
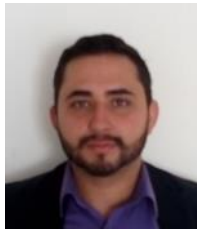


DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE AGUA PARA LA VERIFICACIÓN
DE GRADOS DE PROTECCIÓN EN GABINETES ELÉCTRICOS SEGÚN LA
NORMA NEMA PARA TIPO 3R Y TIPO 4 CON RECUPERACIÓN DE AGUA.

OSCAR FERNANDO OSPINA GIRALDO

FABIAN CAMILO SAENZ ANTIVAR

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR INGENIERIA MECÁNICA
Bogotá D. C.
2015

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	Oscar Fernando	
Apellido (s):	Ospina Giraldo	
Código:	20141375002	
E-mail:	Osfer_89@hotmail.com	
Teléfono fijo:	4555783	
Celular:	3202229565	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	Fabián Camilo	
Apellido (s):	Sáenz Antivar	
Código:	20142375099	
E-mail:	Camil716@hotmail.com	
Teléfono fijo:	3051149	
Celular:	3143156481	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE AGUA PARA LA VERIFICACIÓN DE GRADOS DE PROTECCIÓN EN GABINETES ELÉCTRICOS SEGÚN LA NORMA NEMA PARA TIPO 3R Y TIPO 4 CON RECUPERACIÓN DE AGUA.	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Investigación	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional.	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:		
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Mecánica de Fluidos, Diseño de Maquinas	
INFORMACIÓN PASANTÍA		

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Director: (Vo. Bo.)	Carlos Arturo Bohórquez Ávila
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo.Bo.)	Carlos Arturo Bohórquez Ávila

0	RESUMEN.....	5
1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
2.1	ESTADO DEL ARTE.....	9
2.2	JUSTIFICACIÓN.....	15
2.3	OBJETIVOS	17
2.3.1	Objetivo General.....	17
2.3.2	Objetivos Específicos.....	17
3	METODOLOGÍA.....	17
4	MARCO TEÓRICO.....	18
4.1	GABINETE ELECTRICO.....	18
4.2	GRADO DE PROTECCIÓN.....	19
4.3	NORMA NEMA	19
4.4	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	21
5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	23
6	PRESUPUESTO.....	24
7	BIBLIOGRAFÍA.....	25

0 RESUMEN

En este documento se presenta el diseño de un sistema para la realización de pruebas de agua para gabinetes eléctricos según las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association) tipo 3R Y tipo 4. Aplicable para el sector tablerista de la industria, así mismo brindar una herramienta de verificación del grado de protección de envolventes para el manejo, control y regulación de energía eléctrica, que estén expuestos a condiciones climáticas tales como la lluvia. Dicho dispositivo tendrá que ser amigable con el ambiente, ofreciendo una reutilización de los recursos hídricos, lo cual se verá reflejado en la disminución de costos, y optimización del proceso.

1 INTRODUCCIÓN

GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA (NIT: 830.005.424-3), es una empresa colombiana situada en la carrera 73ª # 68B-28 en la ciudad de Bogotá, cuenta con una trayectoria de 20 años, brindando soluciones al sector eléctrico, con la fabricación de gabinetes eléctricos de baja y media tensión, con un reconocimiento nacional por la calidad de sus productos, ofreciendo gabinetes con grados de protección para uso interior y exterior, para el caso de tableros a la intemperie se usan grados dispuestos en la norma NEMA como tipo 3R y tipo 4, utilizadas para garantizar el Sellado contra el agua y polvo para uso interior y exterior¹

¹ Disponible en : www.gimingenieriaelectrica.com

Actualmente en la empresa GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA estas pruebas se realizan de forma manual. Lo cual trae como consecuencia la pérdida de la totalidad del agua utilizada, las pruebas para los tableros NEMA 3R y NEMA 4 se están realizando de la misma manera, sin cumplir con los tiempos ni caudal especificados. Es por esta razón, que en este trabajo se pretende diseñar un sistema que permita la reutilización del agua, además de garantizar el ángulo y el caudal necesarios para el cumplimiento de la norma.

