



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**Tesis en opción al Grado Académico de Magister en Seguridad y
Prevención de Riesgos de Trabajo**

TÍTULO:

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN CONSTRUCCIÓN DE
REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA, PROPUESTA DE UN
SISTEMA DE INTERVENCIÓN PARA DISMINUIR LOS ACCIDENTES
ELÉCTRICOS DE LA EEASA.**

Autor:

JAIME MARCELO BARRERA FLORES

Tutor:

MSC HERNÁN NAVAS

LATACUNGA – ECUADOR

Enero - 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de investigación de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Barrera Flores Marcelo, con el título de tesis: Evaluación de riesgos eléctricos en construcción de redes de medio voltaje de la EEASA, propuesta de un sistema de intervención para disminuir los accidentes eléctricos de la EEASA, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga enero, 2013.

Para constancia firman:

Lic. MSc. Rosa Terán

PRESIDENTE

Ing. MSc. Verónica Tapia

MIEMBRO

Ing. MSc. Paulina Freire

MIEMBRO

Ing. MBA. Klever Mayorga

OPOSITOR

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Educación Superior, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Dirección de Posgrados.

CERTIFICO

Que he asesorado la Tesis de Grado realizado como desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo.

El tema: "Evaluación de riesgos eléctricos en construcción de redes de medio voltaje de la EEASA, propuesta de un sistema de intervención para disminuir los accidentes eléctricos de la EEASA".

Presentado por:

Ing. Barrera Flores Marcelo

Tutor: MSc. Hernán Navas

Enero, 2013

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El presente trabajo de investigación es de mi autoría, por lo tanto me responsabilizo del contenido del mismo.

.....

Ing. Marcelo Barrera Flores

C.C.1801848779

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por formarme un profesional con excelencia y a todas las personas que de algún modo colaboraron para la finalización de esta tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi esposa y a mis hijos

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
PORTADA _____	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO _____	ii
CERTIFICADO DEL TUTOR _____	iii
RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS _____	iv
AGRADECIMIENTO _____	v
DEDICATORIA _____	vi
ÍNDICE GENERAL _____	vii
ÍNDICE DE CUADROS _____	x
ÍNDICE DE FIGURAS _____	xii
CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS _____	xiv
RESUMEN _____	xv
ABSTRACT _____	xvi
INTRODUCCIÓN _____	1
CAPÍTULO I _____	2
EL PROBLEMA _____	2
1.1. Planteamiento del problema _____	2
1.1.1. Contextualización _____	2
1.1.2. Análisis crítico _____	3
1.1.3. Prognosis _____	3
1.1.4. Hipótesis _____	3
1.1.5. Delimitación del problema _____	4
1.1.5.1. Delimitación temporal _____	4
1.1.5.2. Delimitación espacial _____	4
1.1.5.3. Delimitación de contenido _____	4
1.2. Formulación del problema _____	4
1.3. Justificación _____	5
1.4. Objetivos _____	6

1.4.1.	Objetivo general:	_____	6
1.4.2.	Objetivos específicos:	_____	6
1.5	Enfoque de la Investigación	_____	7
CAPÍTULO II _____			8
MARCO TEÓRICO _____			8
2.1	Antecedentes de la Investigación	_____	8
2.2	Fundamento Teórico	_____	9
2.2.1.	Prevención de riesgos laborales: de un enfoque reactivo a un enfoque activo	_____	9
2.2.2.	Índices de Accidentes o indicadores reactivos sobre la Accidentabilidad.	_____	14
2.2.2.1	Método de las líneas límite	_____	14
2.2.2.2	Índice de frecuencia. (IF)	_____	15
2.2.2.3	Índice general de Gravedad (IG)	_____	16
2.2.2.4	Limites Superiores e Inferiores.	_____	16
2.2.2.5	Diagrama Índice de Frecuencia mes a mes.	_____	17
2.2.2.7	Diagrama Acumulado	_____	17
CAPÍTULO III _____			73
METODOLOGÍA _____			73
3.1.	Modalidad básica de investigación	_____	73
3.2.	Tipo de investigación	_____	73
3.2.1.	Investigación de campo	_____	74
3.2.2.	Investigación bibliográfica	_____	74
3.3.	Método de investigación	_____	75
3.3.1.	Método de la observación científica	_____	75
3.4.	Procedimiento para recopilación de datos de la investigación	_____	75
3.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	_____	76
3.5.1.	Observación	_____	76
3.5.2.	Matriz de Riesgos de Triple Criterio	_____	76
3.6.	Población y muestra.	_____	76

3.6.1	Población	76
3.6.2	Muestra	77
3.7.	Procesamiento y análisis	77
3.7.1	Plan de Procesamiento de la Información	78
3.8.	Operacionalización de variables	78
3.8.1	Variable independiente:	80
3.8.2	Variable dependiente:	81
CAPÍTULO IV		82
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		82
4.1	Novedades de la investigación.	82
4.2.	Resultados.	82
CAPITULO V		93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		93
CAPÍTULO VI		95
PROPUESTA		95
6.1.	Título de la propuesta:	95
6.2.	Justificación.	95
6.3.	Objetivo	95
6.4.	Estructura del Sistema de Intervención	96
6.5.	Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS		179
BIBLIOGRAFÍA		182
ANEXOS		185

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Determinación del nivel de deficiencia.....	19
CUADRO 2: Determinación del nivel de exposición	20
CUADRO 3: Determinación del nivel de probabilidad	21
CUADRO 4: Significado de los diferentes niveles de probabilidad.....	22
CUADRO 5: Determinación del nivel de consecuencias	23
CUADRO 6: Determinación del nivel de riesgo y de intervención.....	24
CUADRO 7: Significado del nivel de intervención.....	25
CUADRO 8: Estimaciones de la tasa de electrocución, 1988.	26
CUADRO 9: Conjunto de Ecuaciones	44
CUADRO 10: Afinidades electrónicas de determinados polímeros.....	47
CUADRO 11: Variable dependiente (Redes de medio voltaje).....	81
CUADRO 12: Índice de accidentabilidad 2012 EEASA.....	83
CUADRO 13: Índice de accidentabilidad 2012 EEASA.....	83
CUADRO 14: Priorización factores de riesgo	84
CUADRO 15: Significación factores de riesgo	84
CUADRO 16: Resultados de valoración NTP 330 Egreso y Montaje en Grúas o Plataformas.....	86
CUADRO 17: Resultados de valoración NTP 330 Izaje de Elementos.....	86
CUADRO 18: Resultados de valoración NTP 330 Distribución de Materiales en Sitio de Trabajo	87
CUADRO 19: Resultados de valoración NTP 330 Estacamiento y Cavado de Zanjas	87
CUADRO 20: Resultados de valoración NTP 330 Parada de Poste.....	88
CUADRO 21: Resultados de valoración NTP 330 Distribución y Calibrado de Redes	88
CUADRO 22: Resultados de valoración NTP 330 Energización.....	89
CUADRO 23: Carteles de prohibición y peligro	158
CUADRO 24: Carteles de atención y precaución.....	159

CUADRO 25: Carteles Institucionales	159
CUADRO 26: Carteles de Concientización.....	160
CUADRO 27: Adhesivos de Concientización	160
CUADRO 28: EQUIPOS GRUPO ‘A’(AUTOS/CAMIONES/CAMIONETAS)	165
CUADRO 29: Planilla “inspección periódica de aparejos manuales”.....	170
CUADRO 30: Calcomanía “inspección de aparejos manuales”.....	171
CUADRO 31: FORMATO AST.....	176

ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICO 1: Mecanismo de carga de un conductor por inducción.	50
GRÁFICO 2: Dibujo esquemático del problema de la descarga electrostática. ...	57
GRÁFICO 3: Estructura de las normas y reglamentos internacionales.	70
GRÁFICO 4: Operacionalización de las variables	79
GRÁFICO 5: Priorización de riesgo por actividad.	90
GRÁFICO 6: Sistemas A y B	126
GRÁFICO 7: falla recorrido de la corriente mano derecha – mano izquierda ...	127
GRÁFICO 8: Falla recogido de la corriente mano izquierda – pie derecho sin puesta a tierra	128
GRÁFICO 9: Falla recogido de la corriente mano izquierda – pie derecho con puesta a tierra	128
GRÁFICO 10: Falla recogido de la corriente cabeza – pie derecho.....	128
GRÁFICO 11: Falla recogido de la corriente mano derecha – cabeza.....	129
GRÁFICO 12: Falla en secundario sin puesta a tierra.....	129
GRÁFICO 13: Falla en el secundario con puesta a tierra.....	129
GRÁFICO 14: Falla en el primario sin puesta a tierra	130
GRÁFICO 15: Falla en el primario con puesta a tierra	130
GRÁFICO 16: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano.....	130
GRÁFICO 17: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano.....	131
GRÁFICO 18: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano.....	131
GRÁFICO 19: Bloqueo y señaliza el corte de la energía eléctrica.....	140
GRÁFICO 20: Verificar ausencia del voltaje.	140
GRÁFICO 21: Instalación a Tierra	141
GRÁFICO 22: Delimitación del área de trabajo.....	141
GRÁFICO 23: Postes.....	141
GRÁFICO 24: Postes.....	142
GRÁFICO 26: Casco de seguridad.....	151

GRÁFICO 25: Gafas de seguridad	151
GRÁFICO 28: Respirador con filtro.....	151
GRÁFICO 27: Botas de caucho.....	151
GRÁFICO 29: Guantes de seguridad.....	151

CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS

Se refiere al documento emitido por la Dirección de Posgrados en la que consta que el autor de la tesis ha vencido todas las asignaturas del Programa Académico con sus respectivos créditos, y más que se estipula en el Art. 33 del Reglamento General para el desarrollo de los programas de Maestrías.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

TITULO:

EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA, PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INTERVENCIÓN PARA DISMINUIR LOS ACCIDENTES ELÉCTRICOS DE LA EEASA.

Autor: ING. MARCELO BARRERA FLORES

Tutor: MSc. HERNÁN NAVAS

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realiza una evaluación de riesgos eléctricos en construcción de redes de medio voltaje de la EEASA para disminuir los accidentes eléctricos en estas operaciones. Este estudio se realizó a una población de 15 trabajadores involucrados en esta actividad. Se abordó el problema realizando un análisis de significación de los accidentes en función del número de horas trabajadas utilizando la NTP 236 determinando el índice de frecuencia acumulada, y la línea límite de accidentabilidad del año que corresponde, seguidamente se empleó la Matriz cualitativa de triple consideración (Probabilidad, Gravedad y Vulnerabilidad) recomendada por el Ministerio de Relaciones laborales Ecuatoriano para detectar los factores de riesgo intolerable detectando el porcentaje de riesgos moderados, importantes e intolerables, luego para profundizar la investigación se determinó las actividades críticas y cuantificó el nivel de exposición, nivel de deficiencia y nivel de probabilidad de acuerdo al tipo de trabajo, actividad y tarea correspondiente en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA utilizando la NTP 330 o método simplificado de evaluación de riesgos de accidentes. Con los datos de actividades críticas, población trabajadora vulnerable en este tipo de trabajo de determinó medidas de control desarrollando un Sistema de intervención para disminuir los accidentes por trabajo en construcción de redes de medio voltaje considerando: el izaje de postes de hormigón, izaje de equipos con grúa, montaje de las estructuras, instalación de pararrayos, seccionadores y puesta a tierra, tendido y regulado de cable en postes, instalación de tensores y energización.

DESCRIPTORES: RIESGO ELÉCTRICO, REDES, MEDIO VOLTAJE, ACCIDENTES.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

MASTER IN SAFETY AND LABOR AN RISK PREVENTION

TITLE:

Autor: ING MARCELO BARRERA FLORES

Tutor: MSc. HERNÁN NAVAS

ABSTRACT

In this research work, an evaluation of electrical hazards in building networks of medium voltage EEASA to reduce electrical accidents in these operations. This study was conducted at a population of 15 workers involved in this activity. Addressed the problem by performing a significance analysis of accidents depending on the number of hours worked using the NTP 236 index determining the cumulative frequency, and limit line corresponding accident year, then was employed Matrix triple qualitative consideration (Probability, Severity and Vulnerability) recommended by the Ecuadorian Ministry of Labour Relations to detect risk factors intolerable risks by detecting the percentage of moderate, major and intolerable, then for further investigation determined the critical activities and quantified the level of exposure, level of impairment and level of probability according to the type of work activity and corresponding task in the construction of medium voltage networks using the NTP EEASA 330 or simplified method of risk assessment of accidents.

With the data of critical activities, working population vulnerable in this type of work control measures determined by developing a system of intervention to reduce accidents in construction work of medium voltage networks considering: the lifting of concrete poles, hoisting equipment crane, mounting structures, installation of lightning arresters, disconnectors and earthing, cable laying and regulated on poles, installation of tension and energizing.

WORDS: RISK ELECTRICAL NETWORKS, medium voltage, ACCIDENTS.

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que las técnicas evolucionan rápida y continuamente y que la complejidad del sistema en el proceso de, resulta cada vez más limitada crear programas de seguridad únicamente en base a los conocimientos adquiridos o empíricos.

Según el estudio del método "análisis de riesgos", nos permitirá establecer reglas generales, apoyándose en normas y reglamentaciones que se deben cumplir, pero la seguridad a exigir e implantar, precisa de una evaluación puntual de los peligros existentes. Esta evaluación, permite identificar los riesgos y evaluarlos cuali-cuantitativamente.

La evaluación cualitativa permitirá conocer la magnitud del riesgo en el proceso de trabajo analizado usando la matriz causa efecto que ayuda a establecer los riesgos significativos sujetos a una posterior cuantificación.

La evaluación cuali-cuantitativa dará una medida confiable de la fiabilidad del sistema tomando en cuenta la posible contribución del error humano y de máquinas en el desarrollo de accidentes.

El escenario de mejora se comprobará aplicando el índice de accidentabilidad antes y después del instructivo propuesto, tomando en cuenta estándares aceptados a nivel internacional.

Este proyecto tiene por objeto disminuir el riesgo en construcción redes de medio voltaje, en la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., EEASA, mediante una evaluación y posterior diseño de un SISTEMA DE INTERVENCIÓN PARA DISMINUIR LOS ACCIDENTES ELÉCTRICOS y tienda a proteger a la salud integral del trabajador de la EEASA.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

En la actualidad la energía eléctrica es un servicio que está al alcance de la población mundial por ende la demanda cada vez es más alta, siendo necesario la instalación de postes para la instalación de redes que sirvan de conductos de energía para transportarla de las centrales de generación a las grandes ciudades debido al crecimiento y expansión de redes de energía eléctrica. La construcción de redes eléctricas se ejecuta en gran cantidad.

En nuestro país la demanda de este servicio se ha incrementado notablemente y las empresas compiten en base a costos de producción trabajando de una manera técnica pero no preventiva.

Las empresas eléctricas del país ejecutan construcción de redes de medio voltaje en zonas urbanas y rurales, en condiciones ambientales extremas y con la ejecución de tareas consideradas como críticas por lo que el nivel de riesgo de accidente e incluso de ocurrencia de una fatalidad se estima como alto.

EEASA, realiza la construcción y montaje de líneas de medio voltaje lo cual se lo realiza en alturas, utilizando elementos de izaje y herramientas que deben cumplir estándares de resistencia y fiabilidad, elementos que influyen directamente en la probabilidad de accidentes e incidentes con personal contratado o propio.

El cumplimiento de procedimientos es un factor perentorio para bajar el porcentaje de actos y condiciones inseguras que pueden influir en la ejecución de la construcción de redes de medio voltaje. La EEASA cumple sus operaciones dentro del país utilizando tecnología de alta calidad para tratar de eliminar los riesgos inherentes a esta actividad. Pero también es importante desarrollar un Sistema de trabajo seguro, que sirva para evitar accidentes durante la construcción.

1.1.2. Análisis crítico

El Sistema de intervención para disminuir accidentes en la construcción de redes de medio voltaje es importante ya que la ejecución de este tipo de tareas en su mayoría son críticas lo cual requiere de un alto conocimiento de normas y procedimientos de trabajo seguro según el tipo de tarea.

Esto ha llevado a proponer un tema para disminuir el riesgo de sufrir accidentes con el personal, por la aplicación incorrecta de procedimientos y normas básicas de seguridad eléctrica durante toda la construcción.

1.1.3. Prognosis

Al no realizar la evaluación del riesgo eléctrico en la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA, esta incurrirá en incumplimiento legal y no se sabrá el nivel de riesgo que está expuesto el personal para poder controlarlo y evitar accidentes y enfermedades profesionales desarrollando alguna medida preventiva.

1.1.4. Hipótesis

- ¿El factor de riesgo eléctrico tiene valores de riesgo intolerable en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA?

- ¿El trabajo de energización en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA tienen un nivel de riesgo elevado?
- ¿El índice de accidentabilidad en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA están sobre el límite superior recomendado por la Bibliografía especializada?.
- ¿El índice de frecuencia acumulada del índice de accidentabilidad en el año 2012 está sobre los 200?

1.1.5. Delimitación del problema

1.1.5.1. Delimitación temporal

El presente estudio se realizará entre Diciembre del 2011 a Diciembre del 2012.

1.1.5.2. Delimitación espacial

El trabajo investigativo se realizará en la EEASA en proyectos de construcción de redes de medio voltaje en zona urbana y rural.

1.1.5.3. Delimitación de contenido

La evaluación determinará el análisis de factores de riesgo eléctrico en actividades genéricas de construcción de redes de medio voltaje en la EEASA que generen accidentes laborales y no enfermedades del trabajo. Este estudio no incluye análisis por satisfacción ni confort en las actividades.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo los riesgos eléctricos en la construcción de redes de medio voltaje inciden en los accidentes laborales en la empresa EEASA?

1.3. Justificación

La presente investigación realizó el estudio de actividades en Construcción de Redes de Medio Voltaje en el área eléctrica y que puede ocasionar accidentes con consecuencias fatales. Esto se comprueba en los registros de accidentes y en casos que la EEASA sufrió bajas con muerte del personal.

El trabajo de investigación utilizó la capacidad del investigador de análisis crítico en campo y el uso de la teoría de evaluación de puestos de trabajo en base a los factores de riesgo intolerables, en la construcción de redes medio voltaje en la EEASA, ejecutado por trabajadores que realizan esta actividad sin considerar medidas de seguridad apropiadas lo que implica un aumento de riesgo en este tipo de tareas críticas.

El presente documento es de vital importancia porque sirve como instrumento para mejorar la toma de decisiones por parte del personal administrativo y operativo en campo, los cuales deben realizar su trabajo sin contratiempos y un entorno seguro.

Los beneficiarios de la presente investigación son: la institución en la cual está sustentada el trabajo, instituciones con problemas similares, maestrantes relacionados a la especialidad y lectores que demuestren interés de consultar conceptos referentes al tema de investigación.

Hubo facilidad para realizar el presente estudio porque se dispuso de los conocimientos suficientes del investigador, facilidad para acceder a la información, suficiente bibliografía especializada, recursos tecnológicos y económicos necesarios y el tiempo previsto para culminar el trabajo de grado.

La investigación tuvo utilidad teórica porque contribuyó con la ciencia en temáticas relacionadas al problema de investigación generadas por el propio

investigador o con el aporte de otros actores. Mientras que la utilidad práctica se demostró con la presentación de la propuesta de solución al problema investigado.

La investigación contribuyó con el cumplimiento de la misión y visión de la Universidad Técnica de Cotopaxi, entre las que se destacan la vinculación con el pueblo y las instituciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

- Evaluar los Riesgos Eléctricos en la Construcción de Redes de Medio Voltaje en la Empresa EEASA, para determinar las tareas críticas que inciden con los accidentes laborales.
- Desarrollar un sistema de intervención para disminuir los accidentes eléctricos considerando los riesgos intolerables.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Determinar el índice de accidentabilidad en la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA utilizando datos estadísticos de accidentes utilizando el método NTP 330.
- Identificar los factores de riesgo intolerables en la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA utilizando la matriz de triple criterio de evaluación cualitativa del ministerio de relaciones laborales.
- Determinar las condiciones y posibles causas de accidentes en la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA utilizando la metodología del sistema simplificado de evaluación de riesgo y accidente.

- Seleccionar los fundamentos científicos y técnicas como la base teórica del sistema de intervención para prevenir accidentes en la construcción de redes de medio voltaje.
- Proponer un Sistema de Intervención para la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA que atenúe el índice de accidentabilidad.

1.5 Enfoque de la Investigación

Este proyecto de investigación utilizó el enfoque cuali-cuantitativo, cualitativo porque se realiza una significación en base a criterio del investigador al realizar el diagnóstico inicial de riesgos, y cuantitativo porque se cuantifica el nivel de riesgo utilizando el método de investigación simplificado de accidentes según la NTP 330.

Este trabajo de investigación desarrolla un Sistema de intervención para la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA que incluye: medios, herramientas, actos y condiciones seguras necesarios para el cumplimiento de una secuencia de actividades consideradas de alto riesgo; en base a normas Técnicas de prevención y legislación ecuatoriana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

El riesgo eléctrico generado tiene consecuencias severas e incluso fatales y se ha manejado con las reglas empíricas que los trabajadores han desarrollado según el avance industrial y los problemas que se han presentado. Así mismo los trabajos relacionados a nivel de investigación para atenuar el riesgo de accidentes en este sector son escasos a nivel mundial y casi nulo en Latino América y nuestro país.

Realizado un recorrido por las principales fuentes de información especializada se encuentra que no existe bibliografía ni trabajos de riesgo eléctrico en construcción de redes de medio voltaje convirtiéndose este trabajo de investigación un referente en esta área.

Se ha tomado de referencia para la estructura del Sistema de intervención, la propuesta que menciona la tesis de grado del Ing. MSPRT Héctor Barrera con título: EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS MECÁNICOS EN EL MONTAJE DE TORRES EN LÍNEAS DE SUB TRANSMISIÓN DE LA EEASA Y PROPUESTA DE UN INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD LABORAL realizada en 2011.

Con el proyecto propuesto y al disponer de un Sistema de prevención de accidentes para los accidentes eléctricos en redes de medio voltaje se pretende el cumplimiento de las obligaciones solicitadas en el Reglamento de Seguridad y Salud de la EEASA. Y los lineamientos de los organismos competentes como el IESS y Ministerio de Relaciones Laborales.

2.2 Fundamento Teórico

2.2.1. Prevención de riesgos laborales: de un enfoque reactivo a un enfoque activo

Como cita (LÓPEZ MUÑOZ, 1994): La gestión de la prevención de riesgos laborales, no solamente en España, sino también en otros países europeos, ha estado basada tradicionalmente en modelos reactivos de actuación: una vez producido el accidente se investigaba las causas y se dirigían los esfuerzos de gestión a impedir que se volviese a producir un accidente igual. (p. 3)

Quizás en esta forma reactiva de actuación se encuentre una de las razones fundamentales por la que los índices de incidencia y de frecuencia de los accidentes en jornada de trabajo con baja producidos en España, están prácticamente estabilizados en los últimos diez años.

Una de las principales razones por las que los gestores se han centrado en un modelo de prevención reactivo es que es más sencillo que una prevención activa. Una prevención activa implica, entre otras cosas, evaluar los riesgos y diseñar planes de prevención, lo que tiene su complejidad ya que es necesario analizar las probabilidades y las consecuencias de un amplio abanico de sucesos no deseados y planificar el control de los riesgos no tolerables. Sin embargo, prevenir que se repita un accidente es, la mayoría de las veces, un problema con una solución evidente.

Los modernos sistemas activos de gestión de la prevención de riesgos laborales comparten muchos principios con los sistemas de gestión de la calidad y del medio ambiente, en especial los tres citados en el apartado anterior:

- Preferencia a las actuaciones preventivas sobre las reparadoras, es decir, actuar antes de que se produzcan los daños a la salud de los trabajadores.
- Compromiso activo de la dirección de la empresa definiendo y haciendo cumplir una política de prevención de riesgos laborales

que, entre otros objetivos, debe contemplar el cumplimiento de la legislación vigente y la promoción de una cultura preventiva que potencie un espíritu de mejora permanente

- Papel fundamental de los trabajadores en la actividad preventiva, para lo que es necesario un amplio esfuerzo en información, formación y participación.

Según (AMSTRONG Y COLS 2001): Los fundamentos de una gestión activa de la prevención son la identificación de los peligros, la evaluación y control de los riesgos, así como la adopción de las medidas necesarias para asegurar que existen normas y procedimientos, formación, participación, y lo más importante, un verdadero compromiso para eliminar o reducir los riesgos. (p. 4)

Todo ello implica establecer en la empresa una política de prevención que defina metas y objetivos, planificar e integrar la actividad preventiva, estableciendo buenos canales de comunicación en ambos sentidos y una estructura de decisión que sea responsable de los elementos clave del sistema de gestión. En particular, debe medirse el cumplimiento de la política, tanto mediante auditorías con el fin de ver lo que realmente está ocurriendo, como midiendo resultados con el fin de comprobar si se consigue reducir los daños a la salud y si se controlan los riesgos.

Los elementos clave para lograr el éxito en la gestión de la prevención de riesgos laborales son:

- Política: Las organizaciones que alcanzan altos niveles de salud y seguridad, tienen definida una política preventiva que contribuye a la ejecución de su negocio a la vez que atiende sus responsabilidades con los trabajadores y el medio ambiente, cumpliendo con la legislación vigente en dichos ámbitos. De esta forma satisfacen las aspiraciones de los accionistas, trabajadores, clientes y de la sociedad en su conjunto. Dicha política es económicamente rentable y está dirigida a

conseguir la conservación y el desarrollo de los recursos físicos y humanos, así como a reducir las pérdidas, tanto financieras como por responsabilidades legales. La política preventiva influye en todas las actividades y decisiones, incluyendo aquellas relacionadas con la selección de recursos, información, diseño y funcionamiento de los sistemas de trabajo, diseño y suministro de productos y servicios, así como el control y la destrucción de los residuos.

- **Organización:** Dichas organizaciones están estructuradas y funcionan de modo que pueden poner en práctica, de forma efectiva, su política preventiva. Se ayudan mediante la creación de una cultura positiva que asegura la participación y el compromiso a todos los niveles, apoyándose en sistemas de comunicación eficaces y en la promoción de las aptitudes que permitan a todos los trabajadores hacer una contribución responsable e informada al esfuerzo preventivo. Es imprescindible el compromiso y el liderazgo visible y activo de la alta dirección para desarrollar y mantener el apoyo a una cultura preventiva. Su finalidad no es simplemente evitar daños a la salud, sino motivar y facultar a los trabajadores para que realicen su función con seguridad.
- **Planificación:** Para la implantación de su política, esas organizaciones adoptan un modo de actuación planeado y sistemático. Su intención es eliminar y minimizar los riesgos creados por las actividades laborales, productos y servicios. Utilizan la evaluación de riesgos para establecer prioridades y fijar objetivos con el fin de eliminarlos o reducirlos. Miden sus actuaciones preventivas estableciendo procedimientos y comparándolos con ellos e identifican las acciones necesarias para promover una cultura preventiva. Eliminan los riesgos en el origen, siempre que sea posible, mediante un cuidadoso diseño y selección de lugares de trabajo, equipos y procesos o minimizan aquéllos mediante el uso de medidas colectivas de control. Cuando no es posible, para

controlar los riesgos, se utilizan instrucciones operativas de trabajo y equipos de protección individual.

- **Medición de las actuaciones** Las organizaciones que gestionan con éxito la prevención de riesgos laborales, comprueban la eficacia de sus actuaciones en este ámbito mediante su comparación con normas previamente definidas. De este modo se detecta cuándo y dónde se necesita mejorar las actuaciones. El éxito de una acción dirigida a controlar riesgos se evalúa mediante una autocomprobación activa que incluye un examen, tanto de los lugares de trabajo, equipos y sustancias, como de los procedimientos y sistemas de trabajo. Los errores de gestión se evalúan a través de una comprobación reactiva que requiere la investigación a fondo de cualquier incidente, accidente o enfermedad laboral. Tanto en las comprobaciones activas como en las reactivas, los objetivos no son sólo determinar las causas inmediatas de las actuaciones fuera de normas, sino (y lo más importante) identificar las causas básicas y sus implicaciones para el funcionamiento del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.
- **Auditoría y revisión de las actuaciones:** Un elemento importante en una gestión eficaz de la prevención es aprender de todas las experiencias pertinentes y aplicar las lecciones aprendidas. Es preciso realizarlo de forma sistemática mediante revisiones regulares de las actuaciones basadas en datos, tanto de actividades de comprobación como de auditorías del conjunto del sistema de gestión de la prevención. El compromiso para una mejora continua en la acción preventiva implica el constante desarrollo de la política, de los criterios para su implantación y de las técnicas de control de los riesgos. Las organizaciones que alcanzan altos niveles de salud y seguridad evalúan sus actuaciones en estas materias comparándolas

con parámetros internos de referencia y mediante comparación con los logros obtenidos por sus competidores.

Como cita (LÓPEZ MUÑOZ, 1994):"La legislación comunitaria (y su transposición a la legislación española) está fundamentada en actuaciones activas en prevención". (p. 9)

Otras legislaciones comunitarias van incluso más allá y proponen directamente un modelo de gestión activo y con fundamentos similares a los modernos sistemas de gestión de la calidad y del medio ambiente. Por lo que se considera:

Según el libro de (LÓPEZ MUÑOZ, 1994):"Considerando que el análisis de los accidentes graves declarados en la Comunidad indica que en su mayoría son resultado de defectos de gestión o de organización; que conviene, por tanto, fijar a escala comunitaria los principios básicos para los sistemas de gestión, que deben permitir prevenir y controlar el peligro de accidentes graves así como limitar sus consecuencias" (p. 12)

De hecho la Directiva obliga a los Estados miembros a que exijan a las empresas la implantación de un sistema de gestión. En su artículo 7 dice:

1. "Los Estados miembros velarán por que los industriales estén obligados a redactar un documento en el que se defina su política de prevención de accidentes graves y deberán asegurarse de su correcta aplicación. La política de prevención de accidentes graves puesta en práctica por los industriales tendrá por objeto garantizar un alto grado de protección de las personas y del medio ambiente a través de medios, estructuras y sistemas de gestión apropiados.
2. El documento deberá tener en cuenta los principios mencionados en el Anexo 1 y se mantendrá a disposición de las autoridades competentes ..."

