

# MEMÒRIA DESCRIPTIVA

## 1. Introducció

### 1.1. Antecedents

El Pla parcial Reus Sud d'edificació proposat per l'Ajuntament de Reus contempla la urbanització d'un terreny de 62.500m<sup>2</sup>, el qual es destinarà a diferents tipus de construccions. Es destinarà a la construcció de cases uni-familiars, blocs de pisos, locals comercials i d'altres serveis comunitaris.

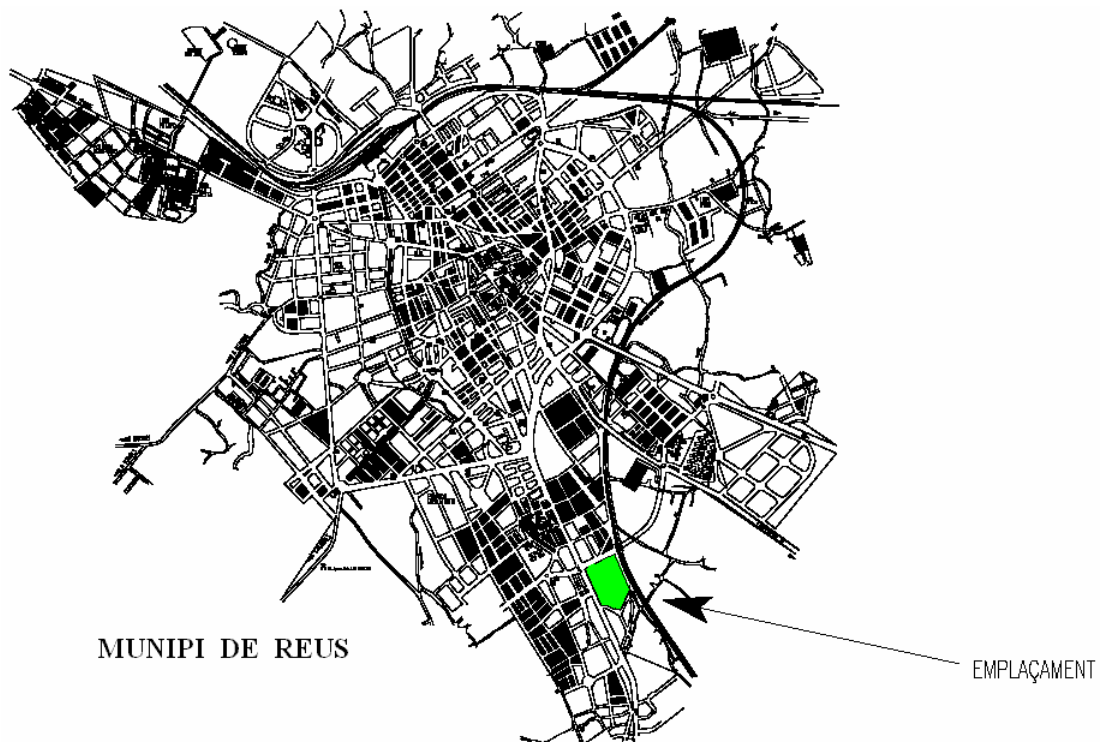
L'ús dels terrenys anteriorment havia estat agrícola, però actualment estan en desús. Es situen al terme municipal de Reus i estan delimitats per l'autovia Reus-Salou i l'Avinguda Universitat.

L'Ajuntament de Reus ha encarregat a l'enginyer subscriptor del present projecte el Projecte d'electrificació del Pla Parcial Reus Sud.

### 1.2. Situació i Emplaçament

El Pla Parcial d'edificació Reus Sud es troba situat en la província de Tarragona, comarca del Baix Camp en el terme municipal de Reus en l'autovia Reus-Salou km 0.5, delimitat també per l'avinguda Universitat i la via del tren.

Els terrenys destinats a la urbanització actualment no estan destinats a cap activitat. Hi travessa una línia elèctrica de mitja tensió, la qual s'haurà de desplaçar. L'àrea destinada al pla parcial compren una superfície de 62.500m<sup>2</sup>.



### 1.3. Objecte del Projecte

L'objecte del projecte té com a finalitat realitzar la planificació i electrificació del Pla parcial Reus Sud, haurà de comprendre totes les instal·lacions necessàries per poder subministrar la potència prevista així com el redisseny de totes les línies afectades.

El present projecte, consistirà en el càlcul i descripció de la línia elèctrica de 25kV i els centres de transformació.

### 1.4. Justificació del Projecte

S'ha decidit la urbanització d'aquesta zona degut a la proximitat del nucli urbà i a la bona situació dels terrenys, que a més ofereixen unes bones cotes de terreny per a la construcció. La demanda de llars en el terme ha estat un altre punt important per al qual s'ha decidit de dur a terme aquest projecte.

La sol·licitud d'aquest projecte es deu com a conseqüència de la demanda elèctrica que hi haurà en la zona i les redistribucions de línies que s'hi produiran.

### 1.5. Descripció General

El projecte es dividirà en

#### *Muntatge dels nous centres de transformació*

Un cop la constructora hagi fet els moviments de terres corresponents, respectant els castillets de mitja tensió actuals i hagi marcat els carrers i les voreres passarem al muntatge dels dos centres de transformació.

El C.T. 1 serà el model prefabricat PF-5 de la casa Ormazabal d'unes característiques especials ja que haurà d'albergar vuit cel·les de mitja tensió, un transformador i dos armaris de baixa tensió. Aquest C.T. farà de pas de les dues línies de M.T. Línia 1 i Línia 2 de 25kV subterrànies, i sortiran línies de M.T. també subterrànies al nou C.T. 2 i al C.T. XR363. Hauran d'haver-hi sis cel·les seccionadores de línia, una cel·la d'unió amb interruptor passant i una cel·la de protecció amb fusibles, totes elles amb possibilitat de posar a terra els tres borns de les fases.

El C.T. 2 serà el model prefabricat PF-4 de la casa Ormazabal amb un transformador, armaris de baixa i tres cel·les de mitja tensió. S'hi muntaran dos seccionadors de línia i una cel·la de protecció. Aquest C.T. quedarà intercalat entre el C.T. 1 i el ja existent XR385 que queda en antena.

#### *Desplaçament de la línia de Mitja Tensió*

- 1) S'estendran totes les noves línies de M.T. projectades i es deixaran preparades per a les noves connexions en els punts establerts.
- 2) Prepararem els nous castillets els instal·larem per substituir els actuals per al nou traçat de la línia degut a una futura projecció d'un pont. S'hauran de tornar a calcular els nous suports degut al canvi de posició i d'esforços.

- 3) Es farà el descàrrec de les línies de M.T. en els seccionadors més propers per un costat i obrint punts en els castillets per l'altre costat.
- 4) Es realitzaran les connexions necessàries en els nous circuits de M.T. per tal de que aquests tinguin continuïtat.
- 5) Es tornarà a normalitzar el subministre en les línies de M.T.

## **1.6. Prescripcions Tècniques**

Aquest projecte s'ha realitzat amb els següents reglaments i normatives:

- Reglament sobre condicions Tècniques i Garanties de seguretat en centrals, subestacions i centres de transformació e Instruccions tècniques complementàries.
- Reglament electrotècnic de Baixa Tensió e Instruccions Complementàries.
- Reglament de verificacions elèctriques i regularitat en el subministre.
- Reglament sobre línies aèries i subterrànies de Mitja tensió.
- Normes U.N.E.
- Recomanacions UNESA
- Ordenances Municipals de l'ajuntament de Reus.

## **1.7. Posta en Marxa i Funcionament**

La posta en marxa es realitzarà efectuant els següents passos indicats en el següent gràfic de barres.

- Permisos.
- Legalitzacions.
- Instal·lar els Centres de Transformació.
- Preparació de les noves instal·lacions de M.T.
- Maniobres i connexió a xarxa de M.T.
- Proves d'assaig.

Un cop realitzades les instal·lacions i realitzades totes les obres, havent fet les verificacions oportunes s'establirà segons el plec de condicions generals, la recepció provisional, previ pagament d'una part del pressupost, iniciant així el termini de garantia d'un any després del qual s'efectuarà la recepció de l'obra.

**1.8. Diagrama de Barres.**

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
Permisos Oficials, Particulars	■	■	■	■	■	■	■	■	■																			
Legalitzacions										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Instal·lació dels C.T.'s																						■	■	■	■	■		
Preparació de les noves inst. de M.T.																											■	■
Proves d'assaig M.T.																												
Maniobres i connexió a xarxa M.T:																												

	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
Permisos Oficials, Particulars													
Legalitzacions						■	■	■					
Instal·lació dels C.T.'s													
Preparació de les noves inst. de M.T.	■	■	■										
Proves d'assaig M.T.				■									
Maniobres i connexió a xarxa M.T:					■								

## 2. Xarxa de Mitja tensió

### 2.1. Generalitats

Les xarxes de mitja tensió que interceptarem tenen un tram de circuit soterrat amb conductor d'alumini de 240mm<sup>2</sup> i un altre d'aeri de LA-110. El que farem es desviar el recorregut de les línies a partir de la conversió actual on, eliminant el castillet, s'empalmaran amb el nou tram de línies subterrànies i les durem al nou C.T. 1, d'aquí tornarem a sortir en circuit subterrani fins al nou castillet a muntar amb una conversió per continuar, direcció receptora, amb l'actual traçat de L.A.M.T.

Dins de la C.T. 1 disposarem de dos grups de cel·les unides per una cel·la d'interruptor passant per tal de poder unir les dos línies que entren en cas de necessitat. Per un costat tindrem la Línia2 que entrarà en una cel·la de línia a on s'unirà a un embarrat i tornarà a sortir per una altra cel·la de línia en circuit soterrat fins a la conversió, en aquest embarrat també s'hi unirà una altra cel·la de línia que subministrarà al C.T. XR363.

La Línia1 entrarà en el segon grup de cel·les a través d'una cel·la de línia i en sortirà per una altra cel·la de línia per circuit soterrat fins a la conversió. D'aquest grup de cel·les en sortirà una línia soterrada fins a la C.T. 2 i un pont al transformador nº1 a través d'una cel·la interruptor automàtic de protecció. A la vegada, del C.T. 2 la línia continuarà en cable subterrani fins al C.T ja existent XR385.

