FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

REPORTE FOTOGRAFICO OBRA

MALAGA

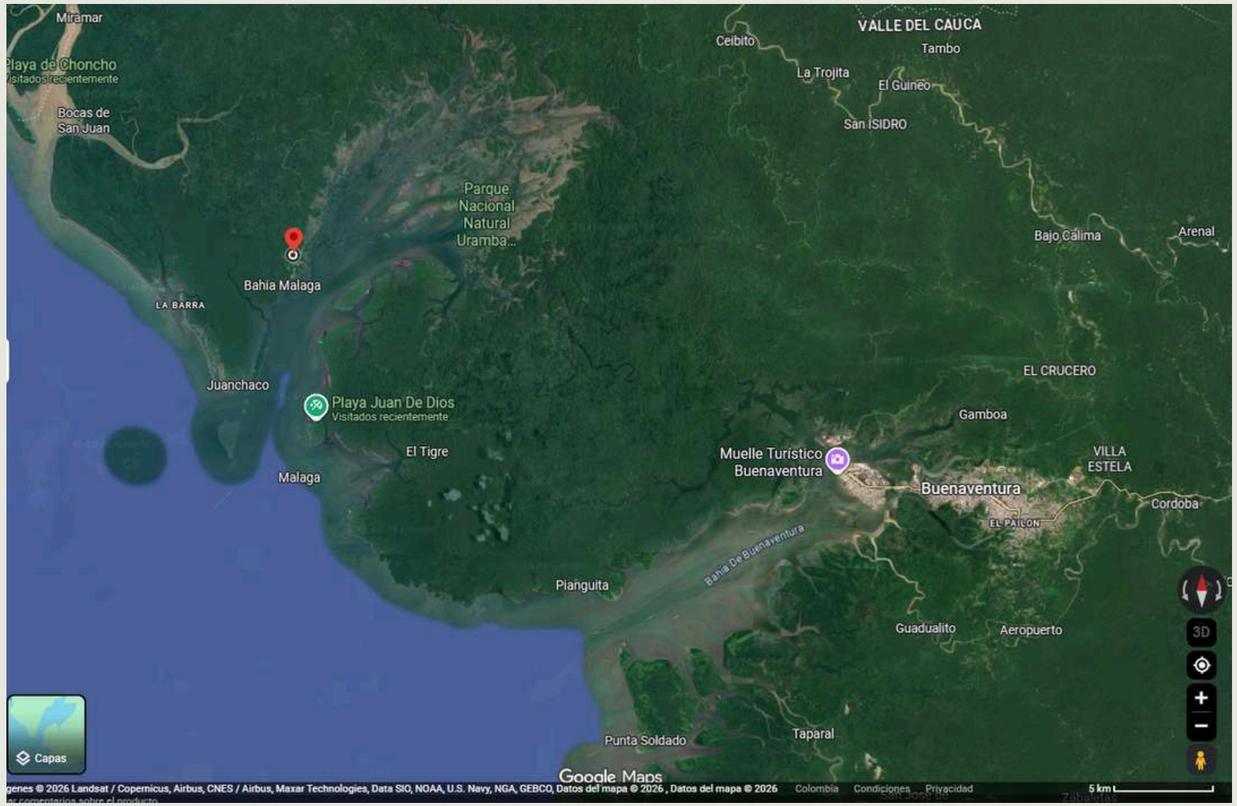


MALAGA-VALLE DEL CAUCA

01

INFORMACION DE SITIO.

BAHIA MALAGA-BUENAVENTURA
VALLE DEL CAUCA
Coordenadas: 3.9890833, -77.3285833





02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Excavación Cimentaciones (Mastil)







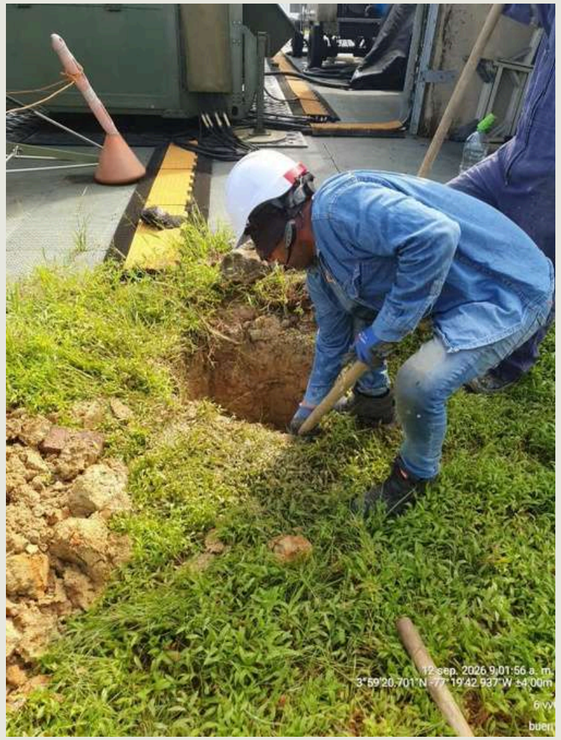


02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Cimentaciones (Anclaje)









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

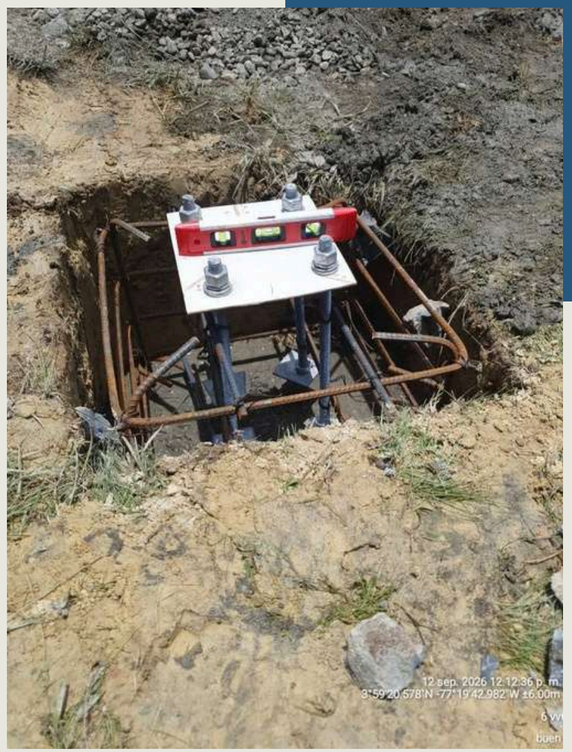
ACTIVIDAD

Cimentaciones (Mástil)

- Armado de hierro









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

Cimentaciones (Mástil)

- Fundición de base









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

Cimentaciones (Anclaje)

- Armado de hierro









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

Cimentaciones (Anclaje)









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Excavación Sistema Puesta Tierra
- Aplicación de Hidrosolta
- Unión Soldaruras extoermicas (cable electrodo)









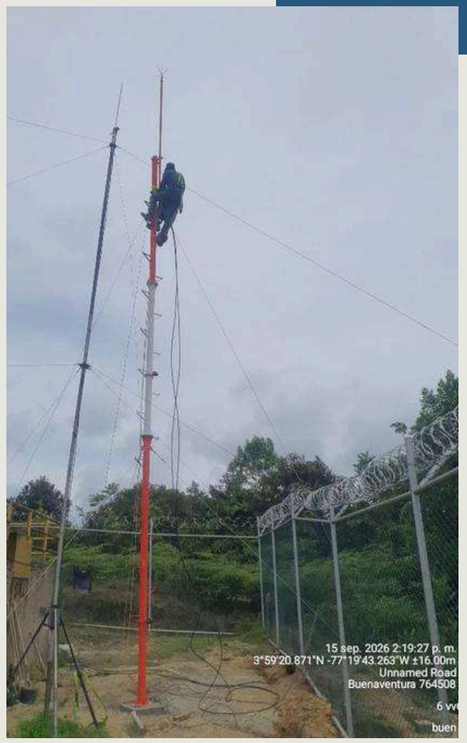
02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Izaje de mástil 10m
- Instalación de pararrayos









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Aterrizaje de mástil y Pararrayos
- Caja de inspección (2)
- Final de riendas.









02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Limpieza de sitio







02

REGISTROS FOTOGRÁFICO.

ACTIVIDAD

- Medidas de resistividad del terreno:
- pozos









02

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TELURÓMETRO



LABORATORIO CIENTÍFICO

NORMALIZACIÓN - ENSAYOS
CIENCIA Y METROLOGÍA

Certificado De Calibración

No. 2026 – 2029

NOMBRE	:	**INGENIERIA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES S.A.S**
DIRECCIÓN	:	CARRERA 80C Nº 24D - 36
CIUDAD	:	BOGOTA
INSTRUMENTO	:	MEDIDOR DE RESISTENCIA A TIERRA
TIPO	:	DIGITAL
FABRICANTE	:	METREL
MODELO	:	MI 3123
SERIE No.	:	S/N - 14150935
RANGO DE MEDICION	:	0Ω – 9999Ω
RESOLUCION	:	VARIABLE
MÉTODO DE ANALISIS	:	COMPARACION DIRECTA CON PATRON
FECHA DE RECEPCION	:	2026 - 07 - 23
FECHA DE CALIBRACION	:	2026 - 07 - 28
FECHA DE EMISION	:	2026 – 07 - 28
NÚMERO DE PÁGINAS	:	2 PAGINAS

CORDIALMENTE,

JORGE OCTAVIO AGUILAR
DIRECTOR METROLOGIA

ING. FERNEY CAICEDO SANCHEZ
DIRECTOR TECNICO

Calle 64F No. 73B - 05 • Bogotá, D.C. - COLOMBIA
Cels.: 315 900 0078 - 310 666 6183 - 301 699 0979 • Tels.Fijos: 601 534 10 63 - 601 252 1876
E-mail: comercial@casadelcontrolwisconsin.com - ventas@casadelcontrolwisconsin.com
logistica@casadelcontrolwisconsin.com • www.casadelcontrolwisconsin.com



LABORATORIO CIENTÍFICO

NORMALIZACIÓN - ENSAYOS
CIENCIA Y METROLOGÍA

Certificado De Calibración

No. 2026 – 2029

DATOS DE CALIBRACION

	PATRÓN	LECTURA No 1	INCERTIDUMBRE
No	**R(Ω)**	**R(Ω)**	**R(Ω)**
1	5.39	5.07	0.11
2	99.15	99.80	0.22
3	528.20	532.00	1.27
4	1027.30	1031.00	1.33
5	1806.00	1809.00	1.19

TRAZABILIDAD: Los patrones utilizados para la calibración de este instrumento están trazados con patrones nacionales de referencia en el **LABORATORIO DE METROLOGIA VARIABLES ELECTRICAS**
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA.
PATRÓN DE REFERENCIA No. 1

INSTRUMENTO	: MULTÍMETRO
TIPO	: DIGITAL
FABRICANTE	: FLUKE
MODELO	: 192B
SERIE	: S/N – DM 9360450
CERTIFICADO No	: CCEE-270-2024 DE 2024-10 -23

Los resultados del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del ente que lo emite. El presente certificado se realizó conforme a la norma **NTC - ISO/IEC 17025 - 2017.**

CONDICIONES AMBIENTALES
Temperatura ambiente : **22.5°C**
Humedad relativa : **55.7%hr**

Fin del documento.

Calle 64F No. 73B - 05 • Bogotá, D.C. - COLOMBIA
Cels.: 315 900 0078 - 310 666 6183 - 301 699 0979 • Tels.Fijos: 601 534 10 63 - 601 252 1876
E-mail: comercial@casadelcontrolwisconsin.com - ventas@casadelcontrolwisconsin.com
logistica@casadelcontrolwisconsin.com • www.casadelcontrolwisconsin.com

	FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA	CÓDIGO:	DE-DEAJU-FR-047
	FORMATO INFORME DE SUPERVISIÓN BIENES Y SERVICIOS EN GENERAL - CONTRATOS, CONVENIOS U ÓRDENES DE COMPRA	VERSIÓN No.	01
		VIGENCIA:	13-03-2026

1. DATOS GENERALES DEL CONTRATO O CONVENIO

Unidad y/o Dependencia	GRUPO DE APOYO LOGÍSTICO – EMAVI (EN LAS INSTALACIONES DE LA BASE NAVAL LOGÍSTICA NO 2 ARC – BAHIA MÁLAGA.)
Fecha del informe	Dia: 30 Mes: 09 Año: 2026
Tipo de informe	Parcial: Final: X
Periodo evaluado	Mes: SEPTIEMBRE Año: 2026
Número de Contrato	050-00-J-EMAVI-GRUAL-2026
Contratista/Cooperante	INGENIERIA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES S.A.S. (IESTEL S.A.S)
Objeto	ADQUISICIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS CON PUESTA A TIERRA Y MÁSTIL MÓVIL PARA LA EMAVI Y ZONAS DESCONCENTRADAS
Valor del Contrato	CIENTO ONCE MILLONES CUATROCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS DIEZ PESOS M.CTE ($111.418.510.)
Fecha Suscripción	Dia: 28 Mes: JULIO Año: 2026
Plazo de Ejecución	Dia: 30 Mes: SEPTIEMBRE Año: 2026
Forma de Pago	2.1 EL PRESENTE CONTRATO ESTÁ SUJETO A REGISTRO PRESUPUESTAL Y EL PAGO DE SU VALOR A LAS APROPIACIONES PRESUPUESTALES:

RECURSO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUMA DE VALOR TOTAL LINEA
10	02-01-01-004-006-02	APARATOS DE CONTROL ELÉCTRICO Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD Y SUS PARTES Y PIEZAS	$111.418.510
CDP 13826 21/05/2026		TOTAL	$111.418.510

2.2 EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL PAGARÁ AL CONTRATISTA EL VALOR DEL SE REALIZARÁ UN ÚNICO PAGO
POR EL VALOR DE CIENTO ONCE MILLONES CUATROCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS

DIEZ PESOS M.CTE ($111.418.510.), CON LA ENTREGA Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, PRESENTACIÓN DE LA FACTURA, ACTA DE RECIBO FINAL DEBIDAMENTE FIRMADA POR EL CONTRATISTA Y EL SUPERVISOR, Y DEMÁS TRÁMITES ADMINISTRATIVOS CORRESPONDIENTES. CON CARGO AL PAC DE NOVIEMBRE DE 2026. CON CORTE 30/09/2026

No	FECHA DE CORTE DE FACTURACION	MES DE PAGO	VALOR
1.	SEP- 30 - 2026	PAC NOVIEMBRE 2026	DE ACUERDO CON FACTURACIÓN Y RECIBO A SATISFACCIÓN POR PARTE DEL SUPERVISOR A LA FECHA DE CORTE

2. CUMPLIMIENTO CONDICIONES INICIO EJECUCIÓN CONTRATO O CONVENIO

Registro Presupuestal	No.: 178326 Dia: 29 Mes: 07 Año: 2026
Oficio Aprobación Vigencias Futuras (si aplica)	No.: N/A Dia: N/A Mes: N/A Año: N/A
Registro Presupuestal VF	No.: Dia: Mes: Año:
Aprobación Garantía de Cumplimiento	Dia: 28 Mes: 07 Año: 2026
Aprobación Garantía RCE	Dia: 28 Mes: 07 Año: 2026
Aprobación - Otras Garantías (Póliza Aeronáutica, Póliza de Transporte)	Dia: N/A Mes: N/A Año: N/A
Acta de Inicio de Ejecución (si aplica)	Dia: 19 Mes: 08 Año: 2026

3. MODIFICATORIOS / SUSPENSIONES

Nota: NO APLICA.

PRIMER MODIFICATORIO	
Fecha firma Modificatorio	Dia: Mes: Año:
Objeto de la Modificación	
Valor Adicionado / reducción (Si aplica)	
Nuevo Valor Contrato	

Nuevo Plazo ejecución (Si aplica)	Dia: Mes: Año:
Registro Presupuestal Ajustado	No. Día: Mes: Año:
Aprobación Garantía Cumplimiento Modificatorio (si aplica)	Dia: Mes: Año:
Aprobatorio Garantía RCE Modificatorio (si aplica)	Dia: Mes: Año:
Aprobación - Otras Garantías	Dia: Mes: Año:

PRIMERA SUSPENSIÓN	
Fecha firma	Día: Mes: Año:
Objeto de la Suspensión	(N/A)
Reinicio	Día: Mes: Año:
Observaciones	

4. PERSONAL REQUERIDO PARA LA EJECUCION DEL CONTRATO O CONVENIO (EXIGIDO EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	OTROS (TARJETA PROFESIONAL/TÍTULO PROFESIONAL O TÉCNICO)
HELMAN ORLANDO MOZO MOZO	ING CALCULISTA	15202132829BYC
ANGELMIRO SIERRA SIERRA	ING ELECTRICISTA	CN20538192
WILLIAM ARROBA GARZON	GERENTE DE PROYECTOS	CN206-42892
LUIS ALEJANDRO QUILINDO	TECNICO	TECNICO
VICTOR ALFONSO CORTES	JEFE DE OPERACIONES	TECNOLOGO ELECTRONICO EN TELECOMUNICACIONES
RICARDO BULLA SANCHEZ	ING SG-SST	ING AMBIENTAL ESPECIALISTA EN GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
JOSE HAIR PENAGOS	TECNICO INSTALADOR	TECNICO INSTALADOR
EDWIN CARDENAS BARRETO	TECNICO INSTALADOR	TECNICO INSTALADOR

5. ESTADO DE EJECUCIÓN (PLAZO VS CUMPLIMIENTO)

Durante el mes de septiembre de 2026 el contratista ejecutó la totalidad del objeto contractual en la Base Naval Logística No. 2 ARC – Bahía Málaga (Radar FAC): cimentaciones del mástil y de los anclajes, construcción del sistema de puesta a tierra, izaje del mástil de 10 m, instalación del pararrayos, bajantes, cajas de inspección y riendas, y las pruebas y mediciones del sistema.

El 02 de septiembre de 2026 se midió la resistividad del terreno por el método de Wenner (promedio 323,8 Ω·m). El 16 de septiembre de 2026 se midió la resistencia final de puesta a tierra, con un resultado de 0,20 – 0,21 Ω, inferior al valor de diseño (4,8 Ω) y al máximo de 5 Ω.

El 21 de septiembre de 2026 el contratista realizó la capacitación de 4 horas sobre el Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas al personal designado por la FAC (10 asistentes, modalidad virtual) y entregó la documentación técnica exigida en el anexo técnico.

El 30 de septiembre de 2026 se suscribió el acta de recibo a satisfacción total. El objeto contractual se ejecutó dentro del plazo pactado (30/09/2026), con un avance físico del 100 %.

Avance Físico	[100] %
Avance en Tiempo	[100] %
Estado del Contrato	En ejecución: Ejecutado: X Suspendido:
Cumplimiento general	Sí X No

6. ESTADO FINANCIERO

Valor del Contrato	$[CIENTO ONCE MILLONES CUATROCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS DIEZ PESOS M.CTE ($111.418.510.)]
Valor y Porcentaje de Pagos realizados	$[0] ([0] %)
Valor y Porcentaje de Pagos pendientes de realizar	$[111.418.510] ([100] %)

Pago No.	Fecha Acta Recibo a Satisfacción	No Factura y Fecha	Valor Tramitado	No Orden de Pago y fecha	Valor Pagado
1	30/09/2026	Factura electrónica No. IET-338	$111.418.510 (en trámite – PAC noviembre 2026)	Pendiente	$0
2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
				Total Pagos	$0

ANEXOS SOPORTES DEL PAGO O PAGOS REALIZADOS DENTRO DEL PERIODO ANALIZADO EN EL PRESENTE INFORME DE SUPERVISIÓN (SOPORTES DE LA FACTURACIÓN).

7. CUMPLIMIENTO CONTRACTUAL (Contratista / Entidad)

1. El contratista mantuvo vigentes las garantías de cumplimiento y de responsabilidad civil extracontractual aprobadas en SECOP II.
2. El contratista aportó el personal técnico y profesional exigido en las especificaciones técnicas (ver tabla de personal).
3. El contratista suministró, instaló y puso en funcionamiento el sistema de protección contra rayos (SIPRA nivel I) con puesta a tierra y mástil móvil, conforme al anexo técnico.
4. El contratista entregó la memoria de cálculo, los planos, los certificados de calidad y fichas técnicas de los materiales, el informe de medición de puesta a tierra (Ing. Electricista Angelmiro Sierra Sierra, MP CN205-38192), el informe final con registro fotográfico y el manual de operación y mantenimiento.
5. El contratista realizó la capacitación mínima de 4 horas al personal FAC exigida en el anexo técnico (acta del 21/09/2026).

Se adjuntan: acta de recibo a satisfacción, acta de capacitación, informe final, informe de medición de puesta a tierra, manual de operación y mantenimiento, y certificados y fichas técnicas de los materiales.

Objeto contractual	Cumple: X No cumple: No aplica:
Cronograma (Adjuntar)	Cumple: No cumple: No aplica: X
Especificaciones técnicas	Cumple: X No cumple: No aplica:

Pólizas vigentes y aprobadas en la Plataforma SECOP II	Cumple: X No cumple: No aplica:
Obligaciones contractuales generales y especificas	Cumple: X No cumple: No aplica:
Clausula Catalogación	Cumple: No cumple: No aplica: X
Clausula Offset	Cumple: No cumple: No aplica:X
Cargue facturas en Plataforma SECOP II	Cumple: No cumple: No aplica: PENDIENTE
Otras obligaciones de ejecución (ponderables, entregables etc.).	Cumple: X No cumple: No aplica:
Acta de Liquidación o Constancia de No Liquidación	Cumple: No cumple: No aplica: X
Otros	Cargue de la factura en SECOP II pendiente a la fecha del informe; corte de facturación 30/09/2026 (cláusula 2.2).

7.1.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS E INFORME DE TRABAJOS REALIZADOS POR EL CONTRATISTA DENTRO DEL PERIODO ANALIZADO EN EL PRESENTE INFORME DE SUPERVISIÓN

Durante septiembre de 2026 el contratista ejecutó en sitio: (1) excavación, armado de hierro y fundición de las cimentaciones del mástil y de los anclajes de las riendas; (2) excavación del sistema de puesta a tierra, instalación de la malla de 9 × 5 m en cable de cobre 2/0 con seis electrodos de 5/8" × 2,44 m, aplicación de suelo artificial (Hidrosolta) y uniones con soldadura exotérmica; (3) izaje del mástil galvanizado de 10 m e instalación del pararrayos Franklin y de dos bajantes en cable de cobre 2/0 AWG sobre aisladores; (4) instalación de dos cajas de inspección y de las riendas; (5) limpieza del sitio.

Además, realizó las mediciones de resistividad (02/09/2026) y de resistencia final de puesta a tierra (0,20 – 0,21 Ω, 16/09/2026) con telurómetro calibrado, la capacitación al personal FAC (21/09/2026) y la entrega de la documentación técnica. El supervisor verificó el cumplimiento del anexo técnico y el 30/09/2026 se suscribió el acta de recibo a satisfacción total.

INFORME SOBRE EL DESARROLLO Y CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES CONVENIDAS		
OBLIGACIONES CONVENIDAS	**CUMPLIMIENTO**	**OBSERVACIONES DEL SUPERVISOR**
Suministro, instalación y puesta en funcionamiento del SIPRA con puesta a tierra y mástil móvil	SI	Instalado en la Base Naval Bahía Málaga (Radar FAC). Recibo a satisfacción del 30/09/2026.
Pruebas y mediciones de puesta a tierra y continuidad	SI	Resistencia final 0,20 – 0,21 Ω con telurómetro calibrado.
Documentación y entregables del anexo técnico	SI	Memoria, planos, certificados, informe de mediciones, registro fotográfico y manual entregados.
Capacitación mínima de 4 horas	SI	21/09/2026, 10 asistentes.
Garantías de cumplimiento y RCE	SI	Vigentes y aprobadas en SECOP II.
Pago de parafiscales	SI	Corte 30/09/2026
Cargue de factura en SECOP II	SI	Corte de facturación 30/09/2026.

7.1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE TRABAJOS PENDIENTES Y OBSERVACIONES

1. Pendiente la presentación de la factura electrónica y su cargue en SECOP II por parte del contratista (corte de facturación 30/09/2026), junto con la certificación de aportes a seguridad social y parafiscales, para tramitar el pago único de $111.418.510 con cargo al PAC de noviembre de 2026. Pendiente el ingreso del bien a almacén (SAP). Se solicitará al contratista ajustar el informe de medición de puesta a tierra: identificar como cliente al MDN – FAC – EMAVI, incluir la firma del profesional en los resultados y aportar el certificado COPNIA vigente.

8. INCUMPLIMIENTOS / NOVEDADES (Contratista / Entidad)

N/A

Contratista	Sí: ___No: X
Entidad	Sí: ___No: X

Observaciones: N/A

9. SEGUIMIENTO A RIESGOS (MATRIZ)

N/A

¿Riesgos materializados?	Sí: No: X
¿Posible materialización de riesgos?	Sí: No: X

Observaciones: N/A

10. DATOS DESTINO FINAL DE LOS BIENES Y /O SERVICIOS OBJETO DEL CONTRATO O CONVENIO

Ingreso a Almacén	Sí No X
No. soporte y fecha (SAP)	No. soporte _____Fecha Dia: ___ Mes: ___ Año: ____
Dependencia destino final del bien o servicio	Base Naval logística No 2 ARC Malaga (Radar FAC)
Observaciones	Sistema instalado y en funcionamiento, protegiendo el radar FAC. Manual de operación y mantenimiento entregado a la unidad.

11. CONCLUSIÓN EJECUTIVA

Informe final: Durante el mes de septiembre de 2026 el contratista IESTEL S.A.S. ejecutó el 100 % del objeto contractual dentro del plazo pactado. El sistema de protección contra rayos con puesta a tierra y mástil móvil quedó instalado y en funcionamiento en la Base Naval Logística No. 2 ARC – Bahía Málaga (Radar FAC), con una resistencia de puesta a tierra de 0,20 – 0,21 Ω. Se realizó la capacitación al personal FAC y se entregó la documentación técnica. El 30 de septiembre de 2026 se suscribió el acta de recibo a satisfacción total. No se presentaron incumplimientos ni riesgos materializados. Se recibio la factura electrónica para tramitar el pago único de $111.418.510 con cargo al PAC de noviembre de 2026.

