



**CONDICIONS TÈCNIQUES I DE SEGURETAT
DE LES INSTAL·LACIONS DE DISTRIBUCIÓ
DE
FECSA ENDESA**

**NORMA TÈCNICA PARTICULAR
CENTRES DE TRANSFORMACIÓ EN EDIFICI
(NTP-CT)**

OCTUBRE DEL 2006

ÍNDIX

1	OBJECTE	3
2	ABAST	3
3	REGLAMENTACIÓ	3
4	CARACTERÍSTIQUES GENERALS	4
4.1	UBICACIÓ	4
4.2	ACCESSOS	5
4.3	SEGURETAT DE LES PERSONES	5
4.4	FACILITAT DE MANTENIMENT	6
4.5	CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ	6
4.6	ESQUEMES ELÈCTRICS BÀSICS	7
4.7	RISC D'INCENDI	8
4.8	INTEGRACIÓ A L'ENTORN	8
4.9	VENTILACIÓ	8
5	CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL	8
5.1	DIMENSIONS	8
5.2	SUPERFÍCIE D'OcupACIÓ	8
5.3	DISTRIBUCIÓ EN PLANTA	11
5.4	CRITERIS CONSTRUCTIUS	11
6	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	17
6.1	CABLES DE MT	17
6.2	CEL·LES DE MT	17
6.3	TRANSFORMADOR DE POTÈNCIA	18
6.4	FUSIBLES DE MT	19
6.5	CENTRE DE TRANSFORMACIÓ PREFABRICAT COMPACTE (CTPC)	19
6.6	PONTS DE CONNEXIÓ	21
6.7	QUADRES DE BT	21
6.8	SERVEIS AUXILIARS	22
6.9	PROTECCIONS	23
6.10	INSTAL·LACIÓ DE POSADA A TERRA	24
7	SENYALITZACIONS I MATERIAL DE SEGURETAT	28
8	NORMES DE REFERÈNCIA	29

1 OBJECTE

Aquesta Norma Tècnica Particular té per finalitat establir les característiques que han de reunir els Centres de Transformació MT/BT de Distribució (CT) allotjats en edificis, connectats a la xarxa de Mitjana Tensió de FECSA ENDESA.

2 ABAST

Els CT estaran dissenyats per al nivell de tensió de 25 kV, encara que la tensió de la xarxa sigui de 11 kV. Podran allotjar un o dos transformadors. L'entrada de la xarxa de distribució al CT s'efectuarà mitjançant cables subterranis, i estaran ubicats en:

- ◆ Edifici independent
 - ◆ Edifici prefabricat d'instal·lació en superfície.
 - ◆ Edifici d'obra civil d'instal·lació en superfície.
 - ◆ Edifici prefabricat d'instal·lació subterrània.

Els CT subterranis quedaran restringits a aquells casos en els quals, a criteri de l'empresa distribuïdora, la instal·lació en superfície no sigui possible.

- ◆ Edifici destinat a altres usos
 - ◆ Instal·lats a planta baixa amb sortida directa a la via pública
 - ◆ Instal·lats a primers soterranis amb sortida directa a la via pública

Els CT a primers soterranis únicament s'instal·laran quan no sigui possible la instal·lació en planta baixa. En aquest cas hauran de complir les Normes Tècniques de l'Edificació així com aquelles normes específiques que els siguin aplicables.

3 REGLAMENTACIÓ

El disseny i la construcció dels CT s'efectuarà d'acord amb els Reglaments i Normes següents:

- ◆ Reial Decret 1955/2000 d'1 de desembre, sobre regulació de l'activitat de transport i distribució d'energia elèctrica. (BOE 310 de 27.12.00).
- ◆ Reglament sobre Condicions i Garanties de Seguretat en Centrals, Subestacions i Centres de Transformació (RD 3275/82, de 12.11.82, BOE núm. 288 d'1.12.82).
- ◆ Instruccions Tècniques Complementàries del RAT (ITC MIE-RAT), establertes per OM de 06.07.84, BOE núm. 183 d'1.08.84, i OM de 18.10.84, BOE núm. 256 de 25.10.84).
- ◆ Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC-BT). (Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, BOE núm. 224 de 18 de setembre del 2002).
- ◆ Llei de Prevenció de Riscos Laborals (LPRL), (Llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, BOE 10.11.1995).

- ◆ Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric (BOE de 21.06.01).
- ◆ Normes UNE d'obligat compliment segons es desprèn dels Reglaments, en les seves corresponents actualitzacions efectuades pel Ministerio de Industria Turismo y Comercio.
- ◆ Normes UNE que, no essent d'obligat compliment, defineixin les característiques dels elements integrants del CT.
- ◆ D'altres normes i disposicions vigents que puguin ser d'obligat compliment.

Pel que fa a l'obra civil s'aplicaran els criteris establerts en els següents documents:

- ◆ Norma Bàsica de l'Edificació. Pel que fa a les Condicions de Protecció Contra Incendis en Edificis (NBE-CPI-96), (aprovada per RD 5177/96 de 14.10.96).
- ◆ Norma Bàsica de l'Edificació. Pel que fa a Condicions Acústiques en Edificis (NBE-CA-82), (aprovada per RD 2115/82 de 10.08.82, BOE de 03.09.82 i 07.10.82).

4 CARACTERÍSTIQUES GENERALS

Els aspectes que amb caràcter general s'hauran de tenir en compte en el disseny i la instal·lació del CT són els següents:

- ◆ Ubicació del CT
- ◆ Accessos al CT
- ◆ Seguretat de les persones
- ◆ Facilitat de manteniment
- ◆ Característiques elèctriques
- ◆ Esquema elèctric
- ◆ Risc d'incendi
- ◆ Integració a l'entorn
- ◆ Ventilació

4.1 Ubicació

La ubicació es determinarà considerant els aspectes següents:

- ◆ L'emplaçament del CT es farà de tal manera que sempre s'hi pugui accedir directament des del carrer o vial públic a través d'una porta ubicada a la línia de façana.
- ◆ L'emplaçament escollit per al CT haurà de permetre l'estesa de totes les canalitzacions subterrànies previstes, que surtin des del CT, cap a vies públiques o galeries de serveis.
- ◆ El nivell freàtic històric més alt es trobarà 0,3 m per sota del nivell inferior de la solera més profunda del CT.

- ◆ En els CT d'edifici independent, el terreny on s'esculli l'emplaçament serà capaç de suportar les pressions que li transmetin les cimentacions superficials directes, per la qual cosa es realitzarà un estudi geotècnic simplificat (1 sondeig). En el cas que les característiques del terreny no admetin aquest tipus de cimentacions, es realitzaran cimentacions profundes amb micropilots, o s'estudiarà un nou emplaçament.
- ◆ Quan la ubicació sigui a més de 1000 m d'alçada, es tindrà en compte els criteris d'aïllament recollits a la ITC MIE-RAT 12, apartat 3.3.4.

4.2 Accessos

Les condicions a tenir en compte per a determinar l'accessibilitat als CT seran les següents:

- ◆ L'accés s'efectuarà directament des del carrer o vial públic, de manera que en tot moment permeti la lliure i permanent entrada de personal i material, sense dependre en cap circumstància de tercers.
- ◆ L'accés a l'interior del local del CT serà exclusiu per al personal de l'empresa distribuïdora. Aquest accés estarà situat en un lloc de tal manera que, amb el CT obert, es deixi pas lliure permanentment a bombers, serveis d'emergència, sortides d'urgències o socors, etc.
- ◆ Les vies per als accessos de materials hauran de permetre el transport en camió, fins al lloc d'ubicació del mateix CT, dels transformadors i d'altres elements integrants del CT.
- ◆ Quan l'accés del transformador i els materials es faci mitjançant tapes practicables situades sota altres forjats (CT situat en primer soterrani d'edificis destinats a altres usos) i la cota del qual respecte de la tapa sigui menys de 4 m, en el forjat superior s'hi haurà de disposar un ganxo anclat, capaç de suportar una càrrega puntual de 5.000 daN, aplicats a un dispositiu d'enganxament que permeti la utilització d'un element mecànic d'elevació.
- ◆ Els terres de les zones per on s'hagi de desplaçar el transformador per dipositar-lo al seu emplaçament definitiu, hauran de suportar una càrrega d'aproximadament 4.000 daN recolzada sobre quatre rodes equidistants 0,67 m.
- ◆ Les obertures destinades a accessos i ventilacions compliran les distàncies reglamentàries i condicions de seguretat indicades a la ITC MIE-RAT 14 i a la Norma Bàsica de l' Edificació NBE-CPI 96.
- ◆ Quan el CT es dissenyi per allotjar un conjunt prefabricat compacte (CPC), en el qual tot l'aparellatge constitueix una sola unitat indivisible, l'accés i les ventilacions s'efectuaran per la part frontal.

4.3 Seguretat de les persones

S'aplicaran criteris de disseny que aportin seguretat passiva al personal que accedeixi al CT per treballar-hi. Es tindran en compte els següents aspectes:

- ◆ Guardar les distàncies mínimes als elements susceptibles d'estar en tensió, previstes a la legislació vigent.
- ◆ Compartimentar els elements de maniobra del CT de manera que en cas d'arc intern en el circuit de potència no existeixi risc per a l'operador.
- ◆ No s'hauran de sobrepassar els límits legals establerts pels CEM.
- ◆ No s'hauran de transmetre tensions perilloses a l'exterior del CT.

- ◆ S'establirà una superfície equipotencial a l'interior del CT.
- ◆ El CT estarà proveït d'una instal·lació de posada a terra, amb l'objecte de limitar les tensions de defecte a terra que es puguin produir a la mateixa instal·lació del CT.

Durant la construcció de la instal·lació del CT s'aplicaran els criteris de seguretat que s'estableixin en el corresponent *Estudi Bàsic de Seguretat i Salut*.

4.4 Facilitat de manteniment

El disseny dels CT facilitarà el manteniment i les revisions periòdiques, de manera que es puguin fer amb seguretat i sense perjudicar la qualitat de servei de la xarxa.

Per tal de facilitar la detecció i l'aïllament de defectes a la xarxa subterrània, s'instal·laran elements de detecció de pas de defecte, com relés ICC (indicadors de curt circuit) o elements amb funcions similars que la tecnologia vagi fent d'ús habitual.

Així mateix, amb la finalitat de minimitzar el nombre i la durada dels incidents, i garantir la qualitat de subministrament adient, s'instal·laran els elements necessaris per poder telecomandar l'operació dels CT.

4.5 Característiques elèctriques de la instal·lació

4.5.1 Tensió prevista més elevada per al material de MT

La tensió prevista més elevada per al material serà de 36 kV. Excepte per als transformadors de potència, fusibles i parallamps, que s'adequaran a la tensió de servei.