En el Anexo 1 se establecen los elementos del sistema de gestión:

- a. La política de prevención de accidentes graves.
- b. El sistema de gestión de la seguridad debería integrar la parte del sistema de gestión general que incluye la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos que permiten definir y aplicar la política de accidentes graves.
- c. Se abordarán los siguientes puntos en el marco del sistema de gestión de la seguridad:
 - La organización y el personal...
 - La identificación y la evaluación de los riesgos de accidente grave...
 - El control de la explotación...
 - La gestión de las modificaciones...
 - La planificación de las situaciones de emergencia...
 - La vigilancia de los resultados...
 - El control y el análisis; la adopción y aplicación de procedimientos para la evaluación periódica sistemática de la política de prevención de accidentes graves y de la eficacia y adecuación del sistema de gestión.

2.2.2. Índices de Accidentes o indicadores reactivos sobre la Accidentabilidad.

2.2.2.1 Método de las líneas límite

Según (FOLLIOT, 1982) “Este método de control estadístico permite detectar, a través de la evolución del índice de frecuencia, si los cambios experimentados son debidos a una fluctuación aleatoria o a la entrada de un nuevo factor que ha modificado las condiciones de seguridad”. (p. 42)

No se trata de un sistema exhaustivo y rígido que permita marcar todos los puntos de una empresa en que se plantean problemas de condiciones de trabajo,

sino que sólo nos muestra un factor que debe ser tomado en consideración junto a datos provenientes de otras fuentes.

Las propiedades estadísticas de los accidentes de trabajo, nos permiten establecer, en función del número de horas trabajadas y unos márgenes de confianza establecidos, unos valores límites, superiores e inferiores, para el índice de frecuencia deseado, previamente fijado por la empresa, ya sea éste el mismo del año anterior, o bien una determinada reducción del mismo fundada en una política de objetivos de prevención de riesgos laborales.

Los accidentes, estadísticamente hablando, cumplen las siguientes propiedades:

- Es instantáneo, de tal forma que no se pueden dar dos accidentes simultáneamente. Es decir, se trata de un suceso independiente.
- El número de “instantes-hombre” trabajados en un período determinado es un número muy alto que tiende a infinito.
- El número de accidentes ocurridos durante un periodo determinado tiende a mantenerse constante para periodos iguales.
- Las probabilidades de ocurrencia del accidente - número de accidentes dividido por el número de “instantes – hombre” trabajados - es, por tanto, muy, pequeña.

2.2.2.2 Índice de frecuencia. (IF)

Expresa la cantidad de trabajadores siniestrados o número de accidentes, en un periodo determinado (mensual, trimestral, semestral o anual por cada millón de horas trabajadas).

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ Total Accidentes} * 1000000}{N^{\circ} \text{ Total de horas trabajadas}}$$

2.2.2.3 Índice general de Gravedad (IG)

Expresa la cantidad de días perdidos o jornadas de trabajo, en un período determinado (mensual, trimestral, semestral o anual), por cada un millón de horas trabajadas por las personas expuestas al riesgo.

$$IG = \frac{N^{\circ} \text{ Total Días perdidos} * 1000000}{N^{\circ} \text{ Total de horas trabajadas}}$$

La definición de jornadas no trabajadas adoptada es la recomendada también por la OIT, e involucra el total de días corridos existentes entre la fecha del siniestro y la fecha de la finalización de la incapacidad laboral temporaria, sin contar el día del accidente ni el de regreso al trabajo.

2.2.2.4 Limites Superiores e Inferiores.

El cuadro 3 anexa nos ofrece los límites superiores e inferiores en función del índice de frecuencia esperado y de las horas trabajadas, hasta un límite de 1.200.000 horas y para un margen de confianza del 90%.

En la nota n° 256. Madrid, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo dice. Se debe calcular mediante una aproximación empírica que ajusta la fórmula de la distribución normal a la distribución de Poisson, en la que están basadas los cuadros originales de P. J. Shipp.

La fórmula aplicable para los dos límites en el caso de la distribución queda reducida, haciendo $N'=N/1000$ a:

$$I_e - 1.65\sqrt{1000} \sqrt{\frac{I_e}{N'}} < I < I_e + 1.65\sqrt{1000} \sqrt{\frac{I_e}{N'}}$$

Y aproximadamente:

$$I_e - 52.18 \sqrt{\frac{I_e}{N'}} < I < I_e + 52.18 \sqrt{\frac{I_e}{N'}}$$

La corrección utilizada para aproximarse a los valores de Shipp es:

$$I_e + \frac{750}{N'} - 52.18 \sqrt{\frac{I_e}{N'}} < I < I_e + \frac{750}{N'} + 52.18 \sqrt{\frac{I_e}{N'}}$$

la cual no se ajusta perfectamente a los valores de las cuadros mencionadas para valores bajos, pero se aproxima bastante y ofrece una simplicidad de cálculo considerable, siendo, además, válida para cualquier número de horas trabajadas, ya que para N alto el término $750 / N'$ tiende a hacerse despreciable.

2.2.2.5 Diagrama Índice de Frecuencia mes a mes.

El diagrama mes por mes permite descubrir las fluctuaciones a corto plazo del índice de frecuencia y establecer la significación de un alza repentina.

Se trata de representar en un diagrama los índices de frecuencia mensuales, de forma que nos permita interpretar el gráfico en función de la posición de éstos respecto a las diferentes líneas límite.

2.2.2.7 Diagrama Acumulado

El diagrama anual debe permitir el control de las tendencias a largo plazo en el alza o baja de los índices de accidentes.

Supongamos que a lo largo de todo un año el índice de frecuencia manifiesta una tendencia constante al alza, o fluctúa durante todo el período por encima del índice de frecuencia esperado. Esto podría ser bastante significativo,

aunque los valores del diagrama mes a mes estuvieran dentro de los límites de seguridad.

Se calcula para cada mes el índice de frecuencia acumulado, contabilizando los accidentes ocurridos y las horas trabajadas desde el comienzo del período hasta el mes que se estudie. Los límites superior e inferior se determinan para cada mes en función del índice de frecuencia esperado y del total de las horas trabajadas en uno, dos..., hasta doce meses.

2.2.3 Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente

2.2.3.1 Descripción del método

La Norma Técnica de Prevención 320 menciona la metodología permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

La información que aporta este método es orientativa. Cabría contrastar el nivel de probabilidad de accidente que aporta el método a partir de la deficiencia detectada, con el nivel de probabilidad estimable a partir de otras fuentes más precisas, como por ejemplo datos estadísticos de accidentabilidad o de fiabilidad de componentes. Las consecuencias normalmente esperables habrán de ser preestablecidas por el ejecutor del análisis.

Dado el objetivo de simplicidad en esta metodología no se empleara los valores reales absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencias, sino sus "niveles" en una escala de cuatro posibilidades. Así, hablaremos de "nivel de riesgo", "nivel de probabilidad" y "nivel de consecuencias". Existe un compromiso entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la

utilidad del método. Si optamos por pocos niveles no podremos llegar a discernir entre diferentes situaciones. Por otro lado, una clasificación amplia de niveles hace difícil ubicar una situación en uno u otro nivel, sobre todo cuando los criterios de clasificación están basados en aspectos cualitativos.

En esta metodología consideraremos, según lo ya expuesto, que el nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma.

$$NR = NP \times NC$$

Dónde:

NR = Nivel de riesgo

NP = Nivel de probabilidad

NC = Nivel de consecuencias

2.2.3.2 Nivel de deficiencia

Llamaremos nivel de deficiencia (ND) a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente. Los valores numéricos empleados en esta metodología y el significado de los mismos se indican en el cuadro.

CUADRO 1: Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de Deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciables
	2	Se ha detectado algún factor de riesgo de menor

Mejorable (M)		importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

2.2.3.3 Nivel de exposición

El nivel de exposición (NE) es una medida de la frecuencia con la que se da exposición al riesgo. Para un riesgo concreto, el nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas de trabajo, operaciones con máquina, etc.

Los valores numéricos, como puede observarse en el cuadro 2, son ligeramente inferiores al valor que alcanzan los niveles de deficiencias, ya que, por ejemplo, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debiera ocasionar, en principio, el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

CUADRO 2: Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	NE	Significado
Continua (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

2.2.3.4 Nivel de probabilidad

En función del nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, se determinará el nivel de probabilidad (NP), el cual se puede expresar como el producto de ambos términos:

$$NP = ND \times NE$$

Dónde:

ND = Nivel de deficiencia

NE = Nivel de exposición

El cuadro 3, facilita la consecuente categorización.

CUADRO 3: Determinación del nivel de probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

En el cuadro 4 se refleja el significado de los cuatro niveles de probabilidad establecidos.

CUADRO 4: Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de Probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

2.2.3.5 Nivel de consecuencias

Se han considerado igualmente cuatro niveles para la clasificación de las consecuencias (NC). Se ha establecido un doble significado; por un lado, se han categorizado los daños físicos y, por otro, los daños materiales. Se ha evitado establecer una traducción monetaria de éstos últimos, dado que su importancia será relativa en función del tipo de empresa y de su tamaño. Ambos significados

deben ser considerados independientemente, teniendo más peso los daños a personas que los daños materiales.

Cuando las lesiones no son importantes la consideración de los daños materiales debe ayudarnos a establecer prioridades con un mismo nivel de consecuencias establecido para personas.

Como puede observarse en el cuadro 5, la escala numérica de consecuencias es muy superior a la de probabilidad. Ello es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración.

CUADRO 5: Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de consecuencias	NC	significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Dstrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Dstrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con capacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

2.2.3.6 Nivel de riesgo y nivel de intervención

El cuadro 6 permite determinar el nivel de riesgo y, mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento también de cuatro niveles (indicados en el cuadro con cifras romanas).

CUADRO 6: Determinación del nivel de riesgo y de intervención

		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

Los niveles de intervención obtenidos tienen un valor orientativo. Para priorizar un programa de inversiones y mejoras, es imprescindible introducir la componente económica y el ámbito de influencia de la intervención.

Así, ante unos resultados similares, estará más justificada una intervención prioritaria cuando el costo sea menor y la solución afecte a un colectivo de trabajadores mayor. Por otro lado, no hay que olvidar el sentido de importancia que den los trabajadores a los diferentes problemas.

La opinión de los trabajadores no sólo ha de ser considerada, sino que su consideración redundará ineludiblemente en la efectividad del programa de mejoras.

El nivel de riesgo viene determinado por el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencias.

El cuadro 7 establece la agrupación de los niveles de riesgo que originan los niveles de intervención y su significado.

CUADRO 7: Significado del nivel de intervención

Nivel de Intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: Nota Técnica de prevención 330

2.2.4 Efectos fisiológicos de la electricidad efectos fisiológicos

Tomado del libro de (FOLLIOT, 1982) “El estudio de los peligros, la electrofisiología y la prevención de accidentes eléctricos exige la comprensión de varios conceptos técnicos y médicos. (p. 40)

Las definiciones de los términos electrobiológicos que se dan a continuación están tomadas del capítulo 891 de International Electrotechnical Vocabulary (Electrobiología) (Comisión Electrotécnica Internacional) (CEI) (1979).

Un choque eléctrico es el efecto fisiopatológico resultante del paso directo o indirecto de una corriente eléctrica externa a través del cuerpo. Comprende contactos directos e indirectos y corrientes unipolares y bipolares.

De los individuos (vivos o fallecidos) que han experimentado descargas eléctricas se dice que han sufrido electrización; el término electrocución debe reservarse para casos seguidos de muerte. Los alcances de rayos son sacudidas eléctricas mortales a consecuencia de los rayos (Gourbiere y cols. 1994).

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT), la Unión Europea (UE), la Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (UNIPEDE), la Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS) y el

Comité TC64 de la Comisión Electrotécnica Internacional han recopilado estadísticas internacionales sobre accidentes eléctricos. La interpretación de estas estadísticas se ve obstaculizada por las variaciones de unos países a otros en materia de técnicas de recogida de datos, de pólizas de seguro y de definiciones de accidentes mortales. Con todo, pueden considerarse posibles las estimaciones siguientes de la tasa de electrocución (cuadro 8).

Tomado del libro de (FOLLIOT, 1982) El número de electrocuciones desciende poco a poco, en términos absolutos y, lo que resulta más llamativo, en función del consumo total de electricidad. Aproximadamente la mitad de los accidentes eléctricos tiene un origen profesional, mientras que la otra mitad ocurre en casa y en actividades de ocio. En Francia, la media de fallecimientos entre 1968 y 1991 fue de 151 por año, según cifras del Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).

CUADRO 8: Estimaciones de la tasa de electrocución, 1988.

	Electrocuciones por millón de habitantes	Total muertes
Estados Unidos	2,9	714
Francia	2	115
Alemania	1,6	99
Austria	0,9	11
Japón	0,9	112
Suecia	0,6	13

Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

2.2.4.1 Base física y fisiopatológica de la electrización

Según (FOLLIOT, 1982) Los especialistas en electricidad dividen los contactos eléctricos en dos grupos: directos, que implican el contacto con componentes activos, e indirectos, en los que los contactos tienen derivación a tierra. Cada uno de estos grupos exige medidas preventivas totalmente diferentes. (p. 42)

Desde el punto de vista médico, el camino que recorre la corriente a través del cuerpo es el determinante clave del pronóstico y la terapéutica. Por ejemplo, el contacto bipolar de la boca de un niño con la clavija de un cordón de extensión origina quemaduras muy graves en la boca, pero no la muerte si el niño está bien aislado del suelo.

En espacios de trabajo, donde es corriente que existan altos voltajes, también es posible que salte un arco eléctrico entre un componente activo que se encuentre a alto voltaje y los trabajadores que se acercan demasiado al componente. Las situaciones específicas del trabajo influyen también en las consecuencias de los accidentes eléctricos: por ejemplo, los trabajadores pueden caerse o no actuar como es debido al ser sorprendidos por una sacudida eléctrica, por lo demás relativamente inofensiva.

Todos los voltajes presentes en los lugares de trabajo son susceptibles de provocar accidentes. Cada sector industrial tiene su propio conjunto de condiciones capaz de originar contacto directo, indirecto, unipolar, bipolar, por arco o inducido y, en último término, accidentes. Desde luego, no es posible abarcar en este artículo todas las actividades humanas relacionadas con la electricidad, pero conviene recordar al lector los principales tipos de trabajo eléctrico que han recogido las directrices preventivas internacionales que se describen en el capítulo sobre prevención:

1. Actividades que implican trabajar con cables activos (la aplicación de procedimientos extremadamente rigurosos ha conseguido reducir el número de electrificaciones durante este tipo de trabajo);
2. Actividades que implican trabajar con cables desactivados,
3. Actividades realizadas en la proximidad de cables activos (estas actividades exigen la máxima atención, puesto que a menudo son ejecutadas por personas que no son electricistas).

2.2.4.2 Fisiopatología

En la ley de Joule para corriente continua

$$W = V \times I \times t = RI^2 t$$

Según (FOLLIOT, 1982) El calor producido por una corriente eléctrica es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente) todas las variables guardan una estrecha relación entre sí. Si se trata de corriente alterna también es preciso tener en cuenta el efecto de la frecuencia. (p. 43)

Los organismos vivos son conductores eléctricos. La electrización tiene lugar cuando hay una diferencia de potencial entre dos puntos del organismo. Es importante subrayar que el peligro de accidentes eléctricos no surge del mero contacto con un conductor activo, sino del contacto simultáneo con un conductor activo y otro cuerpo a potencial diferente.

Los tejidos y órganos que recorre la corriente pueden experimentar una excitación funcional motora que en algunos casos es irreversible, o bien sufrir lesión temporal o permanente, en general a consecuencia de quemaduras. El grado de estas lesiones está en función de la energía liberada o de la cantidad de electricidad que atraviesa los tejidos. Así pues, el tiempo de paso de la corriente eléctrica es crítico para determinar la gravedad de la lesión. (Por ejemplo, las anguilas eléctricas y las rayas producen descargas muy desagradables, capaces de inducir pérdida del sentido. Pero aunque la tensión de la descarga sea de 600 V, la corriente de alrededor de 1A y la resistencia del sujeto de unos 600 ohms, estos peces son incapaces de inducir una sacudida mortal, porque la duración de la descarga es demasiado corta, de algunas decenas de microsegundos.)

Así pues, a altos voltajes (>1.000 V), la muerte se debe casi siempre a la extensión de las quemaduras. A voltajes más bajas, la muerte está en función de la cantidad de electricidad ($Q = I \times t$), que llega al corazón, determinada por el tipo, el emplazamiento y el área de los puntos de contacto.

En las secciones siguientes se estudian el mecanismo de la muerte ocasionada por accidentes eléctricos, los tratamientos inmediatos más eficaces y los factores que determinan la gravedad de la lesión, que son la resistencia, intensidad, tensión, frecuencia y forma de onda.

2.2.4.3 Causas de muerte en accidentes eléctricos en la industria

Como cita (GOURBIERE Y COLS. 1994). En casos raros, la causa de la muerte es la asfixia, debida al tétanos prolongado del diafragma, a la inhibición de los centros respiratorios en casos de contacto con la cabeza o a densidades de corriente muy altas, por ejemplo, a consecuencia de alcances de rayo Si se presta ayuda en los tres minutos siguientes, se puede reanimar a la víctima con unas bocanadas de respiración artificial boca a boca. (p. 92)

Por el contrario, la principal causa de muerte sigue siendo el colapso de la circulación periférica que sigue a la fibrilación ventricular. Aparece siempre que no se aplica masaje cardíaco al mismo tiempo que la respiración boca a boca. Todos los electricistas deberían saber cómo hacerlo, y continuar haciéndolo hasta la llegada de la asistencia médica urgente, que casi siempre tarda más de tres minutos. Muchísimos electropatólogos e ingenieros de todo el mundo han estudiado las causas de la fibrilación ventricular, con objeto de idear mejores medidas protectoras, activas o pasivas (Comisión Electrotécnica Internacional 1987; 1994). La desincronización aleatoria del miocardio exige la persistencia de una corriente eléctrica de frecuencia, intensidad y tiempo de tránsito específicos. Y lo más importante es que la señal eléctrica llegue al miocardio durante la denominada fase vulnerable del ciclo cardíaco, correspondiente al comienzo de la onda T del electrocardiograma.

La Comisión Electrotécnica Internacional (1987; 1994) ha publicado curvas que describen el efecto de la intensidad de corriente y del tiempo de tránsito sobre la probabilidad (expresada en tanto por ciento) de fibrilación y el camino mano-pie de la corriente en un varón de 70 kg y buena salud. Son adecuadas para corrientes industriales en el margen de

frecuencias de 15 a 100 Hz, mientras que las frecuencias más altas se encuentran ahora en estudio. Cuando los tiempos de tránsito son inferiores a 10 ms, el área situada debajo de la curva de la señal eléctrica es una aproximación razonable de la energía eléctrica. (pág. 54)

2.2.4.4 Papel de los diversos parámetros eléctricos

Como cita (FOLLIOT, 1982) “Cada uno de los parámetros eléctricos (corriente, tensión, resistencia, tiempo, frecuencia) y la forma de onda son determinantes importantes de las posibles lesiones, por sí mismos y en virtud de su interacción”. (pág. 32)

Para la corriente alterna, así como para otras condiciones antes definidas, se han establecido umbrales de corriente. La intensidad de corriente durante la electrización se desconoce, puesto que está en función de la resistencia del tejido en el momento del contacto ($I = V/R$), pero por lo general es perceptible a niveles que rondan 1 mA. A corrientes relativamente bajas la persona puede sufrir contracciones musculares que le impidan apartarse de un objeto activado. El umbral de esta corriente está en función de la capacidad, del área de contacto, de la presión de contacto y de variaciones individuales.

En la práctica, todos los hombres y casi todas las mujeres y niños pueden apartarse de corrientes de hasta de 6 mA. Con 10 mA, se ha observado que el 98,5 % de los hombres, el 60 % de mujeres y el 7,5 % de los niños se aparta. Con 20 mA sólo el 7,5 % de los hombres y ninguna mujer o niño se sueltan. Y la cifra se reduce a cero en todos los casos con 30 mA o más.

Corrientes de unos 25 mA pueden provocar la tetanización del diafragma, el músculo respiratorio más potente. Si el contacto se mantiene durante tres minutos, sobreviene también la parada cardíaca.

Hay peligro de fibrilación ventricular a niveles situados en torno a 45 mA, con una probabilidad en adultos del 5 % tras un contacto de 5 segundos. Durante

la cirugía cardíaca, reconocida como una situación especial, una corriente de 20 a 100×10^{-6} A aplicada directamente al miocardio, es suficiente para inducir fibrilación. A esta sensibilidad miocárdica se debe la rigidez de las normas aplicadas a los aparatos de electro medicina.

Si todo lo demás es constante (V, R, frecuencia), los umbrales de corriente dependen también de la forma de onda, de la especie animal, del peso de la dirección de la corriente en el corazón, de la relación entre el tiempo de tránsito de la corriente y el ciclo cardíaco, del punto del ciclo cardíaco en el cual llega la corriente, y de factores individuales.

En general se conoce la tensión que interviene en los accidentes. En casos de contacto directo, la fibrilación ventricular y la gravedad de las quemaduras son directamente proporcionales a la tensión, puesto que $V = RI$ y $W = V \times I \times t$

Las quemaduras debidas a una sacudida eléctrica de alta tensión van asociadas a muchas complicaciones, que sólo son predecibles en algunos casos. Por consiguiente, las víctimas de estos accidentes han de ser atendidas por especialistas bien informados. La liberación de calor tiene lugar sobre todo en los músculos y en los haces neurovasculares. La pérdida de plasma que sigue al daño en el tejido origina shock, en algunos casos rápido e intenso. Para un área superficial dada, las quemaduras electrotérmicas (quemaduras provocadas por una corriente eléctrica) son siempre más graves que otros tipos de quemaduras. Las electrotérmicas son al mismo tiempo externas e internas y, aunque en un principio no parezca ser evidente, pueden inducir lesión vascular con efectos secundarios graves. Entre éstos se cuentan estenosis internas y trombos que, con frecuencia, por la necrosis que producen, exigen la amputación.

La destrucción de tejidos también es responsable de la liberación de cromoproteínas, como la mioglobina. La misma liberación se observa en víctimas de traumatismos por aplastamiento, aunque el grado de liberación es notable en víctimas de quemaduras de alta tensión. Se cree que la precipitación de

mioglobina en los túbulos renales, resultante de la acidosis causada por anoxia e hipercaliemia, es la causa de la anuria. Confirmada experimentalmente pero no aceptada por todos, a esta teoría se debe que se recomiende un tratamiento inmediato de alcalinización.

La alcalinización intravenosa, que corrige también la hipovolemia y las acidosis resultantes de muerte celular, es la conducta recomendada.

En el caso de contactos indirectos, también se han de tener en cuenta la tensión de contacto (V) y el límite de tensión convencional.

Según (DANIEL Y BREIDENBACH 1982) La tensión de contacto es la tensión a la cual una persona queda sometida cuando toca al mismo tiempo dos conductores entre los cuales existe una tensión diferencial debida a un aislamiento defectuoso. La intensidad de la corriente de paso resultante depende de las resistencias del cuerpo humano y del circuito exterior. No se debe permitir que esta corriente llegue a ser superior a los niveles de seguridad o, lo que es lo mismo, deberá permanecer dentro de las curvas de seguridad. (p. 47)

Tiempo-corriente. La tensión de contacto máxima tolerable por tiempo indefinido sin que induzca efectos electro patológicos se denomina límite de tensión convencional o, con una expresión más intuitiva, tensión de seguridad.

Se desconoce el valor real de la resistencia durante los accidentes eléctricos. La variación de las resistencias en serie por ejemplo, ropa y calzado explica gran parte de la variación observada en los efectos de accidentes eléctricos de una clara similitud, pero ejerce poca influencia sobre el resultado de accidentes que impliquen contactos bipolares y electrificaciones de alta tensión. En casos que impliquen corriente alterna, al cálculo estándar basado en tensión y corriente ($R = V/I$) es preciso añadir el efecto de fenómenos capacitivos e inductivos.

La resistencia del cuerpo humano es la suma de la resistencia de la piel (R) en los dos puntos de contacto y de la resistencia interna del cuerpo (R). La resistencia de la piel varía con factores ambientales y, como mencionó Biegelmeir

(Comisión Electrotécnica Internacional 1987; 1994), en parte depende de la tensión de contacto. Otros factores como la presión, el área de contacto, el estado de la piel en el punto de contacto, y factores individuales influyen también en la resistencia. Así pues, es poco realista el tratar de basar medidas preventivas en estimaciones de la resistencia de la piel. Por el contrario, la prevención debe basarse en la adaptación de equipo y procedimientos a las personas, no a la inversa. Con objeto de simplificar las cosas, la CEI ha definido cuatro tipos de ambiente: seco, húmedo, mojado e inmersión, y ha definido parámetros útiles para la planificación de las actividades de prevención en cada caso.

La frecuencia de la señal eléctrica responsable de los accidentes eléctricos es conocida de todos. En Europa, es casi siempre de 50 Hz, y en las Américas es por lo general de 60 Hz.

En casos raros relacionados con los ferrocarriles en países como Alemania, Austria y Suiza, es de 162/3 Hz, frecuencia que en teoría representa un riesgo mayor de tetanización y de fibrilación ventricular. Debe recordarse que la fibrilación no es una reacción muscular, sino que es provocada por estimulación repetitiva, con una sensibilidad máxima a la frecuencia aproximada de 10 Hz. Por esto es por lo que, para una tensión dada, la corriente alterna de frecuencia extremadamente baja, se considera que es de tres a cinco veces más peligrosa que la corriente continua en relación con los efectos que no sean quemaduras.

Según (Comisión Electrotécnica Internacional 1994). “Los umbrales antes descritos son directamente proporcionales a la frecuencia de la corriente. Así pues, a 10 kHz el umbral de detección es diez veces superior. La CEI estudia ahora curvas revisadas del peligro de fibrilación para frecuencias superiores a 1.000 Hz”. (p. 98)

Por encima de una determinada frecuencia, las leyes físicas que rigen la penetración de corriente en el cuerpo cambian por completo. A medida que comienzan a predominar fenómenos capacitivos e inductivos, los efectos térmicos derivados de la cantidad de energía liberada se convierten en el efecto principal.

La forma de onda de la señal eléctrica responsable de un accidente eléctrico suele ser conocida. Puede ser un determinante importante de lesión en accidentes sobrevenidos por el contacto con condensadores o semiconductores.

2.2.4.5 Estudio clínico de la descarga eléctrica

Es clásica la división de las electrificaciones entre incidentes de baja tensión (de 50 a 1.000 V) y de alta tensión (>1.000 V).

La baja tensión es un peligro cotidiano, desde luego omnipresente, y las descargas originadas por ella se encuentran en entornos domésticos, de ocio, agrícolas y hospitalarios, así como en los industriales.

Para pasar revista ordenadamente las descargas eléctricas de baja tensión, desde la más trivial a la más grave, debemos comenzar con las que no presentan complicaciones. Sus víctimas pueden apartarse por sí mismas del daño, conservan la conciencia y mantienen la ventilación normal. Los efectos sobre el corazón se limitan a una simple taquicardia sinusal con o sin anomalías cardiográficas leves. A pesar de las consecuencias relativamente leves de estos accidentes, la electrocardiografía sigue siendo una precaución médica y médico-legal adecuada.

(GILET Y CHOQUET 1990). “Se aconseja la investigación técnica de estos incidentes, que pueden llegar a ser graves, como complemento del reconocimiento clínico” (p. 205)

Las víctimas de descargas algo más fuertes y duraderas debidas a contactos eléctricos experimentan perturbaciones o pérdida de conciencia, pero se recuperan por completo con más o menos rapidez, y el tratamiento acelera la recuperación.

Un reconocimiento revela por lo general hipertonías neuromusculares, problemas de hiperventilación reflectiva y congestión, ésta última como efecto secundario frecuente de obstrucción orofaríngea. Los trastornos cardiovasculares

son el resultado de hipoxia o anoxia, o bien pueden adoptar la forma de taquicardia, hipertensión y, en algunos casos, incluso aborto. Los pacientes en estas condiciones necesitan atención hospitalaria.

Las víctimas ocasionales que pierden la conciencia, al cabo de unos cuantos segundos de contacto aparecen pálidos o cianóticos, dejan de respirar, tienen un pulso apenas perceptible y presentan midriasis, indicativa de lesión cerebral aguda. Aunque por lo general se debe a la fibrilación ventricular, la patogénesis precisa de esta muerte aparente carece de importancia.

Lo importante es iniciar con rapidez un tratamiento bien definido, puesto que se sabe desde hace algún tiempo que este estado clínico nunca conduce a muerte real. El pronóstico en estos casos de descarga eléctrica (en los cuales es posible la recuperación total) depende de la rapidez y calidad de los primeros auxilios. La estadística demuestra que lo más probable es que éstos sean administrados por personal no médico y, por lo tanto, se recomienda proporcionar formación a todos los electricistas para que puedan realizar las acciones básicas que garanticen la supervivencia.

En casos de muerte aparente tiene que darse prioridad al tratamiento. Pero en otros casos hay que conceder atención a los traumas múltiples resultantes de tétanos violentos, de caídas o de la proyección de la víctima por el aire. Una vez resuelto el peligro inmediato de que la víctima pierda la vida, se debe atender al trauma y las quemaduras, incluidas las provocadas por contactos de baja tensión.