Este trabajo se llevará a cabo en las instalaciones de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas sede tecnológica bajo la asesoría del Ingeniero Carlos Bohórquez, además, en las locaciones de la empresa GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA. Donde se proporcionaran datos estadísticos de la cantidad de tableros verificados por prueba de agua. Duración de cada prueba, además del tamaño y grado de protección verificado.

2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día el crecimiento de la industria, no solamente va enfocado en busca de la mejora de los procesos que allí se generan para el aumento de la productividad, sino que tiene varios enfoques, como lo son el interés mundial por la preservación del medio ambiente, cambiando sustancialmente los procesos para disminuir el consumo de recursos no renovables y adicionalmente generar una organización amigable con el ambiente y crear una sociedad sustentable.

Otro enfoque es la calidad de los productos para llegar a superar las expectativas de los clientes, debido a la alta competitividad de organizaciones dedicadas a la misma actividad, donde el reconocimiento empresarial tiene un rol importante, ocasionado por el sentimiento de confianza y de entendimiento entre organización y el cliente al cumplir todos los requerimientos, brindando soluciones a sus necesidades con los estándares de calidad establecidos para cada producto.

Aunque GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA cuenta actualmente con una planta metalmeccánica con maquinaria de última tecnología dispuesta en el mercado como cortadoras y dobladoras con sistemas de control numérico, entre otras, además de una planta eléctrica que cuenta en las pruebas de calidad con equipos dispuestos para garantizar condiciones óptimas de funcionamiento, no posee un sistema en el cual se puedan generar pruebas con el fin de verificar el grado de protección adecuado, para que dentro de los tableros no exista la filtración de agua y en un futuro pueda causar daños a los componentes eléctricos que allí se dispongan y llevar a un problema de gran envergadura.

Las pruebas de agua se hacen manualmente, es decir que se usa una manguera dirigida hacia los equipos para realizar la simulación, pero este recurso usado en la prueba es desechada al sifón y posteriormente al alcantarillado, “botando el agua” (Figura 1) un elemento de vital importancia y que en este caso se le debería dar un mejor trato teniendo en cuenta las proporciones de desperdicio, que estaría alrededor de 70 y 80 litros por prueba, ocasionando un daño ambiental y una falla en los estándares organizacionales para la preservación del medio ambiente.



Figura n°1: verificación grado de protección tipo 3R²

Se realizó una recolección de datos acerca de la realización de pruebas de agua en la empresa GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA, donde se encontró que entre el 08 de enero de 2014 y el 14 de abril de 2015, se verificaron 793 gabinetes que varían desde 2100x1400x1000 a 380x300x200, (alto, ancho, profundo, dimensiones en mm), bajo los criterios de la norma NEMA para tipo 3R y tipo 4, donde se evidencia que el gasto de agua es en promedio de 75 litros de agua con duración de 12.5 min, sabiendo que el caudal ofrecido por el sistema hidráulico es

² Tomado Proyectos GIM INGENIERIA ELECTRICA

de 6L/min, sin embargo se debe considerar que la prueba se hace erróneamente sin el tiempo que se exige en la norma mencionada, porque para el tipo 3R es de 30 min por prueba y un volumen de agua en ese sentido es de 180 litros, y para el tipo 4 se debe usar una manguera contra incendios, con un caudal de 246L/min durante 5 minutos, con lo cual se concluye que con el sistema actual y con las consideraciones de la norma, el gasto de agua aumentaría considerablemente y a su vez incrementado el costo y el impacto ambiental.

