DISE¤O CONCEPTUAL DE LA INSTALACIč N EL£CTRICA DE UNA ESTACIč N DE CARGA PARA VEHâCULOS EL£CTRICOS LIVIANOS VE

FERNANDO ANDRES LEAL ALFONSO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERâA

PROGRAMA DE INGENIERâA EL£CTRICA

BOGOTĆ D.C.

2022

DISE¤O CONCEPTUAL DE LA INSTALACIč N EL£CTRICA DE UNA ESTACIč N DE CARGA PARA VEHõCULOS EL£CTRICOS LIVIANOS VE

FERNANDO ANDRES LEAL ALFONSO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al t²tulo de

Ingeniero Electricista

Director

Ingeniero Luis Hernando Correa

Profesor Asociado

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERõA

PROGRAMA DE INGENIERõA EL£CTRICA

BOGOTĆ D.C.

2022

NOTA DE ACEPTACIč N

Firma del presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogot§, fecha de la sustentaci· n

Agradecimientos

Dedico este trabajo de tesis a Dios por permitir poder culminar este reto acad®mico, entendiendo que los tiempos son designados por su gloria. A mi familia que me animo para culminar este proceso y al Ingeniero Luis Hernando Correa, director de del presente documento de tesis la cual ha sido realizada con demasiado esfuerzo a nivel personal, puesto que sacrificios a nivel familiar, laboral y personal fueron entregados para poder realizar esta ingenier²a.

Resumen

La presente investigaci· n trata sobre elementos que las estaciones de carga el®ctrica para VE (Veh²culos El®ctricos) deben contener en sus instalaciones el®ctricas para el buen funcionamiento al realizar una carga el®ctrica. Se har§ la descripci· n de los componentes el®ctricos y tecnol· gicos, con el fin de socializar conceptos que requiere una estaci· n de carga el®ctrica. Este trabajo ayudar§ a la hora de dise¶ar estaciones de carga el®ctrica, puesto que se desarrollaron los objetivos planteados como son los elementos que deben ser tenidos en cuenta para una instalaci· n correcta; se consult· y se plasm· en el trabajo elementos el®ctricos, normatividad que se debe tener presente y de c· mo est§n siendo solucionadas las problem§ticas que hoy existen en las estaciones de carga el®ctrica.

Palabras clave: Estaci· n, carga, dise¶o, el®ctrica, generaci· n

Abstract

This research deals with elements that electric charging stations for VE (Electric Vehicles) must contain in their electrical installations for proper operation when charging. The description of the electrical and technological, components will be made, in order to socialize concepts that require an electric charging station. This work will help when designing the power stations since the objectives were developed, such as the elements that must be taken into account for a correct installation, electrical elements were consulted and reflected in the work, regulations that must be taken into account. and how the problems that exist today in electric charging stations are being solved.

Key Words: isolation, load, design, electrical, generation

Contenido

1 Introducci· n 19

1.1 Descripci· n del problema 20

1.2 Objetivos 21

1.2.1 Objetivo general 21

1.2.2 Objetivos espec²ficos 21

2 Estaciones de Carga El®ctrica para VE 22

2.1 Definici· n: 22

2.2 Tipo de carga para un VE: 22

2.2.1 Carga lenta: 22

2.2.2 Carga semi-r§pida: 22

2.2.3 Carga r§pida: 22

2.3.1 Conector de carga para autos el®ctricos SAE J1722 (Tipo 1) 23

2.3.2 Conector para autos el®ctricos Mennekes (Tipo 2) 23

2.3.3 Conector para autos el®ctricos CHAdeMO (Tipo 2) 24

2.4 Tipos de bater²as: 24

2.4.1 Caracter²sticas de las bater²as de VE 24

2.4.2 Tipos de bater²as de VE: 25

2.4.3 Tiempo de carga: 26

2.5 Infraestructura y materiales de una instalaci· n el®ctrica en una estaci· n de carga para VE: 27

2.5.1 Generalidades: 27

Circuito ramal: 27

2.6 Normatividad y regulaci· n vigente: 29

2.6.1 Ley 1964 de 2019: 29

2.6.2 Resoluci· n 40223 de 2021 (julio 9): 29

2.6.3 Reglamento de Instalaciones El®ctricas RETIE - Art²culo 20.7 - 20.7.1: é ...29

2.6.4 Reglamento de Instalaciones El®ctricas RETIE - Art²culo 20.7.2: é ...30

2.6.5 IEC 61851 - 61851-1 (Est§ndar Internacional para Sistemas Conductivos del Veh²culo El®ctrico): 30

3 Caracterizaci· n, segmentaci· n, equipos, requerimientos y problem§ticas é .30

3.1 Caracterizaci· n de una estaci· n de carga el®ctrica: 30

3.2 Caracterizaci· n de modos de carga: 32

3.2.1 Modo 1: 32

3.2.2 Modo 2: 33

3.2.3 Modo 3: 34

3.2.4 Modo 4: 34

3.3 Caracterizaci· n puntos de recarga 35

3.3.1 Recarga port§til: 35

3.3.2 Punto de recarga de pared ï Wall Box: 35

3.3.3 Punto de recarga en poste (*pole*): 36

3.4 Problem§ticas: 36

3.4.1 Capacidad en la red de distribuci· n el®ctrica: 36

3.4.2 Sobre carga de la red: 37

3.4.3 Desbalance del sistema de energ²a: 37

3.4.4 Previsi· n de carga: 37

3.4.5 Selecci· n de Bater²as: 37

3.4.6 Sobre Calentamiento en sistemas de Modo 1: 38

3.4.7 Estaciones de Carga R§pida: 38

3.4.8 Puestas a tierra: 38

3.4.9 Da¶os por descargas el®ctricas: 38

3.4.10 Cuadro comparativo de experiencias de problem§ticas: A continuaci· n, se hace un an§lisis, con dos problem§ticas que presentan las estaciones de carga el®ctrica para VE en cuatro pa²ses..... 39

4 Dise¶os el®ctricos y elementos de seguridad de las estaciones el®ctricas para VE 40

4.1 Requisitos, t®cnicos para la instalaci· n de las estaciones de carga el®ctrica para VE en Colombia: 41

4.2 Estaciones de carga el®ctrica para VE - dise¶os aprobados en Colombia: 41

4.2.1 Dise¶os 1: 41

4.2.2 Estaci· n de Carga Tipo 1: 42

4.2.3 Instalaciones en nuevos proyectos: 43

4.2.5 Instalaci· n en proyectos nuevos: 44

4.2.6 Esquema general de instalaci· n de un sistema de medida centralizada: 46

4.2.7 Instalaci· n de cargadores en sistema con medida centralizada: é ...46

4.2.8 La medida descentralizada en un sistema de barras o sistemas de cables individuales como alimentadores de los diferentes tableros de medida (Carga Lenta): 46

4.2.9 Instalaci· n de un sistema de medida centralizada para los medidores correspondientes a cargadores de veh²culos el®ctricos: 48

4.3 Instalaci· n de estaciones de carga p¼blica ï r§pida y semir§pida: . 49

4.4 Protecciones el®ctricas: 49

4.4.1 Caracter²sticas del Transformador Elevador: 50

4.4.2 Edificaciones con m¼ltiples usuarios: 51

4.5 Requisitos de dise¶os de estaciones el®ctricas de VE en Europa: . 52

4.5.1 Esquemas de instalaci· n para la recarga de veh²culos el®ctricos: é ...52

4.5.2 Los posibles esquemas ser§n los siguientes: 52

4.5.3 Potencias instaladas normalizadas en un circuito de recarga para vivienda:..... 52

4.6 Caracter²sticas generales de la instalaci· n en Europa: 53

4.7 Protecci· n para garantizar la seguridad: 54

4.8 Clasificaci· n de riesgo y de personal..... 55

4.8.1 Protecci· n contraincendios: 55

4.9 Condiciones particulares de instalaci· n de tierras..... 56

4.10 Simbolog²a y etiquetado: 57

4.11 Simbolog²a en Colombia 59

5 Dise¶o conceptual de una estaci· n de carga r§pida incluyendo elementos tecnol· gico y observaciones al reglamento t®cnico de instalaciones el®ctricas RETIE 60

5.1 Dise¶o conceptual de una electrolinera de carga r§pida: 60

5.1.1 Componentes de una electrolinera carga r§pida..... 60

5.1.2 Elecci· n del tipo de cargador: 61

5.1.3 Veh²culos el®ctricos que admiten carga r§pida:..... 61

5.2 Infraestructura de dise¶o de una estaci· n de carga r§pida: 62

5.2.1 Elementos que componen una estaci· n de carga r§pida:..... 62

5.2.2 Memoria descriptiva de la instalaci· n el®ctrica: 64

5.2.3 Elementos de una instalaci· n de carga r§pida:..... 64

5.2.4 Previsi· n de cargas..... 65

5.3 Elementos de Media Tensi· n: 66

5.3.1 Unidad de Conmutaci· n Autom§tica ATS: 66

5.3.2 Centro de Seccionamiento (CS): 67

5.3.3 Celdas: 67

5.3.4 Centro de Transformaci· n: 68

5.3.5 Generador: 70

5.3.6 Protecci· n puesta a tierra y apantallamiento: 70

5.3.7 S²ntesis de los principales requerimientos que deben cumplir las instalaciones el®ctricas de VE. 71

5.4 Eficiencia energ®tica, aplicada a la estaci· n el®ctrica de VE: 72

5.5 Comunicaciones: 72

5.6 Bater²a: 72

5.6.1 Costos de carga r§pida: 73

5.7 Grado de automatizaci· n deseable: 74

5.7.1 Los protocolos 2019: 74

5.7.2 Redes abiertas: 75

5.7.3 Red propietaria: 75

5.7.4 Carga r§pida en CC e interoperabilidad: 75

5.8 Retroalimentaci· n al RETIE: 77

6 Conclusiones 79

7 Recomendaciones 80

8 Bibliograf²a 81

9 Anexos 85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Problemática en capacidad de la red eléctrica par VE 39-40

Tabla 2 Comparación sobre Poca Infraestructura de Estaciones de Carga Eléctrica 40

Tabla 3 Características de la protección diferencial 43

Tabla 4 Requisitos mínimos para la instalación del transformador elevador .51

Tabla 5 Clasificaci· n de protecciones seg¼n potencia requerida 52

Tabla 6 Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga 53

Tabla 7 Puntos de conexi· n posibles a instalar en funci· n de su ubicaci· n. 54

Tabla 8 Simbolog²a para el usuario con carga en CA, (min Transportes 2020) 58

Tabla 9 Simbolog²a para el usuario con carga en CC..... 59

Tabla 10 Colores y logotipos utilizados por ENEL en las estaciones de carga para veh²culos el®ctricos 59

Tabla 11 Potencias de las diferentes cargas de la instalaci· n..... 65

Tabla 12 Conductor de la l²nea de media tensi· n..... 66

Tabla 13 Capacidad de potencia y energ²a seg¼n niveles de tensi· n 66

Tabla 14 Caracter²sticas generales celdas RM6..... 68

Tabla 15 Costos de cargadores r§pidos en US .$ 73

ÂNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Conector SAE J1722 23

Figura 2 Conector Mennekes (Tipo 2) 23

Figura 3 Conector CHAdeMO (Tipo 2)..... 24

Figura 4 Bater²a De N²quel-Cadmio..... 25

Figura 5 Bater²a De Plomo-Ćcido 26

Figura 6 Bater²a De Ion-itio..... 26

Figura 7 Esquema general de los componentes de una estaci· n de Carga El®ctrica o Electrolinera 30

Figura 8 Esquema de una electrolinera con unidades de potencia y control en exteriores 31

Figura 9 Esquema seg¼n tipo de uso 31

Figura 10 Esquema modo de carga 1.. 33

Figura 11 Esquema modo de carga 2.. 33

Figura 12 Esquema modo de carga 3..... 34

Figura 13 Esquema modo de carga 4..... 35

Figura 14 Tipos de estaciones de carga ï Punto de recarga port§til..... 35

Figura 15 Tipos de estaciones de carga - Wall box 36

Figura 16 Tipos de estaciones de carga - Pole..... 36

Figura 17 Estaci· n de carga con derivaci· n desde el tablero de circuitos de la instalaci· n.. 41

Figura 18 Conexi· n de estaci· n de carga lenta AC..... 42

Figura 19 Conexi· n de estaci· n carga lenta AC (con derivaci· n desde el tablero de circuitos)..... 42

Figura 20 Instalaci· n de la protecci· n del circuito en la subestaci· n o cuarto t®cnico 44

Figura 21 Tablero de medidores con protecciones para los cargadores de VE 45

Figura 22 Derivaci· n desde el TGA para el circuito del cargador, empleando barras de conexi· n 47

Figura 23 Medida descentralizada considerando movilidad el®ctrica 48

Figura 24 Derivaci· n desde el medidor, empleando borneras de conexi· n . 50

Figura 25 Derivaci· n desde el medidor empleando conector de perforaci· n aislamiento..... 50
de
Figura 26 Modelos de cargadores admitidos por CHAdeMO para recarga r§pida..... 61

Figura 27 Veh²culos h²bridos enchufables (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle)..... 62

Figura 28 Modelos actuales que admiten recarga r§pida 62

Figura 29 Diagrama conceptual de una estaci· n de carga r§pida..... 63

Figura 30 Esquema el®ctrico general de una estaci· n de carga r§pida 64

Figura 31Modelo EHC-4 69

Figura 32 Edificio prefabricado 69

Figura 33 Apantallamiento..... ..... тл

Figura 34 Caracter²sticas de carga de los veh²culos el®ctricos y su impacto en el funcionamiento de la red de distribuci· n..... 76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 CONECTORES PARA VEHICULOS ELÉCTRICOS 85

ANEXO 2 CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE BATERÍAS PARA VE 85

ANEXO 3 DECRETOS GUBERNAMENTALES EN COLOMBIA..... 86

ANEXO 4 CUADRO DE NORMATIVIDAD ICONTEC 86

ANEXO 5 ESQUEMA GENERAL DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDIDA CENTRALIZADA..... 90

ANEXO 6 UNIFILAR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO DESDE EL TGA. 92

ANEXO 7 CONEXIÓN DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO ALIMENTADOR DEL CARGADOR DESDE EL TGA O TGB 94

ANEXO 8 INSTALACIÓN DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO ALIMENTADOR DEL CARGADOR DESDE EL BARRAJE DEENTRADA DEL TABLERO DE ZONAS COMUNES. 95

ANEXO 9 CONEXIÓN DE UN VE A LA ESTACIÓN DE RECARGA MEDIANTE UN CABLE TERMINADO POR UN EXTREMO EN UNA CLAVIJA Y POR EL OTRO EN UN CONECTOR (ITC-GUIA-052 ENOV17 R1)..... 97

ANEXO 10 CONEXIÓN DE UN VE A LA ESTACIÓN DE RECARGA MEDIANTE UN CABLE EN UN CONECTOR, EL CABLE FORMA PARTE DE LA INSTALACIÓN FIJA 98

ANEXO 11 INSTALACIÓN COLECTIVA O TRONCAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL EN EL ORIGEN DE LA INSTALACIÓN Y CONTADORES SECUNDARIOS EN LAS ESTACIONES DE RECARGA 99

ANEXO 12 INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE CONTADORES PARA RECARGA DE VE COLECTIVO TRONCAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL EN EL ORIGEN DE LA INSTALACIÓN Y CONTADORES 100

ANEXO 13 INSTALACIÓN COLECTIVA CON UN CONTADOR PRINCIPAL Y CONTADORES SECUNDARIOS INDIVIDUALES PARA CADA ESTACIÓN DE RECARGA 101

ANEXO 14 INSTALACIč N INDIVIDUAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL PARA CADA ESTACIč N DE RECARGA 103

ANEXO 15 CIRCUITO ALIMENTADOR PARA EL TRANSFORMADOR ELEVADOR EN INSTALACIONES CON MĐLTIPLES USUARIOS. MEDIDA CENTRALIZADA. 104

ANEXO 16 CIRCUITO ALIMENTADOR PARA EL TRANSFORMADOR ELEVADOR EN INSTALACIONES CON MĐLTIPLES USUARIOS. 105

ANEXO 17 CARACTERőSTICAS PRINCIPALES Q SE EXIGEN LA NORMA EUROPEA ITC) BT, PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD EL£CTRICA EN LAS ESTACIONES DE RECARGA PARA VE .....106 -107

ANEXO 18 CLASIFICACIč N DE RIESGO Y DE PERSONAL 108-109

GLOSARIO

BEV: BATTERY ELECTRIC VEHICLE - VEHÎCULO EL£CTRICO DE BATERÎA: Los BEV o EV son los el®ctricos puros, que cuentan con uno o varios motores el®ctricos y se alimentan exclusivamente de la energ²a almacenada en las bater²as. (Guti®rrez, 2019).

CAPACIDAD DE CARGA: Es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga el®ctrica. La capacidad es tambi®n una medida de la cantidad de energ²a el®ctrica almacenada para una diferencia de potencial el®ctrico dada. (Wikipedia, Capacidad el®ctrica, 2022).

CONECTOR: Es un dispositivo que permite unir circuitos el®ctricos, entre cables el®ctricos, o entre cables el®ctricos y alg¼n otro elemento del circuito. (pepeenergy, 2022).

CORRIENTE ALTERNA: La corriente alterna (CA) es un tipo de corriente el®ctrica, en la que la direcci· n del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos. (Wikipedia, Corriente alterna, 2022).

CORRIENTE DIRECTA: es el flujo continuo de carga el®ctrica a trav®s de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga el®ctrica, que no cambia de sentido con el tiempo. (Wikipedia, Corriente continua, 2022).

CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA: M®todo com¼n de generaci· n, transmisi· n y distribuci· n de energ²a de corriente alterna, concretamente de tres corrientes alternas simult§neas. Es decir, es una instalaci· n con tres fases de corriente alterna que tienen una misma direcci· n del flujo de electrones y que llegan y regresan en intervalos regulares. (SolarPlak, 2022).

EMISIVIDAD: Es una propiedad de la superficie que determina la cantidad de radiaci· n que emite un objeto a una temperatura determinada en comparaci· n con un cuerpo negro a la misma temperatura. La emisividad (junto con la radiaci· n t®rmica de fondo) es una fuente principal de errores en la medici· n de la temperatura infrarroja. (Kapter, 2019).

ESTACIČ N DE CARGA EL£CTRICA: Es un sistema que proporciona energ²a el®ctrica para cargar las bater²as de los veh²culos enchufables, sean el®ctricos o h²bridos, sean autom· viles, camiones, autobuses o motocicletas. (Iberdrola, 2022).

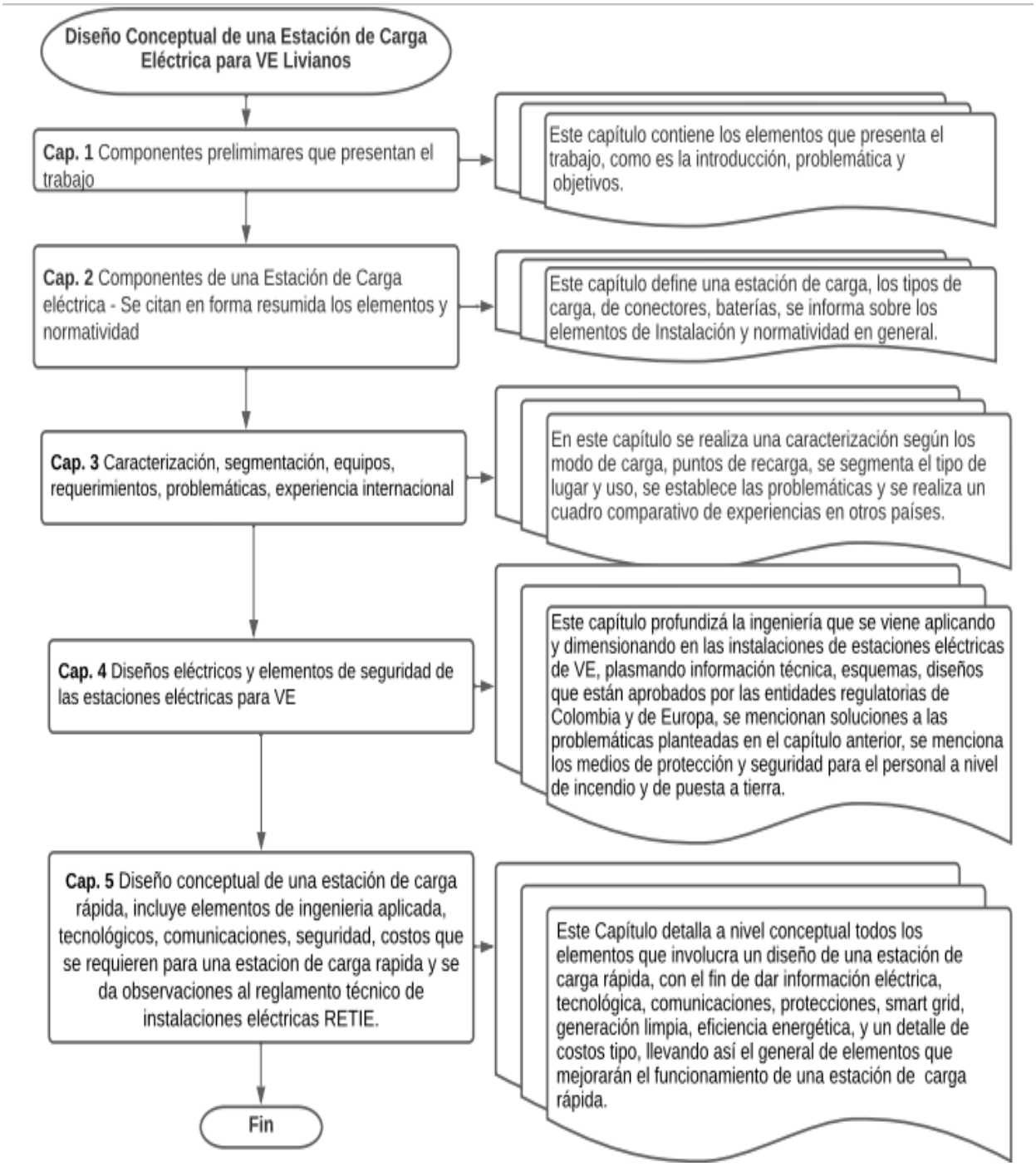
NIVEL DE CARGA EL£CTRICA EN UNA BATERÎA: Es la capacidad de carga o capacidad del acumulador es la carga que puede almacenar el elemento. Se mide en amperios-hora (Ah), una capacidad de carga de 1 amperio-hora significa que la bater²a puede suministrar una intensidad de corriente de 1 A durante 1 hora antes de agotarse. (Wikipedia, Bater²a Electricidad, 2022).

POTENCIA DEMANDADA: Es la cantidad de suministro el®ctrico (kW) que se demanda por un consumidor en un momento dado. Se trata de la potencia que pide o demanda el punto el®ctrico para aportar energ²a el®ctrica al equipo el®ctrico, domicilio o local comercial, en el que habr§ un servicio contratado previamente con la compa¶²a distribuidora de luz. (Pepeenergy, 2022).

VEHõCULO EL£CTRICO: Los veh²culos el®ctricos son aquellos cuyo motor es capaz de convertir la energ²a de una bater²a en energ²a mec§nica, posibilitando el movimiento del. veh²culo de acuerdo con sus caracter²sticas los autos el®ctricos se dividen en: h²brido, h²brido enchufable, de extensi· n de rango y el®ctrico puro. (Per¼ 2022).

PROTECCIč N DE SOBRECORRIENTE: Es la protecci· n con selectividad relativa que reacciona ante el aumento de la electricidad se pone en acci· n cuando la corriente por el mismo supera un cierto valor preestablecido. Esta protecci· n ha de asegurar la operaci· n contra los cortocircuitos en las l²neas o equipos y respaldo de las protecciones adyacentes en caso de fallar sus protecciones. (Conde, 2002).

FLUJOGRAMA DEL DISE¤O CONCEPTUAL DE ESTACIONES EL£CTRICAS PARA VE



1 Introducci· n

En Colombia se viene realizando la transici· n hacia los veh²culos el®ctricos, puesto que el cambio hacia la generaci· n de energ²a por medios de procesos limpios sin afectaci· n al medio ambiente es una meta a nivel global. Diferentes pa²ses, incluyendo a Colombia, han tomado compromiso de bajar la emisi· n de gases contaminantes, siendo las del parque automotor una de las que m§s genera contaminaci· n.

El trabajo proceder§ al estudio de informaci· n de fuentes gubernamentales como la UPME (Unidad de Planeaci· n Minero Energ®tica), Ministerio de Minas, EPM, Normas Internacionales Europeas, fuentes empresariales como Schneider Electric, ABB (Asea Brown Boveri), entre otras, y entidades acad®micas como repositorios de la Universidad de los Andes Universidad de La Salle y la IEEE, entre otras fuentes, presentando contenido a nivel de ingenier²a, t®cnico, normativo y de reglamentos para la infraestructura de las estaciones el®ctricas, informando desde sus conceptos de funcionamiento, componentes el®ctricos, componentes de seguridad, problem§ticas existentes y estado actual de tecnolog²a.

Los veh²culos el®ctricos a nivel comercial no son muy llamativos por los costos que tienen y la incertidumbre de la infraestructura a nivel nacional para cargar un VE. Pero comercialmente, la tendencia del mercado ser§ la de bajar costos y de igual manera la gubernamental a la de crear incentivos en el uso de estos automotores el®ctricos, tendiendo a la demanda de realizar estaciones el®ctricas.

El tener conocimiento de la infraestructura de carga el®ctrica para VE, ser§ un aporte para la ingenier²a en Colombia, siendo uno de los pa²ses que se comprometi· a nivel mundial en reducir los gases de efecto invernadero, y una de las actividades para dar cumplimiento es la puesta activa al uso de los carros el®ctricos, obligando as² a dise¶ar y construir infraestructura que satisfaga la demanda de estos veh²culos, de all² que los objetivos planteados en la presente investigaci· n apoyar§n al §rea de la ingenier²a y la construcci· n al generar conocimiento en este tipo de infraestructura el®ctrica. La tendencia ser§ la de construir estaciones el®ctricas, previniendo las diferencias que se deber§n tener en cuenta en la puesta en marcha de este tipo de infraestructura.

1.1 Descripci· n del problema

La transici· n energ®tica que tiene lugar en la actualidad, y en particular en nuestro pa²s, conlleva a que en las instalaciones el®ctricas con cargas representativas a conectarse en la red de distribuci· n se tengan en cuenta diversos aspectos tales como la generaci· n distribuida, la ubicaci· n de recursos distribuidos de red, la incorporaci· n de nuevas tecnolog²as para el mejoramiento de la operaci· n y comunicaci· n, la normativa y regulaci· n tendiente a aumentar la eficiencia (m²nimas p®rdidas) y la normativa y regulaci· n orientada a mitigar problem§ticas ocasionadas por mala calidad de potencia (arm· nicos debido a carga de electr· nica de potencia y SAGs de tensi· n).

Este panorama vislumbra que las redes de distribuci· n del futuro ser§n muy diferentes de las que se tienen en la actualidad, las cuales fueron dise¶adas hace 20 a¶os o m§s. En sinton²a con lo anterior, se tiene la penetraci· n cada vez mayor de veh²culos el®ctricos que exigir§n estaciones de carga con algunas caracter²sticas especiales (localizaci· n geogr§fica y ubicaci· n en la red del operador, n¼mero y tipo de cargadores, requerimientos de compensaci· n reactiva, requerimientos de turnos y programaci· n, filtraje de arm· nicos, requerimientos especiales de seguridad, requerimientos especiales de conexi· n a tierra, monitoreo de par§metros de calidad de potencia, etc.).

Desconocer los anteriores aspectos mencionados y continuar con la concepci· n de unos dise¶os cl§sicos en donde primen los criterios de dise¶o tradicionales de confiabilidad, seguridad, flexibilidad y modularidad puede llevar a que se presenten los siguientes problemas de operaci· n en la red de distribuci· n: aumento de p®rdidas por calentamiento excesivo de conductores de las redes; calentamiento excesivo y disminuci· n de la vida ¼til de transformadores; ca²das de tensi· n apreciables, afectando la operaci· n de las redes; circulaci· n excesiva de energ²a reactiva por las redes; deterioro de la calidad de onda de la tensi· n del operador al presentarse arm· nicos desde las estaciones de carga; congesti· n en el proceso de carga; subdimensionamiento o sobredimensionamiento de las instalaciones el®ctricas internas de las estaciones de carga; etc.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Elaborar el dise¶o conceptual de la instalaci· n el®ctrica de una estaci· n de carga para veh²culos el®ctricos livianos.

1.2.2 Objetivos espec²ficos

- Identificar los problemas actuales, necesidades y los requerimientos particulares que deben tenerse en cuenta en la instalaci· n el®ctrica para una estaci· n de carga de VE, por medio de investigaci· n y an§lisis que se realizar§ de la experiencia actual de pa²ses avanzados y de lo que hoy se ha hecho en Colombia.
- Elaborar el dise¶o conceptual de la instalaci· n el®ctrica de una estaci· n de carga para veh²culos el®ctricos livianos, de tal forma que se satisfagan los requerimientos y necesidades y se solucionen los problemas identificados.
- Proponer componentes normativos que generen retroalimentaci· n al Reglamento T®cnico de Instalaciones El®ctricas (RETIE)

2 Estaciones de Carga El®ctrica para VE

2.1 Definici· n:

Una estaci· n de carga el®ctrica es tambi®n llamada a nivel internacional electrolinera o electrolinera, siendo un lugar que provee electricidad para la recarga lenta o r§pida de las bater²as de los VE.

2.2 Tipo de carga para un VE:

En el presente documento se recoge informaci· n relacionada con los tipos de carga existentes para VE, los cuales est§n definidos como:

2.2.1 Carga lenta:

Es la carga donde la potencia demandada por el VE est§ entre 3,5 - 22 kW, y el tiempo de carga est§ entre 6 - 8 horas.

2.2.2 Carga semi-r§pida:

En este caso la potencia demandada por el VE est§ entre 3,5 - 22 kW y el tiempo de carga oscila entre 3 - 4 horas. Este tipo de carga es poco comercial por el costo.