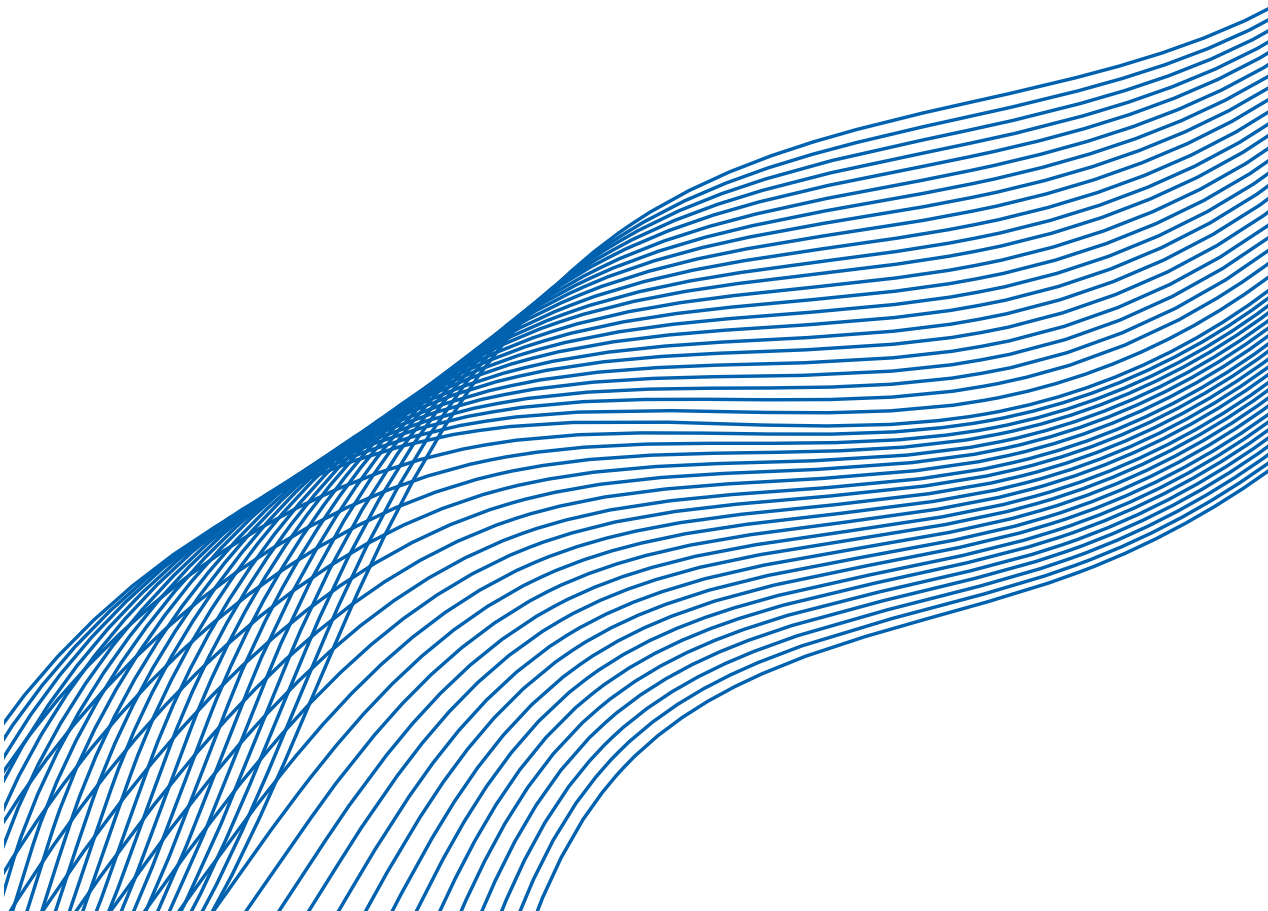
12. FIRMA (S)

	FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA	CÓDIGO:	DE-DEAJU-FR-047
	FORMATO INFORME DE SUPERVISIÓN BIENES Y SERVICIOS EN GENERAL - CONTRATOS, CONVENIOS U ÓRDENES DE COMPRA	VERSIÓN No.	01
		VIGENCIA:	13-03-2026

Nombre del Supervisor	T2. AGREDO RAVELO VICTOR MANUEL Principal	**C.C.** 1.052.313.170
Acto Administrativo Nombramiento	Resolución No. 001 del 21 de Mayo de 2026	
Acta entrega fecha	N/A	
Tipo Novedad	N/A	
Dependencia:	GRUPO DE APOYO LOGISTICO / ESCUADRÓN TELEMATICA	
Firma		

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

AÑO 2026



INFORMACION Y CONTROL DEL DOCUMENTO

01 CONTROL DEL DOCUMENTO

Documento	Manual de operación y mantenimiento
Versión	1
Año	2026
Elaboró	IESTEL S.A.S.
Revisó	Ing. Angelmiro Sierra Sierra – Matrícula CN205-38192
Aprobó	Ing. Angelmiro Sierra Sierra – Matrícula CN205-38192

SIC ITUR AD ASTRA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

ESTRUCTURA DEL MANUAL

01 OBJETIVO Y ALCANCE

02 SISTEMA DE PUESTA TIERRA
PROCEDIMENTO DE MANTENIMIENTO

03 SISTEMA DE PARARRAYOS
PROCEDIMENTO DE MANTENIMIENTO

04 MASTIL
PROCEDIMENTO DE MANTENIMIENTO

05 CALENDARIO DE INSPECCION

06 REGISTRO MANTENIMIENTO O
INSPECCION

07 DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACION
DEL MASTIL MOVIL

08 GARANTIA Y CONTACTO

09 DOCUMENTOS

01

OBJETIVO

- Establecer una guía para la inspección y el mantenimiento de los componentes del sistema de protección contra rayos y puesta a tierra contemplados en este documento.

ALCANCE

- Medición de la puesta a tierra y revisión de las cajas de inspección. Inspección de las líneas que bajan del pararrayos y sus conexiones.
- Inspección visual del pararrayos y sus componentes visibles.
- Inspección del mástil, soportería, riendas, tensores y cimentación.
- Aplicación de las frecuencias de inspección indicadas en el documento.

COMPONENTES CONTEMPLADOS

- El manual aborda el sistema de puesta a tierra, el pararrayos y el mástil, de acuerdo con los procedimientos y actividades definidos en la información base.

02

ACTIVIDADES INSPECCION SISTEMA DE TIERRA

- Medición cada 2 años de la resistividad que cumpla segun las normas de telecomunicaciones la cual no supere a 5Ω.



- Inspección en caja principal en la cual se encuentran conectadas las dos líneas que bajan del pararrayos verificar que no se encuentren con corrosion ni sueltas (que no hayan sido afectadas por una descarga atmosférica).



- Inspección en caja secundaria se verifica que el electrodo no tenga corrosión y de igual forma el cable de cobre 2/0 se encuentre bien adherido a dicho electrodo y no haya sulfatacion.



02

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

2.1 CAJA PRINICIPAL

Verificar que las dos bajantes lleguen conectadas, sin corrosión, sin sulfatación y sin conexiones sueltas o afectadas por una descarga.

2.2 CAJA SECUNDARIA

Verificar que el electrodo no tenga corrosión y que el cable 2/0 siga bien adherido a él mediante la soldadura exotérmica.

2.3 SOLDADURAS EXOTERMICAS VISIBLES

Deben tener superficie lisa, sin poros grandes, grietas ni desprendimientos

2.4 CAJAS DE INSPECCCION

Tapa completa y asegurada con sus tornillos, cuerpo sin rupturas, interior sin agua estancada, basura ni vegetación.

03

ACTIVIDADES INSPECCION PARARRAYOS

- Tener en cuenta al momento de una descarga electrica fuerte una vez esta finalice realizar una inspeccion visual de que el pararrayos y sus lineas que van hacia la caja principal de inspeccion no haya sufrido daños los cuales pueden ser fisicos como afectaciones en las soldaduras exotermicas de las lineas que llegan al anillo de tierra.







03

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

3.1 Verificar visualmente con binoculares que la punta y las astas laterales estén completas, rectas y sin marcas de fusión.

3.2 Comprobar que la punta esté firme en el soporte superior del mástil y que la unión con las bajantes esté completa.

3.3 Registrar cualquier señal de impacto: puntas fundidas, decoloración o conductores ennegrecidos.

3.4 Recorrer las dos bajantes en toda su longitud: el aislamiento no debe estar cortado, quemado ni cristalizado por el sol.

3.5 Verificar que todos los aisladores tipo carrete estén completos, sin fisuras y con el cable asentado.

3.6 Comprobar que las bajantes no tengan curvas cerradas ni empalmes nuevos y que la protección mecánica en los tramos bajos esté completa.

04

ACTIVIDADES INSPECCION MASTIL

- Realizar inspeccion visual del mastil anual para evidenciar:
  - Corrosion en estructuras (mastil y soporteria)
  - Estado de pintura Estado de riendas, tensores y perros
  - Cimentacion







04

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

4.1 Revisar la corrosión del mástil, las uniones entre tramos, la placa base y la tornillería. El galvanizado debe estar continuo.

4.2 Verificar la verticalidad del mástil a simple vista desde dos direcciones perpendiculares.

4.3 Revisar las riendas: sin hilos rotos, sin corrosión y con tensión similar en las tres; los tensores con su seguro y los perros (grapas) completos y apretados.

4.4 Inspeccionar los dados de concreto del mástil y de los anclajes: sin fisuras, sin socavación del terreno y sin corrosión en los pernos.

05

CALENDARIO DE INSPECCION

5.1 ANUAL

Inspección visual verificación general del estado de conductores, conexiones y estructuras

5.2 CADA 2 AÑOS

Inspección completa Medición de resistencia de puesta a tierra y continuidad eléctrica

5.3 EXTRAORDINARIA

Tras un evento de rayo inspección inmediata tras una descarga detectada o daño visible



06

REGISTRO MANTENIMIENTO O INSPECCION

Fecha / hora	
Tipo	☐ Semestral ☐ Anual ☐ Bienal (con medición) ☐ Extraordinaria ☐ Correctiva
Responsable (grado y nombre)	
Condiciones climáticas / terreno	

Elemento	Bien	Falla	Observaciones
Pararrayos (puntas, fijación)	☐	☐	
Soporte superior y unión con bajantes	☐	☐	
Bajante 1 (aislamiento y aisladores)	☐	☐	
Bajante 2 (aislamiento y aisladores)	☐	☐	
Mástil (corrosión, pintura, verticalidad)	☐	☐	
Riendas, tensores y perros	☐	☐	
Dados de mástil y anclajes	☐	☐	
Caja de inspección principal	☐	☐	
Caja de inspección secundaria	☐	☐	
Soldaduras exotérmicas visibles	☐	☐	
Terreno sobre la malla	☐	☐	

Resistencia de puesta a tierra (Ω)	Línea base: 0,21 Ω Máximo: 5 Ω
Continuidad bajante 1 / bajante 2	
Equipo (marca, serie, calibración vigente hasta)	
Acciones realizadas / pendientes	
Firma del responsable	

SIC ITUR AD ASTRA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

El anexo técnico define el mástil como móvil porque se puede desmontar por secciones. No exige sistema hidráulico ni motorizado. Este capítulo reúne los requisitos del contrato, la memoria de cálculo del mástil D01626-MD01-R0 y buenas prácticas para estructuras arriostradas (ANSI/TIA-222) y trabajo en alturas (Resolución 4272 de 2021) [Ref. 7, 10, 11, 12]. Antes de aplicarlo, el contratista o un ingeniero estructural debe validarlo con las cargas y los detalles reales del mástil.



SIC ITUR AD ASTRA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.1 CUANDO SE DESMONTA EL MASTIL

- Mantenimiento mayor que no se puede hacer en altura: reemplazo de un tramo, de la tornillería de unión o del soporte superior del captador.
- Daño estructural: tramo deformado, corrosión con pérdida de sección o una cimentación que requiere reparación.
- Obras en el área del radar que obliguen a liberar el espacio del mástil o de las riendas.
- Traslado del sistema a otra ubicación

Importante: mientras el mástil esté desmontado, el radar queda sin protección contra rayos. La maniobra debe planearse para la menor duración posible, en la época de menor actividad eléctrica que indiquen los registros de la base, y con autorización del comandante de la unidad. Si la ausencia del sistema se va a prolongar, conviene evaluar un captador provisional conectado a la misma malla.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.2 REQUISITOS PREVIOS

Requisito	Detalle
Autorización	Orden de trabajo aprobada por la dependencia responsable del bien y comunicación al personal de operación del radar y a la Base Naval.
Permiso de trabajo en alturas	Obligatorio para trabajo a más de 2 m (Resolución 4272 de 2021, art. 15). Debe incluir los nombres de los trabajadores, la altura, los equipos, las medidas de prevención y protección y las firmas de autorización [Ref. 11].
Análisis de riesgos (ATS)	Riesgos a cubrir: caída de altura, caída de objetos, falla de la estructura durante la maniobra, atrapamiento, contacto eléctrico, descarga atmosférica y ambiente marino.

Requisito	Detalle
Plan de rescate	Procedimiento y equipo de rescate en alturas disponibles en el sitio antes de iniciar (Resolución 4272 de 2021, art. 26).
Condiciones del clima	Consultar el pronóstico. Trabajar solo sin tormenta, sin lluvia y con viento bajo. Suspender si se oye un trueno y esperar 30 minutos después del último [Ref. 9].
Documentación	Memoria D01626-MD01-R0, planos de localización y de puesta a tierra, este manual, la última medición de puesta a tierra y los datos de tensión de riendas de diseño.
Garantía	Durante la garantía (2 años) coordinar con el contratista antes de intervenir, para no perderla (sección 12).

7.3 PERSONAL Y FUNCIONES

Rol	Funciones en la maniobra
Supervisor FAC / responsable del bien	Autoriza, coordina con el radar y la Base, verifica el cumplimiento y firma el acta de desmontaje o reinstalación.
Coordinador de trabajo en alturas	Evalúa los riesgos, verifica los permisos y el equipo de protección contra caídas y puede suspender la tarea (Res. 4272 de 2021) [Ref. 11].
Persona calificada (ingeniero)	Aprueba los puntos de anclaje, la pluma o grúa y la secuencia de maniobra; valida la tensión de las riendas.
Trabajadores autorizados en alturas (mínimo 2)	Ejecutan el trabajo sobre el mástil con certificación vigente.
Aparejador (rigger) y ayudantes en tierra	Manejan cuerdas de guía, aparejos y señales; controlan el área.
Técnico electricista	Desconecta y reconecta el pararrayos y las bajantes, hace soldaduras exotérmicas y mide la resistencia y la continuidad.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.4 HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIALES

Grupo	Elementos
Izaje	Camión grúa o pluma (gin pole) certificada para el peso de los tramos; eslingas, grilletes y ganchos con seguro; cuerdas de guía (vientos de maniobra); diferencial o tirfor para tensar.
Riendas auxiliares	Tres riendas temporales con sus anclajes para sostener el mástil mientras se liberan las definitivas.
Herramienta mecánica	Llaves y dados para la tornillería del mástil y las placas, torquímetro, llaves para tensores, alicate y alambre de seguro.
Medición y verificación	Nivel, plomada o teodolito; tensiómetro o dinamómetro de riendas; telurómetro calibrado; multímetro o equipo de continuidad; medidor de espesor de recubrimiento.
Puesta a tierra	Kit de soldadura exotérmica (moldes para cable 2/0 y electrodo de 5/8", cartuchos, chispera), cepillo y cable de cobre 2/0 AWG de repuesto.
Repuestos y consumibles	Tornillería galvanizada o inoxidable, perros (grapas), guardacabos, tensores, aisladores tipo carrete ANSI 53-3, pintura Tower Paint para retoques.
Protección y señalización	Arneses, líneas de vida, eslingas con absorbedor, casco con barbuquejo, guantes, gafas; cinta y conos de señalización; soportes de madera para apoyar los tramos.

7.5 SECUENCIA DE DESMONTAJE

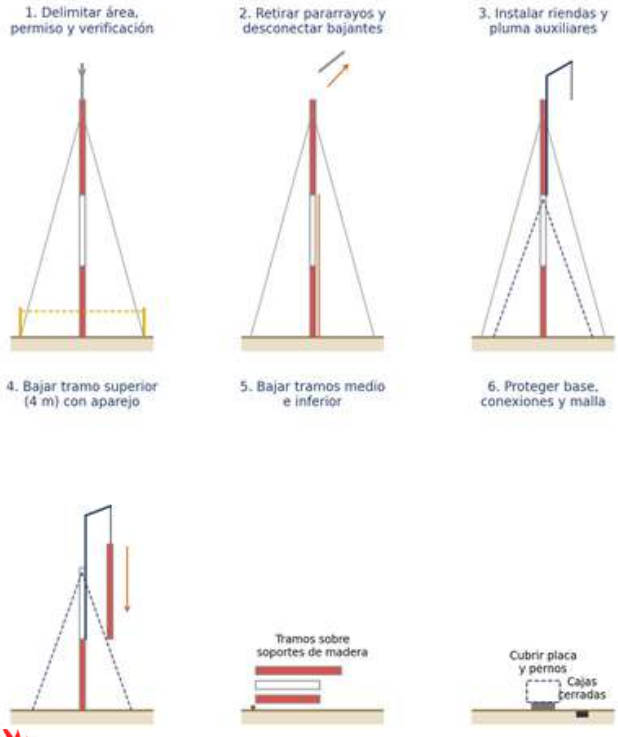
- Delimitar el área con un radio mayor que la altura total del conjunto (12,5 m) y controlar el acceso.
- Verificar el estado de los dados, los anclajes, los tensores y la base antes de subir. Si hay daño visible, detener y consultar a la persona calificada.
- Registrar la condición inicial: fotos, verticalidad y, si es posible, la tensión de cada rienda. Sirve para comparar al reinstalar.
- Desde la canasta o con posicionamiento en el mástil, retirar el pararrayos y el soporte superior. Bajarlos con cuerda, nunca dejarlos caer.
- Soltar las bajantes de los aisladores de arriba hacia abajo, sin cortarlas. Enrollarlas con radio amplio y proteger sus extremos. Si hay que cortar, dejarlo registrado para rehacer la unión con soldadura exotérmica.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.5 SECUENCIA DE DESMONTAJE

- Instalar la pluma o posicionar la grúa, e instalar las riendas auxiliares antes de liberar cualquier rienda definitiva.
- Aflojar los tensores de las riendas superiores de forma equilibrada (las tres a la vez, por etapas) y desconectarlas del mástil. Marcar cada rienda con su posición (A, B, C) y nivel.
- Enganchar el tramo superior (4 m), soltar la tornillería de la unión y bajarlo guiado con cuerdas. Apoyarlo sobre soportes de madera, sin arrastrarlo.
- Repetir con las riendas del nivel inferior y con los tramos medio e inferior, en ese orden.
- Guardar la tornillería por unión, en bolsas marcadas. No reutilizar pernos deformados o corroídos.
- Proteger la placa base, los pernos de anclaje y la conexión de la bajante a la malla contra golpes y corrosión. No desconectar la malla ni retirar electrodos.
- Cerrar las cajas de inspección y dejar el área limpia y señalizada.



07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.6 INSPECCION DE LOS COMPONENTES DESMONTADOS

Componente	Qué verificar	Rechazar o reparar si...
Tramos del mástil	Rectitud, soldaduras, espesor del galvanizado (comparar con 99–117 µm del certificado), corrosión interior y exterior	Hay deformación visible, fisuras en soldaduras o pérdida de sección por corrosión
Bridas y tornillería	Planitud de bridas, roscas, corrosión	Roscas dañadas, pernos doblados o con óxido rojo: reemplazar
Riendas	Hilos rotos, aplastamiento, corrosión, desgaste en guardacabos	Hilos rotos o corrosión con pérdida de sección: reemplazar la rienda completa

Componente	Qué verificar	Rechazar o reparar si...
Tensores, perros, guardacabos	Roscas, cuerpo, deformación	Deformación o corrosión: reemplazar
Pararrayos y soporte superior	Puntas, base, marcas de fusión	Puntas fundidas o dobladas: reemplazar
Bajantes y aisladores	Aislamiento, porcelana	Aislamiento dañado o porcelana rota: reemplazar

7.7 EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

- Transportar los tramos apoyados en toda su longitud, amarrados sin que las eslingas toquen el galvanizado directamente (usar protectores).
- Almacenar bajo techo, sobre soportes de madera separados del suelo, en un sitio seco y ventilado. En ambiente marino, lavar con agua dulce y secar antes de guardar.
- Guardar el pararrayos, los aisladores y la tornillería en cajas marcadas. Enrollar el cable en carretes o rollos con radio amplio.
- Llevar un inventario firmado de lo desmontado y almacenado.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

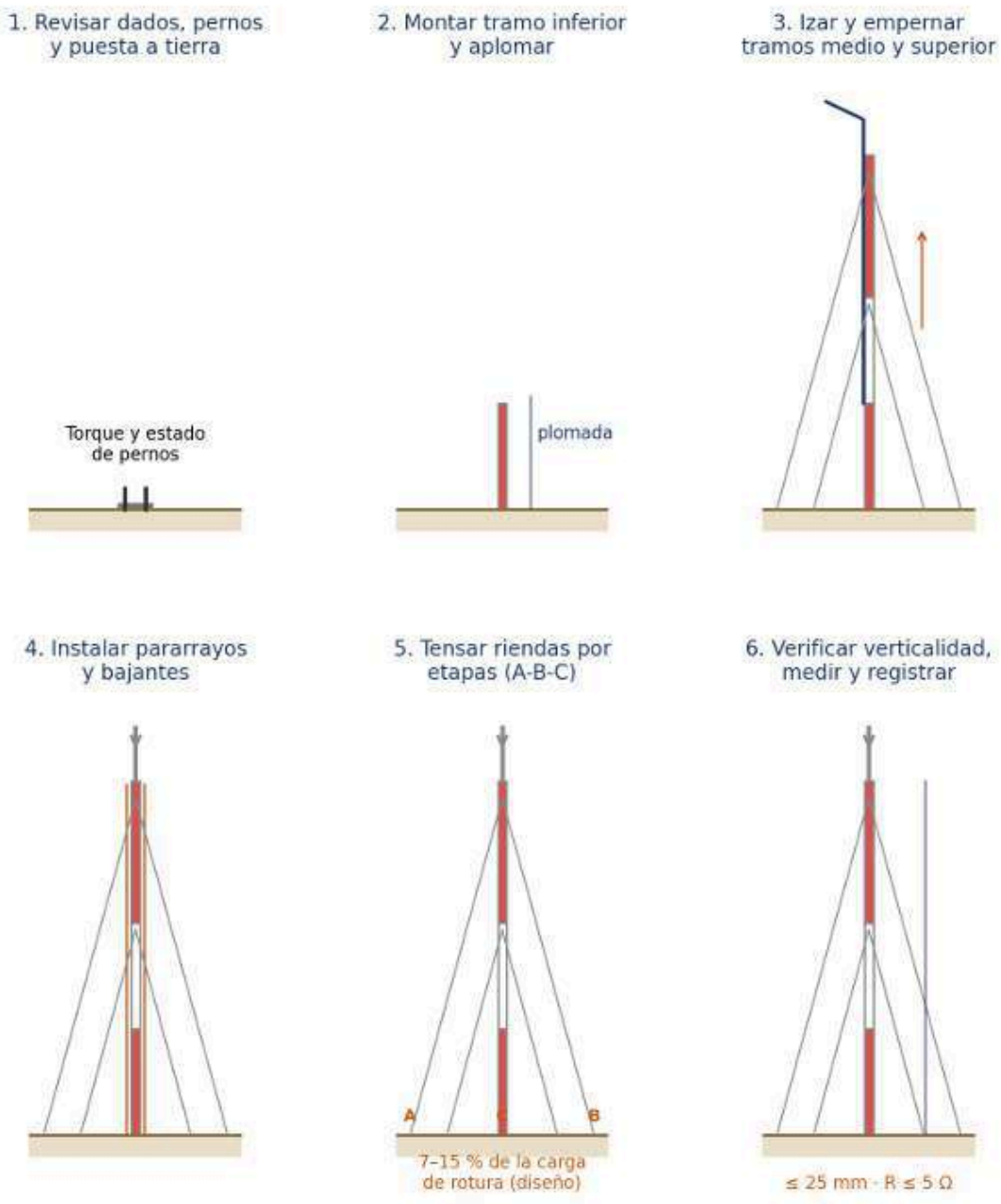
7.8 SECUENCIA DE REINSTALACION

Verificar los dados, los pernos de anclaje y la placa base.
Limpiar las roscas y retocar la corrosión.
Medir la resistencia de la malla antes de montar, para confirmar que la puesta a tierra no se afectó.
Montar el tramo inferior sobre la placa base, apretar la tornillería según la memoria de cálculo y aplomarlo.
Instalar las riendas auxiliares y luego izar el tramo medio.
Empernar, dar el torque especificado y colocar las riendas del nivel inferior con tensión inicial baja.
Izar el tramo superior, empernar e instalar las riendas superiores con tensión inicial baja.
Retirar las riendas auxiliares solo cuando las definitivas estén conectadas.
Instalar el soporte superior y el pararrayos. Tender las dos bajantes sobre los aisladores, sin curvas cerradas.
Conectar las bajantes a la malla en la caja principal con soldadura exotérmica.
Tensar las riendas por etapas y de forma equilibrada y verificar la verticalidad.
Colocar el alambre de seguro en los tensores y revisar que los perros estén completos y apretados.
Retocar con pintura los puntos de galvanizado dañados durante la maniobra.
Hacer las pruebas de puesta en servicio y firmar el acta.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.8 SECUENCIA DE REINSTALACION



07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.9 TENSADO DE LAS RIENDAS

- Usar la tensión inicial de diseño indicada por el fabricante o por la memoria de cálculo D01626 MD01-R0. Si no está especificada, pedirla al contratista antes de tensar.
- Como referencia, en estructuras arriostradas el diseñador fija normalmente la tensión inicial entre el 7 % y el 15 % de la carga de rotura del cable, y la tensión final debe quedar dentro de ±10 % del valor de diseño [Ref. 10].
- Tensar las tres riendas de un mismo nivel de forma alternada y en pequeños incrementos, verificando la verticalidad después de cada ronda.

7.10 VERIFICACION DE LA VERTICALIDAD

- Observar el mástil con plomada o teodolito desde dos estaciones separadas 90° en planta. Como referencia de estructuras arriostradas, la desviación horizontal no debe superar el 0,25 % de la altura en un mástil de 10 m, unos 25 mm entre la base y la punta. Si se supera, corregir con los tensores de las riendas del lado contrario.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.11 PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

Prueba	Criterio de aceptación
Inspección visual completa	Todos los elementos del formato de la sección 11 en estado «Bien»
Continuidad de cada bajante (punta a caja principal)	Continuidad eléctrica comprobada; comparar con la medición anterior
Resistencia de puesta a tierra (sección 8)	≤ 5 Ω y sin variación mayor al 50 % frente a la línea base de 0,21 Ω
Verticalidad	≤ 25 mm en 10 m (0,25 % de la altura)

Prueba	Criterio de aceptación
Tensión de riendas	Dentro de ±10 % de la tensión de diseño; tensores con alambre de seguro
Torque de tornillería	Según memoria de cálculo; tornillos marcados después del torque

- Terminadas las pruebas, firmar un acta de reinstalación con los resultados, los repuestos usados y las fotos. Hasta ese momento el sistema no se considera en servicio.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.12 TRASLADO A OTRA UBICACION

La memoria de cálculo, el análisis de riesgo y la malla de puesta a tierra son válidos solo para el radar de Bahía Málaga. Para instalar el mástil en otro sitio se requiere:

- Medir la resistividad del terreno en el nuevo sitio (método de Wenner) y rehacer el análisis de riesgo por rayo (NTC 4552-2).
- Rediseñar el apantallamiento (esfera rodante según el nivel de protección) y la malla de puesta a tierra (IEEE 80, RETIE).
- Verificar la cimentación y los anclajes para el viento del nuevo sitio (la memoria actual considera 165 km/h).
- Construir una puesta a tierra nueva: los electrodos y la malla de Bahía Málaga no se trasladan. Dejar la malla existente conectada si sigue protegiendo equipos.
- Medir y documentar el nuevo sistema y actualizar este manual.

07

DESMONTAJE, TRASLADO Y REINSTALACIÓN DEL MÁSTIL MÓVIL

7.13 LISTA DE CHEQUEO DE LA MANIOBRA

Actividad	Sí	No	Observaciones
Orden de trabajo, permiso de alturas, ATS y plan de rescate firmados	☐	☐	
Radar y Base Naval informados; comandante autorizó el periodo sin protección	☐	☐	
Pronóstico favorable; sin tormenta en el área	☐	☐	
Condición inicial registrada (fotos, verticalidad, tensiones)	☐	☐	
Pararrayos y bajantes retirados sin cortes (o cortes registrados)	☐	☐	
Riendas auxiliares instaladas antes de soltar las definitivas	☐	☐	
Tramos desmontados, inspeccionados y almacenados con inventario	☐	☐	
Base, pernos y conexión a la malla protegidos	☐	☐	
Reinstalación: torque, riendas, verticalidad y alambre de seguro	☐	☐	
Uniones exotérmicas rehechas e inspeccionadas	☐	☐	
Resistencia ≤ 5 Ω y continuidad de bajantes verificadas	☐	☐	
Acta de reinstalación firmada	☐	☐	

08

GARANTIA Y CONTACTO

8.1 El anexo técnico exige una garantía mínima de 2 años sobre el sistema. Además, la póliza del contrato ampara la calidad del servicio por 2 años y la calidad de los bienes por 5 años contados desde el plazo de ejecución (cláusula 13). Durante esos periodos, toda falla atribuible a los materiales o a la instalación debe reportarse por escrito al contratista antes de intervenir el sistema con recursos propios, para no afectar la garantía.