Los accidentes derivados de altas tensiones dan lugar a quemaduras importantes, aparte de los efectos descritos en los accidentes de baja tensión. La conversión de energía eléctrica en calor ocurre en los espacios internos y externos. En un estudio de accidentes eléctricos realizado en Francia por el departamento médico de la empresa suministradora de energía EDF-GDF, casi el 80 % de las víctimas sufrieron quemaduras, que se clasifican en cuatro grupos:

1. quemaduras de arco, que suelen afectar a la piel expuesta y que en algunos casos se complican con quemaduras debidas a ropa ardiendo;
2. quemaduras electrotérmicas múltiples, extensas y profundas, originadas por contactos de alta tensión;
3. quemaduras clásicas, provocadas por ropa ardiendo y por la proyección de material en llamas,
4. quemaduras mixtas, provocadas por arcos, incendio y paso de corriente.

Se realizará un seguimiento y los reconocimientos complementarios que exijan las particularidades del accidente. La estrategia utilizada para establecer un pronóstico o con fines médico-legales está determinada, como es natural, por la naturaleza de las complicaciones observadas o esperadas. En electrificaciones de alta tensión (Folliot 1982) y en descargas atmosféricas (Gourbiere y cols. 1994), la enzimología y el análisis de cromoproteínas y de los parámetros de coagulación de la sangre son obligatorios.

Es fácil que el curso de la recuperación del trauma eléctrico se vea comprometido antes o después por complicaciones, en especial las que afectan a los sistemas cardiovascular, nervioso y renal. La envergadura de tales complicaciones es suficiente para hospitalizar a las víctimas de electrificaciones de alta tensión; algunas de ellas pueden dejar secuelas funcionales o que afecten al aspecto externo.

Si el camino de la corriente es tal que el corazón es atravesado por una corriente significativa, aparecerán complicaciones cardiovasculares. De éstas, las observadas con más frecuencia y las más benignas son los trastornos funcionales, con presencia o ausencia de correlatos clínicos. Las arritmias —taquicardia sinusal, extrasistolia, fluter y fibrilación atrial (en este orden) — son las anormalidades electrocardiográficas más corrientes, cuyas secuelas pueden ser permanentes. Los trastornos de conducción son más raros, y además son difíciles

de relacionar con accidentes eléctricos en ausencia de un electrocardiograma previo.

También se ha informado de trastornos más graves, como fallo cardíaco, lesión de válvulas y quemaduras miocárdicas, pero son raros, aun en víctimas de accidentes de alta tensión.

También se ha informado de casos claros de angina e incluso de infarto.

En la semana siguiente a la electrización de alta tensión aparece la lesión periférica vascular. Se han propuesto varios mecanismos patógenos: espasmo arterial, acción de la corriente eléctrica en las capas medias y musculares de los vasos y modificación de los parámetros de coagulación de la sangre.

Hay una amplia variedad de complicaciones neurológicas posibles. La más temprana en aparecer es el accidente cerebrovascular, con independencia de que la víctima experimente al principio pérdida de conciencia. La fisiopatología de estas complicaciones comprende trauma craneal (cuya presencia debe comprobarse), el efecto directo de la corriente sobre la cabeza o la modificación de la circulación sanguínea cerebral y la inducción de un edema cerebral retardado. Además, el trauma o la acción directa de la corriente eléctrica pueden provocar complicaciones medulares y periféricas secundarias.

Tomado de la investigación de (GOURBIERE Y COLS. 1994). Los trastornos sensoriales afectan el ojo y a los sistemas audio vestibularo coclear. Es importante examinar lo antes posible la córnea, el cristalino y el fondo del ojo, y seguir la evolución delas víctimas de arcos y de contacto directo en la cabeza por si hubiera efectos retardados. Pueden desarrollarse cataratas después de un período de varios meses sin síntomas. Los trastornos vestibulares y la pérdida de audición se deben sobre todo a efectos de estallido y, en víctimas de descargas atmosféricas transmitidas por líneas telefónicas, a trauma eléctrico. (p. 52)

Las mejoras en las prácticas de urgencia móvil han hecho disminuir en gran medida la frecuencia de complicaciones renales, en especial la oligoanuria, en víctimas de electrización de alta tensión. La rehidratación temprana y cuidadosa y la alcalinización intravenosa es el tratamiento preferente en víctimas de quemaduras graves. Se han comunicado algunos casos de albuminuria y de hematuria microscópica persistente.

2.2.4.6 Cuadros clínicos y problemas diagnósticos

Como cita (GOURBIERE Y COLS. 1994). El cuadro clínico de la descarga eléctrica es complicado por la variedad de aplicaciones industriales de la electricidad y por sus cada vez más frecuentes y variadas aplicaciones médicas. Ahora bien, durante mucho tiempo los únicos accidentes eléctricos fueron los provocados por descargas atmosféricas. (p. 37)

Las descargas atmosféricas acumulan cantidades de electricidad muy notables: una de cada tres víctimas de descargas atmosféricas muere. Los efectos de una descarga atmosférica — quemaduras y muerte aparente — son comparables a los resultantes de la electricidad industrial y son atribuibles a descarga eléctrica, a transformación de energía eléctrica en calor, a efectos de estallido y a las propiedades eléctricas del rayo.

Las descargas atmosféricas son tres veces más frecuentes en hombres que en mujeres, lo cual refleja pautas de trabajo con distintos riesgos de exposición al rayo.

Los efectos más corrientes observados en víctimas de electrización y atrogénica son las quemaduras resultantes del contacto con superficies metálicas puestas a masa de escalpelos eléctricos.

La magnitud de las corrientes de fuga aceptables en dispositivos electro médicos varía de un dispositivo a otro. Lo mínimo que debe hacerse es observar las especificaciones de los fabricantes y las recomendaciones de empleo.

Según (HALPERN, 2001) Para concluir esta sección nos gustaría debatir el caso especial de la descarga eléctrica en mujeres embarazadas, que puede provocar la muerte de la mujer, del feto o de ambos. En un caso célebre, un feto vivo fue liberado con éxito mediante un corte de cesárea 15 minutos después de que su madre hubiera muerto por electrocución a 220 V. (Pág. 92)

Los mecanismos patofisiológicos del aborto provocado por descarga eléctrica exige un estudio más detallado. ¿Es provocado por trastornos de conducción en el tubo cardíaco embrionario sometido a un gradiente de tensión, o por desgarro de la placenta resultante de vasoconstricción?

La aparición de accidentes eléctricos tan raros como éste son un motivo más para exigir notificación de todos los casos de lesiones ocasionadas por la electricidad.

2.2.4.7 Diagnóstico positivo y médico-legal

Tomado del libro de (HALPERN, 2001) “Las circunstancias en las cuales ocurre la descarga eléctrica son por lo general lo bastante claras para permitir un diagnóstico etiológico inequívoco. Pero no siempre es éste el caso, incluso en entornos industriales”. (Pág. 99)

El diagnóstico de fallo circulatorio tras la descarga eléctrica es de extraordinaria importancia, puesto que exige que haya personas en las cercanías que inicien los primeros auxilios inmediatos y básicos una vez que se haya cortado la corriente.

La parada respiratoria en ausencia de pulso es una indicación absoluta para comenzar el masaje cardíaco y la respiración artificial boca a boca. Antes, estas medidas sólo se tomaban cuando aparecía midriasis (dilatación de las pupilas), signo diagnóstico de lesión cerebral aguda. Pero la práctica actual es intervenir tan pronto como el pulso deje de ser detectable.

Como la pérdida de conciencia debida a la fibrilación ventricular tarda varios segundos en presentarse, las víctimas tienen tiempo de apartarse del equipo que ha originado el accidente.

Es un asunto con cierta importancia médico-legal: por ejemplo, cuando la víctima de un accidente se encuentra a varios metros de un armario eléctrico u otra fuente de tensión sin signos de lesión eléctrica.

No debe olvidarse que la ausencia de quemaduras eléctricas no excluye la posibilidad de electrocución. Si la autopsia de individuos hallados en ambientes eléctricos o cerca de un equipo capaz de generar tensiones peligrosas no revela lesiones de Jelinek visibles y ningún signo aparente de muerte, se debe considerar la posibilidad de electrocución.

Si el cuerpo se encuentra en el exterior, al diagnóstico de descarga atmosférica se llega por el proceso de eliminación.

Se deben buscar signos de descarga atmosférica en un círculo de 50 metros de radio alrededor del cuerpo. El museo de electropatología de Viena ofrece una exhibición impresionante de estos signos, entre los que se cuentan vegetación carbonizada y arena vitrificada. Los objetos metálicos que llevaba la víctima pueden aparecer fundidos.

Aunque por fortuna el suicidio por medios eléctricos es raro en la industria, las muertes en las que la negligencia es un factor propiciatorio siguen siendo una triste realidad. Suele suceder sobre todo en emplazamientos no normalizados, en especial los que incluyen la instalación y operación de suministros eléctricos provisionales en condiciones exigentes.

No hay motivo para que sigan ocurriendo accidentes eléctricos, puesto que se dispone de medidas preventivas eficaces, que se describen en el artículo “Prevención y Normas”.

2.2.5 Electricidad estática

Basándose en los estudios de (Claude Menguy, 1989) “Todos los materiales difieren en el grado en que permiten el paso de cargas eléctricas. Los materiales conductores permiten el paso de cargas, mientras que los aislantes obstaculizan su movimiento. La electrostática es el campo de la ciencia dedicado a estudiar las cargas o los cuerpos cargados en reposo. Se tiene electricidad estática cuando en los objetos se forman cargas eléctricas que no se desplazan. Si las cargas circulan, se establece una corriente y la electricidad ya no es estática. (194)

Los no profesionales dan el nombre de electricidad a la corriente resultante de las cargas en movimiento, fenómeno que se explica en otros artículos de este capítulo. Electrificación estática es el término utilizado para designar cualquier proceso que dé por resultado la separación de cargas eléctricas positivas y negativas. La conducción se mide con una propiedad denominada conductancia, mientras que un aislante se caracteriza por su resistividad.

La separación de cargas que conduce a la electrificación es resultado de procesos mecánicos: por ejemplo, el contacto entre objetos, la fricción o la colisión de dos superficies. Puede tratarse de dos superficies sólidas o una sólida y otra líquida. Es más raro que el proceso mecánico sea la ruptura o separación de superficies sólidas o líquidas. En este artículo nos ocupamos del contacto y de la fricción.

2.2.5.1 Procesos de electrificación

Según (Claude Menguy, 1989) “El fenómeno de generación de electricidad estática por fricción (triboelectrificación) se conoce desde hace miles de años. Para inducir electricidad basta con que haya contacto entre dos materiales”.

La fricción sólo es un tipo de interacción que aumenta el área de contacto y genera calor: fricción es el término general que describe el movimiento de dos

objetos en contacto; la presión ejercida, su velocidad de deslizamiento y el calor generado son los determinantes principales de la carga generada por fricción.

Algunas veces, la fricción originará también el arranque de partículas sólidas.

Cuando los dos sólidos en contacto son metales (contacto metal-metal), hay migración de electrones de uno al otro. Cada metal se caracteriza por un potencial inicial diferente (potencial de Fermi), y la naturaleza tiende siempre al equilibrio; es decir, los fenómenos naturales trabajan para eliminar las diferencias de potencial. Tal migración de electrones da lugar a la generación de un potencial de contacto. Como las cargas de un metal son muy móviles (los metales son conductores excelentes), las cargas se recombinarán incluso en el último punto de contacto antes de que los dos metales se separen. Por lo tanto, es imposible inducir electricidad por el hecho de poner en contacto dos metales y separarlos después; las cargas se desplazarán siempre para eliminar la diferencia de potencial.

Cuando un metal y un aislante entran en contacto casi sin fricción en el vacío, el nivel de energía de los electrones del metal se aproxima al del aislante. Impurezas superficiales o del volumen se encargan de que ocurra así e impiden también la formación de un arco (la descarga de electricidad entre los dos cuerpos cargados: los electrodos) en el momento de la separación. La carga transferida al aislante es proporcional a la afinidad electrónica del metal, y cada aislante tiene también una afinidad electrónica, o atracción de electrones, asociada con ella. Así pues, también es posible la transferencia de iones positivos o negativos del aislante al metal. La carga en la superficie después del contacto y separación se calcula por la ecuación 1 del cuadro 9.

Cuando dos aislantes entran en contacto, tiene lugar una transferencia de cargas a causa de los diferentes estados de su energía superficial (ecuación 2, cuadro 9). Las cargas transferidas a la superficie de un aislante pueden migrar

hacia capas más profundas del material. La humedad y la contaminación superficial pueden modificar en gran medida el comportamiento de las cargas. La humedad superficial en particular incrementa las densidades de estados de energía superficial al aumentar la conducción superficial, que favorece la recombinación de cargas, y facilita la movilidad iónica. La mayoría de las personas reconocerán este fenómeno por sus experiencias cotidianas, ya que saben que en tiempo seco están sujetos a electricidad estática.

El contenido de agua de algunos polímeros (plásticos) cambiará cuando se cargan. El aumento o disminución del contenido de agua llega a invertir el sentido de la circulación de cargas (su polaridad).

Basándose en la investigación de (Claude Menguy, 1989) “La polaridad (positividad y negatividad relativas) mutua de dos aislantes en contacto depende de la afinidad electrónica de cada material”. (p. 54)

Los aislantes se clasifican por sus afinidades electrónicas, algunos de cuyos valores ilustrativos se recogen en el cuadro 10. La afinidad electrónica de un aislante es una consideración importante en los programas de prevención que se debaten más adelante en este artículo.

Cuando se juntan un sólido y un líquido (para formar una interfaz sólido-líquido), hay una transferencia de cargas por la migración de los iones existentes en el líquido. Tales iones surgen de la disociación de posibles impurezas o por reacciones electroquímicas de oxidación-reducción. Como en la práctica no existen líquidos perfectamente puros, siempre habrá en el líquido algunos iones positivos y negativos que puedan ligarse a la interfaz líquido-sólido. Hay muchos tipos de mecanismo mediante los cuales se pueda inducir esta ligadura (p. ej., adherencia electrostática a superficies metálicas, absorción química, inyección electrolítica, disociación de grupos polares y, si la pared de la vasija es aislante, reacciones líquido-sólido.)

Como las sustancias que disuelven (disocian) son eléctricamente neutras en principio, generarán igual número de cargas positivas y negativas. La electrización sólo ocurre si las cargas positivas o las negativas se adhieren con preferencia a la superficie del sólido.

La doble capa se separará si el líquido fluye y entonces la capa de Helmholtz permanecerá ligada a la interfaz y la capa de Gouy será arrastrada por el líquido que se desplaza.

CUADRO 9: Conjunto de Ecuaciones

Ecuación	Relación electrostática
1	Carga por contacto de un metal y un aislante
2	Carga posterior al contacto entre dos aislantes
3	Densidad superficial de carga máxima
4	Límite de carga máxima por partícula
5	Descarga de conductores
6	Evolución temporal del potencial
7	Potencial final de un conductor cargado
8	Energía almacenada de un conductor cargado

Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

La carga por contacto de un metal y un aislante, se representa por la densidad superficial de carga (s_s) que sigue al contacto y separación puede expresarse por:

$$\sigma_S = eN_E (\varphi_m - \varphi_i)$$

Donde

e es la carga de un electrón

N_E es la densidad de estados de energía en la superficie del aislante

φ_i es la afinidad electrónica del aislante, y

φ_m es la afinidad electrónica del metal

La carga posterior al contacto entre dos aislantes en forma general siguiente de la ecuación anterior se aplica a la transferencia de carga entre dos aislantes con estados energéticos diferentes (sólo con superficies perfectamente limpias) así:

$$\sigma_s = e \frac{N_{E1} \cdot N_{E2}}{N_{E1} - N_{E2}} (\phi_1 - \phi_2)$$

Donde N_{E1} y N_{E2} son las densidades de estados de energía en la superficie de los dos aislantes, y ϕ_1 y ϕ_2 son las afinidades electrónicas de los dos aislantes.

La densidad superficial de carga máxima en función de la rigidez dieléctrica (E_G) del gas circundante impone un límite superior a la carga que es posible generar en una superficie aislante plana. En el aire E_G es de unos 3 MV/m. La densidad superficial de carga máxima viene dada por:

$$\sigma_{smax} = \epsilon_0 E_G = 2,66 \times 10^{-5} \text{ C / m}^2 = 2,660 \text{ pC / cm}^2$$

Cuando partículas esféricas ideales se cargan por efecto corona, la carga máxima que cada partícula puede adquirir viene dada por el límite de Pauthenier:

$$q_{max} = 4 \pi \epsilon_0 \epsilon_r E_G a^2$$

Donde

q_{max} es la carga máxima

a es el radio de la partícula

ϵ_r es la permitividad relativa y

$$p = \frac{3\epsilon_r}{\epsilon_r + 2}$$

Las descargas de conductores, se representa por el potencial de un conductor aislado portador de una carga Q viene dado por $V = Q/C$ y la energía almacenada por:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

La evolución temporal del potencial de un conductor cargado por una corriente constante (I_G), la evolución temporal del potencial es:

$$V = R_f I_G (1 - e^{-\frac{t}{R_f C}})$$

Donde

R_f es la resistencia de pérdida de corriente del conductor.

El potencial final de un conductor cargado. Si el tiempo transcurrido es largo, $t \gg R_f C$, la ecuación anterior se convierte en:

$$V = R_f I_G$$

y la energía almacenada viene dada por:

La Energía almacenada de un conductor cargado es:

$$W = \frac{1}{2} C R_f^2 I_G^2$$

El movimiento de estas capas cargadas produce una diferencia de potencial (el potencial zeta), y la corriente inducida por las cargas móviles se conoce como la corriente de gasto. La cantidad de carga que se acumula en el líquido depende del ritmo al cual los iones se difunden hacia la interfaz y de la resistividad del líquido (r).

Ahora bien, la corriente de gasto es constante a lo largo del tiempo.

Ni los líquidos muy aislantes ni los conductores llegan a cargarse; los primeros porque hay muy pocos iones en presencia, y los segundos porque en

líquidos que conducen muy bien la electricidad, los iones se recombinarán con gran rapidez. En la práctica, sólo habrá electrización en líquidos cuya resistividad sea mayor que $10^7 \Omega \text{ m}$ o menor que $10^{11} \Omega \text{ m}$. Los mayores valores observados son de $r = 10^9$ a $10^{11} \Omega \text{ m}$.

Según (Claude Menguy, 1989) Los líquidos en movimiento inducirán acumulación de carga en las superficies aislantes sobre las cuales discurren. La medida de la formación de densidad superficial de carga estará limitada (1) por la rapidez con que los iones del líquido se recombinen en la interfaz líquido-sólido, (2) por la velocidad con que los iones del líquido sean conducidos por el aislante, o (3) porque se originen arcos en la superficie o el volumen del aislante y por lo tanto se pierda la carga. El régimen turbulento y el movimiento sobre superficies rugosas favorecen la electrización. (p. 56)

Si a un cuerpo cargado (un electrodo) que tiene un radio pequeño (p. ej., un alambre) se le aplica una tensión alta (de varios kilovoltios), el campo eléctrico en la proximidad inmediata del cuerpo cargado es elevado, pero disminuye en seguida con la distancia.

Si hay descarga de las cargas almacenadas, dicha descarga estará limitada a la región en que el campo eléctrico es más intenso que la rigidez dieléctrica de la atmósfera circundante, fenómeno conocido como efecto corona, porque el arco también emite luz. (Muchas personas han visto las chispitas que se forman cuando han experimentado en su propia persona un shock de electricidad estática.)

CUADRO 10: Afinidades electrónicas de determinados polímeros.

Carga	Material	Afinidad electrónica (EV)
–	PVC (cloruro de polivinilo)	4,85
	Poliamida	4,36
	Policarbonato	4,26
	PTFE (politetrafluoretileno)	4,26
	PETP (tereftalato de polietileno)	4,25
	Poliestireno	4,22
	Poliamida	4,08

Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

Un material adquiere carga positiva cuando entra en contacto con un material que lo precede en la lista, y carga negativa cuando entra en contacto con un material que le sigue en la lista. No obstante, la afinidad electrónica de un aislante es multifactorial.

La densidad de carga en una superficie aislante se modifica también por los electrones en movimiento generados por un campo eléctrico de gran intensidad. Tales electrones generarán iones a partir de las moléculas de gas existentes en la atmósfera con la cual entran en contacto. Cuando la carga eléctrica del cuerpo sea positiva, el cuerpo cargado repelerá los iones positivos que se hayan generado. Los electrones creados por objetos cargados negativamente perderán energía a medida que se retiran del electrodo, y se ligarán a moléculas gaseosas de la atmósfera para formar iones negativos que continuarán separándose de los puntos de carga. Los iones positivos y negativos quedan en reposo sobre cualquier superficie aislante y modifican la densidad de carga de la superficie. Es un tipo de carga mucho más fácil de controlar y más uniforme que las cargas generadas por fricción. Las cargas generadas de esta forma tienen un límite, que se describe matemáticamente en la ecuación 3 del cuadro 9.

Para generar cargas más altas, es preciso incrementar la rigidez dieléctrica del ambiente, bien mediante la creación de un vacío, bien por metalización de la otra superficie de la película aislante. Por este último método se arrastra el campo eléctrico hacia dentro del aislante y por lo tanto se reduce la intensidad de campo en el gas circundante.

Cuando un conductor sumergido en un campo eléctrico (E) se pone a tierra (véase el gráfico 1), pueden producirse cargas por inducción. En estas condiciones, el campo eléctrico induce polarización (separación de los centros de gravedad de los iones negativos y positivos del conductor). Un conductor que se ponga a tierra temporalmente en un solo punto adquirirá una carga neta cuando se desconecte de tierra, a causa de la migración de cargas en la proximidad del punto. De aquí que las partículas conductoras situadas en un campo uniforme oscilen entre electrodos y produzcan cargas y descargas en cada contacto.

2.2.5.2 Peligros asociados a la electricidad estática

Basándose en estudios de (Claude Menguy, 1989) Los efectos nocivos provocados por la acumulación de electricidad estática varían desde la incomodidad que se experimenta cuando al tocar un objeto cargado, como la manilla de una puerta, hasta las lesiones muy graves, incluso fallecimientos, provocadas por una explosión debida a la electricidad estática. (p. 45)

El efecto fisiológico de las descargas electrostáticas en seres humanos varía desde una picazón incómoda hasta acciones reflejas violentas. Se trata de efectos producidos por la corriente de descarga y, en especial, por la densidad de corriente en la piel.

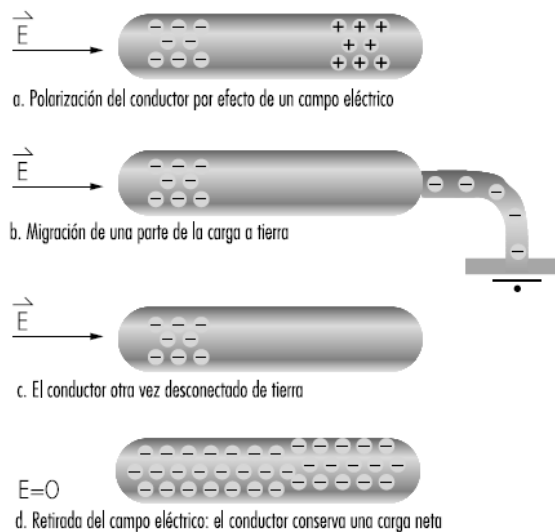
En este artículo describiremos algunas de las formas por las cuales las superficies y los objetos se cargan en la práctica (electrización).

Cuando el campo eléctrico inducido supera la capacidad del ambiente circundante para resistir a la carga (es decir, supera a la rigidez dieléctrica del ambiente), tiene lugar una descarga. (En el aire, la rigidez dieléctrica viene descrita por la curva de Paschen, y depende del producto de la presión por la distancia entre los cuerpos cargados.)

Las descargas disruptivas adoptan las formas siguientes:

- chispas o arcos que puentean dos cuerpos cargados (dos electrodos metálicos);
- descargas parciales, o en escobilla, que puentean un electrodo metálico y un aislante, o incluso dos aislantes; estas descargas se denominan parciales porque el camino de conducción no pone en cortocircuito dos electrodos metálicos, sino que en general es múltiple y en forma de escobilla,
- descargas en corona, conocidas también como poder de las puntas, que surgen en el fuerte campo eléctrico formado alrededor de cuerpos cargados o electrodos de radio muy pequeño.

GRÁFICO 1: Mecanismo de carga de un conductor por inducción.



Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

Como cita (CLAUDE MENGUY, 1989) El arco real saltará cuando la fuerza del campo eléctrico inducido supere a la rigidez dieléctrica del aire. Debido a la rápida migración de las cargas en conductores, casi todas éstas confluyen en el punto de descarga y liberan toda la energía almacenada en forma de chispa. Las consecuencias son graves cuando se trabaja con sustancias inflamables o explosivas o en un ambiente inflamable. (p. 49)

La aproximación de un electrodo puesto a tierra a una superficie aislante cargada modifica el campo eléctrico e induce una carga en el electrodo. A medida que las superficies se acercan entre sí, la intensidad del campo aumenta y puede llegar a originar una descarga parcial desde la superficie aislante cargada. Como las cargas de las superficies aislantes no son muy móviles, en la descarga sólo participa una pequeña proporción de la superficie, y por consiguiente la energía liberada en este tipo de descarga es mucho menor que en los arcos.

2.2.5.3 Descarga disruptiva

En la ecuación de la Densidad superficial, vimos que la densidad superficial de carga de una superficie aislante en el aire no puede ser superior a 2.660 pC/cm².

Si consideramos una placa aislante o una película de espesor a , que descansa en un electrodo metálico o que tenga una cara metálica, es fácil demostrar que el campo eléctrico es arrastrado hacia el interior del aislante por la carga inducida en el electrodo a medida que se depositan cargas en la cara no metálica. El resultado es que el campo eléctrico en el aire se debilita y se hace menor que si una de las caras no fuera metálica. En este caso, la rigidez dieléctrica del aire no limita la acumulación de carga en la superficie aislante y es posible alcanzar densidades de carga muy elevadas ($>2.660 \text{ pC/cm}^2$). La acumulación de carga aumenta la conductividad superficial del aislante.

Cuando un electrodo se aproxima a una superficie aislante, tiene lugar una descarga disruptiva que afecta a una gran proporción de la superficie cargada, que se ha convertido en conductora. Debido a las grandes áreas superficiales que intervienen, este tipo de descarga libera grandes cantidades de energía. En el caso de películas, el campo en el aire es muy débil, y la distancia entre el electrodo y la película no puede ser mayor que el espesor de la película para que suceda la descarga. La descarga disruptiva se produce también cuando un aislante cargado se separa de su alma metálica. En tales circunstancias, el campo en el aire experimenta un aumento abrupto y toda la superficie del aislante se descarga para restablecer el equilibrio.

2.2.5.4 Descargas electrostáticas y peligros de incendio y explosión

En atmósferas explosivas pueden tener lugar violentas reacciones de oxidación exotérmicas, con transferencia energética a la atmósfera, provocadas por:

- Llamas francas;
- Chispas eléctricas;
- Chispas de radiofrecuencia en las inmediaciones de una emisora de radio potente;
- Chispas producidas por colisiones (p. ej., entre metal y hormigón),
- Descargas electrostáticas.

Nos interesa únicamente este último caso. La temperatura de inflamabilidad (temperatura a la cual el líquido arde en contacto con una llama franca) de diversos líquidos, y la temperatura de ignición espontánea de diversos vapores se dan en la Sección de Química de esta Enciclopedia. El peligro de incendio asociado a las descargas electrostáticas se calcula tomando como referencia el límite inferior de inflamabilidad de los gases, vapores y sólidos o de los aerosoles líquidos. El límite puede variar en términos considerables, como se ilustra en el cuadro 10.

Una mezcla de aire y de un gas o vapor inflamable sólo explota si la concentración de la sustancia inflamable está situada entre sus límites explosivos superior e inferior. Dentro de este intervalo, la energía mínima de ignición (EMI), o energía que ha de poseer una descarga electrostática para incendiar la mezcla, depende íntimamente de la concentración. Se ha demostrado de modo concluyente que la energía mínima de ignición depende de la velocidad de liberación de energía y, por extensión, de la duración de la descarga. El radio del electrodo es otro factor condicionante:

- Los electrodos de pequeño diámetro (del orden de varios milímetros) dan lugar a descargas en corona en vez de producir chispas.
- Con electrodos de diámetros mayores (del orden de varios centímetros), la masa del electrodo se basta para enfriar las chispas.

En general, las EMI más bajas se obtienen con electrodos que tienen el tamaño justo para impedir descargas en corona.

La EMI depende también de la distancia entre los electrodos, y es mínima a la distancia de amortiguación (“distance de pincement”), distancia a la cual la energía producida en la zona de reacción se hace superior a las pérdidas térmicas en los electrodos.

Se ha demostrado experimentalmente que cada sustancia inflamable tiene una distancia de seguridad máxima, correspondiente a la distancia entre electrodos mínima a la cual ocurre una explosión. En los hidrocarburos, esta distancia es menor que 1 mm

La probabilidad de explosiones de polvo depende de su concentración. La probabilidad máxima va asociada a concentraciones del orden de 200 a 500 g/m³. La EMI también depende del tamaño de las partículas, y las más finas son las que explotan con más facilidad. Tanto en gases como en aerosoles, la EMI disminuye con la temperatura.

2.2.5.5 Ejemplos de la industria

Muchos procesos utilizados a diario para manipular y transportar sustancias químicas generan cargas electrostáticas. Entre ellas se cuentan:

- el vertido de polvos desde sacos;
- el cernido;
- el transporte por tuberías;
- la agitación de líquidos, sobre todo en presencia de varias fases, sólidos suspendidos o gotitas de líquidos no miscibles;
- el rociado o niebla de líquidos.

Las consecuencias de la generación de cargas electrostáticas comprenden problemas mecánicos, peligro de descarga electrostática en los operadores y, si se utilizan productos que contengan disolventes o vapores inflamables, incluso explosión

Los hidrocarburos líquidos, como el petróleo, el queroseno y muchos disolventes corrientes, tienen dos características que les confieren una sensibilidad especial a los problemas de electricidad estática:

- resistividad alta, que les permite acumular elevados niveles de cargas,
- vapores inflamables, que aumentan el riesgo de descargas de baja energía que disparan incendios y explosiones.