2.2.3 Carga r§pida:

Es la carga donde la potencia demandada est§ entre los 43 - 150 kW, y el tiempo de carga est§ entre 10 - 30 minutos, esto depender§ del tipo de cargador, y la potencia proporcionada por esta carga. (V§squez C, 2018)

2.3. Tipos de conectores para VE:

Los conectores el®ctricos se requieren para el uso de los VE e h²bridos enchufables. En la actualidad los conectores el®ctricos para VE con mayor relevancia son el Tipo 1 SAE J1772 (Yazaki) y el Tipo 2 IEC 62196 (Mennekes). Este ¼ltimo, el conector tipo 2 IEC 62196, tradicionalmente de uso europeo (en contraposici· n con el Tipo 1, com¼n en mercados americanos y asi§ticos), est§ imponi®ndose en todo el mundo y la tendencia futura ser§ un Tipo 2 Universal.

Tipos de conectores:

- SAE J1722 (Tipo 1)

- Mennekes (Tipo 2)
- CHAdeMO
- CCS
- Schuko
- Scame
- Tesla Wall Connector

2.3.1 Conector de carga para autos el®ctricos SAE J1722 (Tipo 1)

Fig. 1. Conector SAE J1722
Fuente: (Advisor, 2018)

Cargador est§ndar en Jap· n para la recarga en corriente alterna y permite tanto la carga r§pida como la carga lenta. Se encuentra en algunos modelos de compa¶²as como Citro±n, Mitsubishi o Nissan. Ha sido adoptado por los americanos y aceptado en la Uni· n Europea. Tiene cinco bornes: dos de corriente, dos complementarios y uno de tierra.

2.3.2 Conector para autos el®ctricos Mennekes (Tipo 2)

Fig. 2 Conector Mennekes (Tipo 2)
Fuente: (Advisor, 2018)

El conector Mennekes (Tipo 2) es un conector para la carga de autos el®ctricos que se desarroll· en Alemania en el a¶o 2013 y es el est§ndar seg¼n la Uni· n Europea. Es uno de los conectores m§s populares entre los autom· viles el®ctricos que se fabrican o se comercializan en el continente de Europa, incluyendo marcas como Volkswagen, BMW o Audi. En la modalidad monof§sico permite hasta 16 A y en trif§sico hasta 63 A para recarga r§pida. Se trata de un conector muy vers§til, ya

que permite realizar cargas lentas a 230V de 6 a 32 A o cargas r§pidas con corriente alterna trif§sica de hasta 43 kW y 63 A. (EmobilityAdvisor, 2018)

2.3.3 Conector para autos el®ctricos CHAdeMO (Tipo 2)

Fig. 3 Conector CHAdeMO (Tipo 2)
Fuente: (Advisor, 2018)

CHAdeMO es el acr· nimo de ñCHArge de MOveò, lo que se podr²a entender como ñcarga para moverse", y es el conector de carga para autos el®ctricos m§s utilizado por los fabricantes de Jap· n. Fue desarrollado por Nissan, Toyota, TEPCO, Subaru y Mitshubishi. Tesla, por su parte, vende un adaptador para recargar los autos en estaciones CHAdeMO desde hace un par de a¶os. Se diferencia porque es el que mayor di§metro tiene de todos los conectores y est§ pensado para la recarga r§pida en corriente continua y por eso suministra hasta 62,5 kW (EmobilityAdvisor, 2018)

2.4 Tipos de bater²as:

Las bater²as de autos el®ctricos son las encargadas de acumular la energ²a que obtienen gracias a la electricidad. Esta energ²a es transferida al motor y, as², es posible movilizar el auto dependiendo de su autonom²a.

2.4.1 Caracter²sticas de las bater²as de VE

Capacidad:

Es la cantidad de amperios hora (Ah) que acepta una bater²a. Esta cantidad se mide por kilovatios*hora (kWh) y es indispensable para determinar el recorrido que se podr§ realizar.

Densidad Energ®tica: Determina la energ²a que las bater²as de autos el®ctricos son capaces de almacenar y suministrar, se relaciona con la autonom²a de VE, para lo cual, mientras mayor sea la densidad, mayor ser§ la autonom²a del veh²culo.

Potencia:

Expresada en Watts, es la capacidad de proporcionar potencia (corriente m§xima) al VE en el proceso de descarga de la bater²a.

Ciclo de vida:

Hace referencia a su per²odo de tiempo de carga y descarga. Para obtener mayor durabilidad, lo mejor ser§n las bater²as de m§s ciclos. Por lo general, las bater²as de VE suelen tener hasta 3000 ciclos de cargas completos. Sin embargo, esta cifra puede variar de acuerdo al tipo de bater²a que tenga el veh²culo el®ctrico.

2.4.2 Tipos de bater²as de VE:

Existen diferentes tipos de bater²as para VE que pueden ofrecer ventajas, dependiendo el uso que se le d® en las v²as. Los m§s usuales son los siguientes:

Bater²as de N²quel-Cadmio

Fig. 4 Bater²a De N²quel-Cadmio
Fuente: (Lara, 2011)

Este tipo de bater²as de autos el®ctricos ofrece gran fiabilidad, pero el inconveniente es que son de alto costo. Requieren pocos cuidados de mantenimiento e incluso ofrecen t®cnicas de reciclado. Su densidad se encuentra entre los 40 y 60 Wh/kg e incorporan una tecnolog²a que fue utilizada en los a¶os noventa, sobre todo para pilas recargables.

Bater²as De Plomo-Ćcido:

En las bater²as de plomo §cido, el electrodo positivo se compone de una placa de plomo recubierta por · xido de plomo (II), PbO2, y el electrodo negativo por plomo esponjoso. Reciben el nombre de bater²as de plomo "§cido" porque

utilizan como electrolito una disoluci· n de §cido sulf¼rico. Estas bater²as de VE eran muy utilizadas en a¶os pasados, hoy en d²a no son comerciales por lo pesadas y lenta capacidad de carga. (Lara G. , 2011)

Fig. 5 Bater²a De Plomo-Ćcido
Fuente: (Lara, 2011)

Bater²as De Ion-Litio:

Estas bater²as son las m§s elegidas por todos los fabricantes para ser colocadas en sus modelos el®ctricos, tiene la mejor densidad energ®tica, que en algunos casos puede superar los 150 Wh/Kg, un alto n¼mero de ciclos de carga/descarga (del orden de 5.000) y muy baja autodescarga. (Lara G. , 2011)

Fig. 6 Bater²a De Ion-itio
Fuente: (Lara, 2011)

2.4.3 Tiempo de carga:

Es el tiempo que demora una bater²a en tomar carga el®ctrica y esto depender§ de la capacidad de la bater²a y de la capacidad del cargador. En el tiempo de carga intervienen los siguientes factores:

- Capacidad de la bater²a.
- Capacidad de carga de la estaci· n a la que se lleva el veh²culo.
- La velocidad de carga est§ definida dependiendo del nivel de carga usado.

Esto lo que quiere decir es que las bater²as tienen un voltaje que pueden soportar y se debe tener en cuenta tambi®n la electr· nica de los carros. (Rudas, 2022)

2.5 Infraestructura y materiales de una instalaci· n el®ctrica en una estaci· n de carga para VE:

Es el conjunto de dispositivos f²sicos empleados para la recarga de los VE que cumplan los requisitos de seguridad y disponibilidad, con capacidad para prestar servicio de recarga de forma completa e integral. Incluye el sistema de control, canalizaciones el®ctricas, los cuadros el®ctricos de mando, protecci· n y los equipos de medida, cuando estos sean exclusivos para la recarga del veh²culo el®ctrico. Las estaciones de carga de uso p¼blico suelen ser sistemas autom§ticos de autoservicio. (Rudas, 2022)

2.5.1 Generalidades:

Los principales conceptos, componentes, factores y dispositivos que intervienen en las instalaciones el®ctricas para estaciones de carga de VE son los siguientes:

Circuito ramal:

Los circuitos ramales son el conjunto de conductores que conectan directamente una carga a un tablero de distribuci· n. Los ramales se clasifican seg¼n la capacidad de corriente m§xima o seg¼n el valor de ajuste del dispositivo de protecci· n contra sobre corriente, cuya clasificaci· n debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A, o mayor. Cuando se usen, por cualquier raz· n, conductores de mayor capacidad de corriente, la clasificaci· n del circuito debe estar determinada por la corriente nominal o por el valor del ajuste del dispositivo de protecci· n contra sobre corriente. El art²culo 220-3 (inciso a) de la norma NTC 2050 indica que ñla capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua m§s el 125% de la carga continuaò (Centelsa, 2015)

Circuito alimentador:

Los circuitos alimentadores son el conjunto de todos los conductores de un circuito formado entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado, y el dispositivo final de protecci· n contra sobre corriente del circuito derivado.

Acometida:

Una acometida es la parte de un sistema de distribuci· n que une la red de la empresa el®ctrica con el medidor de energ²a de la instalaci· n del particular.

Conductores:

Son los cables o alambres usados para transportar la energ²a el®ctrica. El art²culo 110-5 de la norma NTC, se¶ala que los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, pero con los debidos ajustes de intensidad tambi®n se pueden usar conductores de aluminio. Los conductores pueden ser de dos tipos:

- Alambre: Est§n formados por un solo hilo de cobre o de aluminio, y cuyo di§metro depende del calibre del conductor.
- Cable: Est§n formados por varios hilos de alambre entrelazados. (PASTRANA, 2012)

Factor de Carga:

Es la relaci· n entre la energ²a consumida en un per²odo determinado y la carga m§xima que se ha producido durante ese per²odo en particular. (UNLP, 2007)

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Carga promedio}}{\text{Pico de Carga}}$$

Ecuaci· n 1.

El factor de carga significa cu§n eficientemente usamos la energ²a. Es la medida de la utilizaci· n de la energ²a el®ctrica durante un per²odo dado a la energ²a m§xima que se habr²a utilizado en ese per²odo. El factor de carga juega un papel importante en el costo de generaci· n por unidad (kWh). Cuanto mayor sea el factor de carga, menor ser§ el costo de generaci· n para las mismas demandas m§ximas. (UNLP, 2007)

Factor de Demanda:

Es la relaci· n entre la demanda m§xima de un sistema (o parte de un sistema) y la carga total conectada en el sistema (o parte del sistema) bajo consideraci· n. (UNLP, 2007)

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{demanda máxima}}{\text{carga total instalada}}$$

Ecuaci· n 2**.**

Factor de Diversidad:

Se define como la relaci· n de suma de las demandas m§ximas de las distintas partes de un sistema a la demanda m§xima coincidente de todo el sistema. Las demandas m§ximas de los consumidores individuales de un grupo no ocurren simult§neamente, por lo tanto, hay una diversidad en la ocurrencia de la carga. Debido a esta naturaleza diversa de la carga, no se requiere una fuente de alimentaci· n de carga completa para todos los consumidores al mismo tiempo. (UNLP, 2007)

$$\text{Factor de diversidad} = \frac{\text{suma demandas máximas individuales}}{\text{demanda máxima de todo el sistema.}}$$

Ecuaci· n 3.

2.6 Normatividad y regulaci· n vigente:

A continuaci· n, se describe la normatividad relacionada con las estaciones el®ctricas para VE., normas que parametrizan el proceso de instalaci· n, funcionamiento y materiales

2.6.1 Ley 1964 de 2019:

Para Colombia el Gobierno Nacional sancion· el 11 de julio del 2019 la Ley 1964 ñdonde se promueve el uso de veh²culos el®ctricosò en el pa²s. Esta ley genera beneficios tributarios y econ· micos para las personas que se pasen a esta tecnolog²a. La ley busca cumplir parte de los compromisos suscritos en la cumbre de Par²s sobre cambio clim§tico y reducci· n de la emisi· n de gases contaminantes. (DAPRE, 2019)

2.6.2 Resoluci· n 40223 de 2021 (julio 9):

Por la cual se establecen las condiciones m²nimas de estandarizaci· n y de mercado para la implementaci· n de infraestructura de carga para veh²culos el®ctricos e h²bridos enchufables - (Min. de Minas y Energ²a, 2021)

2.6.3 Reglamento de Instalaciones El®ctricas RETIE - Art²culo 20.7 - 20.7.1:

Cargadores de bater²as para veh²culos el®ctricos (VE) se clasifican seg¼n el modo de recarga de acuerdo con **IEC 61851**. (RETIE, 2013)

2.6.4 Reglamento de Instalaciones El®ctricas RETIE - Art²culo 20.7.2:

Este art²culo indica procedimientos t®cnicos y equipos perif®ricos para la correcta instalaci· n de una estaci· n de carga para veh²culos el®ctricos. Entre otras actividades en la visita t®cnica se verifica la existencia de sistema de puesta a tierra, validaci· n de protecciones termomagn®ticas en el tablero principal, el circuito de alimentaci· n de la estaci· n de carga debe ser dedicado exclusivamente para el cargador. (RETIE, 2013)

2.6.5 IEC 61851 - 61851-1 (Est§ndar Internacional para Sistemas Conductivos del Veh²culo El®ctrico):

En esta norma los cargadores de bater²as para, veh²culos el®ctricos (VE) se clasifican seg¼n el modo de recarga.

3 Caracterizaci· n, segmentaci· n, equipos, requerimientos y problem§ticas

En el presente cap²tulo se muestra el funcionamiento de una estaci· n de carga para VE identificando los diferentes procesos y elementos que intervienen; £l cap²tulo iniciar§ con la caracterizaci· n de tipo de estaciones de carga el®ctrica y describir§ problem§ticas que presentan estas estaciones.

3.1 Caracterizaci· n de una estaci· n de carga el®ctrica:

Las estaciones de carga, o electrolineras, est§n compuestas por uno o varios cargadores ï EVSE (estaciones de carga de veh²culos el®ctricos), que a su vez est§n conformados por unidades de control, de comunicaciones y de potencia el®ctrica.

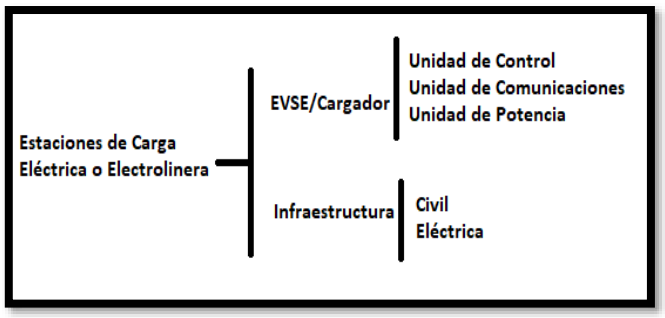


Fig. 7 Componentes de una estaci· n de Carga El®ctrica o Electrolinera
Fuente: Tritium (2019).

Las electrolineras donde las unidades de control, potencia y comunicaciones van externas, tienen una conformaci· n como la ilustrada en la figura 8.

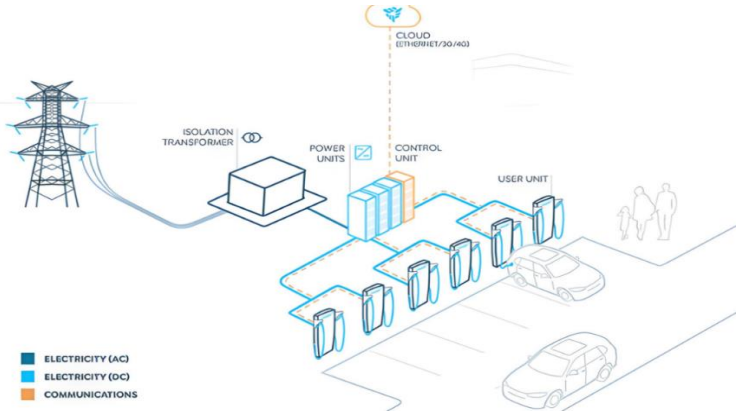


Fig. 8 Unidades de potencia y control en exteriores
Fuente: Tritium (2019).

Las estaciones de carga o electrolineras se pueden agrupar de distintas maneras por su uso: privado o p¼blico; Su actividad o vocaci· n: Residencial, oficinas o comercial; por su capacidad y velocidad de carga: lenta (<7.4 kW), semir§pida (entre 7.4 kWÒy Ò22 kW), r§pida (>22 kW). En la figura No. 11 se muestra un esquema en donde se discrimina el tipo de electrolinera, seg¼n varios criterios funcionales.

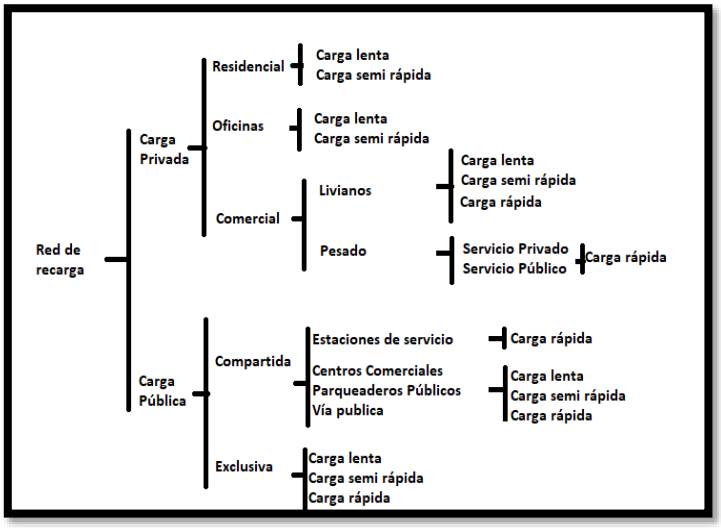


Fig. 9 Esquema seg¼n tipo de uso
Fuente: Tritium (2019).

De acuerdo con el esquema anterior la red de recarga privada aplica para:

Recarga residencial: Corresponde a la carga que se realiza en casa para uso exclusivo del propietario.

Recarga en oficina: Corresponde a la infraestructura para la carga que se realiza en el parqueadero de las empresas y de uso exclusivo para los empleados y estudiantes de la empresa o universidad.

Recarga p½blica: Son estaciones de carga que se encuentran abiertas al p½blico en general y estas se pueden dividir en espacios compartidos o exclusivos. Los espacios compartidos son espacios que no tienen exclusividad para realizar la recarga de EVs, sino que se presta para otros usos, como lo pueden ser los centros comerciales, que prestan el servicio de parqueadero, pero a la vez prestan el servicio de recarga, o las estaciones de servicio actuales, que cuentan con abastecimiento de combustibles l²quidos, zona de comidas y otros servicios. Finalmente, los espacios ñexclusivosò se refieren a espacios que son utilizados ¼nicamente para realizar recarga de EVs; es decir, electrolineras puras. Las estaciones de carga se dividen en estaciones privadas y estaciones p½blicas.

Privadas: Son estaciones de carga que atienden veh²culos o flota de veh²culos que pertenecen a un individuo o entidad jur²dica.

P½blicas: Son estaciones de carga que tienen libre acceso que deben ser de acceso p½blico, garantizando la continuidad del servicio para los usuarios de los VE. (UPME, 2019)

3.2 Caracterizaci· n de modos de carga:

A continuaci· n, se analizar§n distintos modos de carga que se emplean en una instalaci· n el®ctrica para VE. Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicaci· n entre el veh²culo el®ctrico, la infraestructura de recarga y el control que se puede tener del proceso de carga con el prop· sito de programarla, ver el estado, pararla, reanudarla o incluso inyectar energ²a el®ctrica a la red. Por tal raz· n se describen los siguientes modos de carga:

3.2.1 Modo 1:

Esta recarga se lleva a cabo en una toma de corriente monof§sica de uso no exclusivo; es decir, que se aplica a una toma de corriente convencional con conector Schuko. La toma es normalizada, pero no exclusiva para veh²culos el®ctricos. Estos se conectan a la red con una intensidad m§xima permitida de hasta 16 A y una tensi· n inferior a 220V. Este modo de carga permite una potencia m§xima de 3,7 kW, aunque existe una variante con corriente trif§sica de 400V y 11 kW de potencia m§xima. Este modo de recarga se considera ideal para peque¶os veh²culos el®ctricos, como bicicletas, ciclomotores o cuadriciclos, en instalaciones privadas. En la figura No. 10 se muestra un esquema de modo 1 de carga, en donde se discrimina el tipo de electrolinera. (Electromovilidad, s.f.)

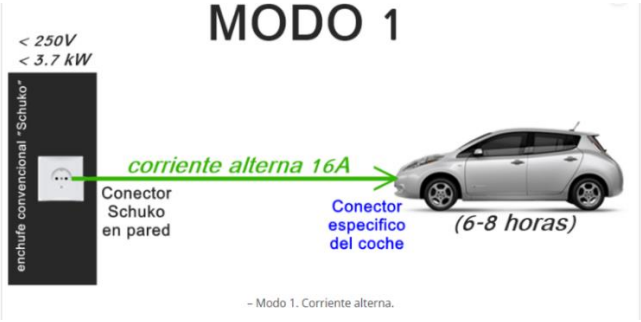


Fig. 10 Esquema modo de carga 1.
Fuente: electromovilidad.net (s.f.).

3.2.2 Modo 2:

La toma de corriente es de uso no exclusivo, tal como el modo 1, pero en este modo 2, el cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto y un sistema de protecci· n diferencial que permite verificar la correcta conexi· n del veh²culo a la red de recarga, elegir la velocidad de carga y activar/desactivar la recarga. La intensidad m§xima permitida es de 32A, siendo 16A lo habitual. La tensi· n y potencia m§xima son similares al modo 1 y tambi®n cuenta con su variante en trif§sica con 400V y una potencia alrededor de 22kW. En el dise¶o de una estaci· n de carga para VE con este modo de carga en el lado de la pared el conector es de tipo Schuko, mientras que en el lado del coche este puede ser de diversos tipos, siendo los m§s usados el Mennekes (· Tipo 2) y el SAE J1772. Estos y otros conectores deben tener al menos un pin para la se¶al de comunicaci· n. En la figura 11 se muestra un esquema de modo 2 de carga, en donde se discrimina el tipo de electrolinera. (Electromovilidad, s.f.)

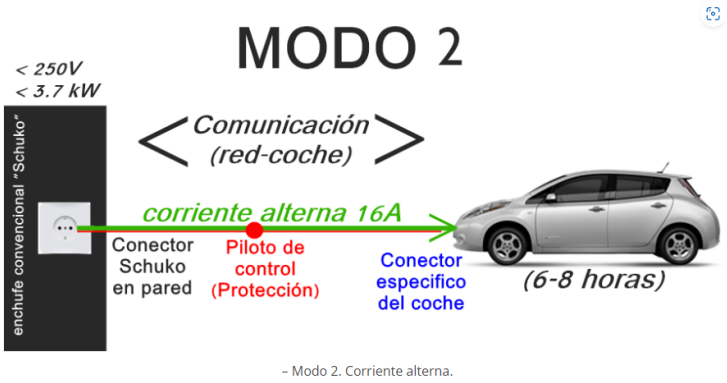
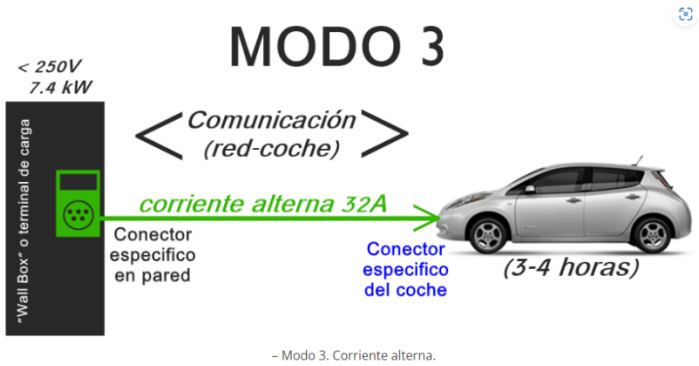


Fig. 11 Esquema modo de carga 2.
Fuente: electromovilidad.net (s.f.).

3.2.3 Modo 3:

Este modo utiliza una toma de corriente especial de uso exclusivo para la recarga del veh²culo el®ctrico. Tiene una terminal de recarga, llamada SAVE (Sistema Alimentaci· n Veh²culo el®ctrico) o "Wall Box" (punto de recarga f²sico instalado en la pared) donde se encuentran los dispositivos de control y protecciones. El cable incluye un hilo piloto de comunicaci· n integrado, el cual monitoriza la carga y corta el suministro el®ctrico al enchufe cuando no detecta un conector. Ambos extremos del cable cuentan con conectores espec²ficos. Las intensidades son hasta 63A, aunque lo normal son de 32A. En la figura 12 se muestra un esquema de modo 3 de carga, en donde se discrimina el tipo de electrolinera.



- Modo 3. Corriente alterna.

Fig. 12 Esquema modo de carga 3
Fuente: electromovilidad.net (s.f.).

3.2.4 Modo 4:

En este modo el veh²culo el®ctrico se conecta a la red de baja tensi· n a trav®s de una estaci· n de recarga que incluye un convertidor a corriente continua y solo se aplica a recarga r§pida. Este modo la conversi· n se realiza fuera del veh²culo evitando problemas como calentamiento o la p®rdida de energ²a. El Modo 4 es exclusivamente empleado para la recarga r§pida, con una intensidad de corriente de hasta 400A y una potencia m§xima de 240 kW, aunque en el pa²s lo normal es 125 kW. En la figura 13 se muestra un esquema de modo 4 de carga, en donde se discrimina el tipo de electrolinera.

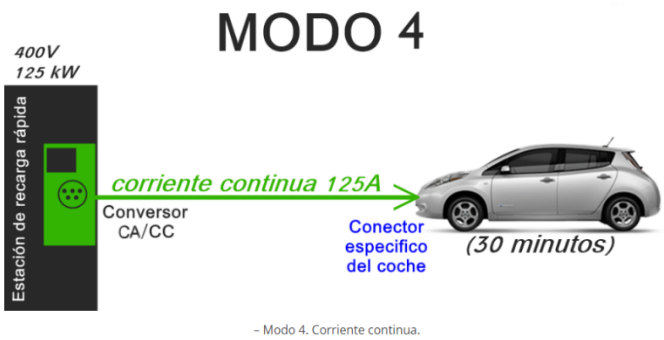


Fig. 13 Esquema modo de carga 4
Fuente: electromovilidad.net (s.f.).

Las caracter²sticas de la instalaci· n de modo 4 se toman como principal modo de carga en lugares aislados como son zonas de carreteras entre ciudades puesto que se requiere cargas r§pidas para que el usuario no espere tiempos largos de carga.

3.3 Caracterizaci· n puntos de recarga

3.3.1 Recarga port§til:

Una de las ventajas del cargador port§til es que tiene dimensiones y peso reducidos, como se puede apreciar en la figura 14 y puede ser llevado en el maletero del VE sin inconvenientes. De esta manera, independientemente de la autonom²a del VE, se puede recargar en cualquier lugar, con el ¼nico requisito de contar con una toma de corriente AC. (LugEnergy, 2021)

Fig. 14 Tipos de estaciones de carga ï Punto de recarga port§til
Fuente: LugEnergy (2021).

3.3.2 Punto de recarga de pared ï Wall Box:

Los puntos de recarga de pared permiten recargar de forma segura cualquier tipo de VE o h²brido enchufable. Se trata de cargadores que se instalan mediante anclajes en la pared del garaje, ya sea privado o unifamiliar o garaje comunal, como se muestra en la figura 15. Los cargadores de pared son los que se emplean habitualmente para cargar veh²culos el®ctricos e h²bridos, por

su instalaci· n sencilla, facilidad de uso y su precio econ· mico. (LugEnergy, 2021)

Fig. 15 Tipos de estaciones de carga - Wall box
Fuente: Luenergy (2021).

3.3.3 Punto de recarga en poste (*pole*):

Los postes de recarga para VE permiten recargas en modo 4, como se muestra en la figura 16, a una intensidad que realiza normalmente al 80% de la carga de la bater²a del veh²culo, en aproximadamente media hora. Estos tipos de puntos de recarga pertenecen a empresas o administraciones p¼blicas y conforman una red de puntos de recarga de uso p¼blico. (Sarret, 2017)

Fig. 16 Tipos de estaciones de carga - Pole
Fuente: Enel X (2021); LugEnergy (2021).