8.2

Contratista	IESTEL S.A.S. – Carrera 80 C No. 24 D – 36, Bogotá D.C.
Telefono	601 263 1607
Correo	ricardo.martinez@iestel.co
Ingeniero electricista responsable de las mediciones	Ing. Angelmiro Sierra Sierra – Matrícula CN205-38192

SIC ITUR AD ASTRA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

09

DOCUMENTOS

- RETIE (Resolución 40117 de 2024), NTC 2050, NTC 4552-1/-2/-3, IEC 62305, IEEE Std 80, NFPA 780.
- Anexo técnico del proceso y cláusulas adicionales del contrato 050-00-J-EMAVI-GRUAL-2026.
- Memoria de cálculo del apantallamiento y de la puesta a tierra – Bahía Málaga, septiembre de 2026.
- Memoria de cálculo del mástil D01626-MD01-R0 y planos de localización y de puesta a tierra.
- Informe de medición del sistema de puesta a tierra e informe final del contratista.
- Manual de operación y mantenimiento entregado por IESTEL S.A.S.
- Fichas técnicas y certificados: mástil (SADELEC P-0797-26), acero, cemento, cable Cu 2/0, varilla, Hidrosolta®, pararrayos Franklin, cajas de inspección, soldadura exotérmica y pintura Tower Paint.

SIC ITUR AD ASTRA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

INGENIERÍA ELÉCTRICA · PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y PUESTA A TIERRA

Medicion de sistema Puesta a Tierra

Estación de comunicaciones — Base Naval Logística No. 2, ARC Málaga
Bahía Málaga, Valle del Cauca

CLIENTE
Armada de Colombia

FECHA
Septiembre 2026

NORMATIVA APLICABLE
NTC 2050 · NTC 4552 · RETIE 2024 · IEEE Std 80

El proyecto

El proyecto contempla el diseño del sistema de apantallamiento y del sistema de puesta a tierra para la protección de un radar de comunicaciones, frente a descargas atmosféricas y fallas eléctricas.

UBICACIÓN

Base Naval Logística No. 2, ARC Málaga — Bahía Málaga, Valle del Cauca (costa Pacífica)

CLIENTE

Fuerza Aeroespacial de Colombia

ESTRUCTURA PROTEGIDA

Torre de protección contra rayos y radar de comunicaciones

ENFOQUE

Protección externa (apantallamiento) + sistema de puesta a tierra

REGISTRO FOTOGRAFICO DE IMPLEMENTACION



Montaje de mastil pararayos y bajantes bajantes



Instalacion de electrodos



Soldadura exotermica electrodo cable2/0

REGISTRO FOTOGRAFICO DE IMPLEMENTACION



Tratamiento Suelo artificial



Instalacion de registro de inspeccion



Marco normativo aplicable

Norma	Alcance
RETIE · Res. 40117 de 2024	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas de Colombia; exige gestión del riesgo por rayo y una puesta a tierra segura
NTC 2050 · 2ª actualización, abril 2020	Código eléctrico colombiano; requisitos generales de instalaciones y de puesta a tierra
NTC 4552-1 / -2 / -3	Protección contra el rayo: principios generales, gestión del riesgo, y daño físico a estructuras y riesgo a la vida
IEEE Std 80	Guía para el diseño de sistemas de puesta a tierra; metodología usada para calcular la malla

Fuente: Memoria de cálculo — Sistema de protección contra rayos, Base Naval Bahía Málaga, sept. 2026

Medición de resistividad del terreno

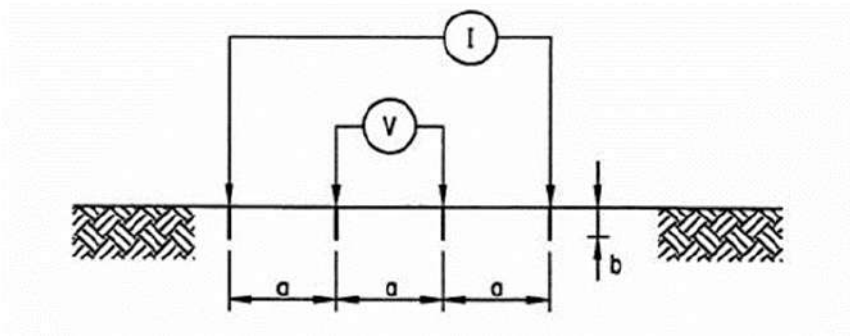
Método de Wenner — RETIE §15.5.1

¿Cómo funciona el método de Wenner?

1. Se inyecta una corriente **I** al terreno a través de dos electrodos externos, alineados y equidistantes.

2. Entre los dos electrodos internos se mide la diferencia de potencial **V**. El equipo calcula la resistencia R = V / I.

3. Al repetir la medición variando la separación **a**, se obtiene el obtiene el perfil de resistividad del terreno con la profundidad.



Arreglo de cuatro electrodos — método de Wenner

ECUACIÓN DE CAMPO

$$\rho = 2\pi a R$$

ρ
Resistividad aparente del suelo suelo (Ω·m)

a
Separación entre electrodos adyacentes (m)

R
Resistencia medida, R = V / I (Ω)

Válida cuando la separación a es mucho mayor que la profundidad de enterramiento b de los electrodos

Medición en sitio — Bahía Málaga

a (m)	Profundidad (m)	ρ (Ω·m)
1	0.75	834.0
2	1.50	323.0
3	2.25	257.0
4	3.00	107.0
5	3.75	98.0

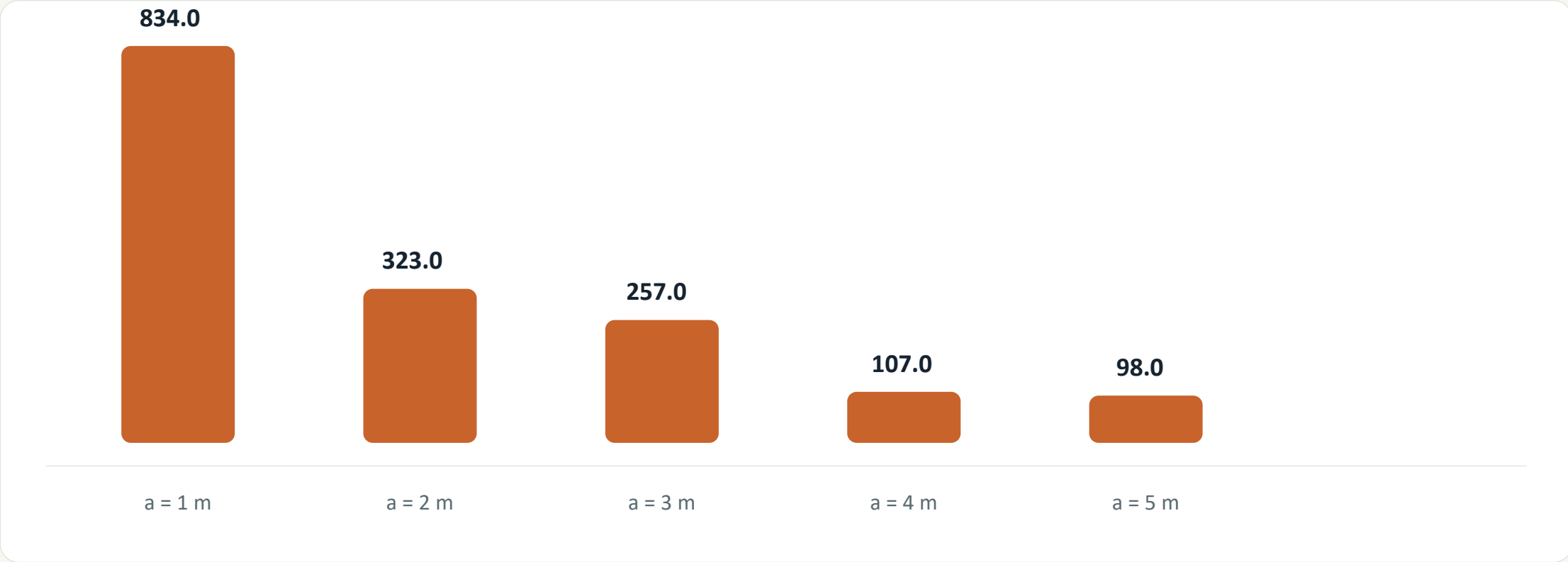
Promedio medido medido **323.8 Ω·m**

Equipo: Metrel MI3123 · Terreno: Arcilloso, seco · Fecha: 02-sep-2026



Registro fotográfico en sitio — ρ = 323 Ω·m (a = 2 m)

Perfil de resistividad vs. separación



La resistividad disminuye con la profundidad — perfil típico de un suelo de dos capas, más conductivo en capas mas profundas.

Modelo de suelo de dos capas

CAPA SUPERIOR

1.09 m

Espesor · resistividad 1016.68 Ω·m

CAPA INFERIOR

80.62 Ω·m

Capa profunda, mucho más conductiva

Terreno de conformación arenosa con baja resistividad en profundidad. Por este criterio no se requeriría tratamiento adicional del suelo; sin embargo, se recomienda aplicar tratamiento con suelo artificial para mantener estables los valores de puesta a tierra ante las variaciones climáticas de la zona.



Criterios de seguridad de la norma IEEE 80

Elevación de potencial (GPR)

Voltaje al que se eleva la malla respecto a tierra remota durante una falla: GPR = I falla × R malla.

Tensión de paso

Diferencia de potencial entre los dos pies de una persona al caminar cerca de la malla durante una falla.

Tensión de contacto

Diferencia de potencial entre la mano y el y el pie de una persona en contacto con una con una estructura puesta a tierra.

CRITERIO DE DISEÑO

Las tensiones de paso y de contacto calculadas deben ser menores que los valores tolerables por el cuerpo humano, según el tiempo humano, según el tiempo de despeje de la falla.

FÓRMULA DE DISEÑO · MÉTODO SIMPLIFICADO DE SVERAK

$$Rg = \rho \cdot \left[1/LT + (1/\sqrt{(20 \cdot A)}) \cdot (1 + 1/(1 + h\sqrt{(20/A)})) \right]$$

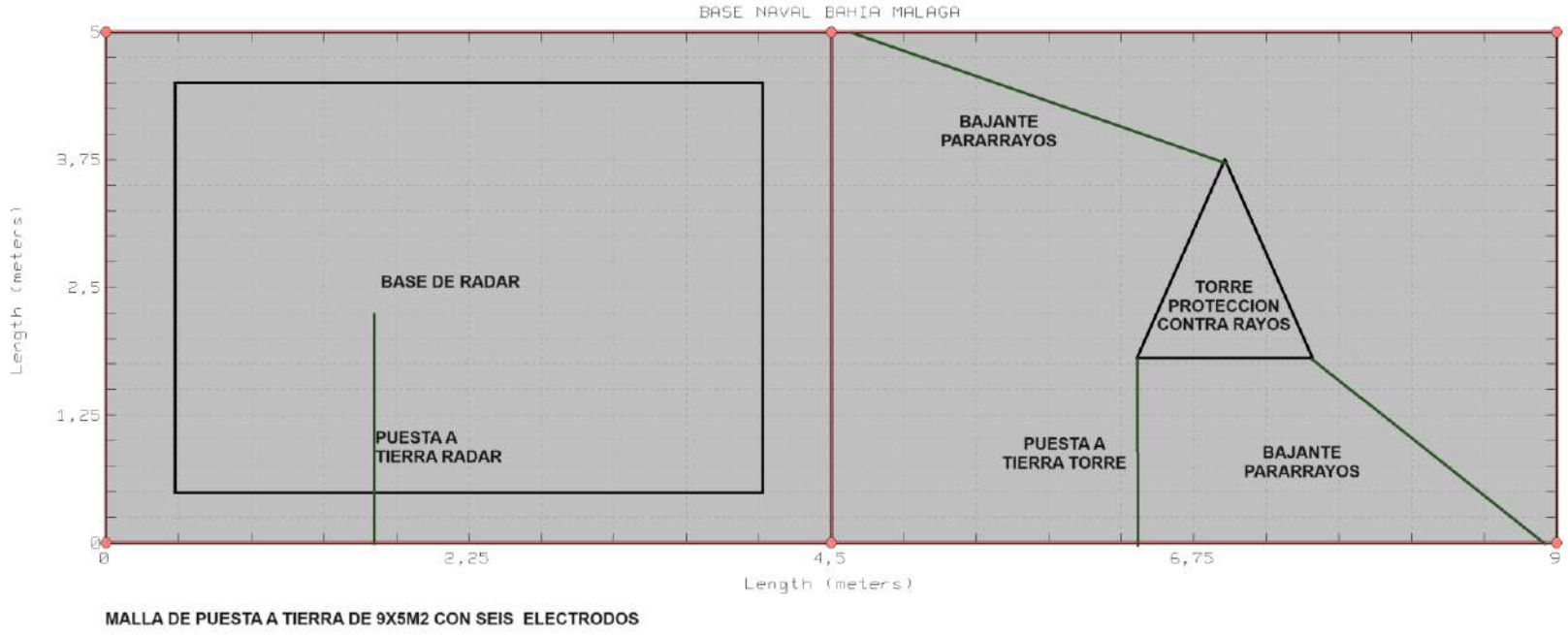
- **ρ** — resistividad del suelo (Ω·m)
- **LT** — longitud total de conductor enterrado (m)
- **A** — área de la malla (m^2)
- **h** — profundidad de enterramiento (m)

Los cálculos del proyecto se ejecutaron con el software CYMGrd, que aplica esta metodología de la norma IEEE Std 80

Parámetros de diseño utilizados

1000 A Corriente de falla a tierra	**100%** Contribución remota	**60 Hz** Frecuencia nominal
1016.68 Ω·m Resistividad capa superior (1.09 m)	**80.62 Ω·m** Resistividad capa inferior	**45 m²** Área disponible (9 × 5 m)

Configuración de la malla diseñada



Malla rectangular de 9 × 5 m en cable de cobre 2/0 desnudo, con seis electrodos de cobre de 5/8” × 2.44 m. Encierra la base del radar y la torre de protección contra rayos.

Fuente: Memoria de cálculo — Base Naval Bahía Málaga, sept. 2026

Resultados del cálculo

8.08 Ω

Resistencia de la malla (valor teórico)

89,7V, 597V

Tension de Paso(V), Contacto (V)

Calculado con el software CYMGrd, basado en la norma IEEE Std 80, a partir del modelo de suelo de dos capas obtenido en campo.

Potential Thresholds	
Ground Potential Rise	1030,93 volts
Maximum Permissible Step Voltage	29526 volts
Maximum Permissible Touch Voltage	7996,68 volts
Maximum	
Surface Potentials	601,28 volts
Step Potentials	89,71 volts
Touch Potentials	597,792 volts

Maximum step voltage below the tolerable limit.

Mejora esperada con tratamiento de suelo

SIN TRATAMIENTO

8.08 Ω



CON SUELO ARTIFICIAL

4.8 Ω

≈ 40% de reducción

Aunque el terreno presenta baja resistividad en profundidad, se recomienda aplicar tratamiento con suelo artificial alrededor de los electrodos para mantener estable el valor de puesta a tierra ante las variaciones climáticas de la zona costera.

Exposición del sitio a descargas atmosféricas

UBICACIÓN

Bahía Málaga, Valle del Cauca — costa costa Pacífica

Lat. 3.9890° N · Long. −77.3285° O

NIVEL CERÁUNICO (NTC 4550-1)

180

días tormentosos al año

CORRIENTE DE RAYO CONSIDERADA

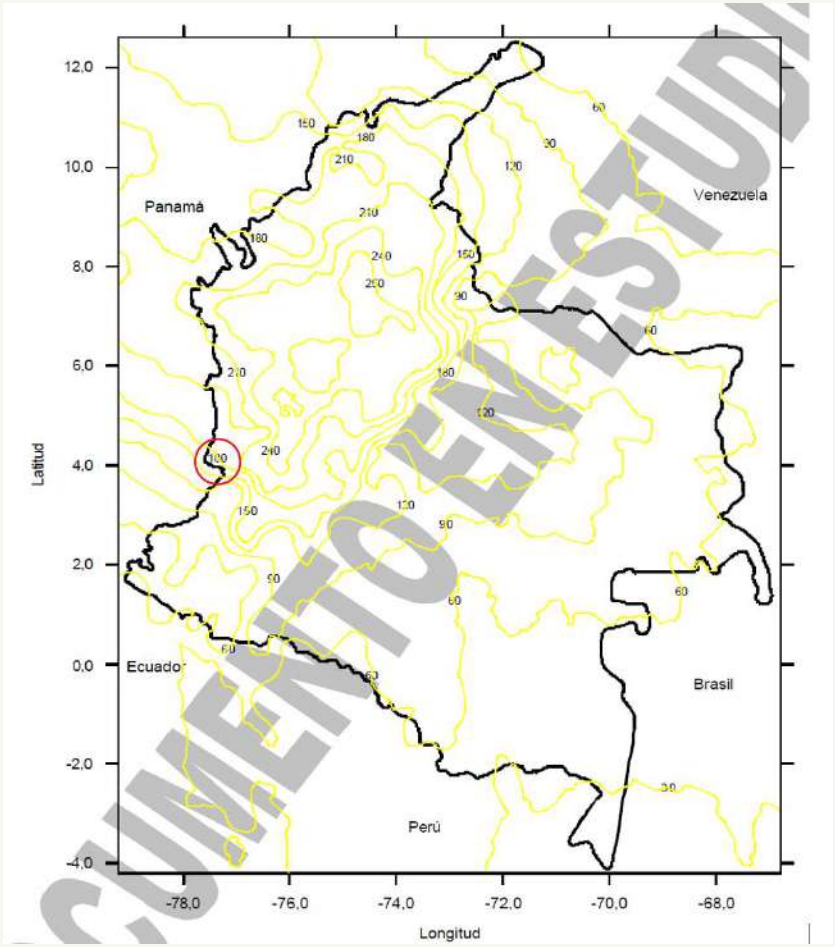
40 kA

parámetro de diseño

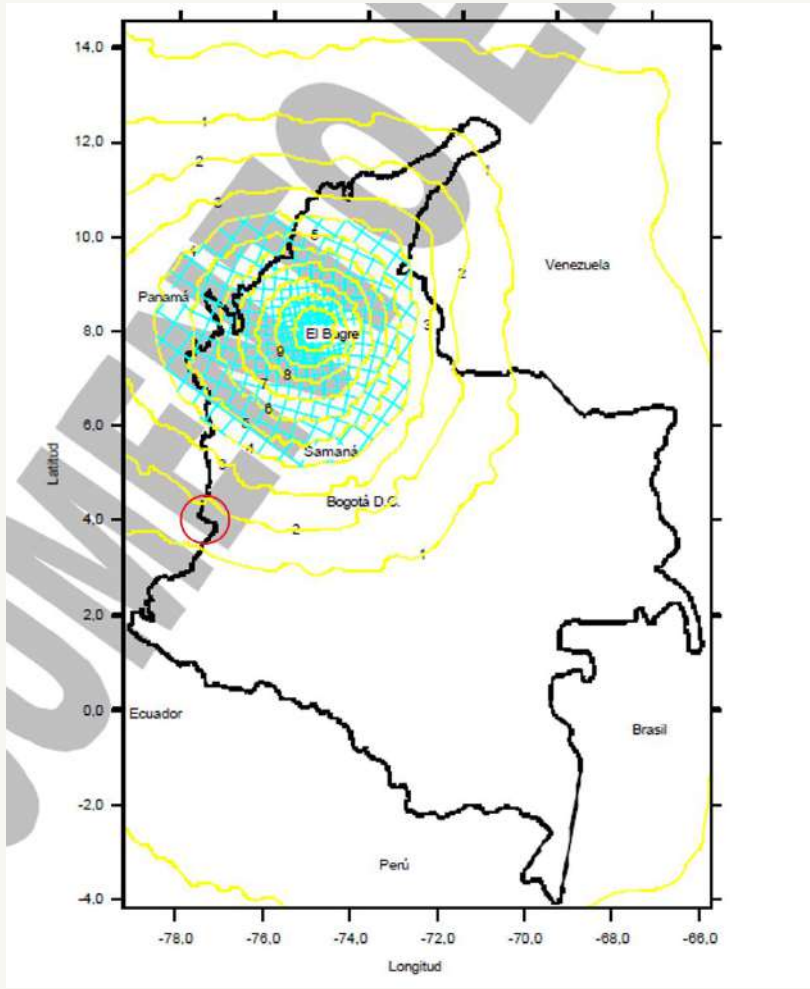
DENSIDAD DE DESCARGAS A TIERRA — ZONA COSTERA

$$DDT = 176 \times LAT^{-3.8} \times NC = 2.15 \text{ descargas / km}^2 \text{ / año}$$

Exposición del sitio a descargas atmosféricas



NIVEL CERÁUNICO (NTC 4550-1)



DDT(NTC 4550-1)

ANÁLISIS DE RIESGO — NTC 4552-2

La evaluación considera la probabilidad de pérdida de vidas humanas, de servicio esencial, de valor económico y cultural, cultural, comparada frente al riesgo tolerable, mediante un software de cálculo basado en la metodología IEC.

Se requiere un sistema de protección externo Nivel I (SIPRA I) para llevar el riesgo a un nivel tolerable.

Métodos para ubicar los captadores

Esfera rodante

Se hace "rodar" una esfera imaginaria, de radio definido por el nivel por el nivel de protección, sobre toda la estructura. Todo punto que punto que la esfera no puede tocar queda protegido.

Método utilizado en este proyecto — geometría compleja (torre + radar)

Ángulo de protección

Define un cono de protección bajo la punta captadora, cuyo ángulo depende de la altura del captador y del nivel de protección.

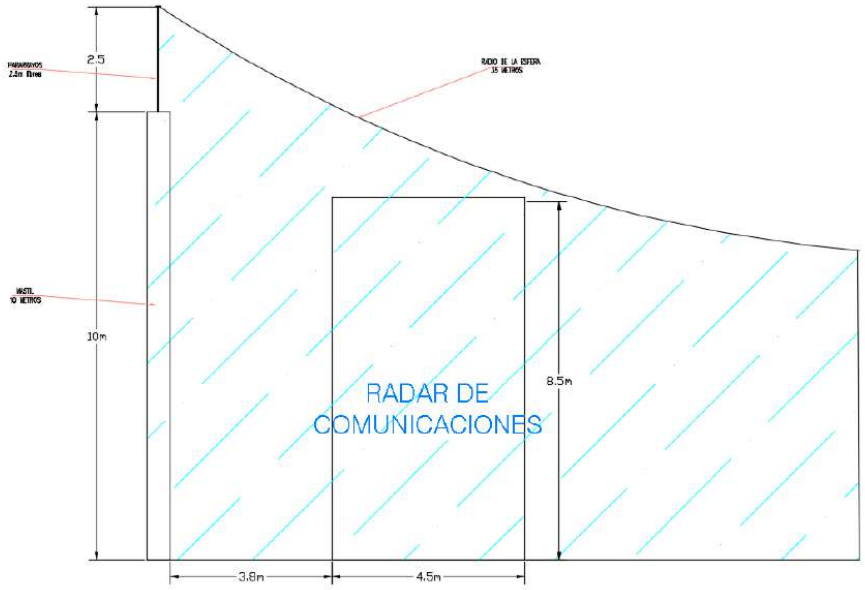
Método gráfico simple — apto para estructuras bajas y sencillas

Niveles de protección — NTC 4552-3 (Tabla 13)

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante
Nivel I — seleccionado	35 m
Nivel II	40 m
Nivel III	50 m
Nivel IV	55 m

El nivel de protección se determina a partir del análisis de riesgo; a menor radio de esfera, mayor exigencia de protección.

Diseño del apantallamiento — Nivel I



12.5 m altura total (pararrayos 2.5 m + mástil 10 m)

35 m radio de la esfera rodante — Nivel I

Con un pararrayos de 2.5 m sobre una torre o mástil de 10 m se logra el apantallamiento completo del radar de comunicaciones para un nivel de protección I.

Fuente: Memoria de cálculo — Sistema de protección contra rayos, sept. 2026

Componentes del sistema SIPRA I

Componente	Especificación
Pararrayos (captación)	Punta captadora de 2.5 m sobre torre o mástil de 10 m — altura total 12.5 m
Bajantes (conductores)	2 bajantes en cable de cobre aislado THW calibre 2/0 AWG, sobre aisladores de porcelana tipo carrete ANSI 53-3
Puesta a tierra (dispersión)	Bajantes interconectadas al sistema de puesta a tierra de la malla
Equipotencialización	Estructura del radar y de la torre puestas a tierra, para evitar tensiones peligrosas
Protecciones internas	No contempladas en este alcance — solo protección externa

Umbrales de referencia y acciones

Resistencia objetivo

4.8 Ω con tratamiento de suelo · 8.08 Ω valor teórico sin tratamiento

Acción correctiva

Una variación mayor al 50% respecto a la línea base activa una investigación

Documentación

Cada inspección se registra en el punto de inspección dejado en la malla

Bogotá D.C., septiembre de 2026

MEMORIA DE RESPONSABILIDAD

Señores:
FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA
BASE ARMADA MÁLAGA–BUENAVENTURA, VALLE DEL CAUCA.

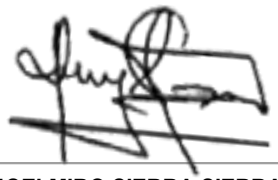
REF.: MEDICIÓN DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Yo, **ANGELMIRO SIERRA SIERRA**, Ingeniero Eléctrico, identificado con cédula de ciudadanía **No. 74182359** Sogamoso, Boyacá, y matrícula profesional **No. CN205-38192** del **Consejo Profesional de Ingenierías Eléctricas, Mecánicas y profesiones a fines**, presento los medios de medición, cálculos y diseños para el proyecto: **MÁSTIL RIENTADO DE 10 METROS DE ALTURA**, el cual se instala en la **BASE DE LA ARMADA MÁLAGA–BUENAVENTURA, VALLE DEL CAUCA**.

Certifico que el diseño **de PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y PUESTA A TIERRA** fue realizado de acuerdo con las normas **NTC 2050, NTC 4552, RETIE 2024 e IEEE Std 80,** el valor cumple con la medicion.
Por lo tanto, asumo la responsabilidad y exonero a la **FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA** de cualquier eventualidad referente al diseño eléctrico y de puesta a tierra, bajo las condiciones expuestas en la memoria de cálculo y el plano del proyecto.

Asimismo, certifico que no se requiere adelantar obras de construcción, adecuación, ampliación, modificación, demolición o reforzamiento estructural de la edificación para efectuar la instalación de la estación radioeléctrica.
El presente memorial se expide a los 24 días del mes de septiembre de 2026, para los fines legales y técnicos pertinentes.

Atentamente,



ANGELMIRO SIERRA SIERRA
C.C. No. [74182359 Sogamoso, Boyacá
Matrícula Profesional No. No. CN205-38192
Teléfono: 312 4786 285
Correo: amssyss@gmail.com

Referencia: .

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERíAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONES AFINES, EN VIRTUD DE LO ESTABLECIDO POR LA LEY 51 DE 1986 Y EL DECRETO 1873 DE 1996

HACE CONSTAR QUE:

1. El Ingeniero **ANGELMIRO SIERRA SIERRA**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. **74182359** de **Sogamoso (Boyacá)**, se encuentra registrado ante el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, como Ingeniero **ELECTRICISTA** con Matrícula No. **CN205-38192** expedida por el Consejo Profesional Seccional de **CUNDINAMARCA** mediante resolución No. **CN-32 de 2003** el día **17** de **Octubre** de **2003** y confirmada por el Consejo Profesional Nacional según Resolución No. **CPN-28 de 2003**.