2.1 ESTADO DEL ARTE

Para las verificaciones de gabinetes eléctricos a nivel internacional, en empresas con reconocimiento mundial como SCHNEIDER ELECTRIC, ABB, EATON, entre otras usan sistemas que garanticen que el producto que están ofreciendo satisfacen las condiciones necesarias para su aprobación cumpliendo con la normativa establecida, es por eso que dichas marcas adquieren reconocimiento, debido a la capacidad de pruebas que poseen.

En la actualidad y como se ha realizado desde el inicio de la organización en fabricación de gabinetes eléctricos, han desarrollado pruebas mecánicas a sus productos, donde realizan ensayos a la pintura, allí verifican el espesor del recubrimiento y la adherencia, cumpliendo con los estándares, así como el control de calidad respectivo para procesos de dobles, corte y soldadura, estos lo realizan de forma visual y con elementos de medición manuales, cada uno establecido por procedimientos, en la verificación del grado de protección contra el ingreso de agua se realiza de forma manual (Figura 2). Con sistemas hidráulicos convencionales, es decir simplemente se suministra agua al gabinete eléctrico, por

medio de una manguera que está conectada a un sistema convencional residencial durante un tiempo determinado.



Figura n°2: verificación grado de protección tipo 3R³

Este proceso ha sido establecido por la organización en un procedimiento que a continuación se relata:

Procedimiento para protección Nema 3R

Tablero a prueba de lluvia, fabricado en lámina galvanizada y/o acero inoxidable.

³ Ibid, p.8

Tipo de disparo o chorro:

- Roció tipo lluvia, con una inclinación de 45° aproximadamente en el exterior del producto.
- Roció tipo lluvia pesada, en la parte superior del proyecto o producto.

Tiempo: aproximadamente 60 segundos por cada tipo de chorro o disparo alrededor del gabinete.

Procedimiento para protección Nema 4

Tablero hermético para agua y polvo, fabricada en lámina galvanizada y/o acero inoxidable.

Tipo de disparo o chorro:

- roció tipo lluvia ligera, con una inclinación de 45° aproximadamente en el exterior del producto.
- roció tipo lluvia pesada, en la parte superior del envoltorio o producto.
- Disparo o chorro directo, el cual es aplicado en las puertas, ventanas o partes donde se encuentren empaquetaduras o sobresalientes.

Tiempo: aproximadamente 60 segundos por cada tipo de chorro o disparo alrededor del proyecto.

El procedimiento expuesto anteriormente, posee además de una forma inadecuada de realización de la prueba, variables que hacen que la prueba no pueda ser efectiva como los son la inclinación manual del elemento de suministro de agua, el tiempo de la prueba, la homogeneidad de la prueba, en las figuras 1 y 2 se evidencia esta situación.

En el campo de desarrollo empresarial, competitividad y calidad de la industria tablerista se pueden encontrar proyectos relacionados con GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA de los cuales resulta importante mencionar el trabajo de estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En el año 2013 los estudiantes Milly Andrea Jaramillo Moreno y Fabian Ricardo Duque Benjumea presentaron una tesis para optar por el título de Ingeniero mecánico, en la cual se analizó por elementos finitos la transferencia de calor de un transformador tipo seco de una potencia aparente de 1000kVA, con el fin, de optimizar el área efectiva de ventilación de una celda diseñada para este tipo de transformadores teniendo en cuenta la norma CODENSA CTS-518, CTS-518-2, CTS-519 que indica los parámetros principales que se deben cumplir para la instalación de transformadores tipo seco y la fabricación de las celdas que los van a contener de acuerdo con las normas NEMA(National Electrical Manufacturers Association) y ANSI (American National Standards Institute) y diversas recomendaciones de seguridad y manejo de media tensión derivadas de dichas normas. ⁴

