expuestos a la sombra eléctrica. En el caso de una antena las cargas electrostáticas generan interferencias y ruidos que se pueden acoplar en las líneas de datos o señales de TV y radio. Durante la aparición de este fenómeno, por el cable de las antenas pueden aparecer corrientes superiores a los 150 Amperios y averiar los equipos, en el caso de los pararrayos en punta, el fenómeno se representa más fácilmente, ya que el mismo pararrayos está excitando el campo electrostático para llamar el rayo.

PULSOS ELECTROSTÁTICOS (ESP). (Descargas eléctricas pequeñas que aparecen puntualmente). Los pulsos electrostáticos son transitorios atmosféricos y aparecen en los equipos electrónicos por la variación brusca del campo magnético en el aire, sus efectos se transforman en sobretensiones en equipos eléctricos y electrónicos por efecto de acoplamiento. Este fenómeno también afecta a todo aquel material o elemento que se encuentre suspendido en el aire referente a tierra dentro de la sombra eléctrica, el elemento se cargará con una tensión proporcional a su altura y el campo electrostático presente, como si de un condensador se tratara y generara una diferencia de potencial entre él y la tierra, eso se puede transformar en la aparición de chispas eléctricas entre diferentes metales o materiales dieléctricos.

Como referencia a 10 metros de altura, en las líneas de datos, telecomunicaciones o coaxial aislados de tierra, pueden padecer tensiones de 100 a 500.000 voltios con respecto al plano de masa o tierra.

PULSOS ELECTROMAGNÉTICOS (EMP). (Onda de radio de gran magnitud y energía). En el mismo instante del impacto de rayo en el mástil o pararrayos, el contacto físico de la energía del rayo en el punto de contacto, genera una chispa que se transforma en un pulso electromagnético que viaja por el aire, en el mismo instante la fuga de la corriente que circula por los conductores eléctricos a los electrodos de sacrificio o disipadores, genera una variación del campo magnético en su trayectoria desde el mástil o pararrayos a la toma de tierra, el valor es proporcional a la intensidad de la corriente de descarga del rayo, el fenómeno puede destruir la electrónica sensible a su paso.

La energía radiada en el aire por el pulso electromagnético, viaja a la velocidad de la luz induciendo por acoplamiento todo aquello que se encuentre a su paso, destruyendo nuestros componentes electrónicos y los de nuestro vecino, en un radio superior a 1.000 metros, llegando la señal radiada a más de 300 Km. de distancia. La intensidad del pulso electromagnético es variable en función de la intensidad de descarga del rayo y del punto de contacto físico con el elemento impactado, el tiempo de transferencia de la corriente a los electrodos y el nivel de absorción del agua, determinarán los valores eléctricos de acoplamiento en los equipos cercanos.

SOBRETENSIÓN Y TENSIONES DE PASO DURANTE EL IMPACTO DE RAYO.

Todos los fenómenos mencionados anteriormente, aparecen en microsegundos y en función de la energía/tiempo, la destrucción de los equipos será mayor o menor, podemos mencionar averías en equipos electrónicos por magnetización, es decir, la electrónica no tiene señales de destrucción pero el componente electrónico afectado está pegado internamente o picado, eso lleva a un comportamiento electrónico del equipo diferente a lo que fue diseñado y pierde su eficacia o proceso de trabajo, llegando por efecto domino a crear una avería superior hasta que actúa su protección interna.

Las consecuencias: destrucción de material y envejecimiento prematuro de los componentes electrónicos sensibles. Los equipos que no estén conectados a la misma toma de tierra o equipotencial, tendrán el riesgo de que les aparezcan arcos eléctricos que saltarán entre elementos de diferente composición durante el instante de la descarga del rayo.

CORRIENTES DE DE FUGA. En función de la intensidad de descarga del rayo, los electrodos de Zinc no llegan a disipar la totalidad de la energía descargada del rayo en menos de 1 segundo, generando retornos eléctricos por los cables de tierra al interior de la instalación eléctrica. Este fenómeno puede generar tensiones de paso peligrosas y explosiones en depósitos de combustible y perforación del casco.

Un fenómeno importante que repercute directamente en la vida útil de los electrodos, es su pérdida de iones en cada proceso de transferencia. Es decir cada impacto de rayo, genera una fuga brutal de corriente que pasa al mar por medio del electrodo de Zinc, en ese momento se crea un intercambio de iones o electrólisis natural entre el material del electrodo y el mar, el intercambio iónico brutal e instantáneo, reacciona con el entorno, creando una cristalización de los electrodos y de las sales del agua. Cada descarga de rayo, evapora una parte del agua y las sales se sedimentan en los electrodos, pudiendo generar incluso oxidación acelerada y perforación y picas en bolas de rodamientos de ejes.