Como cita (Claude Menguy, 1989) Pueden generarse cargas durante el transporte (p. ej., en la circulación por tuberías, bombas o válvulas). El paso por filtros finos, como los utilizados durante el llenado de los depósitos de aviones, genera densidades de carga de varios centenares de micro culombios por metro cúbico. La sedimentación de partículas y la generación de nieblas o espumas cargadas durante el llenado de depósitos también originan cargas. (Pág. 93)

Entre 1953 y 1971 la electricidad estática fue la responsable de 35 incendios y explosiones durante el llenado o a continuación del llenado de depósitos de queroseno, y durante el llenado de depósitos de camiones se produjeron aún más accidentes.

La presencia de filtros o salpicaduras durante el llenado (que pueden generar espumas o nieblas) son los factores de riesgo que más veces fueron identificados. También hubo accidentes a bordo de barcos petroleros, sobre todo durante la limpieza de tanques.

2.2.5.6 Principios de la prevención de electricidad estática

Todos los problemas relativos a electricidad estática se derivan de:

- la generación de cargas eléctricas;
- la acumulación de estas cargas en aislantes o conductores aislados, el campo eléctrico producidos por estas cargas, que a su vez dan lugar a una fuerza o a una descarga disruptiva.

Las medidas preventivas tratan de evitar la acumulación de cargas electrostáticas, y la estrategia más recomendable es impedir que se generen las cargas eléctricas. Si esto no fuera posible, hay que aplicar medidas dirigidas a

conectar las cargas a tierra. Por último, si la formación de descargas es inevitable, los objetos sensibles deberán protegerse contra los efectos de las descargas.

2.2.5.7 Supresión o reducción de la generación de cargas electrostáticas

Es la primera medida que debe emprenderse en la prevención electrostática, porque es la única medida preventiva que elimina el problema en su origen. Pero, como se ha descrito antes, las cargas se generan siempre que dos materiales, uno de los cuales como mínimo es aislante, entran en contacto y a continuación se separan. En la práctica, puede haber generación de carga incluso por contacto y separación de un material consigo mismo. En realidad, la generación de carga afecta a las capas superficiales de los materiales. Como la más ligera diferencia de humedad superficial o contaminación superficial da lugar a la generación de cargas estáticas, es imposible impedir por completo la generación de cargas.

Para reducir la cantidad de cargas generadas por superficies que entran en contacto, es preciso:

- Evitar que los materiales entren en contacto mutuo si tienen afinidades electrónicas muy diferentes; es decir.
- Reducir la tasa de flujo entre materiales, con lo cual disminuye la velocidad de deslizamiento entre materiales sólidos. Por ejemplo, puede reducirse el ritmo de extrusión de películas plásticas, del movimiento de materiales colocados en una cinta transportadora o el caudal de líquidos en una tubería.

No se han establecido límites definitivos de seguridad para medidas de caudal. La norma británica BS-5958-Parte 2 Code of Practice for Control of Undesirable Static Electricity recomienda que el producto de la velocidad (en metros por segundo) y el diámetro de la tubería (en metros) sea inferior a 0,38 para líquidos con conductividades menores que 5 pS/m (en picosiemens por

metro) y menor que 0,5 para líquidos con conductividades superiores a 5 pS/m. Tal criterio sólo es válido para líquidos de una sola fase transportados a velocidades no superiores a 7 m/s.

Debe ponerse de relieve que al reducir la velocidad de deslizamiento o de flujo no sólo se disminuye la generación de cargas, sino que también se ayuda a disipar cargas que pudieran haberse generado. Y es así porque al disminuir las velocidades de circulación resultan tiempos de permanencia mayores que los asociados a las zonas de relajación, donde los caudales se reducen por estrategias, como aumentar el diámetro de las tuberías, lo cual, a su vez, incrementa la puesta a tierra.

Puesta a tierra de la electricidad estática La regla básica de la prevención electrostática es eliminar las diferencias de potencial entre objetos. Para conseguirlo, o bien se conectan entre sí, o se ponen a masa (toma de tierra). Con todo, los conductores aislados acumulan cargas y por lo tanto se cargan por inducción, fenómeno exclusivo de ellos. Las descargas de conductores pueden adoptar la forma de chispas de alta energía y son peligrosas.

Se trata de una regla que se atiene a las recomendaciones en materia de prevención de descargas eléctricas, que también exigen la puesta a tierra de todas las partes metálicas accesibles, como se especifica en la norma francesa Instalaciones eléctricas de baja tensión (NFC 15-100). Para conseguir la máxima seguridad electrostática, que es lo que aquí nos ocupa, esta regla debe generalizarse a todos los elementos conductores. Se incluyen aquí cercos metálicos de mesa, manillas de puertas, componentes electrónicos, depósitos utilizados en las empresas químicas y el chasis de los vehículos que transportan hidrocarburos. Desde el punto de vista de seguridad electrostática, el ideal sería que todo fuera conductor y estuviera siempre puesto a tierra, a la que se transferirían en todo momento las cargas generadas. En estas circunstancias, todo tendría siempre el mismo potencial, y por lo tanto el campo eléctrico —y el riesgo

de descarga— serían cero. Pero casi nunca es posible alcanzar esta situación ideal, por los motivos siguientes:

- No todos los productos que es necesario manipular son conductores, y muchos de ellos no pueden hacerse conductores mediante el uso de aditivos. Así sucede con numerosos productos agrícolas y farmacéuticos, así como con líquidos de gran pureza.
- Hay propiedades convenientes para el producto final, como por ejemplo la transparencia óptica o la baja conductividad térmica, que pueden excluir el empleo de materiales conductores.
- Es imposible disponer una puesta a tierra permanente en equipos móviles como carruajes metálicos, herramientas electrónicas sin cordón, vehículos e incluso operadores humanos.

2.2.5.8 Protección contra las descargas electrostáticas

Debe tenerse en cuenta que en esta sección únicamente se abordan la protección de equipo sensible a la electrostática contra descargas inevitables, la reducción de la generación de cargas y la eliminación de éstas. La capacidad de proteger el equipo no suprime la necesidad fundamental de prevenir ante todo la acumulación de carga electrostática.

GRÁFICO 2: Dibujo esquemático del problema de la descarga electrostática.



Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

Como se ilustra en la gráfico 2 todos los problemas electrostáticos incluyen una fuente de descarga electrostática (el objeto cargado inicialmente), un blanco que recibe la descarga y el medio por el cual circula la descarga (descarga

dieléctrica). Debe subrayarse que el blanco o el medio pueden ser sensibles a la electrostática.

2.2.5.9 Protección de trabajadores

Los trabajadores que tienen motivos para creer que se encuentran cargados eléctricamente (por ejemplo, cuando desmontan un vehículo en tiempo seco o andan con determinados tipos de calzado), pueden adoptar numerosas medidas protectoras, como las siguientes:

- Reducir la densidad de corriente en la piel, para lo cual basta con tocar un conductor puesto a tierra con un elemento metálico, como una llave o herramienta.
- Reducir el valor de cresta de la corriente mediante la descarga de un objeto disipador que se pueda tener a mano (un dispositivo de sobremesa o especial, como una muñequera protectora con resistencia en serie).

2.2.5.10 Protección en atmósferas explosivas

En atmósferas explosivas, es el propio ambiente el que resulta ser sensible a las descargas electrostáticas, que de ocurrir podrían dar lugar a ignición o explosión. En estos casos, la protección consiste en sustituir el aire, bien por una mezcla gaseosa cuyo contenido de oxígeno sea inferior a la concentración mínima para que la mezcla se inflame bien por un gas inerte, como el nitrógeno. Los gases inertes se han utilizado en silos y en vasijas de reacción de los sectores químico y farmacéutico. En este caso, es preciso tomar las precauciones debidas para garantizar que los trabajadores reciban un suministro de aire adecuado”.

2.2.6 Prevención y normas

2.2.6.1 Peligros y medidas preventivas en instalaciones eléctricas

Según RENZO COMINI, 2000 “Los numerosos componentes que forman parte de las instalaciones eléctricas presentan diversos grados de robustez. Pero con independencia de su inherente fragilidad, todos tienen que funcionar con fiabilidad en condiciones inclementes. Por desgracia, aun en las mejores circunstancias, el equipo eléctrico está sujeto a fallos susceptibles de ocasionar lesiones a las personas o daños materiales. (p´. 82)

El funcionamiento seguro de las instalaciones eléctricas es el resultado de un buen diseño inicial, no la mera actualización debida a los sistemas seguridad. Tal afirmación es un corolario del hecho de que mientras la corriente circula a la velocidad de la luz, todos los sistemas electromecánicos y electrónicos presentan retardos de reacción provocados sobre todo por la inercia térmica, la inercia mecánica y las condiciones de mantenimiento.

Los retardos, cualesquiera que sean sus orígenes, son lo bastante duraderos para que las personas puedan sufrir lesiones, y el equipo, daños (Lee, Capelli-Schell pfeffer y Kelly1994; Lee, Cravalho y Burke 1992; Kane y Sternheim 1978.). Es esencial que el equipo sea instalado y mantenido por personal cualificado. Se debe subrayar que es preciso establecer medidas técnicas que garanticen el funcionamiento seguro de las instalaciones y al mismo tiempo protejan al personal y al equipo.

2.2.6.2 Introducción a los peligros eléctricos

Según (ANDREONI Y CASTAGNA1983) “La operación adecuada de las instalaciones eléctricas exige que la maquinaria, el equipo y las líneas y circuitos eléctricos estén protegidos de los peligros causados tanto por factores internos (es decir, que surgen dentro de la instalación) como externos” (p. 73)

Las causas internas comprenden:

- tensiones excesivas;
- cortocircuitos;
- modificación de la forma de onda de la corriente;
- inducción;
- interferencia;
- corrientes excesivas;
- corrosión, que provoca fugas de corriente eléctrica a tierra;
- calentamiento de materiales conductores y aislantes, que pueden producir quemaduras en el operador, emisiones de gases tóxicos, incendio de componentes y, en atmósferas inflamables, explosiones;
- fugas de líquidos aislantes, como el aceite,
- generación de hidrógeno o de otros gases que favorezcan la formación de mezclas explosivas.

Cada combinación peligro-equipos exige medidas protectoras específicas, algunas de las cuales son obligatorias en virtud de leyes o de reglamentos técnicos internos. Los fabricantes tienen la responsabilidad de conocer las estrategias técnicas específicas capaces de reducir riesgos.

Entre las causas externas se cuentan:

- factores mecánicos (caídas, golpes, vibración);
- factores físicos y químicos (radiación natural o artificial, temperaturas extremas, aceites, líquidos corrosivos, humedad);
- viento, hielo, rayos;
- vegetación (árboles y raíces, secos y mojados);
- animales (en zonas urbanas y rurales), que pueden dañar el aislamiento de líneas de distribución de energía y, por lo tanto, provocar cortocircuitos o falsos contactos,

- y, no menos grave aunque se mencione en último lugar, algunos adultos o niños descuidados, imprudentes o inconscientes de los riesgos y de los procedimientos de funcionamiento.

Otras causas externas son la interferencia electromagnética procedente de líneas de alta tensión, receptores de radio, máquinas de soldar (capaces de generar sobretensiones transitorias) y solenoides.

Las causas de los problemas más habituales proceden del mal funcionamiento o falta de normalización de elementos como:

- equipo protector mecánico, térmico o químico;
- sistemas de ventilación, sistemas de refrigeración de máquinas, equipo, líneas o circuitos,
- coordinación de aislantes empleados en partes diferentes de la planta
- coordinación de fusibles y disyuntores automáticos.

Un solo fusible o disyuntor automático es incapaz de proporcionar una protección adecuada frente a excesivas corrientes en dos circuitos diferentes. Los fusibles o disyuntores automáticos protegen contra fallos de fase-neutro, pero la protección contra fallos de fase-tierra exige disyuntores automáticos de corriente residual. Se recomiendan las medidas siguientes:

- utilización de relés de tensión y descargadores para coordinarlos sistemas de protección;
- sensores y componentes mecánicos o eléctricos en los sistemas protectores de la instalación;
- separación de circuitos a tensiones diferentes (debe mantenerse una separación de aire adecuada entre conductores; las conexiones deben estar aisladas; los transformadores se deben equipar con pantallas conectadas a tierra y protección conveniente contra tensiones

excesivas, y con bobinados de primario y secundario totalmente segregados);

- códigos de colores u otras precauciones útiles para evitar equivocaciones en la identificación de hilos;
- confundir el conductor de la fase activa con el neutro da lugar a la electrización de los componentes metálicos externos del equipo,
- equipo de protección contra interferencia electromagnética.

Según (ANDREONI Y CASTAGNA 1983) La importancia de estas medidas es especial en la instrumentación y las líneas utilizadas para la transmisión de datos o el intercambio de señales de protección y/o control. Se debe mantener la separación adecuada entre las líneas o los filtros y pantallas empleados. En los casos más críticos se utilizan a veces cables de fibra óptica. (p. 80)

El riesgo asociado a las instalaciones eléctricas aumenta cuando el equipo trabaja en condiciones extremas, las más corrientes de las cuales se derivan de peligros eléctricos en ambientes húmedos o mojados.

Las finas capas conductoras líquidas que se forman sobre las superficies metálicas y aislantes en ambientes húmedos o mojados crean caminos nuevos, irregulares y peligrosos para la corriente. La infiltración de agua reduce la eficacia del aislamiento y, si el agua llega a penetrar en el aislamiento, puede provocar fugas de corriente y cortocircuitos. Se trata de efectos que no sólo dañan las instalaciones eléctricas, sino que multiplican los riesgos para las personas. Así, este peligro justifica la necesidad de normas especiales para trabajar en ambientes duros, como emplazamientos a la intemperie, instalaciones agrícolas, edificios en construcción, cuartos de baño, minas, bodegas y algunos emplazamientos industriales.

Se dispone de equipo que suministra protección contrala lluvia, las salpicaduras laterales o la inmersión completa.

El equipo ideal debe ser cerrado, aislado y anticorrosión.

Los recintos metálicos han de estar puestos a tierra. El mecanismo de fallo en estos ambientes mojados es el mismo que el observado en atmósferas húmedas, pero los efectos son más graves.

2.2.6.3 Peligros eléctricos en atmósferas pulverulentas

Según (ANDREONI Y CASTAGNA1983) El polvo fino que entra en las máquinas y en el equipo eléctrico produce abrasión, sobre todo de las piezas móviles. El polvo conductor puede provocar también cortocircuitos, mientras que el polvo aislante interrumpe el paso de corriente y aumenta la resistencia de contacto. Las acumulaciones de polvo fino o grueso alrededor de las cajas de equipo son depósitos potenciales de humedad y agua. El polvo seco es un aislante térmico, que reduce la dispersión del calor y aumenta la temperatura local; este aumento puede dañar los circuitos eléctricos y provocar incendios o explosiones. (p. 85)

Se deben instalar sistemas estancos al agua y a prueba de explosión en emplazamientos industriales o agrícolas donde se lleven a cabo procesos en que intervengan polvos.

2.2.6.4 Peligros eléctricos en atmósferas explosivas o en emplazamientos que alberguen materiales explosivos

Tomado de (ANDREONI Y CASTAGNA 1983) “Las explosiones, incluidas las de atmósferas que contengan gases y polvos explosivos, pueden dispararse por la apertura y cierre de circuitos eléctricos activos, o bien por cualquier otro proceso transitorio capaz de generar chispas de energía suficiente”.

He aquí los lugares en los que existe este peligro:

- minas y lugares subterráneos donde se puedan acumular gases, en especial metano;
- empresas químicas;

- salas de almacenamiento de baterías de plomo, en las que se puede acumular hidrógeno;
- el sector agroalimentario, en el que se pueden generar polvos orgánicos naturales;
- el sector de materiales sintéticos,
- la metalurgia, en especial la que utiliza aluminio y magnesio.

Allí donde exista este peligro, el número de circuitos y equipos eléctricos deberá ser el mínimo: por ejemplo, mediante la eliminación de motores y transformadores eléctricos o su sustitución por equipo neumático. El equipo eléctrico que no pueda eliminarse debe quedar encerrado, para evitar cualquier contacto de gases y polvos inflamables con chispas, y mantenido dentro del recinto cerrado en una atmósfera de gas inerte a presión positiva.

Donde haya posibilidad de explosión se utilizarán recintos a prueba de explosión y cables eléctricos a prueba de incendios.

Se ha desarrollado un abanico completo de equipo a prueba de explosión para algunos sectores de alto riesgo (p. ej., el sector del petróleo y el químico).

Debido al elevado coste del equipo a prueba de explosión, las plantas se suelen dividir en zonas de distinto peligro eléctrico.

Cuando se aplica este criterio, en las zonas de alto riesgo se emplea equipo especial, mientras que en las demás se acepta un cierto grado de riesgo. Se han desarrollado diversos criterios y soluciones técnicas específicas de sectores; éstas comprenden por lo general alguna combinación de puesta a tierra, segregación de componentes e instalación de barreras divisorias de zonas.

2.2.6.5 Unión equipotencial

Según (ANDREONI Y CASTAGNA 1983; Lee, CRAVALHO Y BURKE1992). “Si todos los conductores que pudieran tocarse simultáneamente, incluso los de tierra, estuviesen al mismo potencial, no habría peligro para las personas. Los sistemas de unión equipotencial son un intento de lograr esta condición ideal” (p. 203)

En la unión equipotencial, cada conductor expuesto del equipo eléctrico no dedicado a la transmisión y todo conductor accesible ajeno del mismo emplazamiento se conectan a un conductor de protección puesto a tierra. Debe recordarse que mientras los conductores de equipo no destinado a la transmisión están inactivos durante el funcionamiento normal, pueden activarse en caso de fallo de aislamiento. Al disminuir la tensión de contacto, la unión equipotencial impide que los componentes metálicos alcancen tensiones que lleguen a ser peligrosas para el personal y el equipo.

En la práctica, es necesario conectar la misma máquina a la malla de unión equipotencial en más de un punto. Deben identificarse con cuidado las zonas de contacto defectuoso debido, por ejemplo, al recubrimiento de aislantes como lubricantes y pintura. De modo similar, es conveniente conectar todas las tuberías de servicios locales y externos (p. ej., agua, gas y calefacción) a la rejilla de unión equipotencial.

2.2.6.6 Puesta a tierra

Tomado de (ANDREONI Y CASTAGNA1983) En la mayoría de los casos, es necesario minimizar la caída de tensión entre los conductores de la instalación y tierra. Para realizarlo, los conductores se conectan a un conductor de protección puesto a tierra.

Hay dos tipos de conexiones de tierra:

- tierras funcionales: por ejemplo, puesta a tierra del conductor neutro de un sistema trifásico, o del punto medio del devanado secundario de un transformador,
- tierras de protección: por ejemplo, puesta a tierra de todos los elementos conductores de equipo. El objeto de este tipo de puesta a tierra es minimizar tensiones en los elementos conductores, mediante la creación de un camino preferente para las corrientes de fuga, en especial las corrientes que pudieran afectar a las personas.

En condiciones de funcionamiento normal, por las conexiones de puesta a tierra no pasa ninguna corriente. Pero en caso de activación accidental del circuito, la baja resistencia de la conexión de puesta a tierra hace que el paso de corriente sea lo bastante elevado para fundir el fusible o los conductores no conectados a tierra.

La tensión de fuga máxima en mallas equipotenciales admitida en la mayoría de las normas es 50 V para ambientes secos, 25 V para ambientes mojados o húmedos y 12 V para laboratorios médicos y otros ambientes de alto riesgo. Aunque estos valores únicamente son indicativos, debe ponerse de relieve la necesidad de garantizar una toma de tierra adecuada en puestos de trabajo, espacios públicos y en residencias especiales.

La eficacia de la puesta a tierra depende sobre todo de la existencia de corrientes de fugas altas y estables a tierra, pero también de un acoplamiento galvánico adecuado de la malla equipotencial y del diámetro de los conductores de conexión a la malla. Debido a la importancia de las fugas a tierra, tiene que ser evaluada con gran exactitud.

Las conexiones a tierra tienen que ser tan fiables como las mallas equipotenciales, y es preciso verificar periódicamente su funcionamiento correcto.

A medida que la resistencia a tierra aumenta, el potencial del conductor de puesta a tierra y de la tierra en torno del conductor se aproxima a la del circuito eléctrico; en el caso de la tierra en torno del conductor, el potencial generado es inversamente proporcional a la distancia del conductor. Con objeto de evitar tensiones escalonadas peligrosas, los conductores de tierra han de estar apantallados como es debido y puestos a tierra a profundidades adecuadas.

Como alternativa a la puesta a tierra del equipo, las normas permiten emplear equipos con doble aislamiento. Su uso, recomendado en emplazamientos residenciales, minimiza la probabilidad de fallo del aislamiento al suministrar dos sistemas de aislamiento separados. No es aconsejable confiar en que el equipo con doble aislamiento proteja como es debido contra fallos de conexiones, como los asociados a las clavijas sueltas pero activadas, puesto que las normas de algunos países relativas a clavijas y enchufes murales no consideran el empleo de dichas clavijas.

2.2.6.7 Disyuntores

El método más seguro de reducir peligros eléctricos para personas y equipo es minimizar la duración de la corriente de fuga y el aumento de tensión, en el momento ideal antes de que la energía eléctrica haya empezado a aumentar.

Los sistemas de protección en el equipo eléctrico suele incorporar tres relés: un relé de corriente de defecto para proteger contra las fugas hacia tierra, un relé magnético y un relé térmico para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos.

En los disyuntores de corriente de defecto, los conductores del circuito se arrollan en torno a un anillo que detecta el vector suma de las corrientes entrantes y salientes del equipo a proteger. El vector suma es igual a cero durante el funcionamiento normal, pero es igual a la corriente de fuga en casos de fallo. Cuando esta corriente alcanza el umbral del disyuntor, éste se dispara. Los

disyuntores de corriente de defecto se pueden disparar por corrientes tan bajas como 30 mA y con retardos tan breves como 30 ms.

La corriente máxima que transporta un conductor sin ningún peligro está en función del área de su sección transversal, su aislamiento y su instalación. Si se sobrepasa la carga segura máxima o si la disipación de calor está limitada, el conductor experimentará un calentamiento excesivo. Los dispositivos limitadores de corriente, como fusibles y disyuntores magneto térmicos, cortan automáticamente el circuito si el paso de corriente es excesivo, o si aparecen corrientes a tierra, sobrecarga o cortocircuito. Los dispositivos limitadores de corriente deben interrumpir el paso de corriente cuando ésta es superior a la permitida por la capacidad del conductor.

La elección de equipo protector capaz de proteger personal y equipo es uno de los aspectos más importantes de la gestión de instalaciones eléctricas y ha de tener en cuenta no sólo la capacidad de transporte de corriente de los conductores, sino también las características de los circuitos y del equipo conectado a ellos.

En los circuitos que soporten cargas de corriente muy altas será preciso emplear fusibles o disyuntores especiales de gran capacidad.

2.2.6.8 Fusibles

**Tomado del libro de (ANDREONI Y CASTAGNA1983)
Existen varios tipos de fusibles, cada uno de ellos diseñado para una aplicación específica. El empleo de un tipo de fusible equivocado o de un fusible de capacidad inadecuada puede provocar lesiones a personas y daños al equipo. Los fusibles de capacidad excesiva originan con frecuencia el calentamiento del cableado o equipo, con la consiguiente posibilidad de que se produzcan incendios.**

Antes de sustituir fusibles, deje el circuito fuera de servicio, efectúe el enclavamiento de los aparatos de corte y compruebe que está inactivo. La

comprobación puede salvar vidas. A continuación, identifique la causa del posible cortocircuito o sobrecarga y sustituya los fusibles fundidos por otros del mismo tipo y capacidad. No inserte nunca fusibles en un circuito activo.

2.2.6.9 Normas y reglamentos

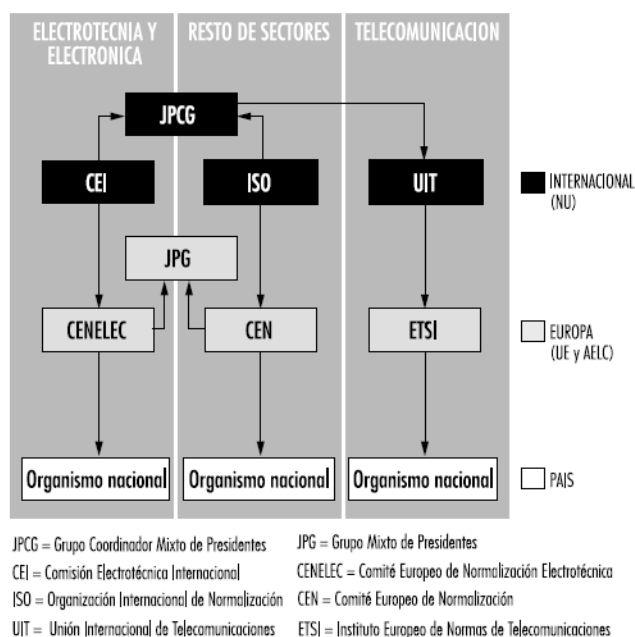
El entramado de normas y reglamentos internacionales se ilustra en el gráfico 3 (Winckler 1994). Las filas corresponden al ámbito geográfico de las normas, mundial (internacional), continental (regional) o nacional, mientras que las columnas corresponden a los campos de aplicación de las normas. La CEI y la Organización Internacional de Normalización (ISO) comparten ambas una estructura superior, el Grupo Coordinador Mixto de Presidentes (JPCG); el equivalente europeo es el Grupo Mixto de Presidentes (JPG). (p. 158)

Cada organismo de normalización mantiene reuniones periódicas internacionales. La composición de los distintos organismos refleja el desarrollo de la normalización.

El *Comité Europeo de Normalización Electrotécnica* (CENELEC) fue creado en 1957 por los comités de ingeniería eléctrica de los países firmantes del Tratado de Roma que estableció la Comunidad Económica Europea. A los seis miembros fundadores se sumaron después los miembros de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), y CENELEC en su forma actual data del 13 de febrero de 1972.

En contraste con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), el CENELEC se centra en la implantación de normas internacionales en los países miembros y no en la creación de nuevas normas. Tiene particular importancia recordar que mientras la adopción de normas de la CEI por los países miembros es voluntaria, la adopción de normas y reglamentos del CENELEC es obligatoria en la Unión Europea. Más del 90 % de las normas del CENELEC han derivado de normas de la CEI, y más del 70 % de ellas son idénticas. La influencia del CENELEC ha atraído también el interés de los países de Europa oriental, la mayoría de los cuales se convirtieron en miembros afiliados en 1991.

GRÁFICO 3: Estructura de las normas y reglamentos internacionales.



Fuente: Enciclopedia Seguridad y Salud OIT

La Asociación Internacional de Ensayos y Materiales, precursora de la ISO, como se conoce en la actualidad, fue fundada en 1886 y mantuvo su actividad hasta la primera Guerra Mundial, tras la cual dejó de funcionar como asociación internacional.

Algunas organizaciones nacionales sobrevivieron, como la American Society for Testing and Materials (ASTM). En 1926 se fundó en Nueva York la Asociación Internacional de Normalización (ISA), que mantuvo actividad hasta la segunda Guerra

Mundial. La ISA fue reemplazada en 1946 por la ISO, que es responsable de todos los campos excepto los de ingeniería eléctrica y telecomunicaciones. El *Comité Europeo de Normalización* (CEN) es el equivalente europeo de la ISO y tiene la misma función que el CENELEC, aunque sólo el 40 % de las normas CEN se derivan de normas ISO.

La cada vez mayor consolidación económica internacional crea la necesidad de bases de datos técnicos comunes en el campo de la normalización.

Se trata de un proceso que está en curso en varias partes del mundo, y es probable que haga evolucionar nuevos organismos de normalización extra europeos.

CANENA es un organismo regional de normalización creado por los países del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) (Canadá, México y Estados Unidos). El cableado de edificios en EE UU se rige por el National Electrical Code, ANSI/NFPA 70-1996. Esta norma se aplica también en otros países de América del Norte y del Sur. Define los requisitos de la instalación de cableados en locales desde el punto de conexión hasta el sistema de suministro eléctrico. Abarca la instalación de conductores y equipo eléctrico dentro o sobre edificios públicos y privados, incluidas casas móviles, vehículos recreativos y edificios flotantes, parques de materiales, parques de atracciones, estacionamientos y otros solares, y subestaciones industriales. No ampara instalaciones en barcos ni embarcaciones que no sean edificios flotantes: material rodante, aviones o vehículos de automoción.

El National Electric Code no es aplicable a otros campos que estén ya regulados por el National Electrical Security Code, como las instalaciones de equipos del servicio público de comunicaciones y las instalaciones de suministro de electricidad.

2.3. Fundamentación Legal

Esta investigación está fundamentada por:

- Necesidad de establecer procedimientos mecánicos por escrito según la resolución 547 del instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo.
- Necesidad de establecer medidas de prevención según la resolución 957 de instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo Art 1, que exige a los empleados a controlar los riesgos de trabajo utilizando técnicas como los procedimientos mecánicos seguros para precautelar su seguridad e integridad laboral en todas las condiciones de trabajo en cualquier área de la empresa cumpliendo con todos los requisitos de ley; y el decreto

ejecutivo 2393 atr. 3 literal c, e, f; y para dar cumplimiento a lo referente a trabajo en alturas según el art. 103, 108 y 111.