2. La matrícula profesional No. **CN205-38192**, del citado ingeniero se encuentra Vigente y no se registran Sanciones a la fecha.

Esta constancia se expide por solicitud del interesado. La vigencia de la presente certificación es de Seis (6) meses a partir de la fecha de expedición.

Dada en la ciudad de Bogotá D.C., a los Veintinueve (29) días del mes de Septiembre de Dos Mil Veintiséis (2026)

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines
Código de Validación:**999901969523. Vence el 29-Marzo-2027**
Entre a www.consejoprofesional.org.co y a la opción 'Validar Certificado' para verificar su validez



DIEGO ESCOBAR SÁNCHEZ
Secretario Ejecutivo


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 74.182.359
SIERRA SIERRA
APELLIDOS
ANGELMIRO
NOMBRES
FIRMA


INDICE DERECHO
FECHA DE NACIMIENTO 24-SEP-1976
SOGAMOSO
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.75
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
27-ABR-1995 SOGAMOSO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES
A-1500150-00028082-M-0074182359-20080721
0001345793A 1
1560011718

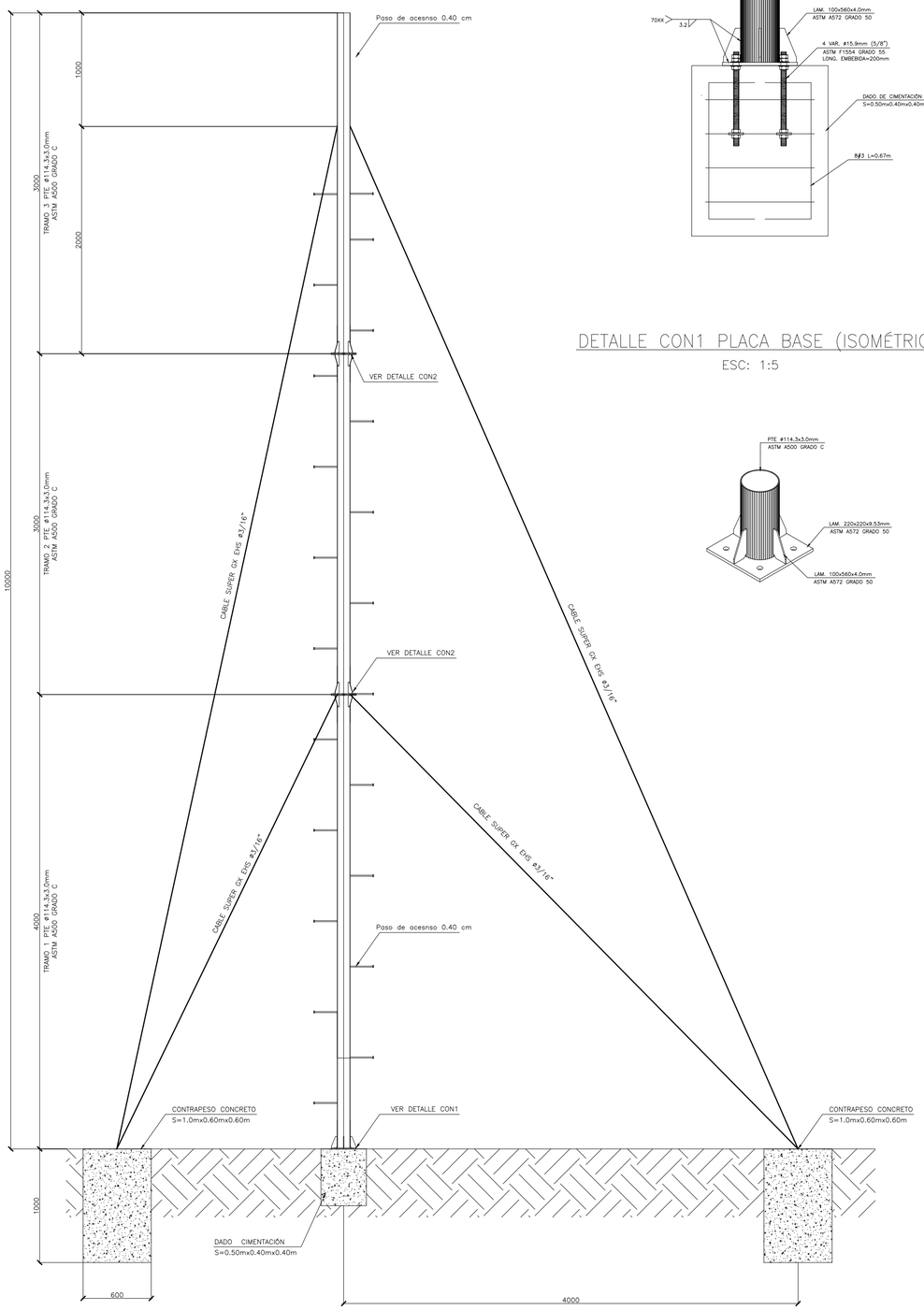


G. UCROS U. & CIA

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines

Esta tarjeta acredita a su titular el derecho a ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996

Para efectos de información adicional o perdida dirigirse a la Secretaría del Consejo Profesional Nacional, Av. 22 No. 41 - 69, PBX 3690424, Bogotá, D.C.



SILUETA MÁSTIL 10m (VISTA EN ELEVACIÓN)

ESC: 1:20

DETALLE CON1 CONTRAPESO (ELEVACIÓN)

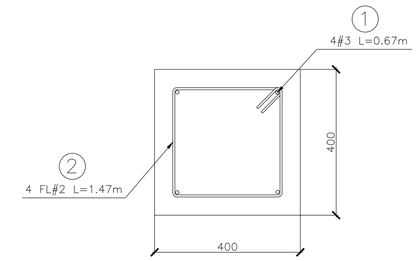
ESC: 1:5

DETALLE CON1 PLACA BASE (ISOMÉTRICO)

ESC: 1:5

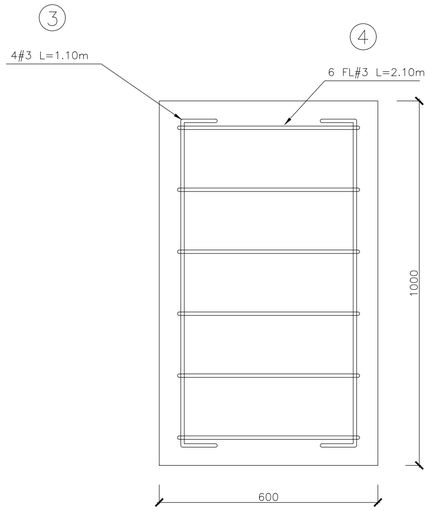
DETALLE CON1 PLACA BASE (PLANTA)

ESC: 1:5



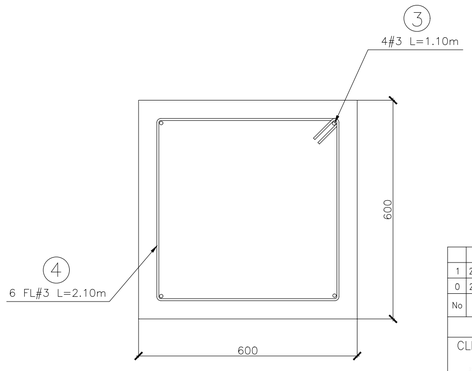
DETALLE CON1 CONTRAPESO (ELEVACIÓN)

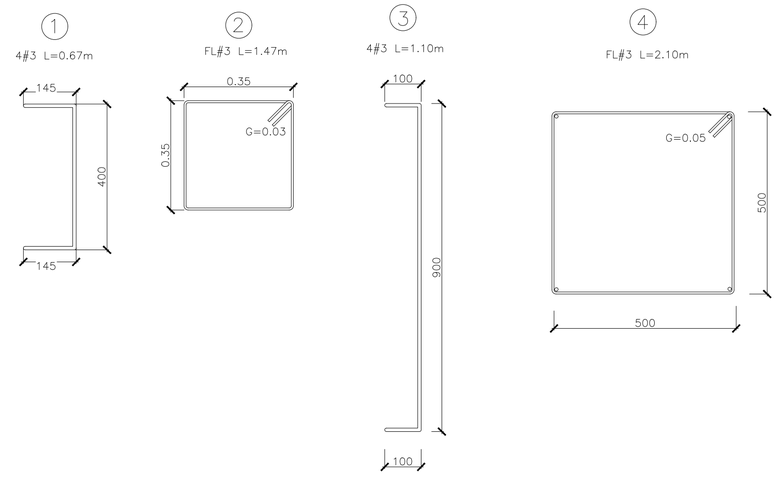
ESC: 1:5



DETALLE CON1 CONTRAPESO (PLANTA)

ESC: 1:5





CUADRO DE CANTIDADES DE OBRA PARA BASE PRINCIPAL Y CONTRAPESOSO X TRES (3) MASTIL 10. M.

POSICION	ESPECIFICACION	DESARROLLO	CANTIDAD	ESQUEMA (sin escala)	PESO UNIT. (KGS)	PESO TOTAL (KGS)
①	Ø 3/8"	L=0.67	4	0.135 / 0.40 / 0.135	0.37	1.50
②	Ø 1/2"	L=1.47	4	0.35 / 0.03 / 0.35 / 0.35	1.47	5.8
③	Ø 3/8"	L=1.10	12	0.10 / 0.90 / 0.10	0.62	7.5
④	Ø 1/2"	L=2.10	18	0.50 / 0.05 / 0.50	1.20	22
					PESO TOTAL (KGS)	37

NOTAS:
No se incluyen desperdicios, ni traslapos para refuerzo corrido, ni hierro constructivo

NOTAS GENERALES

1- LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2- PERFILES TUBULARES EN ACERO CALIDAD ASTM A500 GRADO C
3- LÁMINAS DE CONEXIÓN A572-GR 50
4- SOLDADURA SEGUN NORMA AWS 70XX
5- TODOS LOS TORNILLOS SERAN EN ACERO ASTM A-325-1 PERNOS DE ANCLAJE VARILLA ROSCADA ASTM F1554 Gr. 55 GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A153.
6- CADA TORNILLO IRA PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA Y Y ARANDELA DE PRESION
7- TOMENSE LOS GRAMILES NO ESPECIFICADOS AL CENTRO DEL PERFIL

PARAMETROS DE DISEÑO

Altura Total Mástil:	10m
Velocidad de Cargas de Diseño:	165km/h
Velocidad de Cargas de Servicio:	130km/h
Categoria de Riesgo:	II
Categoria de Exposición:	D
Categoria Topografica:	1
Tipo de suelo:	D
Norma de Diseño:	TIA 222-G

No	FECHA	POR	REV.	APR.	DESCRIPCION
1	2026-09-04	S.M.	IESTEL	IESTEL	CIMENTACION APROBADA
0	2026-08-19	H.M.	IESTEL	IESTEL	EMITIDO PARA APROBACIÓN

REVISIONES

CLIENTE

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

PROYECTO
MÁSTIL TUBULAR RIENDADO 10.0 m.

FECHA	DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	REVISO	APROBO
19-08-2026	H.M	H.M	H.M	IESTEL	IESTEL

ESCALA	OBRA No.	OBRA	PLANO No.	PLANO	REV.
1=ESCALA					X

GRUPO SIDERÚRGICO REYNA

NIT 900.601.327-7

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE CALIDAD
BARRAS PARA REFUERZO DE CONCRETO

NUESTRO ACERO SISMORRESISTENTE CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2289

icontec Sello de Calidad — NTC 2289:2020 Barras corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

icontec Sello con Reglamento Técnico — Res 1856:2017 Barras corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

No. 070417

FECHA DESPACHO DD/MM/AAAA 19/10/2024

CLIENTE	FIGURADOS Y MALLAS S.A.S	**DESTINO**	BOGOTA	**NORMA**	NTC 2289	**PEDIDO No.**	30118
		PLACA	SOR 132	**GRADO**	420	**REMISIÓN No.**	30131
						FACTURA No.	99041

					ENSAYOS FÍSICOS					ANALISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA % Max.												RESULTADOS DIMENSIONALES				
						RESULTADOS DE TRACCIÓN																				
PRODUCTO	**LONGITUD (metros)**	**COLADA**	**PAQUETES**	**UNIDADES**	**DOBLADO**	**FLUENCIA (Mpa)**	**RESISTENCIA (Mpa)**	**ELONGACIÓN (%)**	**R/F**	**C (%)**	**Mn (%)**	**P (%)**	**S (%)**	**Si (%)**	**Cu (%)**	**Ni (%)**	**Cr (%)**	**Mo (%)**	**Nb (%)**	**V (%)**	**CE (%)**	**PESO NOMINAL(kg/m)**	**ALTURA RESALTE (mm)**	**ESPACIAMIENTO RESALTES (mm)**	**ANGULO RESALTE (°)**	**SEPARACION RESALTES (mm)**
R - No. 6	12	2403001	5	380	✔	470.2	603.6	15.8	1.28	0.27	1.10	0.009	0.017	0.18	0.01	0.01	0.01	0.001	0.00200	0.0099	0.46	2.144	1.450	13.060	71.7	2.400
R - No. 5	12	20242938	7	756	✔	475.7	605.0	15.9	1.27	0.24	1.18	0.0116	0.030	0.19	0.18	0.06	0.07	0.014	0.00063	0.0013	0.45	1.502	1.060	10.400	68.8	1.850
R - No. 7	12	2402959	5	280	✔	484.4	615.2	15.4	1.27	0.28	1.08	0.009	0.011	0.20	0.01	0.01	0.02	0.001	0.00100	0.0077	0.46	2.943	1.460	15.080	69.7	3.340
ESPECIFICACIONES DE NORMA																										
R - No. 6						(420 - 540)	Min: 550	Min: 14	Min: 1.25	Max: 0.30	Max: 1.50	Max: 0.035	Max: 0.045	Max: 0.50							Max: 0.55	(2.101 - 2.235)	Min: 0.97	Max: 13.3	Min: 45	Max: 7.3
R - No. 5						(420 - 540)	Min: 550	Min: 14	Min: 1.25	Max: 0.30	Max: 1.50	Max: 0.035	Max: 0.045	Max: 0.50							Max: 0.55	(1.459 - 1.552)	Min: 0.71	Max: 11.1	Min: 45	Max: 6.1
R - No. 7						(420 - 540)	Min: 550	Min: 12	Min: 1.25	Max: 0.30	Max: 1.50	Max: 0.035	Max: 0.045	Max: 0.50							Max: 0.55	(2.859 - 3.042)	Min: 1.12	Max: 15.5	Min: 45	Max: 8.5

OBSERVACIONES

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE COLADA

CE: CARBONO EQUIVALENTE

"EL MATERIAL DESPACHADO SE ENCUENTRA LIBRE DE CONTAMINACIÓN RADIACTIVA-EXTRAPOLARIUM SRPM -210"

DIRECTOR CONTROL CALIDAD

Enviado: figuradosymallas@gmail.com;

GRUPO SIDERÚRGICO REYNA

NIT 900.601.327-7

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE CALIDAD
BARRAS PARA REFUERZO DE CONCRETO

NUESTRO ACERO SISMORRESISTENTE CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2289

icontec Sello de Calidad — NTC 2289:2020 Barras corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

icontec Sello con Reglamento Técnico — Res 1856:2017 Barras corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

No. TOC-70643

FECHA DESPACHO DD/MM/AAAA 26/10/2024

CLIENTE	FIGURADOS Y MALLAS S.A.S	**DESTINO**	BOGOTA	**NORMA**	NTC 2289	**PEDIDO No.**	30232
		PLACA	SYR 825	**GRADO**	420	**REMISIÓN No.**	30248
						FACTURA No.	99367

						ENSAYOS FÍSICOS					ANALISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA % Max.												RESULTADOS DIMENSIONALES				
						RESULTADOS DE TRACCIÓN																						
PRODUCTO	**LONGITUD (metros)**	**COLADA**	**PAQUETES**	**UNIDADES**	**DOBLADO**	**FLUENCIA (Mpa)**	**RESISTENCIA (Mpa)**	**ELONGACIÓN (%)**	**R/F**	**C (%)**	**Mn (%)**	**P (%)**	**S (%)**	**Si (%)**	**Cu (%)**	**Ni (%)**	**Cr (%)**	**Mo (%)**	**Nb (%)**	**V (%)**	**CE (%)**	**PESO NOMINAL(kg/m)**	**ALTURA RESALTE (mm)**	**ESPACIAMIENTO RESALTES (mm)**	**ANGULO RESALTE (°)**	**SEPARACION RESALTES (mm)**
R - No. 5	12	20240529	1	540	✔	471.3	604.6	15.7	1.28	0.26	1.22	0.0118	0.028	0.20	0.14	0.06	0.07	0.012	0.00047	0.0021	0.47	1.496	1.130	10.400	71.8	1.930
		20241413	1		✔	478.6	614.6	16.1	1.28	0.26	1.16	0.0119	0.025	0.20	0.21	0.08	0.07	0.015	0.00061	0.0020	0.47	1.502	1.190	10.240	71.1	1.890
		20240529	3		✔	471.3	604.6	15.7	1.28	0.26	1.22	0.0118	0.028	0.20	0.14	0.06	0.07	0.012	0.00047	0.0021	0.47	1.496	1.130	10.400	71.8	1.930
R - No. 4	12	20241831	3	1512	✔	475.5	631.5	15.1	1.33	0.26	1.15	0.0116	0.031	0.19	0.18	0.07	0.07	0.029	0.00069	0.0022	0.47	0.973	0.970	8.560	72.2	2.000
		20241843	3		✔	475.2	619.5	16.5	1.30	0.26	1.22	0.0142	0.028	0.18	0.19	0.07	0.06	0.014	0.00105	0.0022	0.48	0.982	1.010	8.560	72.2	2.010
		20241879	1		✔	484.7	640.3	15.9	1.32	0.26	1.23	0.0122	0.029	0.20	0.21	0.07	0.12	0.034	0.00137	0.0021	0.48	0.969	0.870	8.530	72.2	1.700
		20241830	2		✔	480.7	615.4	15.5	1.28	0.26	1.15	0.0138	0.039	0.20	0.17	0.07	0.10	0.03	0.00076	0.0021	0.47	0.964	0.930	8.580	72.2	1.790
R - No. 5	9	20240282	2	584	✔	490.5	621.7	15.7	1.27	0.26	1.14	0.0115	0.038	0.17	0.29	0.09	0.06	0.02	0.00027	0.0020	0.47	1.503	1.170	10.380	71.2	1.670
		20240119	2		✔	481.7	619.0	15.3	1.29	0.26	1.23	0.0127	0.028	0.22	0.19	0.08	0.10	0.02	0.00050	0.0027	0.48	1.490	1.280	10.360	71.1	1.830
ESPECIFICACIONES DE NORMA																										
R - No. 5						(420 - 540)	Min: 550	Min: 14	Min: 1.25	Max: 0.30	Max: 1.50	Max: 0.035	Max: 0.045	Max: 0.50							Max: 0.55	(1.459 - 1.552)	Min: 0.71	Max: 11.1	Min: 45	Max: 6.1
R - No. 4						(420 - 540)	Min: 550	Min: 14	Min: 1.25	Max: 0.30	Max: 1.50	Max: 0.035	Max: 0.045	Max: 0.50							Max: 0.55	(0.934 - 0.994)	Min: 0.51	Max: 8.9	Min: 45	Max: 4.9

OBSERVACIONES

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE COLADA

CE: CARBONO EQUIVALENTE

"EL MATERIAL DESPACHADO SE ENCUENTRA LIBRE DE CONTAMINACIÓN RADIACTIVA-EXTRAPOLARIUM SRPM -210"

DIRECTOR CONTROL CALIDAD

Enviado: figuradosymallas@gmail.com;

ICONTEC ES MIEMBRO DE

IQNET

icontec

ISO 14001

ICONTEC Certifica que el Sistema de Gestión de la organización:
ICONTEC certifies that the Organization's Management System of:

CEMEX COLOMBIA S.A.

Calle 99 No. 9A - 54 Piso 8, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia
Véase el alcance del sistema de gestión para cada una de las sedes diferentes a la sede principal cubiertas por la certificación en el anexo

ha sido auditado y aprobado con respecto a los requisitos especificados en:
has been audited and approved based on the specified requirements of:

ISO 14001:2015

Este Certificado es aplicable al siguiente alcance:
This certificate is applicable to the following scope:

Producción de cemento y clinker.

Cement and clinker production.

Esta aprobación está sujeta a que el sistema de gestión se mantenga de acuerdo con los requisitos especificados, lo cual será verificado por ICONTEC

This approval is subject to the maintenance of the management system according to the specified requirements, which will be verified by ICONTEC

Certificado: **SA -CER332287**
Certificate:

Fecha de Otorgamiento:	**2014-08-29**
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	**2023-08-08**
Fecha de Inicio del ciclo actual de certificación:	**2023-08-09**
Fecha de Vencimiento ciclo actual:	**2026-08-08**
Fecha de Auditoria de Recertificación:	**2023-06-05**
Fecha de Revisión:	**2023-07-14**

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

icontec

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17021-1:2015
09-CSG-001

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado ICONTEC carrera 37 nro. 52-95, Bogotá D.C., Colombia

ICONTEC ES MIEMBRO DE

IQNET

Building trust together

Certificate

ICONTEC has issued an IQNet recognized certificate that the **organization**

CEMEX COLOMBIA S.A.

Calle 99 No. 9A - 54 Piso 8, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia

Véase el alcance del sistema de gestión para cada una de las sedes diferentes a la sede principal cubiertas por la certificación en el anexo

has implemented and maintains a

Environmental Management System

for the following scope:

Producción de cemento y clinker.

Cement and clinker production.

ISO 14001:2015

Issued on: 2014-08-29
Expires on: 2026-08-08

This attestation is directly linked to the IQNet Partner's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

Registration Number: CO-SA -CER332287

Alex Stoichitoiu
President of IQNet

Roberto Enrique Montoya Villa
CEO of ICONTEC

LL

This attestation is directly linked to the IQNET Member's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

IQNET Members*:
AENOR Spain **AFNOR** Certification France **APCER** Portugal **CCC** Cyprus **CISQ** Italy **CQC** China **CQM** China **CQS** Czech Republic **Cro Cert** Croatia **DQS Holding GmbH** Germany **EAGLE Certification Group** USA **FCAV** Brazil **FONDONORMA** Venezuela **ICONTEC** Colombia **ICS** Bosnia and Herzegovina **Inspecta Sertifiointi Oy** Finland **INTECO** Costa Rica **IRAM** Argentina **JQA** Japan **KFQ** Korea **LSQA** Uruguay **MIRTEC** Greece **MSZT** Hungary**Nemko AS** Norway **NSAI** Ireland **NYCE-SIGE** México **PCBC** Poland **Quality Austria** Austria **SII** Israel **SIQ** Slovenia **SIRIM QAS International** Malaysia **SQS** Switzerland **SRAC** Romania **TSE** Turkey **YUQS** Serbia

* The list of IQNet Members is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

CEMEX COLOMBIA S.A.

ANEXO CERTIFICADO SA -CER332287 / CO-SA -CER332287

Dirección de los sitios permanentes diferentes a la sede principal	Localización	Actividades del alcance o procesos desarrollados en este sitio
Planta Santa Rosa, Km 14 vía Bogotá – La Calera	La Calera, Cundinamarca, Colombia	Producción de cemento
Planta Los Patios Km 7, Vía Pamplona. Los Patios - Norte de Santander	Cúcuta, Norte de Santander, Colombia	Producción de cemento y clinker
Km 28 Carretera la cordialidad via Cartagena / Barranquilla	Cartagena, Bolívar, Colombia	Producción de cemento
Km 3.5 Vía Buenos Aires - Payandé (Ibagué – Tolima)	Ibagué, Tolima, Colombia	Producción de cemento y clinker

Fecha de Otorgamiento:	**2014-08-29**	**Fecha de Vencimiento ciclo actual:**	**2026-08-08**
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	**2023-08-08**	**Fecha de Auditoria de Recertificación:**	**2023-06-05**
Fecha de inicio del ciclo actual de certificación:	**2023-08-09**	**Fecha de Revisión:**	**2023-07-14**

FABRICA DE ESTRUCTURAS SADE ELECTRICAS S.A.S. SADELEC S.A

CERTIFICADO DE CALIDAD DE GALVANIZADO

CLIENTE: IESTEL SAS **CERTIFICADO No.** 0797-26

MEMO P-0797-26 **FECHA** 28 de agosto de 2026

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

FECHA	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO	CANTIDAD
25/08/2026	2 CONJUNTOS SOLDADOS DE 4" x 3000, 1 CONJUNTO SOLDADO DE 4" x 4000.	955	3
TOTAL			**3**

- GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE.
- NORMA APLICABLE ASTM A-123.
- PARA LA INSPECCION DE LA ESTRUCTURA SE TOMARON CINCO PUNTOS DE MEDICION DE ESPESORES EN CADA ELEMENTO, HACIENDO MUESTREO DE ACUERDO A LO DESCRITO EN LA NORMA APLICABLE.
- SE REALIZARON PRUEBAS DE ADHERENCIA CON CUCHILLA, SIN PRESENTAR LEVANTAMIENTOS EN LA CAPA DE GALVANIZADO.
- EL GALVANIZADO DE LA ESTRUCTURA SE ENTREGA LIMPIO, LISO, UNIFORME Y LIBRE DE DEFECTOS.

RESULTADOS

ESPESOR MINIMO: 99 Micras EQUIPO UTILIZADO: LC 5051 / ELCOMETER

ESPESOR PROMEDIO: 117 Micras ADHERENCIA: BUENA

OBSERVACIONES

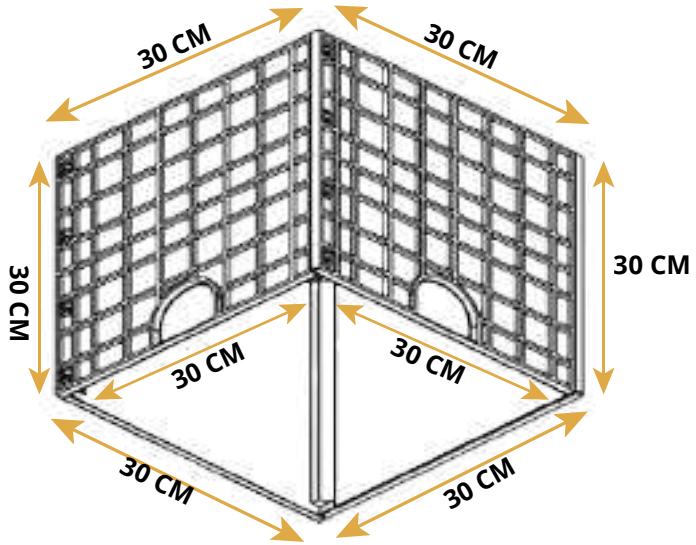
CRITERIOS DE ACEPTACION SEGÚN NORMA:

NUMERALES 3.2.10 Y TABLA 1 (ESPESORES DE RECUBRIMIENTO)
TABLA 2 (GRADO DE ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO)
NUMERAL 7.3 (MUESTREO)
NUMERAL 8.3 (ADHERENCIA)

DIRECTORA DE GALVANIZADO Claudia P. Osma P.

SADELEC
NIT.830.526.506-1

CAJA PLASTICA PARA INSPECCION PUESTA A TIERRA 30X30





Caja sistema puesta a tierra fabricada en polipropileno por proceso de inyección generando resistencia y durabilidad al producto

Caracteristicas

- Abarca menos área para envió.
- Fácil ensamble de caja.
- Fácil transporte de caja para su instalación.
- Fabricado en plastico de alta resistencia mecánica.
- La tapa tiene dos ingresos para facilitar el levantado de la tapa y posee dos alojamientos para la cabeza de los tornillos.
- Las tapas laterales permiten el retiro de material manualmente para el paso de conductores Resistente al resquebrajamiento por tensión ambiental.