### 2.2. Connexió a Xarxa Subterrània de MT

#### 2.2.1. Aèria - Subterrània

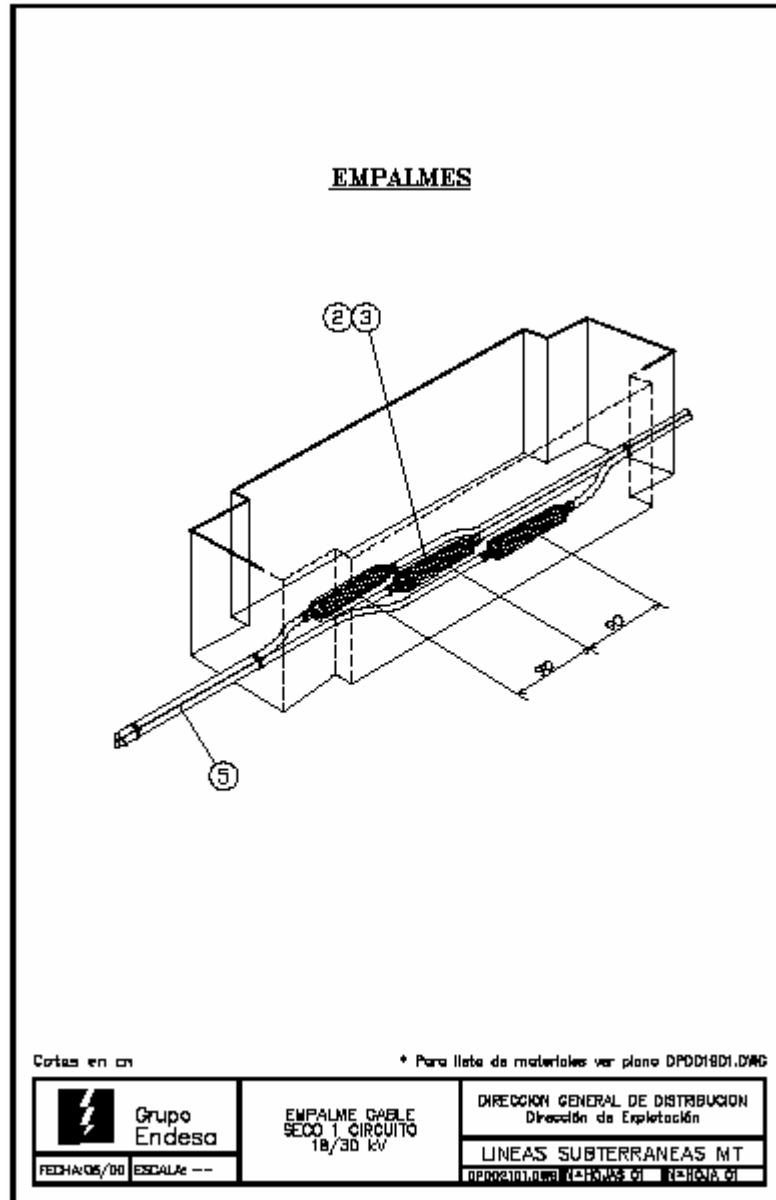
La connexió de les dues línies a la xarxa es realitzarà en la nova conversió mitjançant dos entroncaments termorretràctils, la distància entre els cartutxos dels entroncaments serà de 90cm.

*Característiques tècniques conversió:*

- Tensió nominal: 18/30 kV
- Tensió màxima: 36 kV
- Tensió d'assaig a 50 Hz: 70 kV
- Tensió amb ona de llamp: 170 kV
- Intensitat màxima: 415 A
- Límit tèrmic: 21 kA (T=160°C 1s)
- Límit dinàmic: 50 kA
- Unió per maniguet pinçat profund.
- Assaig de qualitat segons norma UNE-21115.

### 2.2.2. Subterrània - Subterrània

Els empalmes entre l'antiga i la nova xarxa subterrània de MT es farà segons la següent especificació:



### 2.3. Traçat de la Xarxa Subterrània de MT

La xarxa de MT s'estendrà fins als centre de transformació tal i com s'indica en els plànols adjunts.

S'estudiarà la senyalització d'acord amb les normes municipals i es determinaran les proteccions pertinents tant per a rases com per a passos que siguin necessàries en els accessos a portals, garatges, etc.. així com planxes metàl·liques que siguin necessàries per al pas de vehicles.

El traçat de la línia existent passa per sota de les voreres i calçades projectades, tot i que s'obriran les rases abans de estar construïdes, seran necessaris els permisos administratius corresponents tal i com s'indica en el plec de condicions administratives.

El traçat de la xarxa de MT es dissenya de tal forma que queda en anella oberta.

### 2.3.1. Obertura de Rases

El traçat de les línies serà el més rectilini possible, paral·lel en tota la seva longitud a vorera o façanes dels edificis, tenint en compte de no afectar les cementacions del mateixos.

Abans d'iniciar la obertura de les rases es realitzaran cates de prova cada 6 o 8m en els llocs on ja s'hi hagi construït per tal de comprovar els serveis existent i determinar la millor ubicació per a l'estesa. Al marcar el traçat de rases es tindrà en compte el radi mínim de curvatura que hi ha que respectar en els canvis de direcció.

El radi de curvatura d'un cable o feix de cables de MT ha de ser superior a 30 cops el seu diàmetre durant l'estesa i a 15 cops el seu diàmetre un cop instal·lat.

Per a les seccions normalitzades dels cables MT els radis normalitzats de curvatura son:

Secció (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre exterior aprox. (mm)	Radi mín. de curvatura estesa (mm)	Radi mín. de curvatura instal·lat (mm)
150	37,7	1131	565,5
240	41,5	1245	622,5
400	48,5	1455	727,5

Sempre que sigui possible es deixaran "ponts" cada 10m a mode d'entibament natural amb el fi d'evitar despreniments de terres, sobre tot en dies de pluja.

La obertura de rases es realitzarà preferentment a màquina, excepte quant no sigui possible, que s'optarà per una obertura manual.

El fons de les rases haurà d'estar en terreny ferm per a evitar possibles moviments degut als esforços d'estirament dels cables.

Es procurarà deixar, si es possible, un pas de 0,50m entre la rasa i les terres extretes, amb el fi de facilitar la circulació del personal de l'obra i evitar la caiguda d'aquest en la rasa. Les terres es mantindran netes de runes.

Les dimensions de les rases seran de 0,90m x 0,40m per a la xarxa de MT. Per a realitzar els encreuaments de carrers de les rases aquestes tindran unes dimensions de 1,10m x 0,40m.

Si amb motiu de les obres d'obertura apareixen instal·lacions d'altres serveis, es prendran les precaucions degudes per tal de no danyar-les, deixant-les al finalitzar els treballs en les condicions en que es trobaven inicialment i respectant les distàncies en els encreuament i paral·lelismes.

### **2.3.2. Construcció de Tubs Formigonats**

Els tubulars formigonats s'instal·laran en els encreuaments de carrers i calçades, sempre es deixarà un tubular lliure de reserva per a possibles ampliacions.

Els tubulars seran de polietilè (PE) de doble paret, interior llis i exterior coarrugat, amb un diàmetre exterior de 160mm e interior de 135mm per a la xarxa de MT. Tindran una resistència a la compressió superior a 450N.

La rasa on es col·locaran els tubulars hauran d'estar oberts en la seva totalitat per a poder donar un lleuger pendent, i així evitar l'acumulació d'aigua en l'interior dels tubs.

Quant la longitud dels tubulars sigui superior a 100m en MT i en els canvis de direcció amb angles superiors a 60° s'instal·laran arquetes de registre amb el fi de no sotmetre els cables a un excés d'esforç de tracció i facilitar els treballs d'estesa.

Els tubs disposaran d'encaixos que evitin la possibilitat de rosaments interns contra les vores durant l'estesa. A més s'encaixaran tenint en compte el sentit d'estirada dels cables.

El bloqueig dels tubs es realitzarà amb formigó de resistència H-100 quan procedeixi de planta o amb una dosificació del ciment de 200kg/m<sup>3</sup> quan es realitzi a peu d'obra, evitant que la lletada s'introdueixi en l'interior dels tubs pels encaixos.

Acabat el tubular, es procedirà a la seva neteja interior fent passar una esfera metàl·lica de diàmetre lleugerament inferior al del tubular, amb moviment de vaivé, per a eliminar les possibles filtracions de ciment i posteriorment, de forma similar, una escombreta o bossa de draps, per a escombrar els residus que poguessin quedar.

Els tubs quedaran segellats amb espumes expansibles impermeables e ignífuges.

### **2.3.3. Estesa dels Cables**

L'estesa dels cables es l'operació més crítica en la instal·lació d'una línia subterrània de MT ja que es poden produir avaries o danys, per això l'estesa i protecció del cable s'efectuarà sempre en presència del director d'obra.

Abans d'iniciar l'estesa en si s'estudiarà quin és el lloc més adequat per a col·locar la bobina, la qual estarà suspesa a uns 0,15m per mitjà d'una barra o eix que passarà per l'orifici central.

L'extracció del cable es realitzarà fent rotar a la bobina i estirant del cable per la part superior.



Al llarg de la rasa es col·locaran rodaments giratoris que poden girar lliurement a distàncies de 3 a 6m . L'entrada del cable a la rasa serà mitjançant un pendent suau. En l'interior de les rases es disposarà una base d'arena fina de 6cm d'espessor per a MT. Un cop s'hagi estes el cable en l'interior de la rasa, aquest solament podrà ser desplaçat lateralment a mà, sense palanques o altres útils. Els cables monofàsics de MT es disposaran en triangle equilàter, per a evitar desequilibris en les fases.

Els cables s'encintaran cada 1,5m per a evitar que puguin moure's degut als esforços electrodinàmics generats per un curtcircuit.

Quant la temperatura ambient sigui inferior a 0° C no serà possible realitzar cap estesa de conductor degut a la rigidesa que pren l'aïllament dels cables.

L'esforç màxim de tracció que pot suportar un cable unipolar d'alumini de MT es de 3 daN/mm<sup>2</sup>, en cap cas l'esforç total del cable podrà superar els 2500daN.

Per a realitzar l'estesa en les corbes es col·locaran diferents corrons, evitant així que el cable rebí esforços de tracció, la màxima tracció admissible en trams amb corbes es 450xR (daN), quan R és el radi de curvatura del cable.