3.4 Problem§ticas:

Las estaciones de carga el®ctrica para VE presentan problem§ticas las cuales se describen a continuaci· n:

3.4.1 Capacidad en la red de distribuci· n el®ctrica:

En algunos sitios la red de distribuci· n es d®bil, ocasionando p®rdidas importantes y ca²das de tensi· n apreciable, de ah² que la ubicaci· n de las estaciones es importante para le ejecuci· n de carga. Se vienen trabajando cuatro m®todos en funci· n de los requisitos de calidad de la soluci· n, la

eficiencia algor²tmica, tama¶o del problema, la naturaleza del algoritmo y la existencia de requerimientos del sistema, donde este deber§ desarrollar un esquema de implementaci· n · ptima de estaciones de recarga, tomando datos hist· ricos de las trayectorias de los VE, datos de mapas de carreteras e informaci· n existente de estaciones de recarga llevando a cargo la ubicaci· n · ptima de estaciones de recarga y la asignaci· n · ptima de puntos de carga, se proponen un algoritmo gen®tico mejorado para resolver el problema de la ubicaci· n · ptima de estaciones de recarga para veh²culos el®ctricos considerando la econom²a, la capacidad, la cobertura y la comodidad. (Narvaez, 2019)

3.4.2 Sobre carga de la red:

Esto causa problemas en cuanto a la regulaci· n y fluctuaci· n de voltaje, aumento en la demanda m§xima, disminuci· n de la confiabilidad, eficiencia del sistema, aumento de la carga t®rmica y el efecto m§s importante se puede ver en el pron· stico de carga. El pron· stico de carga es muy importante en el sistema de distribuci· n el®ctrica para determinar cu§nta energ²a se generar§ mediante el c§lculo de la carga m§xima y la carga base. (Pareek, Sujil, Ratra, & Kumar, 2020)

3.4.3 Desbalance del sistema de energ²a:

Desbalance o desequilibrio entre la potencia activa y la frecuencia, ya que la sobrecarga y la carga insuficiente pueden crear un problema de desajuste de frecuencia que puede afectar la estabilidad del sistema el®ctrico. (Pareek, Sujil, Ratra, & Kumar, 2020)

3.4.4 Previsi· n de carga:

La previsi· n de carga conlleva a involucrar el tiempo de carga de las bater²as de los veh²culos y del cuidado a la hora de cargar, como tambi®n la gesti· n de aglomeraciones de tr§fico por el tiempo de carga de las bater²as en las estaciones de carga de VEs. (Pareek, Sujil, Ratra, & Kumar, 2020)

3.4.5 Selecci· n de Bater²as:

El dise¶o de la bater²a es uno de los principales problemas pues no son f§ciles de retirar de los VE, no permitiendo que en las estaciones de carga se puedan realizar cambios por bater²as cargadas; como tambi®n todas las bater²as no son compatibles con las diferentes marcas y fabricaci· n. La bater²a puede causar problemas de gasificaci· n, sobrecalentamiento, sobrecargas y da¶os por carga excesiva o insuficiente, (Groom, 2013)

3.4.6 Sobre Calentamiento en sistemas de Modo 1:

Al utilizar enchufes dom®sticos, los cuales se usan para electrodom®stico en casa, estos no cuentan con protecci· n contra problemas el®ctricos y este puede dar lugar a sobrecalentamiento y aver²as generales de la instalaci· n de la casa. (Narvaez, 2019)

3.4.7 Estaciones de Carga R§pida:

Debido a la presencia de dispositivos electr· nicos de potencia, la carga de un veh²culo puede causar problemas de calidad de energ²a como arm· nicos, desequilibrio de voltaje, de igual manera este tipo de estaciones de carga el®ctrica r§pida son las de mayor demanda el®ctrica y podr²a entorpecer la operaci· n de la red ocasionando p®rdidas en conductores del circuito de distribuci· n, p®rdidas en transformadores de distribuci· n y grandes ca²das de tensi· n, entonces habr²a que dimensionar los requerimientos de infraestructura el®ctrica en cuanto a cantidad y capacidad que podr²an tener este tipo de cargadores r§pidos. (Pareek, Sujil, Ratra, & Kumar, 2020)

3.4.8 Puestas a tierra:

Se deber§ tener en cuenta requerimientos que recomienden los fabricantes puesto que estos cargadores cuentan con tecnolog²a que maneja componentes de comunicaci· n, control y protecci· n, lo cual exigir²a un dise¶o de puesta a tierra especial. La mayor²a de las estaciones de carga o pilas de carga cuentan con componentes sensibles, como microprocesadores y circuitos integrados de alta precisi· n, y se instalan al aire libre, por lo que son m§s susceptibles a los rayos. El riesgo de que un rayo da¶e la estaci· n de carga o la pila es significativamente alto. (Zhao, Zhang, Lu, Xu, & Yang, 2016)

3.4.9 Da¶os por descargas el®ctricas:

Los da¶os que causan los rayos a la infraestructura de carga podr²an deberse principalmente a las siguientes tres fuentes: las l²neas a®reas de transmisi· n est§n sujetas a rayos directos, la sobretensi· n de los rayos puede invadir el sistema de suministro de energ²a auxiliar a trav®s de transformadores auxiliares. La sobretensi· n de los rayos de las l²neas el®ctricas puede alcanzar una magnitud de decenas de kA, causando una sobretensi· n muy alta y da¶os en los equipos en la estaci· n de carga de veh²culos el®ctricos. La corriente del rayo fluye a trav®s de los conductores de bajada y se desv²a a tierra a trav®s del sistema de puesta a tierra El aumento potencial del sistema de puesta a tierra puede provocar una descarga disruptiva en los sistemas de carga. La ca²da directa de rayos a los sistemas de potencia en la estaci· n de carga de veh²culos el®ctricos o a tierra cercana puede inducir una gran sobretensi· n de

rayos en l²neas met§licas sin las protecciones adecuadas, como l²neas el®ctricas, l²neas de se¶al, etc. (Zhao, Zhang, Lu, Xu, & Yang, 2016).

3.4.10 Cuadro comparativo de experiencias de problem§ticas: A continuaci· n, se hace un an§lisis, con dos problem§ticas que presentan las estaciones de carga el®ctrica para VE en cuatro pa²ses.

Tabla No. 1 ï Tabla sobre problem§tica en capacidad de la red el®ctrica par VE

PAŠS	-CAPACIDAD DE LA RED EL£CTRICA
Australia	Estudios informan poca capacidad de la red de distribuci· n para cargar VE. Se proponen elementos para la coordinaci· n a la hora de cargar los VE por el impacto en la red, optimizando el potencial para coordinar la carga en la infraestructura de red existente. (Anna Cain1 , Iain MacGill2).
M®xico	La problem§tica lleva al gobierno a optimizar el uso de infraestructura de energ²a a trav®s de automatizaci· n, construcci· n y programas que llevan a la integraci· n de la energ²a renovable, generaci· n distribuida y almacenamiento de energ²a. (Marco Regulatorio de la Red El®ctrica Inteligente ï Reporte Final Comisi· n Reguladora de Energ²aTabla de Contenido 2014)https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102193/6068.pdf
Espa¶a	La infraestructura para el suministro de energ²a el®ctrica es apta para el suministro de energ²a para las estaciones el®ctricas de VE. Estudios de Eurelectric (Asociaci· n Industrial El®ctrica) demuestran que la infraestructura de la red el®ctrica europea est§ preparada para abastecer a m§s de 100 millones de VE. (asociaci· n sectorial que representa los intereses comunes de la industria el®ctric. 2022) https://www.europapress.es/comunicados/internacional-00907/noticia-comunicado-red-electrica-puede-soportar-mas-100-millones-vehiculos-electricos-nuevo-estudio-eurelectric-ey-20220208100127.html
Colombia	La Univ. Distrital presenta una investigaci· n donde se informa de las debilidades t®cnicas del actual sistema energ®tico colombiano para los VEs, la investigaci· n, presenta las RI (redes inteligentes), como una oportunidad desde el marco normativo y regulatorio, que mediante incentivos econ· micos promueve la integraci· n de fuentes no convencionales de energ²a renovable (FNCER) a la red tradicional, tendientes a la generaci· n distribuida y la eficiencia energ®tica e inclusi· n de las ZNI (zonas no interconectadas) para el desarrollo econ· mico sostenible del pa²s. Desde esta perspectiva se hace imprescindible dotar a la red tradicional con caracter²sticas propias de las RI, a trav®s de la integraci· n de cuatro tecnolog²as: infraestructura de medida avanzada (AMI), automatizaci· n avanzada de la red de distribuci· n (ADA), recursos energ®ticos distribuidos (DER) y veh²culos el®ctricos (EV). Las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la incorporaci· n de estas tecnolog²as en Colombia se presentan en Grupo T®cnico Proyecto BID Marco de Cooperaci· n T®cnica CO-T1337 (2016a; 2016b; 2016c)(William Mauricio Giral-Ram²rez, Hugo Jos® Celed· n-Fl· rez,Eduard Galvis-

	Restrepo - Angela Tatiana Zona-Ortiz 2017) https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/12396/13456

Tabla No. 2- Comparaci· n sobre Poca Infraestructura de Estaciones de Carga El®ctrica

PAĉS	POCA INFRAESTRUCTURA DE ESTACION DESDE CARGA EL£CTRICA PARA VE
Australia	Desde el a¶o 2013 Australia inverte en la infraestructura de sus redes de carga el®ctrica para VE, capitales de Perth y Melbourne, con aproximadamente 30 estaciones (7 kW AC) (https://www.hisour.com/es/charging-station-42652/). Desde el 2020 el gobierno australiano invierte 250 millones de d· lares australianos en estaciones de recarga gestionado por la Agencia Australiana de Energ²as Renovables, quienes se encargan de financiar las tecnolog²as energ®ticas de bajas emisiones. (World Energy Trade 2020) https://www.worldenergytrade.com/innovacion/movilidad/australia-impulsa-las-estaciones-de-recarga-en-su-estrategia-para-los-vehiculos-electricos
Mexico	M®xico cuenta con una infraestructura escasa, para que crezca la infraestructura, se va a requerir de mucha inversi· n. No solo para la infraestructura de la electrolinera, sino tambi®n para la infraestructura hablando en t®rminos generales. (Enrique Ćlvarez, gerente del Programa de Energ²a del Sector El®ctrico (PAESE) en la CFE).
Espa¶a	Segun la asociaci· n de fabricantes de veh²culos (Anfac) y concesionarios (Faconauto), Europa est§ en d®ficit en su n¼mero de puntos de recarga para veh²culos el®ctricos, pues cuenta con s· lo 245 por mill· n de habitantes. De ellos, el 83% son de carga lenta (inferiores a 22 kW) (ANFAC 2022) https://anfac.com/actualidad/notas-y-comunicados-generales/espana-se-estanca-en-el-desarrollo-de-la-electromovilidad/
Colombia	La insuficiente infraestructura para cargar veh²culos el®ctricos en el pa²s amenaza el buen comportamiento en este mercado, el cual, seg¼n Andemos, s· lo en el primer semestre del a¶o gener· ventas de m§s de 1.800 carros, presentando as² un crecimiento en facturaci· n superior al 189 % frente al mismo periodo del a¶o anterior, sin embargo, estas buenas cifras contrastan con un d®ficit del 42 % que existe en estaciones de carga para abastecer este tipo de medios de transporte. De acuerdo con datos de la Unidad de Planeaci· n Minero Energ®tica (UPME), en Colombia deber²a haber por lo menos 334 conectores el®ctricos p¼blicos; sin embargo, solo est§n habilitados 214 entre privados y p¼blicos, lo que evidencia un faltante de 120 conectores. https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/ENME.pdf (2018)

4 Dise¶os el®ctricos y elementos de seguridad de las estaciones el®ctricas para VE

Este cap²tulo profundizar§ en la ingenier²a que se viene aplicando y dimensionando en las instalaciones de estaciones el®ctricas de VE, plasmando informaci· n t®cnica, esquemas, dise¶os que est§n aprobados por las entidades regulatorias de Colombia y de Europa, se mencionan soluciones a las problem§ticas planteadas en capitulo anterior. Se incluyen, esquemas

gr§ficos que detallan las diferentes formas de conexi· n en cuanto a la estaci· n y el VE a cargar.

4.1 Requisitos, t®cnicos para la instalaci· n de las estaciones de carga el®ctrica para VE en Colombia:

Para Colombia las estaciones de carga el®ctrica deben cumplir los requisitos establecidos en las normas y reglamentos. Se informa que cada punto de conexi· n debe ser alimentado por un circuito individual protegido por un dispositivo de protecci· n contra sobre corriente, de acuerdo al RETIE art²culo 20.7.2.

4.2 Estaciones de carga el®ctrica para VE - dise¶os aprobados en Colombia:

A continuaci· n, se describir§n los tipos de intervinientes en una estaci· n de carga para VE, clasificando estos por tipo de conexi· n, como tambi®n esquemas empleados (Ver anexo No.6) y aprobados tanto para Colombia como para Espa¶a.

4.2.1 Dise¶os 1:

Derivaciones en instalaciones existentes. En este caso el parqueadero para VE se encuentra en el interior, o muy cercano a la instalaci· n del usuario. En la figura 17 se muestra la conexi· n de la estaci· n de carga lenta, se deber§ realizar una derivaci· n o conexi· n luego del equipo de medida, preferiblemente desde el tablero de circuitos de la instalaci· n.

Fig. 17 Estaci· n de carga con derivaci· n desde el tablero de circuitos de la instalaci· n. *Fuente: RA08-31 EPM NORMA*

4.2.2 Estaci· n de Carga Tipo 1:

A continuaci· n, se presenta un esquema Unifilar de Conexi· n El®ctrica para la instalaci· n de estaciones el®ctricas para VE.

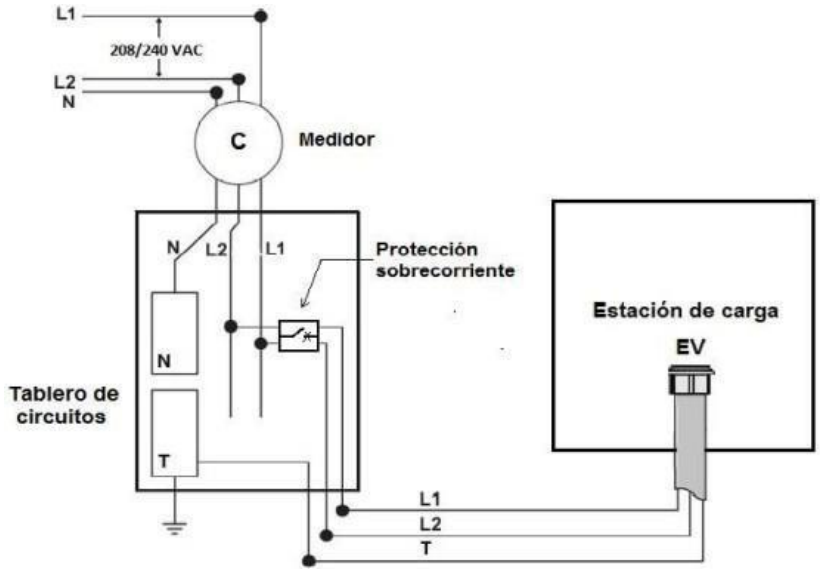


Fig. 18 Conexi· n de estaci· n de carga lenta AC
Fuente: RA08-31 EPM NORMA.

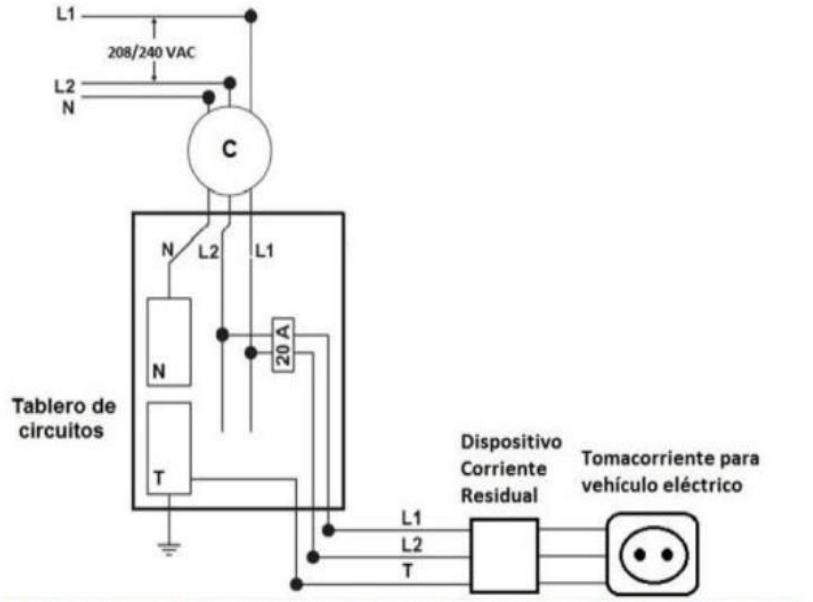


Fig. 19 Conexi· n de estaci· n carga lenta AC (con derivaci· n desde el tablero de circuitos).*Fuente: RA08-31 EPM NORMA.*

En las figuras 18 y 19 se muestra la conexi· n de la estaci· n carga lenta en AC (con derivaci· n desde el tablero de circuitos). Cuando no se cuente con los circuitos de reserva necesarios para la alimentaci· n de la estaci· n de carga desde el tablero principal, deber§ instalarse un tablero adicional. (RA08-31 EPM NORMA).

4.2.3 Instalaciones en nuevos proyectos:

En el caso de cargadores para veh²culos el®ctricos deber§ dejarse para alimentaci· n del cargador, un circuito exclusivo desde el tablero de circuitos de la instalaci· n hasta el lugar de parqueo del veh²culo, el cual deber§ cumplir con los requisitos de protecci· n y cableado (ver Tabla 2). Para este caso aplican los esquemas de conexi· n de las Figuras 18 y 19 presentadas anteriormente.

Tabla 3 Caracter²sticas de la protecci· n diferencial

Potencia nominal de carga	Corriente nominal (A)	Tensión	Protección minima** circuito	Calibre mínimo circuito	Longitud máxima del circuito para cumplir % de regulación	Diámetro mínimo de la tubería	Protección diferencial*
3.3kW 3.8kW	16A	Monofásico Trifilar (240V) Bifásico (208V)	2X20 A	N°12 AWG	23m	½"	Corriente residual de funcionamiento <=30mA con características equivalentes como mínimo al Tipo A.
				N°10 AWG	39m		
				N°8 AWG	61m	¾"	
				N°6 AWG	97m		
6.6kW 7.6kW	32A	Monofásico Trifilar (240V) Bifásico (208V)	2X40 A	N°8 AWG	30m	¾"	
				N°6 AWG	48m		
				N°4 AWG	76m	1"	

Fuente: RA08-31 EP NORMA

En la Tabla No. 3 se muestran las caracter²sticas de la protecci· n diferencial en caso de requerirla. Cada conductor deber§ estar protegido con el correspondiente interruptor termomagn®tico, de acuerdo a la tabla 310-16 de la NTC 2050 y la RAE Secci· n Cables y alambres de cobre con voltajes de servicios hasta de 2000 voltios.

4.2.4 Instalaciones en proyectos existentes:

Los tableros de medidores se encuentran concentrados en un cuarto t®cnico. En el caso de sistemas con medida centralizada, la derivaci· n para la

alimentaci· n de la estaci· n de carga deber§ realizarse desde la protecci· n principal de la instalaci· n responsable por los consumos de energ²a del veh²culo el®ctrico. La protecci· n se encuentra en el compartimiento de salida, ubicado en la parte inferior o superior del tablero de medida. En caso que la protecci· n del circuito que se instale en la subestaci· n o en el lugar de ubicaci· n del tablero principal de medidores, la derivaci· n para la alimentaci· n de la estaci· n de carga debe realizarse desde el medidor correspondiente a la instalaci· n responsable por los consumos de energ²a del veh²culo el®ctrico, antes de la protecci· n principal de la instalaci· n, ubicada en el compartimiento de salida del tablero principal de medidores. (RA08-31 EPM NORMA)

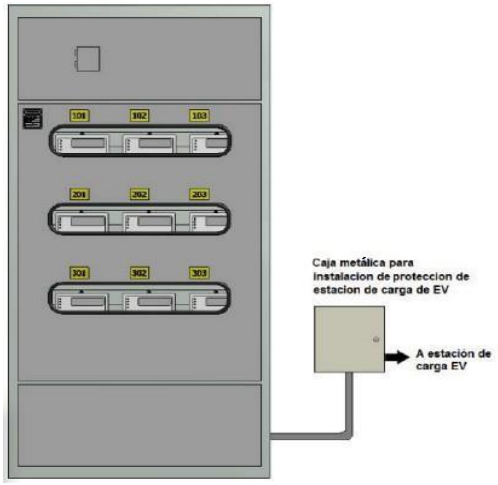


Fig. 20 Instalaci· n de la protecci· n del circuito en la subestaci· n o cuarto t®cnico. *Fuente: RA08-31 EPM NORMA*

Antes de hacer la conexi· n de la estaci· n de carga, se debe verificar si es posible realizar est§ alimentaci· n desde el tablero de medidores existente, para esto, es importante determinar si el totalizador o protecci· n principal del tablero y los barrajes, tienen la capacidad de asumir la nueva carga correspondiente al cargador del veh²culo el®ctrico. De igual manera, debe verificarse si existe espacio en el tablero para los conectores o borneras adicionales que se requieran para hacer la instalaci· n. En caso que esto no sea posible, se debe instalar un nuevo tablero con protecciones y medidores adicionales, derivado desde el barraje principal del tablero general existentes.

4.2.5 Instalaci· n en proyectos nuevos:

En este tipo de proyectos se recomienda que desde el dise¶o se deba proyectar la demanda, teniendo en cuenta una carga m²nima de 3,7kW y m§xima de 7,6 kW siendo carga tipo 1 por cada cargador a instalar. Se

considera como m²nimo un aumento del 15% sobre la capacidad de la instalaci· n, con el fin considerar las cargas correspondientes a movilidad el®ctrica.

En la Figura 21, se ve el gabinete de medidores con protecciones para los cargadores de veh²culos en el compartimiento de salida. esta instalaci· n va desde el tablero principal con protecciones para cargadores de EV. Esto ayudar§ a futuras conexiones, ya que contar§ con protecciones de reserva para los cargadores de veh²culos el®ctricos en los compartimientos de salida de los tableros de medida centralizada de la edificaci· n. En este tipo de conexiones debe garantizarse la adecuada coordinaci· n de protecciones entre la protecci· n principal de la instalaci· n y la protecci· n del circuito del cargador, al igual que los c§lculos de barrajes principales y del totalizador del tablero principal.

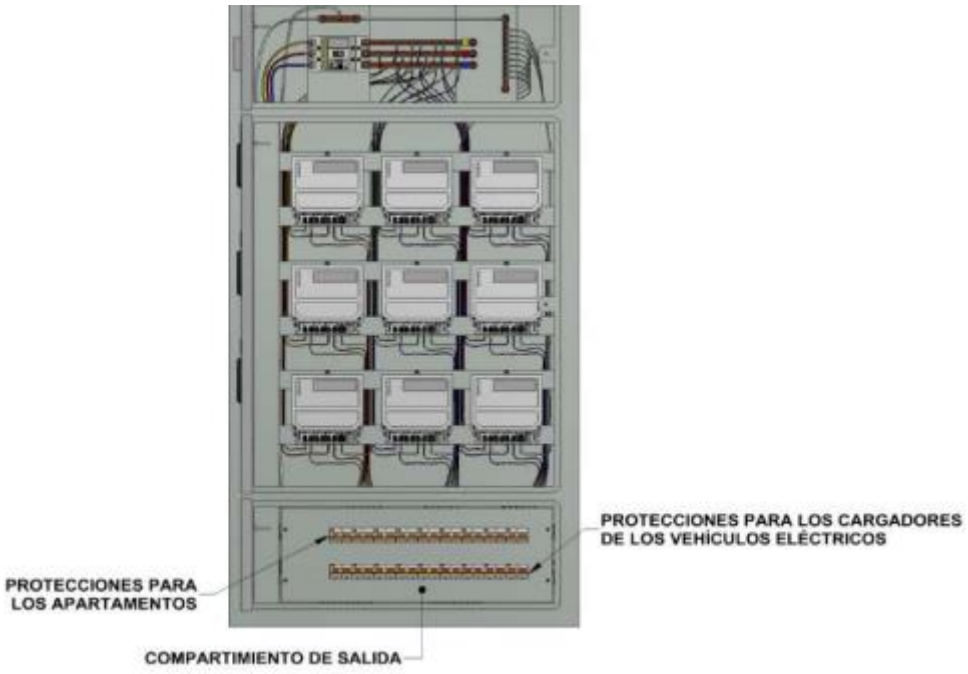


Fig. 21 Tablero de medidores con protecciones para los cargadores de VE
Fuente: RA08-31 EPM NORMA

4.2.6 Esquema general de instalaci· n de un sistema de medida centralizada:

En el anexo no. 6 se observa un esquema general de instalaci· n de un sistema de medida centralizada con circuitos derivados del tablero de medida, con un solo contador para la vivienda y para la estaci· n de carga. (RAE08-31 UPME)

4.2.7 Instalaci· n de cargadores en sistema con medida centralizada:

En el anexo no. 6 se observa el esquema general de instalaci· n de cargadores de un sistema con medida centralizada, un contador para la vivienda y otro para la estaci· n de carga.

4.2.8 La medida descentralizada en un sistema de barras o sistemas de cables individuales como alimentadores de los diferentes tableros de medida (Carga Lenta):

En los sistemas con medida descentralizada, generalmente no es posible realizar la alimentaci· n directamente desde el tablero de circuitos que se encuentra en el interior de la instalaci· n, ni emplear el medidor asociado a la instalaci· n, debido a que ambos se encuentran a una distancia considerable del parqueadero.

Por lo tanto, inicialmente debe verificarse si desde el TGA o TGB (Tablero general de alimentadores, a partir del cual se derivan los alimentadores para los tableros de medida de piso o de la electrobarra), existen protecciones de reserva o si existe el espacio y la capacidad para instalar una nueva protecci· n para el circuito ramal del cargador del veh²culo ver anexo 6 y 7 (RAE08-31 UPME).

En las figuras del Anexo 8 y 9 se ve el caso de no existir espacio en el TGA para la instalaci· n de la protecci· n de sobrecorriente, pero si hay capacidad instalable, la derivaci· n para la alimentaci· n del cargador del veh²culo el®ctrico debe realizarse desde el barraje principal del TGA o TGB o desde el barraje del tablero de zonas comunes (en el compartimiento de entrada, antes de la medida), siempre y cuando exista la capacidad en dichos barrajes.

La distancia de este alimentador hasta la protecci· n de sobrecorriente del circuito del cargador y el medidor no podr§ ser mayor a 8m.

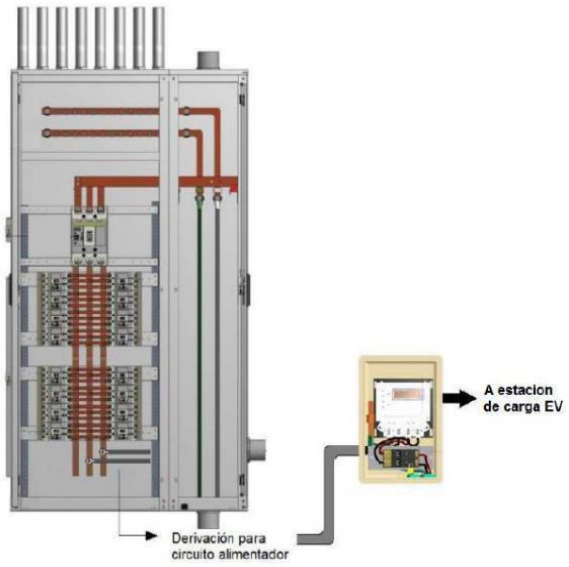


Fig. 22 Derivaci· n desde el TGA para el circuito del cargador, empleando barras de conexi· n. *Fuente: RA08-31 EPM NORMA*

La figura 22, aplica para alimentador del cargador con longitud menor o igual a 8 m, donde el medidor y la protecci· n del circuito para el cargador podr§n instalarse en una caja independiente, de acuerdo a la norma EPM RA7-203 o en tablero general de acuerdo a la norma EPM RA8-012. Su instalaci· n deber§ ser preferiblemente en la subestaci· n o en el cuarto t®cnico donde se encuentra el tablero general, de alimentadores.

El medidor y la protecci· n del circuito para el cargador podr§n instalarse en una caja independiente, de acuerdo con la norma EPM RA7-203 o en tablero general, de acuerdo a la norma EPM RA8-012. Su instalaci· n deber§ ser preferiblemente en la subestaci· n o en el cuarto t®cnico donde se encuentra el tablero general de alimentadores. En sistemas de medida descentralizada con cables alimentadores, cuando la caja o tablero no se pueda ubicar a menos de 8 m de la subestaci· n o cuarto t®cnico, ser§ posible hacer la instalaci· n hacia el veh²culo el®ctrico desde una de salidas de las protecciones de los alimentadores de piso de la instalaci· n (acometida hacia tablero de piso). Los conductores de alimentaci· n del cargador del veh²culo el®ctrico no podr§n tener un calibre inferior al del alimentador de piso. Para cumplir con el art²culo 20.12.2 del RETIE, el cual establece que no se deben instalar dos o m§s conectores o terminales en la misma bornera o al mismo tornillo. La derivaci· n para el circuito del cargador deber§ realizarse empleando barras de conexi· n, cable con terminales y borneras o conectores de perforaci· n de aislamiento.

En los medidores se maneja una medida descentralizada considerando que para alimentar las cargas de movilidad el®ctrica en proyectos nuevos con sistemas de medida descentralizada se prevea una instalaci· n de cargadores para veh²culos el®ctricos, estos deber§n incluirse con alimentadores o barras necesarias desde el tablero general de alimentadores TGA o TGB de la instalaci· n hacia los tableros de medida de piso ubicados en los niveles de parqueaderos, los cuales corresponden a la medida de los consumos de los cargadores. Los sistemas con medida descentralizada que incluyan movilidad el®ctrica deber§n seguir cumpliendo la norma EPM RA8-017, (ver figura 23) deber§n disponerse en los niveles de parqueaderos. Los tableros de medida de piso para movilidad el®ctrica deber§n proyectarse para alimentar un n¼mero de instalaciones (cargadores) mayor o igual al 15% del n¼mero de viviendas de la edificaci· n.

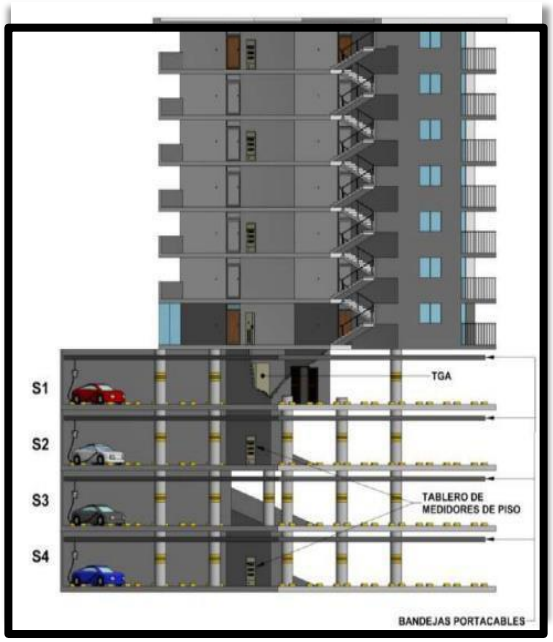


Fig. 23 Medida descentralizada considerando movilidad el®ctrica
Fuente: RA08-31 EPM NORMA

4.2.9 Instalaci· n de un sistema de medida centralizada para los medidores correspondientes a cargadores de veh²culos el®ctricos:

Esta es una opci· n donde se podr§ instalar un sistema de medida centralizada o concentrada en un cuarto t®cnico para la instalaci· n de los medidores de los cargadores de los veh²culos el®ctricos en los parqueaderos. El dise¶ador deber§ proyectar el espacio requerido para concentrar los medidores en un cuarto t®cnico. El cuarto t®cnico destinado para alojar los medidores deber§ cumplir con los requerimientos de espacios de trabajo de la norma EPM RA8-014. Los tableros de medida para movilidad el®ctrica deber§n proyectarse para

alimentar un n¼mero de instalaciones (cargadores) mayor o igual al 15% del n¼mero de viviendas de la edificaci· n. Desde el TGA o TGB deber§ dejarse el alimentador o alimentadores necesarios para la conexi· n del tablero de medidores exclusivo a movilidad el®ctrica.