En el año 2015 se presenta la tesis titulada Desarrollo De Una Aplicación De Software Para El Diseño Mecánico Con Generación De Planos Técnicos Y Formatos Comerciales, Para Cerramiento De Transformadores Tipo Seco, Según Las Normas Codensa Cts 509, Cts 502-4, Cts 518 Y Cts 518-2. Por los estudiantes Jefferson Deivid Morales Ramírez Y Néstor Leonardo Maecha López en la que se realizó por medio de un programa computacional, todo el diseño del cerramiento mecánico, de modo que todos los componentes estén parametrizados, obteniendo así el diseño final para después incorporarlo en la

⁴ DUQUE. Fabián R/ JARAMILLO .Milly A. Análisis Térmico Por Elementos Finitos, Diseño Y Optimización Del Área Efectiva De Ventilación De Una Celda Para Transformador Tipo Seco De 1000kva, Tesis 2013

interfaz de tal manera que se genere el compendio de planos y la oferta de una manera rápida y organizada.

Como beneficios para la empresa GIM ingeniería eléctrica Ltda. el aporte generado es en sector económico, debido a que los cerramientos metálicos para transformadores tipo seco pertenecen a la gama de productos de media tensión ofrecidos por la compañía, de tal manera que se agilice notablemente la generación de la oferta para el cliente y el diseño mecánico por parte del departamento de ingeniería, ya que el tiempo para el desarrollo del cerramiento afecta notablemente el tiempo de fabricación ocasionando el incumplimiento de pólizas y generando pérdidas tanto económicamente como de los clientes de la compañía.

En el área ambiental el principal aporte es el ahorro del consumo energético en la ventilación de la celda, ya que en el diseño se despreció la ventilación forzada, es decir no se usarán ventiladores accionados eléctricamente si no que en vez de ello se hará natural utilizando perforaciones en las tapas y estructura garantizando que se cumpla con el grado de protección especificado en las normas NEMA-IP y con el área efectiva de ventilación solicitado como requerimiento en las normas Codensa.

El aporte en seguridad industrial, se da debido a que se realizó siguiendo los parámetros establecidos bajo la norma CODENSA CTS-518 que especifica cómo deben instalarse dentro de las celdas los transformadores tipo seco de tal manera que cumpla con las normas NEMA, en cuanto a la entrada de objetos extraños y protección contra la accesibilidad de personas no autorizadas y animales, además como medida de seguridad se evita la posibilidad de que puedan introducir objetos

extraños como cables y varillas por los espacios de ventilación de la celda, que puedan entrar en contacto con las partes energizadas.⁵

WEG Equipamientos Eléctricos S.A., es una empresa argentina del grupo WEG, especialista en la provisión de soluciones electro-electrónicas industriales. En la cual se encuentra un dispositivo construido especialmente para realizar pruebas de agua, según recomienda el punto 31 Verificación de grados de protección” y anexo B de la norma IRAM 2200/85, (Figura 3).⁶



Figura 3: prueba de agua WEG Equipamientos Eléctricos S.A

⁵ MORALES. Jefferson D/ MAECHA. Nestor L, Desarrollo De Una Aplicación De Software Para El Diseño Mecánico Con Generación De Planos Técnicos Y Formatos Comerciales, Para Cerramiento De Transformadores Tipo Seco, Según Las Normas Codensa Cts 509, Cts 502-4, Cts 518 Y Cts 518-2. Tesis 2015

⁶ WEG Catalogo general de soluciones en tableros eléctricos.

El sistema utilizado en esta empresa utiliza 6 aspersores que rocían como mínimo 5mm/min de agua durante un tiempo de 5 min brindando aproximadamente 25mm de precipitación en toda la prueba, (Figura 4).