#### **2.3.4. Estesa en Tubs**

Abans d'iniciar la instal·lació del cable s'ha de netejar el tub per assegurar que no hi ha caires vius ni arestes i que tots els tubs estan alineats correctament.

Durant l'estesa s'ha de protegir el cable de les boques del tub per evitar danys en la coberta, col·locant un corró a l'entrada i un munt d'arena en la sortida, de forma que s'obligui al cable sortir per la part mitja sense recolzar-se sobre l'extrem del tub.

Un cop instal·lat el cable s'hauran de tapar les boques dels tubs per evitar l'entrada de gasos i roedors.

Es col·locarà un circuit per a cada tub per a reduir la reactància.

#### **2.3.5. Tapat i Compactat**

Un cop realitzada l'estesa i protecció del cables es procedirà al tapat i compactat de la rasa procedint tal i com s'explica a continuació:

Quant es tornin a tapar les rases s'efectuarà per capes successives de 0,15m d'espessor, les quals seran compactades, amb el fi de que el terreny quedi suficientment consolidat. En la compactació del tapat de les rases s'ha d'aconseguir una densitat mínima del 95%.

La protecció dels cables es realitzarà mitjançant plaques de polietil ( PE ). Per sobre de les plaques de PE i a 20cm com a mínim es col·locarà una cinta de color groc que advertirà de la existència de cables elèctrics d'acord amb la RU 0205.

Si al efectuar l'excavació s'observa que la terra conté runes, enderrocs o te abundància de pedres, no s'utilitzaran aquestes terres per a omplir les rases, aportant-ne de noves.

### **2.3.6. Encreuaments y Paral·lelismes**

La distància mínima a mantenir entre conductors de MT i BT serà de 0,25m. La distància del punt d'encreuament als empalmes serà de 1m.

En els casos que no es puguin respectar aquestes distàncies, el cable que s'estengui últim es disposarà separat mitjançant divisions d'adequada resistència mecànica. Segons una resolució de la Generalitat de Catalunya (DOG nº 1649 del 25.09.92) aquesta protecció podria ser amb maons massissos de 290x140x40mm, amb una capa d'arena a cada costat de 20mm mínim.

No es preveu altres tipus de encreuaments i/o paral·lelismes ja que, al ser una àrea deshabitada no existeix cap altre servei en la zona.

## **2.4. Especificacions de Rases i Conductor MT Subterrani**

### **2.4.1. Generalitats**

Les rases es realitzaran seguint els criteris establerts per la companyia distribuïdora. Els conductors passaran per les voreres i encreuaments de carrer que es realitzaran sota tub formigonat perpendiculars a la calçada ( veure detall de rases en els plànols adjunts).

Les corbes que s'hagin de realitzar amb el conductor estaran sempre d'acord amb el radi de curvatura mínim que admet el conductor.

Quan l'estesa es faci amb tubular serà necessària la construcció d'arquetes 100m i en els canvis de sentit, estant en funció d'aquestes el facilitar l'estesa del conductor.

Les arquetes seran prefabricades amb unes dimensions de 115x115cm i una alçada de 82cm, un cop col·locades s'ompliran amb 40cm d'arena amb la finalitat d'amortir les vibracions que es poguessin transmetre des de l'exterior. Per sobre de la capa d'arena s'omplirà amb terra cribada compactada fins a una alçada que es precisi d'acord amb l'acabat superficial de la rasa.

Les conduccions o canalitzacions no podran estar sobre materials combustibles no autoextingibles, ni es trobaran coberts per ells,

Els conductors auxiliars de mesura, comandament, etc., es mantindran sempre que sigui possible separats pels conductors de tensions superiors a 1kV o tindran que estar protegits mitjançant envans de separació dins de les canalitzacions o tubs metàl·lics amb posta a terra.

Les galeries subterrànies, rases i canonades per a conductors tenen que ser amples i amb una lleugera inclinació cap als pous de recollida o tenen que estar previstes de drenatge.

Per a la confecció d'entroncaments es seguiran els procediments establerts per els fabricants i homologats per l'empresa distribuïdora.

### 2.4.2. Rases

Els cables aïllats podran ser d'aïllant sec termoplàstic o termoestables.

La instal·lació d'aquests conductors podrà ser:

- Directament enterrat en rasa oberta i omplerta d'arena preparada: s'instal·larà una línia contínua de totxos sobre el conductor a mode de protecció mecànica . Quan el conductor discorre per zones de lliure accés es disposarà d'una cinta de senyalització amb la indicació d'A.T.
- En tubs de formigó, ciment o fibrociment, plàstic o metàl·lics, degudament enterrats.

L'obertura de rases es realitzarà mitjançant maquinaria pesada (retroexcavadora) o a mà quan sigui necessari. S'extraurà la terra a una profunditat de un metre y a una amplada de 40 cm per a un i dos circuits, 70cm per a tres circuits i un metre per a quatre tal i com s'indica en els plànols adjunts.

Un cop feta la rasa es prepararà una capa d'arena compactada o una capa de 6cm de formigó segons sigui necessària per rasa en vorera o encreuament de carrer respectivament.

L'estesa de conductor es realitzarà amb corrons ( rodillos ) quan la longitud sigui superior a 150m per a que aquestos no es deteriorin ni provoquin en un futur avaries.

Les rases en vorera tindran les següents capes:

- 30cm d'arena compactada, on s'estendrà el conductor.
- Plaques de protecció.
- 42cm de terra compactada 95% de grava estratificada cada 15cm.
- Cinta de senyalització.
- 10 cm de terra compactada.
- 28cm per al acabat de vorera.

Les rases en calçada tindran les següents capes:

- 30cm de formigó H100 a on s'instal·laran els tub de polietilè de 160mm de diàmetre.
- 42cm de terra compactada 95% de grava estratificada cada 15cm.
- Cinta de senyalització
- 10cm de terra compactada. 28 cm per al acabat de l'asfalt.

[Veure Annex1. Tipus de Rases](#)

### **2.4.3. Posta a terra dels cables**

Les pantalles metàl·liques del cables hauran d'estar en perfecta connexió amb terra.

### **2.4.4. Entroncament Aeri-Subterrani**

En la unió del cable subterrani amb la línia aèria, es tindran en compte les següents consideracions:

- a) S'instal·laran sistemes de protecció contra sobretensions d'origen atmosfèric, constituïts per parallamps autovàlvules.
- b) El cable subterrani, en l'ascens a la xarxa aèria anirà protegit per un tub d'acer galvanitzat, que s'encastarà en la cementació del suport, sobresortint per damunt del nivell del terreny un mínim de 2,5metres. En el tub s'allotjaran les tres fases i el seu diàmetre interior serà 1,6 vegades el diàmetre de la terna amb un mínim de 11cm.

**[Veure Annex2. Norma d'ENDESA d'Autovàlvules per XMT fins 36kV](#)**

### 2.4.5. Derivacions

No s'admetran derivacions en T.

Les derivacions d'aquest tipus de línies es realitzaran des de cel·les de línia situades en centres de transformació o repartiment, des de línies o des de línies subterrànies fent entrada i sortida.

### 2.4.6. Conductors Subterrànics. Característiques Tècniques.

Les característiques tècniques elèctriques dels conductors de MT subterrànics a instal·lar són:

<i>Tipus:</i>	Cable de MT fins 25 kV norma FECSA 25m194 Aïllant sec, secció 1x240mm <sup>2</sup> AL
<i>Material:</i>	Alumini
<i>Designació:</i>	Cable RHV (DHV) 18/30 kV 1x240mm <sup>2</sup> AL
<i>Coberta exterior:</i>	PVC color vermell
<i>Marques de coberta:</i>	Aïllament pantalla i coberta tipus R o D, H, V Tensió nominal del cable Secció i naturalesa del conductor Secció Pantalla Any de fabricació.
<i>Pantalla metàl·lica:</i>	Designació H conductores de Cu en hèlix S=16mm <sup>2</sup> Contraespira cinta de Cu e=0.1m en hèlix obert
<i>Pantalla semiconductora:</i>	Cable triple extrusió semiconductora externa.
<i>Intensitat admissible:</i>	410 A
<i>Diàmetre corda:</i>	19.5 mm
<i>Espessor aïllant:</i>	41.5 mm
<i>Peso aproximat:</i>	<b>2095 KG / KM</b>

[Veure Annex 3. Catàlegs de fabricants de cables subterrànics de M.T.](#)

## 2.5. Descripció dels elements de L.A.M.T.

### 2.5.1. Elements d'amarre .

#### *Cadenes d'aïlladors*

Estaran compostades per tres aïlladors de vidre temprat del tipus “ caperuza y vàstago “ (designació U 70 BS, norma d'acoblament 11). S'ajustaran a la Norma UNE21124.

El nivell d'aïllament mínim corresponent a la tensió més elevada de la línia, 36kV, així com els elements que integren les cadenes d'aïlladors en el present projecte, supera les prescripcions reglamentaries donades en l'art. 24 del R.L.A.T. de 170kV i 70kV, a ona de xoc i freqüència industrial, respectivament.

Les característiques més importants de cada element són:

Material	Vidre
Esforç de ruptura electrodinàmica	7000daN
Diàmetre nominal màxim de la part aïllant	255mm
Pas nominal	127mm
Línia de fuga	320mm
Diàmetre del passador	16mm
Pes de l'aïllador	3,4Kg

Col·locant tres dels elements en cada cadena, les característiques de la mateixa són:

Tensió de contorn sota la pluja a 50Hz durant 1min. → 110kV eficaços  
Tensió 50% sota ona de xoc 1.2/50µs → 290kV cresta

#### *Aïlladors rígids*

En aquells casos en que per necessitats d'execució ( ponts, connexions, etc.) es requereixin l'ús d'aïlladors rígids, aquestos seran de vidre i de característiques tal que conservin el nivell d'aïllament de la línia. En la conversió s'utilitzaran aïlladors del tipus ARV1-42.

#### *Ancoratges*

Els ancoratges empleats per a la formació de les cadenes d'aïlladors seran de pas 11 i s'ajustaran a l'indicat en la Recomanació UNESA 6617, les característiques i assaigs dels quals hauran de complir amb la norma tipus UNE 2106.