- Reglamento de Seguridad y Salud de la EEASA
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas del Ecuador en cuanto a prevenir accidentes de tipo eléctrico.
- Leyes y Normativa de construcciones vigentes en la EEASA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

3.1. Modalidad básica de investigación

El paradigma de investigación utilizado es cuali-cuantitativo, las dos son parte de la investigación científica, de acuerdo a (Hiller, 2008)

“Muchos problemas surgen en torno a factores cuantitativos, cuando estos factores cuantitativos se incorporan a un modelo matemático y luego se aplican procedimientos para resolver el modelo, la ciencia administrativa proporciona una manera poderosa de analizar dichos problemas. Aunque a la ciencia le preocupa el manejo práctico de las organizaciones, lo que incluye tomar en cuenta factores cualitativos relevantes, su contribución especial reside en esta habilidad única de manejar los factores cuantitativos”. Pág. 5

La necesidad de generar una alternativa de solución al problema de la evaluación de riesgos eléctricos en construcción de redes a través del conocimiento aplicado a los participantes en el proceso de trabajo, constituye una solución adecuada para intervención para disminuir los accidentes eléctricos de la EEASA.

3.2. Tipo de investigación

Por las condiciones actuales del proceso de trabajo y de acuerdo a lo que menciona Sandoval:

“La información se obtiene donde se encuentre concentradas las fuentes información” (pág. 20).

En la investigación se utiliza los siguientes tipos de investigación:

3.2.1. Investigación de campo

Tomado del libro de (Bird, 2008) afirma que:

“Esta investigación pone al investigador en contacto directo con el trabajador. Suele estar diseñada meticulosamente para garantizar que los individuos o grupos ofrezcan suficiente material para el análisis. La investigación de campo está desarrollada por investigadores que salen al campo o que participan en su entorno. Por tanto, este tipo de investigación podría incluir, discusiones de grupo, visitas al sitio de la actividad que interaccionan con los elementos del entorno analizado”. Pág. 40

La investigación de campo es necesaria porque se realizaron visitas a los sitios de trabajo para tomar datos de información de los procesos e identificación inicial de riesgos.

3.2.2. Investigación bibliográfica

Basándose en estudios de (Garza Mercado, 2007) menciona lo siguiente:

“La investigación bibliográfica tiende a ser más flexible que la de campo entre otras cosas porque cada lectura puede conducir a la exclusión de textos seleccionados previamente o a la inclusión de otros y, con ello, a la redelimitación del tema. En el trabajo bibliográfico, el uso de la computadora personal y del procesador de textos permite realizar operaciones de acopio, interpretación y redacción, que se suceden en forma circular e intermitente la mayor parte del tiempo”. (p. 26)

La investigación bibliográfica se utiliza para recoger información actualizada que se relaciona con el problema, ya que mediante la utilización de bibliografía relacionada, riesgos eléctricos y el sistema de intervención para disminuir los accidentes eléctricos relacionados con esta actividad obtuvimos

información que nos guió en la evaluación y la posterior aplicación de medidas de control de riesgos eléctricos de este tipo de actividad.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método de la observación científica

El autor (Ramos, E. 2008) menciona que:

“la observación científica es consciente y se orienta hacia un objetivo o fin determinado, debe ser cuidadosamente planificada y objetiva, despojada de lo más posible de la subjetividad, evitando que sus juicios valorativos puedan verse reflejados en la información registrada”. (pág.25)

El método de investigación exploramos las etapas del proceso de trabajo recopilando los actos y condiciones inseguras en el sitio mismo de su ejecución y se pudo obtener información confiable que se utilizará para mejorar la seguridad de los trabajadores.

3.4. Procedimiento para recopilación de datos de la investigación

A continuación se detallan los pasos que se utilizaron para la recopilar los datos del estudio:

- Determinar muestra y población.
- Diseño y elaboración de instrumentos para recopilar información.
- Depuración de los instrumentos descritos.
- Codificación y reproducción de instrumentos.
- Aplicación de los instrumentos desarrollados a la muestra.
- Tabulación de datos
- Procesamiento de la información
- Verificación de los objetivos específicos
- Preparación de cuestionarios

3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En la investigación de campo se utilizó como técnica la observación y como instrumento las fichas de registro del método NTP 330.

3.5.1. Observación

Basándose en estudios de Herrera A. Medina F. y Naranjo G. (2004) mencionan que: “**existen tres tipos de observación:**

- **Directa cuando el investigador se pone en contacto cercano,**
- **Participante cuando comparte la vida en grupo estudiado**
- **Estructurada cuando es planificada”.** (p. 21). En este trabajo se utilizó la observación para recopilar datos de los riesgos eléctricos en construcción de redes de medio voltaje de la EEASA y estructurada ya que se tomaron registros para la intervención para disminuir los accidentes y se dio un seguimiento, empleando cámara fotográfica y video grabadora.

3.5.2. Matriz de Riesgos de Triple Criterio

Para facilitar la identificación de los riesgos laborales de la población en estudio se aplicó la matriz de triple criterio (probabilidad, gravedad, vulnerabilidad) recomendada por el Ministerio de Relaciones Laborales de Ecuador Unidad de Seguridad y Salud. (Ver Anexo 1)

3.6. Población y muestra.

3.6.1 Población

Tomado de la investigación de (Sábado, 2009):

Población “es el conjunto de todos los individuos que cumplen ciertas propiedades y de quienes deseamos estudiar ciertos datos. Podemos entender que una población abarca todo el conjunto de elementos de los cuales podemos obtener

información, entendiendo que todos ellos han de poder ser identificados. La población deberá ser definida sobre la base de las características que la delimitan, que la identifican y que permiten la posterior selección de unos elementos que se puedan entender como representativos (muestra)”. (Pág. 21)

Por lo expuesto se utilizó toda la población (15 personas tres grupos de construcciones) involucrada en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA.

3.6.2 Muestra

(Sábado, 2009 pág. 21) Afirma que muestra es:

Una muestra es una porción de algo. Si deseamos preguntar a un conjunto de cinco mil personas su opinión sobre un determinado fenómeno, tenemos dos opciones: efectuar las preguntas persona por persona o efectuar las preguntas solamente a una muestra de estas personas, es decir, a un grupo de elementos representativos de ese conjunto. (p. 93)

Se tomó al total de la población por lo tanto no se realizó muestra.

3.7. Procesamiento y análisis

Este trabajo se ejecutó bajo norma OSHA 18001 (2008) para dar cumplimiento a la recomendación que menciona en la Pág.VI del prólogo: **“el riesgo que causa daño a la salud y seguridad en el trabajo se debería identificar a lo largo del proceso de evaluación de riesgos de la organización y se debería controlar mediante la aplicación de medidas de control apropiadas a este.” (p.vi)**

Por lo tanto seguimos los métodos recomendados para realizar cada etapa de este trabajo hasta determinar un análisis consciente y adecuado.

3.7.1 Plan de Procesamiento de la Información

El acápite anterior se tomó en cuenta por lo que el método para procesar la información se describe en cada etapa del proceso de gestión de riesgos:

- **Identificación de riesgos**
Se realizó una revisión crítica de la información usando la Norma NTP 236 (ANEXO 2) para determinar el índice de accidentabilidad.
- **Se utilizó la Matriz causa-efecto (ANEXO 1) recomendada por el Ministerio de Relaciones laborales del Ecuador para significar el factor de riesgo de mayor afectación en la ejecución de la actividad analizada.**
- **Evaluación de riesgos**

Luego de tabular los datos aplicamos el método de identificación simplificada de accidentes para factores de riesgo mecánicos según la Norma Técnica de Prevención, NTP 330(ANEXO 3) para encontrar las actividades de mayor afectación.

- **Control**

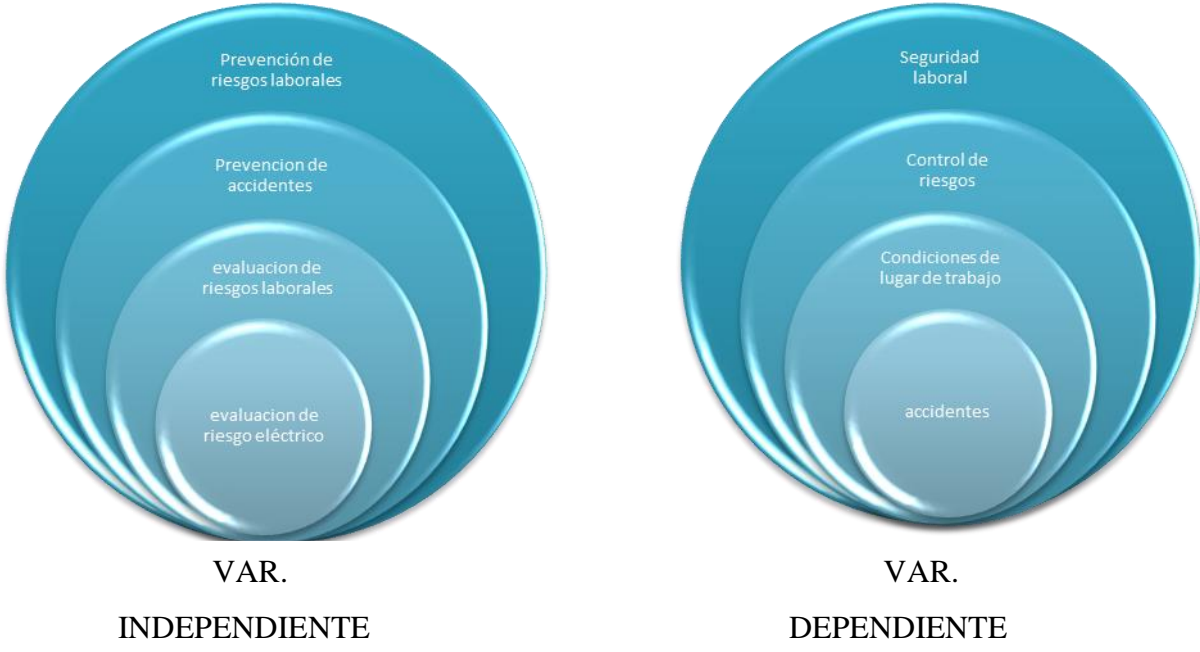
Se aplicaron medidas de control desarrollando el sistema de intervención para disminuir accidentes en la construcción de redes de medio voltaje.

Se tomó en cuenta normativa técnica como las normas de trabajo seguro en actividades eléctricas.

3.8. Operacionalización de variables

Tomando en cuenta el tema del presente proyecto investigativo procedemos a realizar una separación de variables.

GRÁFICO 4: Operacionalización de las variables



Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

3.8.1 Variable independiente:

Evaluación de riesgos eléctricos

: Variable independiente (Evaluación de riesgos eléctricos)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Son procedimientos estandarizados bajo norma OSHA 18001 que trata de identificar los actos y condiciones inseguros en trabajos de exposición al riesgo eléctrico, utilizando métodos cualitativos y cuantitativos para proceder a su evaluación y eliminación si es posible , o bien para controlar esos riesgos.	Peligros que pueden existir en el lugar de trabajo	Nivel de riesgo en ejecución de actividades críticas.	¿Es aplicable esta técnica para valorar el riesgo eléctrico?	Observación directa Método NTP 330 Observación directa

Fuente Instituto de Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo España

3.8.2 Variable dependiente:

Accidentes eléctricos en la EEASA

CUADRO 11: Variable dependiente (Redes de medio voltaje)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Materialización del peligro por trabajos eléctricos en actividades relacionadas. Pueden producir fatalidad o carbonización del miembro afectado.	Suceso anormal no planificado	Caídas a distinto nivel, aplastamientos, electrocución.	¿Son considerables estos accidentes?	Observación directa
	Consecuencias a la persona y daño material	Lesiones físicas/fatalidad	¿Qué lesiones físicas son más frecuentes?	Observación directa

Fuente Instituto de Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo España

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Novedades de la investigación.

En la investigación de campo se constató que el cumplimiento de este tipo actividades requiere condiciones físicas y psicológicas óptimas y exigentes en los conductores, convirtiendo a esta actividad en una de las más riesgosas para causar no solo accidentes sino también fatalidades.

En cuanto a las normas técnicas y metodología de evaluación de riesgos eléctricos en el Ecuador no se dispone de reglamentos ni legislación adecuada que ayude a realizar un estudio similar, teniendo que aplicar en su mayor parte guías externas que protejan más a la persona. Algunas puntuaciones determinaron el Nivel de Riesgo y la probabilidad de ocurrencia de este tipo de accidente.

4.2. Resultados.

4.2.1. Índice de accidentabilidad condiciones iniciales

El método utilizado se basa en la Norma Técnica de Prevención 236 que menciona el control estadístico de los accidentes de trabajo considerando los recomendados de las cuadros de P. J. Shipp ver anexo 2 y el fundamento teórico inicial, con un margen de confianza del 90% en los datos de horas de trabajo en millares.

Se utilizó un Índice de frecuencia equivalente del año 2011 de 140, resultado del análisis de los accidentes de ese año.

El diagrama anual debe permitir el control de las tendencias a largo plazo en el alza o baja de los índices de accidentes.

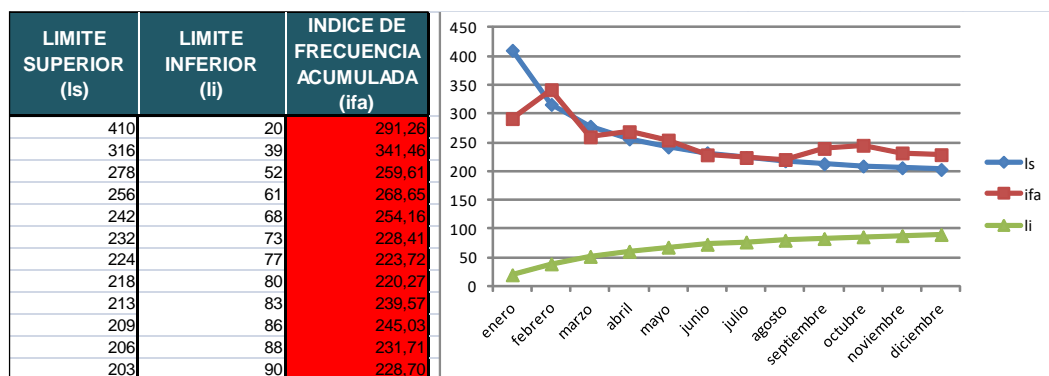
CUADRO 12: Índice de accidentabilidad 2012 EEASA

	Trabajadores	horas trabajadas mes	incidentes de trabajo	horas de trabajo acumulada	accidentes acumulados	índice frecuencia	índice de frecuencia acumulada
enero	16	10300	3	10300	3	291,26	291,26
febrero	12	10200	4	20500	7	392,16	341,46
marzo	17	10315	1	30815	8	96,95	259,61
abril	18	10130	3	40945	11	296,15	268,65
mayo	15	10203	2	51148	13	196,02	254,16
junio	14	10146	1	61294	14	98,56	228,41
julio	17	10223	2	71517	16	195,64	223,72
agosto	15	10200	2	81717	18	196,08	220,27
septiembre	15	10113	4	91830	22	395,53	239,57
octubre	17	10200	3	102030	25	294,12	245,03
noviembre	16	10180	1	112210	26	98,23	231,71
diciembre	18	10222	2	122432	28	195,66	228,70
		122432	28				

IE= 140 AÑO 2011

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

CUADRO 13: Índice de accidentabilidad 2012 EEASA



Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

4.2.2. Evaluación de riesgos

4.2.2.1. Matriz de Riesgos Causa efecto (primer filtro)

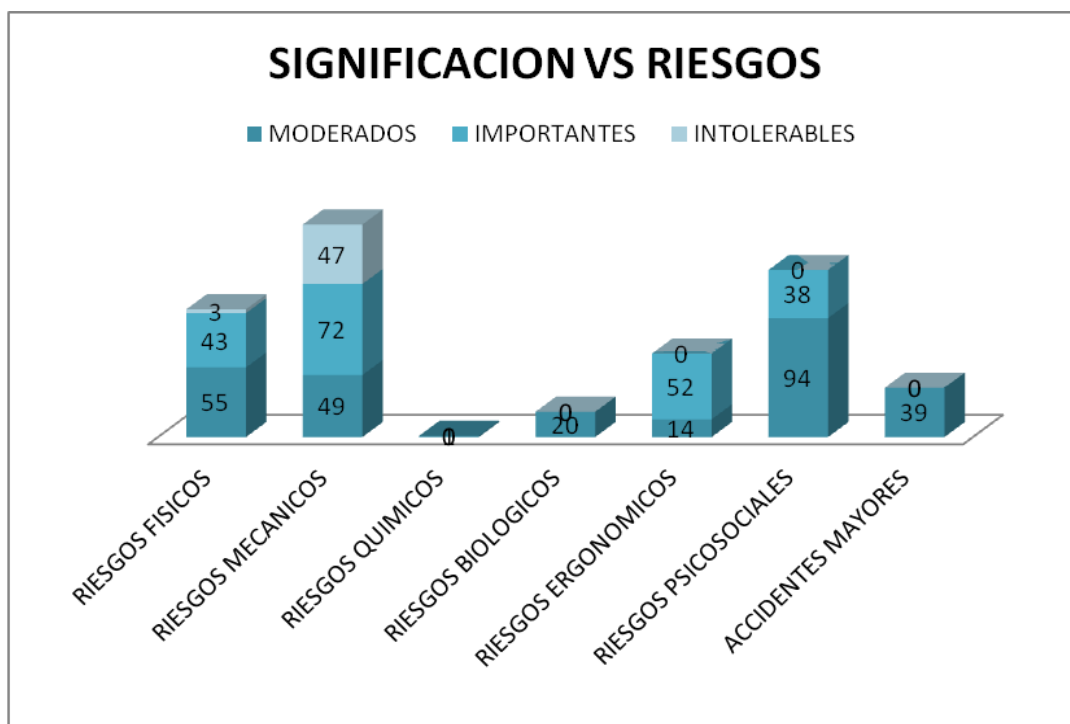
Priorización de los factores de riesgo

CUADRO 14: Priorización factores de riesgo

	INTERACCIONES		
	MODERADOS	IMPORTANTES	INTOLERABLES
RIESGOS FISICOS	55	43	3
RIESGOS MECANICOS	49	72	47
RIESGOS QUIMICOS	1	0	0
RIESGOS BIOLOGICOS	20	0	0
RIESGOS ERGONOMICOS	14	52	0
RIESGOS PSICOSOCIALES	94	38	0
ACCIDENTES MAYORES	39	0	0

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

CUADRO 15: Significación factores de riesgo



Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

De los resultados se identifica los factores de riesgo mecánico como los factores críticos a establecer un estudio apropiado para que no influyan en la materialización de accidentes.

4.2.2.2. Determinación de las Actividades críticas y causa de accidentes NTP 330 (segundo filtro)

Se utilizó el método simplificado de investigación de accidentes, usando el siguiente procedimiento:

- Considerar la actividad a analizar
- Elaboración del cuestionario de chequeo sobre los factores de riesgo que posibiliten su materialización.
- Asignación del nivel de importancia NE a cada uno de los factores de riesgo.
- Cumplimentación del cuestionario de chequeo en el lugar de trabajo y estimación de la exposición y consecuencias normalmente esperables.
- Estimación del nivel de deficiencia ND del cuestionario aplicado.
- Estimación del nivel de probabilidad NP a partir del nivel de deficiencia y del nivel de exposición.
- Contraste del nivel de probabilidad a partir de datos históricos disponibles.
- Establecimiento de los niveles de intervención considerando los resultados obtenidos y su justificación socio-económica.
- Contraste de los resultados obtenidos con los estimados a partir de fuentes de información precisas y de la experiencia.

En la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA se obtuvo los siguientes resultados por actividad.

CUADRO 16: Resultados de valoración NTP 330 Egreso y Montaje en Grúas o Plataformas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI					
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO					
ESTUDIO No: 01					
MÉTODO NTP 330					
DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA					
TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELECTRO - MECÁNICO					
ACTIVIDAD: EGRESO Y MONTAJE EN GRÚAS O PLATAFORMAS					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Legalización de documentos	2	1	2	10	20
Manipulación de materiales en bodega	2	2	4	25	100
Carga	6	3	18	60	1080
Descarga	10	4	40	100	4000
Transporte	6	3	18	60	1080

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (4000) a la subactividad de descarga, así también tenemos a las subactividades transporte y carga con un alto nivel de riesgo (1080) y un valor total de Nivel de riesgo NR de 6280.

CUADRO 17: Resultados de valoración NTP 330 Izaje de Elementos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI					
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO					
ESTUDIO No: 02					
MÉTODO NTP 330					
DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA					
TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELECTRO - MECÁNICO					
ACTIVIDAD: IZAJE DE ELEMENTOS.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Misceláneos	2	3	6	10	60
Pruebas de montaje	6	4	24	25	600
Construcciones	6	4	24	25	600
Izajes	10	4	40	25	1000

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (1000) a la subactividad de Izaje de elementos, así también tenemos a las subactividades de pruebas de

montaje y construcción con un alto nivel de riesgo (600). Y un valor total de Nivel de riesgo NR de 2260.

CUADRO 18: Resultados de valoración NTP 330 Distribución de Materiales en Sitio de Trabajo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO ESTUDIO No: 03 MÉTODO NTP 330 DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELECTRO - MECÁNICO ACTIVIDAD: DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES EN SITIO DE TRABAJO.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Traslado de materiales	6	3	18	25	450
Ubicación	6	3	18	25	450

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (450) a la subactividad de traslado de materiales y ubicación de materiales y un valor total de Nivel de riesgo NR de 900.

CUADRO 19: Resultados de valoración NTP 330 Estacamiento y Cavado de Zanjas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO ESTUDIO No: 04 MÉTODO NTP 330 DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA TIPO DE TRABAJO: CONSTRUCCIÓN. ACTIVIDAD: ESTACAMIENTO Y CAVADO DE ZANJAS.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Estacamiento y trazado	2	2	4	10	40
Cavado de zanjas	0	3	0	10	0

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (40) a la subactividad de trazado y un valor total de Nivel de riesgo NR de 40.

CUADRO 20: Resultados de valoración NTP 330 Parada de Poste

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI					
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO					
ESTUDIO No: 04					
MÉTODO NTP 330					
DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA					
TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELECTRO - MECÁNICO.					
ACTIVIDAD: PARADA DE POSTE.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Parada de poste manual	6	4	24	100	2400
Para de poste con grúa	2	4	8	100	800

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (2400) a la subactividad de Parada de Poste y un valor total de Nivel de riesgo NR de 3200.

CUADRO 21: Resultados de valoración NTP 330 Distribución y Calibrado de Redes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI					
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO					
ESTUDIO No: 04					
MÉTODO NTP 330					
DATOS: CONSTRUCCION DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA					
TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELECTRO - MECANICO.					
ACTIVIDAD: DISTRIBUCIÓN Y CALIBRADO DE REDES.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Regado de cable	6	4	24	60	1440
Subida de cable	10	4	40	100	4000
Calibrado y amarrado	10	4	40	100	4000

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (4000) a la subactividad de subida de cable y Calibrado y amarrado; un valor total de Nivel de riesgo NR de 9440.

CUADRO 22: Resultados de valoración NTP 330 Energización

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI					
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO					
ESTUDIO No: 04					
MÉTODO NTP 330					
DATOS: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE DE LA EEASA					
TIPO DE TRABAJO: MONTAJE ELÉCTRICO.					
ACTIVIDAD: ENERGIZACIÓN.					
Elemento analizado	ND	NE	NP	NC	NR
Inspección de puentes, seccionadores, puestas a tierra, pararrayos y equipos eléctricos conectados	2	1	2	10	20
Coordinación de maniobras	2	1	2	10	20
Energizado	10	4	40	100	4000

Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

Se observa el valor más alto del nivel de riesgo (4000) a la subactividad de energizado y un valor total de Nivel de riesgo NR de 4040.

4.3. Análisis de los Resultados

4.3.1. Análisis Índice de Accidentes

Del cuadro 12 se observa que el índice de frecuencia acumulada mensual está sobre la línea límite recomendada por la NTP 330 indicando una actuación inmediata en prevención de riesgos.

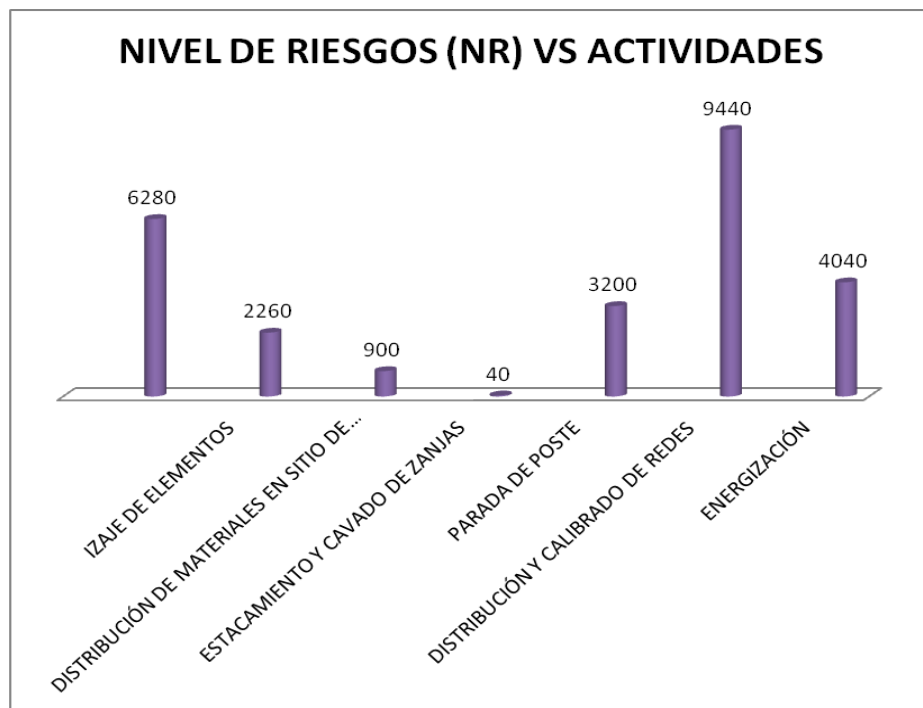
4.3.2. Análisis de la Significación de riesgos

Del cuadro 15 se observa que los riesgos mecánicos son los que causan mayor afectación en el proceso de construcción de redes de medio voltaje de la EEASA.

4.3.3. Análisis de la determinación de causas de accidentes NTP 330

De los resultados de las cuadros 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, se tiene el Nivel de Riesgo Total en orden descendente por actividades: Distribución y Calibrado de Redes corresponde a un valor más alto de 9440, en segundo lugar se tiene a la actividad de Egreso y Montaje en Grúas y Plataformas con un valor de Nivel de Riesgo total 6280 y en tercer lugar se encuentra la actividad de Energización con un valor de Nivel de Riesgo Total de 4040 en el proceso de Construcción de Redes de Medio Voltaje de la EEASA.

GRÁFICO 5: Priorización de riesgo por actividad.



Fuente: INVESTIGADOR MARCELO BARRERA.

4.3.4. Verificación de la hipótesis

Hipótesis 1: El factor de riesgo eléctrico tiene valores de riesgo intolerable en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA

- El riesgo eléctrico tiene 3 actividades con peligro de fatalidad según la matriz de riesgos.
- El Riesgo eléctrico tiene una significación de valores intolerables de 9 según la matriz de riesgos.

Por lo expuesto se aprueba la hipótesis.

Hipótesis 2: El trabajo de energización en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA tienen un Nivel de Riesgo (NR) elevado

- El nivel de riesgo del trabajo de energización en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA es de 4000 por valores altos de nivel de exposición, nivel de deficiencia, nivel de probabilidad y nivel de consecuencia (cuadro 22)
- El trabajo de energización sobrepasa el límite máximo del nivel de consecuencia (100) determinando valores elevados del nivel de riesgo final. (cuadro 22)

Por lo expuesto se aprueba la hipótesis.

Hipótesis 3: El índice de accidentabilidad en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA están sobre el límite superior recomendado por la Bibliografía especializada.

- El índice de accidentabilidad en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA mensual, muestra valores sobre el límite inferior en todo el año. (cuadro 15)

- La curva del índice de frecuencia acumulada esta sobre la curva del límite superior recomendada. (cuadro 15)

Por lo expuesto se aprueba la hipótesis.

Hipótesis 4: El índice de frecuencia acumulada del índice de accidentabilidad en el año 2012 está sobre los 200

- El límite de frecuencia acumulada es de 228,70 en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA (cuadro 15).

Por lo expuesto se aprueba la hipótesis.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La curva Índice de accidentabilidad 2012 EEASA, el índice de frecuencia acumulada del año 2012 en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA muestra estar sobre el límite superior recomendado (ver cuadro 13), teniendo una frecuencia acumulada de 228,70 para el mes de diciembre.
- De las subactividades críticas individuales con un valor alto de nivel riesgo alto por actividades fueron considerado como situación crítica: descarga de postes 4000, subida de cable 4000, calibrado y amarrado 4000, energizado 4000, Parada de Poste Manual 2400, Regada de cable 1400, Carga y Transporte con 1080, Parada de poste con Grúa 800, Pruebas de montaje y Construcciones con 600, (ver cuadro 16, 17, 18, 19, 21, 22).
- De las siete actividades estudiadas en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA, el nivel de riesgo más alto corresponde a la actividad de distribución y calibrado de redes con un valor de 9440 (Ver gráfico 5)
- Los valores estimados de accidentabilidad utilizando el método correspondiente utiliza cuadros y fórmulas con una certeza del 90 % pero contiene información de ecuaciones para corregir este valor que para nosotros es aceptable.

- El procedimiento de evaluación de riesgo utilizado, filtra la información en tres fases para poder identificar las causas básicas de problemas causantes de incidentes laborales, principio de actuación que no se puede obtener con métodos individuales aunque sean cuantitativos como el árbol de fallos.