El impacto de rayos directos sobre un mástil, genera una circulación brusca de corriente que puede superar los 200.000 amperios y aumentos críticos de temperatura de 8.000 grados y un brusco descenso posterior. Los dos efectos, pueden crear una modificación molecular del material que está construido el mástil, o elemento impactado. Algunos materiales, pueden padecer cristalización, llegando a modificar características mecánicas de resistencia como en el caso de la fibra de Carbono.

LOS EFECTOS DEL CAMPO ELÉCTRICO EN NUESTRO CUERPO.

EL CUERPO HUMANO ES UNA MÁQUINA BIOELÉCTRICA, polarizada eléctricamente y toda la actividad electromagnética del entorno nos afecta. Cada impacto de rayo genera una radiación o pulso electromagnético peligroso para las personas. Los campos electromagnéticos artificiales perturban el magnetismo natural terrestre y el cuerpo humano sufre cambios de sus ritmos biológicos normales pudiendo sucumbir a diferentes enfermedades. Estos fenómenos están en estudio, pues pueden afectar la membrana celular a partir de una gran exposición en corto tiempo; en función de la radiación absorbida, nuestros sistemas nervioso y cardiovascular pueden estar afectados. Hoy en día está comprobado que las corrientes eléctricas de baja frecuencia con densidades superiores a 10 mA/m² afectan al ser humano, no sólo al sistema nervioso sino también pueden producir extrasístoles.

Toda radiación superior a 0.4W/Kg. No podrá ser adsorbida correctamente por el cuerpo. El aumento repentino de 1 grado en el cuerpo puede producir efectos biológicos adversos, éste fenómeno puede ser representado por radiaciones de gigaherzios o microondas.

SIMULACIÓN DE UNA DESCARGA DE RAYO EN UNA EMBARCACIÓN, PARA DETERMINAR LOS VALORES ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN QUE APARECERÁN.

Durante la descarga del rayo, los 50.000 amperios, utilizan todas las estructuras metálicas como conductor para circular por ellas y poder llegar a disiparse en el agua, todos los elementos expuestos padecerán una circulación de electrones o ionización y un aumento de la temperatura, durante la descarga del rayo (milisegundos).

La tensión que aparecerá en la nave, será el resultado de aplicar la formula de la ley de ohm:

$E = I \times R$, donde (**I**) será el impacto del rayo de **50.000 amperios** en un pararrayos punta o un mástil.

R, será la resistencia eléctrica en ohmios entre el punto del impacto del rayo (elemento pararrayos o mástil) y el mar (electrodos de zinc o partes metálicas en contacto con el agua, el valor medio será de **10 ohmios**).

Corriente que circulará por la instalación (**R**) será de: **50.000 amperios**

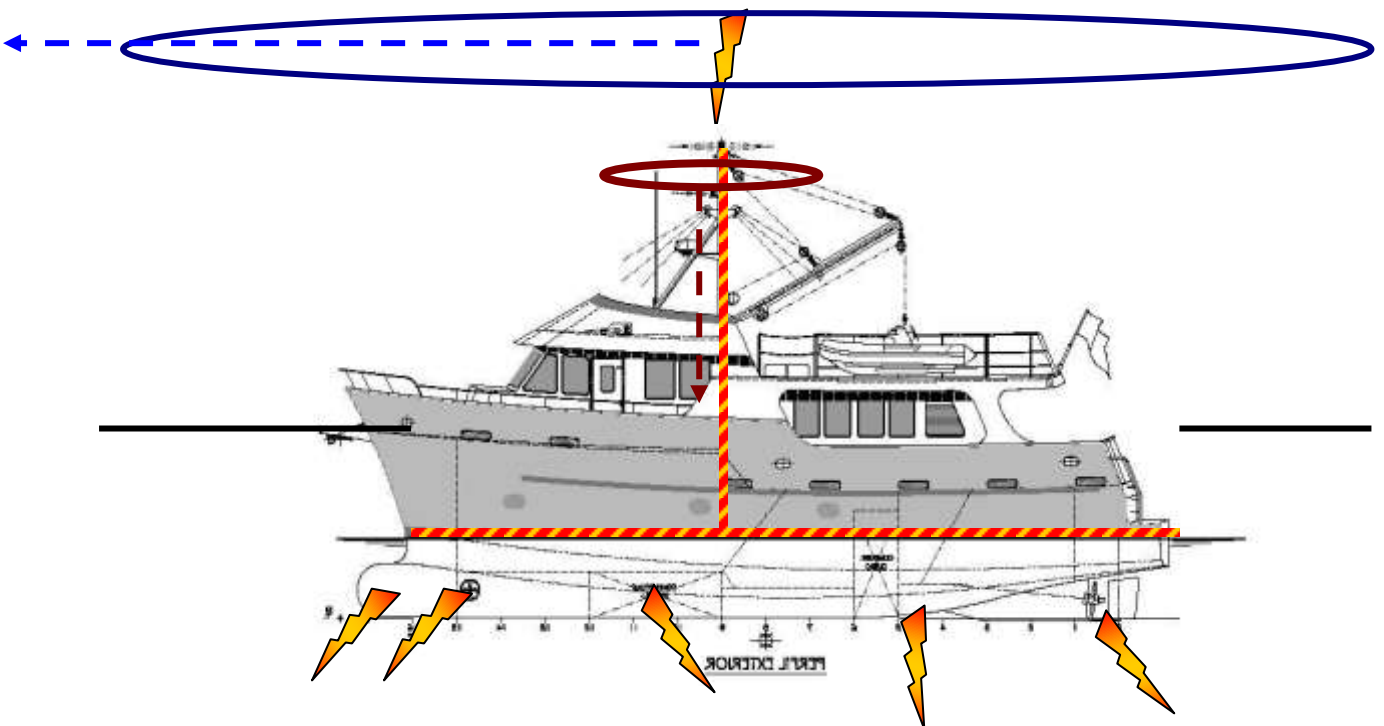
Tensión que aparecerá (**E**) = **500.000 Voltios**. (MUY ALTA TENSIÓN)