Calle 15 No. 12 - 78 Bogotá D.C. –Colombia
Celular:3134470912–311591 3600
www.ecowelld.com

Eco-welld

Ítem	Descripción
Marca	ECO-WELLD
Referencia	C 30X30 SPT
Utilización	Sistema Puesto a Tierra
Número de conductores	4
Material	Polipropileno
Dimensiones	300 x 300 x 300 mm
Peso	2.000 g
Color	Negro
Temperatura ambiente	-25 ~ 55 ºC
Resistencia	100 kg
Embalaje:	A convenir
Tornillos	1/8” x 1”



Calle 15 No. 12 - 78 Bogotá D.C. –Colombia
Celular:3134470912–311591 3600
www.ecowelld.com

AZ COLOR

Industrias L&M CIA. LTDA.

FICHA TECNICA

TOWER PAINT

WATERBORNE COOTING
DIRECT –TO- METAL (D.T.M.) Application

TIPO GENERICO: PINTURA PARA PROTECCION Y SEÑALIZACION

DESCRIPCIÓN:

Recubrimiento fabricado con resinas acrílicas de alta calidad, mono componente base agua de rápido secado, al cual se le han incorporado pigmentos inhibidores de corrosión y aditivos de adherencia para asegurar un excelente comportamiento sobre superficies metálicas.

VENTAJAS:

- Alta dureza.
- Excelente protección anticorrosiva
- Excelente adherencia
- Se adhiere directamente sobre el metal. No requiere imprimación.
- Resistente a hongos y bacterias
- Excelente cubrimiento.
- Apariencia Mate
- Recubrimiento de protección y señalización
- Buena Adherencia sobre los diferentes sustratos metálicos, igualmente en superficies galvanizadas.
- Gama de colores. (Blanco, Naranja, Negro) carta RAL.
- Secado y curado rápido.

PRESENTACIÓN

Galón: 3.785 L
Cuñete: 5 galones

USOS:

Para protección y señalización de torres de comunicación, estructuras metálicas expuestas a los diferentes ambientes, con una alta resistencia a la intemperie y un muy buen comportamiento sobre los aceros y galvanizados.

ESPECIFICACIONES:

Acabado	Mate
Color (NTC 1360)	**Blanco - Naranja – Negro , Carta RAL**
Sólidos por Volumen %	38 - 40
Sólidos por Peso %	54 - 56
VOC	349 g/l
Peso por galón	5.20 +/- 0.1 Kg/Gal.

Rendimiento teórico*	A 25 micrones de película seca: 56 a 58 m^2/galón.
Espesor de película seca aplicada por capa	3 a 4 milésimas de pulgada
Viscosidad (NTC 1360)	108 - 118 KU
Adherencia	100%
Dilución recomendada % (Agua)	10 %
Temperatura máxima del sustrato	45 °C
Secado al polvo, 25ºC	10 min
Secamiento al tacto , 25ºC	30 min
Tiempo de almacenamiento a , 25ºC	12 meses bajo techo
Humedad relativa máxima	75%

MÉTODO DE APLICACIÓN:

Brocha, Rodillo, pistola o maquina aplicación (Brocha de cerda animal)

PREPARACION DE SUPERFICIE

La superficie ha de estar limpia, seca, libre de óxido, pintura en mal estado, polvo, grasa y demás contaminantes.

Realizar limpieza manual según norma SSPC-SP2 como mínimo

Presenta buena adherencia sobre galvanizado

Nota: Nunca aplicar en ambientes excesivamente húmedos, con humedad relativa máximo 75%, al igual que el sustrato debe estar por lo menos 3ºC por encima del punto de roció.

*Entre lote y lote se pueden presentar ligeras diferencias de color. (Equivalentes entre un 5 y 10% de diferencia)

INSTRUCIONES DE APLICACIÓN

* Antes de su aplicación debe ser mezclada con espátula con el fin de homogenizar el producto completamente

* Solamente se debe diluir en Agua potable, como máximo 10%

*Se deben aplicar el número de capas necesarias para obtener el espesor de película seca requerido de acuerdo con la recomendación dada para el caso

*Proteger de la presencia de lluvia, por lo menos 4 horas a 25ºC, después de aplicado el producto, ya que es sensible al agua en este tiempo.

* El producto después de ser utilizado se recomienda adicionar un sobrenadante de agua y cerrar muy bien la tapa.

* El tiempo de aplicación entre capas debe ser de 1 hora a una temperatura de 25ºC

PRECAUCIONES

Manténgase fuera del alcance de los niños. Evite todo tipo de contacto con la piel. Usar guantes de caucho y gafas de seguridad para su manipulación. Consultar la hoja de seguridad del producto. En caso de contacto con los ojos, lavar con agua en abundancia y acudir lo más pronto al médico.

ADVERTENCIA

AZ COLOR S.A.S advierte que la atención técnica y recomendaciones de uso son enteramente confiables. Sin embargo, los consumidores deben ejecutar sus propias pruebas para determinar las condiciones de trabajo más adecuadas a sus necesidades.

AZ COLOR S.A.S no se responsabiliza por usos fuera de las especificaciones dadas.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

SECCIÓN 1. Identificación

Nombre del Producto: TOWER PAINT COLORES
Fecha de última actualización: 09 de agosto de 2025
Fecha de Emisión: 22 de mayo de 2023

Uso recomendado de la sustancia química peligrosa o mezcla, y restricciones de uso:

Usos Identificados: Componente de recubrimiento
Usos contraindicados: No mezclar con solventes o resinas no compatibles sin asesoría técnica.

Datos del proveedor o fabricante:
AZ Color S.A.S
Bogotá - Colombia
Carrera 72h # 38 - 11/25 Sur
PBX: 601 521 1947
www.azcolor.com.co
ventas@azcolor.com.co

Número de teléfono en caso de emergencia:

Cuerpo de Bomberos:	119
Emergencias médicas:	123
Policía Nacional:	112
Centro de Información Toxicológica (CIATOX):	01 8000 916 012
Línea de Emergencia Ambiental:	317 435 8620
Secretaría de Salud de Bogotá:	601 364 9090
Defensa Civil Colombiana:	144

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

Clasificación de la sustancia química peligrosa o mezcla:
Acuático agudo. 3: Peligrosidad aguda para el medio ambiente acuático, Categoría 3, H402
Acuático crónico. 3: Peligrosidad crónica para el medio ambiente acuático, Categoría 3, H412

Elementos de las etiquetas del SGA

Pictogramas de peligro:



Palabra de advertencia: Peligro

Indicaciones de peligro: Acuático crónico. 3: Peligrosidad crónica para el medio ambiente acuático, Categoría 3, H412

Consejos de prudencia

Prevención:
P101: Si se necesita consultar a un médico, tener a mano el recipiente o la etiqueta del producto.
P102: Mantener fuera del alcance de los niños.
P273: No dispersar en el medio ambiente.
P501: Eliminar el contenido/recipiente mediante el sistema de recogida selectiva habilitado en su municipio

Almacenamiento:
P403 + P233 - Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente herméticamente cerrado.
P403 + P235 - Mantener fresco.

Eliminación
P501 - Eliminar el contenido y recipiente conforme a todas las reglamentaciones locales, regionales, nacionales e internacionales.

Peligros no clasificados en otra parte: No se conoce ninguno.

SECCIÓN 3. Composición / Información sobre los componentes

Sustancia / mezcla: Mezcla

Nombre del compuesto	Número CAS	Concentración
Carbonato de calcio	1317-65-3	del 35 al 45%
Dióxido de titanio	13463-67-7	del 10 al 15%

Si alguna concentración se presenta como un rango, es para proteger la confidencialidad o debido a variación en los lotes.

No hay ningún ingrediente adicional presente que, bajo el conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, sea aplicado como de riesgo para la salud o el medio ambiente, y por lo tanto deban ser reportados en esta sección.

Los límites de exposición laboral, en caso de existir, figuran en la sección 8.

SECCIÓN 4. Primeros auxilios

Descripción de los primeros auxilios:

Medidas Generales: Los síntomas como consecuencia de una intoxicación pueden presentarse con posterioridad a la exposición, por lo que, en caso de duda, exposición directa al producto químico o persistencia del malestar solicitar atención médica, mostrándole la FDS de este producto.

Contacto con los ojos: Enjuagar los ojos con abundante agua a temperatura ambiente al menos durante 15 minutos. Evitar que el afectado se frote o cierre los ojos. En el caso de que el accidentado use lentes de contacto, éstas deben retirarse siempre que no estén pegadas a los ojos, de otro modo podría producirse un daño adicional. En todos los casos, después del lavado, se debe acudir al médico lo más rápidamente posible con la FDS del producto.

Por inhalación: Se trata de un producto no clasificado como peligroso por inhalación, sin embargo, se recomienda en caso de síntomas de intoxicación sacar al afectado del lugar de exposición, suministrarle aire limpio y mantenerlo en reposo. Solicitar atención médica en el caso de que los síntomas persistan.

Contacto con la piel: Se trata de un producto no clasificado como peligroso en contacto con la piel. Sin embargo, se recomienda en caso de contacto con la piel quitar la ropa y los zapatos contaminados, aclarar la piel o duchar al afectado si procede con abundante agua fría y jabón neutro. En caso de afección importante acudir al médico.

Ingestión: No inducir al vómito, en el caso de que se produzca mantener inclinada la cabeza hacia delante para evitar la aspiración. Mantener al afectado en reposo. Enjuagar la boca y la garganta, ya que existe la posibilidad de que hayan sido afectadas en la ingestión.

Síntomas y efectos más importantes, agudos o crónico:

Los efectos agudos y retardados son los indicados en las secciones 2 y 11 de la FDS

Indicación de la necesidad de recibir atención médica inmediata, en su caso, de tratamiento especial

No relevante

Vea la sección 11 para la Información Toxicológica

SECCIÓN 5. Medidas contra incendios

Medios de extinción

Medios de extinción apropiados: Producto no inflamable bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación y uso, conteniendo sustancias inflamables. En caso de inflamación como consecuencia de manipulación, almacenamiento o uso indebido emplear preferentemente extintores de polvo polivalente (polvo ABC).

Medios no apropiados de extinción: No relevante.

Peligros específicos de la sustancia química peligrosa o mezcla: Como consecuencia de la combustión o descomposición térmica se generan subproductos de reacción que pueden resultar altamente tóxicos y, consecuentemente, pueden presentar un riesgo elevado para la salud.

Medidas especiales que deberán seguir los grupos de combate contra incendio: En función de la magnitud del incendio puede hacerse necesario el uso de ropa protectora completa y equipo de respiración autónomo. Disponer de un mínimo de instalaciones de emergencia o elementos de actuación (mantas ignífugas, botiquín portátil,...).

Disposiciones adicionales	Actuar conforme el Plan de Emergencia Interior y las Fichas Informativas sobre actuación ante accidentes y otras emergencias. Suprimir cualquier fuente de ignición. En caso de incendio, refrigerar los recipientes y tanques de almacenamiento de productos susceptibles a inflamación, explosión o BLEVE como consecuencia de elevadas temperaturas. Evitar el vertido de los productos empleados en la extinción del incendio al medio acuático.

SECCIÓN 6. Medidas que deben tomarse en caso de derrame o fuga accidental

Precauciones personales, equipo de protección y procedimiento de emergencia

Para personal de no emergencia:	Aislar las fugas siempre y cuando no suponga un riesgo adicional para las personas que desempeñen esta función. Ante la exposición potencial con el producto derramado se hace obligatorio el uso de elementos de protección personal (ver sección 8 de la FDS). Evacuar la zona y mantener a las personas sin protección alejadas.
Para el personal de respuesta a emergencias:	Llevar puesto equipo de protección. Mantener alejadas las personas sin protección. Ver sección 8 de la FDS.
Precauciones relativas al medio ambiente:	Evitar a toda costa cualquier tipo de vertido al medio acuático. Contener adecuadamente el producto absorbido/recogido en recipientes herméticamente precintables. Notificar a la autoridad competente en el caso de exposición al público en general o al medioambiente.

Métodos y materiales para la contención y limpieza de derrames o fugas

Se recomienda: Absorber el vertido mediante arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. No absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. Para cualquier consideración relativa a la eliminación consultar la sección 13 de la FDS.

SECCIÓN 7. Manejo y almacenamiento

Precauciones que se deben tomar para garantizar un manejo seguro

Precauciones generales	Cumplir con la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales en cuanto a manipulación manual de cargas. Mantener orden, limpieza y eliminar por métodos seguros (sección 6 de la FDS).
Recomendaciones técnicas para la prevención de incendios y explosiones.	Producto no inflamable bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación y uso. Se recomienda trasvasar a velocidades lentas para evitar la generación de cargas electroestáticas que pudieran afectar a productos inflamables. Consultar la sección 10 de la FDS sobre condiciones y materias que deben evitarse.
Recomendaciones técnicas para prevenir riesgos ergonómicos y toxicológicos.	Para control de exposición consultar la sección 8 de la FDS. No comer, beber ni fumar en las zonas de trabajo lavarse las manos después de cada utilización, y despojarse de prendas de vestir y equipos de protección contaminados antes de entrar en las zonas para comer.
Recomendaciones técnicas para prevenir riesgos medioambientales.	Debido a la peligrosidad de este producto para el medio ambiente se recomienda manipularlo dentro de un área que disponga de barreras de control de la contaminación en caso de vertido, así como disponer de material absorbente en las proximidades del mismo.

Condiciones de almacenamiento seguro, incluida cualquier incompatibilidad:

Medidas técnicas de almacenamiento	Temperatura mínima: 4 °C Temperatura máxima: 35 °C Tiempo máximo: 12 meses
Condiciones generales de almacenamiento	Evitar fuentes de calor, radiación, electricidad estática y el contacto con alimentos. Para información adicional ver sección 10

Usos específicos finales

Salvo las indicaciones ya especificadas no es preciso realizar ninguna recomendación especial en cuanto a los usos de este producto.

SECCIÓN 8. Controles de exposición / protección personal

Parámetros de control

Carbonato de calcio

TWA (fracción respirable) (OSHA PEL)	5 mg/m³ 8 horas
TWA (polvo total) (OSHA PEL)	15 mg/m³ 8 horas
TWA (fracción respirable) (NIOSH REL)	5 mg/m³ 10 horas
TWA (polvo total) (NIOSH REL)	10 mg/m³ 10 horas

Dióxido de titanio

VLE-PPT	10 mg/m³
TWA (fracción respirable)	2.5 mg/m³ (Dióxido de titanio)

Controles de exposición

Controles técnicos apropiados:

Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

Equipo de protección personal

Realizar la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos de acuerdo a la Guia técnica colombiana GTC 45. Como medida de prevención se recomienda la utilización de equipos de protección individual básicos. Para más información sobre los equipos de protección individual (almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, clase de protección,...) consultar el folleto informativo facilitado por el fabricante del EPP. Las indicaciones contenidas en este punto se refieren al producto puro. Las medidas de protección para el producto diluido podrán variar en función de su grado de dilución, uso, método de aplicación, etc. Para determinar la obligación de instalación de duchas de emergencia y/o lavaojos en los almacenes se tendrá en cuenta la normativa referente al almacenamiento de productos químicos aplicable en cada caso. Para más información ver epígrafe 7 de la FDS.
Toda la información aquí incluida es una recomendación siendo necesario su concreción por parte de los servicios de prevención de riesgos laborales al desconocer las medidas de prevención adicionales que la empresa pudiese disponer.

Protección de ojos y cara:	Gafas panorámicas contra salpicaduras y/o proyecciones. NORMATIVIDAD APLICABLE: NTC 1825, NTC 1826 y ANSI Z87.1. Limpiar a diario y desinfectar periódicamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se recomienda su uso en caso de riesgo de salpicaduras.

Proección de la piel: Guantes de protección contra riesgos menores. Reemplazar los guantes ante cualquier indicio de deterioro. Para periodos de exposición prolongados al producto para usuarios profesionales/industriales se hace recomendable la utilización de guantes de protección química.
Ropa de trabajo. NORMATIVIDAD APLICABLE: EN ISO 13688. Reemplazar ante cualquier indicio de deterioro. Para periodos de exposición prolongados al producto para usuarios profesionales/industriales se hace recomendable ropa de trabajo para protección química.
Calzado de trabajo antideslizamiento. Reemplazar ante cualquier indicio de deterioro.

Protección respiratori Máscara autofiltrante para gases y vapores. NOMATIVIDAD APLICABLE: NTC 1584, NTC 1589, NTC 3851 y NTC 1728. Reemplazar cuando se detecte olor o sabor del contaminante en el interior de la máscara o adaptador facial. Cuando el contaminante no tiene buenas propiedades de aviso se recomienda el uso de equipos aislantes.

SECCIÓN 9. Propiedades Físicas y Químicas

Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico	Líquido
Color	Blanco y Naranja
Olor	Suave
Umbral Olfativo	N/D
pH	8,5-9,0
Puno de fusión / ebullición	100°C
Tasa de evaporación	N/D
Inflamabilidad	N/D
Punto de inflamación	No inflamable
Límite de inflamabilidad	N/D
Presión de vapor (20°C)	2313 Pa
Densidad de vapor (aire=1)	N/D
Densidad (20°C)	1,5-1,6 g/cm³
Solubilidad (20°C)	soluble en agua
Coef. de reparto (logKo/w)	N/D
Temperatura de autoignición	N/D
Temperatura de descomposición	N/D
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C)	N/D
Constante de Henry (20°C)	N/D
Log Koc	N/D

Información adicional

Los datos físicos y químicos dados en la Sección 9 son valores típicos para el producto, no constituyendo especificación.

SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

Reactividad:	No existen resultados específicos de ensayos respecto a la reactividad del este producto o sus ingredientes.
Estabilidad química:	El producto es estable.
Posibilidad de reacciones peligrosas:	En condiciones normales de almacenamiento y uso, no ocurre reacción peligrosa.
Condiciones que deben	No se conocen condiciones que deban evitarse.
Materiales incompatibles:	Reactivo o incompatible con los siguientes materiales: Ácidos fuertes Evitar álcalis o bases fuertes.
Productos de descomposición	Bajo condiciones normales de almacenamiento y uso, no se deben producir productos de descomposición peligrosos.

SECCIÓN 11. Información toxicológica

Información sobre las posibles vías de exposición

No se dispone de datos experimentales del producto en sí mismo relativos a las propiedades toxicológicas

Efectos peligrosos para la salud

En caso de exposición repetitiva, prolongada o a concentraciones superiores a las establecidas por los límites de exposición profesionales, pueden producirse efectos adversos para la salud en función de la vía de exposición:

Ingestión (efecto agudo):

Toxicidad aguda: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo, presenta sustancias clasificadas como peligrosas por ingestión. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Corrosividad/Irritabilidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Inhalación (efecto agudo):

Toxicidad aguda: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por inhalación. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Corrosividad/Irritabilidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Contacto con la piel y los ojos (efecto agudo):

Contacto con la piel: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo, presenta sustancias clasificadas como peligrosas por contacto con la piel. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Contacto con los ojos: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Efectos CMR (carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción):

Carcinogenicidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presenta sustancias clasificadas como peligrosas por los efectos descritos. Para más información ver sección 3 de la FDS.
Mutagenicidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Toxicidad para la reproducción: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Efectos de sensibilización:

Respiratoria: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas con efectos sensibilizantes. Para más información ver secciones 2, 3 y 15 de la FDS.
Cutánea: El contacto prolongado con la piel puede derivar en EPPsodios de dermatitis alérgicas de contacto.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)-exposición única:

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)-exposición repetida:

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)-exposición repetida: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.
Piel: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Peligro por aspiración:

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3 de la FDS.

Información adicional

No relevante

Información sobre los efectos toxicológicos

Carbonato de calcio

DL50 oral (rata, OECD 401)	> 5.000 mg/kg
DL50 der (conejo)	> 2.000 mg/kg
CL50 inh. (rata, 4hs., OECD 403)	> 0,69 mg/l

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción

Evidencia positiva de los estudios epidemiológicos en humanos (por inhalación)

Dióxido de titanio

DL50 oral (rata, OECD 423)	> 5.000 mg/kg
DL50 der (conejo, OECD 402)	N/D
CL50 inh. (rata, 4hs., OECD 403)	N/D
Irritación o corrosión cutáneas. Irritación dérmica (conejo, OECD 404)	No irrita la piel
Lesiones o irritación ocular graves. Irritación ocular (conejo, OECD 405)	No irrita los ojos
Sensibilidad cutánea (cobayo, OECD 406)	No es sensibilizante para la piel.
Sensibilidad respiratoria (cobayo, OECD 403)	N/D

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción

Los efectos de la célula germinal no son relevantes. No clasificable como agente carcinógeno para el humano.

SECCIÓN 12. Información ecológica

No hay datos sobre el producto en sí. No debe permitirse que el producto entre en los desagües o cursos de agua.

Infomación ecológica de cada componente mayoritario de la mezcla

Carbonato de Calcio

Toxicidad Aguda

Peces	No es tóxico en caso de solubilidad límite
Invertebrados acuáticos	No es tóxico en caso de solubilidad límite
Toxicidad para las algas/ plantas acuáticas	No es tóxico en caso de solubilidad límite
Toxicidad para microorganismos	No es tóxico en caso de solubilidad límite

Persistencia y degradabilidad

Biodegradabilidad	No biodegradable
Degradación	N/D

Potencial de bioacumulación

Log Ko/w:	N/A
Bioacumulación:	La sustancia no es persistente, móvil ni tóxica (PBM).

Movilidad en el suelo

LogKoc:	N/D
CONSTANTE DE HENRY (20°C):	N/D

Resultados de la valoración PBT y mPmB N/D

Otros efectos adversos

En estado sólido de estos minerales son una parte importante de las rocas de la superficie de la tierra. Que se disuelven en un estado natural y parte indispensable de las aguas naturales. Estos minerales no son biodegradables. Efectos negativos sobre el medio ambiente deben ser excluidas. Puede haber ciertas restricciones que indiquen que algunas suspensiones concentradas de estos minerales en las aguas naturales pueden tener un efecto desfavorable sobre los organismos acuáticos (perturbaciones de la microflora y de la micro fauna en los sedimentos y en consecuencia un efecto negativo para la existencia de los organismos acuáticos superiores).

Dióxido de titanio

Toxicidad Aguda

Peces	CL50 (Pez): > 1.000 mg/l
Invertebrados acuáticos	
EC50 (Daphnia magna 48 h):	> 1.000 mg/l
CE50 (No se han especificado especies 48h):	> 1.000 mg/l
Toxicidad para las algas/ plantas acuáticas	
ErC50 (Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde)72h):	> 100 mg/l

CE50 (Skeletonema costatum (diatomea marina)72h): > 10000 mg/l

NOEC (Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde)3d): > 100 mg/l

NOEC (Skeletonema costatum (diatomea marina)3d): > 5.600 mg/l

Persistencia y degradabilidad

Biodegradabilidad N/D

Degradación N/D

Potencial de bioacumulación

Log Ko/w: N/D

BIOACUMULACIÓN EN PECES BCF (OCDE 305): N/D

Factor de bioconcentración (BCF): 352

Movilidad en el suelo

LogKoc: N/D

CONSTANTE DE HENRY (20°C): N/D

Resultados de la valoración PBT y mPmB N/D

Otros efectos adversos

No contiene halógenos orgánicos ni metales.

SECCIÓN 13. Consideraciones para desecho

Métodos de eliminación

Gestión del resíduo(eliminiación y valorización)

Consultar al gestor de residuos autorizado las operaciones de valorización y eliminación. En el caso de que el envase haya estado en contacto directo con el producto se gestionará del mismo modo que el propio producto, en caso contrario se gestionará como residuo no peligroso. Se desaconseja su vertido a cursos de agua.

Disposiciones legislativas relacionadas con la gestión de residuos

Legislación relacionada con la gestión de residuos: Decreto 1076 de 2015 (Decreto único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible)

SECCIÓN 14. Información para el transporte

Este producto no está regulado para su transporte

Número ONU: UN1263

Designación oficial de transporte: PINTURA

SECCIÓN 15. Información sobre la reglamentación

Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

NTP (National Toxicology Program)

No relevante

Disposiciones particulares en materia de protección de las personas o el medio ambiente

Se recomienda emplear la información recopilada en esta hoja de datos de seguridad de materiales como datos de entrada en una evaluación de riesgos de las circunstancias locales con el objeto de establecer las medidas necesarias de prevención de riesgos para el manejo, utilización, almacenamiento y eliminación de este producto.

Otras legislaciones

Resolución 0312 de 2019 - por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

CONPES 3868 - Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas.

Decreto 1079 de 2015 - decreto único reglamentario del sector transporte.

NTC 1692 -Transporte de mercancías peligrosas. Definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado.

NTC 4532- Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de emergencia para transporte de materiales.

Decreto número 4741 de 2005

Decreto 1299 de 2008 -Reglamenta departamento de gestión ambiental de empresas a nivel industrial estado

Decreto 321 de 1999 - Adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.

NTC 4702 - 1 -Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 1. Explosivos

NTC 4702 - 2 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 2. Gases

NTC 4702 - 3 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 3. Líquidos Inflamables

NTC 4702 - 4 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 4. Sólidos Inflamables, Sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

NTC 4702 - 5 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 5. Sustancias Comburentes y Peróxidos Orgánicos

NTC 4702 - 6 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 6. Sustancias Tóxicas e Infecciosas

NTC 4702 - 8 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 8. Sustancias

NTC 4702 - 9 - Embalaje y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 9. Sustancias Peligrosas varias

Ley 2041 de 2020 - Por medio de la cual se garantiza el derecho de las personas a desarrollarse física e intelectualmente en un ambiente libre de plomo, fijando límites para su contenido en productos comercializados en el país.

SECCIÓN 16. Otras Informaciones

Abreviaturas y acrónimos

N/A: no aplicable.

N/D: sin información disponible.

CAS: Servicio de Resúmenes Químicos

IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

TLV: Valor Límite Umbral

TWA: Media Ponderada en el tiempo

STEL: Límite de Exposición de Corta Duración

REL: Límite de Exposición Recomendada.

PEL: Límite de Exposición Permitido.

INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

ETA: estimación de la toxicidad aguda.

DL50: Dosis Letal Media.

CL50: Concentración Letal Media.

CE50: Concentración Efectiva Media.

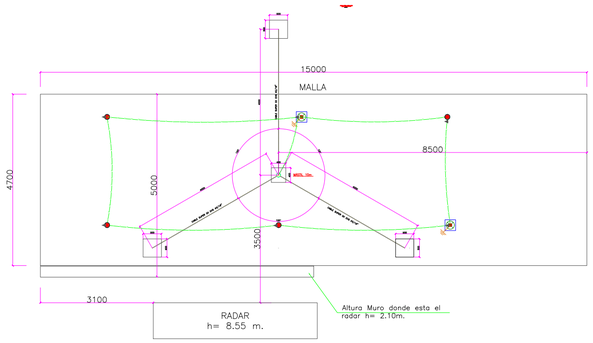
CI50: Concentración Inhibitoria Media.

Exención de responsabilidad

La información indicada en esta ficha de Seguridad fue recopilada e integrada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores de materia prima. La información relacionada con este producto puede variar, si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular en procesos específicos. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este producto específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico capacitado. Esta ficha de seguridad no pretende ser completa o exhaustiva, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales no contempladas en este documento.