5.2. Recomendaciones

- Por los resultados obtenidos y del desarrollar del Sistema de Intervención para disminuir los accidentes eléctricos de la EEASA., se recomienda usar el sistema propuesto para cubrir la falta de documentos en procedimientos de construcción de redes de medio voltaje de la EEASA.
- Se debe dar prioridad a los aspectos determinados como significativos resultados de este estudio para cubrir la etapa de control dentro de la norma OSHA 18001.
- Se recomienda incluir en la agenda del Comité de Seguridad y Salud de la EEASA el seguimiento de las actividades de alto riesgo
- Se recomienda desarrollar registros y controles en todos los trabajos operativos con líneas vivas o no.
- Se recomienda participar a los departamentos competentes los avances y aplicación del instructivo de seguridad propuesto.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta:

“SISTEMA DE INTERVENCIÓN EN CONSTRUCCIÓN DE REDES DE MEDIO VOLTAJE EEASA”

6.2. Justificación.

El estudio realizado en este trabajo ha puesto de manifiesto, la existencia de diversos Factores de Riesgo Eléctricos, los cuales influyen en la probabilidad de ocurrencia de accidentes eléctricos. La propuesta de mejora que se presenta a continuación en este Sistema de Intervención, surgen como reflexión y conocimiento de los resultados de los estudios realizado, así como también de la participación de especialistas y personal vinculado a esta actividad y la estructura recomendada en la Norma OSHA 18001 y el contenido siguiendo el criterio de intervención mencionado en el modelo de Gestión técnica del IEES que dice:

“Los controles se desarrollaran en la fuente, en el medio y en el trabajador”.

6.3. Objetivo

Desarrollar un Sistema de Intervención en Construcción de Redes de Medio voltaje en la EEASA que ayude a disminuir el índice de accidentabilidad.

6.4. **Estructura del Sistema de Intervención**

1. Introducción	98
2. Objetivo	98
3. Alcance	98
4. Metodología	99
5. Responsabilidades	99
6. Condiciones previas a la construcción de redes de medio voltaje	100
7. Ejecución de la construcción de redes de medio voltaje	101

- ***Instructivo de construcción de Redes de Medio Voltaje con los siguientes procedimientos:***

Procedimiento para izaje de postes de hormigón – EEASA PIPH-EEASA-002	105
Procedimiento para izaje de equipos con grúa - EEASA PIEG-EASA-003	108
Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA PMETC-EEASA-004	111
Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA PIPPT-EEASA-005	115
Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA PTRCP- EEASA-006	119
Procedimiento para instalación de tensores - EEASA PIT-EASSA-007	123
Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA PPTMPT- EASSA-008	126
Procedimiento para energización de la red de medio voltaje y baja voltaje– EEASA PERDT-EASSA-009	137
Reglas de oro para trabajos eléctricos – EEASA RO-EEASA-010	140
Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PUEPPS-SSA-002	144
Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PTM-SSA-001	152
Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PS-SSA-001	156
Procedimiento Revisión Vehículos Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PRV-SSA-001	161
Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales PIA-SSA-001	167
8. Procedimiento de Implantación PI-SSA-001	177

**SISTEMA DE
INTERVENCIÓN DE
REDES DE MEDIO
VOLTAJE EN LA
EEASA**

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	IS-SSA-011	Página: 198 de: 7
--	---	------------	----------------------

6.5. Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA

1. Introducción

Para dar cumplimiento a la política de seguridad y salud ocupacional de la EEASA en cuanto a la prevención de riesgos laborales, este documento será enfocado al trabajo de Construcción de redes de medio voltaje en la EEASA

2. Objetivos

- 2.1. Establecer un documento que sirva de guía para desarrollar un trabajo eficiente y seguro para Construcción de redes de medio voltaje en la EEASA
- 2.2. Desarrollar un Sistema de Intervención de prevención de riesgo eléctrico utilizando normas y métodos de construcción aplicables y con relación a las actividades inherentes.

3. Alcance

3.1 Este Sistema de intervención se determina para trabajos de montaje de postes para redes eléctricas de la EEASA en trabajos con líneas frías y contratistas.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	IS-SSA-011	Página: 2 de: 7
---	---	------------	--------------------

3.2 Este Sistema de intervención de trabajo seguro tiene aplicación a todo el personal que desarrolla estos trabajos, ya sean directos o contratistas, eventuales que estén vinculados con el área de trabajo u operaciones Construcción de redes de medio voltaje en la EEASA

4. Metodología

El desarrollo de este Sistema de Intervención toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ Evaluación de riesgos y determinación de las causas básicas a controlar
- ❖ Control de áreas críticas.
- ❖ Establecimiento de procedimientos, formatos y listas de chequeo como certeza del cumplimiento de presente documento.
- ❖ Aprobación y designación de competencias.
- ❖ Enlace del Sistema de intervención con todas las tareas y actividades bajo procedimientos relacionados.

5. Responsabilidades

La responsabilidad del cumplimiento y aplicación de este Sistema de intervención es el personal operativo de construcción de redes de medio voltaje.

5.1. Del Grupo, Montadores y Ayudantes

Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con la información y normas contenidas en el mismo.

1		19/7/2023	EEASA	MB	HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ	APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>IS-SSA-011</p>	<p>Página: 3 de: 7</p>
---	---	-------------------	----------------------------

5.2. Del Jefe de grupo/Contratista.

Asegurar el cumplimiento de este Sistema de intervención con el procedimiento e instruir al personal a su cargo.

5.3. De EEASA

Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente Sistema de intervención. Y en campo el Ingeniero Residente de proyecto podrá verificar y parar trabajos que el considere de alto riesgo.

5.4. De visitantes

Efectuar y cumplir con los controles que le designen.

6. Condiciones Previas a la Construcción de redes de medio voltaje en la EEASA

- 6.1** Charla de seguridad, responsable Jefe de Grupo/Ingeniero Residente
- 6.2** Disposición de actividades, Ingeniero Residente/Contratista
- 6.3** Coordinación de maniobras, Ingeniero residente/Jefe de Grupo/personal de operación y mantenimiento.
- 6.4** Clasificación y revisión de aparejos elementos de izaje referir procedimientos PIA-SSA-001. Jefe de grupo
- 6.5** Transporte de materiales y equipos; referir procedimiento de transporte PTM-SSA-001.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	IS-SSA-011	Página: 4 de: 7
Empresa Eléctrica Ambato			

6.6 Señalización del área de trabajo, referir procedimiento de señalización PS-SSA-001.

6.7 Descarga y ubicación manual de materiales.

6.8 Ejecución de la tarea.

7. Ejecución de la Tarea de Construcción de redes de medio voltaje.

7.1 Personal involucrado en el proceso:

Este personal está formado por tres grupos de construcciones de 5 personas cada grupo (15) profesionales, que son:

- ❖ Un (1) Jefe de grupo, cargo que se le designa a una persona de gran capacidad para organizar y organiza y dirigir una tarea.
- ❖ Dos (2) Linieros, llamados también como montadores, cargo que se le designa a las personas que están encargadas de ir ensamblando elemento por elemento a medida que se va ensamblando la estructura metálica.
- ❖ Un (1) Chofer Liniero, llamado también como plumero, cargo que se le designa a la persona que está sobre la parte superior de una herramienta básica e importante para la tarea de montaje, herramienta llamada (Carro grúa o Pluma de Montaje), esta persona estará ubicada por encima de todos los demás linieros, y es quien dirige el montaje desde la parte de arriba.
- ❖ Un (1) Ayudante, cargo designado a las personas que estarán en la parte inferior del sitio de la estructura (suelo), las mismas que ayudaran con el traslado y envío de los materiales previamente ensamblados en el suelo, ayudaran con el anclaje de los cabos que servirán de vientos para asegurar la pluma de montaje, con el tiempo ll.ga a ser liniero.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	IS-SSA-011	Página: 5 de: 7
--	---	------------	--------------------

7.2 Equipos de protección personal

La aplicación y utilización del equipo de protección personal estará en referencia al procedimiento de uso de equipos de protección PUEPP- SSA-002.

Se considerará las normas y sanciones en base al reglamento interno de seguridad y salud de los trabajadores de la EEASA.

7.3 Condiciones Ambientales

En base a la determinación de las causas básicas de accidentes en el montaje de postes y redes eléctricas se debe cumplirlo siguiente:

- ❖ No se labora en día lluvioso para evitar resbalones y en tormentas eléctricas por descargas atmosféricas.
- ❖ Los perfiles deben estar limpios, sin lodo para prevenir resbalones.
- ❖ Los ayudantes deben estar a 5 mts fuera de eje de la torre, para prevenir caída de tornillería, herramientas, perfiles y caída del montador.
- ❖ Las tareas se realiza generalmente en día claro de 7H00 a 18H00
La jornada generalmente se lo debe realizar por la ubicación y continuidad en el trabajo, 22 día continuos y 8 de descanso.
- ❖ Trabajar sin viento fuerte, Mayor a 40 KM/H.
- ❖ No jugar durante el trabajo.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	IS-SSA-011	Página: 6 de: 7
Empresa Eléctrica Ambato			

7.4 Proceso de construcción de redes de medio voltaje en la EEASA

- Realizar el Análisis del Sitio de Trabajo ATS referir PAST-SSA- 0001.
- Realizar charla de seguridad
- El personal que trabajará en alturas deberá estar físicamente en condiciones estables de trabajo según reporte médico de la EASSA.
- Instructivo de construcción de Redes de Medio Voltaje con los siguientes procedimientos:

Procedimiento para izaje de postes de hormigón – EEASA PIPH-EEASA-002.

Procedimiento para izaje de equipos con grúa - EEASA PIEG-EASA-003

Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA PMETC-EEASA-004

Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA PIPPT-EEASA-005

Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA PTRCP-EEASA-006

Procedimiento para instalación de tensores - EEASA PIT-EASSA-007

Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA PPTMPT-EASSA-008

Procedimiento para energización de la red de medio voltaje y baja voltaje – EEASA PERDT-EASSA-009

Reglas de oro para trabajos eléctricos – EEASA RO-EEASA-010

Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PUEPPS-SSA-002

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Sistema de Intervención en Construcción de redes de medio voltaje EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

IS-SSA-011

Página: 7
de: 7

- Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PUEPPS-SSA-002
- Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PTM-SSA-001
- Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PS-SSA-001
- Procedimiento Revisión Vehículos Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos en Construcción de redes de medio voltaje EEASA PRV-SSA-001
- Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales PIA-SSA-001

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento para izaje de postes de hormigón - EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>PIPH-EEASA-002.</p>	<p>Página: 1 de: 3</p>
---	--	------------------------	------------------------

DEFINICIÓN

Se entiende izaje de postes de hormigón, a todos los trabajos que corresponden al transporte e instalación del material a partir de datos mostrados en los planos de construcción.

El poste debería estar en contacto directo con el terreno, enterrado a una profundidad de $H + 0.5$ m, donde H es la altura del poste; para un poste de 11 m será 1,60 m del nivel natural del terreno.

Para el izaje en ningún caso los postes de hormigón serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.

Antes del izaje de postes de hormigón, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes de hormigón, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión que sujeten al poste, o en el agujero donde se instalará el poste. No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

ESPECIFICACIONES

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para izaje de postes de hormigón - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIPH-EEASA-002.

Página: 2 de: 3

Herramientas

Se utilizarán los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, así como maquinaria para el transporte y plantación de los postes.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar la calidad de la construcción.

Materiales

Poste de hormigón de H m en buen estado; ejemplo, Poste de hormigón de 11 m 500kg

Comprobación

Se verifica en obra de acuerdo a los planos de diseño, Fiscalización de la EEASA aprobará izaje del poste de hormigón.

MEDICIÓN Y PAGO

El izaje de postes de hormigón se mensurará como un rubro global correspondiente a todo el proyecto como: excavación, distribución, parada de postes hormigón.

CONCEPTOS DE TRABAJO

El izaje de postes se cuantificará y liquidará con el siguiente concepto de trabajo

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para izaje de postes de hormigón - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIPH-EEASA-002.

Página: 3 de: 3

Excavación, distribución, parada de postes hormigón, Izaje ejemplo:
Excavación, distribución, parada de postes hormigón 11 m.

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos

Riesgos

- Caída, desprendimiento total del poste de hormigón, por impericia del operador de retroexcavadora o grúa.
- Que no sea utilizado debidamente por el personal
- Que no se insista en el control de procedimientos.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

- Revisión de procedimientos de calidad de cada poste, y operatividad de retroexcavadora o grúa.
- Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos.
- Cumplimiento de control y registro de procedimientos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para izaje de equipos con grúa- EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIEG-EASA-003

Página: 1
de: 3

DEFINICIÓN

Se entiende izaje de equipos con camión grúa, a todos los trabajos que corresponden al transporte e instalación del material o equipos montados o instalados en el lugar de construcción.

Los equipos deberán estar en contacto directo con el terreno, piso o suelo antes de su instalación.

En ningún caso los equipos a trasladar deben ser alzados bruscamente.

Antes del izaje e instalación de los equipos, todos los materiales y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos en su momento de utilización.

Durante el izaje e instalación de los equipos, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de los equipos o cerca del brazo grúa hasta que se encuentre debidamente ubicado y asegurado en el sitio donde quedará instalado permanentemente ese equipo.

ESPECIFICACIONES

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento para izaje de equipos con grúa- EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>PIEG-EASA-003</p>	<p>Página: 2 de: 3</p>
--	---	----------------------	----------------------------

Herramientas

Se utilizarán los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, así como maquinaria para el transporte y plantación.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad de la construcción y posibles accidentes.

Materiales

Camión y Brazo mecánico tipo grúa en buen estado.

Comprobación

- Verificar en obra obstáculos que afecten la instalación del equipo, de acuerdo al lugar donde será ubicado el mismo.
- Asegurar bien los gatos hidráulicos.
- Cañerías del Camión y Brazo mecánico en buen estado
- Revisar el aceite hidráulico que este completo y sin fugas
- Asegurar el camión con bloqueo, para poder maniobrar y no se mueva el camión.
- Asegurar los platos laterales para poder empezar a maniobrar
- Proceder con el izaje y montaje del equipo.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para izaje de equipos con grúa- EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIEG-EASA-003

Página: 3
de: 3

MEDICIÓN Y PAGO

El izaje del equipo se mensurara como un rubro global correspondiente a todo el proyecto, de acuerdo a equipo instalado como por ejemplo: Instalación de centro de transformación monofásico hasta 37.5 kva con equipo de protección en baja.

CONCEPTOS DE TRABAJO

El izaje del equipo se cuantificará y liquidará con el siguiente concepto de trabajo: Traslado distribución e instalación del equipo desde las bodegas de la EEASA hasta el sitio de construcción, como por ejemplo: Instalación de centro de transformación monofásico hasta 37.5 kva con equipo de protección en baja

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito, por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos.

Riesgos

Caída o desprendimiento total del equipo, por impericia del operador del camión grúa.

Que no sean utilizados o instalados debidamente por el personal

Que no se insista en el control de procedimientos

Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA

PMETC-
EEASA-004

Página: 1
de: 4

Empresa Eléctrica Ambato

Plan de control

Revisión de procedimientos plan de izaje del equipo, operatividad de grúa, herramientas y equipos en buen estado.

Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos.

Cumplimiento de control y registro, de procedimientos

DEFINICIÓN

Es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura. Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

El Contratista tomara las debidas precauciones para asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante, el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastraran elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

Las piezas ligeramente curvadas, torcidas durante el manipuleo, serán enderezadas por el Contratista empleando recursos aprobados, estas maniobras no deberán afectar el galvanizado. Tales piezas serán, luego, presentadas a la Fiscalización para la correspondiente inspección y posterior aprobación o rechazo.

Los daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza ofertada.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PMETC-EEASA-004

Página: 2 de: 4

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvió en estructuras de ángulo.

Los aisladores y equipos que posean porcelana, serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse los materiales para completar las estructuras, deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Los aisladores y equipos que posean porcelana serán montados por el Contratista de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto y Guías de Diseño de la EEASA. En las estructuras que se indiquen en la planilla de estructuras y planos de localización de estructuras, se montaran las cadenas de aisladores en posición invertida.

El contratista verificara que todos los pasadores de seguridad y tuercas hayan sido correctamente ajustados e instalados.

Durante el montaje, el Contratista cuidara que los aisladores y equipos que posean porcelana no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicara métodos de izaje y montaje adecuados.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p>Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>PMETC-EEASA-004</p>	<p>Página: 3 de: 4</p>
---	---	------------------------	----------------------------

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizarán arnés de seguridad, alicates, cabos, y equipos para escalar los postes.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción.

Materiales

Crucetas, aisladores, pernos, pie amigo, etc.

Comprobación

Se verifica en obra de acuerdo a los planos de diseño aprobados por la EEASA y Guías de Diseño.

MEDICIÓN Y PAGO

Montaje de estructuras se mensurará como un rubro global correspondiente a todo el proyecto como por ejemplo: Estructura monofásica de medio voltaje incluido neutro, o, Estructura trifásica de medio voltaje incluido neutro.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para montaje de estructuras en postes para tendido de cables- EEASA

PMETC-EEASA-004

Página: 4 de: 4

Empresa Eléctrica Ambato

CONCEPTOS DE TRABAJO

Montaje de estructuras se cuantificara y liquidara con el siguiente concepto de trabajo:

Montaje de Estructura monofásica de medio voltaje incluido neutro, o, Estructura trifásica de medio voltaje incluido neutro en postes para tendidos de cables.

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como, un plan de, control de, los mismos.

Riesgos


- Caída, deslizamiento brusco del operario
- Que los equipos de protección personal no sean utilizados debidamente por el personal
- Que no se manejen con cuidado las estructuras a instalar.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

Revisión de procedimientos y estado de las estructuras

Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos operacionales de los involucrados.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PIPPT-EEASA- 005	Página: 1 de: 4
---	--	---------------------	--------------------

DEFINICIÓN

Los pararrayos serán del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos (ZnO), sin explosores, para uso exterior, a prueba de explosión y para ser conectado entre fase y tierra.

La columna soporte será de porcelana o material polimérico. Estará diseñada para un ambiente medianamente contaminado. Las características propias del pararrayos no se modificaran después de largos años de uso.


Las partes selladas estarán diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

El pararrayos contara con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se origine en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.

Los pararrayos deberán incluir entre otros, los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra
- Placa de características
- Accesorios para fijación a cruceta
- Otros necesarios para un correcto transporte, mantenimiento de los pararrayos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PIPPT-EEASA- 005	Página: 2 de: 4
--	--	---------------------	--------------------

Los seccionadores fusibles se montaran en la media palomilla, siguiendo las instrucciones del fabricante. Se tendrá cuidado que ninguna parte con voltaje de estos seccionadores-fusibles, quede a distancia menor que aquellas estipuladas por el normas de la EEASA.

Se comprobara que la operación del seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes de los transformadores, ni a los conductores de conexionado.

Los seccionadores-fusibles una vez instalados y conectados a las líneas y al transformador, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que culminen las pruebas con voltaje de la línea.

Se ha previsto la instalación de protecciones tanto en el arranque como en la llegada del ramal aéreo trifásico de medio voltaje, así como también en todos los ramales que lleguen al alimentador troncal.

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizaran arnés de seguridad, alicates, cabos y equipos para escalar los postes.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIPPT-EEASA-005

Página: 3 de: 4

Materiales

Pararrayos, seccionadores, fusibles y accesorios de montaje y puesta a tierra adicional.

Comprobación

Se verifica en obra físicamente de acuerdo a los planos de diseño aprobados por la EEASA y a las Guías de Diseño vigentes en la EEASA.

MEDICIÓN Y PAGO

Los pararrayos y seccionadores se mensurara como un rubro de Instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos o trifásicos (seccionadores, pararrayos, puesta a tierra adicional) correspondiente al proyecto.

CONCEPTOS DE TRABAJO

El montaje de las protecciones se cuantificará y liquidará con el siguiente concepto de trabajo:

Pararrayos y seccionadores, instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos o trifásicos (seccionadores, pararrayos, puesta a tierra adicional)

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para instalación de pararrayos seccionadores y puesta a tierra adicional (protecciones) - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PIPPT-EEASA-005

Página: 4 de: 4

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos.

Riesgos

- Que exista conexiones deficientes o conexiones con flujo eléctrico
- Que sea mal utilizado por el personal a cargo de la instalación
- Que no se manejen los Análisis de Riesgo de control de procedimientos.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

6.2 Plan de control

Agilizar la revisión de procedimientos e Informes de Control

Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos

Registro de procedimientos y análisis de las debilidades de la acción.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PTRCP-EEASA-006

Página: 1 de: 4

DEFINICIÓN

El tendido y regulador de los cables serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por la EEASA.

La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

Los conductores, serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño o que se lasque su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, Arboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin, el tendido de los conductores se lo hará con poleas y se dispondrá de un método de frenado mecánico aprobado por Fiscalización.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de tal manera que se eviten lascados, torsiones y retorcimientos, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño al conductor. El radio de curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

El regulador de los conductores se llevara a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en el cuadro de tensado, no sean sobre pasadas para las correspondientes condiciones de carga.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PTRCP-EEASA-006

Página: 2 de: 4

El regulado se llevará a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje, donde se calibrará el cable con estructuras de retención.

Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y regulado para que el conductor se estabilice.

Se aplicará las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos durante este periodo.

Los empalmes se lo realizarán de acuerdo al conductor, con conectores de compresión, con el propósito de evitar corrosión y posibles puntos calientes con el paso del tiempo.

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizarán arnés de seguridad, alicates, cabos, tecla, poleas y equipos para distribuir cables.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción.

Materiales

Cable de aluminio ACSR No. N, Cable preensamblado N Hilos

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PTRCP-EEASA-006

Página: 3 de: 4

Comprobación

El tendido y regulado se verifica en obra de acuerdo a los planos de diseño aprobados por la EEASA.

MEDICIÓN Y PAGO

El tendido y regulado de cables se mensurara como un rubro global correspondiente a todo el proyecto, por ejemplo: Tendido y regulado conductor # N AWG en metros.

CONCEPTOS DE TRABAJO

EL tendido y regulado de cables se cuantificara y liquidara con el siguiente concepto de trabajo:

Tendido y regulado conductor # N AWG en metros.

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos.

Riesgos

- Que su revisión aprobación y aplicación tome demasiado tiempo.
- Que no sean utilizados debidamente por el personal

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para tendido y regulado de cable en postes - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PTRCP-EEASA-006

Página: 4 de: 4

- Que no se manejen los registros de control de procedimientos.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

- Agilitar la aprobación y revisión de procedimientos.
- Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos
- Crear un sistema de control y registro de procedimientos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento para instalación de tensores - EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PIT-EASSA-007	Página: 1 de: 3
---	---	---------------	--------------------

DEFINICIÓN

La ubicación y orientación de los tensores serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar.

Luego de ejecutada la excavación, se fijara, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutara después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir del nivel del terreno.

El cable de retención de acero de los tensores y sus accesorios se instalará antes de efectuar el tendido de los conductores. La disposición final del cable de acero y los amarres, preformados y guardacabos se muestran en las guías de diseño de la EEASA.

La varilla de anclaje y el correspondiente, cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto.

Los cables de retención de acero deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y calibrados.

Cuando, debido a las características morfológicas del terreno, no pueda

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para instalación de tensores - EEASA

PIT-EASSA-007

Página: 2
de: 3

Empresa Eléctrica Ambato

aplicarse el ángulo de inclinación previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Fiscalización, las alternativas de ubicación de los anclajes o se tomara otra alternativa para solventar los esfuerzos mecánicos propios del cable conductor.

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizaran arnés de seguridad, pala, alicates, cabos, tecla y equipos para escavar los huecos para las anclas y postes.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción.

Materiales

Varilla de anclaje, bloque o loseta de anclaje, cable de acero, aislador de retención, guardacabos, accesorios para fijación.

Comprobación

Se verifica en obra de acuerdo a los planos de diseño aprobados por la EEASA y/o necesidades propias de la construcción.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para instalación de tensores - EEASA

PIT-EASSA-007

Página: 3
de: 3

Empresa Eléctrica Ambato

MEDICIÓN Y PAGO

La instalación de los tensores se mensurara como un rubro global correspondiente a todo el proyecto, por ejemplo: Ensamblaje de accesorios de tensores.

CONCEPTOS DE TRABAJO

La instalación de los tensores se cuantifican y liquidan a con el siguiente concepto de trabajo: Ensamblaje de accesorios de tensores

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en esta parte los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos.

RIESGOS

- Que su colocación sea inapropiada
- Que no sean colocados debidamente por el personal
- Que no se manejen registros de control de procedimientos.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

- Actualización y revisión de procedimientos.
- Realizar controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos.
- Secuencia de control y registro, de procedimientos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

DEFINICIÓN

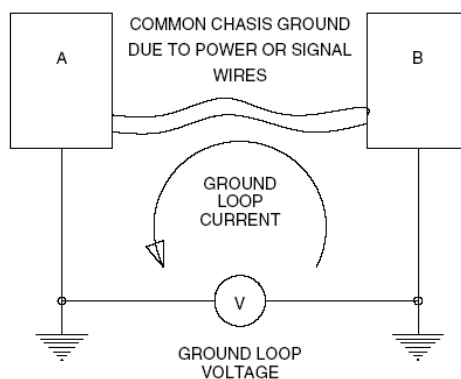
El principal objetivo de un sistema de puesta a tierra es la seguridad de las personas.

La característica fundamental del sistema de puesta a tierra debe ser baja impedancia, la que provoca menor potencial de contacto y por tanto menor peligro para la vida humana.

En un el sistema de puesta a tierra no debe circular corrientes del sistema de potencia, ya que la corriente de retorno debe hacerlo por el neutro.

En un sistema multiaterrado como es el nuestro, algunas veces se forman lazos de circulación de corriente, dependiendo de las magnitudes de corriente, son perjudiciales.

GRÁFICO 6: Sistemas A y B



Fuente: C.Sankaran.PowerQuality.CRCPress.USA.2002.

En los sistemas A y B de la figura anterior, por estar enlazados y además poseer sistema de aterramientos independientes, puede circular una corriente provocando problemas a los equipos más débiles.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

Las corrientes en el lazo, producto de fallas o armónicos presentes en el sistema, pueden provocar calentamiento adicional y por consiguiente deterioro del aislamiento.

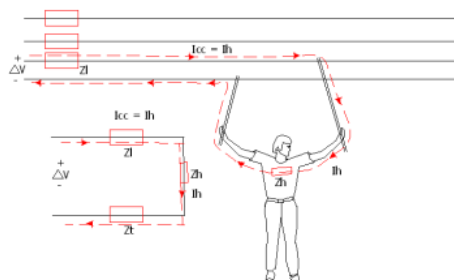
Dependiendo de la impedancia que mire una fuente en una avería, esta puede ser permanente o instantánea. Estas averías pueden ser también provocadas por el contacto del cuerpo humano.

Averías provocadas por el cuerpo humano.-

El objetivo de concientizar y capacitar a los personas que por trabajo o por accidente tienen contacto con la corriente eléctrica, es el que se produzca la menor cantidad posible de averías provocadas por el cuerpo humano, para salvar la mayor cantidad de vidas humanas.

Las corrientes de falla o de cortocircuito que circulan por el cuerpo humano, se aprecia en los siguientes esquemas:

GRÁFICO 7: falla recorrido de la corriente mano derecha – mano izquierda

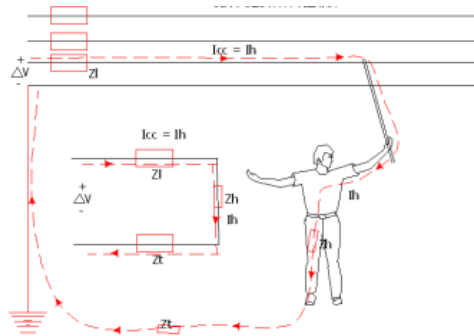


$$I_{cc} = I_h = \frac{\Delta V}{(Z_l + Z_h)}$$

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

Empresa Eléctrica Ambato

GRÁFICO 8: Falla recogido de la corriente mano izquierda – pie derecho sin puesta a tierra



$$I_{cc} = I_h = \frac{\Delta V}{(Z_l + Z_h + Z_t)}$$

GRÁFICO 9: Falla recogido de la corriente mano izquierda – pie derecho con puesta a tierra

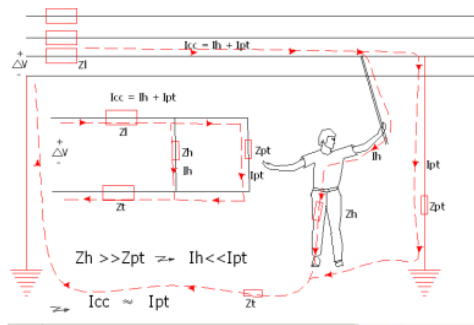
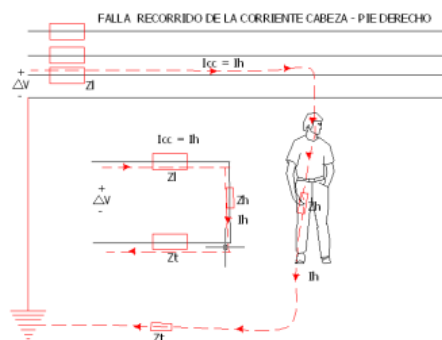


GRÁFICO 10: Falla recogido de la corriente cabeza – pie derecho

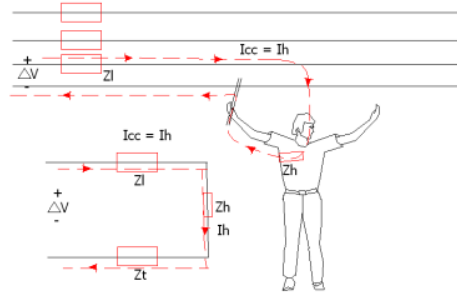


1				MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	ELABORÓ		APRUEBA

Empresa Eléctrica Ambato

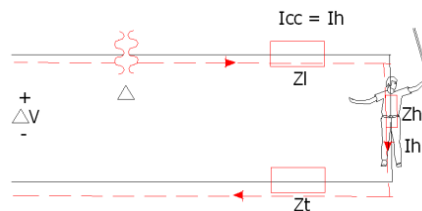
$$I_{cc} = I_h = \frac{\Delta V}{(Z_l + Z_h + Z_t)}$$

GRÁFICO 11: Falla recogido de la corriente mano derecha – cabeza



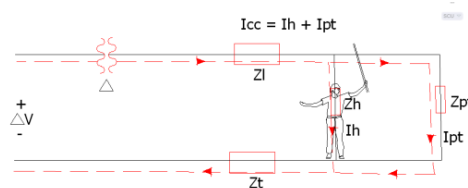
$$I_{cc} = I_h = \frac{\Delta V}{(Z_l + Z_h)}$$

GRÁFICO 12: Falla en secundario sin puesta a tierra



$$I_{cc} = I_h = \frac{\Delta V}{(Z_l + Z_h + Z_t)}$$

GRÁFICO 13: Falla en el secundario con puesta a tierra



1				MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	ELABORÓ		APRUEBA

Empresa Eléctrica Ambato

GRÁFICO 14: Falla en el primario sin puesta a tierra

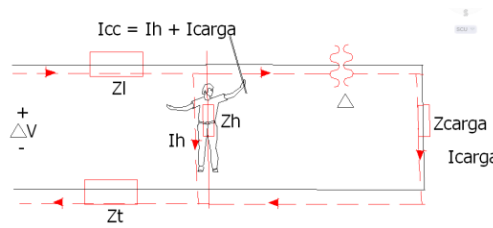
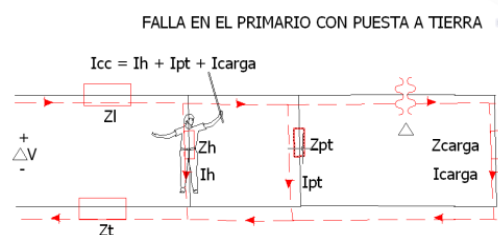


GRÁFICO 15: Falla en el primario con puesta a tierra

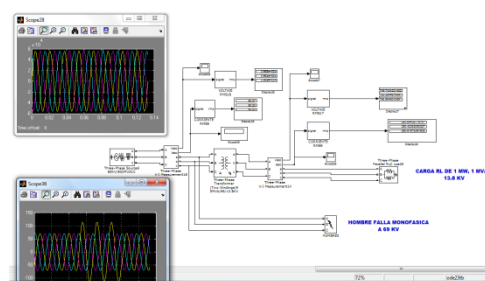


Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano.-

Mediante Matlab, se puede simular diferentes fallas eléctricas y visualizar las formas de onda, analizar si el hombre tiene la posibilidad de salvarse o no, en los siguientes esquemas se aprecia tres tipos de fallas a 69 KV., pudiendo hacerlo a diferentes niveles de voltaje.