Tensión —

Amperios —

Pulso electromagnético —

Campo magnético variable —



Para la radiación generada en el aire (pulso electromagnético), la fórmula aplicada es:

$W = (I^2 \times R)$, siendo el pulso electromagnético que aparece de: **25.000.000 Kw**.

RIESGOS QUE APARECERÁN EN LA NAVE EN CASO DE IMPACTO DE RAYO:

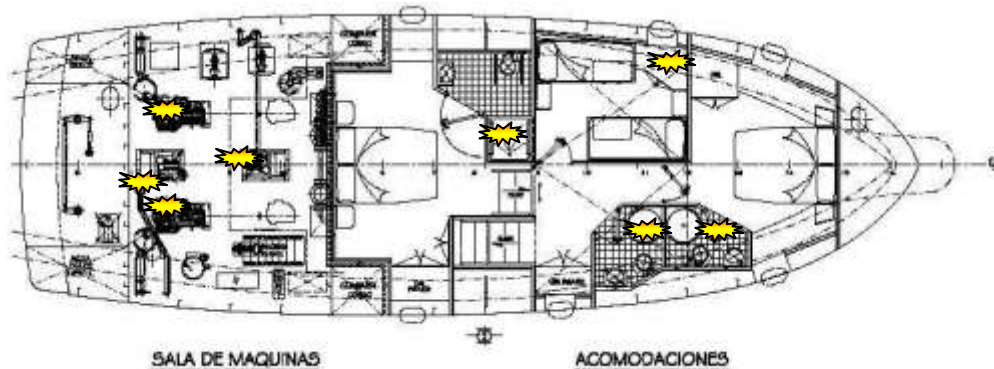
Los riesgos que las personas pueden padecer directamente o indirectamente serán:

- Electrocutión por choque eléctrico causado por contacto eléctrico con elementos metálicos.
- Quemaduras por choque eléctrico directo o por arco eléctrico indirecto.
- Traumatismos por caídas o golpes como consecuencia del agarrotamiento muscular del choque eléctrico leve o arco eléctrico.
- Muerte por Incendios o explosiones originados por diferentes efectos eléctricos directos o indirectos.

Los riesgos que pueden padecer las instalaciones directamente o indirectamente serán:

- Destrucción parcial de equipos electrónicos por arco eléctrico entre masas metálicas.
- Destrucción total de equipos electrónicos por alta tensión en el suministro.
- Destrucción parcial de equipos electrónicos por campos magnéticos variables.
- Destrucción total de equipos eléctricos y electrónicos por radiación de alta frecuencia.
- Incendio o explosión en la nave por destrucción de equipos electrónicos.
- Incendio o explosión de la nave por chispas entre diferentes metales.