#### *Grapes*

Les grapes par a la subjecció del cable seran d'amarre, designació GA-2, amb una càrrega de ruptura mínima de 5500daN.

### **2.5.2. Separacions**

Segons el R.L.A.T. les separacions entre conductors, entre aquests i els suports i les distàncies respecte al terreny i obstacles a tenir en compte en aquest projecte, són les següents:

#### ***Distància dels conductors al terreny***

Segons l'article 25 apartat 1, la mateixa distància dels conductors amb la seva posició de màxima fletxa, a qualsevol punt del terreny, es:

$$5,3 + U/100 \text{ metres; amb un mínim de 6m}$$

U: Tensió de la línia

#### ***Distància mínima entre els conductors i els seus accessoris en tensió i el suport***


Segons l'article 25, apartat 2, aquesta distància no serà inferior a:

$$0,1 + U/150 \text{ metres; amb un mínim de 0,2 m}$$

U:: Tensió de línia

## 2.5.3. Cable L.A.M.T.

Les característiques del conductor de M.T. aeri són:

 <b>Grupo Endesa</b> DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Referencia:</b>
	<b>DISTRIBUCIÓN DE MT Y BT</b>	<b>6701453</b>
	<b>Líneas aéreas de MT</b>	<b>GE AND010</b>
<b>Descripción del Material:</b> CABLE DE ALUMINIO ACERO DE 116,2 mm <sup>2</sup> DE SECCIÓN, DENOMINACIÓN LA-110		
<b>Denominación codificada:</b> CABLE AL/AC LA-110		
<b>Unidad de medida:</b> KILOGRAMO		
<b>Características Técnicas:</b>		
SECCIÓN TOTAL	116,2 mm <sup>2</sup>	
DIAMETRO TOTAL	14 mm Ø	
SENTIDO DE CABLEADO ULTIMA CAPA	DERECHA	
FORMACIÓN DEL ALUMINIO	30 ALAMBRES x 2 mm Ø	
FORMACIÓN ACERO	7 ALAMBRE x 2 mm Ø	
GALVANIZADO DEL ALMA (UNE 21.016/76)	CALIDAD A 214 g/m <sup>2</sup>	
RESISTENCIA A LA ROTURA	≥ 4000 daN	
COEFICIENTE DILATACIÓN (POR °C)	17,8 . 10 <sup>-6</sup>	
RESISTENCIA ELÉCTRICA	0,307 Ω/km	
INTENSIDAD NOMINAL	314 A	
PESO	433 kg/km	
LONGITUD DE BOBINA	25000 ± 5% m	
RESTO DE CARACTERÍSTICAS	GE AND010	
<b>Ensayos de calidad según norma:</b> GE AND010		
<b>Usos a que va destinado:</b> LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN		
<b>Materiales aceptados:</b> ECHEVARRIA INCASA TREFILERIES ET CABLERIES DU HAURE TYCSA		
<b>Archivo:</b> 6701453.doc		
<b>REVISIÓN:</b> A	<b>Hoja</b> 1 de 1	<b>Fecha:</b> 17/05/99



#### **2.5.4. Suports ( castillets ).**

Els tipus de torres a instal·lar metàl·lics, són torres de gelosia amb cabota prismàtica de secció quadrada de 510mm de costat, d'acord amb la RU 6704A, construïdes amb diferents cossos anomenats cap ( C ), trams intermedis ( E ) i trams d'anclatge ( A ).

Seràn metàl·lics i formats per perfils d'acer laminat, units amb cargols i galvanitzats per immersió en calent, i compliran l'establert en l'article 12.2 de la R.L.A.T., i en la recomanació UNESA 6704. Per tractar-se de suports situats en zones freqüentades, es col·locarà una senyalització de risc elèctric.

Tots els suports es numeraran amb pintura negra, ajustant-se aquesta numeració a la donada en el projecte. Les xifres seràn llegibles des del sòl.

#### **2.5.5. Connexions dels suports a terra.**

Cada suport es connectarà a terra segons l'especificat en l'Art. 12 apart. 6, i en l'Art. 26 del R.L.A.T.

En aquests suports que per la seva proximitat a la carretera i a vials tenen la consideració de pública concurrència, la posta a terra s'efectuarà mitjançant anell de coure de 50mm<sup>2</sup> de secció, soterrat en el sòl a una profunditat mínima de 0,5m, de forma que cada punt de l'anella quedi situat a una distància mínima de 1m. de les arestes del massís de la cementació. A aquest anell es connectaran les piques necessàries per obtenir els valors reglamentaris de la resistència de terra, el valor dels quals no haurà de ser superior a 20Ω.

#### **2.5.6. Prescripcions especials.**

En el capítol VII ( Art. 32,33 i 34 ) de R.L.A.T., s'especifica que en certes situacions especials, com encreuaments i paral·lelismes amb d'altres línies o amb vies de comunicació, passos per zones urbanitzades, etc..., amb l'objecte de reduir la probabilitat d'accidents, s'adoptaran mesures de seguretat complementàries. No serà necessari adoptar mesures especials en els encreuaments i camins de jaç d'aigua no navegables, camins de ferradures, sendes i senders, camins d'accés poc transitats i tancats no edificats.

Segons l'indicat en l'art. 34 del R.L.A.T., quan s'hagin de preveure distàncies mínimes entre conductors de la línia aèria i elements externs, es tindran en compte les següents consideracions.

##### ***Distàncies horitzontals***

Les distàncies mínimes es consideraran a partir de la posició del conductor més desfavorable en les condicions de desviació que corresponguin a l'acció màxima del vent i amb la fletxa a 15 graus amb vent.

##### ***Distàncies verticals***

Les distàncies mínimes es consideraran a partir de la posició més desfavorable del conductor en les condicions de màxima fletxa.

En els trams de línia en que, per les seves característiques especials, s'hagi de reforçar les condicions de seguretat, serà preceptiva la aplicació de les següents prescripcions ( Art. 32 del R.L.A.T. )

- c) Al ser la línia d'aquest projecte de tercera categoria (  $U < 30\text{kV}$  ) segons l'Art. 3 del R.L.A.T., la càrrega de ruptura del conductor no serà inferior a 1000Kg ( 980daN ). En els vans d'encreuament, no existirà cap entroncament (empalme).
- d) En els suports que limites els vans de seguretat reforçada i en els adjacents a aquests, no es reduirà el nivell d'aïllament establert per a la resta de la línia.
- e) Els coeficients de seguretat dels suports, creuetes i cementacions, per a les hipòtesis de vent i gel no seran inferiors a 1,812.
- f) Les grapes de fixació dels conductors als suports a les retencions, en el seu cas, compliran l'establert amb la recomanació UNESA 6617.
- g) La fixació dels conductors al suport es realitzarà mitjançant cadenes d'amarre, situades una a cada costat del suport.

## 3. Centres de Transformació

### 3.1. Generalitats

Els centre de transformació utilitzats seran del tipus UNIBLOCK. Aquests tipus de C.T: es basen en la combinació de peces bàsiques de formigó prefabricat, en les quals s'obté la caseta tipus UNIBLOCK.

La qualitat de les diferents casetes ha estat reconeguda per la Comissió de Qualitat UNESA en els centres de formigó UNIBLOCK pels seus excel·lents resultats obtinguts en els assajos realitzats segons la RU 1303 A ( Centres de transformació prefabricats de formigó ).

Els transformadors s'instal·laran segons la previsió de potència tal i com s'observa en la memòria de càlcul.

Els centres de transformació d'aquest projecte seran propietat de la companyia FECSA-ENDESA. L'energia subministrada serà de 25kV trifàsica a una freqüència de 50Hz-

### 3.2. Ubicació dels Centres de Transformació.

Per a ubicar els C.T. es seguiran els següents criteris:

- Distribució de càrrega.
- Simetria.
- Possibilitat d'ampliació.

*Distribució de càrrega:* Els dos C.T. tindran que suportar les càrregues per a les que estiguin pensades les línies a suportar en cada cas.

*Simetria:* Els C.T. s'ubicaran de forma que les seves càrregues estiguin situades de forma radial per tal de que les caigudes de tensió per longitud de conductor siguin les mínimes possibles.

### 3.3. Casetes Prefabricades Ormazabal

#### 3.3.1. Generalitats.

Els tipus de centre de transformació que s'utilitzen son del tipus UNIBLOCK de la marca ORMAZABAL, per al centre de transformació 1 s'utilitza la PF-5 i pel centre 2 el PF-4.

El conjunt d'aquests C.T. es de formigó vibrat, i es componen de dues parts: una que es compon de fons i parets, que incorpora portes i reixes de ventilació natural i l'altre que incorpora el sostre.

Tots els armats de formigó estan units entre si i al col·lector de terra, segons RV1303, les portes i reixes presenten una resistència de 10k $\Omega$  respecte al terra del conjunt.

L'acabat estàndard del C.T. es realitza amb pintura acrílica rugosa, de color blanc en les parets i marró al sostre i reixes.

### 3.3.2. Reixes de Ventilació

Es tracta de reixes de ventilació amb làmines en forma de “V” invertida que combinada amb una reixa mosquitera i amb la seva posició de muntatge, permet la perfecta ventilació del transformador.

Aquesta ventilació queda avalada en el protocol nº 93066-1-E per a transformadors de potència inferior o igual a 630kVA i el protocol nº 92202-1-E per a transformadors de potència majors. Aquests protocols han estat realitzats per personal de Assajos e Investigacions Industrials *LABEIN*, d'acord amb la normativa.

Es col·loquen els panells verticals, en les perforacions que aporta el fabricant, i es fixen mitjançant tornilleria estàndard.

### 3.3.3. Portes i Tapes d'Accés

Per a l'accés es disposa de dos tipus, un per a l'accés del personal tècnic i un altre per a l'accés directe del transformador. El nombre d'accessos s'acomoda a la necessitat de cada tipus de transformador.