4.3 Instalaci· n de estaciones de carga p½blica ï r§pida y semir§pida:

Este tipo de instalaciones aplica para estaciones de carga p¼blica internas (ejemplo: centros comerciales) o externas (ejemplo: parqueaderos p¼blicos, estaciones de servicio), por lo general en tipo de carga semir§pida o r§pida. La instalaci· n de carga p¼blica en AC, podr§n tenerse puntos de carga desde 7,2kVA hasta 43kVA, con salidas simples o duales, que permitan la carga simult§nea de dos veh²culos el®ctricos. En algunos casos la alimentaci· n podr§ ser a 208-240V o a 400V trif§sica.

4.4 Protecciones el®ctricas:

La protecci· n de sobre corriente no se pueda ubicar a menos de 8 m de la subestaci· n o cuarto t®cnico. Ser§ posible hacer la instalaci· n hacia el veh²culo el®ctrico desde la salida de la protecci· n principal de la instalaci· n (acometida hacia la vivienda) siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

a. Tanto el interruptor de la instalaci· n como el conductor de la acometida tienen la capacidad para asumir la nueva carga asociada al veh²culo el®ctrico.

b. Los conductores de alimentaci· n del cargador del veh²culo el®ctrico no podr§n tener un calibre inferior al de la acometida de la vivienda.

c. La corriente nominal del cargador no podr§ ser mayor a 16 A. Para cumplir con el art²culo 20.12.2 del RETIE, literal a, el cual establece que no se deben instalar dos o m§s conectores o terminales en la misma bornera o al mismo tornillo. La derivaci· n para el circuito del cargador deber§ realizarse empleando borneras de conexi· n (Figura No. 24) o conectores de perforaci· n de aislamiento (Figura No. 25).

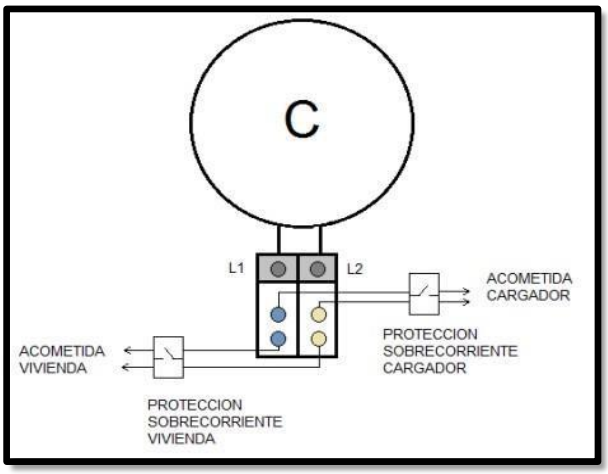


Fig. 24 Derivaci· n desde el medidor, empleando borneras de conexi· n
Fuente: RA08-31 EPM NORMA

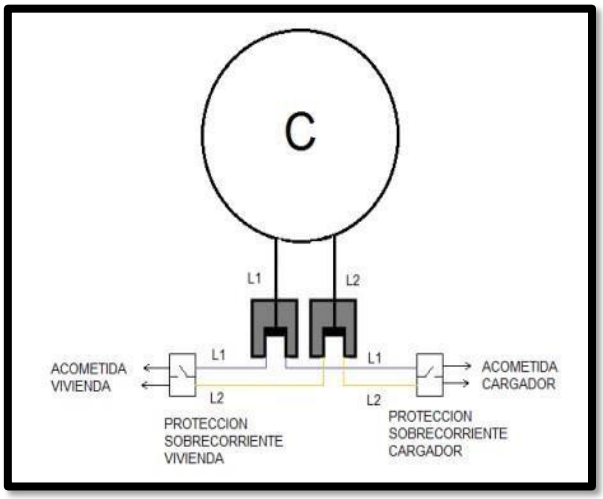


Fig. 25 Derivaci· n desde el medidor empleando conector de perforaci· n de aislamiento. *Fuente: RA08-31 EPM NORMA*

En caso de que las instalaciones existentes no permitan la conexi· n de los cargadores hacia el veh²culo el®ctrico ser§ necesaria la instalaci· n de un nuevo tablero con protecciones y medidores exclusivo para los veh²culos el®ctricos. En este caso, la propiedad horizontal debe llegar a un acuerdo con relaci· n al esquema de conexi· n a implementar en la edificaci· n, y deben definir la forma en que se asumir§n los costos correspondientes a la modificaci· n o construcci· n de las instalaciones necesarias para atender la demanda de movilidad el®ctrica.

4.4.1 Caracter²sticas del Transformador Elevador:

El transformador para la conexi· n de los cargadores de veh²culos el®ctricos ver Reglamento T®cnico de Instalaciones El®ctricas RETIE y con el Certificado

de Conformidad de producto con la norma t®cnica respectiva: NTC 3654 (Transformadores de potencia tipo seco), NTC 3445 (Transformadores trif§sicos auto refrigerados, tipo seco abierto y encapsulado en resina, corriente sin carga, p®rdidas y tensi· n de cortocircuito).

Tabla 4 Requisitos m²nimos para la instalaci· n del transformador elevador
Fuente: RA08-31 EPM NORMA

Requisitos Exigidos	Opción 1 Transformador en Parqueadero	Opción 2 Transformador en Cuarto Técnico (exclusivo)	Opción 3 Transformador en Cuarto Técnico o Subestación (con otros equipos)
1.Altura Trasformador	Mínimo 8 m desde el nivel de Piso		
2. Espacios de Trabajo	Mínimo 90 cm alrededor del equipo	Mínimo 90 cm alrededor del equipo	Mínimo alrededor del equipo. Verificar espacios disponibles y el cumplimiento de los requisitos mínimos requeridos
3.Prevención de Daños Físicos	Garantizar Protección contra exposición a daños físicos al estar ubicado en una zona de estacionamiento		
4. Grado IP Celda	IP 20 Instalación Interior	IP 20 Instalación Interior	IP 20 Instalación Interior
5. Aberturas de Ventilación en Celda	Si	Si	Si
6. Aberturas de Ventilación en Cuarto		Si	Si

4.4.2 Edificaciones con m¼ltiples usuarios:

Para este tipo de edificaciones se requiere una derivaci· n de un circuito monof§sico de 100A desde el secundario del transformador principal (barraje de entrada del tablero principal), a menos que se cuente con capacidad instalable disponible en el tablero. En el anexo 11 ï 12, de acuerdo a la norma RA7-203, en tablero general (ver norma RA8-012).

La protecci· n de sobrecorriente deber§ ser un interruptor termomagn®tico enchufable, monopolar 100A, 230 V / 400 V, curva C, 25 kA. Su instalaci· n deber§ ser preferiblemente en la subestaci· n o en el cuarto t®cnico, en el cual deber§ ubicarse el transformador. Deber§ verificarse en sitio los espacios disponibles en el cuarto t®cnico y las distancias de seguridad para trabajo. En caso que no exista espacio suficiente en el cuarto t®cnico, deber§ seleccionarse un lugar, preferiblemente en el interior de la edificaci· n, cumpliendo todos los requisitos establecidos en el numeral Instalaci· n de DPS: Para la protecci· n de la instalaci· n contra sobretensiones transitorias se

requiere la instalaci· n de un DPS. El RETIE establece en el numeral 20.14.2, que toda subestaci· n (transformador) debe disponer de DPS Tambi®n deben cumplirse todos los requisitos de instalaci· n y de producto establecido en el numeral 20.14 del RETIE.

4.5 Requisitos de dise¶os de estaciones el®ctricas de VE en Europa:

A continuaci· n, se describe la normatividad que se usa en Espa¶a, que como se podr§ ver es similar a la que se emplea en Colombia. Se detallan esquemas de instalaci· n el®ctrica, donde se describen detalladamente en la ITC-BT-052. (Ver anexo 9 - 10).

4.5.1 Esquemas de instalaci· n para la recarga de veh²culos el®ctricos:

En Espa¶a se realizar§ seg¼n los esquemas de conexi· n seg¼n proceda en aplicaci· n de la (ITC) BT-04, en la que se indique el esquema de conexi· n a utilizar. (ITC BT 52).

4.5.2 Los posibles esquemas ser§n los siguientes:

Esquema colectivo o troncal, con un contador principal en el origen de la instalaci· n. Centralizaci· n de contadores conjunta esquema individual con un contador com¼n para la vivienda y la estaci· n de recarga. Esquema individual con un contador para cada estaci· n de recarga. Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del veh²culo el®ctrico (Ver anexo 13) (ITC BT 52).

4.5.3 Potencias instaladas normalizadas en un circuito de recarga para vivienda:

La alimentaci· n de este circuito podr§ ser monof§sica o trif§sica y la potencia instalada responder§ generalmente a uno de los escalones de la tabla No. 4, seg¼n prevea el proyectista de la instalaci· n. No obstante, el proyectista podr§ justificar una potencia mayor, en funci· n de la previsi· n de potencia por estaci· n de recarga o del n¼mero de plazas construidas para la vivienda unifamiliar, en cuyo caso el circuito y sus protecciones se dimensionar§n acorde con la potencia prevista.

Tabla 5 Clasificaci· n de protecciones seg¼n potencia requerida

U nominal	Interruptor Autom§tico de Protecci· n en el Origen del Circuito	Potencia Instalada	Estaciones de Recarga por Circuito
230 V	10A	2.300W	1
	16A	3.680 W	1
	20A	4.600 W	1

	32A	7.360 W	1
	40A	9.200 W	1
230/400 V	16A	11.085 W	De 1 a 3
	20A	13.856 W	De 1 a 4
	32A	22.170 W	De 1 a 6
	40A	27.713 W	De 1 a 8

(FUENTE ITC BT 52)

4.6 Caracter²sticas generales de la instalaci· n en Europa:

En las viviendas de edificios las zonas destinadas a parqueaderos o estacionamientos colectivos de uso p¼blico o privado, se podr§ realizar la operaci· n de recarga de bater²as siempre que dicha operaci· n se realice sin desprendimiento de gases durante la recarga y que dichos locales no est®n clasificados como locales con riesgo de incendio o explosi· n seg¼n la (ITC) BT-29. Cuando se instale un circuito de recarga colectivo que alimente a varias estaciones de recarga (Ver anexo esquema 16 y 17).

Tabla 6 Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga

$U_{nominal}$	Interruptor automático de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	N.º máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11.085 W	3
230/400 V	32 A	22.170 W	6
230/400 V	50 A	34.641 W	9
230/400 V	63 A	43.647 W	12

Fuente: (ITC) BT-29

- **El sistema de iluminaci· n:** en la zona donde est® prevista la realizaci· n de la recarga se garantizar§ que durante las operaciones y maniobras necesarias para el inicio y terminaci· n de la recarga exista un nivel de iluminancia horizontal m²nima a nivel de suelo de 20 Lux para estaciones de recarga de exterior y de 50 Lux para estaciones de recarga de interior.
- **Distorsi· n arm· nica**: En instalaciones para la recarga de veh²culo el®ctrico, que re¼nan m§s de 5 estaciones de recarga, el proyectista estudiar§ la necesidad de instalar filtros de correcci· n de arm· nicos, con el objeto de garantizar que se. mantiene la distorsi· n arm· nica de la tensi· n seg¼n los l²mites caracter²sticos de la tensi· n suministrada por las redes generales de distribuci· n, para que otros usuarios que est®n conectados en el mismo punto de la red no se vean perjudicados. (ITC) BT-29.

- **En modos de carga 3 y 4,** las bases y conectores siempre deben estar incorporadas en un SAVE (Sistemas de Alimentaci· n para Veh²culos El®ctricos). Se podr§ utilizar tambi®n un autom§tico de 16 A, (ITC) BT-29.
- **Punto de conexi· n**, el punto de conexi· n deber§ situarse junto a la plaza a alimentar, e instalarse de forma fija en una envolvente. La altura m²nima de instalaci· n de las tomas de corriente y conectores ser§ de 0,6 m sobre el nivel del suelo. Si la estaci· n de recarga est§ prevista para uso p¼blico la altura m§xima ser§ de 1,2 m y en las plazas destinadas a personas con movilidad reducida, entre los 0,7 y 1,2 m.

Tabla 7 Puntos de conexi· n posibles a instalar en funci· n de su ubicaci· n

Alimentación de la Estación de Recarga	Base de Toma de Corriente o Conector del Tipo descrito en: (1)	Intensidad Asignada del Punto de Conexión	Interruptor Automático de Protección del Punto de Conexión	Modo de Carga Previsto	Viviendas Unifamiliares	Aparcamientos en edificios de viviendas	Otras Instalaciones
Monofásica	Base de Toma Corriente: UNE 20315-1-2 Fig.C2a.		10 A (2)	1 o 2	SI	SI	NO
	Base de Toma Corriente: UNE 20315-2-11 Fig.C7a.		10 A (2)	1 o 2	SI	SI	NO
	UNE-EN 62196-2,Tipo 2(3)	16 A	4	3	SI	SI	SI
	UNE-EN 62196-2,Tipo 2(3)	32 A	4	3	SI	SI	SI
Trifásica	UNE-EN 62196-2, Tipo 2(3)	16 A	4	3	SI	SI	SI
	UNE-EN 62196-2, Tipo 2(3)	32 A	4	3	SI	SI	SI
	UNE-EN 62196-2, Tipo 2(3)	63 A	4	3	NO	NO	SI

Fuente: movilidadelectrica.com

4.7 Protecci· n para garantizar la seguridad:

La norma Europea (ITC) BT, informa las caracter²sticas para garantizar la seguridad el®ctrica en las estaciones de recarga para VE, algunas de estas son las medidas generales para la protecci· n contra los contactos directos e indirectos, indicadas en la ((ITC) BT-24) teniendo en cuenta que el circuito para la alimentaci· n de las estaciones de recarga de veh²culos el®ctricos deber§ disponer siempre de conductor de protecci· n, y la instalaci· n general deber§ disponer de toma de tierra. Estas instalaciones se admitir§n exclusivamente las medidas establecidas en la (ITC) BT- 24 contra contactos directos, protecci· n por aislamiento de las partes activas, o, protecci· n por medio de barreras o envolventes, as² como las medidas protectoras contra contactos indirectos, protecci· n por corte autom§tico de la alimentaci· n, protecci· n por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente o protecci· n por separaci· n el®ctrica. (MincienciayTecnolog²a, 2001)

4.8 Clasificaci· n de riesgo y de personal

La clasificaci· n de riesgos es indispensable para los proyectos de cualquier actividad laboral, es imprescindible llevar a cabo una eficaz prevenci· n de riesgos en todas las actividades laborales relacionados con la construcci· n y mantenimiento de los mismos. La evaluaci· n de riesgos de los veh²culos el®ctricos es una parte necesaria, por lo tanto, la seguridad contra incendios de los estacionamientos interiores y subterr§neos con capacidad para veh²culos el®ctricos, as² como la seguridad de las estaciones de carga, es un tema de actualidad, al evaluar los riesgos en las aplicaciones/infraestructuras con veh²culos el®ctricos. (Ver anexo 18) (Fuente 8 ALBERO (Transporte de veh²culos de motor alternativo en transbordadores de carga rodada).

4.8.1 Protecci· n contraincendios:

NFPA - National Fire Protection Association. Norma Americana La NFPA es la fuente principal mundial para el desarrollo y diseminaci· n de conocimiento sobre seguridad contra incendios y de vida.

Sistemas de equipos De Carga y suministro de VE Art²culo 625 NFPĆ:

Este articulo informa sobre las generalidades que cubren los conductores y equipos el®ctricos externos que conectan un veh²culo el®ctrico a un suministro de electricidad por medio de conductores o medios inductivos. Profundiza los est§ndares para edificios con equipos de suministro para veh²culos el®ctricos. La comisi· n de est§ndares de edificios en California expidi· est§ndares obligatorios para la instalaci· n de equipos de suministro para veh²culos el®ctricos, en particular el articulo 625 enuncia las condiciones de acople para veh²culo el®ctricos (Fuente: C· digo El®ctrico Nacional 2014 NFPA 70 Espa¶ol | Carlos Enrique Quir· s Campos - Academia.edu).

La UL 2594-2011, Norma para Equipos de Suministro de Veh²culos El®ctricos, es un est§ndar de seguridad para equipos de suministro de veh²culos el®ctricos. UL 2202-2009, Norma para Equipo de sistema de carga de veh²culos el®ctricos, es un est§ndar de seguridad para veh²culos el®ctricos. (Fuente UL 2202-2009).

Sistemas de Protecci· n Contra Incendios (Supresi· n Y Extinci· n):

Los sistemas de extinci· n autom§tica extinguen o previenen los incendios incipientes para proteger objetos, habitaciones o edificios enteros de los incendios y sus consecuencias. Los agentes extintores utilizados para este fin son l²quidos (agua), bif§sicos (espuma), s· lidos (polvo), gaseosos (gases) o aerosoles. Dependiendo del agente extintor, se desplaza el calor y/o el ox²geno del fuego, es decir, se separa del combustible. El efecto extintor o

supresor comienza durante el tiempo de inundaci· n y finaliza tras la expiraci· n del tiempo de mantenimiento. La intervenci· n y la activaci· n del sistema de protecci· n contra incendios deben armonizarse en consecuencia. Una cuesti· n clave en cualquier sistema de protecci· n contra incendios:

Para la protecci· n de los equipos el®ctricos, se deben considerar los riesgos de da¶os en los equipos asociados a los sistemas basados en el agua. El efecto de refrigeraci· n de los sistemas autom§ticos de agua depende de la configuraci· n de la bater²a y puede ser dif²cil llegar a la zona en llamas (zonas de sombra de la aspersi· n).

Dise¶o de Soluciones de Detecci· n y Extinci· n de Incendios en Diferentes Aplicaciones

Para el inicio de un dise¶o cada aplicaci· n requiere una soluci· n espec²fica, basada en el uso de sistemas aprobados, ya que no existe un concepto de protecci· n que se adapte por igual a todas las aplicaciones.

Antes de seleccionar el concepto · ptimo, hay que considerar los objetivos de las medidas, el concepto de protecci· n y los posibles efectos secundarios de las tecnolog²as utilizadas. Adem§s de las opciones t®cnicas disponibles en el mercado, hay que tener en cuenta la situaci· n medioambiental completa de la aplicaci· n. El concepto debe proporcionar un enfoque hol²stico que debe incluir la consideraci· n en los aspectos de evaluaci· n de riesgos y sus puntos a tener en cuenta que son:

- Protecci· n pasiva / preventiva contra incendios
- Evitar la propagaci· n del fuego a las bater²as y zonas adyacentes
- Sistema de gesti· n de bater²as (detecci· n de fallos en las bater²as)
- Tipo de sistema de detecci· n de incendios / humos
- Sistema de detecci· n de emisiones de gases
- Sistema de inertizaci· n autom§tica
- Sistema de extinci· n autom§tica
- Efectos secundarios
- Ventilaci· n / Extracci· n
- Sistema de liberaci· n de sobrepresi· n
- Normas aplicables
- Normativa nacional o regional de los cuerpos de bomberos

4.9 Condiciones particulares de instalaci· n de tierras

Red de tierra para plazas de estacionamiento en el exterior aplica tanto a la instalaci· n de puntos de recarga en v²a p¼blica como a la instalaci· n en parqueaderos · estacionamientos p¼blicos a la intemperie. La instalaci· n de puesta a tierra se realizar§ de forma tal que la m§xima resistencia de puesta a

tierra a lo largo de la vida de la instalaci· n y en cualquier ®poca del a¶o, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes met§licas accesibles de la instalaci· n (estaciones de recarga, cuadros met§licos, etc.). Cada poste de recarga dispondr§ de un borne de puesta a tierra, conectado al circuito general de puesta a tierra de la instalaci· n.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos podr§n ser: Desnudos, de cobre, de 35 mm2 de secci· n m²nima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso ir§n por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentaci· n, aislados, mediante cables de tensi· n asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde- amarillo, con conductores de cobre, de secci· n m²nima 16 mm2. El conductor de protecci· n que une de cada punto de recarga con el electrodo o con la red de tierra, ser§ de cable unipolar aislado, de tensi· n asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y secci· n m²nima de 16 mm2 de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizar§n mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosi· n.

4.10 Simbolog²a y etiquetado:

Para veh²culos e infraestructura para carga el®ctrica**,** la identificaci· n de los elementos de los sistemas de carga el®ctrica para veh²culos el®ctricos, se tiene las siguientes nomenclaturas extractadas de diferentes fuentes de informaci· n, las cuales se emplean en diferentes pa²ses.

La Uni· n Europea establece a partir del 20 de marzo de 2021 la simbolog²a de etiquetados para los elementos de los autom· viles y de las estaciones de carga el®ctrica que ayudar§n a reconocer las opciones de recarga compatibles para los veh²culos el®ctricos de carretera. Estas etiquetas figurar§n en:

- Cargador de cada veh²culo
- Enchufe de carga
- Cables de carga por separados
- Manual del propietario
- Manual electr· nico del veh²culo
- Estaciones de recarga de veh²culos el®ctricos EV,
- Toma de corriente
- Almacenaje del cable conector del veh²culo

Tabla 8 Simbolog²a para el usuario con carga en CA, (min Transportes 2020)

IDENTIFICADORES DE CARGA CON CA

CONFIGURACIÓN	TIPO DE ACCESORIO	RANGO DE TENSIÓN	IDENTIFICADOR
	Enchufe de casa, toma de corriente de casa; Enchufe y toma de corriente industriales		Sin expresión gráfica
TIPO 1	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	≤ 250 V RMS (valor eficaz)	B
TIPO 2	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	≤ 480 V RMS (valor eficaz)	C
TIPO 2	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)	C
TIPO 3-A	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)	D
TIPO 3-C	Enchufe Toma de corriente	≤ 480 V RMS (valor eficaz)	E

Fuente: Este documento ha sido elaborado por ACEA, ACEM, ChargeUp Europe, CharIN y EURELECTRIC

Seg¼n el tipo de carga abra diferencia en la simbolog²a (corriente alterna o corriente continua), en la que tambi®n se tienen en cuenta el tipo de cable y el rango de tensi· n. En los veh²culos est§n representados con las **letras B, C, K, L, M, N** y **O**, mientras que las estaciones de carga se dividen en las letras **C, D** y **E** (en el caso de corriente alterna)

Tabla 9 Simbolog²a para el usuario con carga en CC

IDENTIFICADORES DE CARGA CON CC

CONFIGURACIÓN	TIPO DE ACCESORIO	RANGO DE TENSIÓN	IDENTIFICADOR
FF	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	K
		200 – 920 V	L
AA	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	M
		200 V – 920 V	N
TIPO 2a	Conector del vehículo y toma de entrada del vehículo	50 V – 500 V	O

Fuente: Este documento ha sido elaborado por ACEA, ACEM, ChargeUp Europe, CharIN y EURELECTRIC

Las organizaciones que representan a los fabricantes de veh²culos europeos (veh²culos de dos ruedas, autom· viles, furgonetas y veh²culos pesados) y a la industria el®ctrica y de infraestructura de recarga. La informaci· n contenida en este documento est§ sujeta a las leyes nacionales espec²ficas para la implementaci· n de la Directiva 2014/94/UE de cada Estado Miembro de la UE.

4.11 Simbolog²a en Colombia

En Colombia empresas de energ²a como Enel S.A en Bogot§ y EPM en Medell²n, han realizado iniciativas relacionadas con el despliegue de infraestructura de carga con el fin de promover el desarrollo de la movilidad el®ctrica. Estos sitios de carga se identifican por medio de los colores y logotipos que se muestran en tabla no. 9.

Tabla 10 Colores y logotipos utilizados por ENEL en las estaciones de carga para veh²culos el®ctricos

Se¶ales reglamentarias adicionales para identificar sitios de parqueo y carga para veh²culos el®ctricos. (MinTransporte, 2020).

5 Dise¶o conceptual de una estaci· n de carga r§pida incluyendo elementos tecnol· gico y observaciones al reglamento t®cnico de instalaciones el®ctricas RETIE

Este cap²tulo final describir§ los elementos el®ctricos y tecnol· gicos para una instalaci· n el®ctrica tipo de una estaci· n de carga para VE de carga r§pida, complementando los elementos de los cap²tulos anteriores del dise¶o conceptual para estaciones de veh²culos el®ctricos. Se profundizar§ en las principales caracter²sticas de ingenier²a conceptual, como elementos t®cnicos de conexi· n, elementos de seguridad, elementos de protecci· n y elementos de control. De igual manera se expondr§n elementos que se puedan involucrar en el Reglamento T®cnico de Instalaciones El®ctricas. (RETIE, 2013).

5.1 Dise¶o conceptual de una electrolinera de carga r§pida:

Se realiza el estudio de un sistema de recarga r§pida o electrolinera clasificada como tipo 4, para la recarga de un VE, con tiempo de duraci· n, entre 15-30 minutos, siendo estas estaciones las que m§s demanda tendr§n cuando se masifique el uso de los VE en Colombia. El dise¶o conceptual comprende los elementos indispensables para una estaci· n de carga r§pida abarcando desde la l²nea de media tensi· n, hasta los equipos de carga y elementos de seguridad que deber§n tener estas estaciones.

5.1.1 Componentes de una electrolinera carga r§pida

a. Red de media tensi· n
b. Celdas de seccionamiento
c. Transformador
d. Cargador
e. Medidor de energ²a
f. Cajas de derivaci· n
g. Cargador
h. Conectores
i. Sistema de puesta a tierra
j. Elementos de seguridad de instalaciones

5.1.2 Elecci· n del tipo de cargador:

Actualmente, y seg¼n el sistema CHAdeMO, son varios las empresas que hoy en d²a participan en el desarrollo y mejora de los sistemas de carga r§pida, tanto a nivel nacional como internacional, como se puede ver en la Figura 26, se deber tener presente que estas estaciones podr§n ser dotadas con conectores tipo 1 y 2 con el fin de darle posibilidad de que los diferentes autos se puedan recargar en estas estaciones.

Fig. 26 Cargadores para recarga r§pida *Fuente: CHAdeMO*

5.1.3 Veh²culos el®ctricos que admiten carga r§pida:

En las estaciones de carga de VE, los tipos de veh²culos livianos que recibir§n carga r§pida no ser§n todos los modelos compatibles con el est§ndar impuesto por CHAdeMO para la recarga r§pida. La lista de modelos actuales en el mercado que pueden admitir la recarga r§pida es la que se muestra en la Figura 27 y 28. Una de las marcas que tiene el mejor rendimiento es el Porsche Taycan y el Audi e-tron GT, con un sistema de 800 V capaz de admitir una potencia de carga de 270 kW. Para Colombia se han introducido varias marcas como BYD, BMW, Mercedes-Benz, Renault, Honda, entre otras.

Fig. 27 Veh²culos h²bridos enchufables (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle) *Fuente: Reg. De Energía Castilla - Europa*

Fig. 28 Modelos que admiten recarga r§pida - *Fuente: CHAdeMO*

5.2 Infraestructura de dise¶o de una estaci· n de carga r§pida:

Se describe formas de conexi· n, equipos y conceptos m§s relevantes para una estaci· n de carga el®ctrica r§pida.

5.2.1 Elementos que componen una estaci· n de carga r§pida:

A continuaci· n, se presenta un diagrama conceptual de una estaci· n de carga el®ctrica para VE el cual abarca los componentes que intervienen en esta.