Plano tipo



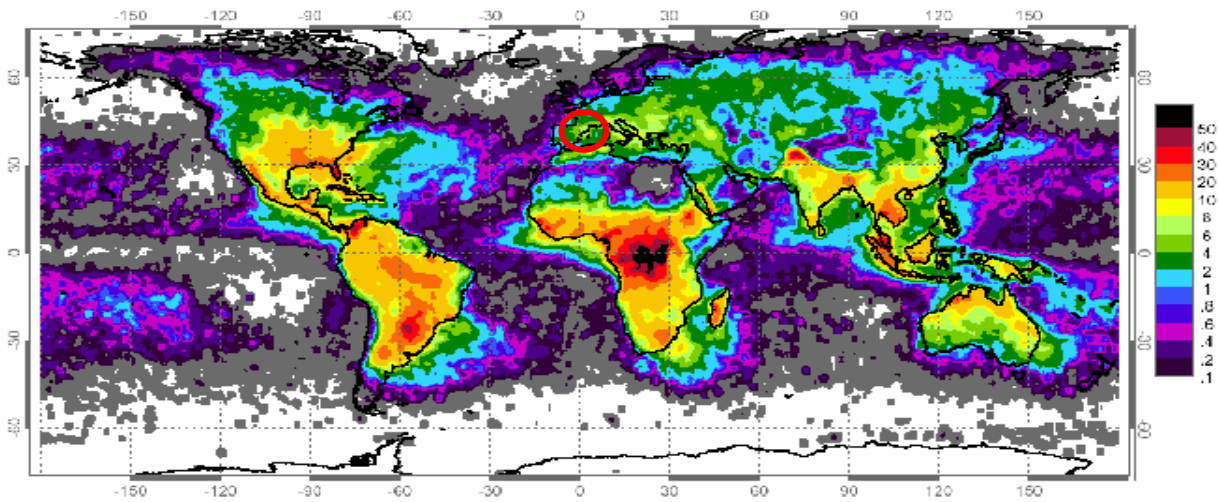
Dado que existe una gran variedad de modelos de embarcaciones y otras estructuras flotantes en el mar, que pueden estar en diferentes puntos de riesgo de impacto de rayo, sea en alta mar o en puerto, no se puede garantizar la trayectoria del impacto del rayo una vez formado, ni determinar la intensidad de descarga o de los daños que aparecerán; por ello es importante utilizar sistemas de protección alternativos como éste que proponemos, para evitar en lo posible el impacto directo del rayo en la nave, reduciendo así la circulación de corrientes peligrosas en las estructuras y eliminar la posibilidad de generar pulsos electromagnéticos en el ambiente que nos rodea y por ende no destruir equipos electrónicos propios o cercanos. Consideramos nave toda embarcación flotante incluyendo plantas petrolíferas.

DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE IMPACTOS DE RAYO:

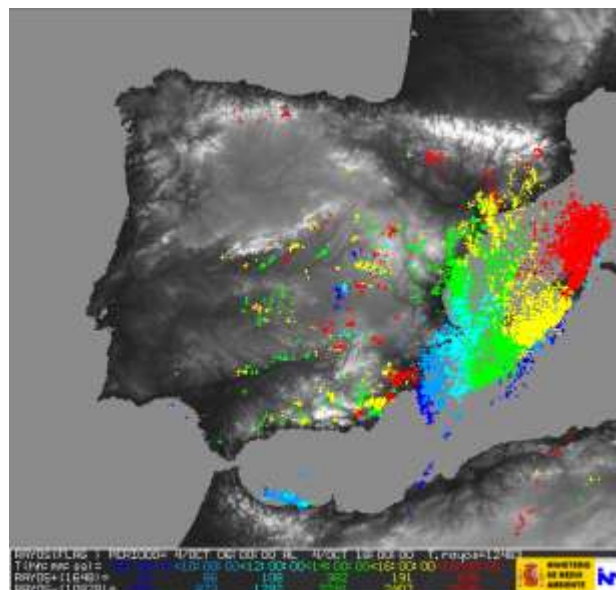
La densidad de impactos de rayo sobre el terreno define el riesgo real de impactos de rayos, y se expresa en número de rayos por km² según un estudio estadístico que determina las coordenadas de cada rayo y su identidad.

El mapa keráunico, determina un nivel teórico de riesgo de rayos en la zona de estudio, los valores son de referencia y nos orientarán a conocer la actividad teórica de rayos de la zona (mapa Keráunico determina los días de tormenta al año donde por lo menos aparece un rayo por Km. cuadrado).

MAPA DE KERÁUNICO MUNDIAL, los datos provienen del satélite de la Nasa y sólo detecta la actividad en tierra.



El mapa mundial de descarga de rayos sólo valora los impactos de rayos en tierra y no valora la incidencia de rayos en el mar, como ejemplo de que realmente existe una actividad alta de rayos en el mar, adjuntamos el mapa del INME, donde se refleja un día de tormenta en el Mediterráneo, el día 4 de octubre aparecieron 10.828 rayos negativos y 1.648 rayos positivos, siendo estos un 85 % en el mar.



ESTUDIO DE VALORACIÓN DEL RIESGO DE RAYOS EN UNA EMBARCACIÓN TIPO AMARRADA EN UN PUERTO:

Uso, características volumétricas, tipo de estructura y de cubierta son esenciales para conocer el riesgo eléctrico, de incendio o explosión, y utilizar o no diferentes tecnologías de prevención y protección del rayo para reducir o evitar la electrocución o muerte de las personas, destrucción de equipamiento radioeléctrico, incendio o explosión.