Representación de una falla en el tercer ciclo hasta el sexto ciclo y sus formas de onda en una falla monofásica a 69KV.

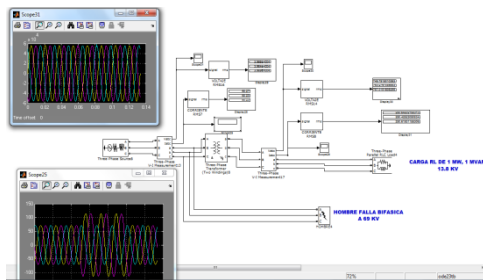
GRÁFICO 16: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano



1				MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	ELABORÓ		APRUEBA

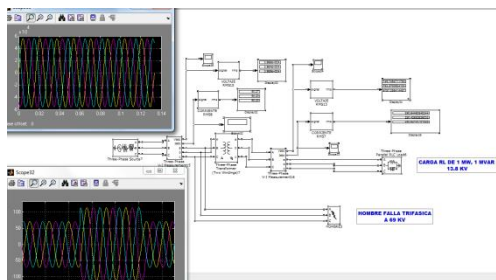
Representación de una falla en el tercer ciclo hasta el sexto ciclo y sus formas de onda en una falla bifásica a 69 KV.

GRÁFICO 17: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano



Representación de una falla en el tercer ciclo hasta el sexto ciclo y sus formas de onda en una falla trifásica a 69 KV.

GRÁFICO 18: Simulación de Averías Eléctricas provocadas por el cuerpo humano



La electricidad constituye uno de los riesgos laborales sobre los que la prevención debe ser más decidida, tanto por el número de accidentes con sus consecuencias, como por estar presente en casi todas las actividades laborales.

Diariamente se constata la falta de información y conocimiento del trabajador del sector eléctrico respecto a los equipos de protección individual. Ello se debe, principalmente a que las empresas que prestan los servicios en el sector eléctrico, afina cada vez más la selección del equipo de protección para proteger a sus colaboradores, debido a causas de origen económico, junto a un nivel todavía

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PPTMPT–
EASSA-008

Página: 7
de: 11

preocupante de inconsciencia e imprudencia, respecto al riesgo eléctrico, cuyas consecuencias son, en la mayoría de los casos, fatales.

Los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, dependiendo del voltaje, pero sobre todo de la intensidad de corriente eléctrica que lo atraviesa, estos efectos van desde el paro cardíaco y la asfixia a la fibrilación ventricular y las lesiones permanentes (parálisis), pasando por las quemaduras o la tetanización (contracción muscular), hasta la muerte.

Causas de los riesgos eléctricos.-

Para evitar los riesgos eléctricos es necesario que el trabajador eléctrico ejecute los trabajos con precaución, el accidente eléctrico puede ocurrir por tres causas:

Causa Humana.- Cuando la persona que realiza los trabajos no dispone de la formación y calificación necesaria, dependiendo de ella será considerado trabajador autorizado o no por la empresa donde labora, o además, no se aplica los procedimientos de manera adecuada.

Causa del equipo o instalación.- Cuando los equipos de comprobación no funcionan, las herramientas de trabajo presentan deficiencias o existe errores de montaje.

Causa ambiental.- Por agentes externos, ajenos a las instalaciones eléctricas y a las humanas.

Se resume las causas más importantes para la existencia del riesgo eléctrico:

- Laborar en día lluvioso para evitar resbalones y en tormentas eléctricas por

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PPTMPT–
EASSA-008

Página: 8
de: 11

- descargas atmosféricas.
- Los equipos y herramientas deben estar limpios, sin lodo para prevenir resbalones.
- El personal ayudante debe estar a 2 mts fuera de eje del poste, para prevenir caída de tornillería, herramientas, perfiles y caída del montador.
- Las tareas se realiza generalmente en día claro de 7H00 a 18H00
- La jornada generalmente se lo debe realizar por la ubicación y continuidad en el trabajo, 22 día laborables en el mes o 22 días continuos y 8 de descanso.
- Trabajar sin viento fuerte, Mayor a 40 KM/H.
- No jugar durante el trabajo.
- Trabajar con todos sus capacidades en óptimas condiciones (no trabajar soñolientos, cansados, en estado etílico, golpeados,...)
- Choques,
- Terremotos.

Accidente eléctrico

Los accidentes son producto del no control del riesgo eléctrico y suele producir quemaduras internas y externas, fibrilación ventricular, paro cardiaco, la muerte de la persona afectada, presentando un elevado costo para el trabajador, la familia, la empresa y la sociedad en general.

- Accidentes por arco eléctrico, se produce quemaduras cuando existe la unión accidental de dos puntos con diferente voltaje originando un cortocircuito ejemplo en ajustes de tuercas entre dos partes de diferente voltaje, estas quemaduras afectan cabeza, ojos, tórax y manos por

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PPTMPT–
EASSA-008

Página: 9
de: 11

proyección de partículas incandescentes y radiaciones térmicas desprendidas en el proceso

- Accidentes por choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Una malla de puesta tierra consta de una red de conductores, colocados paralela y perpendicularmente, espaciados de acuerdo a las dimensiones del plano de diseño.

En las esquinas de la malla, los conductores de cobre desnudos calibre superior a 2 AWG se conectan a electrodos de varilla de Cobre de 1,8 m de longitud, clavados verticalmente (sin deteriorar la capa conductora del electrodo) y cubiertos totalmente por la tierra.

Con el fin de mejorar la conductividad de la puesta a tierra se prevé el cambio de suelo arcilloso a un rico en humus.

Para garantizar una buena conductividad de la malla, se usara suelda exotérmica para interconectar el conductor que conforma el enrejado con las varillas.

El valor de la resistencia de puesta a tierra debe ser menor a 5 ohmios para la malla de puesta a tierra y menor a 25 ohmios para la puesta a tierra en cualquier punto de la red de medio voltaje.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PPTMPT-
EASSA-008

Página: 10
de: 11

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizarán equipos de seguridad.

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción.

Materiales

Conductores de cobre desnudos calibre superior a 2 AWG, electrodos de varilla de Cobre de 1,8 m de longitud, solda exotérmica.

Comprobación

Se verifica mediante registro de medición de resistencia. Debe ser menor a 5 ohmios en las mallas de puesta a tierra en tanto que las puestas a tierra de los centros de transformación de distribución deberán estar por debajo de los 25 ohmios.

MEDICIÓN Y PAGO

La malla de puesta a tierra o puesta a tierra se mensurara como un rubro global correspondiente a todo el proyecto en función de Instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos o trifásicos (puesta a tierra adicional).

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para puesta tierra o malla de puesta tierra - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PPTMPT–
EASSA-008

Página: 11
de: 11

CONCEPTOS DE TRABAJO

La instalación de la malla de puesta a tierra se cuantificara y liquidara con el siguiente concepto de trabajo: Instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos o trifásicos (puesta a tierra adicional)

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en este bloque los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos

Riesgos

Que el sistema no tenga las debidas precauciones antes de ser instalada.

Que no sean los trabajos ejecutados debidamente por el personal.

Que no se, manejen los registros de control de procedimientos.

Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

Revisión de procedimientos y uso correcto del EPP.

Realizar la charla Pre jornada y controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta del procedimiento.

Generar informes de control y registro de procedimientos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para energización de la red de medio voltaje y baja voltaje - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PERDT-
EASSA-009

Página: 1
de: 3

1 DEFINICIÓN

Una vez aprobado por parte de la fiscalización de la EEASA la construcción del alimentador de medio voltaje, con sus estructuras completas y de no existir observaciones se procederá a la energización del alimentador.

Se debe coordinar primeramente con 72 horas de anticipación, la fecha y hora a ser interrumpido el servicio eléctrico en la red existente con el Departamento de Operación y Mantenimiento de la EEASA, para a continuación coordinar los trabajos a realizar.

Una vez que se ha realizado los trabajos y se ha reconectado el servicio eléctrico en el alimentador de la EEASA, se procederá a cerrar los seccionadores tanto en la estructura de arranque como en la, de llegada.

Posterior se realizara mediciones de voltaje en los terminales de baja del transformador con el fin de verificar el correcto funcionamiento del mismo, de ser necesario modificar la posición de los taps en los transformadores para garantizar el nivel de voltaje en baja.

ESPECIFICACIONES

Herramientas

Se utilizara herramienta menor, pértigas de conexión, material para conexión, equipo para escalar poste, etc.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para energización de la red de medio voltaje y baja voltaje - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PERDT–
EASSA-009

Página:2
de: 3

Los equipos y herramientas estarán adecuadamente mantenidos y en condiciones de operar sin incurrir a errores que puedan afectar en la calidad construcción.

Materiales

Herramienta menor, pértigas, etc.

Comprobación

Se verifica mediante mediciones en los terminales del transformador y en el tablero de distribución existente.

MEDICIÓN Y PAGO

La medición se realizara en obra y se mensurara como un rubro, global correspondiente, a todo el proyecto.

CONCEPTOS DE TRABAJO

La energización del sistema se cuantificará y liquidará con el siguiente concepto de trabajo: Planilla global del proyecto

RIESGOS Y PLAN DE CONTROL

Se incluyen en esta parte los riesgos asociados con el trabajo descrito por el procedimiento, así como un plan de control de los mismos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento para energización de la red de medio voltaje y baja voltaje - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PERDT–
EASSA-009

Página:3
de: 3

Riesgos

- Que el sistema no tenga las debidas precauciones antes de ser instalada,
- Que los trabajos que el personal ejecuta en los diferentes procesos, tengan líneas o contacto con líneas energizadas.
- Que no sean los trabajos ejecutados debidamente por el personal
- Que no se manejen los registros de control de procedimientos.
- Que los trabajadores no consideren y apliquen las reglas de oro descritas en los procesos de diseño, construcción y operación.

Plan de control

- Revisión de procedimientos y uso correcto del EPP
- Realizar la charla Pre jornada y controles periódicos al personal para verificar la aplicación correcta de los procedimientos
- Generar informes de control y registro de procedimientos.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Reglas de oro para trabajos eléctricos - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

RO-EEASA-010

Página: 1
de: 4

Con el afán de precautelar la vida de las personas, así como también de nuestros colaboradores que tiene contacto con las redes eléctricas, es necesario seguir al pie de la letra las siguientes reglas de oro para trabajos con redes energizadas:

1. Planificar, difundir, y coordinar los trabajos a realizar con el personal involucrado, visualizando todos los riesgos.
2. Realiza cortes visibles de la corriente eléctrica con la autorización de la generadora, distribuidora o transmisora de energía eléctrica, y su personal calificado.
3. Bloqueo y señaliza el corte de la energía eléctrica

GRÁFICO 19: Bloqueo y señaliza el corte de la energía eléctrica



4. Verificar ausencia del voltaje.

GRÁFICO 20: Verificar ausencia del voltaje.



Detector de voltaje

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Reglas de oro para trabajos eléctricos - EEASA

RO-EEASA-010

Página:2
de: 4

Empresa Eléctrica Ambato

5. Instalar puestas a tierra, y cortocircuitar las instalaciones donde se va a trabajar, aislando el sitio de trabajo.

GRÁFICO 21: Instalación a Tierra



6. Respetar las distancias de seguridad establecidas para cada nivel de voltaje, esta zona de proximidad no puede ser franqueada o violentada, de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.
7. Señalizar y delimitar el área de trabajo

GRÁFICO 22: Delimitación del área de trabajo



8. Utilizar el equipo de protección adecuado y homologados (Gafas, casco de protección, cinturón de seguridad, guantes, cuerda de vida, Botiquín de primeros auxilios)

GRÁFICO 23: Postes



1		19/7/2023	EEASA	MB	HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ	APRUEBA



Reglas de oro para trabajos eléctricos - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

RO-EEASA-010

Página:3
de: 4

9. Utilizar rigurosamente los procedimientos específicos de acuerdo al trabajo a realizar, con normas preventivas, para ejecutar trabajos seguros (La mayoría de empresas eléctricas disponen de procedimientos para cada trabajo)

10. Utilizar las herramientas adecuadas y en buen estado (alicates aislados, guantes aislantes, mangas de aislamiento, multímetro comprobador de energía, Grilletes para ajustar cabos, poleas de servicio, que servirán para armar las estructuras que quedaran en el poste, llaves (mixtas varias medidas), raches (mando de media), copas (llaves hexagonales tipo largas y cortas varias medidas), Taquímetro tipo receptáculo para torques de hasta 100 lb-pie, dos equipos de puesta a tierra (para los dos extremos donde trabajaran todos los colaboradores, tecles 2 toneladas en adelante, carros y su grúa en buen estado ranas y mordaza, trepadoras,)

GRÁFICO 24: Postes



11. Para la comunidad en general que manipula los cables que conducen la electricidad en nuestros hogares, solo será necesario desconectar el breaker que se encuentra en el medidor.

12. En caso de accidentes eléctricos, adopta las siguientes medidas:

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Reglas de oro para trabajos eléctricos - EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

RO-EEASA-010

Página:4
de: 4

- Protege al accidentado liberándolo de la instalación eléctrica actuando directamente en la fuente desconectándola o utilizando algún elemento aislante.
- Avisar a los servicios de asistencia especializada para el socorro del mismo si se trata de un accidente grave llamar al 911 y ofrecer la máxima información que te sea requerida,
- Socorrer tratando de dar los primeros auxilios y luego llamando a gente especializada para el tratamiento del compañero

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS-SSA-002

Página: 1
de: 8

1. PROPÓSITO

Para cumplir con los objetivos marcados en el Sistema de Gestión Integrada de la Prevención de Riesgos Laborales, el objeto del presente Procedimiento es:

- ❖ Definir los elementos o Equipos de Protección Personal que son de utilización obligatoria o recomendada para la realización de determinadas tareas en condiciones de seguridad, en la EEASA
- ❖ Establecer el procedimiento para verificar el grado de utilización de los mismos.
- ❖ Establecer los criterios de control de los registros según la norma OHSAS¹ 18001, para prevenir actos y condiciones inseguras que puedan derivar en la ocurrencia de incidentes de trabajo en la empresa EEASA.

2. ALCANCE

Todo el personal que esté afectado por un riesgo que no haya podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos o procedimientos de organización del trabajo

También se aplicará el Procedimiento a las visitas y alumnos cuando se puedan ver afectadas por las mismas circunstancias.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

¹Siglas en Inglés (Occupational Health And Safety Assessment Series)
Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS-SSA-002

Página: 2 de: 8

Este procedimiento corresponde al control de registros generados en el sistema de seguridad, salud y ambiente de EEASA.

3. DEFINICIONES

Equipo De Protección Personal: cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. (Art. 2 del RD 773/1997)

4. PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN

4.1 Definición de la obligatoriedad de los equipos de protección individual (EPI)

El Administrador o el responsable de departamento elaborarán periódicamente listados con tareas que impliquen la utilización obligatoria de equipos de protección individual, asesorado siempre que lo considere necesario por el departamento de Seguridad Industrial EEASA y marcara en rótulos adecuados la utilización del EPI (Anexo "A")

Serán de uso obligatorio los elementos o Equipos de Protección Personal que los análisis de ocupaciones, tareas o zonas de trabajo definan como necesarios para evitar o reducir los posibles daños a los trabajadores.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS-SSA-002

Página: 3 de: 8

Se entiende de uso obligatorio no sólo para los trabajadores sino para cualquier persona que se encuentre en zonas donde sea preceptivo el uso de Equipos.

La decisión de uso obligatorio de elementos de protección personal se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Para cada tipo de protección se tendrán en cuenta además los riesgos debidos al equipo (Incomodidad y molestias al trabajar debidas al peso, volumen, adaptación, etc...., Accidentes y peligros para la salud posibles, alteración de la función protectora debido al envejecimiento), y los riesgos debidos a su utilización (Eficacia protectora insuficiente por mala elección del equipo, por mala utilización, suciedad, desgaste o deterioro del equipo).

Los elementos de protección individual deberán ser certificados, de acuerdo a la legislación vigente, siendo responsabilidad del Coordinador de Seguridad y de Compras, su control en la adquisición de los mismos.

Se informará adecuadamente al personal afectado. Estos criterios serán ampliables o modificables en virtud de las nuevas reglamentaciones que vayan apareciendo.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS - SSA -
002

Página: 4
de: 8

4.2 Entrega y recepción de los equipos de protección individual

El Director del Departamento informará adecuadamente al personal de los riesgos contra los que protege el EPI. Estos criterios serán modificables en virtud de las nuevas reglamentaciones que vayan apareciendo.

Formará a los afectados sobre su utilización correcta, mantenimiento, conservación, etc.

Todos los equipos de Protección Individual serán proporcionados por la EEASA. a todos los empleados. Cuando el empleado tenga que sustituir alguno de los elementos de protección bien por deterioro o por cambio de actividad, lo comunicará al Responsable del Servicio o Departamento, quien le suministrará uno nuevo, llevando un control del uso y consumo de los mismos en la bodega de despacho de la EEASA.

En caso de que una persona sea de nueva incorporación o transferida a otro puesto, el responsable le asignará los equipos de protección necesarios junto con la información/formación necesaria.

4.3 Catálogo de equipos de protección individual

El Coordinador de Seguridad, en colaboración del Responsable de Departamento, confeccionará un catálogo de los equipos de protección que se utilice, de forma que en un documento aparezcan recogidas sus características, prestaciones, condiciones de uso óptimo, prohibiciones de uso, número de

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS - SSA -
002

Página: 5
de: 8

homologación si procede, dibujo o fotografía del elemento suministrado, etc.

Se dará preferencia a las normas:

Botas de seguridad: ASTM 2413

Casco de seguridad: ANSI Z 89.1

Mascarilla de seguridad: NIOSH de acuerdo al contaminante

En caso del EPI especial solicitar información al proveedor.

4.4 Comprobación del estado de los equipos de protección individual.

Es responsabilidad del empleado realizar un uso correcto del equipo de protección individual, mantenerlo siempre en correcto estado y solicitar su sustitución cuando se produzca un deterioro.

Es responsabilidad del Responsable de Departamento suministrar al personal las instrucciones sobre la utilización correcta y el mantenimiento del equipo de protección individual que lo requiera.

Periódicamente el Responsable de Departamento hará una revisión del estado de los equipos de protección individual que esté utilizando su personal. En caso de detectar alguno que no reúne condiciones óptimas, se procederá a sustituirlo como indica en el apartado 4.2.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

4.5 Comprobación del grado de utilización de los equipos de protección individual

Independientemente de que el responsable de cada área vele diariamente por que se cumpla con la obligatoriedad de uso de los elementos de protección individual establecidos, los Responsables de Departamento evaluarán mediante observación en su área de responsabilidad, el porcentaje de utilización de los mismos, con el propósito de determinar si:

1. Todas las personas afectadas llevan el equipo de protección individual establecido.
2. Se lleva el equipo cuando se espera que se lleve.
3. Se lleva el equipo como se espera que se lleve.

A la vista de los resultados de cumplimiento, el Responsable de Departamento tomará las acciones que estime oportunas. Este enviará una copia al Coordinador de Seguridad para que obtenga el porcentaje global de utilización de todos los Equipos de Protección utilizados. A la vista de los resultados obtenidos éste estudiará los orígenes del incumplimiento y propondrá las acciones correctoras necesarias para aumentar el grado de utilización.

Dentro del Programa Anual de Prevención se establecerá la periodicidad con que ha de comprobarse el grado de utilización del equipo de Protección individual.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento de uso Equipo de protección personal en Construcción de redes de medio voltaje EEASA

Empresa Eléctrica Ambato

PUEPPS-SSA-002

Página: 7 de: 8

4.6 Incumplimiento del uso con los equipos de protección individual

El Responsable de Área, enviará a la persona a hablar con el Coordinador de seguridad, quien intentará mentalizarle sobre la necesidad de su uso para preservarle de accidentes. Para ello utilizarán información sobre los riesgos y análisis de puestos, datos de accidentalidad, etc. (Referirse al mapa de riesgos y a los datos de accidentabilidad de la EEASA)

Si el Coordinador lo considera conveniente se realizará una entrevista entre la persona y Responsable de Departamento con el mismo fin de la entrevista anterior.

Si la persona en cuestión aduce problemas físicos de algún tipo, que le imposibilite al uso de los mismos el Servicio Médico estudiará el caso y propondrá soluciones

4.7 Equipos de protección individual para el personal contratado

El Administrador informará al personal que realice trabajos de los Equipos de Protección Individual requeridos en los locales donde vayan a trabajar. Asimismo se asegurará de que disponen de los EPI'S necesarios para el tipo de trabajo o el local en el que van a desarrollar su labor.

Los EPI'S derivados de su propia labor serán aportados por la empresa contratada.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

4.8 Sanciones

El incumplimiento del presente procedimiento involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de la EEASA.

5. Anexo “A”

GRÁFICO 26: Gafas de seguridad



GRÁFICO 25: Casco de seguridad



GRÁFICO 28: Botas de caucho




GRÁFICO 27: Respirador con filtro



GRÁFICO 29: Guantes de seguridad



		19/7/2023	EEASA	MB		HN
1	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato</p>	PTM-SSA-001	Página: 1 de: 4
--	--	-------------	--------------------

1. Objeto

Establecer un procedimiento para el traslado de máquinas y equipo.

2. Alcance

En todas las tareas en se trasladen máquinas y equipo con camioneta.

3. Responsabilidades

3.1. Del Conductor de camioneta y ayudante

Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con la información y normas contenidas en el mismo.


3.2. Del Encargado de grupo.

Asegurar el cumplimiento de este procedimiento e instruir al personal a su cargo.

3.3. De EEASA

Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato</p>	PTM-SSA-001	Página: 2 de: 4
--	--	-------------	--------------------

4. Procedimiento

4.1. Previo al inicio de los trabajos efectuar revisión general del vehículo: luces de circulación, frenos, sistema hidráulico, dirección, vencimiento de verificación técnica.

Elaborar diariamente el AST

4.2. Verificar e inspeccionar el equipo semanalmente, revisión con el color del mes que sugiere el jefe de Seguridad de la EEASA.

4.3. Durante la operación de carga y descarga de las máquinas el conductor debe apagar el vehículo, activar freno de mano y poner en marcha; el ayudante deberá asegurar el vehículo antes de comenzar la descarga.


4.4. Cuando se ingrese en los galpones de áreas en operación, encender luces, teniendo suma precaución con el movimiento de cargas suspendidas, trenes, vehículos y peatones, considerar la elaboración del análisis de riesgo, y la habilitación diaria.

4.5. Solicitar autorización a la supervisión del sector, antes de comenzar a ubicar las máquinas, en especial si son áreas restringidas. Respetando todas las indicaciones del sector.

4.6. Verificar solidez del piso donde colocarán la maquinaria y equipo de acuerdo al peso, y en caso de sobrepasar los 50 Kg la descarga deberá realizarse con medios mecánicos.

4.7. Durante el transporte, tanto el conductor como el acompañante, deberán utilizar el cinturón de seguridad del vehículo, respetando, en todo momento, las señales de tránsito existentes en la planta / obra.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PTM-SSA-001	Página: 3 de: 4
---	---	-------------	--------------------

5. Análisis de riesgo

- 5.1. Riesgos particulares de cada área de operación.
- 5.2. Circulación dentro y cerca de áreas en producción y servicios.
- 5.3. Interferencias con líneas ferroviarias y vehiculares.
- 5.4. Cargas suspendidas.
- 5.5. Interferencias con sendas peatonales.
- 5.6. Rotura de eslingas, grilletes, sogas, aparejo.
- 5.7. Ruido
- 5.8. Caída de elementos, atrapamiento, golpes.
- 5.9. Colisión
- 5.10. Riesgo de electrocución.
- 5.11. Esfuerzos musculares.

6. Medidas preventivas

- 6.1. Tomar conocimiento del contenido del permiso / ordenativo de trabajo, considerar la solicitud de la habilitación diaria y la elaboración del análisis seguro de trabajo (A.S.T.).
- 6.2. Utilización de elementos de protección personal.
- 6.3. Respetar y seguir todas las instrucciones del área/ sector donde se depositen las máquinas.
- 6.4. Revisión de los equipos a utilizar y capacitación para la operación.
- 6.5. Respetar las normas de tránsito internas de la planta.
- 6.6. Señalización. (Del área comprometida, de la pluma del equipo, etc.)
- 6.7. Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.

7. Elementos de Protección Personal

- 7.1. Casco de seguridad con barbijo.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Traslado de máquinas, equipos y herramientas en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PTM-SSA-001	Página: 4 de: 4
---	---	-------------	--------------------

- 7.2. Protección ocular.
- 7.3. Protección Auditiva.
- 7.4. Guantes de cuero (uso eventual).
- 7.5. Calzado de seguridad.
- 7.6. Cinturón de seguridad en el vehículo

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento Señalización de la Obra
Señalización en Construcción de redes de medio voltaje
EEASA
Empresa Eléctrica Ambato

PS-SSA-001

Página: 1
de: 5

1.- Objeto

Normalizar la señalización de la obra con el objeto de Informar, Educar, Persuadir y Prevenir accidentes/incidentes de trabajo.

2.- Alcance

Instalaciones propias tales como: Obradores, Oficinas, Comedores, Vestuarios, etc.

Todas las tareas que se realicen en las obras de Montaje de Torres auto-soportadas de sub-transmisión de líneas eléctricas. Definir tamaño de rótulos.

3.- Tipos y elementos de señalización

3.1. Carteles de chapa, atornillados/soldados, PVC, espumado, alto impacto

3.2. Carteles autoadhesivos

3.3. Calcos de identificación, autorización, habilitación adosados al casco.

3.4. Balizas destelladoras y fijas. (Áreas de trabajo y señalización de plumas en grúas)

3.5. Cintas plásticas con rayas a 45 grados roja y blanca, indicadoras de peligro.

3.6. Conos reflectivos encauzadores.

3.7. Vallas.

3.8. Alarmas acústicas y sonoras en equipos pesados.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p>	<p>PS-SSA-001</p>	<p>Página: 2 de: 5</p>
---	--	-------------------	----------------------------

3.9. Megáfonos.

3.10. Carteleras.

4. Clasificación según su contenido

4.1. Señalización Institucional

Comprenderá la señalización de almacenes, pañoles, estacionamientos, servicio médico, áreas destinadas a accesos, etc.


4.2. Señalización preventiva y de Riesgo

Indicarán trabajos en altura, demoliciones por cargas explosivas, áreas restringidas, cargas suspendidas, equipos operando, equipos e instalaciones energizadas, pasarelas cortadas, etc.

4.3. Señalización para lograr cambios de hábitos y obtener actitudes seguras.

Estarán orientados a mantener permanentemente vigente los mensajes preventivos y de concientización para el personal. Ej.: utilización de elementos de protección personal, mantenimiento del orden y la limpieza, política de seguridad, objetivos alcanzados, política vial, política ambiental.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	PS-SSA-001	Página: 3 de: 5
---	---	------------	--------------------

4.4. Señalización de elementos para emergencias

Indicarán la ubicación de extinguidores de incendios, camillas para traslado de accidentes, etc.

4.5. Divulgación de actividades relevantes


Indicarán las actividades relevantes a desarrollar diariamente. Ej.: voladuras, maniobras especiales, prueba de equipos, etc.