Figura 4: prueba de agua WEG Equipamientos Eléctricos S.A⁷

2.2 JUSTIFICACIÓN

La competitividad es un factor importante para que las empresas busquen desarrollar productos cada día mejor, teniendo en cuenta la calidad y que los procesos que intervienen allí se encuentren en la vanguardia internacional de la industria, cumpliendo con protocolos y normas según apliquen para cada proceso,

⁷ WEG Catalogo general de soluciones en tableros eléctricos.

es por esto que los beneficios y aportes en el desarrollo de este proyecto se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- **Tecnológicos:** el desarrollo de este proyecto tiene un aporte tecnológico debido a que, se va a diseñar un sistema para la realización de pruebas de agua para gabinetes eléctricos para grados de protección NEMA para tipo 3R y tipo 4 con recuperación de agua, y esto garantiza que la prueba se realice de la forma adecuada.
- **Académico:** este proyecto brinda un aporte académico, debido que para el diseño se va a usar una metodología para este ámbito, y se van a modelar por medio de un programa de diseño asistido por computador, cada uno de los elementos que componen el sistema.
- **Económico:** para la organización GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA será el aporte económico, debido a que se va a evitar problemas de garantía por el mal procedimiento actual de la prueba, y el ahorro que se tendrá por la reutilización del agua.
- **Ambientales:** el aporte ambiental en este proyecto es bastante significativo, porque se va a reducir el consumo de recursos naturales como es el caso del agua, elemento que puede usarse en otra aplicación de mayor necesidad.
- **Seguridad industrial:** el aporte en seguridad industrial se ve reflejado en la reducción de la interacción del operario con los sistemas hidráulicos, además de la utilización de escalera para alcanzar la altura máxima de los gabinetes, generando posibles incidentes o accidentes causadas por caídas.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de pruebas de agua, para la verificación de grados de protección en gabinetes eléctricos según la norma NEMA para tipo 3R y tipo 4 con recuperación de agua para la empresa GIM ingeniería eléctrica Ltda.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar y analizar los requerimientos necesarios para la aplicación de la norma.
- Desarrollar el proyecto mediante una metodología de diseño.
- Seleccionar y diseñar los componentes mecánicos del sistema.
- realizar el análisis económico del proyecto.

3 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, inicialmente se debe generar una investigación y además un análisis, de lo concerniente a la norma NEMA, donde se encuentra relacionado la información y la documentación que se debe obtener sobre los grados de protección, y algunas de las condiciones necesarias, para la verificación de las pruebas de agua, a partir de este análisis y con los conceptos necesario aclarados, se comienza con la búsqueda de una metodología de diseño que pueda proporcionar herramientas útiles en pro de obtener el mejor progreso del proyecto.

Posteriormente, se realizara el diseño y la selección de cada uno de los elementos mecánicos, que componen el sistema y adicional a esto se generara un

modelamiento en un software de diseño asistido por computador (CAD), con el objetivo de desarrollar el proyecto a un alto nivel, teniendo en cuenta la generación de los planos, de fabricación del sistema de pruebas de agua, de una forma detallada.

Para finalizar es necesario desarrollar un análisis económico, para identificar los costos que involucran el proyecto, teniendo en cuenta la inversión en este, las ganancias que se pueden generar por la recirculación del agua en la pruebas, además del mejoramiento ambiental que se está obteniendo al no tener que desperdiciar agua en los ensayos, y por último la generación de la documentación necesaria para la posterior puesta en funcionamiento del proyecto.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 GABINETE ELECTRICO.

Según el vocabulario eléctrico internacional (VEI 826-03-12) es el elemento que proporciona protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos.⁸

Los envolventes proporcionan una barrera al acceso de personas, objetos externos e impactos mecánicos que puedan poner en riesgo la funcionalidad de los equipos eléctricos, los cuales están reglamentados por una serie de normas internacionales entre ellas las normas NEMA, en la cuales se aclara con más detalle cada grado de protección que puede cumplir con respecto a la entrada de objetos y agua.

⁸ Guia técnica de aplicación. Ministerios De Ciencia Y Tecnología. Edición sep 30 rev 1.

4.2 GRADO DE PROTECCIÓN

Es el nivel de protección proporcionado por un envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la entrada de agua o contra los impactos mecánicos exteriores.