### 3.3.4. Cementació

Per a la ubicació dels centres de transformació és necessària una excavació amb les mides següents:

	PFU-4	PFU-5
Longitud	5260 mm	6880
Ample	3180 mm	3180
Profunditat	560 mm	560mm

### 3.3.5. Dimensions del Receptacle

Centres fins a 36 kV		PFU-4	PFU-5
Dimensions exterior	Longitud (mm)	4460 mm	6080 mm
	Ample (mm)	2380 mm	2380 mm
	Alçada (mm)	3045 mm	3045 mm
	Superfície (m <sup>2</sup> )	10,7 m <sup>2</sup>	14.5 m <sup>2</sup>
	Alçada Vista (mm)	2585 mm	2585 mm
Dimensions interior	Longitud (mm)	4280 mm	5900 mm
	Amplada (mm)	2200 mm	2200 mm
	Alçada)	2550 mm	2355 mm
	Superfície (m <sup>2</sup> )	9,4 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup>

### 3.3.6. Solera, Paviment i Tanques exteriors.

Tots els elements estan prefabricats d'una sola peça de formigó, tal i com s'ha indicat anteriorment. Sobre la placa base, i a una alçada de 460mm està situada la solera, quedant u espai buit entre les dos, que permet el pas dels conductors de MT i BT, als que s'accedeix a través d'uns orificis coberts amb dues lloses.

En el lloc del transformador disposa de dos perfils en forma de "U", que poden ser desplaçats en funció de la distància de les rodes del transformador.

En la part inferior de les parets frontals i posteriors es troben els orificis per als conductors de MT y BT. Aquests orificis estan semiperforats, perforant-se totalment en obra estrictament els necessaris per al nou subministre. De la mateixa manera es disposen d'uns forats semiperforats practicables per a les sortides de les terres exteriors.

En la paret frontal es situen les portes d'accés de vianants, portes del transformador i reixes de ventilació. Tots aquests materials estan prefabricats amb xapa d'acer.

La porta d'accés per a vianants dimensions de 900x2100mm, mentre que la del transformador les té de 1260x2400. Les dues portes poden obrir-se 180°.

La porta d'accés per a vianants disposa d'un sistema de tanca amb la finalitat de garantir la seguretat del funcionament i evitar la obertura imprevista. Per això s'utilitza una tanca disseny *ORMAZABAL*, les portes tenen dos punts d'anclatge, un en la part superior i l'altre en la part inferior.

### 3.3.7. Ventilació

Les reixes de ventilació del transformador estan situades en la part inferior de la porta d'accés d'aquest, i en la part posterior del transformador.

D'aquesta manera l'aire en el seu moviment envolta totalment el transformador, principal productor de calor, realitzant una eficaç refrigeració dels mateixos per el termossifó que es produeix d'entrada i sortida.

### 3.3.8. Condicions de Servei

Les casetes prefabricades *UNIBLOCK* estan construïdes per a suportar les següents condicions de treball:

- Sobrecarrega de neu de 250 kg /m<sup>2</sup> en cobertes.
- Sobrecarrega en solera de 600 kg /m<sup>2</sup>.
- Carrega de un transformador de 5000 kg sobre la meseta.
- Las temperatures de funcionament de un PFU-4 i un PFU-5 son: (fins a una humitat del 100%)
  - Mínima transitòria -15 ° C
  - Màxima transitòria +50 ° C
  - Màxima mitjana diària +35 ° C

Aquestes dades corresponen a una alçada de 2500 m per sobre del nivell del mar d'acord amb la norma MV-101-1962.

[Veure Annex 4. Casetes Prefabricades Ormazabal](#)

### 3.4. Senyalització

En la reixa de la mampara del transformador i en la porta d'entrada al centre de transformació, es col·locaran plaques que adverteixin de l'existència de perill elèctric.

Així mateix, en les empunyadures dels accionaments de l'interruptor i el seccionador, hi haurà indicacions de la seva maniobra que impedeixin els errors d'interpretació.

### 3.5. Cel·les SF<sub>6</sub>

#### 3.5.1. *Descripció de las Cel·les de SF<sub>6</sub>*

Les cel·les de SF<sub>6</sub> estan compostes per les següents parts:

##### *Base i frontal*

L'alçada i disseny d'aquesta permet el pas de cables entre cel·les sense necessitat de fosa, i presenta l'esquema unifilar del circuit principal i eixos d'accionament de l'aparamenta a l'alçada idònia per a la seva operació. Igualment, l'alçada d'aquesta base facilita la connexió dels cables frontals d'alimentació,

La part frontal inclou, en la seva part superior, la placa de característiques elèctriques, l'espill per al manòmetre ( per a veure'l), l'esquema elèctric de la cel·la i els accessos als accionaments del comandament, en la part inferior es troben les tomes per a les làmpades de senyalització de tensió i el pannel d'accés als cables i fusibles. En el seu interior hi ha una platina de coure al llarg de tota la cel·la que permet la connexió a la mateixa del sistema de terres i de pantalles dels conductors.

##### *Cubeta*

La cubeta, fabricada en acer inoxidable de 2mm d'espessor, conté l'interruptor, l'embarrat i els portafusibles, el gas SF<sub>6</sub> es troba en el seu interior a una pressió absoluta de 1,3 bars ( excepte per a cel·les especials). El segellat de la cubeta permet el manteniment dels requisits d'operació segura durant més de trenta anys, sense necessitat de reposició de gas.

Aquesta cubeta compta amb un dispositiu d'evacuació de gasos que, en cas d'arc intern, permet la seva sortida cap a la part posterior de la cel·la, evitant així, amb l'ajut de l'alçada de les cel·les, la seva incidència sobre les persones, cables o l'aparamenta del centre de transformació.

##### *Interruptor, Seccionador y Seccionador de posta a terra*

L'interruptor disponible en el sistema CGM té tres posicions:

- Connectat
- Seccionat
- Posta a terra

L'actuació d'aquest interruptor es realitza mitjançant una palanca d'accionament sobre dos eixos diferents, un per a l'interruptor ( que commuta entre les posicions d'interruptor connectat e interruptor seccionat) i un altre per al seccionador de posta a terra dels cables d'escomesa ( que commuta entre les posicions de seccionador i posta a terra).

### ***Comandament***

Els comandaments d'actuació són accessibles des de la part frontal, podent ser accionats de forma manual o motoritzada.

### ***Fusibles (Cel·la CMP-F)***

Els fusibles es munten sobre uns carros que s'introdueixen en els tubs portafusibles de resina aïllant, que són perfectament estancs respecte del gas i de l'exterior. El dispar es produirà per fusió d'un dels fusibles o quan la pressió de l'interior dels tubs portafusibles augmenti, degut a una fallida dels fusibles o al calentament excessiu d'aquests.

### ***Connexió entre cel·les***

La connexió elèctrica i mecànica entre cel·les es realitza mitjançant un element que es denomina conjunt d'unió, patentat per *ORMAZABAL*, que permet la unió de l'embarrat de les cel·les del sistema CGM fàcilment i sense necessitat de reposar gas SF<sub>6</sub>.

El conjunt d'unió està format per tres adaptadors elastomèrics endollables que muntats entre tulipes ( sortida dels embarrats ) existents en els laterals de les cel·les a unir, donen continuïtat a l'embarrat i segellen la unió, controlant el camp elèctric per mitjà de les corresponents capes semiconductoras.

### ***Connexió de cables***

La connexió dels cables a les capes corresponents en les cel·les es realitzarà mitjançant uns terminals endollables apantallats de la marca *ELASTIMOLD*, tipus M-400LR.

### ***Enclavaments***

Els enclavaments inclosos en totes les cel·les CGM pretenen impedir:

- Connectar el seccionador de posta a terra amb l'embarrat principal tancat, i recíprocament, que no es pugui tancar l'embarrat principal si el seccionador de posta a terra està connectat.
- Treure la tapa frontal si el seccionador de posta a terra està obert, i a la inversa, que no es pugui obrir el seccionador de posta a terra quan la tapa frontal hagi estat extreta.

### 3.5.2. Característiques elèctriques

FUNCIÓ DE LÍNIA		CML-36	CMP-F-36	CMIP-36	
Tensió assignada		36	36	36	
Intensitat assignada		400/630	400/630	400/630	
Intensitat de curta duració ( 1 o 3 s ) [kA]		16/20	200	16/20	
Intensitat de curta duració embarrat superior (1 o 3s)		-	16/20kA	-	
Nivell d'aïllament	Freqüència Industrial (1min)	A terra i entre fases [kV]	70	70	70
		A la distància de seccionament [kV]	80	80	80
	Impuls tipus llamp	A terra i entre fases [kV]	170	170	170
		A la distància de seccionament [kV]	195	195	195
Capacitat de tancament [kA]		40/50	2.5	40/50	
Capacitat de tall	Corrent principalment activa [A]		400/630	400/630	400/630
	Corrent capacitativa [A]		50	31.5	50
	Corrent inductiva [A]		16	16	16
	Falta a terra $I_{CE}$ [A]		63	63	63
	Falta a terra $\sqrt{3}$		31.5	31.5	31.5
Capacitat de ruptura combinació interruptor-fusible [kA]		-	20	-	
Corrent de transferència (UNE-EN 60420) [A]		-	320	-	

### 3.5.3. Dimensionat de l'Embarrat

Les cel·les fabricades per *ORMAZABAL*, han estat sotmeses a assajos per certificar els valors indicats en les plaques de característiques, pel que no es necessari realitzar càlculs teòrics ni hipòtesis de comportament de les cel·les.

Les cel·les elegides per al centre de transformació tenen les següents característiques elèctriques:

Tensió nominal (kV)	Tensió màx. de servei (kV)	Intensitat nominal (A)	Tensió d'assaig 50 Hz (1 min) (kV)	Tensió d'assaig tipus raig (kV)	Intensitat tèrmica (kA)	Intensitat dinàmica (kA)
25	36	400	70	170	16	40

Las principals característiques de l'embarrat utilitzat en les cel·les CGM son:

- Està construït a base de platina de coure electrolític dur de 50x5mm.
- Està calculat per a suportar un curtcircuit en el tancament de 16kA, durant 1s.
- Intensitat nominal permanent 400A.
- Embarrat col·lector de terra a base de platina de coure de 30x3mm al llarg de la cel·la.



### 3.5.4. *Comprovació per Densitat de Corrent*

La comprovació per densitat de corrent té per a objecte verificar que el conductor indicat es capaç de conduir el corrent nominal màxim sense superar la densitat màxima possible per al material de l'embarrat. Això, a més de mitjançant càlculs teòrics, pot comprovar-se realitzant un assaig d'intensitat nominal que, amb objecte de disposar de suficient marge de seguretat, es considerarà que es la intensitat del bucle, que en aquest cas es de 400A.