4.5.2 Potència màxima de transformació

El transformador a instal·lar inicialment haurà de tenir una potència màxima de 630 kVA. Així mateix, la potència mínima inicial serà de 160 kVA, que cobreix la totalitat de la casuística en nous CT i simplifica la gestió del parc de transformadors destinats a CT. Entre aquests màxim i mínim s'optarà pel que més s'ajusti a la potència sol·licitada, tenint en compte que els diferents components d'una instal·lació elèctrica s'ajusten a una determinada gamma de capacitats normalitzades de caràcter discret, no continu. Aquesta realitat pot fer que, el transformador que més s'ajusti a la potència sol·licitada hagi de ser necessàriament el de la gamma immediata superior a la potència sol·licitada.

Cada CT albergarà un únic transformador amb les potències dins del marge indicat al punt anterior. Si per raons excepcionals calgués instal·lar un altre transformador com a màxim, es podrà fer prèvia justificació detallada d'aquesta necessitat.

Malgrat que en tots els CT s'instal·lin inicialment transformadors de potència màxima 630 kVA, es dimensionaran per a una potència màxima admissible de 1000 kVA per transformador, a fi de cobrir únicament eventuais increments de potència de tipus vegetatiu.

4.5.3 Intensitat nominal de la instal·lació de MT

La intensitat nominal de l'embarat i de l'aparellatge de MT serà, en general, de 630 A, en funció de les característiques de la xarxa de distribució, aquestes característiques les determinarà l'empresa distribuïdora.

4.5.4 Corrent de curtcircuit en MT

Els corrents de curtcircuit i els temps de duració del defecte, els facilitarà en cada cas l'empresa distribuïdora.

Els materials instal·lats en el CT hauran de ser capaços de suportar, com a mínim, les següents sol·licitacions:

Taula 1. Característiques dels materials de MT

Tensió nominal de la xarxa (kV)	Corrent assignat de curta duració I_s (límit tèrmic) (kA)	Valor de cresta del corrent de curtcircuit admissible assignada (límit dinàmic) (kA)
≤ 36	20	50

4.5.5 Tensió suportada en Baixa Tensió

El material i els equips de baixa tensió instal·lats al CT, amb envoltant metàl·lic connectat a la instal·lació de terres general, hauran de tenir un nivell d'aïllament que els permeti suportar, per si mateixos o mitjançant aïllament suplementari, tensions a massa de fins a 10 kV a 50 Hz durant 1 minut i 20 kV de xoc tipus llamp.

4.5.6 Corrent de curtcircuit en BT

Els valors dels corrents de curtcircuit mínims que hauran de suportar els circuits de BT, amb caràcter general seran:

- ◆ 12 kA entre fases
- ◆ 7,5 kA entre fase i neutre

4.6 Esquemes elèctrics bàsics

L'aparellatge de maniobra de les línies, així com la protecció del transformador, estaran allotjats a l'interior de cel·les prefabricades modulares o compactes amb envoltant metàl·lic, que compliran les normes indicades a l'apartat 6.2.

L'esquema més habitual serà el de la figura següent:

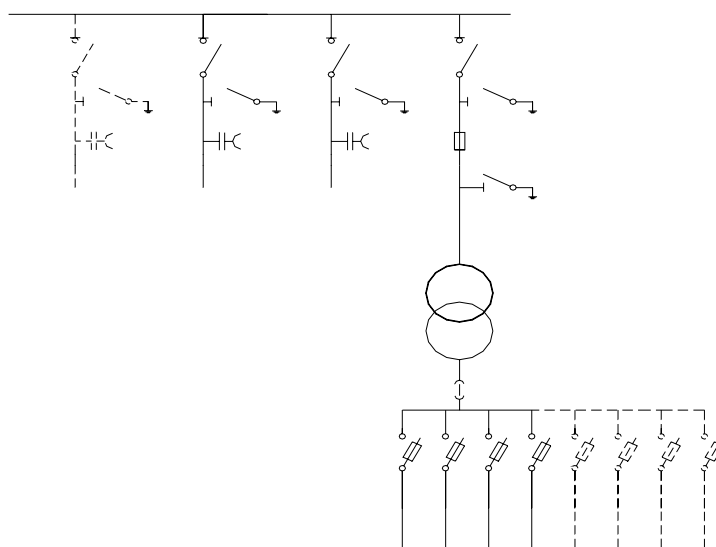


Figura 1. CT amb entrada i sortida de línia i un transformador

4.7 Risc d'incendi

A la construcció es prendran les mesures de protecció contra incendis d'acord amb el que s'estableix a l'apartat 4.1 del MIE-RAT 14, NBE-CPI en vigor, i a les Ordenances Municipals aplicables en cada cas.

4.8 Integració a l'entorn

Amb l'objecte de disminuir l'impacte visual, el CT tindrà els acabats exteriors necessaris per harmonitzar amb l'entorn on està ubicat.

4.9 Ventilació

L'evacuació del calor generat a l'interior del CT s'efectuarà segons com s'indica en la MIE-RAT 014 apartat 3.3, i s'utilitzarà únicament el sistema de ventilació natural. La ubicació de les reixes de ventilació es dissenyarà de tal manera que permeti la circulació de l'aire pel voltant del transformador.

5 CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL

5.1 Dimensions

Les dimensions del CT hauran de permetre:

- ◆ En la distribució en planta del CT caldrà preveure l'espai necessari per a possibles ampliacions, de manera que permeti com a mínim la instal·lació de tres cel·les de línia de MT (encara que inicialment no s'hi instal·lin).
- ◆ La manipulació i instal·lació a l'interior del CT dels elements i maquinària necessaris per a dur a terme una adequada instal·lació.
- ◆ L'execució de les maniobres pròpies de l'explotació en condicions òptimes de seguretat per a les persones, segons la MIE-RAT 14.
- ◆ El manteniment del material, així com la substitució de qualsevol dels elements que en formen part sense necessitat de procedir al desmuntatge o desplaçament de la resta.
- ◆ La instal·lació de les cel·les prefabricades de MT d'acord amb les dimensions indicades a la norma [GE FND003](#).

5.2 Superfície d'ocupació

Per als diferents elements que habitualment s'instal·len a l'interior del CT es prendran en consideració les següents dimensions de la superfície que ocupen físicament, i de la superfície necessària per a passadissos i maniobra segons la MIE-RAT 14. No s'inclou la separació a paret de l'aparellatge que ha de facilitar el fabricant. En el disseny dels CT les zones de servitud podran superposar-se.

S'entén per zona de servitud la necessària per fer maniobres i efectuar el muntatge i desmuntatge de l'aparellatge. La seva amplada de passadís serà la reglamentària.

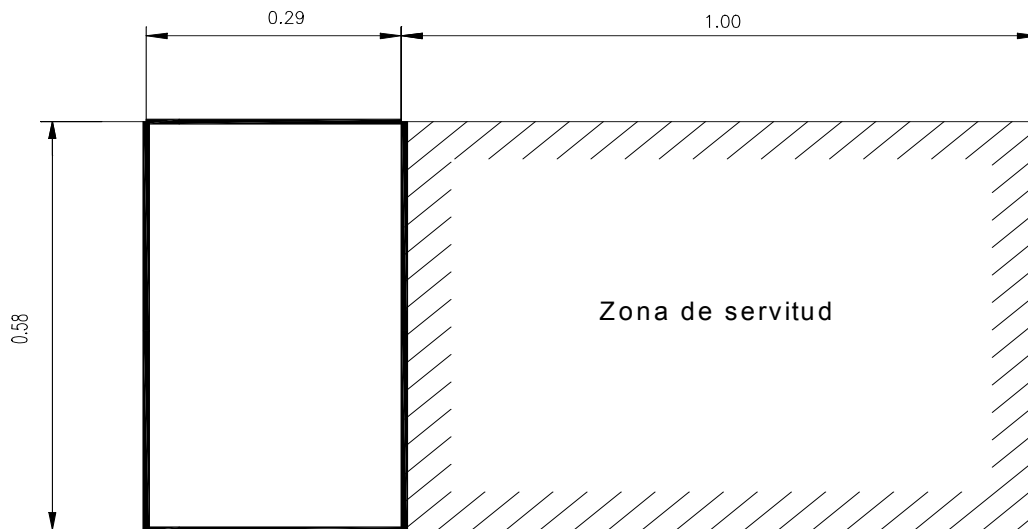


Figura 2. Quadre de distribució modular de BT i equips de control

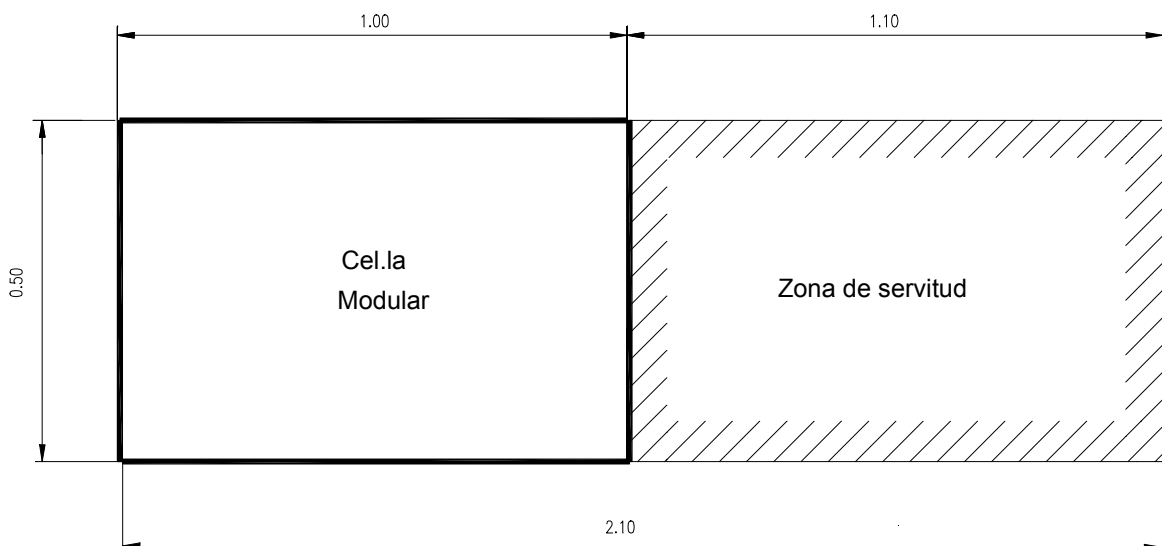
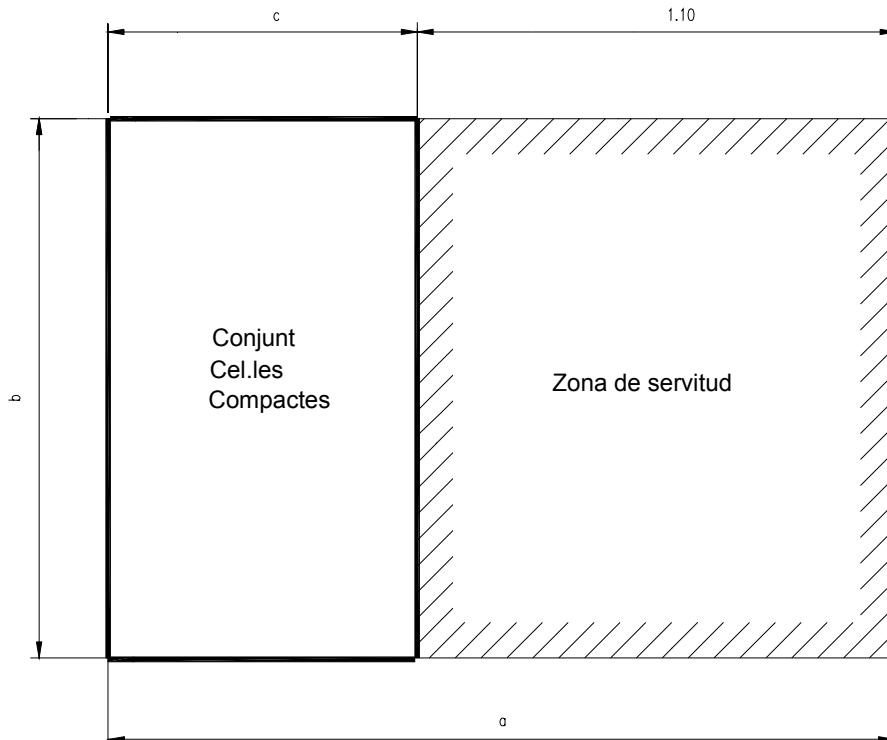