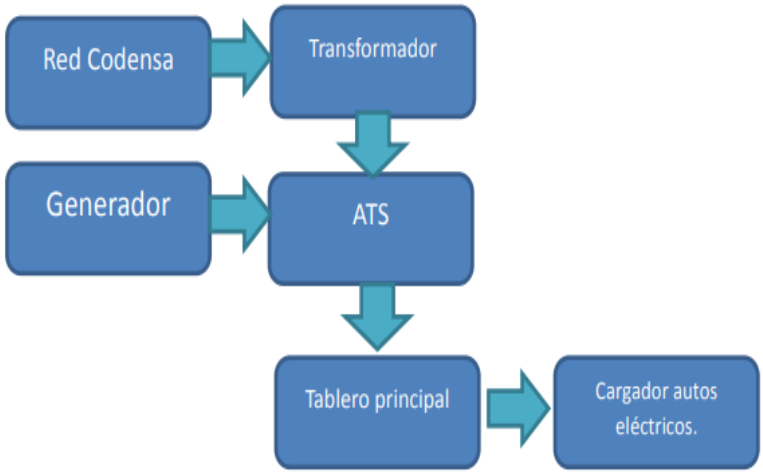


Fig. 29 Diagrama Conceptual de Una Estaci· n de Carga R§pida

Este diagrama conceptual parte desde la red de Codensa (Empresa dedicada a la distribuci· n y comercializaci· n de energ²a el®ctrica en Colombia), la cual por medio de una conexi· n a media tensi· n o a baja tensi· n, seg¼n donde se realice el proyecto y del requerimiento de carga que exija la zona, ya sea para que haya conexi· n a un transformador reductor el cual estar§ dimensionado de acuerdo a la carga que se demande de la estaci· n de carga. Este transformador ir§ conectado a un ATS (Unidad de conmutaci· n autom§tica), siendo este un dispositivo autom§tico que permite un cambio entre la energ²a suministrada por la red principal y el generador controlando la energ²a de respaldo, adem§s el ATS monitoriza constantemente el valor de tensi· n del sistema y cambia autom§ticamente al generador o transformador, despu®s de un retardo predefinido. Este retardo permite regular el tiempo de activaci· n del procedimiento en caso de fallos, lo que evita conmutaciones no deseadas debido a variaciones de tensi· n aceptadas por la instalaci· n. A este dispositivo ATS tambi®n va conectado un generador de respaldo a la red principal, en caso de fallas en la red de Codensa, este generador evita que los veh²culos conectados sean usados como bater²as para suministrar energ²a a los elementos del sistema. (ABB, 2021)

5.2.2 Memoria descriptiva de la instalaci· n el®ctrica:

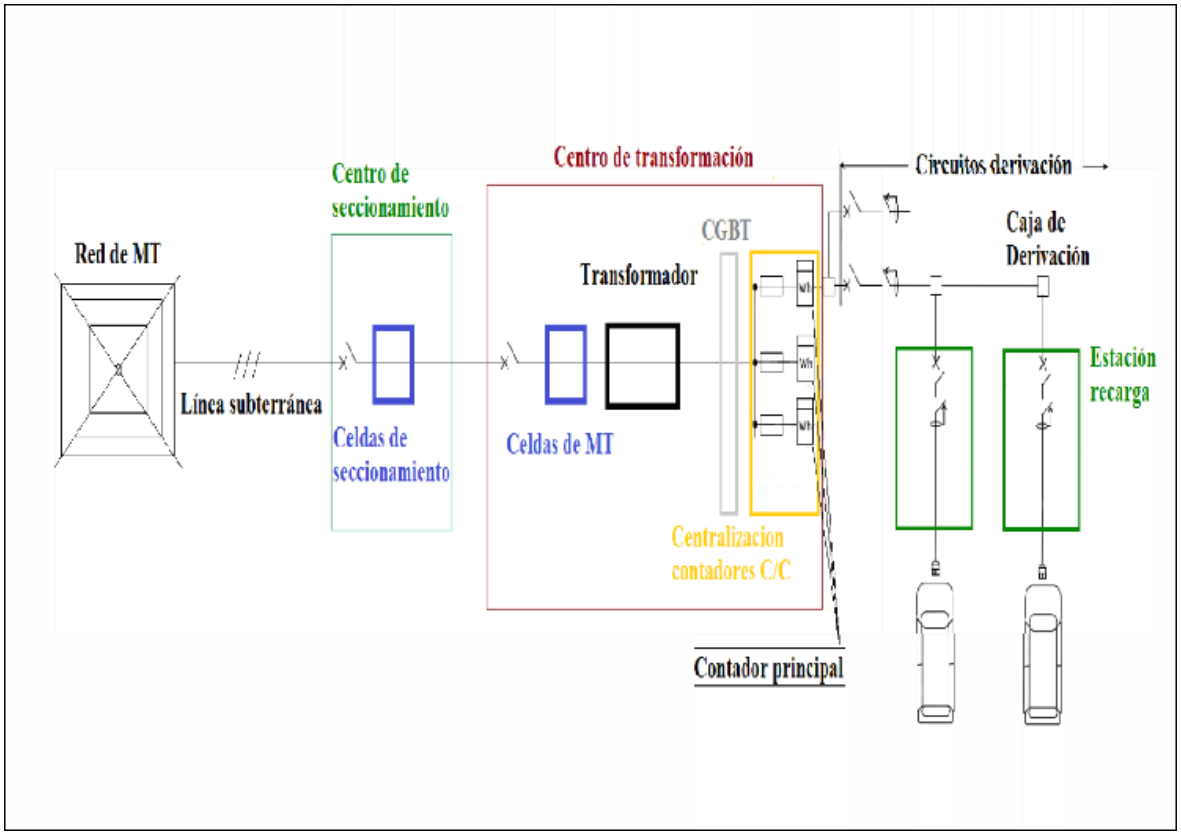


Fig. 30 Esquema el®ctrico general de una Estaci· n de Carga R§pida
Fuente: Archivo Schneider Electric

En este diagrama conceptual de una estaci· n de carga para VE de carga r§pida, se describen detalles tanto en media como en baja tensi· n y las distintas caracter²sticas como:

a. Previsi· n de cargas
b. Red de distribuci· n de media tensi· n, MT
c. Red de distribuci· n de baja tensi· n, BT
d. Puestas a tierra
e. Equipos de seguridad
f. Tecnolog²a de control

5.2.3 Elementos de una instalaci· n de carga r§pida:

Inicialmente se debe tener clara la proyecci· n de la potencia que se necesita para los sistemas de recarga r§pida, la cual estar§ conformada por la infraestructura de recarga r§pida, o electrolinera, iluminaci· n, seguridad y equipos de control de carga. Como ejemplo se presentan conceptos de un

dise¶o el®ctrico conformado por una l²nea de media tensi· n donde en Colombia se emplea valores de 11,4 kV; 13,2 kV; 13,8 kV o 34,5 kV, para poder as² tener un nivel de potencia adecuado, y poder abastecer la infraestructura de recarga r§pida que se desee implementar. Como ejemplo en un centro de transformaci· n con un transformador de 630 kVA, los cuales de acuerdo al cuadro de potencia de carga ser²an necesarios para la estaci· n. Posterior al transformador, se encuentra el cuadro general de baja tensi· n (CGBT), que desemboca en el cuadro de contadores (C/C) y de donde salen las derivaciones hacia los tableros secundarios (CS).

5.2.4 Previsi· n de cargas

Para poder dimensionar mejor la instalaci· n, en el presente ejemplo se presenta los requerimientos de las cargas que una estaci· n debe alimentar, evaluando as² la potencia requerida, para lo cual se plasma en tabla No.10 un ejemplo de la informaci· n de potencias requeridas.

Tabla 11 Potencias de las diferentes cargas de la instalaci· n

Equipos	Potencias
Cargadores de la Electrolinera (8)	475.2 kW
Ćrea de Servicio	20 kW
Iluminaci· n exterior	2 kW
Total	**497.2 kW**

Fuente: Fuente: Archivo Schneider Electric

En el siguiente ejemplo se prev® que cada cargador ofrece una potencia de entrada de 62,5 kVA. El factor de potencia es igual a 0,95 en atraso, por lo que la potencia activa consumida por cargador es de 59,4 kW y el n¼mero total de cargadores es 8, entonces la potencia requerida por los cargadores ser§ de 475,2 kW, para lo cual el transformador seleccionado es de 630 kVA, que aporta una potencia activa de 598,5 kW, y la potencia total requerida de la instalaci· n es 497,2 kW, generando un rango de reserva del 20% para futuras cargas.

El dimensionamiento de las instalaciones de enlace y la previsi· n de cargas se realizar§ considerando un factor de simultaneidad de las cargas del veh²culo el®ctrico con el resto de la instalaci· n igual a 0,3 cuando se instale el SPL (Sistema de protecci· n de la l²nea general de alimentaci· n) y de 1,0 cuando no se instale. Como entrada de informaci· n el SPL recibir§ la medida de intensidad que circula por la LGA, (l²nea general de alimentaci· n). La acometida de alimentaci· n es una l²nea que comienza en forma subterr§nea entrando a las celdas de alta tensi· n y dando suministro al centro de transformaci· n. Se recomienda cable HEPRZ1 de aluminio, como se indica en la Tabla 11, cables de aislamiento de diel®ctrico seco y se caracteriza por:

Caracter²sticas del cable:

- Conductor: Aluminio compacto secci· n circular, clase 2 UNE 21-022
- Pantalla: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusi· n
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto m· dulo (HEPR)
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora, no met§lica aplicada por extrusi· n, asociada a una corona de alambre y contra espira de cobre
- Cubierta: Compuesto termopl§stico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados y otros contaminantes

Tabla 12 Conductor de la l²nea de Media Tensi· n

Tipo Constructivo	Tensi· n nominal	Secci· n conductora	Secci· n pantalla
HEPRZ	12/20 kV	240 mm^2	16 m^2

Fuente: https://1library.co/article/cables-aislados-de-media-tensi%C3%B3n-pliego-de-condiciones.q2pekepy

5.3 Elementos de Media Tensi· n:

En la tabla No. 13 se muestra la capacidad de potencia, energ²a seg¼n niveles de tensi· n, restricciones, tanto de energ²a como de potencia que puede suministrar cada uno de los niveles de tensi· n seg¼n Codensa, por lo tanto, al tener una carga neta de 8 cargadores trif§sicos, m§s accesorios de la estaci· n de carga el®ctrica para VE, esto genera una carga neta de 497.2 kW, por lo tanto el nivel 1 de conexi· n no sirve, lo que genera que la conexi· n de la electrolinera se realice al nivel dos de tensi· n al cual va a estar conectada la red de 11,4 kV. (Likinormas, 2014)

Tabla 13 Capacidad de potencia y energ²a seg¼n niveles de tensi· n

NIVEL DE TENSION	S(MVA)Máxima Demandada		E(kWh-MES)	
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
NIVEL 1	MENORES A 0.240		MENORES A 141.178	
NIVEL 2	0.24	4.0	141,178	2,352,960
NIVEL 3	4.0	15.0	2,352,960	8,823,600
NIVEL 4	MAYORES A 15.0		MAYORES A 8.823.600	

Fuente: Niveles de tensión de conexión para cargas de clientes (enel.com.co)

5.3.1 Unidad de Conmutaci· n Autom§tica ATS:

Es un interruptor de intercambio para suplir la necesidad de energ²a cuando la red principal tenga alguna falla. El funcionamiento de este dispositivo es netamente autom§tico, por medio de un dispositivo de control, para obtener un mayor control de la falta de energ²a en el sistema. Para ello, el interruptor est§ conectado a la red principal y a un generador auxiliar, cuando se presentan

problemas en la red de suministro el dispositivo activa el funcionamiento del generador de respaldo, una vez este generador llega a una condici· n de funcionamiento · ptima, este dispositivo realiza el cambio de la red principal al suministro de respaldo, es de suma importancia tener un sistema de control bien dimensionado en la escogencia de este dispositivo para no tener interferencia en caso de que ocurra una contingencia en la red principal. (Interempresa, 2014)

5.3.2 Centro de Seccionamiento (CS):

Es el elemento que recibe la acometida de la compa¶²a el®ctrica, en forma de bucle; es decir, con entrada y salida. Desde la salida del (CS) se alimenta el®ctricamente el centro de transformaci· n (CT), mediante su respectiva acometida. El centro de transformaci· n y el centro de seccionamiento son independientes, de tipo intemperie, y formados por edificios prefabricados, est§n unidos mediante l²neas subterr§neas. La ubicaci· n del centro de seccionamiento debe estar lo m§s cercano al edificio del centro de transformaci· n, para as² evitar p®rdidas por el uso de conductores largos.

5.3.3 Celdas:

Todas las celdas deben formar el equipo del conjunto de aparatos de conexi· n, soporte, mando, medida y protecci· n, as² como las conexiones, envolventes y soportes destinados a la producci· n, transporte, distribuci· n y transformaci· n de la energ²a el®ctrica de alta tensi· n, deben estar bajo envolventes met§licas con aislamiento integral en SF6, para una tensi· n de hasta 24 kV acorde con las normativas vigentes. Todo el conjunto de celdas debe estar homologado y permitida su implantaci· n.

Tabla 14 Caracter²sticas generales celdas RM6

Tabla de características eléctricas

Tensión asignada (kV)		**24**		
Nivel de aislamiento				
Frecuencia industrial	50 Hz 1 mn (kV ef.)	50		
Onda de choque	1,2/50 µs (kV cresta)	125		
Función de línea (l)				
Intensidad asignada (A) (1)		400	630	630
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) (2)		16	16	20
Poder de corte asignado con cables en vacío (A)		30	30	30
Poder de cierre del interruptor y del seccionador de puesta a tierra (kA cresta)		40	40	50
Función de protección de transformador (Q o D4)				
Interruptor-fusibles combinados (Q)				
Intensidad asignada (A)		200	200	200
Poder de cierre (kA cresta) (3)		40	40	50
Interruptor automático D4				
Intensidad asignada (A) (1)		400	400	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) (2)		16	16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)		16	16	
Poder de cierre (kA cresta)		40	40	
Función de protección de línea con interruptor automático (D6)				
Intensidad asignada (A) (1)			630	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) (2)			16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)			16	
Poder de cierre (kA cresta)			40	

Fuente: Schneider Electric

Las celdas de entrada y salida del CS est§n equipadas con interruptor-seccionador de corte y aislamiento en SF6, mando manual, seccionador de puesta a tierra, conectores especiales para la entrada de la acometida de los cables de la compa¶²a. Un tipo de Celda para este tipo de proyecto es un conjunto de equipos gama RM6 de Schneider Electric, dentro de un centro de maniobra monobloque 24 kV serie ECS-24.

5.3.4 Centro de Transformaci· n:

El CT es un centro de transformaci· n e instalaci· n el®ctrica que recibe energ²a en alta tensi· n tipo exterior, intemperie, prefabricado bajo envolvente met§lica. Las celdas que forman el CT, son celdas modulares equipadas por el conjunto de aparatos de conexi· n, soporte, mando, medida y protecci· n, as² como a las conexiones, envolventes y soportes destinados a la producci· n, transporte, distribuci· n y transformaci· n de la energ²a el®ctrica fija con corte y extinci· n de arco en SF6. (AFBEL, 2018)

La subestaci· n tipo de carga r§pida, podr§ albergar:

Å 1 Celda de l²nea
Å 1 Celda de protecci· n con fusibles
Å 1 Celda de medida
Å 1 Cuadro de medidores
Å Caja general de baja tensi· n (CGBT)
Å 1 Transformador de potencia menor de 1000 kVA

Fig. 31 Modelo EHC-4

Fuente: Schneider Electric

Fig. 32 Edificio prefabricado

Fuente: Schneider Electric

En Retie 20.16.1, informa que los cortacircuitos para redes de distribuci· n y los cortacircuitos para redes de distribuci· n, deben cumplir los requisitos establecidos en normas tales como NTC 2132, NTC 2133, NTC 2076, ANSI c37.41 o equivalentes. El item 20.16.2 menciona los interruptores autom§ticos de baja tensi· n para efectos del presente reglamento, los interruptores autom§ticos de baja tensi· n deben cumplir algunos de estos requisitos:

Å Aumento de la temperatura.
Å Propiedades diel®ctricas.
Å Capacidad de cierre y apertura.
Å L²mites operativos.
Å Grado de protecci· n IP o su equivalente NEMA.
Å Tensi· n nominal, de aislamiento y de impulso.
Å Corriente nominal de funcionamiento correspondiente a cada categor²a de utilizaci· n.
Å Frecuencia nominal.
Å Marcaci· n y rotulado.

5.3.5 Generador:

En el dise¶o de la estaci· n de carga se debe colocar un generador sincr· nico trif§sico, el cual suministrar§ la potencia necesaria para el funcionamiento de los cargadores en caso de que se presente alguna contingencia en la red de distribuci· n principal. hay que tener en cuenta que para el dimensionamiento de este es necesario incluir la capacidad de la estaci· n si esta se encuentra utilizando los 8 cargadores. Cuando la estaci· n se encuentra en uso total, cada cargador necesita 24kW de potencia a un voltaje de 380V, por lo tanto si los ocho cargadores se encuentran en funcionamiento la potencia total seria de 598.5 kW, el cual va a ser el valor de potencia del generador de emergencia, por otro lado hay que tener en cuenta la reducci· n controlada de la potencia del inversor de estas unidades debido a la altura sobre el nivel del mar, el cual es un factor de dise¶o proporcionado por el fabricante del equipo.

5.3.6 Protecci· n puesta a tierra y apantallamiento:

Las estaciones de carga de veh²culos el®ctricos est§n compuestas por equipos de suministro de energ²a, rectificador, pila de carga, equipos de monitoreo y comunicaci· n susceptibles a los efectos del rayo.

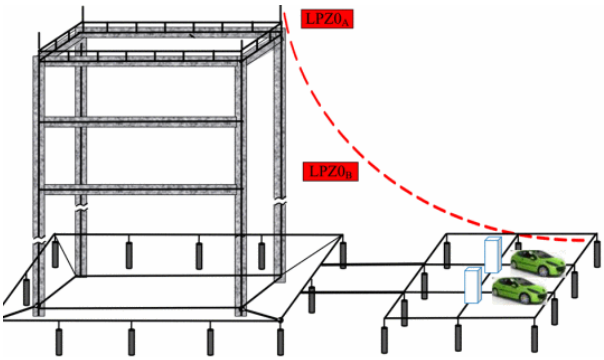


Fig. 33 Apantallamiento LPZ
Fuente: (Zhao, Zhang, Lu, Xu, & Yang, 2016)

La protecci· n contra rayos debe tener en cuenta las caracter²sticas de los sistemas de carga de veh²culos el®ctricos. Se debe aplicar protecci· n general contra rayos directos y LEMP (descarga atmosf®rica del rayo) para proporcionar un sistema completo de protecci· n contra rayos para lograr mejores resultados de protecci· n. La aplicaci· n del concepto de dise¶o puede mejorar significativamente la seguridad y la confiabilidad de las estaciones de carga de veh²culos el®ctricos. (Zhao, Zhang, Lu, Xu, & Yang, 2016). La protecci· n de sistemas el®ctricos y electr· nicos en edificios o estructuras contra sobretensiones, causadas por el impulso electromagn®tico del rayo (LEMP), se basa en el principio de las zonas de protecci· n contra el rayo (LPZ Lightning Protection Zones), tierra de cimientos sistema t®cnico de informaci· n

armadura de acero, compensaci· n de potencial de protecci· n contra rayos descargador de corriente de rayo (DPS tipo 1) compensaci· n de potencial local descargador de sobretensiones (DPS tipo 2, DPS tipo 3) compensaci· n de potencial de protecci· n contra rayos descargador de corriente de rayo, compensaci· n de potencial local, descargador de sobretensiones impulso electromagn®tico del rayo Impulso electromagn®tico de conmutaci· n zona de protecci· n de rayos (concepto de zonas de protecci· n contra el rayo seg¼n UNE EN (IEC). MANUAL DE PROTECCIč N CONTRA RAYOS 155. (Pereyra, 2017)

5.3.7 S²ntesis de los principales requerimientos que deben cumplir las instalaciones el®ctricas de VE.

Requerimientos generales:

Para el dise¶o y ejecuci· n de una estaci· n de carga el®ctrica para VE, se deben tener en cuenta los elementos y espacios que se van a utilizar como son el §rea donde se manejar§ la recarga, tiempo m²nimo y m§ximo de carga de los veh²culos, n¼mero de cargadores que se utilizan para no tener elementos sobredimensionados. Cuando se dise¶a la estaci· n es de suma importancia tener clara cu§l es la capacidad del sistema y cu§les son las caracter²sticas el®ctricas relevantes a la hora del dise¶o. A continuaci· n, se describen algunos elementos y materiales para tener presente en la infraestructura y puesta de funcionamiento de una estaci· n de carga.

Elementos de infraestructura b§sica de una estaci· n de carga para VE:

- Planos de dise¶o
- C§lculos el®ctricos, seg¼n requerimientos
- Cable acorde a la carga a instalar.
- Tuber²a EMT
- Tuber²a TMG
- Interruptor termomagn®tico
- Tablero el®ctrico
- Equipo de carga
- Conectores de carga
- Certificado de uso final RETIE
- Caja herm®tica para alojar medidor, RA7-203.
- Dispositivo de protecci· n diferencial

5.4 Eficiencia energ®tica, aplicada a la estaci· n el®ctrica de VE:

La eficiencia energ®tica se define como la disminuci· n del uso de la energ²a, sin dejar de prestar los servicios para los que se requiere dicha energ²a. Se asegura que al recibir los mismos servicios consumiendo menos energ²a, se utiliza ®sta en una forma · ptima de la necesidad que se precisa cubrir: comodidad, confort, seguridad. Para las construcciones no residenciales nuevas o renovadas, la Directiva De Edificios De Eficiencia Energ®tica (EPBD) determin· que al menos una quinta parte de los parqueaderos deben venir equipados con las acometidas para la instalaci· n de cargadores. Para el caso de edificios residenciales nuevos o renovados con m§s de diez (10) parqueaderos, todos ®stos deben estar preparados con su respectiva acometida para futuras instalaciones. (UMPE, 2018).

5.5 Comunicaciones:

La NTC-IEC 61851-24:2021, informa que los veh²culos de sistema conductivo de carga para veh²culos el®ctricos conjuntamente con la norma NTC-IEC 61851-23, es aplicable a la comunicaci· n digital entre una estaci· n de carga de VE en C.C. y VE en carretera para el control de la carga en C.C., con una tensi· n de entrada en C.A. o en C.C. de hasta 1000 V en C.A. y hasta 1 500 V en C.C. para el procedimiento de carga conductiva. El modo de carga del VE es modo 4, de acuerdo con la NTC-IEC 61851-23. Esta norma no cubre la estaci· n de carga alimentada por una fuente de C.A. en alta tensi· n. Los Anexos A, B y C proporcionan descripciones de comunicaciones digitales para el control de la carga en C.C. espec²ficos de los sistemas A, B y C de carga de VE en C.C. Por ¼ltimo, el interruptor va conectado a los cargadores por medio de un tablero principal y este a su vez hacia los cargadores, donde se tendr§ control de cada uno de los equipos de carga. (Icontec ver anexo)

5.6 Bater²a:

En la carga r§pida el n¼mero de ciclos de carga/descarga produce un efecto memoria el cual es un fen· meno que reduce la capacidad de las bater²as con cargas incompletas, se produce cuando se carga una bater²a sin haber sido descargada del todo, se crean cristales en el interior de estas bater²as, a causa de una reacci· n qu²mica al calentarse la bater²a, bien por uso o por las malas cargas. Para prevenirlo no hace falta esperar a descargar totalmente la bater²a antes de realizar una carga, solamente basta con que una de cada poca carga sea completa, y se suele recomendar que se realice de 2 a 3 veces al mes, en las bater²as de litio se recomienda una vez al mes si se usan habitualmente.

Los equipos destinados a la carga de bater²as de veh²culos automotores de tracci· n el®ctrica, usados para el transporte de personas o mercanc²as, deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de las normas IEC 61851-1, IEC

62196, SAE J1772, UL 2231 partes 1,2 y 3, UL 991, UL 225, UL 2594 y demostrarlo mediante Certificado de Conformidad de Producto.

5.6.1 Costos de carga r§pida:

Los costos de instalaci· n est§n compuestos por los costos de trabajos, materiales, permisos, impuestos y mejoras a la red el®ctrica, a medida que se aumenta el n¼mero de cargadores por sitio, disminuyen los costos unitarios de instalaci· n. Los cargadores de nivel dos, los cargadores r§pidos en DC tambi®n disminuyen sus costos unitarios de instalaci· n a medida que aumenta el n¼mero de cargadores por sitio. Del mismo modo, los costos no dependen proporcionalmente de la potencia del cargador. La instalaci· n de un cargador con el triple de capacidad no es tres veces m§s alta. Tambi®n es claro que los costos de instalaci· n dependen ¼nicamente del n¼mero de cargadores por sitio.

Es claro que a mayor potencia mayor el costo, esto se debe principalmente a que instalaciones de carga de alta potencia como las de 350 kW pueden necesitar mayor cantidad de materiales para su instalaci· n y a que las redes de energ²a pueden necesitar m§s mejoras para recibir este tipo de equipos. Generalmente hay un l²mite de sitio de 2.5 mW de potencia antes de un cambio radical en los costos. Por lo tanto, para instalaciones de 50, 150 y 350 kW se pueden instalar entre 50, 20, y 10 cargadores respectivamente (Nicholas, EV Charging Cost in US, 2019). Por ¼ltimo, es importante aclarar que estos son solo los costos de instalaci· n del equipo, aqu² no se est§n tomando en cuenta costos adicionales como lo son terrenos, equipos de seguridad, iluminaci· n, comunicaciones, se¶alizaci· n entre otros.

Tabla 15 Costos cargadores r§pidos en USD

USD	50 kW			
	1 cargador por sitio	2 cargadores por sitio	3 – 5 cargadores por sitio	6 – 50 cargadores por sitio
Trabajos	19,200	15,200	11,200	7,200
Materiales	26,000	20,800	15,600	10,400
Permisos	200	150	100	50
Impuestos	106	85	64	42
Total	45,506	36,235	26,964	17,692

USD	150 kW			
	1 cargador por sitio	2 cargadores por sitio	3 – 5 cargadores por sitio	6 – 20 cargadores por sitio
Trabajos	20,160	15,960	11,760	7,560
Materiales	27,300	21,840	16,380	10,920
Permisos	210	158	105	53
Impuestos	111	89	67	45
Total	47,781	38,047	28,312	15,577

USD	350 kW			
	1 cargador por sitio	2 cargadores por sitio	3 – 5 cargadores por sitio	6 – 20 cargadores por sitio
Trabajos	27,840	27,840	22,040	10,440
Materiales	37,700	37,700	30,160	15,080
Permisos	290	290	218	73
Impuestos	154	154	123	62
Total	65,984	65,894	52,541	25,654

Fuente: UPME (2019).

5.7 Grado de automatizaci· n deseable:

La interoperabilidad es la comunicaci· n abierta y el intercambio de datos entre los dispositivos y/o sistemas de software. La interoperabilidad es un tema clave para muchas industrias, como el desarrollo de software, el t®rmino se usa a menudo para describir m¼ltiples aspectos de la carga del VE, incluyendo el factor de forma, comunicaci· n y compatibilidad entre cualquiera de las siguientes componentes en un sistema de carga:

- El veh²culo
- El hardware de la estaci· n de carga
- El software de conectividad de la estaci· n de carga
- El pago back-end
- El operador de red
- El sistema de gesti· n energ®tica
- La fuente de potencia

5.7.1 Los protocolos 2019:

El ejemplo m§s conocido de un protocolo de carga propietario ser²a los cargadores de Tesla; sin embargo, un protocolo propietario no es un est§ndar abierto y, por lo tanto, permanece bajo la propiedad, el control y las posibles licencias de su due¶o. Esto hace que el protocolo sea extremadamente dif²cil de implementar para cualquier otro fabricante de veh²culos u operador de carga. El intercambio abierto de datos entre las estaciones de carga con las redes y los sistemas de pago back-end y los datos operativos de la empresa, es otro aspecto cr²tico para la infraestructura de carga p¼blica y privada.

Los propietarios y operadores deben asegurarse de que sus puntos de carga sirvan a los conductores y veh²culos al tiempo que proporcionan datos valiosos e ingresos a los propietarios de las estaciones y los puntos. Sin que estos aspectos operativos funcionen a la perfecci· n, una estaci· n puede tener puntos de carga con un valor y una funcionalidad limitados.

Cualquier inversi· n en redes de carga para veh²culos el®ctricos debe favorecer los protocolos de comunicaci· n abiertos e interoperables entre el cargador y el back-end para garantizar que las partes interesadas en la financiaci· n no encuentren restringidas sus opciones de proveedores por un sistema de costo

prohibitivo o de bajo rendimiento. Los planes de infraestructura de carga de veh²culos el®ctricos siempre deben tener una selecci· n completa de proveedores de hardware, as² como proveedores de servicios y pagos para la mayor elecci· n. Si alguno de esos proveedores no cumple, el due¶o de la estaci· n tiene la opci· n de encontrar un mejor proveedor sin el costoso dolor de cabeza de reemplazar con un sistema completamente nuevo.

5.7.2 Redes abiertas:

El Open Charge Point Protocol (OCPP) es un protocolo abierto de punto de carga ampliamente implementado que permite la comunicaci· n entre una estaci· n de carga a trav®s de la conectividad y cualquier operaci· n de red o back-end. OCPP. Funciona como una soluci· n sin licencia, escalable y f§cil de usar, que se encuentra bajo el paraguas de est§ndares abiertos en t®rminos de desarrollo colaborativo de la industria y uso gratuito.

5.7.3 Red propietaria:

Una red propietaria opera en un sistema cerrado, uniendo el hardware con el pago back-end y la gesti· n de datos. Estos modelos rara vez permiten a los due¶os de las estaciones y a los inversores de la infraestructura la posibilidad de elegir su propio hardware o reemplazar el hardware defectuoso con su elecci· n de tecnolog²a. Adem§s, estos modelos tambi®n pueden limitar el acceso a los datos de la estaci· n.

Algunas redes propietarias dir§n que usan protocolos abiertos para permitir las comunicaciones con una selecci· n de hardware determinada; pero para la organizaci· n que financia o aloja las estaciones, permanecen bloqueadas en una red cerrada. Esto deja a los propietarios sin opciones para instalar una tecnolog²a m§s avanzada, nuevas funciones y planes de pago de su elecci· n. (Plataforma Tecnol· gica Espa¶ola de la Carretera. (PTC) 2021)

5.7.4 Carga r§pida en CC e interoperabilidad:

El problema de la interoperabilidad de la red se magnifica para los sistemas de infraestructura de carga r§pida de CC. No son equipos desechables que pueden reemplazarse f§cilmente en caso de problemas de rendimiento. La tecnolog²a de carga r§pida es especializada y requiere atenci· n a la calidad, confiabilidad y rendimiento a largo plazo. Cuando los proveedores implementan soluciones de bajo costo, el riesgo de puntos defectuosos y p®rdida de inversi· n es a¼n mayor. Adem§s, los paradigmas de suministro de energ²a de CC y el desarrollo de veh²culos relacionados continuar§n evolucionando a medida que m§s conductores de veh²culos el®ctricos salgan a la carretera. Tanto los inversores en infraestructura como los due¶os de las

estaciones exigir§n la flexibilidad que viene con las redes abiertas para garantizar que estos sistemas sean adecuados, competitivos y redundantes para que los conductores que conf²an en ellos regresen a casa con seguridad todos los d²as.

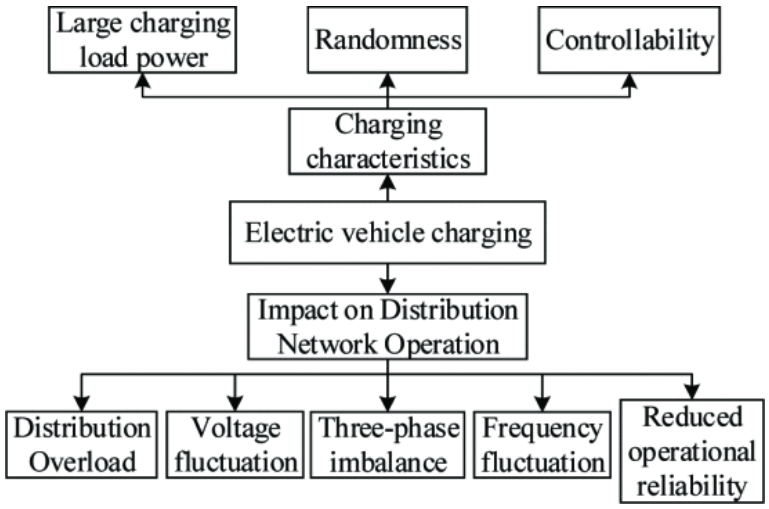


Fig. 34 Caracter²sticas de carga de los veh²culos el®ctricos y su impacto en el funcionamiento de la red de distribuci· n

Fuente: Coordinated Control Strategy for Electric Vehicle Charging Piles to Prevent Overload of Distribution Transformer Junjie Ma; Wen An; Wu Ming; Jinfeng Du; Wentao Yin; Jianwen Chen

Por lo tanto, esta investigaci· n de la estrategia del control coordinado para bater²as de carga de VE para evitar sobrecarga de transformador de distribuci· n que nos sirve de apoyo de la investigaci· n que se hace para la no afectaci· n de media tensi· n, arrojaron un desarroll· por medio de un sistema de control en tiempo real que monitorea la carga de los transformadores de distribuci· n en tiempo real. Si est§ sobrecargado, el sistema de control env²a un comando de control a las bater²as de carga para reducir la potencia de salida de las bater²as de carga reduciendo la sobrecarga de los transformadores de distribuci· n. La estrategia de control coordinado para las pilas de carga de veh²culos el®ctricos se analiza en el documento referencia. Se analiza la estrategia de control bajo diversas condiciones de operaci· n. Seg¼n la estrategia de control, la potencia de salida de la bater²a de carga se optimiza de acuerdo con los datos de operaci· n en tiempo real, como la carga del transformador de distribuci· n, la carga de cada bateria de carga y el estado de operaci· n de las pilas de carga.