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol 93101901 realitzat pels laboratoris *ORMAZABAL*.

### 3.5.5. *Comprovació per Sollicitació Electrodinàmica*

La intensitat dinàmica de curtcircuit es valora en aproximadament 2.5 cops la intensitat eficaç de curtcircuit calculada anteriorment, i tenim que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 2,5 \times 11,54 = 28,85 \text{ kA} < 40 \text{ kA} \quad (1)$$

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol 642-93 realitzat pels laboratoris de *KEMA* de Holanda.

### 3.5.6. *Comprovació per Sollicitació Tèrmica*

La comprovació per sol·licitació tèrmica té com a objecte demostrar que no es produirà un calentament excessiu de la cel·la per un efecte de curtcircuit. Aquesta comprovació es pot realitzar mitjançant càlculs teòrics, però preferentment s'hauria de realitzar mitjançant un assaig segons la normativa en vigor. En aquest cas, la intensitat considerada es la eficaç de curtcircuit, el valor del qual és:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 11,54 \text{ kA} < 16 \text{ kA} \quad (2)$$

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol 642-93 realitzat pels laboratoris de *KEMA* d'Holanda.

### 3.5.7. *Tipus de Cel·les Modulars de SF6*

#### *Cel·les de Línia ( CML )*

Les cel·les de entrada/sortida seran del tipus CGM-CML (Interruptor-seccionador). Es una cel·la amb una coberta metàl·lica, fabricada per *ORMAZABAL*, formada per un mòdul de  $U_n = 36 \text{ kV}$  e  $I_n = 400 \text{ A}$ , de 240mm d'ample per 850mm de fons per 1800mm d'alçada i 145kg de pes.

La cel·la CML d'interruptor-seccionador, o cel·la de línia, està constituïda per un mòdul metàl·lic, amb aïllament i tall en SF<sub>6</sub>, que incorpora en el seu interior un embarrat superior

de coure, i una derivació amb interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i en posició de posta a terra dels cables d'escomesa inferior frontal mitjançant borns endollables. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables d'alimentació.

### ***Cel·la de Protecció ( CMP-F )***

La cel·la CGM-CMP-F és la cel·la que s'encarrega de protegir el trafo mitjançant tres fusibles de 40A, amb una tensió assignada de 36kV.

És una cel·la amb coberta metàl·lica, fabricada per *ORMAZABAL*, formada per un mòdul de  $U_n=36$  kV e  $I_n=400$  A ( 200 A en la sortida inferior), de 480mm d'ample per 1035mm de fons per 1800mm d'alt i 270kg de pes.

La cel·la CMP-F d'interruptor-seccionador està constituïda per un embarrat superior de coure, i una derivació amb un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posta a terra dels cables d'escomesa interior-frontal mitjançant borns endollables, i en sèrie amb ell, un conjunt de fusibles freds, combinats o associats a aquest interruptor. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables d'alimentació.

### ***Cel·la d'interruptor passant ( CMIP )***

És la cel·la que s'encarrega de fer de pont entre les dues línies que arriben al C.T. 1. Disposa d'un interruptor en l'embarrat de cel·la, amb la funció de permetre la interrupció en càrrega ( separació en dues parts ) de l'embarrat principal del Centre de Transformació. Opcionalment s'hi pot incloure un seccionador de posta a terra a un o altre costat de l'embarrat.

### ***3.5.8. Elecció dels Fusibles***

La protecció en MT del transformador es realitzarà utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles, efectuant la protecció del transformador davant de possibles curtcircuits.

Aquests fusibles realitzant la seva funció de protecció de manera molt ràpida, amb temps molt més inferiors als dels interruptors automàtics, ja que també eviten el pas del màxim de les corrents de curtcircuit per tota la instal·lació.

El transformador estarà protegit per tres fusibles, un per fase, la intensitat nominal del qual, 40A, serà funció de la potència del transformador:

Els fusibles han estat seleccionats per assegurar:

- Permeten el funcionament continuat a la intensitat nominal.
- No produeixen dispars durant l'arranc en buit dels transformadors, temps en que la intensitat es molt superior a la nominal, i d'una duració intermitja.
- No produeixen dispars quan es produeixen corrents d'entre 10 i 20 vegades la nominal, sempre que la seva duració sigui inferior a 0.1s, evitant així que els fenòmens transitoris provoquin interrupcions del subministre.

No obstant, els fusibles no constitueixen una protecció contra les sobrecàrregues, que tindran que ser evitades incloent un relé de protecció de sobrecàrregues, o en el seu extrem, una protecció tèrmica del transformador.

### 3.6. Transformadors de Potència

Els transformadors elegits per a instal·lar en els centres de transformació són uns trafos trifàsics reductors de tensió amb neutre accessible en el secundari, de potència 1000kVA per al C.T: n°1 i de 630kVA per al C.T. n°2 de refrigeració natural d'oli, amb una tensió primària de 25kV i una tensió secundària de 380V entre fases.

#### 3.6.1. Característiques Nominals

##### *Centre de transformació n° 1*

- Marca: COTRADIS
- Model: 1000 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipus: oli mineral
- Norma: UNE 21.428
- Potència nominal: 1000 kVA
- Calentament màx. (coure / aïllant): 65 / 60 °C
- Pes total / pes de l'oli: 3.400 kg / 530 kg
- Connexió (CEI): Dyn 11
- Nivell d'aïllament: 70 kV  
Xoc: – 170 kV
- Paràmetres elèctrics garantits:  $U_{cc}$ : 6%
  - Pèrdues màx. en buit ( $P_{Fe}$ ): 2.800 w
  - Pèrdues màx. en curtcircuit ( $P_{Cu}$ ): 14.000 w
  - Pèrdues totals (màx.): 16.800 w

##### *Centre de transformació n° 2*

- Marca: COTRADIS
- Model: 630 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipus: oli mineral
- Norma: UNE 21.428
- Potència nominal: 630 kVA
- Calentament màx. (coure / aïllant): 65 / 60 °C
- Pes total / pes de l'oli: 2.600 kg / 495 kg
- Connexió (CEI): Dyn 11
- Nivell d'aïllament: 70 kV  
Xoc: – 170 kV
- Paràmetres elèctrics garantits:  $U_{cc}$ : 6%
  - Pèrdues màx. en buit ( $P_{Fe}$ ): 2.000 w
  - Pèrdues màx. en curtcircuit ( $P_{Cu}$ ): 10.500 w
  - Pèrdues totals (màx.): 12.500 w

Cal tenir en compte que en el C.T. 2 s'ha instal·lat un transformador de 630kVA i que els prefabricats de *ORMAZABAL* admeten transformadors de fins a 1000kVA, pel que sempre tenim disponibilitat d'ampliar la potència per demanda. Si es volgués ampliar la potència del C.T. 1 a més de jugar amb les càrregues passant-ne al C.T. 2, es podria canviar el prefabricat per un de dos transformadors, podent admetre fins a 2000kVA.

**Desde 250 hasta 2500 kVA • Nivel de Aislamiento 36 kV**  
Transformadores sumergidos en dieléctrico líquido



DESCRIPCIÓN

Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior o en exterior.
- Sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma UNE 21-320/5-IEC 296. (otros dieléctricos líquidos bajo pedido).
- Cuba de aletas.
- Refrigeración natural (ONAN).
- El color de la capa exterior será azul verdoso muy oscuro del tipo 8010-B10G según norma UNE 48103. (otros colores bajo pedido)

ACCESORIOS DE SERIE

- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión
- Pasatapas MT de porcelana
- Pasabarras BT de porcelana
- 2 Terminales de tierra
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- Dispositivo de llenado
- Placa de características
- Placa de seguridad e instrucciones de servicio
- 2 Cáncamos de elevación
- 4 Dispositivos de arriostamiento
- 4 Dispositivos de arrastre
- Dispositivo para alojamiento de termómetro

ACCESORIOS OPCIONALES

- Termómetro de 2 contactos
- Conmutador de cambio de tensión sobre tapa (maniobrable sin tensión)
- Ruedas orientables bidireccionales
- Piezas de conexión BT (palas)
- Pasatapas MT enchufables
- Válvula de sobrepresión
- Otros dieléctricos líquidos (silicona, midel<sup>®</sup>7131)
- Relé de protección (gas, presión y temperatura)
- Caja de conexiones
- Cajón cubrebomas
- Dispositivo de recogida del dieléctrico líquido.
- **Accesorios transformadores con depósito de expansión:** Depósito de expansión, nivel de aceite, desecador silicagel, relé Buchholz.

NORMAS

Estos transformadores cumplen con los requisitos de la serie de normas UNE 21.428, EN-60076, IEC 76 (se fabrica con otras normas bajo pedido)

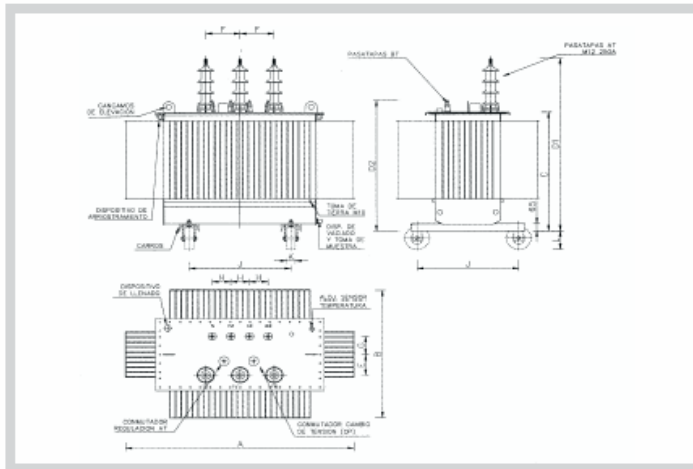
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Potencia en kVA		250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Tensión	Primaria	Tensión más Elevada para el Material 36 kV								
Asignada	Secundaria en Vacío*	420 V entre fases en vacío								
Regulación sin Tensión		± 2,5 ± 5% ó +2,5 + 5 + 7,5 + 10% (otras regulaciones bajo contrato)								
Grupo de Conexión*		Dyn 11								
Pérdidas en Vacío (W)*		780	1120	1450	1700	2000	2360	2800	3300	4100
Pérdidas en Carga (W)*		3500	4900	6650	8500	10500	13500	17000	20200	26500
Impedancia de Cortocircuito % a 75° C *		4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6
Intensidad de Vacío al 100% de Vn*		2,4	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1
Nivel de Potencia Acústica*		62	65	67	68	68	70	71	73	76
Caída de Tensión a Plena Carga %	cos φ = 1	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2
	cos φ = 0,8	3,7	3,6	3,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Rendimiento (%)	Carga cos φ = 1	98,3	98,5	98,7	98,7	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8
	100% cos φ = 0,8	97,9	98,2	98,4	98,4	98,5	98,4	98,5	98,6	98,5
	Carga cos φ = 1	98,6	98,7	98,9	98,9	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
	75% cos φ = 0,8	98,2	98,4	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,8	98,8

\* Otras posibilidades bajo contrato



## Transformadores Eléctricos de Distribución Nivel de Aislamiento 36 kV



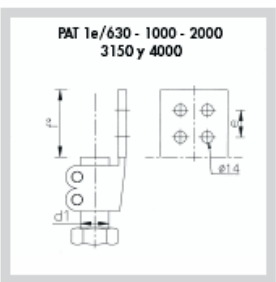
### DIMENSIONES Y PESOS

Las dimensiones y pesos indicados en la tabla se dan a título de ejemplo para transformadores inmersos en aceite mineral.