Figura 3. Cel·les modulares d'AT amb dielèctric SF₆



Tensió	Cota màxima a	Cota màxima b	Cota màxima c
≤ 25 kV	220	45	110

Figura 4. Conjunt de cel·les MT amb dielèctric SF₆

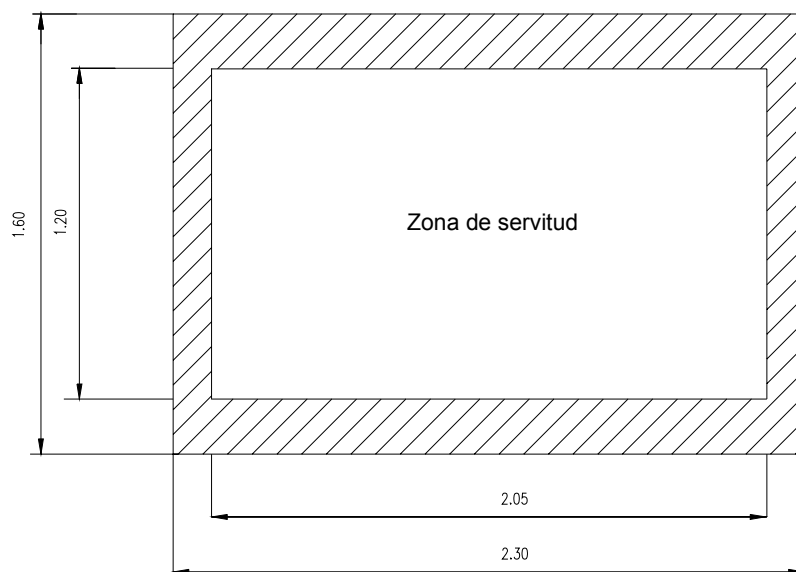


Figura 5. Transformador

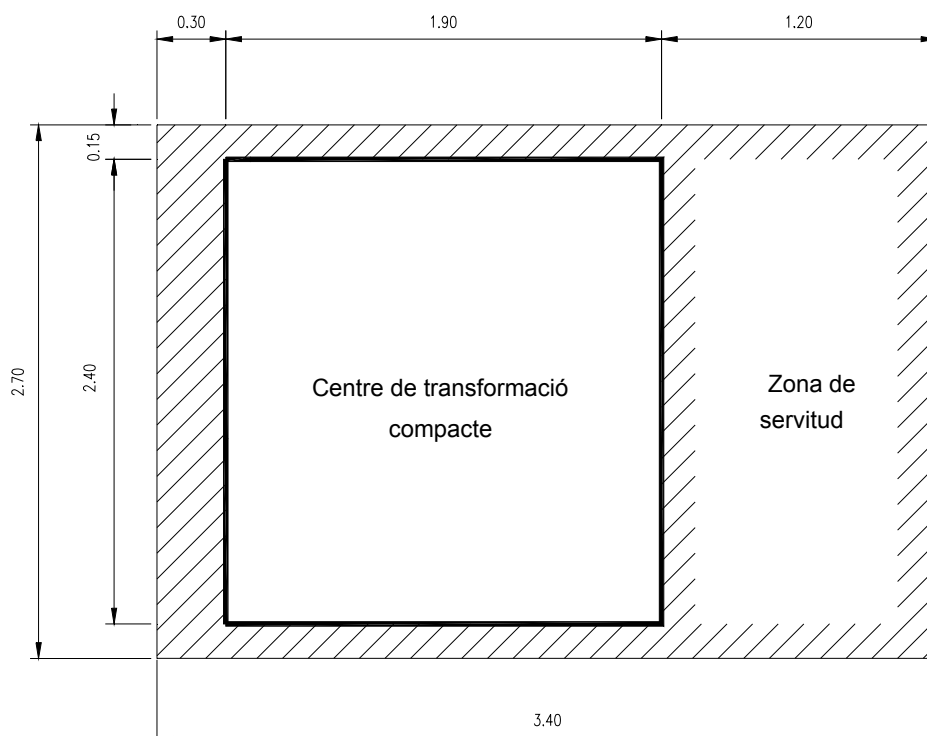


Figura 6. CT Prefabricat Compacte

5.3 Distribució en planta

La distribució en planta dels diferents elements que componen el CT es podrà adequar a l'emplaçament, a l'esquema elèctric, o a l'espai disponible. En tots els casos, es respectaran els criteris establerts a l'apartat 5.2 Superfícies d'ocupació.

Malgrat això, es proposen unes opcions - tipus estandarditzades a FECSA ENDESA per a diferents situacions dels CT.

En el conjunt de vistes de les figures dels apartats següents es plantegen com a exemple una distribució dels components d'un CT, amb les cel·les de MT, un transformador i un quadre de BT amb mòdul d'ampliació.

5.4 Criteris constructius

En el disseny i construcció de l'edifici on s'allotjarà el CT cal tenir en compte els següents criteris constructius:

- ◆ Els elements delimitadors del CT (murs exteriors, cobertes i solera), així com els estructurals que conté (bigues, columnes, etc.), compliran la normativa NBE-CPI 96, i tindran una resistència al foc RF240 i els materials constructius del revestiment interior (paraments, paviment i sostre) seran de classe M0 d'acord amb la norma UNE 23727.
- ◆ Els murs exteriors es podran construir amb els materials habituals de la zona d'ubicació, les característiques mecàniques dels quals hauran d'estar d'acord amb la norma [GE FPH106](#). L'acabat final de l'edifici haurà de permetre integrar el CT a l'entorn on s'ubica.

- ◆ Cap obertura permetrà el pas d'aigua que caigui amb una inclinació inferior a 60° respecte de la vertical.
- ◆ Amb l'objecte d'evitar que es produeixi humitat a les parets per capilaritat, estarà cobert exteriorment per una capa impermeabilitzant que eviti l'ascensió de la humitat.
- ◆ No hi hauran canalitzacions alienes al CT: d'aigua, vapor, aire, gas, telèfon, etc.
- ◆ Els paraments verticals interiors estaran anivellats i mestrejats amb morter de ciment, enlluïts fins a una alçada d'1,5 m i acabats amb pintura plàstica de color blanc.
- ◆ Els elements metàl·lics que intervinguin en la construcció del CT hauran d'estar protegits contra l'oxidació mitjançant un tractament de galvanitzat per immersió en calent o un acabat equivalent.
- ◆ La solera serà, en general, d'obra de fàbrica. També podrà ser autosuportada si compleix els mateixos requisits, de que sigui buixardada i antilliscant. En tots els casos, suportarà els esforços verticals assignats als forjats per a càrrega mòbil, indicats a l'apartat 4.2. Serà resistent a l'abració, estarà elevada un mínim de 0,15 m sobre el nivell exterior i a dins seu tindrà la malla equipotencial esmentada a l'apartat 5.4.5. Tindrà una lleugera pendent cap a l'exterior o cap a un punt adequat de recollida de líquid, en el mateix CT.
- ◆ Els cables entraran al CT a través de passamurs estancs o tubs, per un sistema de fosses o canals. Els tubs seran de polietilè d'alta densitat i tindran un diàmetre PN 160; la seva superfície interna serà llisa i no s'admetran corbes. Se segellaran amb massilles de segellat, i seran, almenys, 3 per MT i 4 per cada quadre BT.
- ◆ A l'interior del CT els cables s'estendran per canalitzacions que arribin fins a les cel·les o quadres corresponents. Estaran dissenyades de manera que el radi de corbatura que adoptin els cables no sigui menor de 0,60 m. Quan això no sigui possible els cables s'instal·laran superficialment, per tal que no es redueixin les zones de servitud ni es dificultin els treballs de manteniment. Es respectaran els radis de corbatura indicats anteriorment.
- ◆ En cap cas s'haurà de produir acumulació d'aigua a l'interior del CT o a les seves canalitzacions, per la qual cosa, tindran un lleuger pendent cap a l'entrada dels cables.
- ◆ La coberta estarà dissenyada amb uns pendents mínims del 2 %, de manera que no s'hi pugui acumular aigua a sobre. Serà estanca i sense risc de filtracions i estarà proveïda d'un trencaaigües perimetral.

5.4.1 Centres de Transformació en edifici independent

Per a aquest tipus de CT s'utilitzaran preferentment envoltants prefabricats de formigó. Quan sigui necessari construir-lo en obra de fàbrica, les característiques que hauran de tenir seran equivalents a les de l'obra civil per als CT integrats a edificis dedicats a altres usos. Quan es triï aquesta opció, al projecte de l'obra civil s'haurà d'incloure el corresponent càlcul justificatiu dels esforços de l'estructura.

Un cop acabada l'execució de l'obra civil i abans del muntatge elèctric, el Director d'Obra presentarà el Certificat de Compliment de Requisits Estructurals. A la finalització dels treballs, presentarà el Certificat de Direcció i Fi d'Obra.

5.4.2 Centres de Transformació integrats en edificis destinats a altres usos

L'obra civil d'un CT integrat a un edifici destinat a altres usos, es considera a tots els efectes, que forma part de l'edifici on està ubicat.