Es importante recordar, que toda estructura puede ser impactada por un rayo, aunque ésta sea de madera o de cristal.

B. TIPO DE INSTALACIÓN: BARCO.

- B-2- Tipo estructura : **METÁLICA**
- B-3- Tipo de cubierta: **MADERA**
- B-4- Existe riesgo eléctrico: **SÍ A PERSONAS E INSTALACIONES DE NAVEGACIÓN.**
- B-5- Productos o materiales que generen riesgo de incendio y explosión: **GASOIL Y MADERA.**
- B-6- Altura de las estructuras circundantes: **MAYOR**
- B-7- Número de estructuras circundantes: **ABUNDANTES.**
- B-8- Medidas totales de la estructura a proteger: **30 DE ESLORA, 7 DE MANGA Y 12 DE ALTURA.**
- B-9- Existen otras estructuras con riesgo de impacto de rayos en un radio de 300 metros: **SÍ, ABUNDANTES EMBARCACIONES EN EL PUERTO.**

C. HAY UN PARARRAYOS INSTALADO EN LA ACTUALIDAD:

- **SÍ**, la propias antenas y mástiles de los barcos y veleros hacen de pararrayos y excitan el campo eléctrico para ionizar el aire y llamar al rayo (efecto punta o efecto corona).

D. DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

D-1- Resistencia eléctrica de la puesta a tierra referente al mar:

5,72 ohmios tomando como referencia de electrodo principal el barco en puerto.

D-2- Existe equipotencial de tierras y masas metálicas:

- D-2-1- Tierras: **SÍ**
- D-2-2- Masas metálicas: **NO, EN ALGUNAS BARANDAS NO HAY CONEXIÓN A TIERRA.**

D-3- Existen protecciones eléctricas de sobretensión: **NO**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS.

Este estudio de riesgo se basa en las Ley 31/1995, del 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, del 10 de noviembre y el real Decreto RD 614/2001 del 8 de junio. BOE del 21 de junio sobre Disposiciones mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

El nivel de riesgo se estima en función de la **PROBABILIDAD** y de las **CONSECUENCIAS** esperadas de accidentes, en este caso de accidentes causados por los rayos en la instalación que queremos proteger, a partir del análisis de los datos recibidos, se simula el impacto de rayo y sus probables consecuencias.

ESTUDIO DE PROBABILIDAD DE ACCIDENTE

El nivel de probabilidad de que ocurra un accidente por causa de un rayo, se determina según los daños que éste puede ocasionar a las personas e instalaciones cuando aparezca:

Probabilidad	Accidente
- Alta (15)	el daño tendrá lugar siempre o casi siempre.
- Medio (10)	el daño tendrá lugar en algunas ocasiones.
- Baja (5)	el daño tendrá lugar raras veces.

ESTUDIO DE CONSECUENCIAS

La consecuencia del accidente dependerá de las partes del cuerpo afectadas y de la naturaleza del daño causada por el rayo en las personas, y del paro de la actividad laboral en la industria, siendo:

Ligeramente perjudicial (LP-5): se consideran daños superficiales (cortes, pequeños golpes...), molestias e irritación. Puede dar lugar a una baja por accidente o enfermedad no superior a 3 días.

En el caso de la instalación, destrucción de componentes o equipos que no significan el paro de la actividad laboral ocasional.

Perjudicial (P-10): incluye laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos y enfermedades que lleven a una incapacidad menor. Puede dar lugar a una baja por accidente o enfermedad con una duración de entre 3 y 30 días.

En el caso de la instalación, paro parcial o total de la industria que puede afectar a la actividad laboral temporal.

Extremadamente perjudicial (EP-15): incluye amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida. Puede dar lugar a una baja por accidente o enfermedad con una duración superior a 30 días.

En el caso de la instalación, incendio y explosión que puede afectar al paro definitivo de la actividad laboral.

DATOS ANALIZADOS

VALOR DE RIESGO

- **A. NIVEL KERÁUNICO E IMPACTOS DE RAYOS.**
- **B. INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA INSTALACIÓN.**
- **C. HAY UN PARARRAYOS INSTALADO EN LA ACTUALIDAD.**
- **D. DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

NIVEL DE RIESGO.

Según el estudio de riesgos que pudiese causar un rayo en las instalaciones analizadas y aplicadas a la prevención de riesgos laborales y disposiciones mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al riesgo eléctrico de rayo, determinamos que la instalación, tiene un nivel de riesgo de rayos:

Probabilidad de impacto de rayo; medio

Consecuencias: En caso de impacto directo del rayo en el barco las consecuencias serán Extremadamente perjudiciales, con una posibilidad alta de electrocución y destrucción de componentes eléctricos, incendio y explosión.