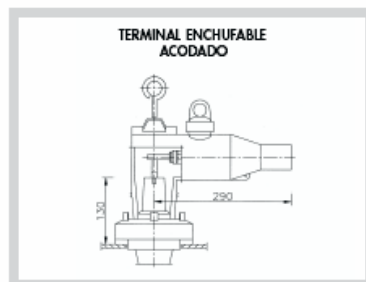
Dichos datos corresponden a transformadores de 250 a 2500 kVA serie menor ó igual de 36 kV/420 V, y a las características eléctricas indicadas en la tabla precedente. Para otras tensiones, otras características eléctricas y otros dieléctricos, las dimensiones y los pesos pueden variar.

DIMENSIONES ESTÁNDAR (mm) (otras dimensiones bajo pedido)									
Potencia en kVA	250	400	630	800	1000	1250	1600**	2000**	2500**
<b>A</b> (Largo)	1120	1430	1510	1780	1860	1870	1800	1840	1820
<b>B</b> (Ancho)	880	890	910	1080	1160	1160	1180	1220	1420
<b>C</b> (Alto a tapa)	820	910	995	1010	1065	1120	1400	1580	1580
<b>D1</b> (Alto a MT)	1305	1395	1480	1495	1550	1605	1885	2065	2065
<b>D2</b> (Alto a BT)	996	1086	1269	1335	1390	1445	1760	1950	1950
<b>E</b> (MT)	155	160	170	185	185	195	190	215	215
<b>F</b> (MT)	375	375	375	375	375	375	375	375	375
<b>G</b> (BT)	145	155	145	155	155	165	175	190	190
<b>H</b> (BT)	150	150	150	150	150	150	200	200	200
<b>J</b> (Carros)	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
<b>K</b> (Ancho ruedas)	40	40	40	40	40	70	70	70	70
<b>Ø2</b> (Rueda)	125	125	125	125	125	200	200	200	200
<b>L</b> (Rueda)	110	110	110	110	110	165	165	165	165
<b>PASABARRAS BT</b> (d1 Métrica)	M-20	M-20	M-30	M-42	M-42	M-42	M-48	M-48	M-48 Cu
<b>PASABARRAS BT</b> (Amp)	630	630	1000	2000	2000	2000	3150	3150	4000
<b>VOL. ACEITE</b> (Litros)*	240	300	400	540	565	670	1150	1400	1550
<b>PESO TOTAL</b> (Kg)	990	1400	1800	2270	2455	2585	3910	5245	5845

\* Densidad del aceite 0,88gr/cm<sup>3</sup> a 20° C  
 \*\* Dimensiones sin el depósito de expansión.



PIEZAS DE CONEXIÓN BT (PAIAS) (mm)			
Designación	d1	e	f <sup>ø</sup>
PAT 1e/630	M20x2,5	32	60
PAT 1e/1000	M30x2	32	80
PAT 1e/2000	M42x3	50	100
PAT 1e/3150	M48x3	60	120
PAT 1e/4000	M48x3	60	120



### **3.6.2. Pont de MT i BT**

El pont d'Alta Tensió té com a funció connectar elèctricament la cel·la que protegeix al transformador, CGM-CMP-F, amb el primari del transformador.

Estarà format per tres cables unipolars 18/30 kV  $3 \times 1 \times 150 \text{mm}^2$  Al del tipus DHV. La connexió es realitzarà mitjançant terminacions *ELASTIMOLD* de 36 kV del tipus endollable i model M-400 LR en la cel·la de SF<sub>6</sub>, i mitjançant terminals bimetàl·lics en el transformador.

Per la seva part, el pont de baixa tensió unirà elèctricament el secundari del transformador amb el quadre de baixa tensió. Estarà format per cables RV 0,6/1kV de  $240 \text{mm}^2$  de secció, cinc per a cada fase i tres per al neutre en el de 1000kVA i tres per a cada fase i dos per el neutre en el de 630kVA.

### **3.6.3. Quadres de Baixa Tensió**

#### ***Quadre de baixa tensió***

El quadre de baixa tensió serà del tipus AC-4, de *ORMAZABAL*. És l'armari encarregat de distribuir l'energia mitjançant les diferents sortides que hi té i connectant-hi les línies de baixa tensió.

Cada sortida estarà formada per tres cables, un per fase, de secció  $240 \text{mm}^2$  i un de  $150 \text{mm}^2$  per al neutre. Les fases estaran protegides per fusibles de 315 A ( segons normativa *ENDESA* ), mentre que el neutre estarà connectat directament a l'embarat del quadre. Les connexions dels cables al quadre es realitzen mitjançant terminals bimetàl·lics.

En el quadre de BT es distingeixen les següents zones:

#### ***Zona d'escomesa, mesura i equips auxiliars***

En la part superior del mòdul AC-4 existeix un compartiment per a l'escomesa al en aquest, que es realitza a través d'un passamurs tetrapolar, evitant així la penetració d'aigua a l'interior. Dins d'aquest compartiment, hi ha quatre platines lliscants que fan la funció de seccionador.

L'accés a aquest compartiment es realitza per mitjà d'una porta amb frontisses en dos punts. Sobre ella es munten els elements normalitzats per la companyia subministradora.

#### ***Zona de sortides***

Aquesta zona està formada per un compartiment que allotja exclusivament l'embarat i els elements de protecció de cada circuit de sortida, que són quatre. Aquesta protecció es realitza mitjançant fusibles disposats en bases trifàsiques però maniobrades fase a fase, podent-se realitzar maniobres d'obertura en càrrega.

Característiques constructives:

- Ample: 580 mm.
- Alçada: 1690 mm.
- Profunditat: 290 mm.

*Característiques elèctriques:*

<i>Tensió nominal</i> (V)	<i>Nivell d'aïllament</i>			<i>Intensitat Nominal</i>	
	Frequència Ind (1 min.)		Impulso tipus llamp	Embarrats (A)	Sortides (A)
	Entre fases i a terra (kV)	Entre fases (kV)	Entre fases y a terra (kV)		
440	8	2,5	20	1600	400

#### **3.6.4. Posta a Terra**

Tota la instal·lació elèctrica ha de disposar d'una protecció o instal·lació de terra dissenyada de forma que, en qualsevol punt accessible de l'interior o exterior de la mateixa a on les persones poden circular o estar dins d'elles, aquestes queden sotmeses com a màxim a les tensions de pas i contacte, durant qualsevol defecte en la instal·lació elèctrica,

El procediment per a realitzar la instal·lació de terres serà el següent:

- Investigació de les característiques del sòl.
- Determinació de les corrents màximes de posta a terra i del temps màxim corresponent a l'eliminació del defecte.
- Disseny preliminar de la instal·lació de terra.
- Càlcul de la resistència del sistema de terra.
- Càlcul de les tensions de pas en el exterior i en l'accés del C.T.
- Comprovar que les tensions de pas en l'exterior i en l'accés son inferiors als valors màxims definits en la ITC 13 del RCE.
- Investigació de les tensions transferibles a l'exterior per tubs, rails, tanques, conductors de neutre, blindatges de cables, circuits de senyalització i dels punts especialment perillosos, i estudi de les formes d'eliminació o reducció.
- Correcció i ajust del disseny inicial establint el definitiu.

Un cop executada la instal·lació de terres, s'hi faran les comprovacions i verificacions.

El sistema de terres estarà format per diferents elèctrodes de Cu en forma de varilla i per el conductor que els uneix. Aquest, conductor, que també serà de Cu, tindrà una resistència mecànica adequada i oferirà una elevada resistència a la corrosió. Els entroncaments ( empalmes ) i les unions amb els elèctrodes s'hauran de realitzar amb mitjans d'unió apropiats que, assegurin la permanència de la unió, no experimentin el pas del corrent calentaments superiors als del conductor i estiguin protegits contra la corrosió galvànica. S'instal·laran dos circuits de posta a terra independents que hauran d'estar separats una distància de 12,42m.

***Terra de protecció:***

En la terra de protecció s'hi connectaran les parts metàl·liques de la instal·lació que no estiguin en tensió, però que pugin estar-hi a conseqüència d'avaries, accidents descàrregues atmosfèriques o sobretensions produïdes per:

- Els xassís i bastidors d'aparells de maniobra.
- Les cobertes dels conjunts d'armaris metàl·lics.
- Les portes metàl·liques dels locals.
- Les tanques i tancats metàl·lics.
- Els pilars, suports, pòrtics, ...
- Les estructures i armadures metàl·liques dels edificis prefabricats.
- La carcassa del transformador.

***Terres de servei:***

Amb objecte d'evitar tensions perilloses en el costat de baixa tensió, degut a les faltes en la xarxa de Mitja Tensió, el neutre de BT es connectarà a una presa de terra independentment al de la xarxa de MT, de tal forma que no existeixi influència en la xarxa general de terres. Per a aquesta tasca s'utilitza un cable de coure aïllat 0,6/1kV.