5. Leyendas y dimensiones de carteles.

CUADRO 23: Carteles de prohibición y peligro

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
PELIGRO, CARGAS SUSPENDIDAS		540x740 mm
PELIGRO, PASARELA CORTADA	BANDA SUPERIOR NEGRA	..
PELIGRO, CARGAS EXPLOSIVAS	ÓVALO ROJO EN SU INTERIOR	..
PELIGRO, INFLAMABLES	CON LA LEYENDA "PELIGRO" O	..
PELIGRO, EQUIPO ENERGIZADO	PROHIBIDO EN LETRAS BLANCAS	..
PELIGRO, DEMOLICIÓN CON CARGAS EXPLOSIVAS		..
PELIGRO, NO FUMAR	FONDO DEL CARTEL BLANCO,	1000x600 mm
PELIGRO, TABLERO CON TENSIÓN	LEYENDA EN LETRAS NEGRAS.	290x215 mm
PROHIBIDO, ESTACIONAR		540x740 mm
PELIGRO, EQUIPO EN PRUEBA		..
PELIGRO, ÁREA RESTRINGIDA		..
PELIGRO, RADIACIONES IONIZANTES	TRÉBOL COLOR VIOLETA	..
PELIGRO, TRABAJOS EN ALTURA		..

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	PS-SSA-001	Página: 4 de: 5
---	---	------------	--------------------

CUADRO 24: Carteles de atención y precaución

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
ATENCIÓN, PERSONAL TRABAJANDO EN ALTURA.	BANDA SUPERIOR NEGRA, CON LA LEYENDA PRECAUCIÓN Ó ATENCIÓN EN LETRA AMARILLA	540x740mm
ATENCIÓN, GRÚA PLUMA OPERANDO.	FONDO DEL CARTEL AMARILLO CON LETRAS NEGRAS.	1.000x600mm
PRECAUCIÓN, CIRCULE A PASO DE HOMBRE, EQUIPOS OPERANDO.		1.000x800mm
ATENCIÓN ENTRADA Y SALIDA DE EQUIPOS Y PERSONAL.		1.000x800mm

CUADRO 25: Carteles Institucionales

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
DUCHAS - SANITARIOS	FONDO BLANCO LETRAS AZULES	540X740mm
REFRIGERIOS
SUPERINTENDENCIA ELECTROMECAÁNICA
SISTEMAS
PAÑOL HERRAMIENTAS
SERVICIO MÉDICO	FONDO VERDE LETRAS BLANCAS	1.200x800mm
DEPÓSITO DE GASES COMPRIMIDOS	FONDO BLANCO LETRAS AZULES	540x 740mm
RESERVADO AMBULANCIA	FONDO VERDE LETRAS BLANCAS	..
ELEMENTO PARA EMERGENCIAS	FONDO BLANCO LETRAS ROJAS	..

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Señalización de la Obra Señalización en Construcción de redes de medio voltaje EEASA	PS-SSA-001	Página: 5 de: 5
---	---	------------	--------------------

CUADRO 26: Carteles de Concientización

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
MANTENGAMOS EL ORDEN Y LA LIMPIEZA	FONDO DEL CARTEL AZUL CON LETRAS BLANCAS	540x740mm
MANTENGAMOS EL ORDEN Y LA LIMPIEZA		1.200x740mm
MANTENGAMOS LAS ÁREAS DE CIRCULACIÓN LIBRE DE OBSTÁCULOS		
UTILICEMOS PERMANENTEMENTE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL		1.200x800mm
ASUMAMOS ACTITUDES SEGURAS EN TODAS CIRCUNSTANCIAS		

CUADRO 27: Adhesivos de Concientización

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
IDENTIFICACIÓN GRUPOS VOLUNTARIOS DE SEGURIDAD	A DEFINIR POR CADA GRUPO	Ø 70 mm
USO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO / EQUIPO	BANDA SUPERIOR CELESTE CON LEYENDA "AVISO" EN LETRAS BLANCAS FONDO DEL ADHESIVO BLANCO CON LETRAS NEGRAS	100 x 80 mm
VELOCIDADES MÁXIMAS EN VEHÍCULOS / EQUIPOS	FONDO BLANCO LETRAS NEGRAS OVALO ROJO	110 x 80 mm
USO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO "CONDICIÓN DE EMPLEO"	LETRAS NEGRAS	160 x 100 mm

1						
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	MB		HN
				ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento Revisión Vehículos
Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos
en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
Montaje Electro -mecánico
Empresa Eléctrica Ambato

PRV-SSA-001

Página:
161
de:6

1. Objeto

Garantizar que a todos los vehículos y equipos que se incorporen a la Prestación, se les realice una revisión técnica inicial y los controles periódicos que aseguren su buen funcionamiento técnico operativo.

2. Alcance

A todos los vehículos y equipos propios de la EEASA y los que utilicen las empresas contratistas.

3. Revisión inicial y periódica

Todos los equipos y vehículos deberán ser sometidos a una revisión técnica inicial, antes de comenzar con las tareas dentro de la Prestación, que posibilite su aprobación para los trabajos a los que estará afectado.

Posteriormente, se revisará nuevamente, a efectos de garantizar las óptimas condiciones operativas y de seguridad que dieron origen a su incorporación a la obra, de acuerdo al siguiente período:

Camiones, camionetas, autos, etc: Trimestralmente

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento Revisión Vehículos Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Montaje Electro -mecánico Empresa Eléctrica Ambato</p>	PRV-SSA-001	Página: 162 de: 6
---	---	-------------	-------------------------

4. Responsabilidades

4.1. De Servicios Generales

Controlar y administrar lo siguiente:

Toda la documentación referida al equipo/vehículo de acuerdo a las normas establecidas. Ej.: seguros, verificación técnica vehicular, etc.

Solicitar al taller de mantenimiento la revisión inicial de todo equipo o vehículo que pretenda ser incorporado a la Prestación.

Entregar las credenciales habilitantes de ingreso de vehículos a obra.

4.2. Del taller de mantenimiento

Revisar técnica y operativamente todos los equipos y vehículos.


Controlar el cumplimiento de las vigencias establecidas en las revisiones iniciales y periódicas, respondiendo al check list Anexo “C”

4.3. De la Administración

Controlar la documentación habilitante referida al conductor u operador del Contratista Ej. Licencia de conducir, tipo de licencia y vigencia de la misma.

Tramitar antes de iniciar tarea la credencial de ingreso de los operadores o conductores contratados.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	Procedimiento Revisión Vehículos Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato	PRV-SSA-001	Página: 163 de: 202
---	---	-------------	---------------------------

4.4. De los conductores y operadores

Solicitar al taller de mantenimiento la revisión periódica de acuerdo a lo indicado en su credencial habilitante.

Efectuar el parte diario chequeando todos los puntos consignados en el mismo.

4.4. De los sectores operativos - Supervisores

Asegurar el cumplimiento del presente procedimiento, efectuando los controles correspondientes con los equipos y vehículos propios/contratados, afectados bajo su responsabilidad.

4.5. De EEASA.

Auditar el cumplimiento del presente procedimiento e informar el resultado de las mismas a la Dirección de obra o al Superintendente según corresponda.

5. Procedimientos generales

5.1. Ante la necesidad de incorporar un vehículo/equipo a la obra, deberá gestionarse su ingreso a través de Servicios Generales.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento Revisión Vehículos
 Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos
 en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
 Montaje Electro -mecánico
 Empresa Eléctrica Ambato

PRV-SSA-001

Página: 4
de:6

5.2. Verificada toda la documentación se solicitará la revisión inicial en el taller de mantenimiento.

5.3. El taller de mantenimiento efectuará los controles técnico operativo y elaborará la planilla específicamente diseñada, consignando en la misma la habilitación o no del equipo revisado.

Incorporará a su archivo la documentación elaborada efectuando el seguimiento de los próximos controles.

Informará a Servicios Generales el resultado de la revisión y al solicitante del equipo/vehículo

5.4. Servicios Generales entregará la credencial de ingreso consignando en ella los datos del vehículo/equipo, personal autorizado a operarlo y la fecha del próximo control.

5.5. Si el equipo/vehículo no reuniera las condiciones requeridas para la tarea se informará al sector operativo solicitante a efectos de coordinar las acciones inmediatas a seguir.

5.6. Diariamente y antes del comienzo de las actividades, los conductores y operadores deberán elaborar el parte diario de sus equipos siguiendo las pautas establecidas en el formulario específicamente diseñado

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



Procedimiento Revisión Vehículos
 Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos
 en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
 Empresa Eléctrica Ambato

PRV-SSA-001

Página: 5
de: 202

Elaborado el parte se entregará el original al taller de mantenimiento quedando en poder del operador la copia del mismo

6. Anexos “C”.

Planillas de revisión con el check – list.

Parte diario de equipos.

Credencial habilitante

CUADRO 28: EQUIPOS GRUPO ‘A’(AUTOS/CAMIONES/CAMIONETAS)

EQUIPO:		OPERADOR:		LICENCIA N°:			
N° INVENTARIO	PROCEDENCIA	MATRICULA:		CATEGORÍA:			
TERMINOLOGÍA A UTILIZAR							
OK	CO	FA	VE	RE	LI	CA	NC
NORMAL	CORREGIR	FALTANTE	VERIFICAR	REPARAR	LIMPIAR	CAMBIAR	NO CORRESP.
ESTA PLANILLA DEBE COMPLETARSE POR EL RESPONSABLE DEL EQUIPO A INSPECCIONAR							
A - SISTEMA ELÉCTRICO			VISUAL	OPERAC	RESULTADO	OBSERVACIONES	
FAROS DELANTEROS							
LUCES POSICIÓN DELANTERA							
LUCES GIRO DELANTERA							
LUCES POSICIÓN TRASERA							
LUCES GIRO TRASERA							
LUCES STOP							
LUCES RETROCESO							




Procedimiento Revisión Vehículos
 Revisión Inicial y Periódica de equipos y vehículos
 en Construcción de redes de medio voltaje EEASA
 Empresa Eléctrica Ambato

PRV-SSA-001

Página: 5
de: 202

LUCES DE PARQUEO				
BOCINAS / ALARMA ACÚSTICA DE RETROCESO				
INSTRUMENTAL				
LIMPIAPARABRISAS				
DESEMPAÑADOR				
CALEFACCIÓN				
OTROS				
B - CAB./ CHAPERÍA / PROTEC.	VISUAL	OPERAC	RESULTADO	OBSERVACIONES
PANEL DE INSTRUMENTOS				
PUERTAS Y ASIENTOS				
MANIJAS/TRABAS/ALZA VIDRIOS				
ESPEJOS RETROVISORES				
CINTURONES DE SEGURIDAD				
VIDRIO PARABRISAS				
VIDRIO TRASERO				
VENTILETES				
ESCOBILLAS/LIMPIAPARABRISAS				
LAVAPARABRISAS				
PARASOLES				
PASAMANOS				
ESTRIBOS				
APOYACABEZAS				
OTROS				

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p align="center">Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p>	<p>PIA-SSA-001</p>	<p>Página: 1 de: 4</p>
--	--	--------------------	----------------------------

1. Objeto

Establecer el alcance, responsabilidades y metodología para llevar a cabo la Inspección Técnica de Aparejos manuales a cadena, a palanca y cable pasante, (denominados en adelante Aparejos Manuales.

La Inspección Técnica de los Aparejos Manuales tiene por objeto evaluar el estado general de los mismos, garantizando condiciones de operatividad y seguridad.

2. Alcance

Es de aplicación a todo tipo de Aparejos Manuales a utilizar durante el desarrollo de los trabajos de la prestación.

3. Responsabilidades


3.1 De la Fiscalización.

Designar un inspector para llevar a cabo las revisiones, otorgándole los medios necesarios para desarrollar la actividad.

3.2 Del Inspector

Efectuar los controles periódicos a los aparejos manuales y de corresponder, el **mantenimiento o reparaciones necesarias.**

0		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p align="center">Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales en Construcción de redes de mediano voltaje EEASA</p>	<p>PIA-SSA-001</p>	<p>Página: 2 de: 4</p>
--	--	--------------------	----------------------------

Documentar la actividad de revisión, consignando las tareas de mantenimiento o eventuales reparaciones realizadas.

Entregar al Almacén Central, todo aparejo manual que no admita reparación.

Rotulará los aparejos manuales inspeccionados.

3.3 De los Niveles de Mando Medio Operativos.

Programar y coordinar con el Inspector, sobre la metodología a implementar para efectivizar las inspecciones periódicas.

Informar a todo el personal a su cargo, utilizando como herramienta las charlas diarias de seguridad, sobre el rótulo de identificación correspondiente al mes, que certificará la inspección y habilitará el uso de dichos equipos.

3.4 Del Jefe de grupo

Programar y coordinar con el Inspector, la metodología para llevar a cabo la Inspección periódica.


Recepcionar los aparejos manuales que no se encuentren operables, a fin de dar baja al elemento y derivar al Taller de Mantenimiento los mismos, para su reparación en obra o a terceros.

3.5 Del Taller de Mantenimiento y Jefe de Sección.

Dar de baja o gestionar la reparación por terceros (fabricante o representante autorizado) de los aparejos que no admitan reparación en obra.

3.6 De EEASA.

0		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p align="center">Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p>	<p>PIA-SSA-001</p>	<p>Página: 3 de: 4</p>
--	--	--------------------	----------------------------

Verificar el cumplimiento de este procedimiento de trabajo.

4. Procedimientos generales

4.1. Todos los aparejos manuales deberán ser inspeccionados periódicamente, tomándose al menos 3 controles puntuales durante el año: previo inicio de parada anual, posterior a la finalización de parada anual y en el mes de julio. Referir norma NTP 809

4.2. La revisión mensual a cargo de los pañoles y almacén implicará controlar el estado de los siguientes elementos del aparejo manual: ganchos, seguros del gancho, eslabones, carcazas, cable de acero, etc. Finalizada la revisión se colocará la etiqueta del mes en curso.

4.3. La inspección de todo aparejo manual que no pueda ser revisado en el lapso indicado en el **punto 4.2** por encontrarse en uso, por ejemplo sometido a carga, será normalizada posterior a dicha prestación.

4.4. Todo aparejo manual que no posea el rótulo o identificación correspondiente, contemplando los rotulados del mes anterior durante los primeros días del mes, no deberá ser utilizado en obra hasta tanto no se normalice la revisión. Se exceptúa en este caso lo contemplado en el **punto 4.3**

4.5. La Inspección del aparejo, implicará la ejecución de una prueba de carga dinámica, cuyo valor será igual a la de su capacidad nominal más un 10 %.

0		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

4.6. Cada aparejo deberá poseer un número o código de identificación, a los efectos de poder documentar individualmente las inspecciones realizadas (mantenimiento, reparaciones, etc.)


4.7. Realizado el control, se rotulará el aparejo con el calco que se muestra en el Anexo “B”. Seguidamente se completará la información resultante de la inspección en la planilla que se muestra en el mismo ANEXO “D”.

ANEXO “D”

CUADRO 29: Planilla “inspección periódica de aparejos manuales”

INSPECCIÓN PERIÓDICA DE APAREJOS MANUALES						
OBRA C						
TIPO DE APAREJO	N° DE IDENTIF.	CARGA MÁXIMA	FECHA DE INSPECCIÓN	OPERABLE SI NO	REPARACIÓN O MANTENIMIENTO EFECTUADO	
INSPECCIONO:				FIRMA:	SUPERVISOR: FIRMA:	

0						
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	MB	ELABORÓ	HN APRUEBA


	<p align="center">Procedimiento Inspección Técnica de Aparejos Manuales en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p>	PIA-SSA-001	Página: 5
---	--	-------------	-----------

ANEXO “B”

CUADRO 30: Calcomanía “inspección de aparejos manuales”

APAREJO	
CAPACIDAD	
INSPECCIONÓ	
FECHA	

0		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p align="center">Procedimiento Uso Análisis de Sitio de Trabajo AST</p> <p align="center">en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p align="center">Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p align="center">PAST-SSA-001</p>	<p align="center">Página: 1 de: 5</p>
---	--	------------------------------------	---

1.- Objeto

Diseñar un procedimiento para realizar el análisis del sitio de trabajo o AST.

2.- Alcance

Instalaciones propias tales como: Obradores, Oficinas, Comedores, Vestuarios, etc.


Todas las tareas que se realicen en las obras de construcción de redes de medio voltaje de la EEASA. Definir tamaño de rótulos.

SELECCIÓN DEL TRABAJO

3.- Instrucciones Previas:

- Seleccionar cualquier trabajo o actividad que represente un riesgo actual o potencial y/o donde las actividades hayan cambiado lo suficiente para que se deban tomar nuevas medidas ante la existencia de riesgos posibles.
- Este es el momento para seleccionar el equipo de trabajo. La mayoría de los equipos están compuestos por un supervisor y de dos a seis trabajadores. Este equipo completa el análisis de seguridad en el trabajo (AST).

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

 <p>EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.</p>	<p>Procedimiento Uso Análisis de Sitio de Trabajo AST en Construcción de redes de medio voltaje EEASA Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>PAST-SSA- 001</p>	<p>Página: 2 de: 5</p>
--	---	--------------------------	----------------------------

4.- Descripción de la tarea

Nota: El Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST) requiere:

- a) El trabajador debe estar informado de la existencia de riesgos reales y potenciales.
- b) El trabajador deberá tener claro cuál es su responsabilidad en el control de estos riesgos (uso de elementos de protección personal, seguimiento de procedimientos, etc.).


5.- Identificar los pasos más importantes de la tarea a realizar.

Nota: Esta actividad la realiza el supervisor / capataz uno o dos días antes del comienzo del trabajo en la etapa de planificación de la tarea.

Instrucciones:

- Debe tener la realización del trabajo una secuencia lógica.
- La tarea de debe detallar lo más claro y práctico posible.
- No incluir en este momento los riesgos asociados a las medidas de control.
- Describir brevemente lo que se va a realizar en cada paso.
- Iniciar la descripción escrita de cada paso definiendo las actividades de manera secuencial.

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p align="center">Procedimiento Uso Análisis de Sitio de Trabajo AST</p> <p align="center">en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p align="center">Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p align="center">PAST-SSA-001</p>	<p align="center">Página: 3 de: 5</p>
---	--	------------------------------------	---

- Si una actividad se repite, debe ser descrita y enumerada para mantener la secuencia del trabajo.
- Revisar el análisis en un consenso general.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.- Identificación (Instrucciones):

- Identificar los riesgos asociados a cada paso.

Nota:

La identificación de los riesgos se realiza haciendo preguntas tales como:

- a) Existe el riesgo de ser golpeado por un objeto o chocar con un objeto.
- b) Puede alguien ser atrapado con y/o entre algún objeto.
- c) Existe el riesgo de una descarga eléctrica.
- d) Existe el riesgo de un tropiezo, caída, golpes etc.
- e) Hay la posibilidad de quemaduras
- f) Puede haber la posibilidad de un atropellamiento
- g) Posibilidad de contaminación de cuerpos de agua
- h) Puede haber contaminación por basura dejada en la actividad
- i) Hay riesgo por tareas críticas como: caídas de alturas, o ambiente austero.

Se pedirá comentario de Supervisor de Seguridad y Salud a cargo

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p align="center">Procedimiento Uso Análisis de Sitio de Trabajo AST</p> <p align="center">en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p align="center">Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p align="center">PAST-SSA-001</p>	<p align="center">Página: 4 de: 5</p>
---	--	------------------------------------	---

5.- Medidas de control y mitigación de riesgos


Instrucciones:

- Identificar y describir las acciones necesarias (medidas de control) para eliminar o minimizar los riesgos previamente definidos.
- Estas acciones incluyen la selección de elementos de protección personal, procedimientos de trabajo, permisos, equipos, maquinarias, etc.

Medidas de Control:

- a) Reconocimiento del área de trabajo
- b) Cuales elementos de protección personal específico deben usarse.
- c) Estado del EPP.
- d) Indicar los equipos y herramientas específicos que deben usarse.
- e) Inspeccionar el funcionamiento de los equipos y herramientas.
- f) Recopilar y analizar los procedimientos de trabajo aplicables.
- g) Identificar el personal calificado para efectuar el trabajo.
- h) Si es necesario, asignar personal de “vigilancia o seguridad”.
- i) Indicar los métodos de control de mitigación de los impactos ambientales posible
- j) Qué sistema de comunicación, se requiere en su actividad
- k) Verificar si es necesario, obtener los permisos de trabajo requeridos (permiso de trabajo en caliente, en frío, en espacios confinados, en altura etc.).
- l) Como evacuar o que hacer en caso de posibles asaltos, secuestros

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p>Procedimiento Uso Análisis de Sitio de Trabajo AST</p> <p>en Construcción de redes de medio voltaje EEASA</p> <p>Empresa Eléctrica Ambato</p>	<p>PAST-SSA-001</p>	<p>Página: 5 de: 5</p>
---	---	---------------------	----------------------------

m) Qué tipo de protección y precauciones tomar para evitar contaminación con material radioactivo etc.

n) Llenar el AST (ver anexo “E”)

ANEXO “E”

CUADRO 31: FORMATO AST

	<p>ANALIS DE RIESGOS EN EL TRABAJO</p> <p>AST</p>				<p>Fecha:</p> <p>Locación:</p> <p>Lugar:</p>
ACTIVIDAD	RIEGOS ASOCIADOS	CONTROL DE RIESGOS	HERRAMIENTAS Y/O EQUIPO	TIPO DE E.P.P.	OBSERVACIONES
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	
Realizado por:			Revisado por:		

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA



**Procedimiento de Implantación del Sistema de
Intervención para disminuir los accidentes
eléctricos de la EEASA**

Empresa Eléctrica Ambato

PI-SSA-001

**Página: 1
de: 2**

1. INTRODUCCIÓN

Este Procedimiento de Implantación define los tiempos, responsabilidades y actividades a cumplir para prevenir un accidente eléctrico en la construcción de redes de medio voltaje de la EEASA causada por la interacción de: actos y condiciones inseguras en su ejecución.

2. OBJETIVO

Conocer las actividades y tiempos de ejecución de los designados así como los responsables de su ejecución en este documento.

Este Procedimiento de **IMPLANTACIÓN** de medidas preventivas ante emergencias ocasionadas por la construcción de redes de medio voltaje en la EEASA será revisado y actualizado cuando se requieran cambios organizacionales relacionados con el trabajo principal bajo la responsabilidad del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional.

Tabla 1

PROGRAMA DE IMPLANTACION

ACTIVIDAD	Fecha	Hasta	Responsable
Socialización del Sistema de Intervención	03/01/2013	06/01/2013	UNIDAD DE SSO
Capacitación Jefaturas	28/03/2013	28/04/2013	UNIDAD DE SSO
Capacitación personal Operativo	03/07/2013	03/08/2013	UNIDAD DE SSO
Implantación de campo y control de incidentes y accidentes	12/08/2013	12/09/2013	PERSONAL OPERATIVO
Revisión por la Dirección	01/11/2013	01/11/2013	PERSONAL OPERATIVO

1		19/7/2023	EEASA	MB		HN
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA		ELABORÓ		APRUEBA

	<p align="center">Procedimiento Para la Implantación del Sistema de Intervención para disminuir los accidentes eléctricos de la EEASA</p> <p align="center">Empresa Eléctrica Ambato</p>	PI-SSA-001	Página: 2 de: 2
---	---	------------	--------------------

3.1 PROGRAMA DE INFORMACION EN CARTELERA

Tabla 2

PROGRAMA DE INFORMACION EN CARTELERA

Actividad	Fecha	Hasta	Responsable
Colocación de informativos en bodegas	03/04/2013	03/04/2013	UNIDAD DE SSO
Colocación de informativos en edificio central	04/04/2013	04/04/2013	UNIDAD DE SSO

3.2 PROGRAMA DE CAPACITACION

Tabla 3

PROGRAMA DE CAPACITACION

ACTIVIDAD	Fecha	Responsable
Capacitación a JEFATURAS	03/03-04/2013	UNIDAD DE SSO
Capacitación a todo el personal en Riesgo Eléctricos	11/04/2013	UNIDAD DE SSO/EXTERNOS

Además se coordinará con el cuerpo de bomberos para desarrollar un simulacro de incendio anual.

1						
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	EEASA	MB	ELABORÓ	HN APRUEBA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS

- **ANDREONI Y CASTAGNA1983** 2001. *Operación adecuada de instalaciones eléctricas*. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 1998, pág. 73/ 80 / 85
- **BIRD, P. (2008)**. *Aprenda investigación de mercados en una semana*. España: Gestión 2000. Pág. 40
- **BON N° 60**, *Guía de Ruido, INSHT, Madrid, España: Editorial INSHT*, Madrid. 2011, pág. 81-83.
- **CLAUDE MENGUY** 1989 *Valoración del Riesgo de Estrés Térmico*. *Nota Técnica de prevención 322*, INSHT, Madrid, España: Editorial INSHT, Madrid. 1998. Pág. 45 / 49 / 6 / 194
- **COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (CEI)**. 1979. *Electrobiologie*. Capítulo 891 en General Index of International Electrotechnical Vocabulary. Ginebra: CEI. 1979. pág. 54 / 98
- **DANIEL Y BREIDENBACH** 1982 *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Trastornos Músculo Esqueléticos, Curación*. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 1998, pág. 47.
- **FOLLIOT, D.** (1982). *Electricidad*. Ginebra. (1982). Pág. 40/ 45
- **GARZA MERCADO, A.** (2007). *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de Ciencias Sociales y Humanidades*. Mexico: Colmex. Pág. 26
- **(GILET Y CHOQUET 1990)**. *Manual de Ergonomía*. Fundación

MAPFRE, Madrid, España: Editorial MAPFRE S.A. Madrid. 1995. (Pág. 205) pág. 73

- **GOURBIERE Y COLS. 1994.** *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Industria del Transporte y Almacenamiento* “. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 1994. Pág. 92
- **HALPERN, 2001.** *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Trastornos Músculo Esqueléticos, Factores Individuales* “. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 2001, págs. 98/ 99.
- **KANE Y STERNHEIM 1978.** *instalaciones eléctricas.* España 1978.
- **LEE, CAPELLI-SHELL PFEFFER Y KELLY 1994;** *Medidas preventivas.* Madrid págs. 8 / 9
- **LÓPEZ MUÑOZ, G. (1994).** *Éxito en la gestión de la salud y la seguridad.* Madrid: INSHT. Pág. 3/ 4 / 5.
- **OSHA 18001, 2008,** *Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.* Madrid, España: Ediciones AENOR. 2008, pág. 6.
- **RENZO COMINI. 2000** *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, pág. 82*
- **SÁBADO, J. T. (2009).** *Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería.* Barcelona: Servei de publicacions. 2009 pág. 93.
- **TILDSWELL, 1993.** *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Trastornos Músculo Esqueléticos, Tratamiento* “. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 1998, pág. 10.
- **YUNUS, 2001.** *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Trastornos Músculo Esqueléticos, Enfermedades Profesionales*

Musculares¨. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 2001, págs. 4.

- **WINCKLER** 1994. *Normas y reglamentos* Madrid 1995, págs. 158

BIBLIOGRAFÍA

- **AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI).** 1990. *National Electrical Safety Code: ANSI C2.* Nueva York: ANSI. 1990
- **ANDREONI, D, R CASTAGNA.** 1983. *L'Ingegnere e la Sicurezza.* Vol. 2. Roma: EdizioniScientifiche. 1983
- **BIRD, P.** (2008). *Aprenda investigación de mercados en una semana.* España: Gestión 2000.
- **BOE N1** *Reglamento de los Servicios de Prevención.* 27 de 31 de enero de 1997. R.D. 39/1997 de 17 de enero,
- **COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (CEI).** 1979. *Electrobiologie.* Capítulo 891 en General Index of International Electrotechnical Vocabulary. Ginebra: CEI. 1979.
- **COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA (CEE).** 1989. *Directiva del Consejo de 12 de junio de 1989 sobre la adopción de medidas para promover mejoras en la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.* Documento núm. 89/391/CEE. Luxemburgo: CEE.
- **EDF-GDF.** 1991. *Carnet de Prescriptions au Personnel— Prévention du Risque électrique.* 1991
- **ENEL Spa.** 1994. *Disposizioni per la Prevenzione del RischioElettrici.* 1994.

- **FOLLIOT, D.** 1982. *Les accidents d'origine électrique, leur prévention.* Collection monographie de médecine du travail. París: Editions Masson.
- **G. LÓPEZ MUÑOZ** (1994) *Éxito en la gestión de la salud y la seguridad,* (Coordinación de la versión española). Madrid, INSHT, 72 páginas
- **GARZA MERCADO, A.** (2007). *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de Ciencias Sociales y Humanidades.* México: Colmex.
- **GILET, JC, R CHOQUET.** 1990. *La Sécurité électrique: Techniques de prévention.* Grenoble, Francia: Société alpine de publication. 1990.
- **GOURBIERE, E, J LAMBROZO, D FOLLIOT, C GARY.** 1994. *Complications et séquelles des accidents dus à la foudre.* Rev Gén Electr 6 (4 de junio). 1994.
- **KANE, JW, MM STERNHEIM.** 1980. *Física Biomedica.* Roma: EMSI. 1980.
- **LEE, RC, EGCRAVALHO, JF BURKE.** 1992. *Electrical Trauma.* Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1992.
- **LEE, RC, M CAPELLI-SHELLPFEFFER, KM KELLY.** 1994. *Electrical injury: A multidisciplinary approach to therapy, prevention and rehabilitation.* Ann NY 1994.
- **NORMA EUROPEA** (1994a). *Operation of Electrical Installations.* Versión definitiva EN 50110-1. 1994.
- **NORMA EUROPEA** (1994b). *Operation of Electrical Installations (Anexos Nacionales)* Versión definitiva EN 50110-2. 1994.
- **SÁBADO, J. T.** (2009). *Fundamentos de bioestadística y análisis de*

datos para enfermería. Barcelona: Servei de publicacions. 2009.

- **UNE 81900EX**. *Prevención de riesgos laborales. Reglas generales para la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales*.2000.
- **UNE-EN ISO 14001**. 2000 Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización. 2000
- **UNE-EN ISO 8402**. 2009. Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario. 2009.
- **WINCKLER, R. 1994**. 2009. Electrotechnical Standardization in Europe: A Tool for the Internal Market. Bruselas: CENELEC.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz causa-efecto

**Anexo 2: NTP 236: Accidentes de trabajo
control estadístico**

**Anexo 3: NTP 330: Sistema simplificado de
evaluación de riesgos de accidente**