El grado de protección principalmente debe ser escogido teniendo en cuenta las necesidades que debe suplir el sistema eléctrico, tales como el uso al que va a estar expuesto, ya sea interior o exterior, si el ambiente en el que va a trabajar está expuesto a partículas o va a estar en un ambiente aislado libre de polvo, incluso se debe tener en cuenta la posibilidad de acceso de personal no capacitado hacia el envolvente, así mismo determinar cuál nivel de protección es el más adecuado.

4.3 NORMA NEMA

Es un conjunto de estándares creado por la asociación nacional de fabricantes eléctricos. Para estandarizar el rendimiento de los gabinetes, ofrece sistemas de calificación para identificar la capacidad de un gabinete para resistir influencias ambientales, desde líquidos que gotean a la infiltración de polvo y la inmersión completa. El objetivo de la calificación de las tres organizaciones es ayudar a los usuarios finales a hacer una selección apropiada, informada, de gabinetes que cumplan con las exigencias específicas de su aplicación.

- Tipo 1: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, no ofrece protección al ingreso de líquidos.
- Tipo 2: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad

que cae, da protección contra el ingreso de agua: goteo y salpicaduras ligeras.

- Tipo 5: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, asentamiento de polvo, pelusa, fibras y contaminantes circulares da protección contra el ingreso de agua: goteo y salpicaduras ligeras.
- Tipo 12: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, asentamiento de polvo, pelusa, fibras y contaminantes circulares da protección contra el ingreso de agua: goteo y salpicaduras ligeras o filtración de aceite y refrigerantes no corrosivos.
- Tipo 12: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, asentamiento de polvo, pelusa, fibras y contaminantes circulares da protección contra el ingreso de agua: goteo, salpicaduras y rocío, filtración de aceite y refrigerantes no corrosivos.
- Tipo 3: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, y polvo soplado por el viento, contra el ingreso de agua: lluvia o aguanieve llevada por el viento.
- Tipo 3R: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, contra el ingreso de agua: caída de lluvia, aguanieve o nieve.
- Tipo 4: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad

que cae y polvo soplado por el viento, contra el ingreso de agua: lluvia, aguanieve salpicadura de agua y agua dirigida con manguera.

- Tipo 4x: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae y polvo soplado por el viento, contra el ingreso de agua: lluvia, aguanieve salpicadura de agua y agua dirigida con manguera y mayor nivel de protección contra la corrosión.
- Tipo 6: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, contra el ingreso de agua: agua dirigida con manguera y la inmersión temporal esporádica a profundidad limitada.
- Tipo 6P: proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos como suciedad que cae, contra el ingreso de agua: agua dirigida con manguera y la inmersión prolongada a profundidad limitada.⁹

4.4 ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. Por ejemplo, la contaminación del aire o de los mares con la basura o el petróleo, la

⁹ National Electrical Manufacturers Association.(1998).NEMA 250

contaminación acústica, las guerras, los desechos de la energía radioactiva, entre otros.

La medición del impacto ambiental no se puede hacer con precisión, porque el medio ambiente es un sistema complejo. En la ecología, es posible hacer algunas estimaciones a través del EIA (Environmental Impact Assessment, traducido por Estudio o Evaluación del Impacto Ambiental), que surgió en Estados Unidos en los años 60, y los respectivos Informes de Sostenibilidad Ambiental (ISA), para intentar minimizar el impacto negativo.

La gran mayoría de las actividades económicas implica y conlleva un impacto ambiental. Las industrias energéticas y mineras (por ejemplo, una planta hidroeléctrica o una mina) causan un impacto ambiental¹⁰.

¹⁰ www.significado/ impacto ambiental.

5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1.