En conseqüència, el projecte de l'obra civil d'un CT constituirà un annex al projecte global de l'edifici, el qual estarà visat pel Col·legi Professional corresponent. Les seves característiques constructives s'ajustaran al que s'indica a la *Norma Bàsica de l'Edificació* aplicable, i a les ordenances municipals vigents.

Així mateix, un cop acabada l'execució de l'obra civil i abans del muntatge elèctric, es presentarà el Certificat de Compliment de Requisits Estructurals. A la finalització dels treballs es presentarà el Certificat de Direcció i Fi d'Obra.

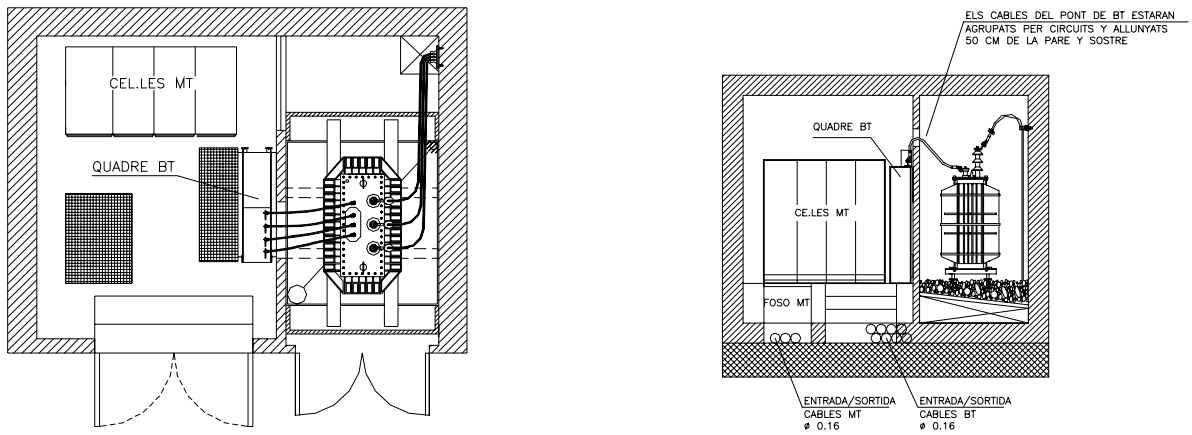


Figura 7. Solució CT façana ampla

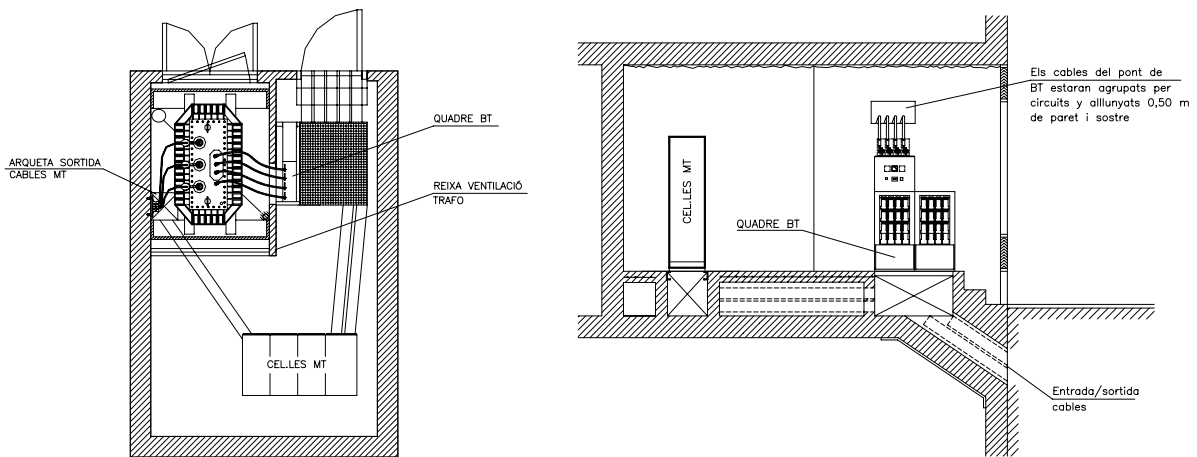


Figura 8. Solució CT façana estreta

5.4.2.1 CT sota rampa

Sota determinades circumstàncies, on no sigui possible la instal·lació del CT amb la seva planta a nivell del carrer, es podran utilitzar solucions constructives com les indicades en la figura

Es tracta d'ubicar el CT sota la rampa del pàrquing, però sempre amb un accés de personal directe a través d'una porta en la façana.

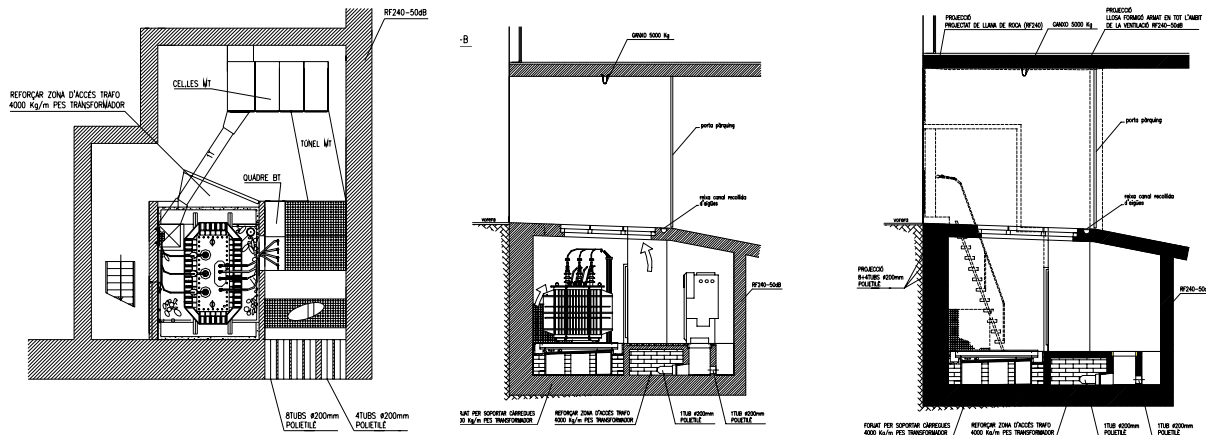


Figura 9. Solució CT sota rampa

5.4.3 Recollida d'oli

A la MIE-RAT 014, apartat 4.1, s'indica que quan s'utilitzin aparells o transformadors que continguin més de 50 litres d'oli mineral, es disposarà d'una fossa de recollida d'oli de capacitat adequada, amb revestiment estanc i amb dispositiu tallafocs.

El dipòsit de recollida d'oli tindrà una capacitat de 800 litres, adequada al volum de l'oli que poden tenir els transformadors del CT.

En la figura es mostra un disseny del pou de recollida d'oli ubicat sota el transformador.

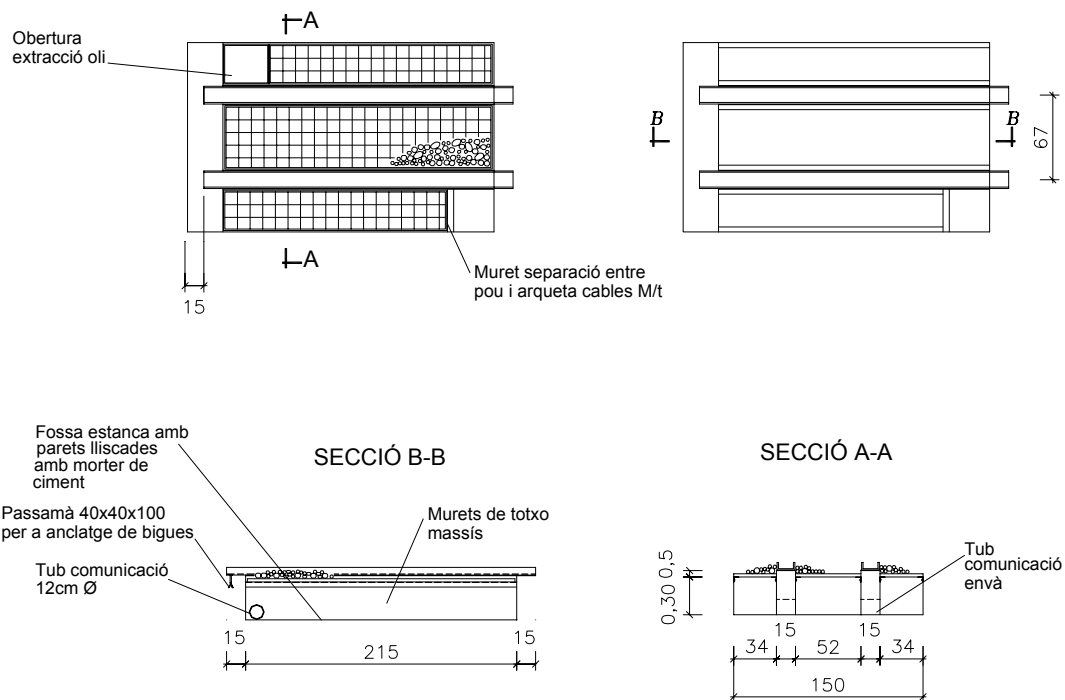


Figura 10. Cubeta de recollida d'oli amb tallafocs i dipòsit

5.4.4 Ventilació del CT

Tal com s'ha indicat en l'apartat 4.9 el sistema de ventilació serà únicament natural.

Per al càlcul de la secció de les reixes de ventilació s'utilitza la següent expressió:

$$P = 0,24 \cdot S \cdot \Gamma \cdot \sqrt{H} \cdot (t_i - t_e)^{3/2}$$

on:

P Potència de les pèrdues del transformador (12,5 kW).

S Superfície de la finestra d'entrada d'aire (m²).

Γ Coeficient de forma de les reixes de ventilació (es pren 0,4).

H Distància en alçada entre centres geomètrics de finestres de ventilació (m).

t_i Temperatura màxima admissible a l'interior del CT, 55 °C (la temperatura màxima de l'oli a la part superior, admesa per la Norma UNE 20.101, es de 60°C).

t_e Temperatura mitja diària prevista a l'exterior del CT, 30°C.

Se suposa igual la secció de les reixes d'entrada i sortida d'aire.

5.4.5 Equipotencialitat

El CT estarà construït de manera que el seu interior presenti una superfície equipotencial, i per aquest motiu, en el paviment i a 0,10 m de profunditat màxima s'instal·larà un enreixat d'acer, format per rodons d'acer de 4 mm de diàmetre com a mínim, amb els encreuaments electrosoldats, formant una malla no més gran de 0,30 x 0,30 m. L'enreixat s'unirà a la posada a terra general mitjançant una pletina metàl·lica o un conductor d'acer o de coure que sobresurti 0,50 m per damunt del paviment del CT, de secció mínima igual a la de l'enreixat.