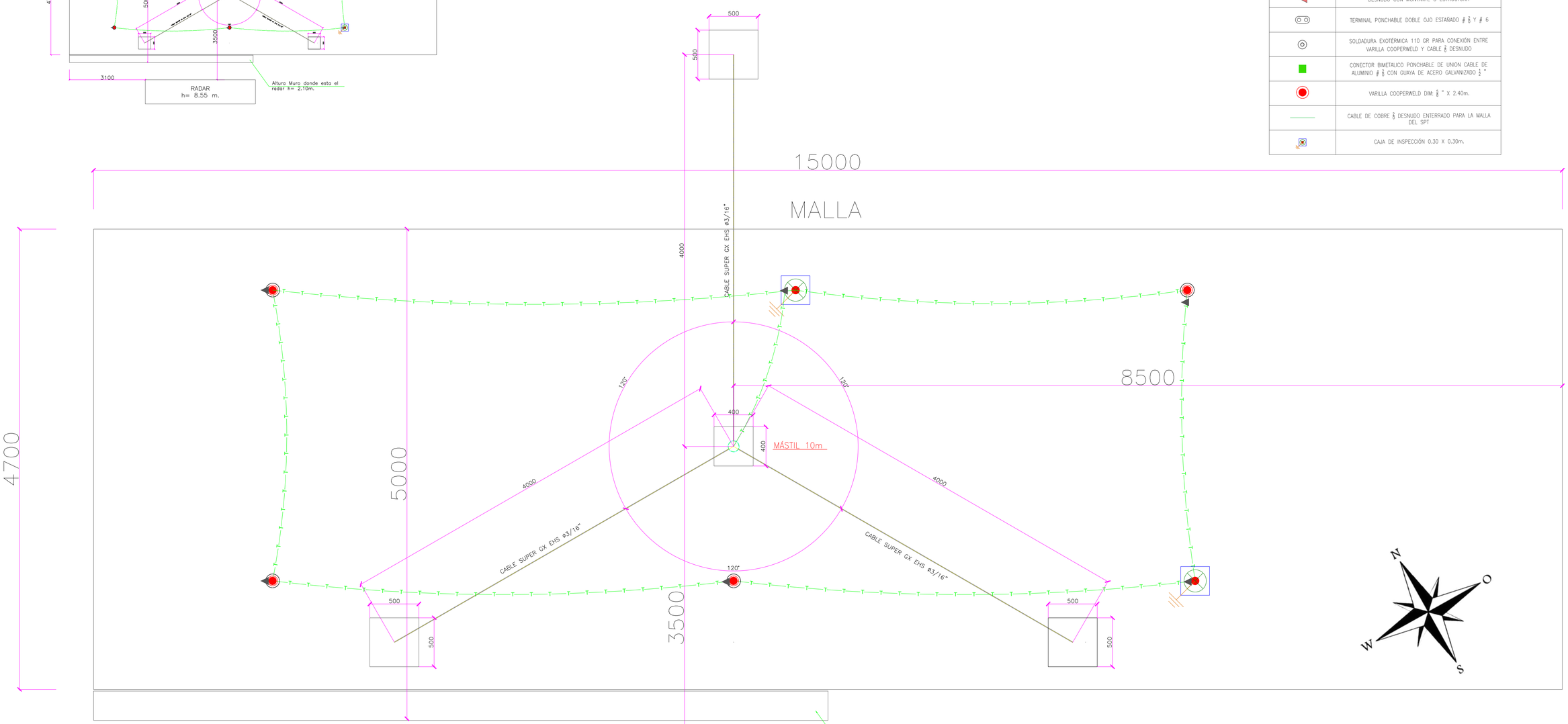
DETALLE SISTEMA PUESTA TIERRA MASTIL 10.0 M (PLANTA)

ESC: 1:100



DETALLE SISTEMA PUESTA TIERRA MASTIL 10.0 M (PLANTA)

ESC: 1:25



SIMBOLOGÍA DE CABLEADO

No.	DESCRIPCIÓN
	CONDUCTOR AWG DE # 6 Cu COLOR VERDE (JUMPER)
	CABLE DE ALUMINIO CALIBRE # 3/8 AWG COLOR NEGRO
	BARRAJE (BUSBAR) EN ALUMINIO DE 0.30 X 0.10m X 1/4 "
	SOLDADURA EXOTÉRMICA 115 GR PARA CONEXIÓN CABLE 3/8 DESNUDO
	SOLDADURA EXOTÉRMICA 115 GR PARA CONEXIÓN CABLE 3/8 DESNUDO CON MONTANTE O ESTRUCTURA
	TERMINAL PONCHABLE DOBLE OJO ESTAÑADO # 3/8 Y # 6
	SOLDADURA EXOTÉRMICA 110 GR PARA CONEXIÓN ENTRE VARILLA COOPERWELD Y CABLE 3/8 DESNUDO
	CONECTOR BIMETALICO PONCHABLE DE UNION CABLE DE ALUMINIO # 3/8 CON GUAYA DE ACERO GALVANIZADO 1/2 "
	VARILLA COOPERWELD DIM: 5/8 " X 2.40m.
	CABLE DE COBRE 3/8 DESNUDO ENTERRADO PARA LA MALLA DEL SPT
	CAJA DE INSPECCIÓN 0.30 X 0.30m.

NOTAS GENERALES

1- LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2- PERFILES TUBULARES EN ACERO CALIDAD ASTM A500 GRADO C
3- LÁMINAS DE CONEXIÓN A572-GR 50
4- SOLDADURA SEGUN NORMA AWS 70XX
5- TODOS LOS TORNILLOS SERAN EN ACERO ASTM A-325-1 PERNOS DE ANCLAJE VARILLA ROSCADA ASTM F1554 Gr. 55 GALVANIZADOS EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A153.
6- CADA TORNILLO IRA PROVISTO DE TUERCA, ARANDELA PLANA Y Y ARANDELA DE PRESION
7- TOMENSE LOS GRAMILES NO ESPECIFICADOS AL CENTRO DEL PERFIL

PARAMETROS DE DISEÑO

Altura Total Mástil:	10m
Velocidad de Cargas de Diseño:	165km/h
Velocidad de Cargas de Servicio:	130km/h
Categoria de Riesgo:	II
Categoria de Exposición:	D
Categoria Topografica:	1
Tipo de suelo:	D
Norma de Diseño:	TIA 222-G

No	FECHA	POR	REV.	APR.	DESCRIPCION
1	2026-09-04	S.M.	IESTEL	IESTEL	SISTEMA PUESTA TIERRA
0	2026-08-19	H.M.	IESTEL	IESTEL	EMITIDO PARA APROBACIÓN

REVISIONES

CLIENTE

FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

PROYECTO
MÁSTIL TUBULAR RIENDADO 10.0 m.

FECHA	DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	REVISO	APROBO
08-09-2026	A.S.	A.S	S.C	IESTEL	IESTEL

ESCALA	OBRA No.	PLANO No.	REV.
1=ESCALA	OBRA	PLANO	X

ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-004

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

PRODUCT CONFORMITY CERTIFICATE

Modelo de Certificación
Certification Modality
Marca con Reglamentos Técnicos Colombianos
Sistema 5

No. 02000

La Corporación Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico Del Sector Eléctrico - CIDET certifica que el producto:
CIDET certifies that the product:

DENOMINACIÓN	TIPO	REFERENCIA
VARILLA MACIZA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	ENTERA	CC-E de 12.7 a 25.4 mm x 2.40 m a 3.05 m (½" A 1" x 2.40 m a 3.05 m)

Las características e identificación de este producto se describen en el documento anexo, que hace parte integral del presente CERTIFICADO. Este documento contiene 2 página(s).
The characteristics and identification of this product is described in the attached document, which is an integral part of this CERTIFICATE

Comercializado y fabricado por
Commercialized and fabricated by:

COBRES DE COLOMBIA S.A.S.

Carrera 40 No. 11-33 Urbanización Industrial Acopi, Yumbo, Valle del Cauca, Colombia

Satisface los requerimientos de
Satisfies the requirements of

NTC 2206/2001 y la RESOLUCIÓN 90708 de 2013 del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – RETIE (Numeral 15.3)

Fecha de Certificación: 2005/10/28
Fecha de Renovación: 2023/07/18
Fecha de Vencimiento: 2026/07/17

Fecha máxima para la finalización de las próximas auditorías de seguimiento: 2024/07/17 y 2025/07/17

Diego Alejandro Valencia
Director CIDET Certificación
CIDET Certification Manager

Firmado digitalmente por DIEGO ALEJANDRO VALENCIA CALLEJAS
Fecha: 2023.07.18 07:56:30 -05'00'

CIDET realiza la verificación y el seguimiento a las características del sistema que dieron origen a esta certificación.
Las novedades y vigencia de este certificado pueden ser consultadas en la página www.cidet.org.co/consulta-certificados
Este certificado solo debe reproducirse en su totalidad.

CIDET makes the verification and following up of the system characteristics that gave origin to this certification.
The news and validity of this certificate can be consulted on the **www.cidet.org.co/consulta-certificados** webpage.
This certificate only can be reproduced in its entirety..

Medellín: Carrera 46 No.56-11 (Av. Oriental), piso 13. Tel: (+574) 444 1211 Fax: (+574) 444 0460

Pararrayos Franklin Thor

Especificaciones técnicas del sistema

Diseñado y construido bajo el estandar norteamericano NFPA 780 y la norma brasileña NBR 5419, conformado por un asta central de 0.35m y tres astas laterales de 0.20m, que confluyen hacia una base que conecta el dispositivo hacia el sistema dispersor o puesta a tierra de bronce cromado, con impedancia despreciable que funcionará de manera natural cuando el gradiente de potencial eléctrico permita la formación de un trazador ascendente que sale al encuentro del trazador descendente conduciendo el rayo hacia el sistema de puesta a tierra sin riesgo dentro del área protegida, según los niveles presentados en la tabla 1.



Características Físicas

Conformación	Material de fabricación		Dimensiones	
Asta central (1)	Bronce duro cromado	S = 201 mm^2	Altura Total	400mm
Astas laterales (3)	Bronce duro cromado	S = 71 mm^2	Diámetro	180mm
Base conector (2)	Bronce duro cromado	Ø = 42 mm	Peso total del equipo	1.210 kg

Características Técnicas

Eficiencia limitada a su altura	100% de descargas dentro del volumen protegido
Nivel de Protección	Conforme a normas
Garantía	Sujeto a condiciones naturales de operación
Mantenimiento	Reducido

Aplicaciones: protección de estructuras comunes, residenciales, comerciales industriales, agrícolas y comunicaciones dentro del volúmen protegido.

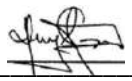
SISTEMA DE PROTECCION CONTRA RAYOS

BASE NAVAL LOGISTICA No 2 ARC MALAGA

Bahia Malaga, Valle del Cauca

BOGOTA D.C

Septiembre de 2026

	PROYECTO DE APANTALLAMIENTO	 Angelmiro Sierra Sierra
BASE NAVAL LOGISTICA No 2 ARC Malaga Bahia Malaga, Valle del Cauca		 Cel. 3124786285 Email: amssyss@gmail.com

Contenido

Contenido 28

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO 1

1.1 NORMATIVIDAD APLICABLE 1

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO 1

A. Análisis de Riesgos por Rayos y medidas para mitigarlos 1

a. Cálculo del Riesgo por rayo sobre la edificación 1

b. Cálculo del sistema de apantallamiento 4

B. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos 6

C. Cálculo del sistema de puesta a tierra 13

I. Diseño de malla de puesta a tierra 15

II. CONCLUSIONES SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 16

INDICE FIGURAS

Figura 1, Ubicación del proyecto 2
Figura 2, Densidad de descarga a Tierra en zona de proyecto 3
Figura 3, Calculo de Riesgos por rayos 4
Figura 4, Radio de la esfera de protección de acuerdo con NTC 4552-3 5
Figura 5, Apantallamiento de radar 5
Figura 6, Análisis de Riesgos Eléctricos 12
Figura 7, Medición de resistividad 13
Figura 8, Mediciones de resistividad 14
Figura 9, Configuración de la malla 15
Figura 10, Calculo resistencia de puesta a tierra 15
Figura 11, Mediciones de Resistividad del terreno 17

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 NORMATIVIDAD APLICABLE

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas- Retie Resolución 40117 de 2024
- Norma Técnica Colombiana – NTC 2050, Segunda actualización de abril de 2020
- Norma técnica colombiana NTC 4552- 1-2-3

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto contempla el diseño de un Sistema de apantallamiento y sistema de puesta a tierra para la protección de un radar de comunicaciones en La base Naval Logística No 2 ARC Malaga.

A. Análisis de Riesgos por Rayos y medidas para mitigarlos

La evaluación del nivel de riesgo por rayos, debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, perdida del suministro de energía y otros servicios esenciales, perdida o graves daños de bienes, perdida cultural, así como los parámetros del rayo para la zona tropical, donde está ubicada Colombia y las Medidas de protección que mitiguen el riesgo; por tanto, debe basarse en procedimientos establecidos en normas técnicas internacionales como la IEC 2305-2, de reconocimiento internacional o la NTC 4552-1-2-3.

Las instalaciones que hayan sido construidas dentro de la vigencia del RETIE, que les aplica este requisito y que requieran la implementación de medidas para controlarlo, deben darle cumplimiento en un periodo no superior a 12 meses de la entrada en vigencia del presente Anexo General.

Igualmente aplica a edificaciones aisladas, edificaciones con alturas que sobresalgan sobre las de su entorno y donde se tenga conocimiento de alta densidad de rayos. El estudio de evaluación del nivel de riesgo por rayo debe estar disponible para revisión de las autoridades de vigilancia y control. La protección se debe basar en la aplicación de un sistema integral, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos. El diseño e implementación deben realizarse aplicando metodologías reconocidas por normas técnicas internacionales como la IEC 62305-3, de reconocimiento Internacional o la NTC 4552, las cuales se basan en el método electro geométrico.

El procedimiento es el siguiente:

a. Cálculo del Riesgo por rayo sobre la edificación

La base naval Logística No 2 esta ubicada sobre la costa pacifica en el departamento del Valle del Cauca cerca a Bahia Malaga, en una zona con una densidad de 180 días tormentosos al año.

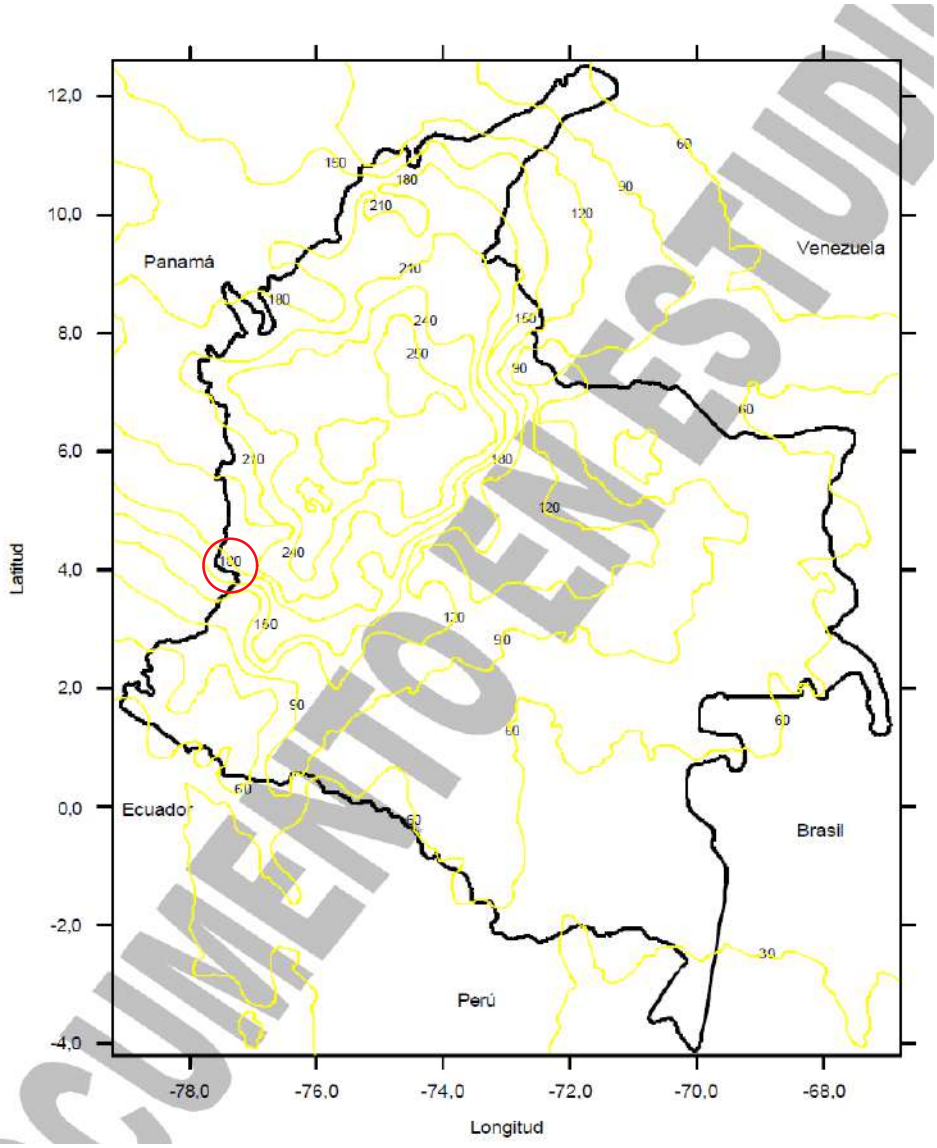


Figura 1, Ubicación del proyecto

Para el calculo del Densidad de descargas a Tierrra (DDT) se usaran las formulas aproximadas usadas en el libro de Horacio Torres – El Rayo:

$DDT = 5.4 * 10^{-7} * LAT^{1.6} * NC^{2.5}$, Para zonas montañosas

$DDT = 176 * LAT^{-3.8} * NC$, Para Zonas costeras

$DDT = 176 * LAT^{-3.8} * NC$, Para Zonas costeras

El Nivel Ceraunico de la zona, de acuerdo a la NTC 4550-1 es de 180.

UBICACIÓN	Latitud: 3.9890 Longitud: -77.3285
NC:	180
DDT:	2.1476
I rayo (kA):	40

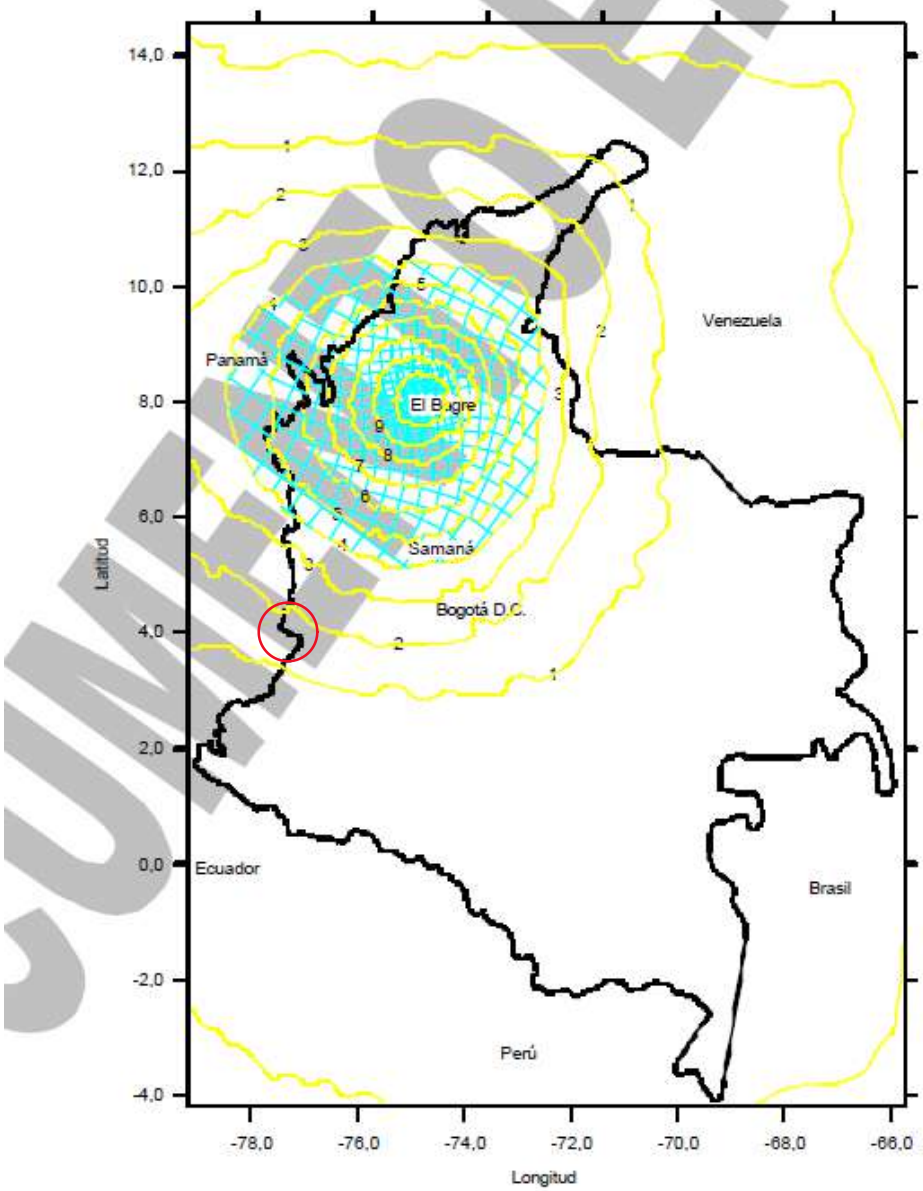


Figura A.18 DDT Colombia 1999 (áreas 300 km2 x300 km^2)

Figura 2, Densidad de descarga a Tierra en zona de proyecto

Se realiza el análisis de riesgos por descargas atmosféricas con base en la norma NTC 4552-2, usando software para cálculo de Riesgos de IEC, los resultados se muestran a continuación.

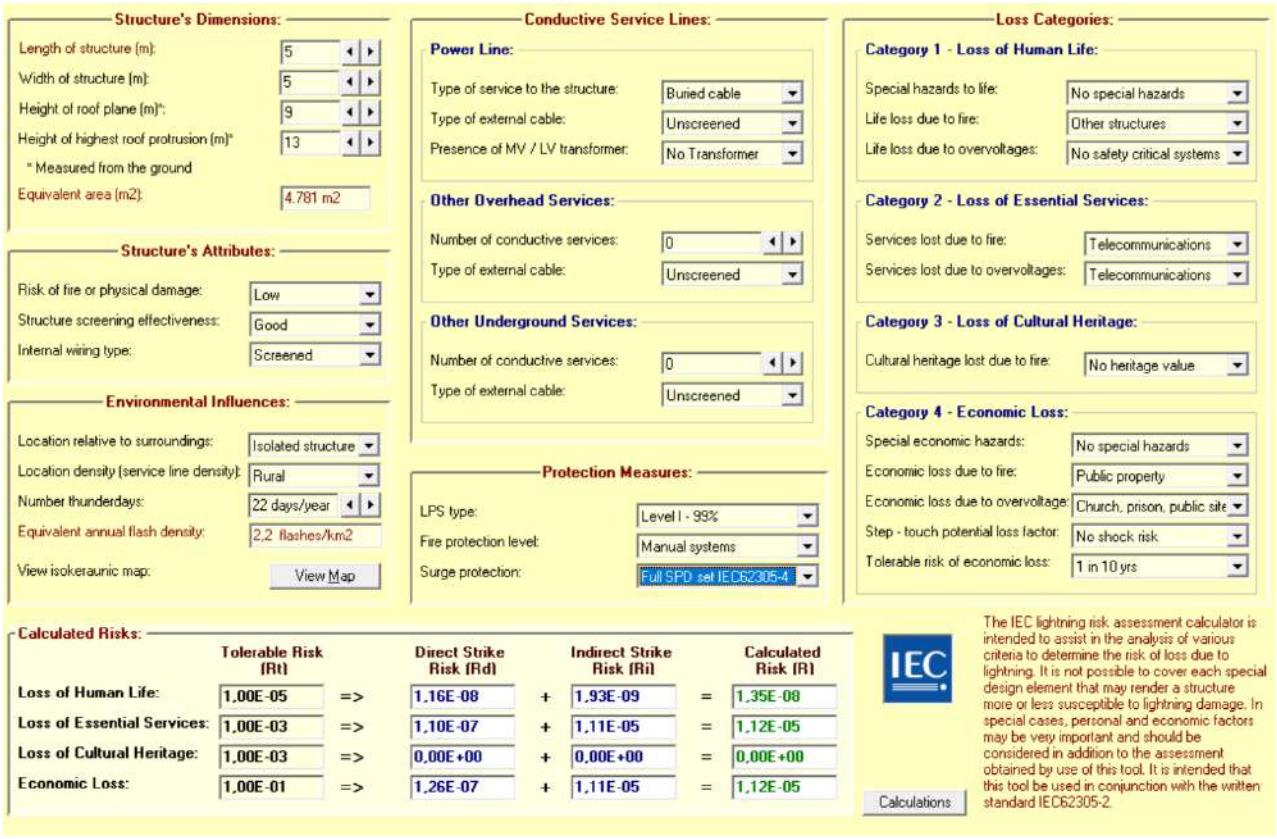


Figura 3, Calculo de Riesgos por rayos

De acuerdo al metodo de evaluacion de riesgos electricos por descargas atmosfericas SE REQUIERE un sistema de proteccion externo SIPRA I. Con dicha configuracion se logra que los riesgos por rayos sean tolerables de acurdo a las caracteristicas constructivas de la instalacion y a su tipo de uso.

b. Cálculo del sistema de apantallamiento

De acuerdo con el sistema de proteccion Sipra I de la NTC 4552-3, se usara el metodo de la esfera rodante, y el angulo de proteccion los cuales son graficos y permiten la ubicación de las puntas de captacion y el radio de la cobertura a implementar.

Teniendo en cuenta el nivel de proteccion (Sipra I) se determina de acuerdo con la NTC 4552-3 el radio minimo de la esfera el cual es de 35 metros para un nivel de proteccion Sipra I

Tabla 13. Valores máximos del radio de la esfera rodante según el nivel de protección

Nivel de Protección	Radio de la Esfera (r_{SC}) [m]
Nivel I	35
Nivel II	40
Nivel III	50
Nivel IV	55

Figura 4, Radio de la esfera de protección de acuerdo con NTC 4552-3

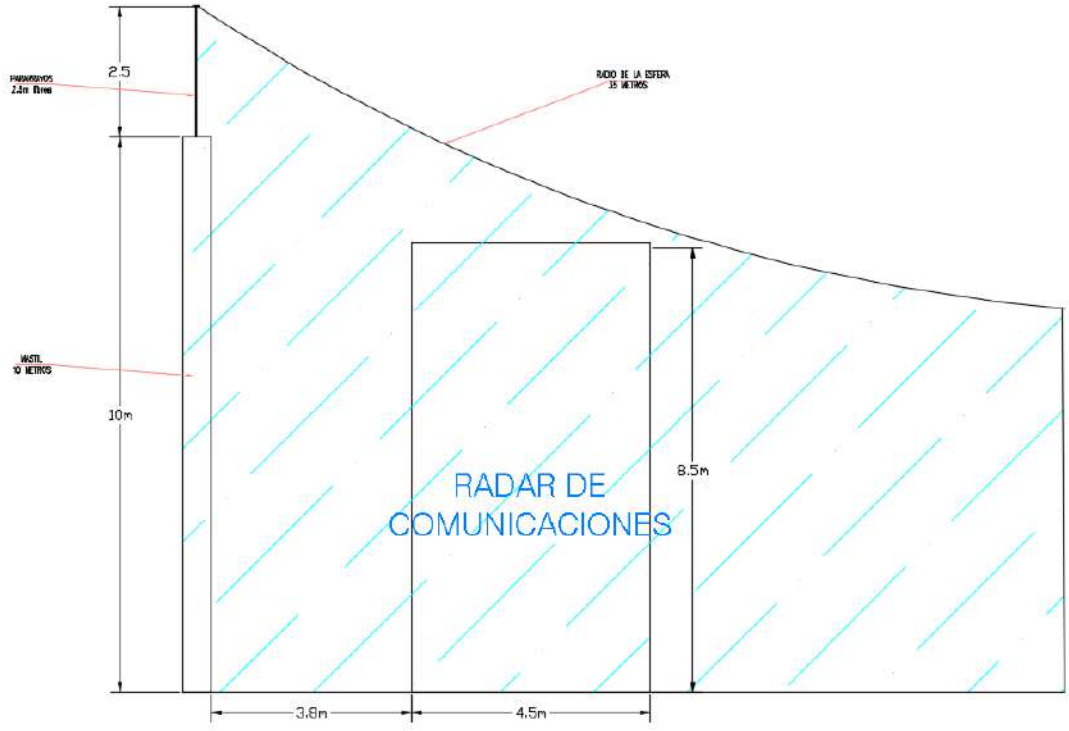


Figura 5, Apantallamiento de radar

En las Figura 5 se muestra los resultados del método de la esfera rodante, el cual es gráfico y tal como se observa en la figura, con un pararrayos de 2.5 metros sobre una torre o mástil de 10 metros se logra el apantallamiento del radar de comunicaciones para un nivel de protección Sipra I.