Finalmente, se realiza la simulaci· n de casos. Los resultados muestran que la estrategia de control coordinado es efectiva para prevenir la sobrecarga de los transformadores de distribuci· n. Se cree que el sistema de control

desarrollado puede resolver las dificultades de construir estaciones de carga en barrios antiguos y en §reas urbanas densas, donde los transformadores de distribuci· n existentes corren el riesgo de sobrecargarse durante los momentos de m§xima demanda. (Pareek, Sujil, Ratra, & Kumar, 2020)

5.8 Retroalimentaci· n al RETIE:

El presente documento contiene informaci· n t®cnica de Colombia y Europa, apoy§ndose de la Norma Internacional NTC, siendo el punto de apoyo para el Reglamento de Instalaciones El®ctricas Retie, pero tambi®n se complementa con el Reglamento Electrot®cnico de Baja Tensi· n e Instrucciones T®cnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 52 de Europa, siendo estas usadas en las normas, manuales y gu²as expedidas por entes como EPM, Codensa, Ministerio de Minas y el Reglamento T®cnico de Instalaciones El®ctricas, Retie.

El Retie, contiene las estructuras iniciales y b§sicas para una instalaci· n el®ctrica para VE, se recomienda que el ingeniero o proyectista que ejecutara un proyecto de este tipo deber§ tener en cuenta otras normatividades que aplican como NFPA, UL, RETILAP y de comunicaciones a nivel ICONTEC, que apoyen el sincronismo general de un tipo de instalaci· n el®ctrica para estaciones de carga.

Se recomienda incluir al reglamento RETIE, informaci· n sobre elementos de correcci· n para evitar perturbaciones o distorsiones que afecten a la red y en particular a las comunicaciones del sistema de tele gesti· n de los contadores, mediante la instalaci· n de filtros, junto al contador principal, en cajas de protecci· n y medida, (CPM), centralizaciones de contadores y recomienda reservar un espacio adecuado para que la empresa distribuidora pueda instalar un filtro PLC que elimine el ruido en el rango de frecuencia que pueden introducir las estaciones de recarga o los propios veh²culos y que impiden la tele gesti· n (ITC) BT 01 a BT 52 de Europa).

Exigir que cuando la estaci· n de carga de veh²culos el®ctricos est® equipada con una toma de corriente o un conector de veh²culo seg¼n la serie de Normas EN 62196 (previstas para recarga en modo 3), la normalizaci· n internacional m§s reciente (v®ase UNE-HD 60364-7-722) requiere de medidas contra las corrientes de fuga con componente en corriente continua, para cada punto de conexi· n pueden utilizar diferenciales de tipo B; o ï Utilizaci· n de diferenciales de tipo A y un equipo que asegure la desconexi· n de la alimentaci· n en caso de corrientes de defecto con componente en continua superior a los 6 mA (dispositivo de detecci· n de corriente diferencial continua (RDC-DD)) conforme con la norma IEC 62955. ((ITC) BT 01 a BT 52 de Europa).

La ubicaci· n de las estaciones de carga para VE, deben de manejar ventilaci· n y en lugares cerrados elementos de detecci· n y extinci· n de incendios.

6 CONCLUSIONES

Å Las estaciones de carga el®ctrica requieren un predimensionamiento de los elementos que se van a utilizar, teniendo proyectado la cantidad de autom· viles y cargadores que se conectar§n al tiempo, para obtener una demanda diversificada y as² no tener elementos sobredimensionados o de baja especificaci· n.

Å El darle una buena ubicaci· n frente a las necesidades rurales y urbanas ayudar§ a evitar p®rdidas de energ²a puesto que factores como ubicaci· n, instalaci· n y proyecci· n de cargadores influir§n en la usabilidad requerida de la demanda de la carga de las zonas de tr§nsito de los VE.

Å Para la no saturaci· n de la red de distribuci· n se recomienda manejar una puesta de carga en horas no pico y cargar los autom· viles en horas valle, adem§s se debe implementar tecnolog²a smart grid compuesta por software inteligente que ayudar§ a la programaci· n de tiempo de carga, ubicaci· n de estaciones y el estado de la bater²a del VE.

Å Con el fin de hacer uso eficiente de la energ²a se propone emplear generaci· n limpia, los cuales apoyar§n a la red en el suministro de energ²a de estas estaciones el®ctricas.

Å Por temas de seguridad se debe tener un buen manejo de ventilaci· n en los espacios donde se encuentra la estaci· n de carga, y verificar el estado de bater²a, en su mantenimiento, puesto que como se describi· en el presente trabajo las bater²as de los Veh²culos el®ctricos generan gases y recalentamiento, siendo estas causas de los principales elementos de incendio.

Å A nivel de desbalance del sistema de energ²a, la ingenier²a viene trabajando sistemas de red con filtros que balancean la carga y corrigen en caso de existir energ²a reactiva.

Å Otro an§lisis al ver la problem§tica de afectaciones externas son las descargas atmosf®ricas y cortocircuitos, ya que, generando un buen dise¶o, estudio de puesta a tierra y de apantallamiento, proteger§ los equipos electr· nicos de carga ya que son fr§giles en este tipo de eventos.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda el tener una planeaci· n de requerimientos y proyecci· n de los servicios que prestar§ la estaci· n el®ctrica, teniendo un dise¶o conceptual claro de los requerimientos y diferentes elementos que se involucran en la estaci· n a realizar, puesto que el no hacerlo podr§ causar un dise¶o detallado que cause sobrecostos en su ejecuci· n por la no utilizaci· n de la estaci· n, sobrecargas en el sistema de suministro el®ctrico en la zona o elementos que sobren o falten en su infraestructura.

Otra recomendaci· n t®cnica dada por este est§ndar IEEE 519-2014 se enfoca en la medici· n de arm· nicos, informando que esta ser§ una responsabilidad compartida tanto del operador del sistema como del usuario, se debe tener presente que el usuario debe utilizar cargas que emitan arm· nicos que se encuentren dentro de los l²mites permitidos, mientras el operador se debe encargar de la disminuci· n de la distorsi· n de voltaje, verificando los valores permitidos.

La visibilidad e informaci· n de la ubicaci· n y de los servicios que preste la estaci· n de carga a la ciudadan²a ser§ la de incrementar el mercado de los EV, ya que generaran seguridad y demanda al usar estos por usuarios de las diferentes ciudades.

A nivel ambiental es de suma importancia el dar a conocer como estas ser§n amigables al medio ambiente pues la utilizaci· n de los EV disminuye los gases de efecto invernadero.

Se recomienda, a nivel de seguridad aplicar la norma y reglamento americano (NFPA) y (ANSI) seg¼n la aplicada, generando confiabilidad y seguridad al usuario a la hora de hacer las cargas de las bater²as en un estacionamiento.

8 BIBLIOGRAFÔA

ABB, 2021. ATS021-ATS022. (2021/2022). *Conmutación automática de redes.* Espa¶a

ANFAC. (2022). Espa¶a se estanca en el desarrollo de la electromovilidad. https://anfac.com/actualidad/notas-y-comunicados-generales/espana-se-estanca-en-el-desarrollo-de-la-electromovilidad/

Asociaci· n sectorial que representa los intereses comunes de la industria el®ctric. (2022). *Noticia comunicado red eléctrica puede soportar más 100 millones vehículos eléctricos.* https://www.europapress.es/comunicados/internacional-00907/noticia-comunicado-red-electrica-puede-soportar-mas-100-millones-vehiculos-electricos-nuevo-estudio-eurelectric-ey-20220208100127.html

Auto Avance. (26 de enero de 2021). *Baterías de Ion Litio. ¿Cómo funcionan y por qué se utilizan en vehículos eléctricos?* https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/

Canales Sectoriales Interempresa. (2014). *Cummins Power Generation muestra algunas de sus soluciones energéticas en Matelec.* [Online]. Available: https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/129212-Cummins-Power-Generation-muestra-algunas-de-sus-soluciones-energeticas-en-Matelec-2014.html

CENTELSA. (2005). *Cables & Tecnología. Boletín Técnico*. https://www.centelsa.com/archivos/cae7b13c.pdf

Conde Molina, G. (2002). *Tesis de Maestría Protección de Sistemas Eléctricos.* Universidad de Camag¿ey.

Electromovilidad.net. (s.f.). [P§gina web]. www.electromovilidad.net

Emobility Advisor. (20 de septiembre de 2018*). Lista de conectores más comunes para recarga de coches eléctricos*. https://emobilityadvisor.com/lista-de-conectores-mas-comunes-para-recarga-de-coches-electricos

Giral-Ramírez, W.M., Celedón-Flórez, H, J., Galvis-Restrepo, E., Zona-Ortiz, A. T. (2017). Redes inteligentes en el sistema eléctrico colombiano: Revisión de tema. https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/12396/13456

Groom Electric Car Maker Tesla Unveils 90s Battery Pack Swap. [Online]. Available: https://www.reuters.com/article/us-tesla-swap-idUSBRE95K07H20130621

Guti®rrez, D. (2019). *Hibridosyelectricos*. [Online]. Available: https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/curiosidades/significado-siglas-coches-electricos/20190712212309029022.html

Iberdrola. (2022). [Online]. Available: https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/estaciones-carga-vehiculos-electricos

Illustrationprize. (2015a). *Factor de carga*. https://illustrationprize.com/es/520-load-factor.html

Illustrationprize. (2015b). *Factor de diversidad.* https://illustrationprize.com/es/521-diversity-factor.html

Informe AFBEL. (2018). [Online]. Available: https://afbel.es/informes/

Junta de Extremadura. (2019). *Manual de señalética e identidad para la movilidad eléctrica en Extremadura.* Uni· n Europea, Junta de Extremadura. http://industriaextremadura.juntaex.es/kamino/attachments/article/12122/Manual_senaletica_VE_Ext.pdf

Kapter. (2019). [Online]. Available: https://www.kapter.mx/2019/07/03/que-es-la-emisividad/

KIA. (2017). *¿Los cargadores de coches eléctricos son universales?* https://www.kia.com/co/discover-kia/ask/are-electric-car-chargers-universal.html

Lara, G. (9 de mayo de 2011). *Baterías y coche eléctrico (actualidad del mercado)*. Motorpasi· n. https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/baterias-y-coche-electrico-continuacion

Likinormas. (2014). *Niveles de tensión de carga de clientes.* [Online]. Available: https://likinormas.micodensa.com/Norma/otros/niveles_tension_conexion_cargas_clientes

L· pez Caro, J., y Hern§ndez Pastrana, L. (2012). *Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC 2050 y RETIE*. [Tesis de Grado, Universidad Tecnol· gica de Bol²var]. https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063145.pdf

LugEnergy. (2021). *Ayuda Técnica para la Recarga de Coches Eléctricos.* https://www.lugenergy.com/preguntas-recarga-coches-electricos/

Marco Regulatorio de la Red El®ctrica Inteligente. (2014). *Reporte Final Comisión Reguladora de Energía.* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102193/6068.pdf

Ministerio de Ciencia y Tecnolog²a. (2001). *Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.* Madrid. [Online]. Available: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-14833

Ministerio de Transporte (2020). Colombia. [Online]. Available: https://www.mintransporte.gov.co/

Narv§ez Enr²quez, M. F. (2019). *Ubicación de estaciones de recarga de vehículos eléctricos en sistemas de distribución usando una técnica heurística.* Universidad Tecnol· gica de Pereira, Pereira.

Pareek, Surbhi; Sujil, A; Ratra, Saurabh; Kumar, Rajesh. Ieeexplore. (2020). [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9117473/citations#citations

Per¼ E. (2022). [Online]. Available: https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-un-auto-electrico-y-que-tipos-hay.html

Pepeenergy. (2022). [Online]. Available: https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-potencia-demandada/#:~:text=La%20potencia%20demandada%20es%20la,consumidor%20en%20un%20momento%20dado.

Pereyra, S. (2017). 7. *Protección de sistemas eléctricos y electrónicos contra LEMP*. [Online]. Available: https://docplayer.es/39855844-7-proteccion-de-sistemas-electricos-y-electronicos-contra-lemp.html

RETIE, Reglamento T®cnico de Instalaciones El®ctricas. (2013). *Ministerio de Minas y Energía*. Bogot§

Rudas Estrada, C. (2022). *Oasis Group invertirá más de $5.000 millones en estaciones de carga para el país.* La Rep¼blica. [Online]. Available: https://www.larepublica.co/empresas/oasis-group-invertira-mas-de-5-000-millones-en-estaciones-de-carga-para-el-pais-3322804

Sarret Lilo, M. (2007). *DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE.* Trabajo fin de grado - Universitat Polit®cnica de Catalunya. Barcelona

Schill, N. (2 de septiembre de 2020). *Una guía simple para la carga de vehículos eléctricos*. Geotab. https://www.geotab.com/es/blog/guia-simple-para-la-carga-de-vehiculos-electricos/

SolarPlak. (2022). [Online]. Available: https://solarplak.es/energia/que-es-la-corriente-trifasica/#:~:text=La%20corriente%20trif%C3%A1sica%20viene%20a,de%20tres%20corrientes%20alternas%20simult%C3%A1neas

Twenergy. (23 de enero de 2021). *Baterías para coches eléctricos: características y tipos*. https://twenergy.com/coches-electricos/baterias-coches-electricos/

Universidad Nacional de La Plata. (2007). *Factores característicos de las cargas* (cap²tulo VI). https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/ie/ie-06/ie-06.htm

UPME. (2018). *UPME.* [P§gina web]. https://www1.upme.gov.co/

UPME. (2019, 10 de diciembre). *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT.* UPME. https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/Consorcio_Usaene_sumatoria_producto_3_estaciones_de_cargaVF.pdf

V§squez Casillas, R. (2018). *El vehículo eléctrico, una solución medioambiental sostenible y eficiente*. Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid.

Zhao J., Zhang H., Lu Q., Xu C, Yang G. (2016). *Lightning Protection of Electric Vehicle Charging Infrastructure*. Sichuan Zhongguang Lightning Protection Technologies Co. Ltd Chengdu, China

World Energy Trade. (2020). *Australia impulsa las estaciones de recarga en su estrategia para los vehículos eléctricos*. https://www.worldenergytrade.com/innovacion/movilidad/australia-impulsa-las-estaciones-de-recarga-en-su-estrategia-para-los-vehiculos-electricos

9 ANEXOS

ANEXO 1 CONECTORES PARA VEHICULOS ELECTRICOS

Current type	Region			
	Japan	America	Europe, rest of world	China
AC				
Plug name:	J1772 (or Type 1)	J1772 (or Type 1)	Mennekes (or Type 2)	GB/T
DC				
Plug name:	CHAdeMO	CCS1	CCS2	GB/T

Fuente: Enchufesolar.com

ANEXO 2 CUADRO DE CARACTERISTICAS DE BATERIA PARA VE

TIPO	ENERGÍA ESPECÍFICA Wh/kg	POTENCIA ESPECÍFICA W/kg	RENDIMIENTO %	CICLO DE VIDA	COSTE ESTIMADO €/kWh
Pb-ácido	35-50	150-400	80	300-500	100-150
Ni-Cd	30-50	100-150	75	1.000-2.000	250-350
Ni-MeH	60-80	200-300	70	1.000-2.000	300-350
Al-aire	200-300	100	<50	No disponible	No disponible
Zn-aire	100-220	30-80	60	No disponible	90-120
Na-S	150-240	230	85	1.000	200-350
Na-MeCl	90-120	130-160	80	1.000	250-350
Li-pol	150-200	350	No disponible	500	300
Li-ión	80-130	200-300	>95	1.000	300-600

Fuente: feelmotor.com/

ANEXO 3 DECRETOS GUBERNAMENTALES EN COLOMBIA

A¶o	Documento	Restricto
2018	! ŏdzŜ№Ř2 тон ŘŜ нлму /2yŏŜ⅔2 ŘŜ . 2∃2ű ł 5⇕/¢	Adopta medidas para la promoci· n, el fomento y la masificaci· n de la movilidad el®ctrica y dem§s tecnolog²as cero emisiones directas de material particulado en Bogot§ D.C., buscando estimular el uso de este tipo de veh²culos por parte de los ciudadanos, as² como promover la renovaci· n por tecnolog²as limpias en los veh²culos oficiales, la flota del Sistema Integrado de Transporte-SITP- y dem§s fuentes m· viles que circulen en la ciudad, buscando el mejoramiento de la calidad del aire, el cuidado del medio ambiente y la salud de los bogotanos.
2019	/2yŏŜLJű2 мнсл ŘŜ нлмф {Ŝŏ№Ŝű ł·№N ł· 5ƛăú№ú ł·f ŘŜ I l·ŏΛŜyŘ ł·	Determina que la vigencia en la aplicaci· n de la tarifa de impuestos para veh²culos el®ctricos establecidos en la ley 1964 de 2019, aplicar§ para la vigencia 2020. En el caso de los veh²culos el®ctricos de servicio p½blico, ®stos mantendr§n la tarifa del 0.5%, se¶alada en la Ley 488 de 1998 y no la del 1% establecida en la Ley 1964 de 2019, que es para los veh²culos el®ctricos particulares.
2019	[Ŝè мфсп ŘŜ нлмф bƛØŜf b ł·ŏΛ2yЛ·f	Genera esquemas de promoci· n al uso de veh²culos el®ctricos y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducci· n de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero.
2020	/ƛ№ŏdzf ł·№ ллс ŘŜ нлнл {Ŝŏ№Ŝű ł·№N ł· WdzN№ŘƛÔ ł· 5ƛăú№ú ł·f	Recalca la importancia y la obligaci· n del acatamiento de lo dispuesto en la Ley 1964 de 2019 Por medio de la cual se promueve el uso de veh²culos el®ctricos en Colombia
2020	wŜă2fdzŏΛ5y˝нлнлол ŘŜ нлнл aƛyЛăúŜ№ƛ2 ŘŜ ¢№ł·yãLJ2№úŜ	Adopta el Formato Uniforme de Resultados (FUR), y el Certificado de Revisi· n T®cnicoMec§nica y de Emisiones Contaminantes Virtual para veh²culos automotores en el territorio nacional.
2021	wŜă2fdzŏΛ5y˝плнно ŘŜ нлнм aƛyЛăúŜ№ƛ2 ŘŜ aƛyЛ·ă ě 9yŜ№∃№ł·	Establece las definiciones, criterios de estandarizaci· n y condiciones de mercado que permitan el despliegue de infraestructura de carga para veh²culos el®ctricos e h²bridos enchufablesy adopta las definiciones de estos, Cargador de veh²culos el®ctricos. Conjunto de elementos espec²ficos para efectuar la carga de un veh²culo el®ctrico o h²brido enchufable mediante la conexi· n de este a una instalaci· n el®ctrica. Estaci· n de carga. Infraestructura dispuesta para la carga de veh²culos el®ctricos o h²bridos enchufables mediante, al menos, un Punto de carga. Conector para carga del veh²culo el®ctrico. Dispositivo que, conectado por inserci· n a un dispositivo de entrada en el veh²culo el®ctrico o h²brido enchufable, establece una conexi· n el®ctrica entre el cargador y el veh²culo con el prop· sito de transferir energ²a el®ctrica e intercambiar informaci· n.

Fuente: Decretos. Ministerio de Transporte

ANEXO 4 CUADRO DE NORMATIVIDAD ICONTEC

NORMA	TITULO
NTC-IEC 62660-1	Celdas secundarias de ion litio para la carretera de los veh²culos el®ctricos.
	Parte 1: Ensayo de desempe¶o
NTC-IEC 62660-2	Celdas secundarias de ion litio para la carretera de los veh²culos el®ctricos.
	Parte 2: Ensayo de confiabilidad y de abuso
NTC-IEC 61851-1	Sistema carretera de carga para veh²culos el®ctricos.
	Parte 1: Requisitos generales
	Sistema carretera de carga para veh²culos el®ctricos. Parte 21-1: Requisitos de CEM (compatibilidad electromagn®tica) del cargador a bordo para veh²culos el®ctricos para la conexi· n conductora a la alimentaci· n de c.a/c.c.
NTC-IEC 61851-21-1	Sistema carretera de carga para veh²culo el®ctrico. Parte 21-2: Requisitos del veh²culo el®ctrico para conexi· n conductora al suministro en c.a./c.c. Requisitos de CEM (compatibilidad electromagn®tica) para sistemas de carga externo (no a bordo) del veh²culo el®ctrico
NTC-IEC 61851-21-2	Sistema carretera de carga para veh²culos el®ctricos.
NTC-IEC 61851-23	Parte 23: Estaci· n de carga en corriente continua para veh²culos el®ctricos
NTC-IEC 61851-25	Sistema de carga conductora para veh²culos el®ctricos. Parte 25: Equipos de suministro en corriente continua para VE cuando la protecci· n depende de la separaci· n el®ctrica
NTC 6536	Equipo de suministro para veh²culos el®ctricos
NTC 6540	Ensayo de potencia del veh²culo para trenes motrices electrificados
NTC 6541	Sistema de carga de veh²culos el®ctricos (EV). Equipo
NTC 6542	Clavijas, punto de conexi· n y acoples para veh²culos el®ctricos
SEGURIDAD	
	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Especificaciones de seguridad.
NTC-ISO 6469-1	Parte 1: Sistema de almacenamiento de energ²a recargable (RESS)
NTC-ISO 6469-2	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Especificaciones de seguridad.
	Parte 2: Seguridad operativa del veh²culo
NTC-ISO 6469-3	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Especificaciones de seguridad.
	Parte 3. Seguridad el®ctrica
NTC-ISO 6469-4	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Especificaciones de seguridad.
	Parte 4. Seguridad el®ctrica despu®s de un choque
NTC-ISO 17409	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Transmisi· n de potencia conductiva. Requisitos de seguridad
NTC-ISO 17840-3	Veh²culos de carretera. Informaci· n para los rescatistas de primera y segunda l²nea. Parte 3: Plantilla de la gu²a de respuesta en caso de emergencias
NTC-ISO 17840-4	Veh²culos de carretera. Informaci· n para los rescatistas de primera y segunda l²nea. Parte 4: Identificaci· n de la energ²a de propulsi· n
NTC-IEC 62660-3	Celdas secundarias de ion litio para la propulsi· n de los veh²culos el®ctricos. Parte 3: Requisitos de seguridad
NTC 6488	Veh²culos propulsados con energ²a el®ctrica

NTC 6538-1	Sistemas de protecci· n personal para circuitos de suministro de veh²culos el®ctricos (VE): Requisitos generales
NTC 6538-2	Sistemas de protecci· n personal para circuitos de suministro de veh²culos el®ctricos (VE): Requisitos particulares de los dispositivos de protecci· n para su uso en sistemas de carga
NTC 6543	Veh²culos el®ctricos. Protecci· n contra derrame de electr· lito y descargas el®ctricas.
GTC 335	Recomendaciones para la seguridad en veh²culos el®ctricos
INTEROPERABILIDAD	
NORMA	**TITULO**
NTC-ISO 15118-1	Veh²culos de carretera. Interfaz de comunicaci· n entre el veh²culo y la red el®ctrica.
	Parte 1: Informaci· n general y definici· n de casos de uso
NTC-ISO 15118-2	Veh²culos de carretera. Interfaz de comunicaci· n entre el veh²culo y la red el®ctrica.
	Parte 2: Requisitos de red y protocolo de aplicaci· n
NTC-ISO 15118-3	Veh²culos de carretera. Interfaz de comunicaci· n de veh²culo a red.
	Parte 3: Requisitos de la capa de enlace f²sico y de datos
_NTC-IEC 61851-24	Sistema conductivo de carga para veh²culos el®ctricos.
-	Parte 24: Comunicaci· n digital entre una estaci· n de carga en corriente continua
CONECTORES	
	Para veh²culos el®ctricos y un veh²culo el®ctrico, para el control de la carga en corriente continua
	TITULO
NORMA	Tomacorrientes, clavijas, conectores de veh²culo y entradas de veh²culo carga conductiva de veh²culos el®ctricos.
NTC-62196-1	Parte 1: Requisitos generales
	Tomacorrientes, clavijas, conectores de veh²culo. Carga conductiva de veh²culos el®ctricos.
	Parte 2: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para los accesorios de espigas y alv®olos en corriente alterna
NTC-62196-2	Tomacorrientes, clavijas, conectores de veh²culo. Carga conductiva de veh²culos el®ctricos. Parte 3: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para acopladores de veh²culo de espigas y alv®olos en corriente alterna y corriente alterna/continua
NTC-62196-3	Conector de carga conductiva de veh²culos el®ctricos y veh²culos el®ctricos h²bridos enchufables
NTC 6537	
TERMINOLOGôA	
NORMA	**TITULO**
NTC-ISO/TR 8713	Veh²culos de carretera propulsados el®ctricamente. Vocabulario

Fuente: Icontec.com

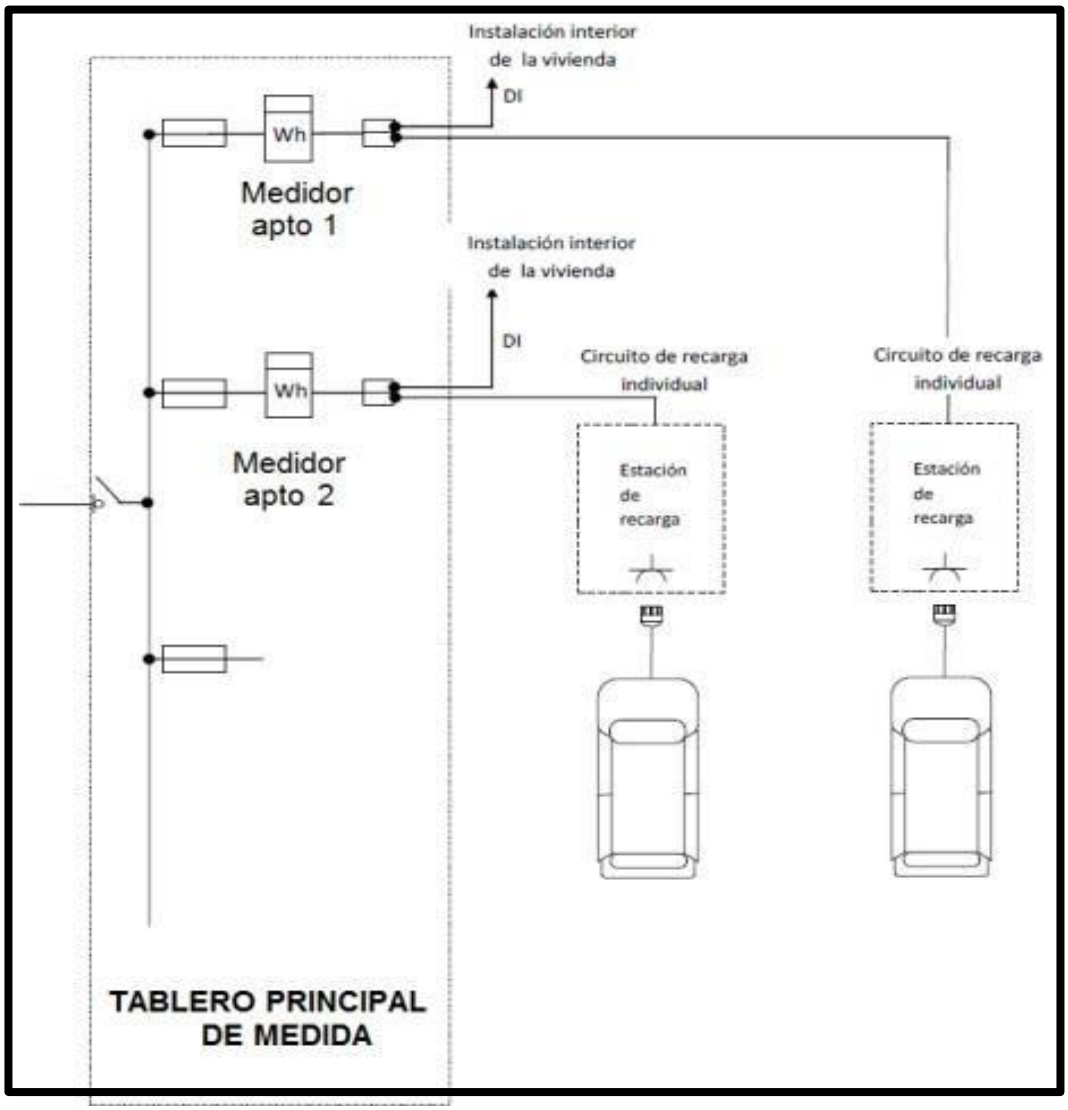
ANEXO 5 CUADRO DE NORMATIVIDAD ICONTEC

Norma Europea.