Cap ferratge ni element metàl·lic travessarà els paraments. Quan hi hagi paraments proveïts de forjats metàl·lics, estaran connectats a la malla de la solera.

5.4.6 Insonorització i mesures antivibratòries

Els sistemes d'insonorització del CT i dispositius antivibratoris per transformadors MT/BT, estan recollits en el document [GE FGA001](#). Com a aspectes més destacables del document, s'hauran de tenir en compte:

5.4.6.1 Insonorització

Quan per l'emplaçament del CT es puguin transmetre sorolls molestos per als usuaris de l'edifici, en la fase de construcció de l'obra civil es preveuran sistemes d'insonorització adequats, de manera que un cop posada en servei la instal·lació, es compleixi en tot moment la normativa municipal existent que correspongui a cada CT, o en cas contrari, la del rang superior que reguli aquest aspecte.

Els sistemes que s'aconsellen i que l'experiència ha demostrat que són més eficaços per a la correcció acústica de locals destinats a CT consisteixen en:

- ◆ Col·locació de pantalles.
- ◆ Revestiment de murals.

En casos extrems pot ser necessària una combinació d'ambdós per a obtenir un resultat òptim.

Com es desprèn per les característiques del recinte on han d'anar instal·lades totes aquestes pantalles i revestiments han de ser autoextingibles i no propagadores de la flama.

Els materials fonoabsorbents a utilitzar vindran determinats per l'escala de freqüències, baixes o altes, que es generin.

5.4.6.2 Mesures antivibratòries

En instal·lacions de CT a l'interior d'un edifici, amb l'objecte de reduir i fins i tot eliminar la transmissió de vibracions dels transformadors de distribució a l'estructura de l'edifici, s'interposarà un sistema amortidor elàstic entre el transformador i el terra o ferm on descansa.

El sistema amortidor consistirà en una estructura en forma de llosa flotant suportada sobre un coixí absorbent de vibracions. En condicions d'explotació, cap punt del sistema portant estarà en contacte amb el ferm del CT.

Adicionalment i en cas necessari, es podran utilitzar amortidors elàstics de característiques adequades al pes del transformador.

Per evitar possibles desplaçaments del transformador, es disposarà d'un sistema de blocatge de les rodes.

5.4.7 Elements constructius

5.4.7.1 Envoltants prefabricats

Els envoltants prefabricats en formigó que allotgen CT de superfície o subterranis hauran de complir les especificacions tècniques indicades a les Normes [GE FNH001](#) i [GE FNH002](#) respectivament.

5.4.7.2 Portes i tapes d'accés

Les portes d'accés al CT es situaran preferentment en una mateixa façana. S'obriran cap a fora i s'hauran de poder abatre sobre el parament; els sortints que puguin tenir es reduiran al mínim.

El local del CT comptarà amb els dispositius necessaris per romandre habitualment tancat, amb l'objecte d'assegurar la inaccessibilitat de persones alienes al servei. El sistema de tancament es farà mitjançant panys o cadenats normalitzats per l'empresa distribuïdora.

La fusteria i la serralleria serà metàl·lica i de solidesa suficient per garantir-ne la inaccessibilitat. El grau de protecció de les portes serà com a mínim IP 23, IK 10.

Les dimensions de les portes d'accés a la sala de transformadors seran les adequades per permetre'n el pas (2,7 x 1,6 m de llum com a mínim, amb amplada de fulla no superior a 0,9 m).

Les dimensions de les portes d'accés a la sala de cel·les permetran el pas de les cel·les de MT (2,7 x 1,5 m de llum com a mínim, amb una amplada de fulla no superior a 0,9 m).

Ambdues portes, tant la d'accés a la sala de cel·les com la d'accés a la sala de transformadors, es podran unificar en una sola porta de mides apropiades.

En els CT amb aparellatge compacte, la porta es dissenyarà de tal manera que permeti el pas de l'equip, i que l'amplada de les fulles mòbils de la porta no sigui més gran de 0,9 m.

Totes les portes i ferramentes de tancament, aniran instal·lades de manera que no estiguin en contacte amb el sistema equipotencial i estaran separades almenys 0,10 m dels armats dels murs.

En els casos de CT subterranis, les tapes d'accés i les reixes de ventilació, a instal·lar al sòl de voreres o calçades, s'ajustaran a la norma EN-124, essent de classe D-250 quan s'instal·lin en zones de vianants, i D-400 quan estiguin situades en llocs on passi el trànsit rodat. Les dimensions mínimes de llum seran:

- ◆ Tapa d'accés de personal 0,80 x 0,60 m
- ◆ Tapa d'accés de materials 2,10 x 1,25 m

5.4.7.3 Reixes per a ventilació

Per als forats de ventilació es disposarà un sistema de reixes que no permetin l'entrada d'aigua ni de petits animals.

Les dimensions s'adequaran a les calculades per a l'evacuació del calor que es produeix a l'interior del CT, punt 5.4.4.

Estaran bàsicament constituïdes per un marc i un sistema de lamel·les, que impedeixi la introducció de filferros que puguin tocar parts en tensió. Tindran un grau de protecció mínim IP 23, IK 10.

Totes les reixes de ventilació estaran instal·lades de manera que no estiguin en contacte amb el sistema equipotencial i estaran separades almenys 0,10 m dels armats dels murs.

Es muntaran verticalment per tal que la part inferior de les reixes estigui situada com a mínim a 0,25 m de la rasant del terra exterior del CT.

Las reixes de ventilació es podran col·locar també inserides a les portes d'accés.

5.4.7.4 Pantalles de protecció

Les cel·les del transformador estaran protegides, per impedir el contacte accidental de les persones amb les parts en tensió, per pantalles metàl·liques massisses desmuntables que, un cop instal·lades, donen al conjunt un grau de protecció IP20 IK10 segons Norma EN 50102. Per una de les cares accessibles es disposarà d'una espiera transparent de 400 x 200 mm situada a 1,5 m del paviment. En aquest punt, el grau de protecció podrà quedar reduït a IP20 IK5.

Entre les parts en tensió i les esmentades proteccions, haurà d'existir, com a mínim, una distància de protecció de 0,30 m, segons s'indica a la MIE-RAT 14.

Les pantalles hauran de cobrir la cel·la fins a una alçada de 2 m, i la part inferior de la pantalla estarà situada com a màxim a 0,3 m del paviment del CT.

Les pantalles i els seus suports es connectaran a terra.

6 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

6.1 Cables de MT

Els cables d'alimentació en MT al CT, que formen part de la xarxa de distribució, seran unipolars, d'aïllament sec per a una tensió assignada de 18/30 kV i tindran seccions de 3x1x400 mm² o 3x1x240 mm² d'Al, com seccions normals per a la xarxa urbana, semiurbana o de qualsevol tipus que tingui una configuració normal mallada. Per a aquells casos en què la longitud i traçat dels quals faci raonablement imprevisible un futur tancament o mallat amb una altra línia, es podran utilitzar excepcionalment conductors de secció 3x1x150 mm² d'Al. S'ajustaran a la norma [GE DND001](#).

6.2 Cel·les de MT

Les cel·les de MT correspondran al tipus de cel·les prefabricades sota envoltant metàl·lic en les modalitats de compactes o modulars contemplades en la [GE FND003](#) amb tall i aïllament en SF₆.

Estaran motoritzades i incorporaran els relés de detecció de pas de falta o indicadors de curtcircuit (ICC) indicats en la norma [GE DMC001](#).

Taula 2. Cel·les de MT

Característiques	Valor assignat per a 25 kV
Tensió assignada	36 kV
Nivell d'aïllament:	
Tensió de xoc suportada assignada (tipus llamp) entre pols i entre pols i massa	170 kV
Tensió suportada a 50 Hz entre pols i entre pols i massa	70 kV
Tensió de xoc suportada assignada (tipus llamp) (distància de seccionament)	195 kV
Tensió suportada assignada a 50 Hz (distància de seccionament)	80 kV
Freqüència assignada	50 Hz
Corrent en servei continu de les cel·les de línia i de l'embarat	630 A
Corrent en servei continu de la cel·la de transformador	200 A
Corrent admissible de curta duració	20 kA
Valor de cresta del corrent admissible	50 kA
Duració del corrent admissible	1 s
Poder de tall en cas de falta a terra	50 A
Poder de tall de cables i línies en buit en cas de faltes a terra	25 A
Passatapes de connexió de la MT segons norma UNE EN 50180	400 A
Passatapes endollables per a transformadors segons norma UNE EN 50180	200 A

L'elecció del tipus de cel·la es farà tenint en compte les característiques de la zona d'emplaçament pel que fa a possibilitat d'inundació o contaminació ambiental.

6.3 Transformador de potència

Seràn trifàsics i les seves característiques s'ajustaran al que indica la Norma UNE 21428-1 i es concreta a la [GE FND001](#). A la taula 3 es resumeixen les seves característiques.

Taula 3. Transformadors

Característiques	Valor assignat per a 11 kV	Valor assignat per a 25 kV
Potències assignades	160-250-400-630 kVA	160-250-400-630 kVA
Grups de connexió:	Dyn11	Dyn11
Tensions assignades primàries	11 kV	25 kV
Tensions al buit de l'enrotllament de BT	420 V	420 V
Connexions de regulació de la tensió (sense tensió)	-5 -2,5 0 +2,5 +5 +10	-5 -2,5 0 +2,5 +5 +10
Tensió de curtcircuit per a les tensions més altes del material (temperatura de referència: 75°C)	4 %	4,5 %
Nivells d'aïllament en BT:		
Tensió suportada a freqüència de 50 Hz	10 kV	10 kV
Tensió de xoc suportada (tipus llamp)	20 kV	20 kV
Aptitud per a suportar curtcircuits en BT	25 cops el corrent assignat	22,2 cops el corrent assignat
Duració del curtcircuit	2 s	2 s
Líquid dielèctric UNE 21.320	Oli mineral aïllant	Oli mineral aïllant
Sistema de refrigeració	ONAN	ONAN
Tipus de servei	Continu	Continu
Tipus de cuba	Ompliment integral	Ompliment integral
Sensor de temperatura	Termòmetre	Termòmetre

6.4 Fusibles de MT

Les característiques dels fusibles s'ajustaran al que s'indica a la Norma UNE 21.120. Les més significatives seran:

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| ◆ Tipus | Limitador |
| ◆ Classe | Associat |
| ◆ Tensió màxima de servei | 12 kV o 30 kV |
| ◆ Poder de tall assignat | 20 kA |
| ◆ Percutor | 15 daN |
| ◆ Calibre | 10-25-50 i 100A |

El calibre dels fusibles s'escollirà en funció de la tensió de servei de la xarxa i la potència del transformador a protegir, segons s'indica a la taula 6.