COMPONENTES SISTEMA DE PROTECCION – SIPRA IV

Componente	Especificación
Pararrayos (Interceptación)	El apantallamiento consta de un pararrayos con una altura de 2.5 metros apoyado sobre una torre o mástil de 10 metros para una altura total de 12.5m metros.

Bajantes (Conductores)	Las bajantes para el sistema de protección constan de 2 bajantes en cable de cobre aislado THW calibre 2/0 apoyadas sobre aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-3.
Puesta a Tierra (Dispersión y disipación)	Las bajantes se interconectarán al sistema de puesta a tierra a construir.
Equipotencialización.	Todas las estructuras metálicas serán puestas a tierra con el fin de evitar tensiones peligrosas. Tanto la estructura del Radar como la estructura de la torre
Protecciones Internas	Solo se plantea sistema de protección externo.

B. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, principalmente en la distribución y uso final de la electricidad.

Esta parte del RETIE tiene como principal objetivo crear conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad o existan elementos energizados.

El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico. Por tal razón el personal que intervenga en una instalación, en función de las características de la actividad, proceso o situación, debe aplicar las medidas necesarias para que no se potencialice un riesgo de origen eléctrico.

ELECTROPATOLOGÍA

Esta disciplina estudia los efectos de corriente eléctrica, potencialmente peligrosa, que puede producir lesiones en el organismo, así como el tipo de accidentes que causa. Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto; sin embargo, debe tenerse en cuenta que en general la muerte no es súbita. Por lo anterior, el RETIE ha recopilado los siguientes conceptos básicos para que las personas tengan en cuenta:

- Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contactos directos (bipolar o fase-fase, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos (inducción, contacto con masa energizada, tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayo, fulguración, explosión, incendio, sobre corriente y sobretensiones.
- Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico se clasifican en individuos tipo “A” y tipo “B”. El tipo “A” es toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos

invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80 µA. El individuo tipo "B" es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón.

- Algunos estudios, principalmente los de Dalziel, han establecido niveles de corte de corriente de los dispositivos de protección que evitan la muerte por electrocución (ver Tabla 9.1-Retie 2013)

- Biegelmeier estableció la relación entre el $I^2.t$ (energía específica) y los efectos fisiológicos (ver Tabla 9.2-Retie 2013).

- Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.
- En la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con referente IEC 60479-2, se detallan las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

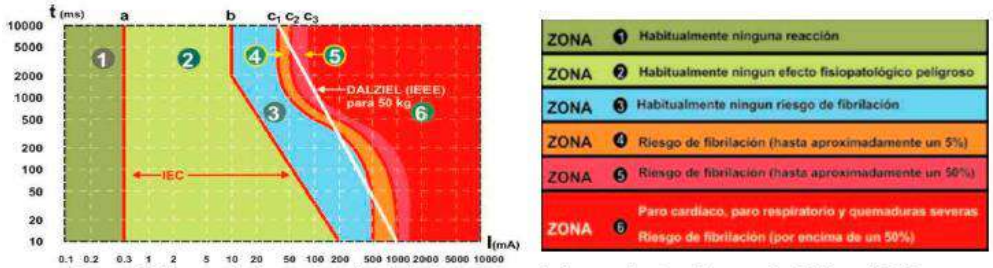


Figura 9.1 Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz

- Cuando circula corriente por el organismo, siempre se presentan en mayor o menor grado tres efectos: nervioso, químico y calorífico.
- En cada caso de descarga eléctrica intervienen una serie de factores variables con efecto aleatorio, sin embargo, los principales son: Intensidad de la corriente, la resistencia del cuerpo humano, trayectoria, duración del contacto, tensión aplicada y frecuencia de la corriente.

- El paso de corriente por el cuerpo puede ocasionar el estado fisiopatológico de shock, que presenta efectos circulatorios y respiratorios simultáneamente.
- La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual no sigue su ritmo normal y deja de enviar sangre a los distintos órganos.
- El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente en menos de 0,2 segundos se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.
- Electrización es un término para los accidentes con paso de corriente no mortal.
- La electrocución se da en los accidentes con paso de corriente, cuya consecuencia es la muerte, la cual puede ser aparente, inmediata o posterior.
- La tetanización muscular es la anulación de la capacidad del control muscular, la rigidez incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de una corriente eléctrica.

- La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio. Casi siempre por contracción del diafragma.
- Las quemaduras o necrosis eléctrica se producen por la energía liberada al paso de la corriente (calentamiento por efecto Joule) o por radiación térmica de un arco eléctrico.
- El bloqueo renal o paralización de la acción metabólica de los riñones, es producido por los efectos tóxicos de las quemaduras o mioglobinuria.
- Pueden producirse otros efectos colaterales tales como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes, aumento de la presión sanguínea, arritmias, fallas en la respiración, dolores sordos, paro temporal del corazón, etc.
- El cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad. Para efectos de cálculos, se ha normalizado la resistencia como 1000 Ω. Experimentalmente se mide entre las dos manos sumergidas en solución salina, que sujetan dos electrodos y una placa de cobre sobre la que se para la persona. En estudios más profundos el cuerpo humano se ha analizado como impedancias (Z) que varían según diversas condiciones (ver Figura 9.2). Los órganos como la piel, los músculos, etc., presentan ante la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos.
- Los estados en función del grado de humedad y su tensión de seguridad asociada son:

- Piel perfectamente seca (excepcional): 80 V
- Piel húmeda (normal) en ambiente seco: 50 V
- Piel mojada (más normal) en ambientes muy húmedos: 24 V
- Piel sumergida en agua (casos especiales): 12 V

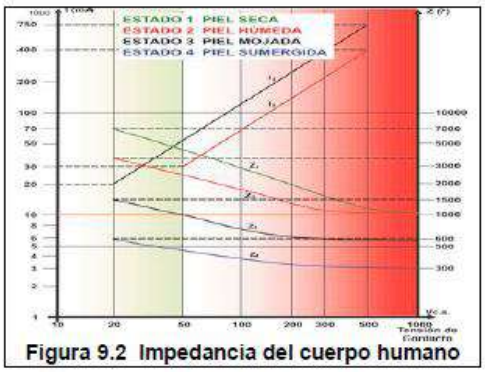


Figura 9.2 Impedancia del cuerpo humano

Nota: La alta dependencia de la impedancia del cuerpo con el contenido de agua en la piel obliga a que, en las instalaciones eléctricas en áreas mojadas, tales como cuartos de baños, mesones de cocina, terrazas, espacios inundados, se deben tomar mayores precauciones como el uso de
tomas o interruptores con protección de falla a tierra y el uso de muy baja tensión en instalaciones como las de piscinas.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

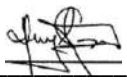
Para la elaboración del presente reglamento se tuvieron en cuenta los elevados gastos en que frecuentemente incurren el Estado y las personas o entidades afectadas cuando se presenta un accidente de origen eléctrico, los cuales superan significativamente las inversiones que se hubieren requerido para minimizar o eliminar el riesgo.
Para los efectos del presente reglamento se entenderá que una instalación eléctrica es de PELIGRO INMINENTE o de ALTO RIESGO, cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones donde se comprometa la salud o la vida de personas, tales como: ausencia de la electricidad, arco eléctrico, contacto directo e indirecto con partes energizadas, rayos, sobretensiones, sobrecargas, cortocircuitos, tensiones de paso, contacto y transferidas que excedan límites permitidos.

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones (Tabla 9.3). La metodología por seguir en un caso en particular es la siguiente:

a) Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
b) Definir si el riesgo es potencial o real.
c) Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
d) Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
e) Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
f) Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
g) Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4.

MATRIZ DE RIESGOS POR CADA UBICACIÓN DE EQUIPOS

	PROYECTO DE APANTALLAMIENTO	 Angelmiro Sierra Sierra
BASE NAVAL LOGISTICA No 2 ARC Malaga Bahia Malaga, Valle del Cauca		 Cel. 3124786285 Email: amssyss@gmail.com

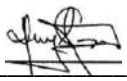
RIESGO A EVALUAR:	DESCARGA ELECTRICA	por	Rayos	(al) o (en)	BAJANTES DE PARARRAYOS
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: ANGELMIRO SIERRA S. **MP:** CN-205-38192 **FECHA:** 7/09/2026

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación). Riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP, No acercarce a la zona durante tormentas Requiere permiso especial de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.

	PROYECTO DE APANTALLAMIENTO	 Angelmiro Sierra Sierra
BASE NAVAL LOGISTICA No 2 ARC Malaga Bahia Malaga, Valle del Cauca		 Cel. 3124786285 Email: amssyss@gmail.com

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución**	**por**	**Tensión de contacto**	**(al) o (en)**	**MALLA DE PUESTA A TIERRA**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL [X] **REAL** [ ]

						FRECUENCIA				
						E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	**5**	**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**	**ALTO**	**MUY ALTO**
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

Evaluador: ANGELMIRO SIERRA S. **MP:** CN-205-38192 **FECHA:** 7/09/2026

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	**NIVEL DE RIESGO**	**DECISIONES A TOMAR Y CONTROL**	**PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS**
	BAJO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. No acercarse a zona de malla puesta a tierra durante tormenta. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Tensión de paso	(al) o (en)	MALLA DE PUESTA A TIERRA
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: ANGELMIRO SIERRA S. **MP:** CN-205-38192 **FECHA:** 7/09/2026

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	BAJO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. No acercarse a zona de malla puesta a tierra durante tormenta. Requiere permiso especial de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.

RETIE: TABLA 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Figura 6, Análisis de Riesgos Eléctricos

CONCLUSIONES ANALISIS DE RIESGOS

RAYOS: Medida de protección: puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre. RIESGO MEDIO.

CONDICIONES PELIGROSAS

Plenamente identificables: Se tomarán medidas preventivas de señalización, distancias de seguridad, equipo adecuado, trabajos no expuestos a lluvias o tormentas eléctricas cerca de la zona donde se instalará la puesta a tierra y el sistema de apantallamiento.
Peligro de carácter inminente: Se utilizarán elementos de protección personal y equipo adecuado al realizar la actividad para evitar accidentes o lesiones.
Gravedad máxima: Evitar la afectación física a las personas o bienes.
Para el proyecto el nivel de riesgo se determina "RIESGO MEDIO", ya que se realizará en ausencia de tensión, tomando como medidas preventivas el uso de la puesta a tierra, personal calificado y certificado para trabajos en alturas con sus respectivos elementos de protección personal, se señalizará el área de trabajo mediante delineadores tubulares y cinta de peligro. Las conexiones finales y energización.

C. Cálculo del sistema de puesta a tierra

La medicion de la resistividad aparente del terreno se calculará mediante el metodo reconocido de Wenner, el cual esta documentado en el RETIE en la seccion 15.5.1 a saber:

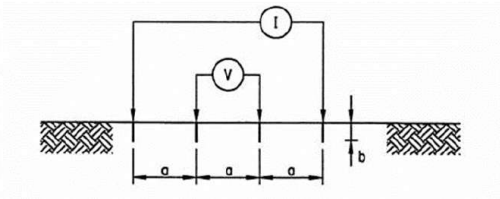


Figura 7, Medición de resistividad

Se inyecta al terreno una corriente "I" entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medido por el equipo de medicion. El equipo de medicion mide la resistencia R =V/I del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo ρ_a, a la profundidad "a" es aproximada por la siguiente ecuación:
Donde

ρ es la resistividad aparente del suelo en ohmios metro
a es la distancia entre electrodos adyacentes en metros.
b es la profundidad de enterramiento de los electro- dos en metros.
R es la resistencia eléctrica medida en ohmios, dada por V/I
Debido a que la distancia "a" es mucho mayor que la profundidad de enterramiento "b", la ecuación se simplifica de la siguiente manera:
$\rho=2\pi aR$
Para determinar el cambio de la resistividad del suelo con la profundidad, el espaciamiento entre

electrodos "a" se varía para obtener un perfil del terreno. Para caracterizar la variación de la resistividad del suelo dentro de un área específica, se deben realizar varios grupos de medidas (perfiles) en diferentes direcciones.
Los resultados se muestran en la Figura 8:

El registro fotografico de las mediciones realizadas se muestra en al anexo 1

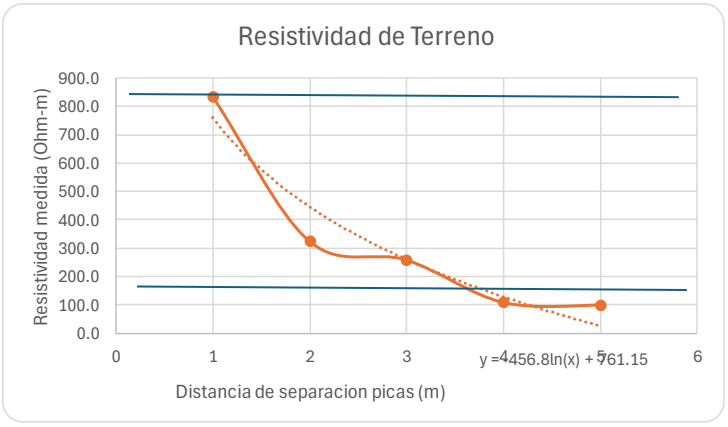
PROTOCOLO DE MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

OBRA: BASE NAVAL LOGISTICA No 2 ARC MALAGA — FECHA: 02-sep.-26

CLIENTE: FUERZA AEROESPACIAL DE COLOMBIA — UBICACIÓN: Base Naval Bahia Malaga

CARACTERISTICA DEL SUELO.				EQUIPOS Y METODOS		
TIPO DE TERRENO		ESTADO DEL TERRENO		EQUIPO DE MEDICION		METODO DE MEDICION
ARCILLA		HUMEDO	x	UT532A		WENNER
ROCA						
ORGANICO	x	SECO		Metrel MI3123	x	
ARENA						

SEPARACION	PROFUNDIDAD DE EXPLORACION	RESISTIVIDAD D1 [Ω-m]	RESISTIVIDAD D2 [Ω-m]	RESISTIVIDAD medida [Ω-m]
1	0.75	834.0		834.0
2	1.5	323.0		323.0
3	2.25	257.0		257.0
4	3	107.0		107.0
5	3.75	98.0		98.0
			Promedio	**323.8**



CONCLUSION: Terreno con conformacion arenosa de baja resistividad, resultados de calculo muestran una capa superficial de 1,1m y 1016 Ohmios metro y una capa inferior de 80.6 Ohmios metro

Figura 8, Mediciones de resistividad

I. Diseño de malla de puesta a tierra

La malla de puesta a tierra esta conformada por un rectángulo de 9x5m2 en cable de cobre 2/0 desnudo que encierra el área del radar y de la torre de protección. Se instalarán seis electrodos de cobre de 5/8*2.44 metros y se dejara un registro de inspección y mantenimiento. Se sugiere aplicar tratamiento con suelo artificial para mantener estable los valores de puesta a tierra ante las variaciones climáticas.

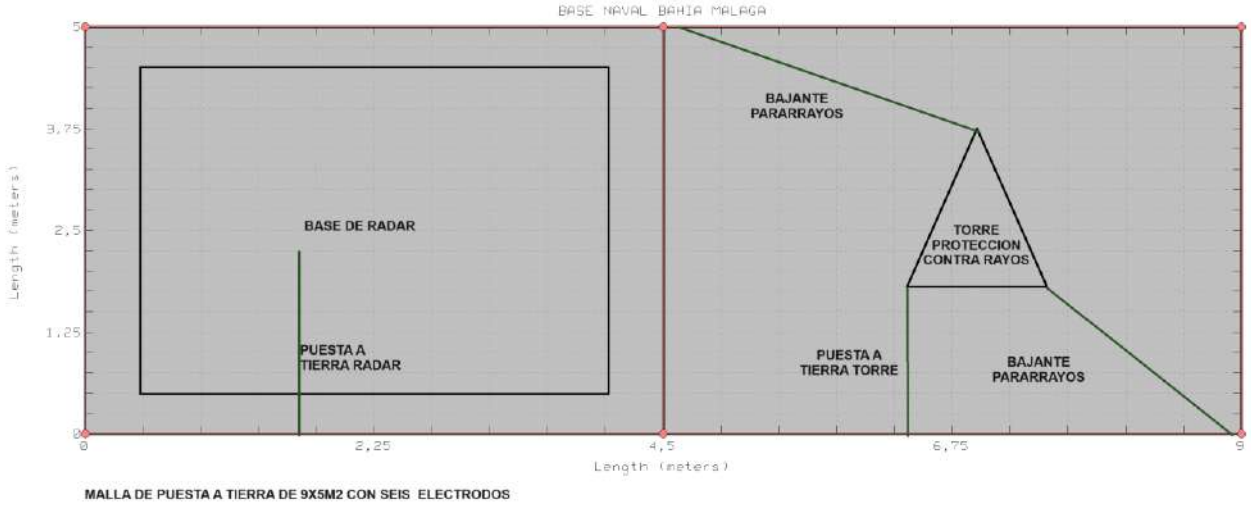


Figura 9, Configuración de la malla

Station Name	BASE NAVAL BAHIA MALAGA
Project	Mallas Claro2026
Study	Bahia Malaga

Parameters

Soil Model Measurement Axis	SM1
Equivalent Parallel Z Spec.	Infinite Z
Nominal Frequency	60 hz
Bus ID	Unknown
LG Fault Current	1000 amps
Remote Contribution	100 %
Upper Layer Thickness	1,09 meters
Upper Layer Resistivity	1016,68 ohm-m
Lower Layer Resistivity	80,62 ohm-m

Output Results

Ground Potential Rise	10309,3 volts
Calculated Ground Resistance	8,0798 ohms
Equivalent Resistance	8,07327 ohms

Figura 10, Calculo resistencia de puesta a tierra

Los calculos efectuados con el sofware CymGrd, el cual basa sus calculos en la norma IEEE-80 con la resistividad del terreno encontrada y el area disponible para su construccion dan como resultado una resistencia de 8.0 Ohmios (Valor teorico). Con el tratamiento con suelo artificial se espera una reduccion del 40% para llegar a un valor de 4.8 Ohmios.

II. CONCLUSIONES SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- El terreno donde se construira la malla es arcilloso con resistividad baja en capas inferiores, no requiere uso de suelo artificial ya que la resistividad es baja. Sin embargo, Se sugiere aplicar tratamiento con suelo artificial para mantener estable los valores de puesta a tierra ante las variaciones climáticas.
- De acuerdo a los valores de referencia establecidos por el RETIE (Libro 3, Art 3.12.3) y NTC 4552-1 para proteccion contra rayos.



Figura 11, Mediciones de Resistividad del terreno



G. UCROS U. & CIA

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines

Esta tarjeta acredita a su titular el derecho a ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996

Para efectos de información adicional o perdida dirigirse a la Secretaría del Consejo Profesional Nacional, Av. 22 No. 41 - 69, PBX 3690424, Bogotá, D.C.


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 74.182.359
SIERRA SIERRA
APELLIDOS
ANGELMIRO
NOMBRES
FIRMA


INDICE DERECHO
FECHA DE NACIMIENTO 24-SEP-1976
SOGAMOSO
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.75
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
27-ABR-1995 SOGAMOSO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES
A-1500150-00028082-M-0074182359-20080721
0001345793A 1
1560011718









GROUNDING®

EXOTHERMIC ELECTRICAL CONNECTIONS

GROUNDING®

CRA. 11 A No. 90 - 15 OF. 501 - BOGOTÁ, D.C.
TELS.: (571) 610 66 60 - 610 42 77 - 236 61 20
E-mail: info@grounding.com.co
www.grounding.com.co

SOLDADURA EXOTÉRMICA GROUNDING®

APLICACIÓN

La soldadura exotérmica GROUNDING® es utilizada para realizar conexiones eléctricas bimetálicas; cobre-cobre, cobre-acero, acero-acero, cobre- acero inoxidable, y acero inoxidable-acero inoxidable, entre otros metales.

COMPOSICIÓN

La soldadura GROUNDING® es una mezcla de polvo metálico de óxido de cobre y oxido de aluminio la cual permite realizar una reacción exotérmica que asciende a los 2.600 C° sin necesidad de una fuente externa de energía, para lograr una perfecta unión molecular bimetálica, la cual es conductiva y resistente a la corrosión.

ALMACENAMIENTO

La soldadura exotérmica GROUNDING® debe ser almacenada a temperatura ambiente en un lugar seco, lejos de la humedad y la intemperie.

EMPAQUE

La soldadura GROUNDING® viene empacada en cartuchos plásticos rojos resistentes a la humedad, en los cuales se indica en la tapa el número (referencia) de la soldadura. Estos cartuchos a su vez vienen empacados en cajas de cartón debidamente marcadas, incluyendo la referencia y la cantidad de cartuchos por caja.

Por cada cartucho de soldadura viene dentro de la caja una unidad de iniciador o fundente (para iniciar la reacción exotérmica) y un disco metálico. Cada unidad de iniciador viene aparte en empaque hermético de aluminio o plástico, y contiene la cantidad suficiente para realizar una conexión exotérmica.





PRUEBAS REALIZADAS DE ACUERDO CON LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES:

IEEE STD. 837 STANDARD FOR QUALIFYING PERMANENT CONNECTIONS

UL 467 STANDARD GOR GROUNDING & BONDING EQUIPMENT / UL INSPECTION WITNESS

ASTM E8M

La soldadura GROUNDING® está probada de acuerdo con los más exigentes estándares internacionales de calidad para garantizar su funcionamiento adecuado. En las pruebas realizadas se verifican: la solidez de la conexión la cual debe contener un mínimo de 93% de cobre, la resistencia mecánica, conductividad eléctrica, y que las conexiones estén libres de defectos que puedan afectar su funcionamiento; porosidades o escoria excesiva.



Hidrocol & Cia Ltda CI	**FECHA :** 30 Julio de 2013	**CODIGO**: **FT001-06**
	ELABORÓ: COORDINADOR DE PROYECTOS	**REVISÓ Y APROBÓ** GERENTE

FICHA TECNICA : HIDROSOLTA®



Hidrosolta®

REFERENCIA: H140101

COMUN: Suelo Artificial para Sistemas de Puesta a Tierra

POSICION ARANCELARIA 38.24.90.99.90

Es una mezcla de óxido de metales tensoactivos con las siguientes características

ALTA CAPACIDAD PARA ALMACENAR ENERGIA – BAJA CONVERSION EN CALOR

Es conductor anisótropo, iguales características en diferente dirección.

Extraordinaria movilidad de carga y velocidad de polarización.

Otra propiedad típica de la HIDROSOLTA ® es su TENSO – ACTIVACION, lo cual conlleva que a mayor energía de entrada presenta, mayor capacidad de almacenamiento.

NO NECESITA MANTENIMIENTO debido a que es electro Valente con el cobre lo cual evita la corrosión manteniendo la humedad

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMICAS	
DENSIDAD APARENTE:	1,2 - 1.6 gr/cc
RANGO PH	7,5 - 13,5
CALOR ESPECIFICO	100w Sg/gr 70^{o}C
COLOR	OCRE VERDOSO
ASPECTO	LODO

COPIA CONTROLADA

PROPIEDADES ELECTRICAS	
RESISTIVIDAD	12 - 40 Ohm-cm
PERMITIVIDAD RELATIVA	2.5 x $10E^{7}$

Hidrosolta ® (patente mundial # WO2006032945, Certificado de patente SIC # 26692, Solicitud de patente # 96 066.434 Publicación # 328) para aplicación en sistemas de puesta a tierra.

La utilización de la Hidrosolta ® permite el cambio de técnicas en sistemas de puesta a tierra consistente en sustituir el enterramiento de varillas, que busca el control de sobretensiones, por el enterramiento de circuitos de baja resistencia y alta capacitancia acoplados en paralelo, donde se logra pasar del Control de Sobretensiones a Dominio de Energía.

Al aplicar la técnica de dominio de energía se mantiene la forma típica de los fenómenos transitorios que se presentan en los Sistemas Eléctricos que es Alta Corriente - Baja Tensión.

Bajo estas condiciones se logra que el objetivo real de un sistema de puesta a tierra sea dar Balance a la Energía en Desequilibrio para lograr una referencia estable en el sistema eléctrico.

El uso de HIDROSOLTA ® no permite que se presenten el choque eléctrico, el choque calórico, ni el choque mecánico los cuales conllevan el cambio de forma de la energía al pasar de Alta Corriente – Baja Tensión a Baja Corriente - Alta Tensión, siempre presentes en la operación de los sistemas de puesta a tierra que utilizan el enterramiento de varillas. Esta es una reacción típica que se presenta como una medida de auto defensa de la Energía, cuando se utiliza el proceso de conversión de energía eléctrica a calórica.

Al entrar a la técnica de enterramiento de circuitos Baja Resistencia – Alta Capacitancia se aplica el concepto de almacenamiento de energía con mínima conversión en calor, razón por la cual la forma de energía Alta Corriente – Baja Tensión se mantiene dentro del circuito R- C al no inducir la auto defensa de la energía, lo cual garantiza la operación de los sistemas de protección de los fenómenos transitorios (descargas atmosféricas, sobre tensiones de suicheo y fallas a tierra) que están basados en protección por sobrecorrientes.

Manéjese de acuerdo a: FT-006 HOJA DE SEGURIDAD DE LA HIDROSOLTA

COPIA CONTROLADA

REGISTRO DE DISTRIBUCION, SOCIALIZACION PARA CONOCIMIENTO Y USO DEL DOCUMENTO

EMITIDA A	FECHA	FISICA	ELECTRONICA	FIRMA RECIBIDO
GERENTE	**30/07/2013**		**X**	
COORDINADOR SIG	**30/07/2013**	**X**	**X**	
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES	**30/07/2013**		**X**	
COORDINADOR DE PROYECTOS	**30/07/2013**		**X**	
COORDINADOR COMERCIAL	**30/07/2013**		**X**	
COORD. DE PRODUCCIÓN	**30/07/2013**		**X**	

HISTORIAL DE REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION
01	**03/04/2005**	Liberado para su conocimiento e implementación
02	**05/05/2006**	Reeditado.
03	**25/11/2008**	Reeditado.
04	**03/04/2012**	Incluida imagen de Hidrosolta, incluida Nota, Manejo de Hoja de seguridad.
05	**19/09/2013**	Inclusión del número de referencia
06	**30/07/2013**	Actualización, se amplió el alcance al SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DE CALIDAD-SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE, aplicando: NTC-ISO-9001:2008 Sistemas De Gestión De La Calidad-Requisitos. OHSAS- 18001: 2007 Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional NTC- ISO-14001:2004 Sistema de Gestión Ambiental. Cambio nombre de los procesos GESTION DE INSTALACIONES, GESTION DE FABRICACION, a GESTION DE PROYECTOS y GESTION DE PRODUCCION

COPIA CONTROLADA

INTER ELECTRICAS

Bogotá Sala de Ventas
Carrera 12 No 13 - 46
PBX: 6013360755 - 6013412439
Celular: 312 3055335

Centro de Distribución
Carrera 18 No 19A - 36
PBX: 6013360755 EXT: 2101

Procables a General Cable company / General Cable	**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS** *TECHNICAL DATA*	**Fecha de Edición** *Edition Date*	**2014-06-26**
		Versión / *Version*	1
		Referencia *Reference*	**2042-2 26/2L**

Cod: 31353148001 — **C THHN/THWN-2 2/0 AWG Cu(UDC) CPR PVC/NY 600V 90C CT**

Sección Transversal / *Cross Section Diagram*

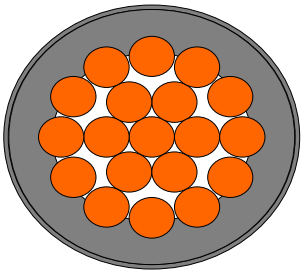
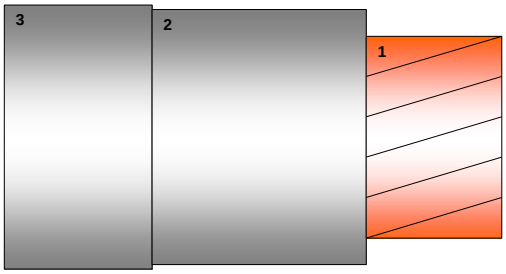


Diagrama de despiece longitudinal / *Longitudinal Diagram*



Diseñado con programa PRODISCAB, desarrollado por PROCABLES® / *Designed with PRODISCAB software, developed by PROCABLES®*

Los diagramas presetados son una representación muy aproximada del producto, y se indican para una mejor comprensión del usuario, algunos detalles y colores pueden variar.
Drawings herein indicated are a very closed representation of product, are shown for a better understanding of the user, some details and colors may change.