ACCIONES A REALIZAR

Una vez estimado el nivel de riesgo, se le deben asignar unas acciones correctivas de mejoras y de prevención contra el rayo, realizando una instalación de protección directa e indirecta del rayo, para reducir los riesgos eléctricos a personas e instalaciones.

A continuación proponemos una solución de prevención y protección para las personas e instalaciones, es una nueva tecnología que lleva 6 años en el mercado y basa su principio de protección en la transformación de las cargas electrostáticas presentes en las estructuras en una débil corriente que se fuga a tierra.

El resultado es una estructura protegida contra el fenómeno eléctrico del rayo, el efecto de desionizar la estructura, impide que ésta se ponga a un potencial igual que la nube y por efecto evita la iniozación y llamada del rayo. Una instalación protegida con esta tecnología, está garantizando que el rayo no aparezca en ella, reduciendo así los posibles efectos electromagnéticos al no aparecer la descarga del rayo en la posible zona de impacto.

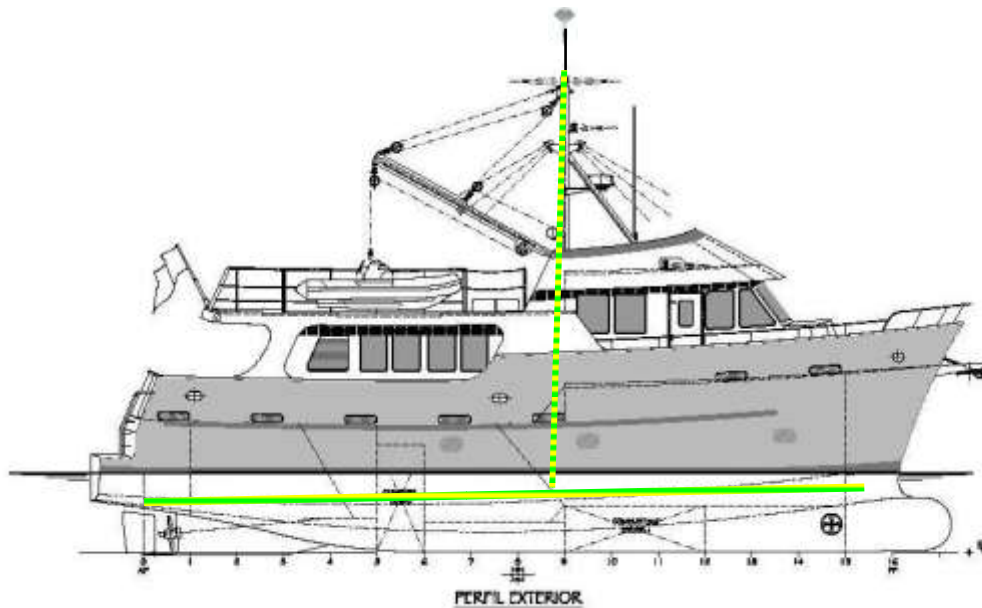
EL SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL RAYO.

Está compuesto por un PDCE-JÚNIOR (pararrayos desionizador de carga electrostática, modelo Júnior), unido por medio de un mástil al propio mástil de la nave y a la red de masas, conectado todo por medio de cables o platinas para garantizar un equipotencial cero y unido a los electrodos de ZINC o de descarga, la red de tierra conectada a masas, se efectúa por medio de cable de cobre con funda.

INSTALACIÓN TIPO:

• Situación del pararrayos PDCE-JUNIOR

Se preparará un soporte para adaptar el cabezal del pararrayos e instalarlo en el punto más alto de cada estructura a proteger, sobresaliendo de 1 metro por encima de cualquier equipo o antena existente (Ver simulación en fotos.), Para ello se adaptarán y reorganizarán las antenas y otros elementos, de tal forma que éstas estén en un plano inferior a 1 metro por debajo del PDCE-JUNIOR.



• El conductor eléctrico:

Para mejorar la conductividad eléctrica de todas las masas y estructura metálicas, se recomienda instalar 1 bajante de cable de tierra desde el pararrayos hasta el punto más cercano del mar y de una sección de como mínimo de 35mm en el bajante principal.

Para unir las masas metálicas de todo el barco y garantizar la continuidad eléctrica al plano de tierra, se efectuará un perimetral de cobre en todo el casco del barco, que unirá los electrodos de Zinc a la instalación eléctrica, se instalarán conexiones de malla o de cable de cobre con funda entre el bajante principal del pararrayos, en su trayectoria se unirá a las masas metálicas y tierras eléctricas cercanas pasando lo más verticalmente posible sin remotes.

- **Toma de tierra:**

Se conectará el bajante de tierra del pararrayos, el anillo equipotencial y todos los otros elementos metálicos al equipotencial de tierra que une los electrodos de sacrificio.