6.5 Centre de transformació prefabricat compacte (CTPC)

Les característiques del centre de transformació prefabricat compacte estan contemplades en les normes [GE FND004](#) *Centre de Transformació MT/BT prefabricat compacte, tensió assignada màxima 36 kV*.

El CTPC estarà constituït per:

- ◆ Els equips de maniobra de la xarxa de distribució MT.
- ◆ La maniobra del transformador MT/BT.
- ◆ Les proteccions del transformador MT/BT.
- ◆ El transformador MT/BT.
- ◆ El quadre de distribució de BT.
- ◆ Interconnexions MT i BT entre les diferents unitats.
- ◆ Connexions a terra dels ferratges.

Es diferenciaran en envoltants independents interconnectats, i formaran les següents unitats funcionals:

Unitat de transformador MT/BT

Aquesta unitat consistirà en una cuba estanca d'ompliment integral d'oli, amb unions directes entre la cara frontal i les unitats d'aparellatge MT i quadre de distribució de BT. En les altres cares es disposaran les aletes de refrigeració.

El volum de dielèctric per unitat de transformador no serà superior a 600 litres.

Unitat d'aparellatge MT compacte d'aïllament integral en SF₆

Aquesta unitat estarà constituïda per cel·les compactes d'aïllament integral en SF₆ segons la norma [GE FND003](#) i inclourà:

- ◆ 2/(3) funcions d'interruptor de línia de 630 A.
- ◆ 1 funció de protecció de transformador de 200 A.

Unitat d'aparellatge BT

El quadre de distribució BT estarà constituït per un bastidor sobre el qual es muntaran les diferents unitats funcionals:

- ◆ Unitat funcional de connexió de servei i de seccionament.
- ◆ Unitat funcional d'embarrat.
- ◆ Unitat funcional de sortides de línies BT.
- ◆ Unitat funcional de control i protecció.

Característiques

Les característiques del CTPC seran un compendi de les característiques individuals de cadascun dels components de les unitats funcionals, i que s'hagin descrit segons la seva funció en els apartats anteriors. Les més significatives es resumeixen a la taula 4.

Taula 4. CT Prefabricat Compacte

Característiques	Valor assignat per a	
	11 kV	25 kV
Unitat d'aparellatge MT compacte d'aïllament integral en SF6		
Tensió assignada	24 kV	36 kV
Nivell d'aïllament:		
Tensió de xoc suportada assignada (tipus llamp) entre pols, i pols i massa.	125 kV	170 kV
Tensió suportada assignada a 50 Hz entre pols, i entre pols i massa.	50 kV	70 kV
Tensió de xoc suportada assignada (tipus llamp), distància de seccionament.	145 kV	195 kV
Tensió suportada assignada a 50 Hz, distància de seccionament.	60 kV	80 kV
Freqüència assignada	50 Hz	50 Hz
Corrent en servei continu de les cel·les de línia i de l'embarrat	630 A	630 A
Corrent en servei continu de la cel·la de protecció	200 A	200 A
Corrent admissible de curta duració	20 kA	16 o 20 kA
Valor de cresta del corrent admissible	50 kA	40 o 50 kA
Duració del corrent admissible	1 s	1 s
Poder de tall en cas de defecte a terra	50 A	50 A
Poder de tall de cables i línies en buit en cas de defecte a terra	16 A	25 A
Passatapes de connexió de MT segons norma UNE EN 50180	400 A	400 A
Passatapes endollables per a transformadors segons norma UNE EN50180	200 A	200 A
Unitat de transformador MT/BT		
Característiques iguals que les indicades a l'apartat 6.3, però només potències de 250, 400 i 630 kVA		
Unitat d'aparellatge BT		
Tensió assignada	440 V	
Corrent assignat del conjunt	1000 A	
Corrent assignat a les sortides	400 A	
Corrent de curta duració entre fases	12 kA	
Corrent de curta duració entre fases i neutre	7,5 kA	
Nivell d'aïllament a 50 Hz	10 kV	
Tensió de xoc suportada (tipus llamp)	20 kV	
Nombre de sortides	4	

6.6 Ponts de connexió

6.6.1 Pont de cable de MT

Els cables que constitueixen el pont que uneix les cel·les de MT i el transformador seran unipolars, d'aïllament sec per a una tensió assignada 18/30 kV i de 50 mm² de secció mínima, i s'ajustaran a la norma [GE DND001](#).

Els terminals podran ser convencionals o endollables en funció de les característiques de les cel·les i del transformador. Les seves característiques s'ajustaran a les normes de l'empresa distribuïdora.

6.6.2 Pont de cable de BT

La unió entre els borns del transformador i el quadre de protecció de BT s'efectuarà mitjançant cables aïllats unipolars del tipus RV 0,6/1 kV, que s'ajustaran al que especifica la Norma [GE CNL001](#). La instal·lació s'efectuarà en agrupacions tetrapolars (R,S,T,N) formant feixos.

Quan per la intensitat a transportar sigui necessari instal·lar diversos cables en paral·lel s'aplicaran els coeficients correctors indicats a la Taula 8 de la ITC-BT, per a agrupacions de ternes disposats horitzontalment, separades un diàmetre i suportades a l'aire (equivalent a safata perforada).

Les característiques dels ponts en funció de les potències seran les següents:

Taula 5. Pont de cable BT

Potència transformador (kVA)	Nombre i secció (Al) de conductors	
	B2	
	Fases	Neutre
630	9x1x240 mm ²	3x1x240 mm ²
400	6x1x240 mm ²	2x1x240 mm ²
250	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²
160	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²

6.7 Quadres de BT

El CT estarà dotat d'un o diversos quadres modulars de distribució amb la funció de rebre el pont de BT principal procedent del transformador i distribuir-lo en un nombre determinat de circuits individuals.

El Quadre de BT constarà de:

- ◆ Una unitat de seccionament sense càrrega, mitjançant ponts lliscants, prevista per a una intensitat de 1600 A.
- ◆ Un embarrat general, previst per a una intensitat de 1600 A.
- ◆ Quatre bases portafusibles tripolars tancades de 400 A, de format vertical, maniobrables unipolarment en càrrega, capaces de rebre fusibles DIN de mida 2, aquestes bases es connectaran a l'embarrat general.
- ◆ Una sortida protegida per a alimentar els serveis auxiliars del CT.

Els quadres compliran el que estableix la Norma **GE FNZ001**. Les característiques més significatives que tindran seran les següents:

- ◆ Tensió assignada 440 V
- ◆ Corrent assignat del conjunt 1600 A
- ◆ Corrent assignat a les sortides 400 A (ocasionalment 630 A)
- ◆ Corrent de curta duració entre fases 12 kA
- ◆ Corrent de curta duració entre fases i neutre 7,5 kA
- ◆ Nivell d'aïllament a 50 Hz 10 kV
- ◆ Tensió de xoc suportada (tipus llamp) 20 kV
- ◆ Sortida per als serveis auxiliars del CT 80 A
- ◆ Dispositiu de seccionament general 1600 A
- ◆ Bases portafusibles tripolars tancades seccionables en càrrega de mida 2
- ◆ Bases portafusibles per a serveis auxiliars UTE 32 A

6.8 Serveis auxiliars

Per a l'enllumenat interior del CT s'instal·laran les fonts de llum necessàries per tal d'aconseguir com a mínim un nivell mig d'enllumenat de 150 lux, i existiran com a mínim dos punts de llum. Els focus lluminosos estaran disposats de manera que es mantingui la màxima uniformitat possible en la il·luminació.

El circuit d'enllumenat i el de serveis auxiliars s'alimentaran de l'embarat general del quadre de BT a través de quatre tallacircuits fusibles UTE.

Els punts de llum se situaran de manera que es pugui efectuar la substitució de bombetes sense perill de contacte amb altres elements en tensió.

Els conductors que formen els circuits seran del tipus H07V-K de coure de 2,5 mm² de secció, classe 5 i aïllament termoplàstic TI 1. S'instal·laran a l'interior de tubs aïllants rígids.

Els interruptors de l'enllumenat estaran situats en la proximitat de les portes d'accés amb un pilot que indiqui la seva presència. També es podran utilitzar interruptors de final de carrera.

La sortida de serveis auxiliars alimentarà el circuit de protecció contra sobrecàrregues al transformador.

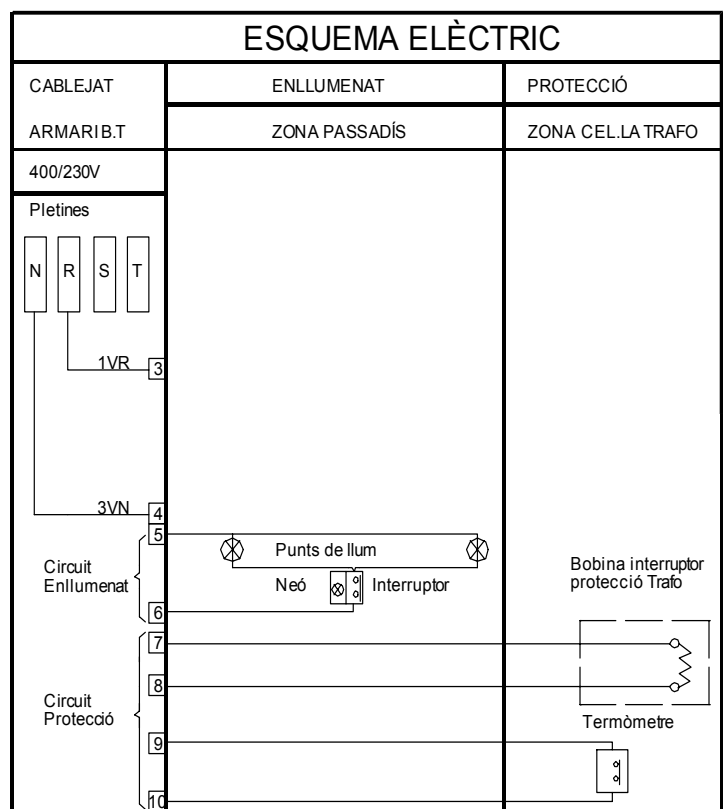


Figura 11. Esquema elèctric dels serveis auxiliars

6.9 Proteccions

En base al que indica la MIE-RAT 009, apartat 4.2.1 referent a la protecció de transformadors per a distribució, els esmentats transformadors s'hauran de protegir contra sobreintensitats produïdes per sobrecàrregues o curtcircuits, ja siguin externs en la part de BT o interns en el mateix transformador.