No	ACTIVIDADES	NÚMERO DE SEMANA															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Analizar la norma NEMA, y la fabricación de gabinetes eléctricos.	■															
2	Estudiar los grados de protección para tipo 4 y tipo 3R.		■														
3	Desarrollar una metodología de diseño en el proyecto.			■	■												
4	Establecer los parámetros para el diseño.			■	■												
5	Diseñar y seleccionar cada uno de los elementos que hacen parte del sistema.					■	■	■	■	■							
6	modelar en un software CAD el sistema de pruebas de agua para la verificación de grados de protección									■	■	■					
7	generar planos de fabricación										■	■	■	■			
8	Realizar un análisis económico.												■	■	■		
9	Fabricar un plan de mantenimiento del sistema.															■	
10	Realizar un análisis del impacto ambiental que se está evitando.																■

6 PRESUPUESTO

A continuación se presentan los gastos que hacen parte del presupuesto del proyecto, destinados de la siguiente manera, mano de obra (tabla 2) y servicios (tabla 3), con los cuales se obtienen un subtotal y posteriormente los gastos totales (tabla 4).

Tabla 2, MANO DE OBRA.

ITEM	UNIDAD	No DE UNIDADES	VALOR UNIDAD	SUBTOTAL	FINANCIACIÓN
INVESTIGADOR 1	HORAS	150	\$10.000	\$1.500.000	RECURSOS PROPIOS
INVESTIGADOR 2	HORAS	150	\$10.000	\$1.500.000	RECURSOS PROPIOS
ASESOR	HORAS	50	\$40.000	\$2.000.000	UNIVERSIDAD
SUBTOTAL 1				\$5.000.000	

Tabla 3, SERVICIOS.

ITEM	UNIDAD	No DE UNIDADES	VALOR UNITARIO	TOTAL	FINANCIACIÓN
FOTOCOPIAS	#	250	\$50	\$12.500	RECURSOS PROPIOS
BIBLIOTECA	#	100	\$10.000	\$1.000.000	RECURSOS PROPIOS
INTERNET	HORAS	30	\$1.000	\$30.000	RECURSOS PROPIOS
PLANOS	#	25	\$15.000	\$375.000	RECURSOS PROPIOS
SOFTWARE	LICENCIA	2	\$500.000	\$1.000.000	RECURSOS PROPIOS
SUBTOTAL				\$2.417.500	

Tabla 4, GASTOS TOTALES.

SUBTOTAL 1	\$5.000.000
SUBTOTAL 2	\$2.417.500
TOTAL SIN IMPROVISTOS	\$7.417.500
5% DE IMPROVISTOS	\$370.875
TOTAL	\$15.205.875

7 BIBLIOGRAFÍA

- Documento “MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD” del listado maestro de documentos de GIM INGENIERIA ELECTRICA Ltda.
- DUQUE. Fabián R/ JARAMILLO. Milly A. Análisis Térmico Por Elementos Finitos, Diseño Y Optimización Del Área Efectiva De Ventilación De Una Celda Para Transformador Tipo Seco De 1000kva. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Distrital Francisco José De Caldas (Bogotá), 2013.
- MORALES. Jefferson D/ MAECHA. Néstor L. Desarrollo De Una Aplicación De Software Para El Diseño Mecánico Con Generación De Planos Técnicos Y Formatos Comerciales, Para Cerramiento De Transformadores Tipo Seco, Según Las Normas Codensa Cts 509, Cts 502-4, Cts 518 Y Cts 518-2. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Distrital Francisco José De Caldas (Bogotá), 2015.

- National Electrical Manufacturers Association.(1998).NEMA 250.
- WEG catálogo general de soluciones en tableros eléctricos.
- RETIE (reglamento técnico de instalaciones eléctricas),2014.
- www.rittal.com/co-es/content/es/support/.../nema/nema_1.
- SALINAS, Dulce, diseño de un gabinete de control para un sistema de control distribuido, tesis de grado para optar al título de ingeniero en telecomunicaciones y electrónica, (México D.F), 2009.
- PAZ, Percy F, desarrollo de las instalaciones eléctricas del centro integral paseo la castellana, tesis de grado para optar al título de ingeniero electricista, universidad Central de Venezuela, (Caracas), 2012.