IEC 61851-1. Electric vehicle conductive charging system-Part 1: General requirements.
IEC 61851-21. Electric vehicle conductive charging system ï Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an ac/dc supply.
IEC 61851-22. Electric vehicle conductive charging system ï Part 22: AC electric vehicle charging station.
IEC 61851-23. Electric vehicle conductive charging system ï Part 23: DC electric vehicle charging station.
IEC 60364-7-722. Low-voltage electrical installations ï Part 7-722: Requirements for special

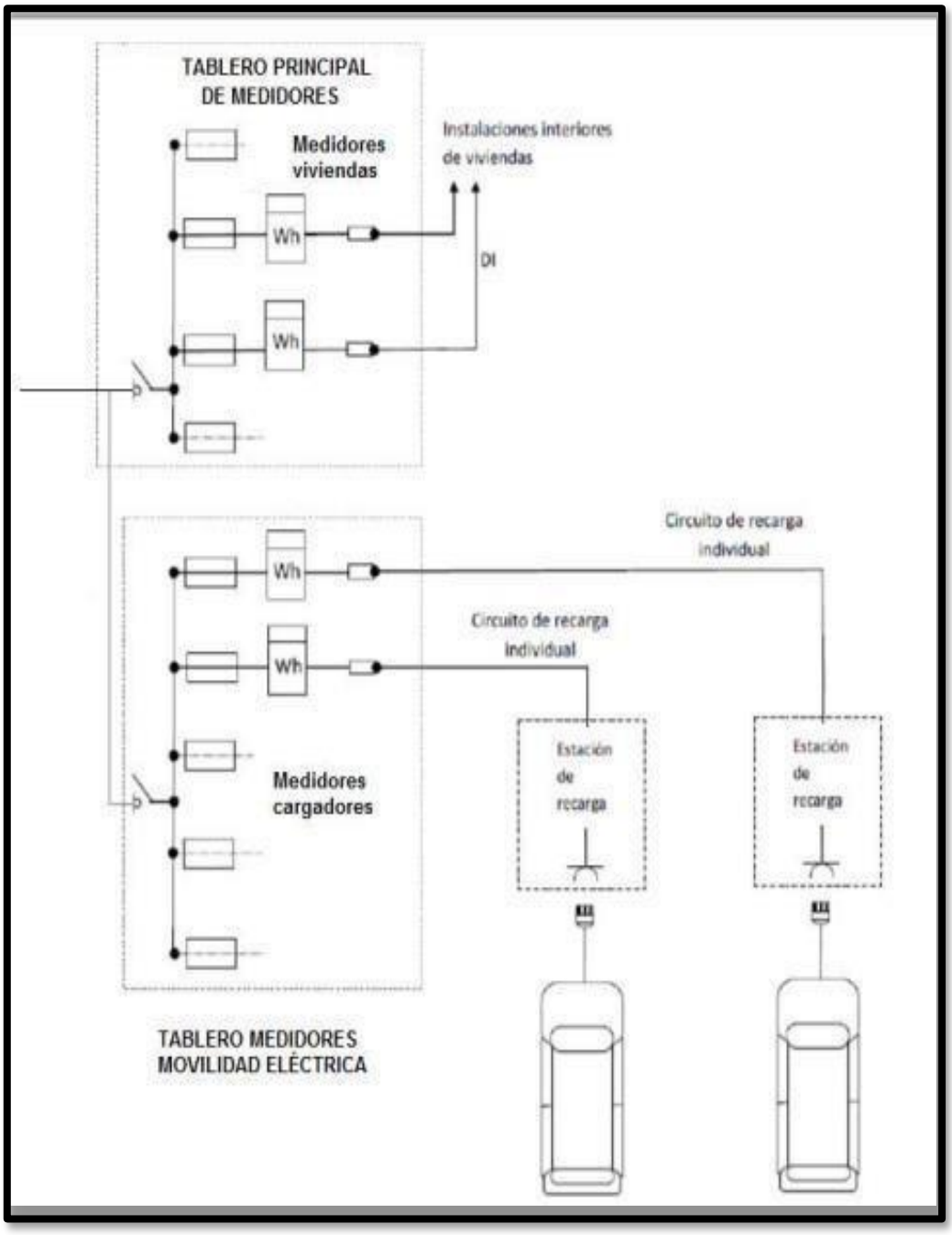
Fuente: une.org

ANEXO 4 ESQUEMA GENERAL DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDIDA CENTRALIZADA



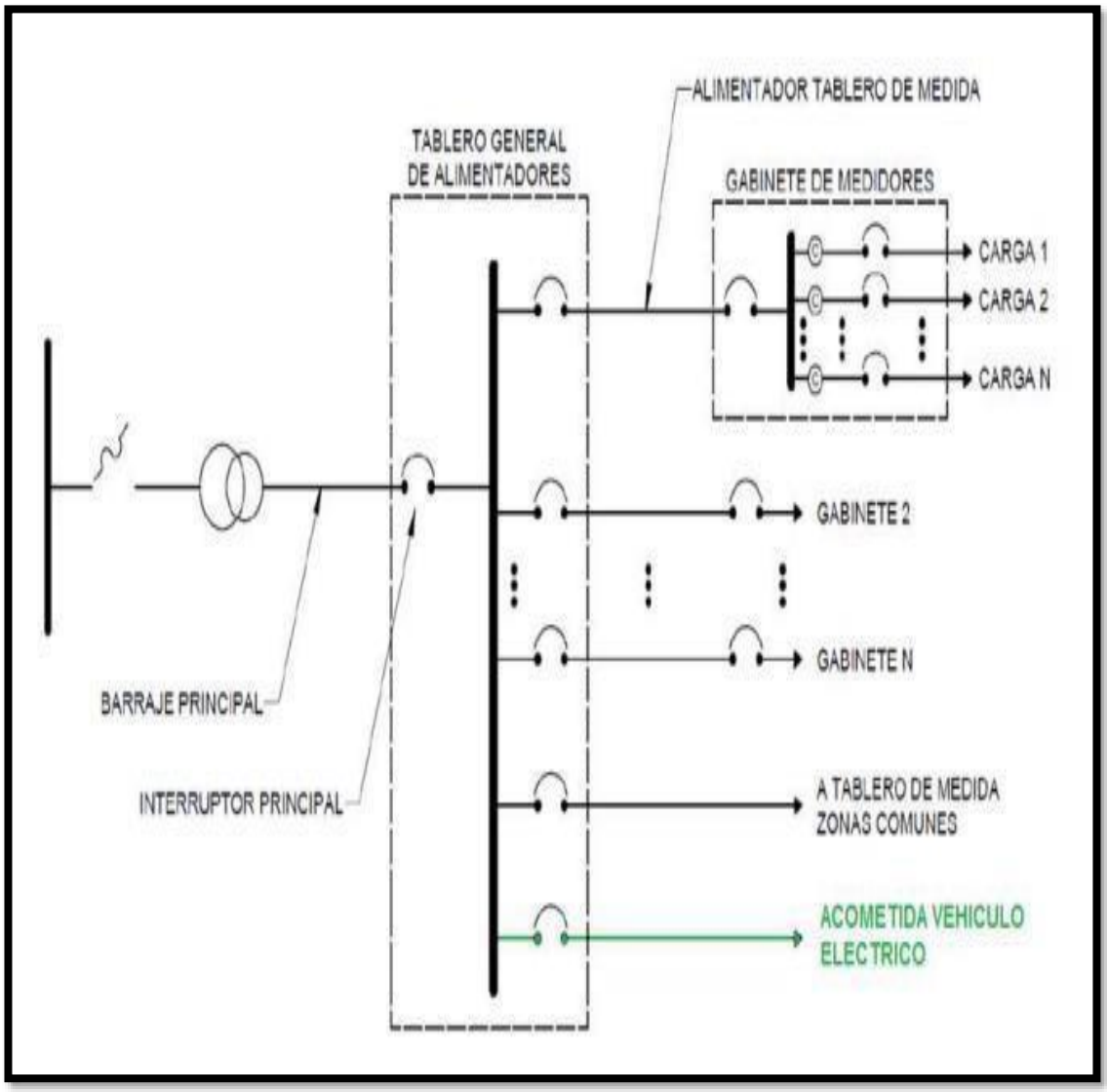
Fuente: RA8-031

ANEXO NO.6 ESQUEMA GENERAL PARA INSTALACIč N DE CARGADORES EN SISTEMAS CON MEDIDA CENTRALIZADA, UTILIZANDO UN TABLERO DE MEDIDORES EXCLUSIVO A MOVILIDAD EL£CTRICA



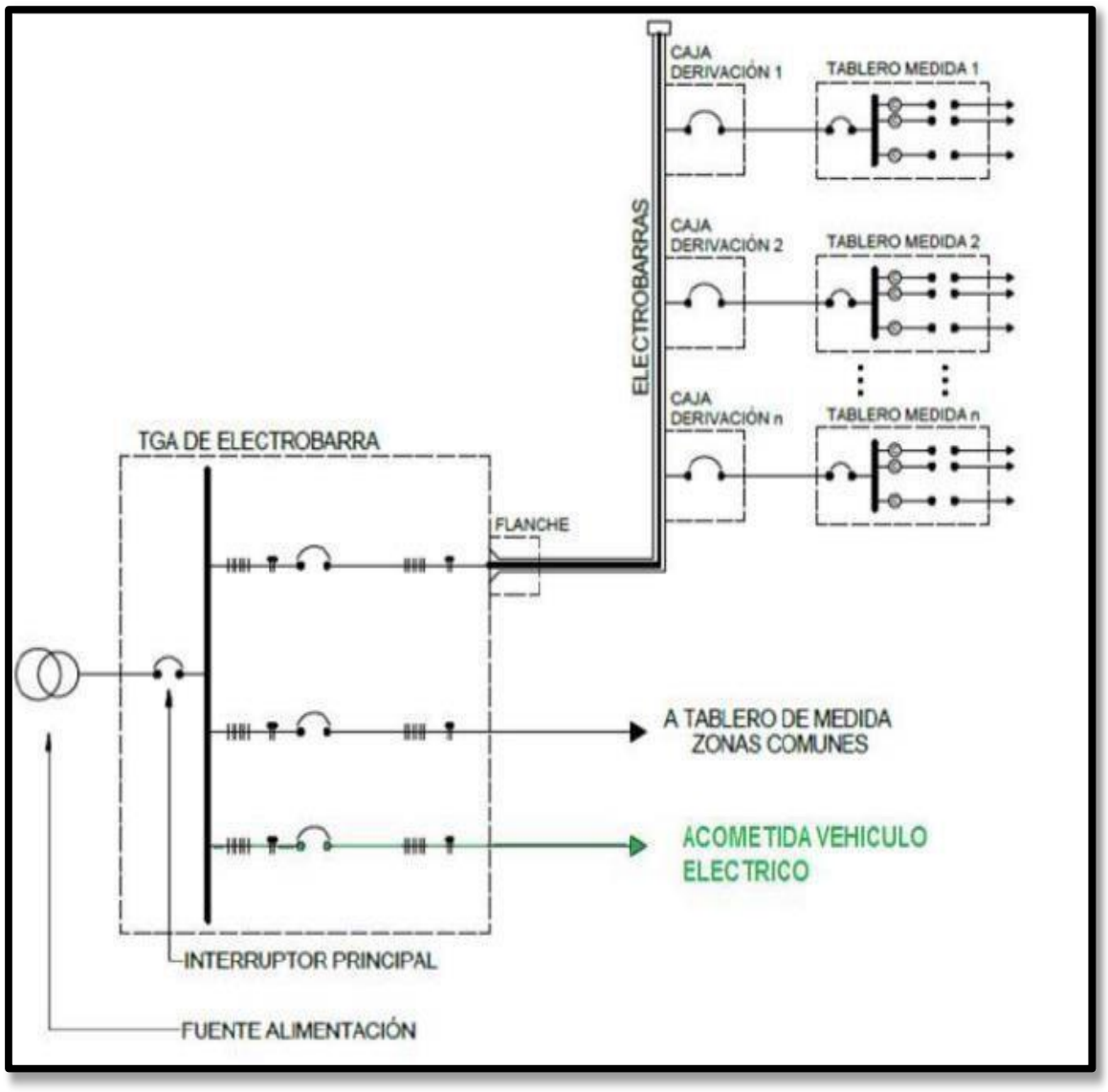
Fuente: RA8-031

ANEXO 5 UNIFILAR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR DEL VEHâCULO EL£CTRICO DESDE EL TGA.



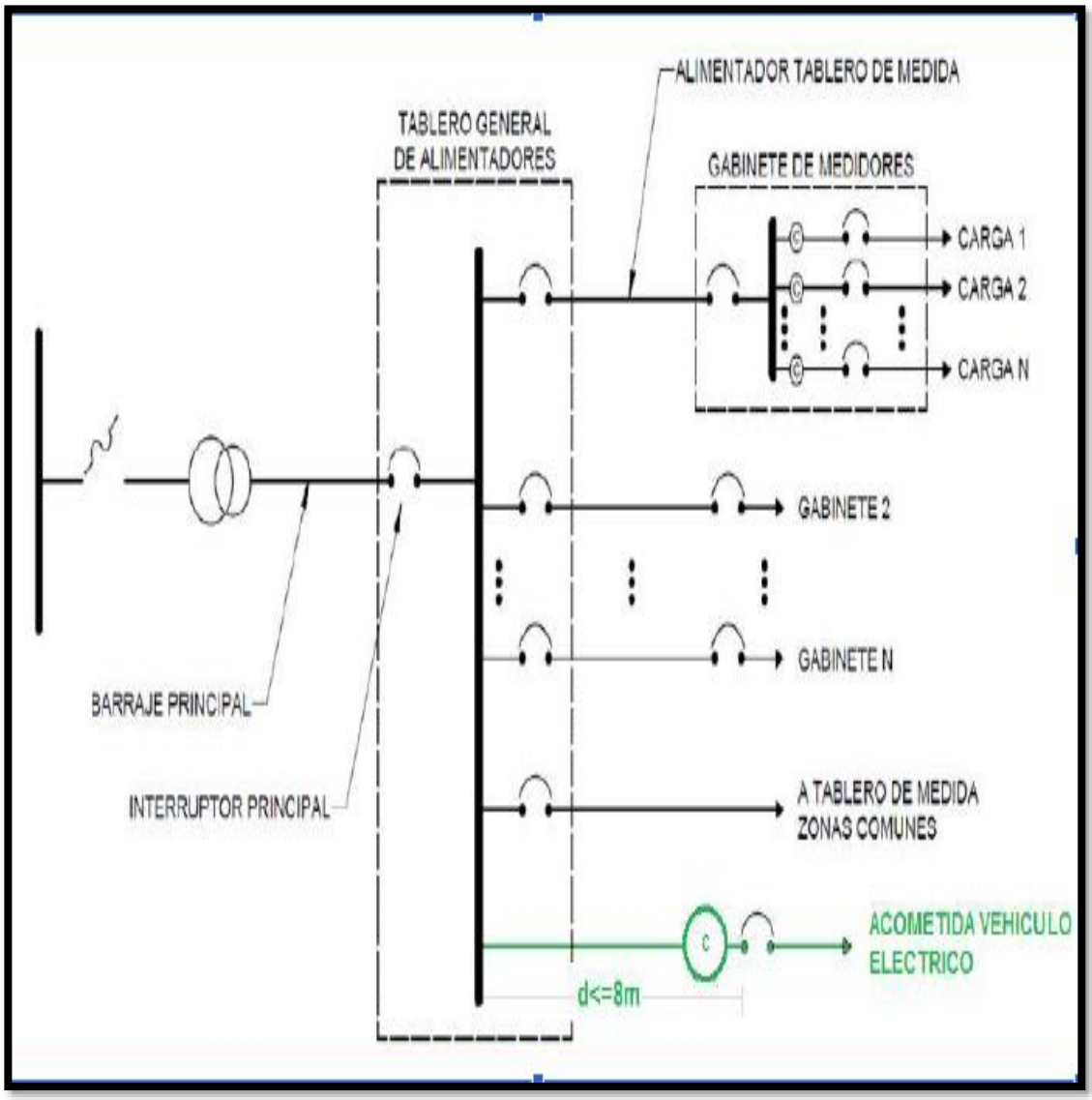
Fuente: RA8-031

ANEXO NO.7 UNIFILAR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR ACOMETIDA PARA EL CARGADOR DEL VEHÕCULO EL£CTRICO DESDE EL TGA.



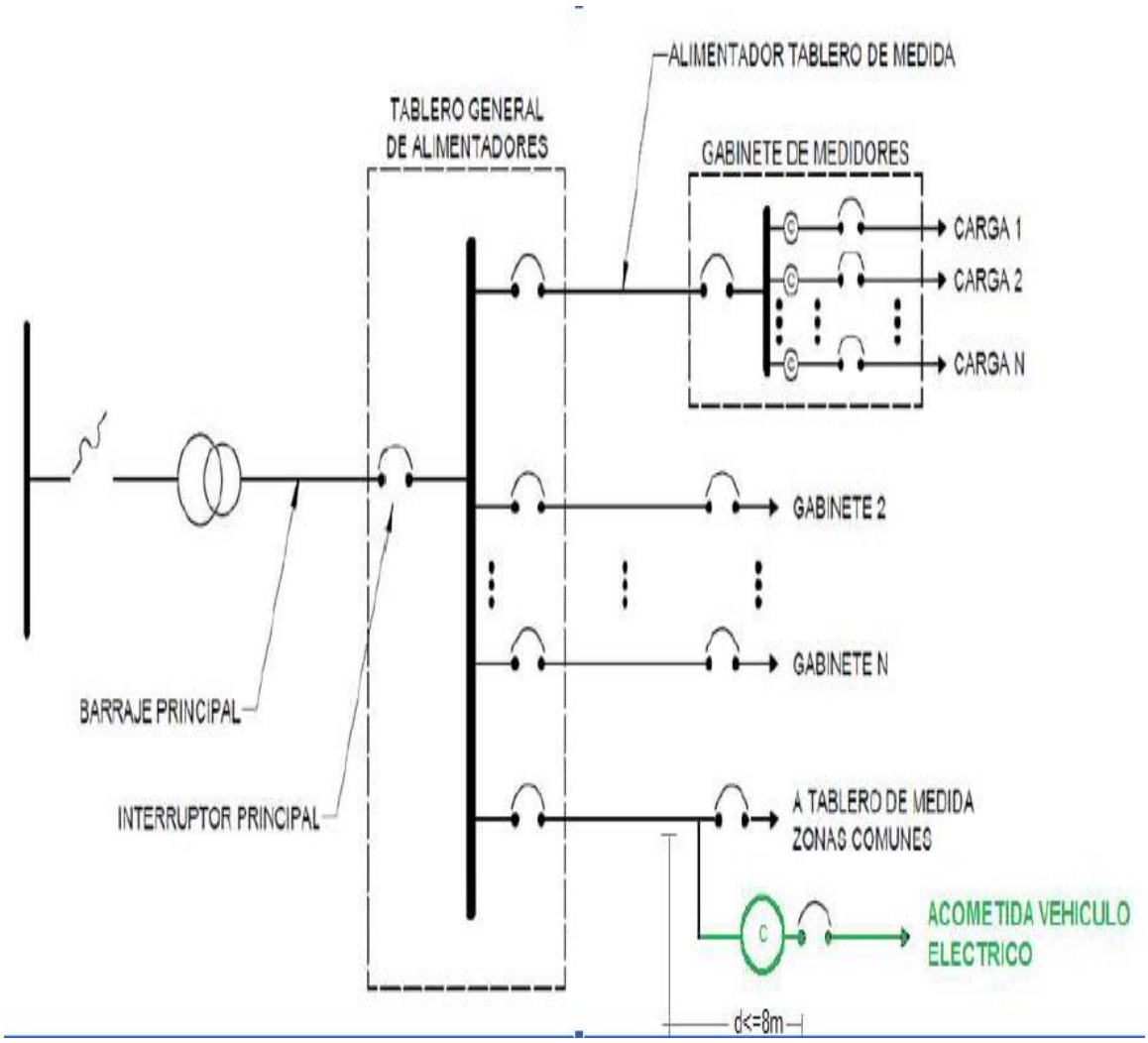
Fuente: RA8-031

ANEXO 6 CONEXIč N DE LA PROTECCIč N DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO ALIMENTADOR DEL CARGADOR DESDE EL TGA O TGB



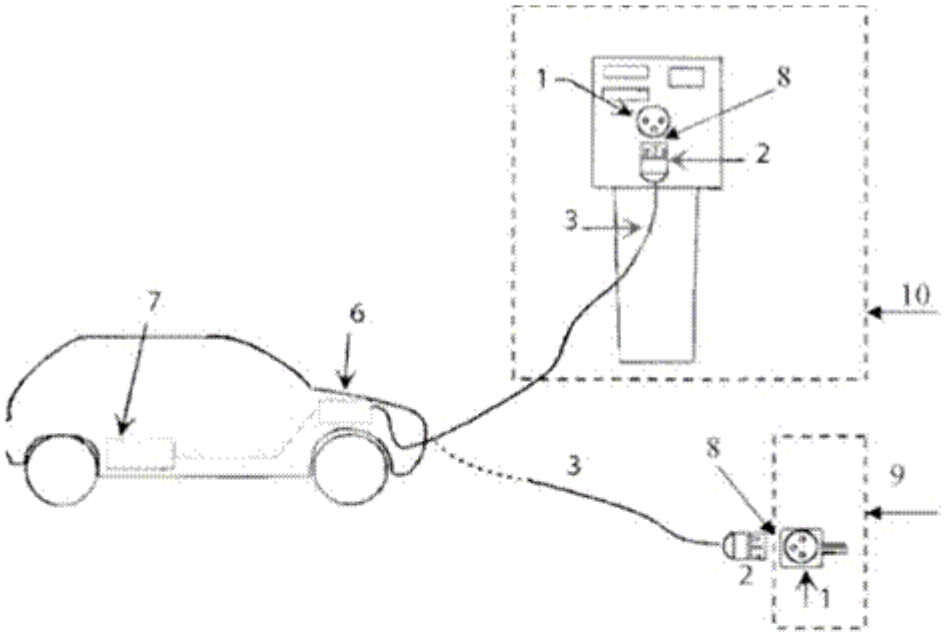
Fuente: RA8-031

ANEXO 7 INSTALACIÓN DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO ALIMENTADOR DEL CARGADOR DESDE EL BARRAJE DE ENTRADA DEL TABLERO DE ZONAS COMUNES.



Fuente: RA8-031

ANEXO NO.9 CONEXIÓN DE UN VE A LA ESTACIÓN DE RECARGA MEDIANTE UN. (ITC-GUIA-052 ENOV17 R1)



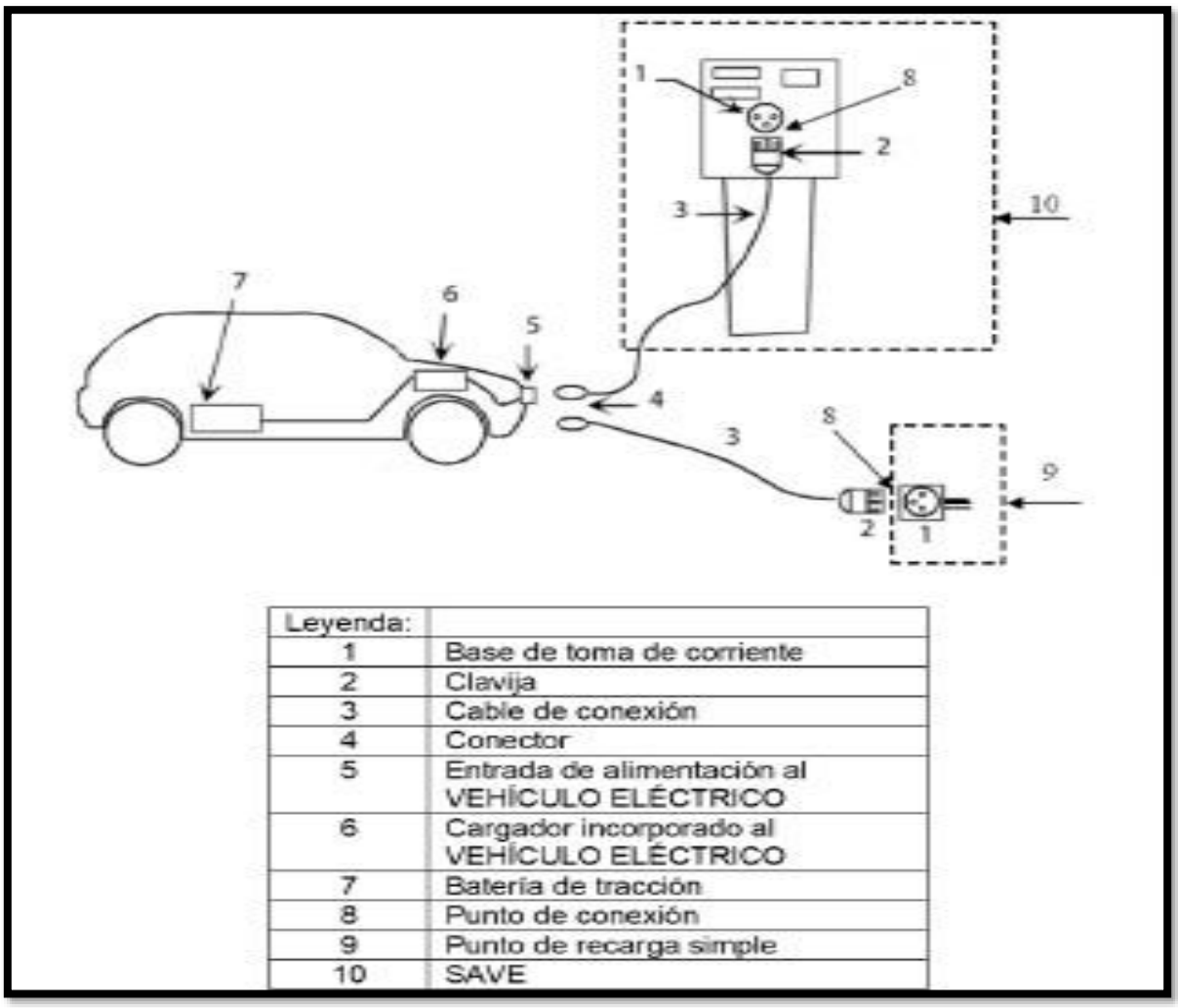
Leyenda:	
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de conexión
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

Caso A. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado en una clavija el cable solidario al VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Caso A1:conexión a un punto de recarga simple mediante una toma de corriente para usos domésticos y análogos.
Caso A2: conexión a un punto de recarga tipo SAVE.

Fuente: RA8-031

ANEXO 8 CONEXIÓN DE UN VE A LA ESTACIÓN DE RECARGA MEDIANTE UN CABLE TERMINADO POR UN EXTREMO EN UNA CLAVIJA Y POR EL OTRO EN UN CONECTOR

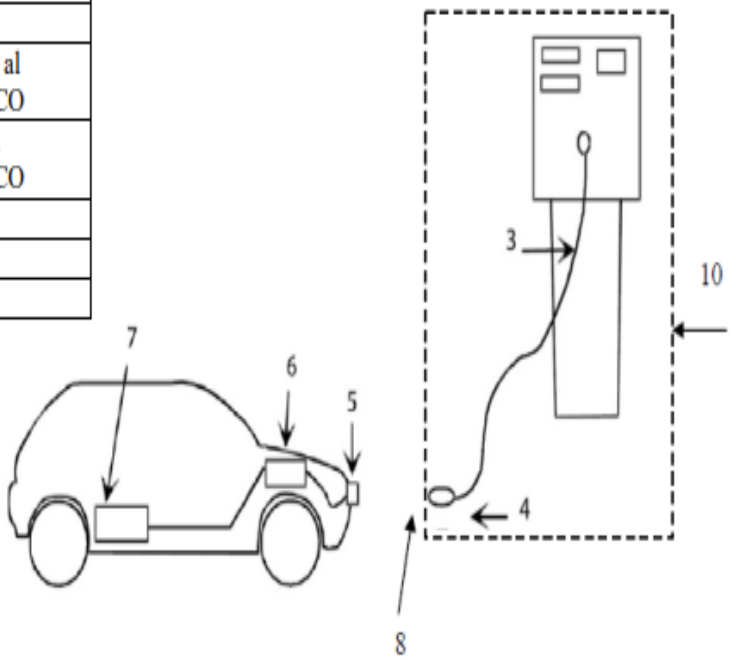


Leyenda:	
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHÍCULO ELÉCTRICO
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

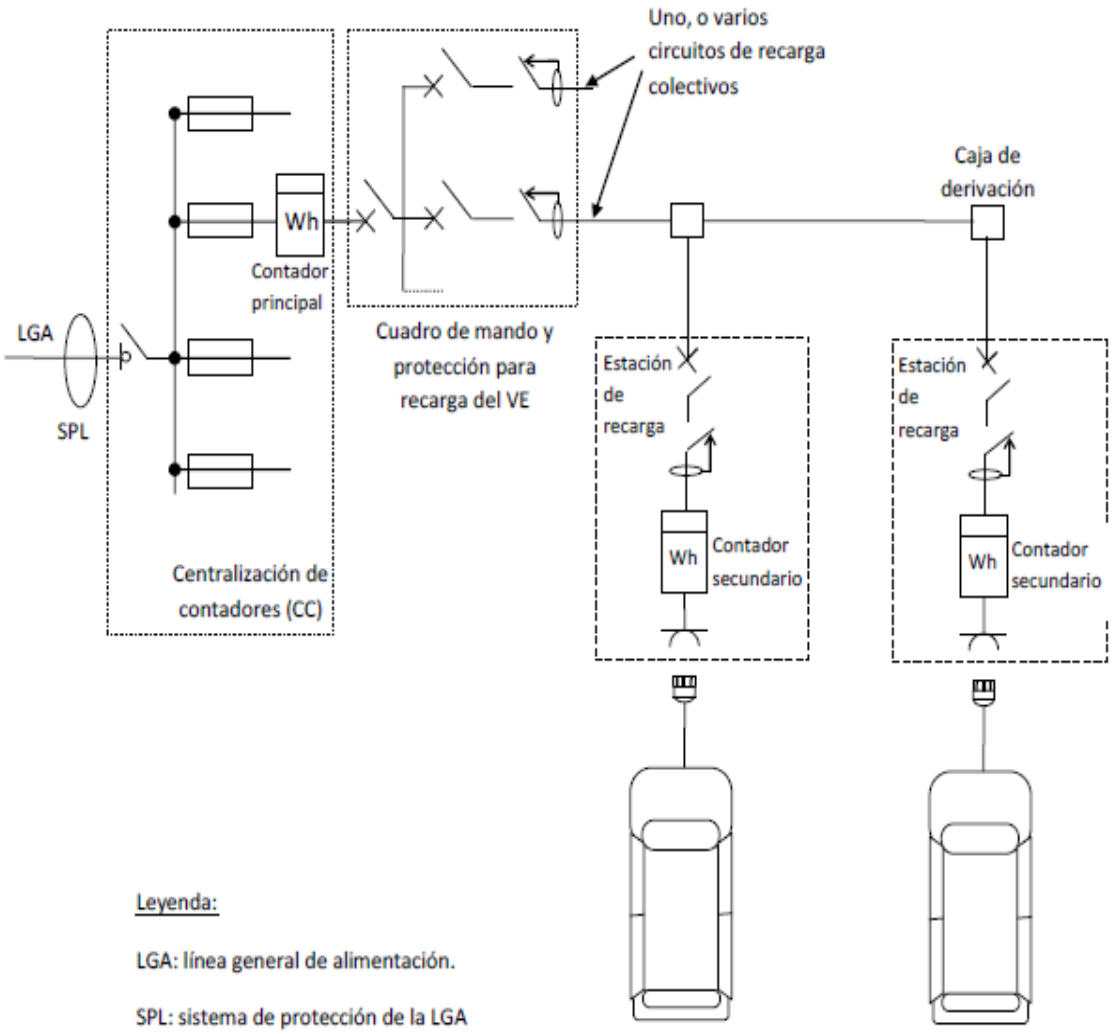
ANEXO 9 CONEXIÓN DE UN VE A LA ESTACIÓN DE RECARGA MEDIANTE UN CABLE EN UN CONECTOR, EL CABLE FORMA PARTE DE LA INSTALACIÓN FIJA

Leyenda:	
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHÍCULO ELÉCTRICO
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
10	SAVE.