La protecció s'efectuarà limitant els efectes tèrmics i dinàmics mitjançant la interrupció del pas del corrent, o la seva limitació. Per això s'utilitzaran generalment tallacircuits fusibles. La fusió de qualsevol dels fusibles donarà lloc a la desconexió trifàsica de l'interruptor de MT que alimenta el transformador.

6.9.1 Protecció contra sobrecàrregues del transformador

S'efectuarà mitjançant un termòmetre proveït d'indicador de màxima temperatura i contacte de desconexió, que detecti la temperatura del refrigerant i, en arribar al valor de regulació, activi la bobina de desconexió del ruptofusible que provocarà la desconexió del transformador. El termòmetre estarà regulat a 95° C, de manera que el punt més calent de l'enrotllament no superi els 115° C.

6.9.2 Protecció contra defectes interns

La protecció contra defectes interns en el transformador s'efectuarà mitjançant fusibles d'alt poder de tall (APR) de MT, amb una característica temps/corrent que s'ajustarà a la Norma UNE 21120. Les corbes d'actuació estaran compreses entre els següents paràmetres:

♦ Temps d'interrupció del circuit:

$$\begin{aligned} 2 I_{nt} &> 2 \text{ h} \\ 12 I_{nt} &> 2 \text{ s} \\ 25 I_{nt} &< 0,1 \text{ s} \end{aligned}$$

I_{nt} Corrent assignat del bobinat MT del transformador

Els calibres a utilitzar en FECSA ENDESA, segons la tensió de servei de la xarxa i la potència del transformador s'indiquen en la taula 6:

Taula 6. Calibre dels fusibles de MT segons el transformador

Potència del transformador	11 kV	25 kV
160	25	10
250	50	25
400	50	25
630	100	50

6.9.3 Protecció contra curtcircuits externs

La protecció contra curtcircuits externs en el pont que uneix els borns del secundari i l'embarrat del quadre de BT, estarà assignada als fusibles de MT.

Els curtcircuits que puguin produir-se en les línies de BT que surten del CT, en cap cas hauran de repercutir en el transformador, per tant, el calibre dels fusibles que protegeixen les sortides des del quadre de BT, es dimensionaran en funció de les característiques de la línia que alimenten.

Es considerarà que existeix selectivitat entre els fusibles de MT i els de BT quan, referits els calibres a una mateixa tensió, es compleixi que la corba superior de la característica del fusible de BT talla a la corba inferior de fusió del fusible de MT, en un punt, que correspon a un temps inferior a 10 ms.

6.9.4 Protecció contra sobretensions en MT

Quan el valor de les sobretensions i la seva freqüència aconsellen la protecció contra sobretensions d'origen atmosfèric, s'instal·laran parallamps d'òxid metàl·lic segons Norma UNE-EN 60099 i Norma [GE AND015](#).

6.9.4.1 Coordinació d'aïllaments

El marge de protecció entre el nivell d'aïllament del transformador i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80 %.

6.9.4.2 Ubicació i connexions dels parallamps

Els parallamps s'instal·laran com més a la vora possible de l'element a protegir, sense intercalar cap element de seccionament.

S'instal·larà un joc de parallamps al punt de transició de línia aèria a subterrània.

La connexió de la línia al parallamps es farà mitjançant conductor nu de les mateixes característiques que el de la línia, que serà com més curt possible i en el seu traçat s'evitaran les corbes pronunciades.

6.10 Instal·lació de posada a terra

El CT estarà proveït d'una instal·lació de posada a terra, amb l'objecte de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se en el propi CT. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent, haurà d'assegurar la descàrrega a terra de la intensitat homopolar de defecte, i contribuir a l'eliminació del risc elèctric, degut a l'aparició de tensions perilloses, en el cas de contacte amb les masses que puguin posar-se en tensió. Serà independent de la terra del edifici.

La instal·lació de posada a terra estarà formada per dos circuits, el de protecció i el de servei, als quals es connectaran els diferents elements del CT.

Circuit de Protecció

Es connectaran al circuit de protecció els següents elements:

- ◆ Masses de MT i BT
- ◆ Envoltants o pantalles metàl·liques dels cables.
- ◆ Pantalles o enreixats de protecció.
- ◆ Armats metàl·lics interiors de l'edifici prefabricat.
- ◆ Suports de cables de MT i de BT.
- ◆ Cuba metàl·lica dels transformadors.
- ◆ Parallamps d'alta tensió.
- ◆ Borns de terra dels detectors de tensió.
- ◆ Borns per a la posada a terra dels dispositius portàtils de posada a terra.
- ◆ Tapes i marcs metàl·lics dels canals de cables.

Circuit de Servei

Es connectarà al circuit de servei el neutre del transformador o transformadors.

6.10.1 Terres úniques

Quan la tensió de defecte a terra al CT no sigui superior a 1000 V, es connectaran a una instal·lació de terra general els circuits de protecció i de servei. (MIE-RAT 13).

6.10.2 Terres separades

Quan la tensió de defecte a terra en el CT sigui superior a 1000 V, el circuit de posada a terra de protecció del CT, i el de servei (neutre del transformador), estaran separats entre si (MIE-RAT 13). Així mateix, els seus elèctrodes es mantindran separats una distància D , en funció del corrent de defecte (I_d) i de la resistivitat del terreny (ρ):

$$D \geq \frac{\rho I_d}{\pi \cdot 2 \cdot U_i}$$

on:

D	Distància entre elèctrodes (m)
I_d	Corrent de defecte (A)
ρ	Resistivitat mitja del terreny ($\Omega \cdot m$)
U_i	1.000 V

6.10.3 Disseny de la instal·lació de terres

Per dissenyar la instal·lació de posada a terra s'utilitzarà el *Mètode de càlcul i projecte d'instal·lacions de posada a terra per a centres de transformació connectats a xarxes de tercera categoria* publicat per UNESA, com a procediment per al càlcul i la valoració de les tensions de pas i de contacte de la instal·lació de posada a terra del CT.

Els paràmetres que s'aplicaran per al càlcul de la posada a terra seran els següents:

- ◆ Tensió més alta de la xarxa :
 - ◆ 11000 V
 - ◆ 25000 V
- ◆ Tipus de connexió de posada a terra del neutre :
 - ◆ Per a 11 kV $R = 6 \Omega$
 - ◆ Per a 25 kV $X = 25 \Omega$
- ◆ No es considera la impedància dels cables de MT
- ◆ A les xarxes formades per cables subterranis: el valor major de resistència mesurada de la malla que formen el conjunt de les posades a terra dels CT que hi estan connectats.
- ◆ Nivell d'aïllament de la BT en el CT: 10 kV (segons el supòsit de sistema amb terres separades per ser al més desfavorable possible).
- ◆ Tensió màxima suportada per les instal·lacions connectades a la xarxa de BT: 1000V
- ◆ Proteccions de línia amb relés de corba d'actuació extremadament inversa que garanteix la desaparició del defecte en un temps inferior a 0,6 segons
 - ◆ Constant K' : 24
 - ◆ Corba $n'=2$ (extremadament inversa)
 - ◆ Corrent d'arrencada de la protecció: 60 A (25 kV), 120 A (11 kV)

- ◆ Reconexió automàtica :
 - ◆ Línies aèries SI
 - ◆ Línies subterrànies NO

6.10.4 Construcció de la instal·lació de terres

El CT estarà rodejat perimetralment per un anell conductor, de forma quadrada o rectangular, instal·lat a una profunditat no inferior a 0,5 m, que actuarà d'elèctrode. Quan sigui necessari, es complementarà amb un nombre suficient de piques per tal d'aconseguir la resistència de terra prevista. En els CT a l'interior d'edificis o en aquells en què no sigui possible adoptar la forma d'anell, s'adoptarà la disposició lineal complementada amb piques verticals.

En el cas d'emprar elèctrodes formats per piques, la seva separació no serà inferior a 1,5 cops la llargada de les piques.

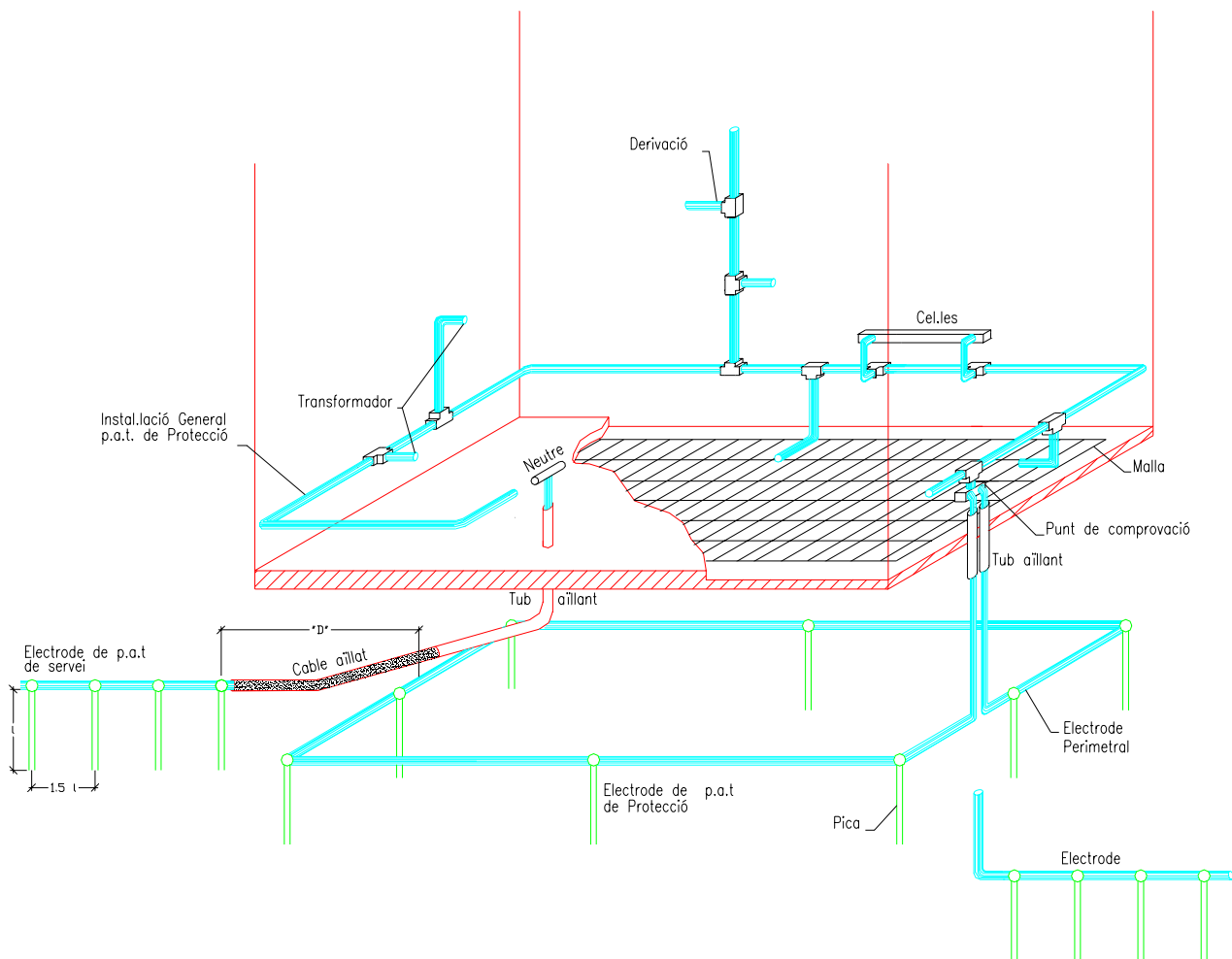


Figura 12. Instal·lació de posada a terra

A la instal·lació de posada a terra de masses i als elements que hi estiguin connectats, es compliran les següents condicions:

- a) Portaran borns accessibles per a la mesura de la resistència de terra.
- b) Cada elèctrode s'unirà al conductor de línia de terra.
- c) Tots els elements que constitueixen la instal·lació de posada a terra estaran protegits adequadament contra deterioraments per accions mecàniques o de qualsevol altre tipus.