		Características de materiales y dimensiones. *Materials characteristics and dimensions*	Espesor o Diámetro de Hilo (mm) *Thickness or Strand Diameter (mils)*	Diámetro (mm) *Diameter (mils)*	
1	**CONDUCTOR** *Conductor*	2/0 AWG (67.4 mm2) CuUNILAY CPR *2/0 AWG (67.4 mm2) CuUNILAY CPR*	13x2.301 + 6x1.684 *13x90.6 + 6x66.3*	10.01 *394*	
2	**AISLAMIENTO** *Insulation*	Cloruro de polivinilo (PVC), Resistente a: Rayos solares , la gasolina y al aceite, la abrasión, ambientes corrosivos, agentes químicos y retardante a la llama (FT4), apto para 90°C en sitios secos y mojados. *Polivinyl chloride (PVC), Sunlight Resistant, Oil & Gas Resistant II, Abrasion Resistant, Corrosive environment ambient resistant, chemical agents resistant and Flame retardant (FT4), suitable for 90°C Dry and Wet locations.*	1.27 *50*	12.65 *498*	(-1+4)%
3	**CUBIERTA** *Covering*	Poliamida (Nylon) de alta resistencia a la abrasión y a la temperatura *Polyamide (Nylon) abrasion resistant and high temperature resistant*	0.20 *8*	13.09 *516*	

Todos los valores indicados son nominales y están sujetos a tolerancias normales de fabricación. — *All values herein indicated are nominal and are subject to normal manufacturing tolerances*

Caraterísticas de instalación operación y desempeño
Performance, operation and installation parameters.

DIAMETRO EXTERNO *External Diameter*	**13.09 mm** *0.52 inches*	**PESO TOTAL** *Total weight*	**693.7 kg/km** *466 lb/kft*	**Resistencia DC del conductor a 20°C** *DC Conductor Resistance at 20°C*	0.2608 *0.0795*	Ω/km *Ω/kft*
Tensión Nominal *Rated Voltage*	**600 V**	**Temperatura de operación** *Operating Temperature*	**90°C**	**Resistencia de Aislamiento a 15.6°C** *Insulation Resistance at 15.6°C*	130 *427*	MΩ·km *MΩ·kft*

NORMAS UL 83 *Standards UL 83*	**CERTIFICACIONES** *Certifications* — RETIE y NTC, producto fabricado bajo Sistema ISO 9001, certificado. *RETIE and NTC, product manufactured under ISO 9001 System, certified.*

Instalación especial *Special Installation Sites*	Apto para: Uso en bandejas portacables CT. *Suitable for: Use in Tray Cable CT.*

Ampacidad (Según NTC 2050) *Ampacity (According to NEC)*: **195 A** — No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (Dirtectamente enterrados). T.cond=90°C°C, T.amb=30°C
Not more than three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried). T.cond=90°C°C, T.amb=30°C

Resistencia AC(60Hz) a 75°C *AC(60Hz) Resistance at 75°C*	0.330 Ω/km *0.101 Ω/kft*	en conducto de PVC *PVC conduit*	**Corriente de Corto circuito (1C)** *Short circuit current (1C)*	**7.5 kA**	Tiempo del CC 1 segundo *Short circuit time 1 second*
Reactancia Inductiva a 60Hz *Inductive Reactance at 60Hz*	0.1410 Ω/km *0.0430 Ω/kft*	3C en ducto de PVC o Al *3C Al or PVC Duct*			
Z Efectiva (60Hz), FP=0.85 *Effective Z (60Hz), PF=0.85*	0.35 Ω/km *0.11 Ω/kft*	3C en ducto de PVC o Al *3C Al or PVC Duct*			

Máxima Tensión de Halado *Maximum Pulling Tension*	472 kgf *214 lbf*	Cuando se hala de todos los conductores de circuito a la vez. *When cable is pulled over all circuit conductors*		**Carga de Rotura del Conductor (1C)** *1C Conductor Breaking Load*	1513 kgf *3335 lbf*
Mínimo Radio de curvatura *Minimum Bending Radius*	52 mm *2.1 inches*	**Máxima Presión Lateral** *Maximum Side wall Presure*	336 kg/m *500 lb/ft*	**Máxima Tensión de Halado chaqueta** *Maximum Jacket pulling tension*	0 kgf *0 lbf*

La información aquí contenida se presenta como una guía para el usuario; el instalador debe asegurarse de cumplir con los requisitos de instalación establecidos en el RETIE y/o Reglamentación Local.
Information herein exhibited is presenteed as a user guide; Installator must be sure to be in compliance with Installation Local Requirements and Regulations

Guía de Inspección e Instalación para las conexiones exotérmicas GROUNDING®

Guía de inspección e instalación para las conexiones exotérmicas GROUNDING®

Este manual esta diseñado para guiar a la persona encargada de realizar las conexiones exotérmicas **GROUNDING®**.

Los parámetros y el criterio plasmados en este manual, se basan en pruebas realizadas y en la experiencia de **GROUNDING®** en tecnología exotérmica por más de 30 años.|

En caso de existir alguna duda o inquietud sobre los materiales o el sistema de conexiones exotérmicas **GROUNDING®** recomendamos consultar las instrucciones condensadas incluidas en cada molde o llamar a **GROUNDING®** de quien recibirá una respuesta inmediata.

Hacer conexiones exotérmicas es fácil siguiendo los 5 pasos básicos del procedimiento **GROUNDING®**.

Ayudar a crear de forma sencilla conexiones exotérmicas de alta calidad es el propósito de este catalogo.

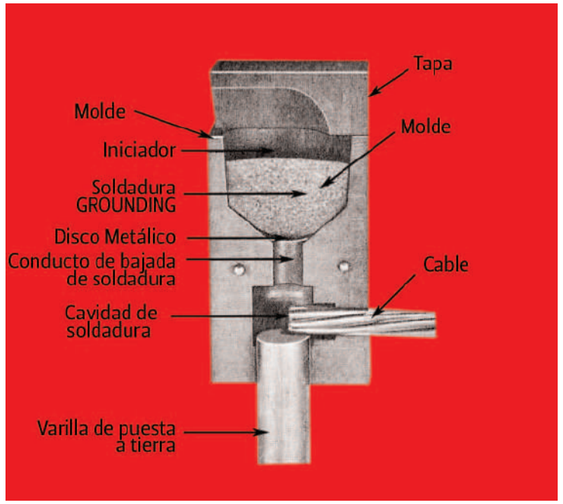
Una buena conexión molecular, garantiza la protección de vidas humanas y valiosos equipos eléctricos y electrónicos, hasta por 50 años sin mantenimiento alguno. Para realizar una conexión de alta calidad hay que utilizar un sistema de conexiones exotérmicas reconocido y certificado.

Un sistema de conexiones exotérmicas de dudosa calidad no certificada, va a dar como resultado conexiones con alto contenido de escoria, excesiva porosidad y muchas veces sin cubrir la totalidad de hilos del conductor, lo cual indica una conexión inaceptable que no cumple con su propósito.

INDEX

Proceso GROUNDING®	2
La conexión GROUNDING®	3
Conexiones Exotérmicas GROUNDING®	4–5
Inspección conexiones GROUNDING®	6
Guía inspecciones GROUNDING®	7–9
Inspección visual GROUNDING®	10–12

Proceso GROUNDING®



El proceso **GROUNDING®** de conexiones exotérmicas.

El proceso de conexiones exotérmicas es un método para realizar conexiones eléctricas de cobre a cobre o de cobre a acero, en el cual no se requieren fuentes externas de calor o energía.
En este proceso, se vierten en un molde de grafito metales granulados (oxido de cobre y aluminio) y se encienden en una reacción exotérmica.

La reducción del oxido de cobre por el aluminio, produce escoria de oxido de cobre y aluminio. La escoria flota a la superficie del molde y el disco se derrite, permitiendo que el cobre fluya hacia la cavidad del molde y se suelden los metales. El molde se remueve y se alista para la siguiente conexión.

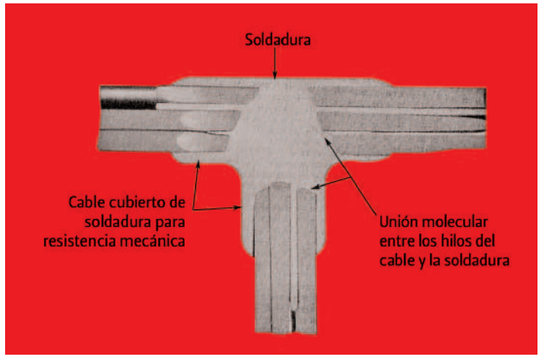
Las conexiones exotérmicas son aplicables a materiales diferentes al cobre, entre los cuales se encuentran:

- Acero común
- Hierro fundido
- Riel de acero
- Acero galvanizado
- Acero recubierto de cobre
- Bronce
- Columbio
- Hierro
- Bronce
- Bronce Silicio
- Hierro forjado
- Acero inoxidable

La conexión GROUNDING®

La conexión **GROUNDING®**

Una conexión fundida GROUNDING produce una unión superior a cualquier conexión mecánica o de presión. Una conexión fundida no se afloja o aumenta su resistencia con los años, debido a que la unión entre los metales es molecular.

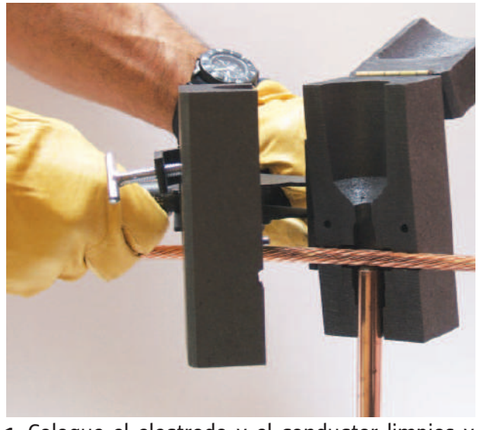


Las conexiones **GROUNDING®** tienen las siguientes ventajas:

- Capacidad de conducción igual a la del conductor.
- No se deteriora con los años
- Unión molecular permanente que no se afloja o corroe
- Resiste fallas eléctricas
- Bajo costo de instalación
- Realizado con un equipo liviano y de bajo costo. Ahorra tiempo en el lugar de trabajo
- No se requieren habilidades especiales
- No se requiere ninguna fuente externa de calor o energía
- Se puede chequear la calidad mediante inspección visual
- Sistema portátil

Todos los moldes **GROUNDING®** incluyen instrucciones detalladas y precauciones de seguridad. Se deben leer y entender todas las instrucciones antes de hacer una conexión.

Realice conexiones exotérmicas siguiendo estos 5 pasos simples:

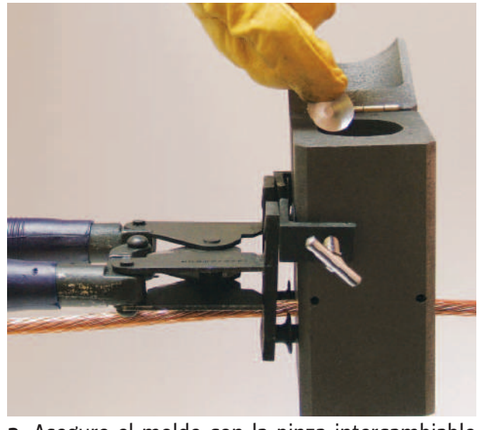


1. Coloque el electrodo y el conductor limpios y secos dentro del molde

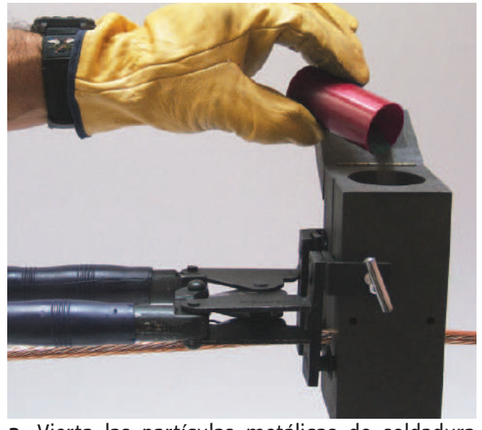


4. Cierre la tapa y prenda con el chispero sobre el polvo de ignición. Tan pronto encienda retire rápidamente el chispero del molde.

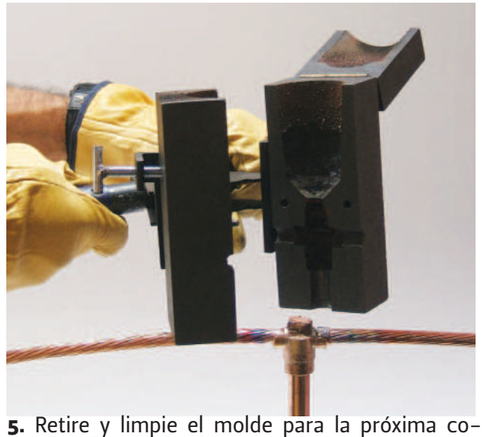
Conexiones Exotérmicas GROUNDING®



2. Asegure el molde con la pinza intercambiable, deslice el disco metálico dentro del molde.



3. Vierta las partículas metálicas de soldadura dentro del molde, esparciendo iniciador sobre la apertura de la tapa.



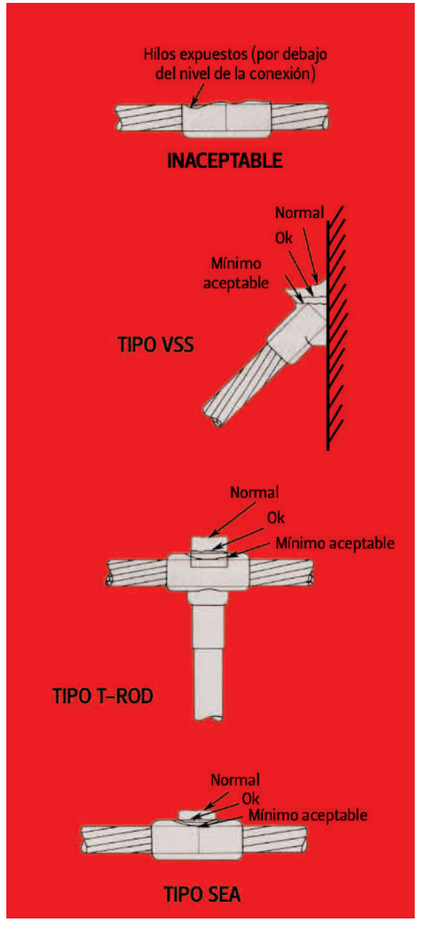
5. Retire y limpie el molde para la próxima conexión. Resultado: la mejor conexión eléctrica molecular disponible.



Inspección de las conexiones **GROUNDING®**

Indicadores generales

El personal encargado de las conexiones debe realizar una inspección apropiada de las mismas. Se debe revisar detenidamente el tamaño, color, superficie y porosidad de la conexión.



La siguiente es una guía útil para realizar inspecciones de manera acertada. En las siguientes páginas se incluyen fotos de conexiones buenas, aceptables e inaceptables.

Tamaño

- El conductor no puede quedar expuesto en ninguna parte de la conexión.
- En las conexiones horizontales, una vez removida la escoria, la soldadura no debe quedar por debajo de la parte más alta del conductor. El conductor debe quedar completamente cubierto.
- Una conexión muy baja que no cubre todo el conductor, puede indicar lo siguiente:
- No se utilizo suficiente soldadura
- Hubo un escape excesivo de la soldadura en el momento de la conexión
- El conductor no se ubicó correctamente dentro del molde
- El conductor se movió en el momento de la conexión

Una conexión demasiado alta puede indicar lo siguiente:

- Se utilizó demasiada soldadura en la conexión (la conexión es aceptable)
- Un volumen aparentemente alto debido a escoria en el conductor o molde (porosidad)

Color

- El color de una conexión **GROUNDING®** se puede ver mejor después de una cepillada ligera con el cepillo de cerdas metálicas. Normalmente el color es entre dorado y bronce. Ocasionalmente puede ser plateada en el tope debido al estaño, lo cual es normal. Una conexión **GROUNDING®** a hierro, acero o a superficies galvanizadas, usualmente es plateada debido a la aleación con estos metales.

Terminado de la Superficie

- La superficie de una conexión **GROUNDING®** debe ser suave y sin mucha escoria. Si la escoria cubre más de un 20% de la superficie de la conexión o si algún hilo del conductor queda expuesto después de remover la escoria, la conexión debe ser rechazada.

Porosidad

- Una conexión no debe tener porosidad. La porosidad excesiva usualmente es el resultado de contaminantes como agua, aceite, tierra, etc. en el molde o el conductor. O puede ser porque no se está utilizando soldadura **GROUNDING®** (con sello UL) o soldadura de buena calidad certificada.
- Es normal que haya algunos pequeños orificios en la superficie de la parte superior de la conexión. Sin embargo la profundidad de estos orificios no puede extenderse más allá del centro del conductor. Para revisar la profundidad de un orificio se puede utilizar un alambre (clip). La conexión se debe rechazar si el orificio se extiende más allá del centro del conductor.

Inspección de las conexiones **GROUNDING®**:

Inspección Visual

Guías Fotográficas

Como todas las conexiones eléctricas, una inspección visual no garantiza el desempeño. Sin embargo una correcta inspección visual es un buen indicador de la calidad de la soldadura. Por eso se recomienda la inspección visual como medida mínima práctica de la calidad de la soldadura.

Las imágenes en las siguientes páginas se pueden usar como guía para la inspección visual. Las conexiones exotérmicas usualmente se califican como buenas, aceptables o rechazadas.

CONEXIÓN BUENA
Una buena conexión es normal, únicamente con pequeñas imperfecciones.

CONEXIÓN ACEPTABLE
Una conexión aceptable tiene más imperfecciones pero indica una buena soldadura. Las imperfecciones pueden ser por:

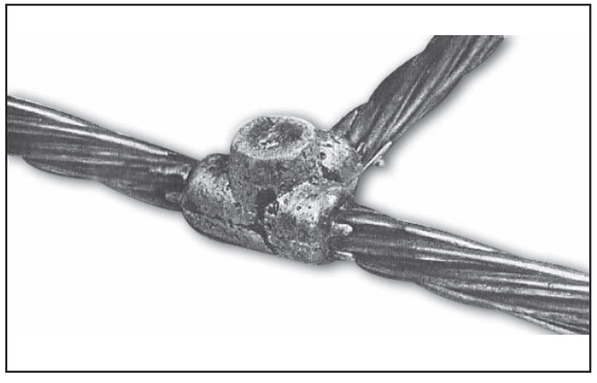
1) Se requiere un nuevo molde
2) Se debe revisar el procedimiento
3) Se debe utilizar el conductor y la soldadura adecuados.

CONEXIÓN RECHAZADA
Una conexión que se rechaza es muy baja o contiene demasiada escoria, posiblemente debido a las siguientes causas:

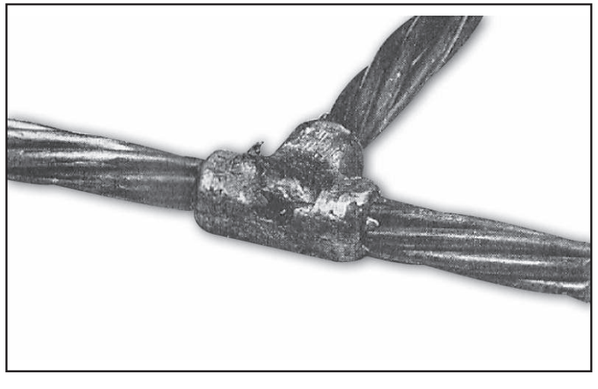
1) Un procedimiento inadecuado
2) El uso de equipo dañado, inadecuado o de mala calidad
3) Uso del material incorrecto

Inspección de las conexiones **GROUNDING®**

Guía Fotográfica

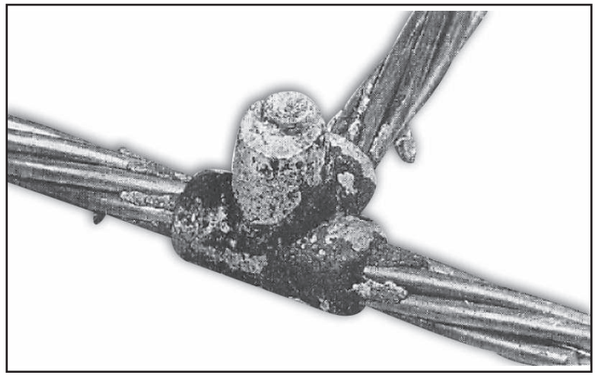


Buena:
Una conexión solida, con pequeñas imperfecciones en la superficie.

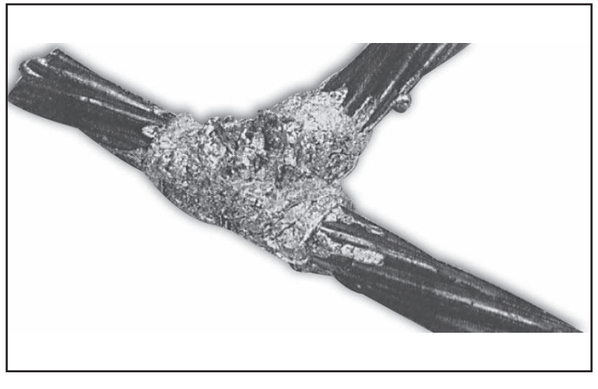


Aceptable:
La conexión es más baja de lo normal pero es suficiente, siempre y cuando queden cubiertos todos los hilos del conductor.

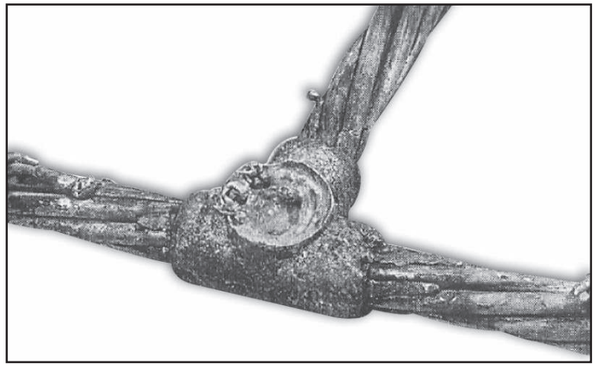
Inspección visual GROUNDING®



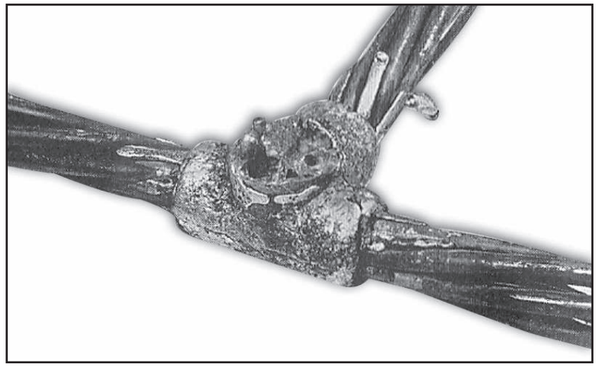
Rechazada:
Una gran cantidad de escoria en la superficie. Puede ser causado por una colocación incorrecta del disco o por falta del mismo.



Rechazada:
Excesiva humedad en los hilos del conductor o en el molde. Tanto el molde como el cable deben secar-se adecuadamente antes de una conexión.



Rechazada:
Rastros de carbón en el cable y la conexión son evidencia de la presencia de aceite en los hilos del conductor. Los conductores con aceite se deben limpiar adecuadamente con solvente.



Rechazada:
Una gran cantidad de carbón en los cables es evidencia de aceite o grasa en el conductor. El conductor se debe limpiar adecuadamente con solvente.

www.grounding.com.co

Cra. 11 A No. 90-15 OF. 501
Bogotá, D.C.
Tel. (57 1) 610 66 60 - 236 61 20
info@grounding.com.co

www.grounding.com.co

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

ACTA DE CAPACITACIÓN

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Empresa	IESTEL SAS
Numero de Contrato	050-00-J-EMAVI-GRUAL-2026
Tema	Capacitación sobre Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas (SPDA)
Fecha	21 de septiembre de 2026
Lugar	Microsoft Teams
Hora de inicio	9:00 a. m.
Hora de finalización	1:00 p. m.
Duración	4 horas
Capacitador	IESTEL SAS

OBJETIVO DE LA CAPACITACIÓN

Capacitar al personal designado por la FAC en los principios de funcionamiento, inspección y mantenimiento del Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas (SPDA), proporcionando los conocimientos necesarios para su adecuada operación y conservación.

TEMAS TRATADOS

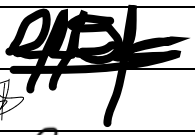
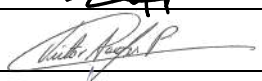
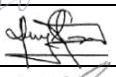
- Principios de funcionamiento del SPDA.
- Inspecciones periódicas.
- Recomendaciones de mantenimiento.

OBSERVACIONES

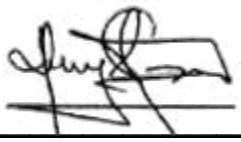
La capacitación tuvo una duración de cuatro (4) horas y fue realizada de manera virtual mediante la plataforma Microsoft Teams.

IESTEL S.A.S.
INGENIERÍA EN ESTRUCTURAS Y TELECOMUNICACIONES

REGISTRO DE ASISTENTES

N.º	Nombre completo	Firma
1	ST DURAN ALVAREZ STEVEN BERNARDO	
2	TS. SANCHEZ GUTIERREZ RAFAEL	
3	T1. TORRES YANGANA ERIC SALOMON	
4	T2 AGREDO RAVELO VICTOR MANUEL	
5	T2 LOZANO MORALES JHON EDINSON	
6	T2 BARRAGAN LOZANO ALVARO NELSON	
7	VICTOR ALFONSO CORTES PUENTES	
8	SAMUEL CAMPOS VARGAS	
9	ANGELMIRO SIERRA	
10	MANUEL RICARDO MARTINEZ LEON	

FIRMAS

CAPACITADOR	RESPONSABLE FAC
IESTEL SAS Firma: 	Nombre: T2 Agredo Ravelo Víctor Manuel Firma: 
Fecha: 21 de septiembre de 2026	Fecha: 21 de septiembre de 2026