Una vez efectuada la instalación y valorada la correcta resistencia en ohmios de los electrodos de sacrificio referente al agua, si el valor resultante fuera superior a 10 ohmios en el Puerto, se tendría que ampliar la superficie de contacto de los electrodos referente al agua, aumentando el número de electrodos de sacrificio hasta estabilizar el valor a menos de 10 ohmios.

Se utilizará como tierra, la propia tierra del barco, en caso de conexión de la red eléctrica del puerto, el cable de la toma del puerto no conectará la tierra, y se tendrá que colocar un transformador separador antes de la conexión del barco, entre puerto y barco, el motivo es separar el neutro de puerto del neutro del barco y evitar diferencias de potencial, corrientes electrolíticas etc.

- **Protecciones de sobretensión.**

Para reducir daños a los equipos eléctricos, electrónicos y sobre todo de telecomunicaciones, se instalarán protectores de sobretensión de gas en cada elemento, entre fases, entre fases y masa, entre positivo y negativo etc. Los cables de antenas se protegerán referentes justo a la entrada del equipo electrónico. La conexión de red a tierra, tendrá que tener un protector de sobretensiones que derive las mismas que puedan proceder de la red eléctrica del puerto.

MANTENIMIENTO PARARRAYOS PDCE-JUNIOR, TOMA DE TIERRA Y ELECTRODOS DE SACRIFICIO.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Las instalaciones de pararrayos están diseñadas para un objetivo concreto, la protección de las personas, animales e instalaciones. Las necesidades técnicas y de funcionamiento de cada instalación, obligan a situar los pararrayos en puntos altos y colocar estos referentes a una buena toma de tierra. Cada instalación es un mundo diferente, e implica a utilizar diferentes accesorios para sujetar, conectar y realizar las instalaciones para cumplir el diseño, las instalaciones de pararrayos y cables, están expuesta a diferentes fenómenos meteorológicos y cambios climáticos permanentes durante cada año. Los materiales expuestos pueden sufrir deterioro involuntario por parte del fabricante, instalador o usuario, sea por la contaminación o por el esfuerzo mecánico.

Por ese motivo es de obligado cumplimiento efectuar una revisión periódica del conjunto de la instalación, para verificar su estado y la continuidad del buen funcionamiento de la protección de rayos para garantizar su eficacia de funcionamiento. El protocolo de mantenimiento será cumplido en su totalidad y rigurosamente en cada revisión anual; se efectuará para ello un informe de su procedimiento por el instalador oficial, según los documentos del fabricante. Cada informe de revisión será avalado con la firma del cliente, donde constarán las incidencias o averías si las hubiese.

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO.

El período de revisión: ANUAL

Procedimientos de mantenimiento:

Instalación de tierra y electrodos de sacrificio:

- Se procederá a efectuar diferentes medidas de la resistencia del conjunto puesta a tierra de la instalación, para tomar las medidas oportunas de mejora.
- Se procederá a verificar la continuidad de las conexiones eléctricas y su nivel de corrosión para tomar las medidas oportunas de corrección.

Conductores eléctricos:

- Se verificarán el nivel de corrosión o roturas de los soportes o grapas de los cables eléctricos, en caso de necesidad se cambiará por uno nuevo.
- Se verificará la continuidad y resistencia eléctrica entre la toma de tierra y el pararrayos y se tomarán medidas de corrección o cambio.

Mástil:

- Se revisará el estado de aguante mecánico de los soportes o fijaciones del mástil que soporta el pararrayos y se procederá a cambiar o mejorar en caso necesario.
- Se verificará la corrosión de los soportes o fijaciones para su limpieza y pintura.

Pararrayos:

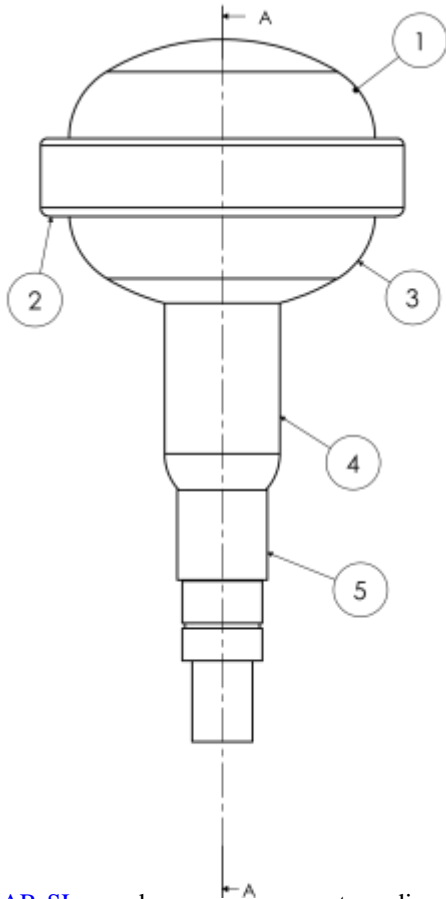
- Se verificará el estado de corrosión de las conexiones eléctricas del cable de tierra y del conjunto del pararrayos y se procederá a efectuar las mejoras necesarias.
- Se verificará el estado mecánico del pararrayos. En caso de rotura se comunicará al fabricante para la previsión de cambio estándar en garantía.