- d) Els elements connectats a terra no estaran intercalats al circuit com a elements elèctrics en sèrie, sinó que la seva connexió s'efectuarà mitjançant derivacions individuals.
- e) No s'unirà a la instal·lació de posada a terra cap element metàl·lic situat als paraments exteriors del CT.

En el cas de sistemes de posada a terra separats, ambdós estaran distanciats entre si una distància no inferior a la calculada mitjançant l'equació indicada a l'apartat corresponent.

La línia de terra de servei (neutre de BT) es connectarà amb la barra general de neutre del quadre de BT.

Els circuits de posada a terra del neutre, compliran les condicions a) i c).

6.10.4.1 Elèctrodes de posada a terra

Els elèctrodes de posada a terra podran ser:

- ◆ Conductors enterrats horitzontalment: Cable de coure C-50.
- ◆ Combinació de piques, d'acord amb la norma [GE NNZ035](#) i UNE 21056, i conductors horitzontals.

Les piques s'endinsaran verticalment de manera que la part superior quedi a una profunditat no inferior a 0,5 m.

En terrenys on es prevegin gelades, s'aconsella una profunditat mínima de 0,8 m.

Els elèctrodes horitzontals s'enterraran a una profunditat igual a la de la part superior de les piques endinsades al terreny.

6.10.4.2 Línies de posada a terra

La línia que uneix els elèctrodes entre si i els elèctrodes amb la instal·lació de posada a terra del CT, serà de conductor de coure de 50 mm² de secció.

En el cas de terres separades, la línia de terra del neutre estarà aïllada en tot el seu trajecte fins al punt de connexió a l'elèctrode, amb un nivell d'aïllament de 10 kV eficaços en l'assaig de curta duració (1 minut) a 50 Hz i de 20 kV de xoc tipus llamp 1,2/50 µs.

6.10.4.3 Instal·lació de posada a terra

Els circuits de protecció i de servei que constitueixen la instal·lació de posada a terra, es realitzaran segons les regles de l'art. En el seu conjunt tindrà les següents característiques:

- ◆ Les piques de posada a terra presentaran els següents requisits mínims; 2 m de longitud, 14 mm de diàmetre i 300 µm d'espessor de recobriment de coure.
- ◆ El conductor serà de coure sense aïllar de 50 mm², en forma de barreta o cable semirígid.
- ◆ El recorregut de la línia que constitueix el circuit de protecció serà rectilini i paral·lel o perpendicular al terra del CT.
- ◆ La fixació de la línia als paraments i suports es realitzarà mitjançant abraçaderes apropiades de manera que el conductor quedi lleugerament separat de la paret en tot el seu recorregut.
- ◆ La instal·lació en tot el seu recorregut serà revisable visualment.
- ◆ S'uniran al circuit de protecció tots els elements indicats a l'apartat 6.9

- ◆ La connexió de les derivacions a la instal·lació general i de les derivacions a l'element a connectar a terra, es realitzarà mitjançant peces de connexió per serratge mecànic, les característiques de les quals s'ajustaran a la Norma UNE 21021
- ◆ La connexió de la línia de posada a terra al circuit de protecció, es realitzarà en un punt. La connexió serà desmuntable i estarà dissenyada de manera que permeti la mesura de la resistència de l'elèctrode i la inserció d'una pinça amperimètrica per a la mesura del corrent de fuga o la continuïtat del bucle.
- ◆ La pletina de posada a terra de les cel·les de MT, es connectarà al circuit de protecció almenys per dos punts.
- ◆ La cuba del transformador es connectarà al circuit de protecció, almenys, per dos punts.
- ◆ Les pantalles de protecció que siguin movibles estaran proveïdes d'una connexió flexible, de manera que en qualsevol posició es mantinguin unides elèctricament al circuit de protecció.
- ◆ La malla equipotencial es connectarà al circuit de protecció a dos punts.
- ◆ L'envoltant del quadre de BT estarà unit al circuit de protecció, mentre la pletina de connexió del neutre de BT ho estarà a la de servei. Quan la posada a terra del CT sigui de terra única, en el mateix quadre s'uniran ambdues terres.
- ◆ En els CT amb terres separades, en condicions normals d'exploració no serà possible accedir simultàniament a les terres de protecció i a les de servei.

6.10.4.4 Mesures addicionals de seguretat per a les tensions de pas i de contacte

El valor de les resistències de posada a terra de protecció i de servei serà tal que, en cas de defecte, les tensions màximes de pas i de contacte no arribin als valors perillosos considerats en la MIE-RAT 013. Si això no fos possible, podran adoptar-se mesures de seguretat addicionals que facin adequats els valors de les tensions admissibles de pas i de contacte a l'interior i a l'exterior del CT.

Les mesures poden ser les següents:

- ◆ Recobrir amb material aïllant el paviment interior del CT.
- ◆ Construir una vorera perimetral o en la zona d'accés, que aporti una elevada resistivitat superficial, fins i tot després d'haver plogut.

7 SENYALITZACIONS I MATERIAL DE SEGURETAT

Els CT compliran les següents prescripcions:

- ◆ A les portes d'accés al CT es fixarà el cartell amb el corresponent senyal triangular distintiu de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1.410, model CE-14 amb ròtül addicional *Alta Tensió. Risc elèctric*.
- ◆ A l'exterior i a l'interior del CT, figurarà el número d'identificació del CT. La identificació s'efectuarà mitjançant una placa normalitzada per l'empresa distribuïdora.
- ◆ A les portes i pantalles de protecció s'hi col·locarà el senyal triangular distintiu de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1.4-10, model AE-10.

- ◆ Les cel·les prefabricades de MT i el quadre de BT portaran també el senyal triangular distintiu de risc elèctric adhesiu, equipat de fàbrica.
- ◆ El senyal CR 14 de Perill Tensió de Retorn s'instal·larà en el cas que existeixi aquest risc.
- ◆ Si en els mateixos aparells no figuren les instruccions de maniobra, en el CT, i en el lloc corresponent, hi haurà un cartell amb les esmentades instruccions.
- ◆ Els aparells de maniobra de la xarxa i dels transformadors estaran identificats amb el número que els correspongui, en relació amb la seva posició en el circuit general de la xarxa.
- ◆ El CT estarà proveït d'un banquet aïllant de maniobra per a MT.
- ◆ En un lloc ben visible, a l'interior del CT, es posarà un cartell amb les instruccions de primers auxilis a prestar en cas d'accident, i el seu contingut es referirà a la respiració boca a boca i al massatge cardíac extern. La seva mida serà com a mínim UNE A-3.
- ◆ També s'hi posarà qualsevol altra senyalització que l'empresa distribuïdora consideri oportuna per millorar l'operació i seguretat en les seves instal·lacions, com "les cinc regles d'or", etc..

8 NORMES DE REFERÈNCIA

NBE AE	Accions a l'edificació.
NBE CA	Condicions acústiques en edificis.
NBE CPI	Condicions de protecció contra incendis en edificis.
EN 124	Dispositius de cobriment i de tancament per a zones de circulació, utilitzades per vianants i vehicles. Principis de construcció, assaigs tipus, marcat.
UNE EN 50180	Connectors endollables per a transformadors de distribució.
UNE EN 60076	Transformadors de potència. Escalfament.
UNE EN 60228	Conductors de cables aïllats.
UNE EN 60099	Parallamps d'òxids metàl·lics.
UNE 21015	Terminals i unions per a cables d'energia de 3,5/6 fins a 36,6/60 kV.
UNE 21021	Peces de connexió per a línies elèctriques fins a 72,5 kV.
UNE 21086	Colors i signes distintius del sentit rotacional de fases en corrent alterna i polaritats en corrent continua.
UNE 21120	Tallacircuits fusibles d'alta tensió limitadors de corrent.
UNE 21320(5)	Fluids per a aplicacions electrotècniques. Prescripcions per a olis minerals aïllants nous per a transformadors i aparellatge de connexió.
UNE 21428-1	Transformadors trifàsics per a la distribució en baixa tensió de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, amb tensió més elevada per al material de fins a 36 kV.
UNE 23727	Assaigs de reacció al foc dels materials de construcció. Classificació dels materials utilitzats a la construcció.

AMYS 1.4-10	Plaques de senyalització de seguretat relacionades amb l'electricitat. Tipus normalitzats i ús.
GE AND015	Parallamps d'òxids metàl·lics sense explosors per xarxes MT fins 36 kV.
GE CNL001	Cables unipolars per a xarxes subterrànies de distribució de tensió assignada 0,6/1 kV.
GE DMC001	Instruccions d'instal·lació i manteniment d'ICC en línies subterrànies de MT.
GE DND001	Cables aïllats per a xarxes subterrànies d'alta tensió fins a 30 kV.
GE FGA001	Guia de sistemes d'insonorització de CT i dispositius antivibratoris per a transformadors de MT/BT.
GE FND001	Transformadors trifàsics per a distribució en baixa tensió classes B2 i B1B2.
GE FND003	Aparellatge prefabricat sota envoltant metàl·lic amb dielèctric hexafluorur de sofre, SF ₆ , per a centres de transformació fins a 36 kV.
GE FND004	Centres de transformació MT/BT, màxima tensió assignada 36 kV, potència de transformació 250-400-630 kVA, prefabricats compactes.
GE FNH001	Centres de transformació prefabricats de formigó tipus superfície.
GE FNH002	Centres de transformació prefabricats de formigó tipus subterrani.
GE FNZ001	Quadres modulars de distribució per a centres de transformació.
GE FPH106	Condicions generals d'instal·lació de CT de superfície.
GE NNZ035	Piques cilíndriques per posada a terra