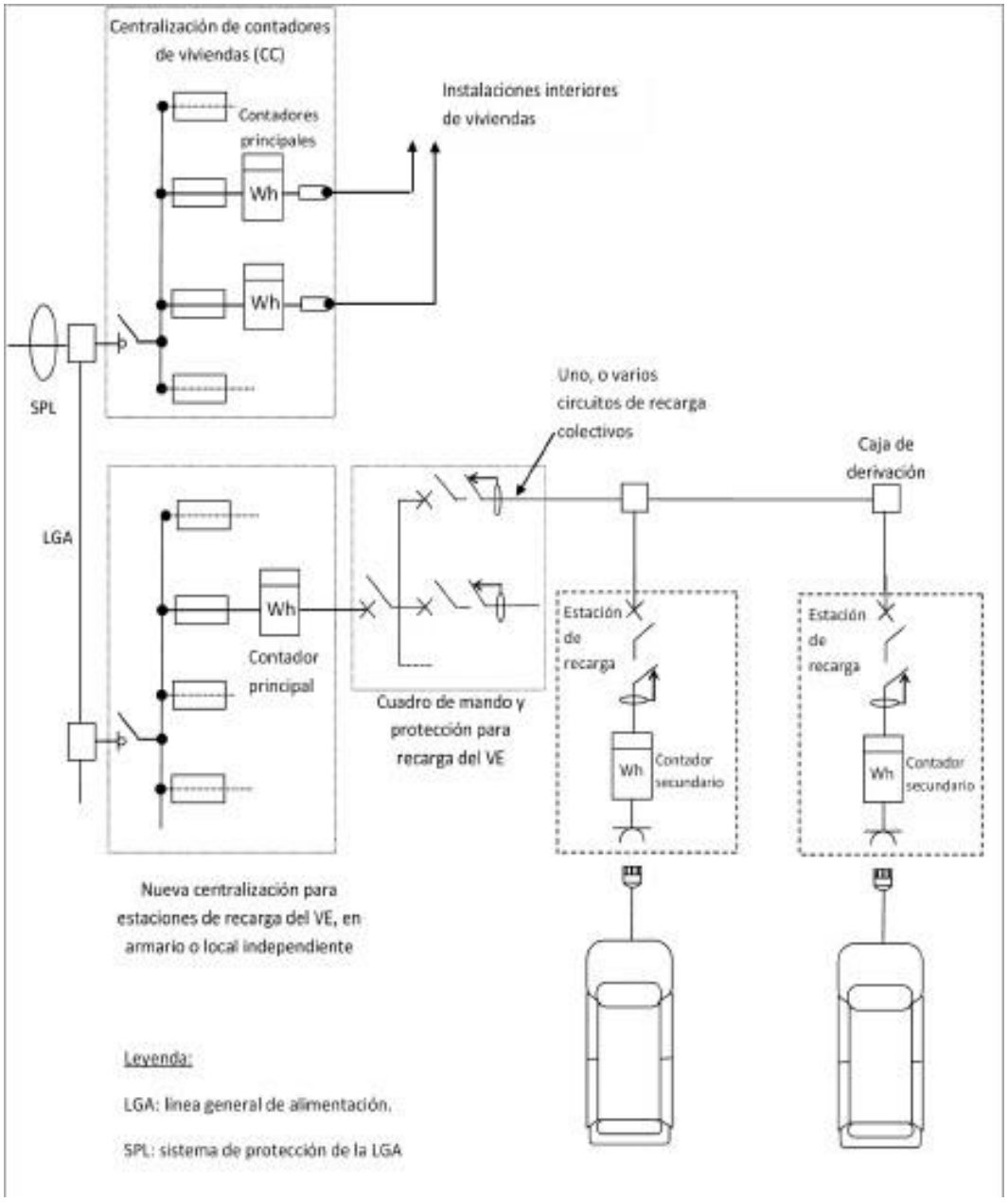
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 10 INSTALACIÓN COLECTIVA O TRONCAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL EN EL ORIGEN DE LA INSTALACIÓN Y CONTADORES SECUNDARIOS EN LAS ESTACIONES DE RECARGA



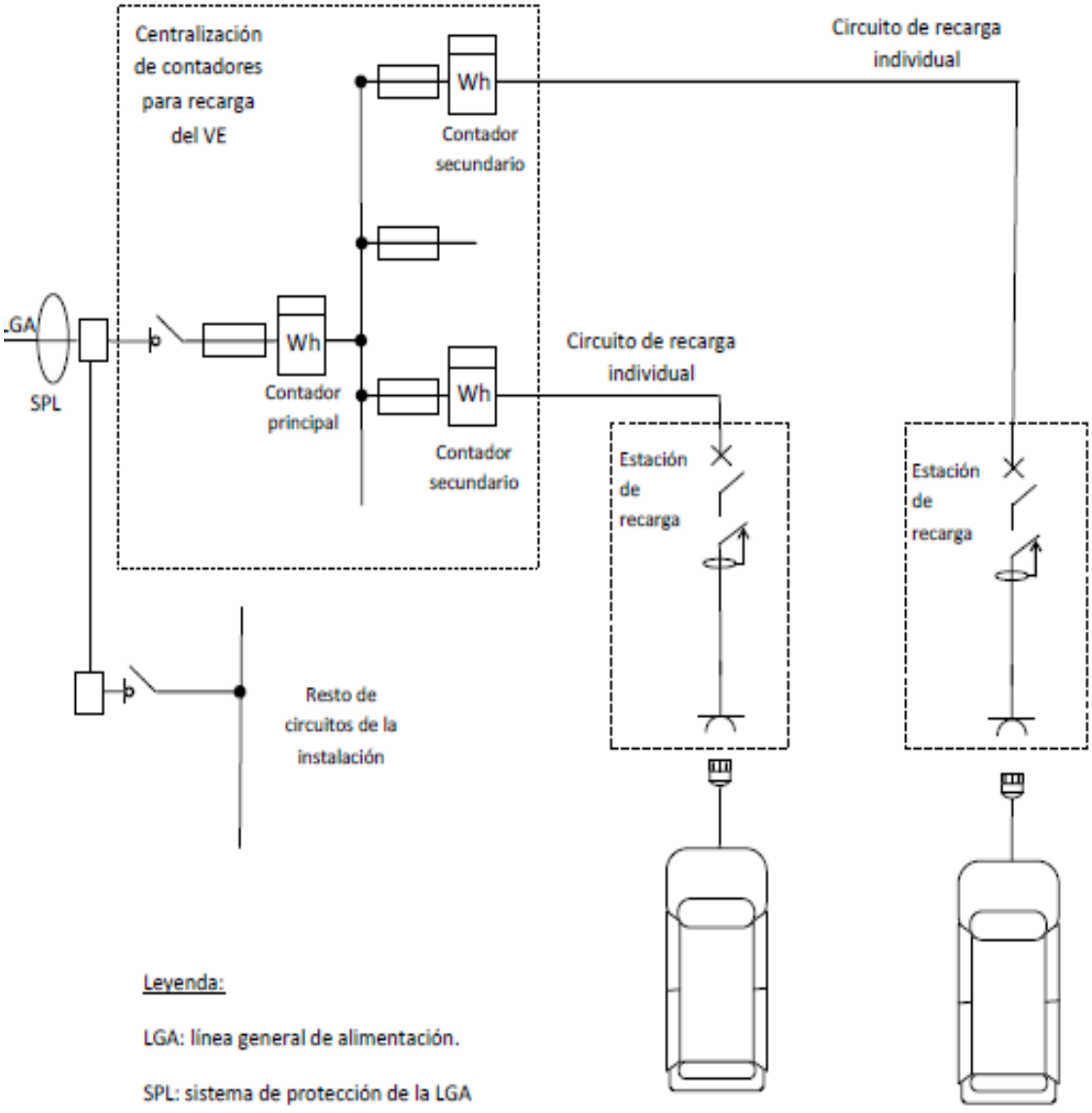
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 11 INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE CONTADORES PARA RECARGA DE VE COLECTIVO TRONCAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL EN EL ORIGEN DE LA INSTALACIÓN Y CONTADORES



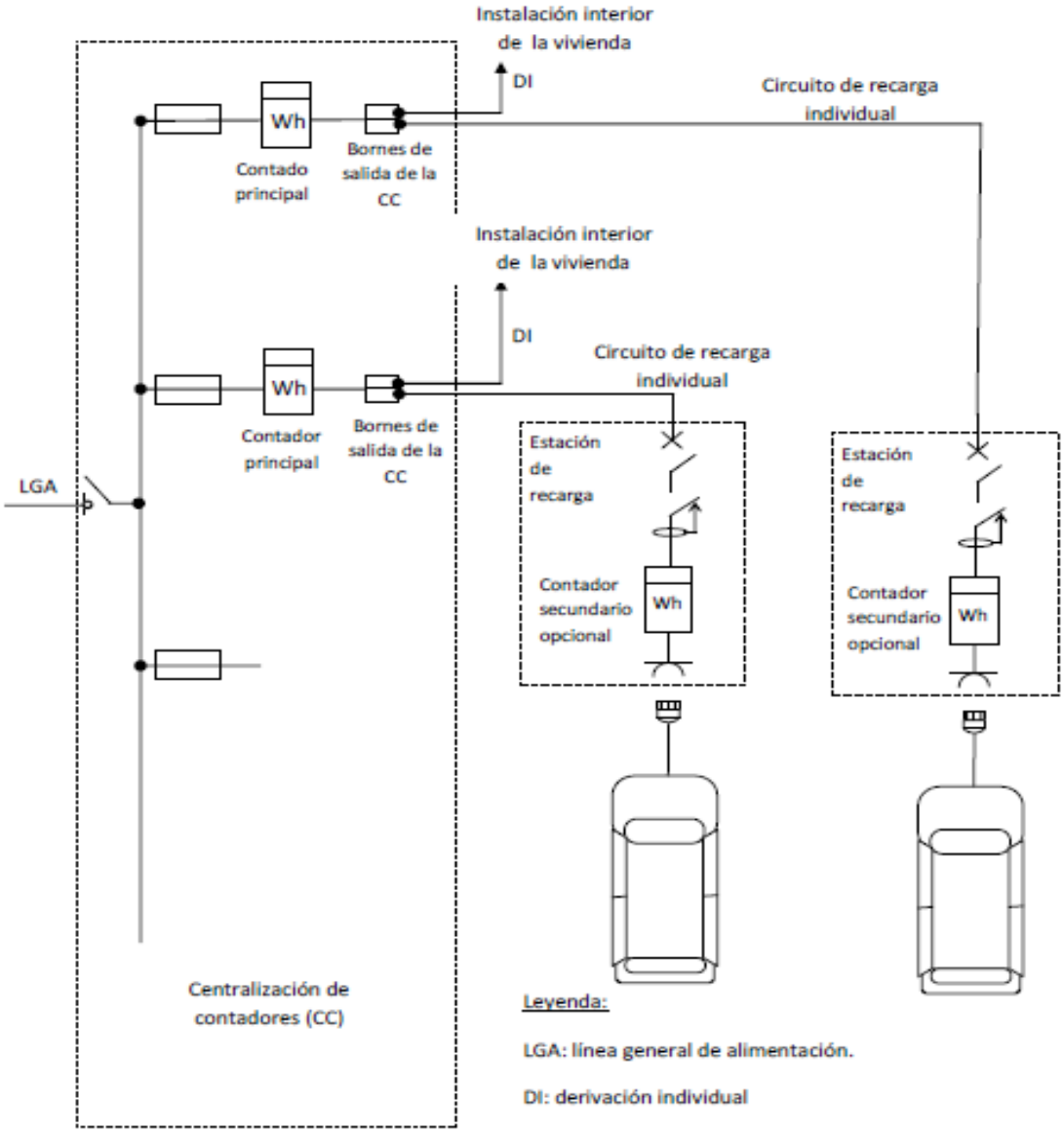
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 12 INSTALACIÓN COLECTIVA CON UN CONTADOR PRINCIPAL Y CONTADORES SECUNDARIOS INDIVIDUALES PARA CADA ESTACIÓN DE RECARGA



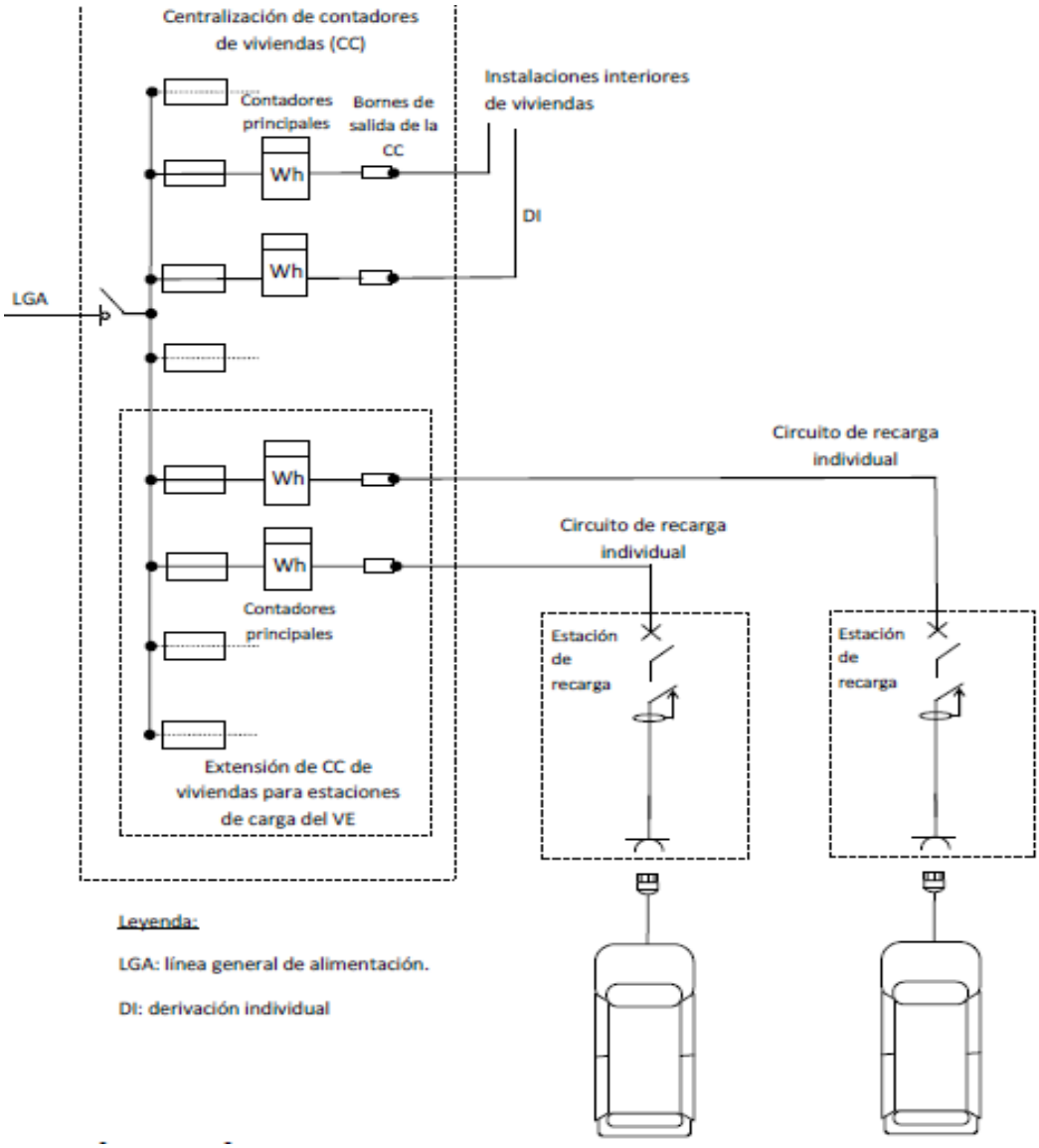
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO NO.13 INSTALACIÓN INDIVIDUAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL COMÚN PARA LA VIVIENDA Y PARA CADA ESTACIÓN DE RECARGA



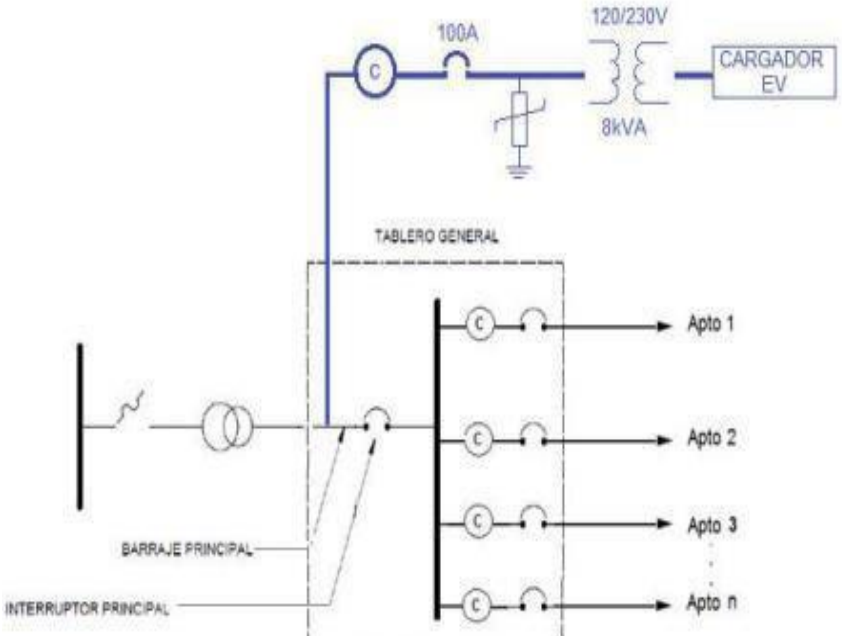
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 14 INSTALACIÓN INDIVIDUAL CON UN CONTADOR PRINCIPAL PARA CADA ESTACIÓN DE RECARGA



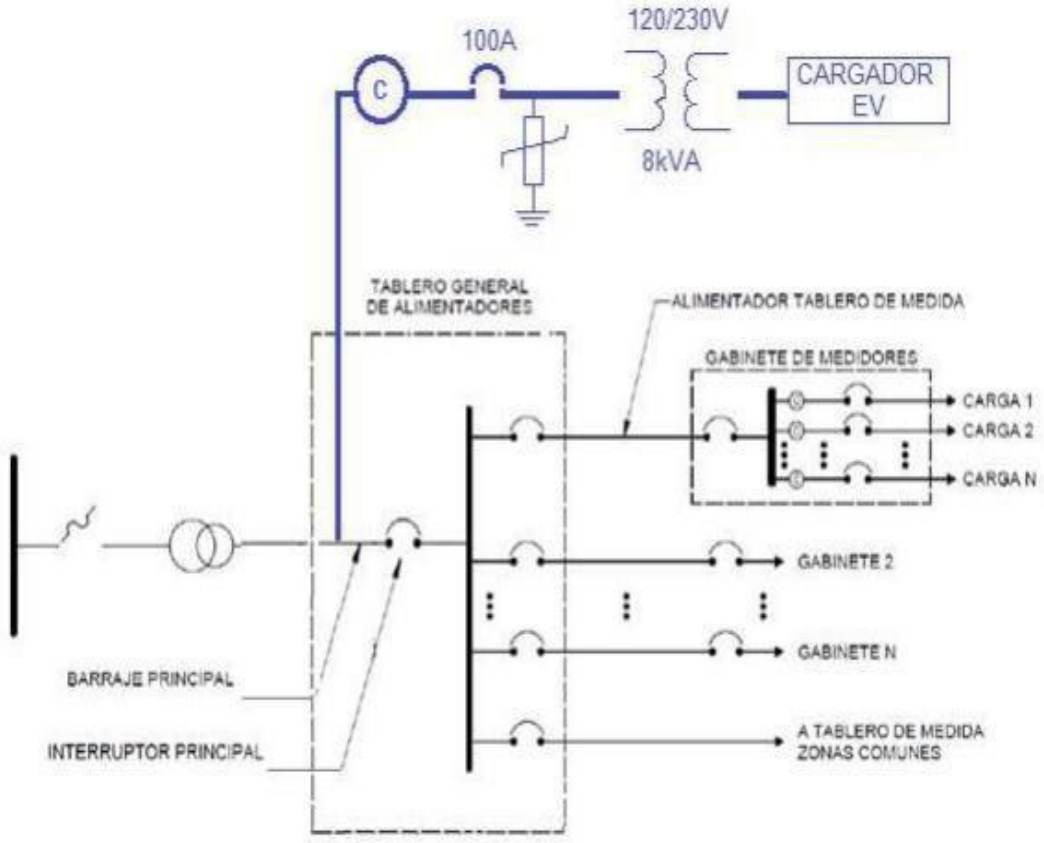
Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 15 CIRCUITO ALIMENTADOR PARA EL TRANSFORMADOR ELEVADOR EN INSTALACIONES CON MÚLTIPLES USUARIOS. MEDIDA CENTRALIZADA.



Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 16 CIRCUITO ALIMENTADOR PARA EL TRANSFORMADOR ELEVADOR EN INSTALACIONES CON MÚLTIPLES USUARIOS.
MEDIDA DESCENT.RALIZADA



Fuente: ITC-GUIA-052 ENOV17 R1

ANEXO 17 SE DESCRIBEN LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Q SE EXIGEN LA NORMA EUROPEA ITC) BT, PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LAS ESTACIONES DE RECARGA PARA VE

Características Principales Medidas de protección contra contactos directos e indirectos. Las medidas generales para la protección contra los contactos directos e indirectos serán las indicadas en la (ITC) BT-24 teniendo en cuenta lo indicado a continuación:

- El circuito para la alimentación de las estaciones de recarga de vehículos eléctricos deberá disponer siempre de conductor de protección, y la instalación general deberá disponer de toma de tierra.
- En este tipo de instalaciones se admitirán exclusivamente las medidas establecidas en la (ITC) BT- 24 contra contactos directos, protección por aislamiento de las partes activas, o, protección por medio de barreras o envolventes, así como las medidas protectoras contra contactos indirectos, protección por corte automático de la alimentación, protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente o protección por separación eléctrica.

- Cualquiera que sea el esquema utilizado, la protección de las instalaciones de los equipos eléctricos debe asegurarse mediante dispositivos de protección diferencial. Cada punto de conexión deberá protegerse individualmente mediante un dispositivo de protección diferencial de corriente diferencial-residual asignada máxima de 30 mA, que podrá formar parte de la instalación fija o estar dentro del SAVE. Con objeto de garantizar la selectividad la protección diferencial instalada en el origen del circuito de recarga colectivo será selectiva o retardada con la instalada agua abajo.

- Los dispositivos de protección diferencial serán de clase A. Los dispositivos de protección diferencial instalados en la vía pública estarán preparados para que se pueda instalar un dispositivo de rearme automático y los instalados en aparcamientos públicos o en estaciones de movilidad eléctrica dispondrán de un sistema de aviso de desconexión o estarán equipados con un dispositivo de rearme automático.

- Para las instalaciones en el exterior: Penetración de cuerpos sólidos extraños, penetración de agua, corrosión y resistencia a los rayos ultravioletas.

Fuente: Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC - BOE.es

https://www.boe.es

- recarga. Para su selección se puede utilizar como referencia la documentación del fabricante de la estación. La tolerancia de la señal

correspondiente a la intensidad de carga, el consumo interno de la propia estación de recarga y las condiciones ambientales de instalación, justifican que la intensidad asignada del interruptor automático sea en algunos casos superior a la suma de intensidades asignadas que pueden suministrar los puntos de conexión de la estación de recarga.

- Medidas de protección contra sobretensiones. Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

- Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica en el edificio. Según cuál sea la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba, puede ser necesario proyectar la instalación con un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional junto a la estación de recarga. En este caso, los dos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deberán estar coordinados entre sí.

- Se recomienda instalar una protección contra sobretensiones transitorias de tipo 1, aguas arriba del contador principal, instalando dicho protector bien en la caja de protección y medida, CPM, en el caso de suministros individuales, o bien junto al interruptor general de maniobra, IGM, situado a la entrada de la centralización de contadores. En la figura A5 se representa, a modo de ejemplo, la instalación de un protector contra sobretensiones transitorias tipo 1, integrado en el módulo del IGM y protegido mediante fusibles.

Fuente: BOE.com

ANEXO 18 CLASIFICACIÓN DE RIESGO Y DE PERSONAL

La clasificación de riesgos es indispensable para los proyectos de cualquier actividad laboral, es imprescindible llevar a cabo una eficaz prevención de riesgos en todas las actividades laborales relacionados con la construcción y mantenimiento de los mismos.

La Evaluación de Riesgos de los vehículos eléctricos es una parte necesaria, por lo tanto, la seguridad contra incendios de los estacionamientos interiores y subterráneos con capacidad para vehículos eléctricos, así como la seguridad de las estaciones de carga, es un tema de actualidad, al evaluar los riesgos en las aplicaciones/infraestructuras con vehículos eléctricos hay que tener en cuenta:

• Los vehículos eléctricos son los que tienen un mayor riesgo de incendio durante el aparcamiento y la carga de todos los incendios accidentales con coches eléctricos ocurrieron al cargarlos o aparcarlos

• El riesgo de incendio de un vehículo eléctrico no es mayor que el de un vehículo de gasolina o diésel. De hecho, parece ser menor, sin embargo, los incendios de las baterías son más difíciles de extinguir, un incendio en vehículos eléctricos puede propagarse mucho más rápido y es mucho más difícil de controlar.

• En caso de incendio de un coche eléctrico, no es posible extinguir el fuego rápidamente, el suelo de hormigón armado puede soportar el calor durante cierto tiempo, pero si se aplica demasiado calor, el hormigón puede reventar y el hierro fundirse, lo que puede provocar un colapso.

• Debido a los materiales reactivos y a veces altamente tóxicos, los incendios de baterías en locales cerrados o infraestructuras subterráneas también presentan peligros químicos. Los contaminantes liberados pueden concentrarse en el aire debido a las limitadas opciones de ventilación y superar los valores umbrales críticos para las personas más rápidamente que al aire libre, donde los gases del humo están más diluidos. Las opciones de escape o rescate en tales espacios dificultan aún más la situación.

Los objetivos de la protección contra incendios que se produce de una evaluación de riesgos se enfocan en las prioridades sobre la protección del edificio o lugar donde se encuentre la estaciones de carga eléctrica y la protección de las personas, la protección de un vehículo eléctrico en llamas tiene una prioridad menor mientras no haya medidas ya integradas en dicho vehículo.

La protección contra incendios tiene que concentrarse en evitar la propagación del fuego a las baterías y zonas adyacentes, y tiene que buscar medidas de

protección contra incendios pasivas / preventivas.

Protección pasiva / preventiva contra incendios: Evitar la propagación del fuego a las baterías y zonas adyacentes:

a) Medidas arquitectónicas: Añadir protección adicional a la estructura del edificio cerca de las plazas de estacionamientos con cargadores, estaciones de recarga equipadas con protección contra colisiones, o lugares en los que no es posible que se produzcan colisiones, prestar atención a la forma de trasladar un vehículo eléctrico a una zona exterior tras la extinción de un incendio, por ejemplo, para enfriarlo en un depósito de agua.

b) Medidas de instalación: o habilitar los medios para interrumpir la corriente de todos los cargadores mediante una única acción por parte de los presentes. o considerar durante el proceso de diseño la ubicación de las plazas de aparcamiento para vehículos eléctricos y de las estaciones / instalaciones de carga en relación con las aberturas de ventilación y las vías de escape. o el uso de ventilación por desplazamiento / eliminación de humo y calor puede ayudar a aumentar la probabilidad de éxito de la acción. o los conductos de escape colocados para minimizar la probabilidad de que los productos de combustión que se escapen del aparcamiento interior causen daños al medio ambiente.

c) Medidas organizativas, como que los automóviles eléctricos se aparquen en plazas individuales a prueba de incendios. En caso de incendio, estas zonas separadas podrían inundarse rápidamente y de forma selectiva con sistemas de inundación total. o La separación estructural también ayudaría a minimizar el humo en el aparcamiento subterráneo en caso de incendio, ya que éste es un peligro importante para las personas, junto con el propio incendio, instrucciones de uso del aparcamiento subterráneo y de sus instalaciones de carga (incluido el mantenimiento) e información a los conductores sobre qué hacer en caso de incendio y cómo actuar ante los mensajes de error del sistema de gestión de baterías (BMS), La opción de no cargar y/o aparcar ningún vehículo eléctrico en los aparcamientos interiores, habría que debatir si tiene sentido ofrecer opciones de carga en garajes subterráneos.

(Fuente NFPA 70®, Código Eléctrico Nacional)