Ficha Técnica producto: PARARRAYOS JUNIOR

- **DEFINICIÓN:** Pararrayos Desionizador de Carga Electrostática, (PDCE), definido también como Sistema de Protección Contra el Rayo (SPCR), que utiliza como principio el de la transferencia de carga “CTS”, (siglas en inglés Charge Transfer System).
- **MODELO:** PDCE-JUNIOR.
- **MEDIDAS MÁXIMAS DE PROTECCIÓN ESTRUCTURAS:**
25 metros de radio según cada estudio de necesidades de protección del rayo.
- **TENSIÓN MÁXIMA DE TRABAJO SIN RAYOS:** 585.000 voltios a un metro.
- **EFICACIA DE PROTECCIÓN:** 95% de reducción de impactos de rayos directos en las estructuras protegidas. En caso de impacto de rayos (5%), el PDCE JUNIOR se comporta como un fusible térmico, absorbiendo parte de la energía del rayo en calor por fusión de sus componentes, reduciendo al mínimo los efectos electromagnéticos, en este caso INT AR SL, cubre sólo la reposición del pararrayos en garantía, (no la mano de obra).
- **APLICACIONES:**
Todo tipo de construcción o estructuras, en tierra o en el mar, incluyendo ambientes con riesgo de incendio o explosión.
- **MATERIALES QUE SE COMPONE:**
Aluminio, Metacrilato y Nylon. No contiene componentes electrónicos ni metales pesados ni radioactivos. Cumple las normativas RoHS.
- **PESO/MEDIDAS DEL PARARRAYOS:**
Peso: Pararrayos 4,316 Kg., caja 3,374 Kg., peso total embalaje + pararrayos 7,690 kg.
Medidas: Pararrayos 231 x 434 mm., embalaje 458x260 mm., fabricado en chapa de acero.
- **MARCAJE C€:**
Directivas 2001/95/CE (Seguridad de producto).
Directivas 92/31/CEE (Compatibilidad Electromagnética).
Directivas 73/23/CEE (Equipo de Baja Tensión).
- **CERTIFICACIONES Y NORMATIVAS:**
Producto certificado por BUREAU VERITAS Certification, nº ES011889.
Sistema de Gestión Integrado de calidad y medioambiental según las normas internacionales ISO 9001 e ISO 14001, aplicado a: diseño, comercialización, gestión, montaje y ensamblaje de pararrayos desionizantes y tomas de tierra inteligentes. Estudios de necesidades técnicas de acuerdo con la normativa de prevención de riesgos laborales.
Prevención de Riesgos laborales de acuerdo a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, BOE nº 269, de 10 de noviembre i el Real Decreto RD 614/2001 de 8 junio, BOE del 21 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
Compatibilidad Electromagnética de acuerdo a EN 61000-6-(1, 2, 3,4):2005, y desde EN 61000-4-2 a EN 61000-4-11, EN 55011 a EN 55015 y EN 55022. (Homologas a las normativas IEC).
Ensayos de comportamiento de clima extremos, según reglamento electrotécnico de baja tensión Ensayos Comparativos Alta Tensión entre una punta y el PDCE JUNIOR, aplicando la norma NFC-17102/UNE-21.186, donde la diferencia comparativa es que no aparecen descargas de rayos en el pararrayos PDCE JUNIOR superando los valores de 585.000 voltios y en una punta si aparecen rayos por debajo de valores de 525.000 voltios.
Normas de aplicación UNE/EN 62305 parte 1-2-3, con correspondencia a la normativa internacional IEC 62305/2006 parte 1-2-3.
- *ATEX, No aplica.*
- **FABRICADO Y PATENTADO POR:** INT, A.R., S.L.
- **MANTENIMIENTO:** Anual obligatorio, efectuado y certificado por el instalador oficial.
- **GARANTÍA DE PRODUCTO:** 2 AÑOS de garantía por defecto de fabricación

PLANO PARARRAYOS PDCE-JUNIOR

PIEZA	DENOMINACIÓN
1	Electrodo semiesférico superior
2	Aislador eléctrico
3	Electrodo semiesférico inferior
4	Embellecedor nylon
5	Eje mástil
UNIDAD	VALORES
Peso/Kg.	4,316
Medidas/mm	231 x 434



[INT AR SL](#), queda a su entera disposición para enviarle una oferta económica personalizada y para cualquier aclaración complementaria, gracias.

Ángel Rodríguez Montes
 Director Gerente