***3.6.5. Enllumenat interior dels CT***

Per a l'enllumenat interior dels CT s'instal·laran les fonts de llum necessàries per aconseguir al menys un nivell mig d'il·luminació de 150lux, havent-hi com a mínim dos punts de llum. Els focus estaran disposats de tal forma que es mantingui la màxima uniformitat possible en la il·luminació.

Els punts de llum es situaran de manera que es pugui efectuar la substitució de les làmpades sense perill de contacte amb altres punts de tensió.

L'interruptor disposarà d'un pilot que indiqui la seva presència i es situarà al costat de la porta d'entrada, de forma que el seu accionament no representi perill per la seva proximitat a l'alta tensió.

***3.6.6. Senyalitzacions i Material de Seguretat***

Tant la porta d'accés al CT, com les portes i pantalles de protecció portaran cartells amb la corresponent senyal triangular distintiva de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1420, model AE-10.

Les cel·les prefabricades portaran també el senyal triangular distintiu de risc elèctric adhesiu. En un lloc ben visible de l'interior del CT es situarà un cartell amb les instruccions de primers auxilis a donar en cas d'accident, respiració boca a boca i massatge cardíac, i amb les "5 regles d'or". El seu format serà com a mínim el d'un UNE A-3.



## **4. Estudi de Seguretat y Salut Laboral**

### **4.1. Objecte**

El present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut Laboral té com a objecte establir les directrius generals encaminades a disminuir en tot el possible, els riscos del accidents laborals i malalties que es produeixin.

Aquest estudi s'ha elaborat en compliment del Real Decret 1627/97 de 24 d'Octubre, que estableix els criteris de planificació, control i desenvolupament dels mitjans i mesures de Seguretat e Higiene que s'han de tenir presents en la execució dels Projectes en la Construcció.

### **4.2. Abast**

Les mesures contemplades en aquest Estudi abasten a tots els treballs a realitzar en el present Projecte, i aplica l'obligació del seu compliment a totes les persones de les diferents organitzacions que intervinguin en la execució dels mateixos.

Tant els riscos previsibles com les mesures preventives a aplicar per als treballs en instal·lacions, elements i màquines elèctriques són analitzats en els apartats.

### **4.3. Anàlisi de Riscos**

A continuació analitzarem els riscos previsibles inherents a les activitats d'execució previstes, així com les derivades de l'ús de maquinaria, mitjans auxiliars i manipulació d'instal·lacions, màquines o eines elèctriques.

Amb el fi de no repetir innecessàriament la relació de riscos analitzarem primer els riscos generals, que poden donar-se en qualsevol de les activitats, després seguirem amb l'anàlisi dels específics de cada activitat.

### **4.4. Riscos Generals**

Entendrem com a riscos generals aquells que poden afectar a tots els treballadors, independentment de l'activitat concreta que realitzin. Es preveu que poden donar-se els següents casos:

- Caigudes d'objectes o components sobre persones.
- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Caigudes de persones al mateix nivell.
- Projeccions de partícules als ulls.
- Conjuntivitis per arc de soldadura o altres.
- Ferides en mans o peus per maneig de materials.
- Sobreesforços.
- Cops i talls per maneig d'eines.

- Cops contra objectes.
- Atrapaments entre objectes.
- Cremades per contactes tèrmics.
- Exposició a descàrregues elèctriques.
- Incendis i explosions.
- Atrapament per bolcada de màquines, vehicles o equips.
- Atropellaments o cops per vehicles en moviment.
- Lesions per manipulació de productes químics.
- Lesions o malalties per factors atmosfèrics que comprometin la seguretat o salut.
- Inhalació de productes tòxics.

#### **4.5. Riscos Específics**

En aquest apartat ens referim als riscos propis d'activitats concretes que afecten només al personal que realitza treballs en les mateixes.

Aquest personal estarà exposat als riscos generals indicats en el punt 3.1., més els específics de la seva activitat.

Amb aquest objectiu analitzarem a continuació les activitats més significatives.

##### ***Excavacions***

A més dels generals poden ser inherents a les excavacions els següents riscos:

- Despreniment o esclavissament de terres.
- Atropellaments i/o cops per màquines o vehicles.
- Col·lisions i bolcades de maquinaria.
- Riscos a tercers aliens al propi treball.

##### ***En voladures***

- Projeccions de pedres
- Explosions incontrolades per corrents erràtiques o manipulació incorrecta.
- Barrens fallits.
- Elevat nivell de soroll.
- Riscos a terceres persones.

##### ***Moviment de terres***

En els treballs derivats del moviments de terres per excavacions u omplir es preveuen els següents riscos:

- Càrrega de materials de les pales o caixes dels vehicles.
- Caigudes de persones des dels vehicles.

- Bolcades de vehicles per diferents causes ( males condicions del terreny, excés de càrrega, durant les descàrregues, etc.)
- Projecció de partícules.
- Pols en general.

### ***Treballs amb ferralla***

Els riscos més comuns relatius a la manipulació i muntatge de ferralla son:

- Talls i ferides en el maneig de les barres o filferros.
- Atrapaments en les operacions de càrrega i descàrrega de paquets de barres o en la col·locació de les mateixes.
- Torçades de peus, ensopegades i caigudes al mateix nivell al caminar sobre les armadures.
- Ruptures eventuais de barres durant el doblat.

### ***Treballs d' encofrat i desencofrat***

En aquesta activitat podem destacar els següents punts:

- Despreniment de taulons.
- Punxades per objectes punxants.
- Caiguda de materials ( taulers, taulons, puntals, etc.)
- Caiguda d'elements de l'encofrat durant les operacions de desencofrat.
- Talls i ferides en mans per maneig d'eines ( serres, raspalls, etc.) i materials.

### ***Treballs amb formigó***

L'exposició i manipulació del formigó implica els següents riscos:

- Esquitxades de formigó als ulls.
- Enfonsament, ruptura o caiguda d'encofrats.
- Trencaments de peus, punxades, ensopegades i caigudes al mateix i a diferent nivell, al moure's sobre les estructures.
- Dermatitis en la pell.
- Aixafament o atrapament per fallida de les entibacions.
- Lesions musculars per el maneig de vibradors.
- Electrocutió per ambients humits.

***Manipulació de materials***

Els riscos propis d'aquesta activitat estan incloses en la descripció de riscos generals.

***Transport de materials i equips dins de l'obra***

En aquesta activitat, a més dels riscos enumerats en el punt 3.1., són previsibles els següents:

- Despreniment o caiguda de la càrrega, o part de la mateixa, per ser excessiva o estar mal subjectada.
- Cops contra parts sortints de la càrrega.
- Atropellaments de persones.
- Bolcades.
- Xocs contra vehicles o màquines.
- Cops o enganxades de la càrrega amb objectes, instal·lacions o esteses de cables.

***Prefabricació i muntatge d'estructures, tancaments i equips.***

Dels específics d'aquest apartat hi ha que destacar:

- Caiguda de materials per mala execució de la maniobra d'hissar i acoblament dels mateixos o fallida mecànica d'equips.
- Caiguda de persones des de alçada per diverses causes.
- Enganxament de mans o peus en el maneig de materials o equips.
- Caiguda d'objectes o eines soltes.
- Explosions o incendis per l'ús de gasos o per projeccions incandescents.

***Maniobres d'hissat, situació en obra i muntatge d'equips i materials.***

Com a riscos específics d'aquestes maniobres podem citar-ne els següents:

- Caiguda de materials, equips o components dels mateixos per fallida dels mitjans d'elevació o error en la maniobra.
- Caiguda de petits objectes o materials solts ( cantoneres, eines, etc.) sobre persones.
- Caiguda de persones des de alçada en operacions d'unió o desunió de les peces.
- Enganxaments de les mans o peus.
- Aixafament de persones per moviments incontrolats de la càrrega.
- Cops d'equips, en el seu hissat i transport, contra altres instal·lacions ( estructures, línies elèctriques, etc. )
- Caiguda o bolcada dels mitjans d'elevació.

***Muntatge d'instal·lacions, Terres i acabats.***

Els riscos inherents a aquestes activitats podem considerar-los inclosos dins dels generals, al no executar-se a grans alçades ni presentar aspectes relativament perillosos.

#### 4.6. Maquinaria y Mitjans Auxiliars

Analitzarem aquest apartat dels riscos que a més dels generals, poden presentar-se en l'ús de maquinaria i els mitjans auxiliars.

La maquinaria i els mitjans auxiliars més significatius que es preveu utilitzar per a l'execució dels treballs objecte del present estudi, son els que relacionem a continuació:

- Equip de soldadura elèctrica.
- Equip de soldadura oxiacetilènica-oxitall.
- Màquina elèctrica de roscar.
- Camió de transport.
- Grua mòbil.
- Camió grua.
- Cabestany d'hissat.
- Cabestany d'estesa subterrània.
- Pistoles de fixació.
- Perforadores de mà.
- Tallatubs.
- Radials i esmeriladores.
- Tràctels, politges, aparellaments, eslingues, grillons , etc.
- Jocs aixecabobines, corrons, etc.
- Màquina d'excavació amb martell hidràulic.
- Màquina retroexcavadora mixta.
- Formigoneres autopropulsades.
- Camió bolquet.
- Màquina anivelladora.
- Mini retroexcavadora.
- Compactadora.
- Compressor.
- Martell trencador i picador.

Entre els mitjans auxiliars s'han de mencionar els següents.

- Bastides sobre borriquetes.
- Bastides metàl·liques modulars.
- Escales de mà.
- Escales de tisora.
- Quadres elèctrics auxiliars.
- Instal·lacions elèctriques provisionals.
- Eines de mà.
- Bancs de treball.
- Equips de mesura.
- Comprovador de seqüència de fases.
- Mesurador d'aïllaments.
- Mesurador de terres.
- Pinça amperimètrica.
- Termòmetres.

Diferenciem entre riscos classificant-los en els següents grups:

### ***Màquines fixes i eines elèctriques***

Els riscos significatius són:

- Les característiques de treballs amb tensió elèctrica en els que poden produir-se accidents per contactes, tant directes com indirectes.
- Caigudes de personal per contacte, tant directes com indirectes.
- Caigudes de personal al mateix, o a diferent nivell per desordre de mànegues.
- Lesions per ús inadequat, a males condicions de màquines giratòries o de tall.
- Projeccions de partícules.

### ***Mitjans d'elevació***

Considerem com a riscos específics d'aquests mitjans, els següents:

- Caiguda de la càrrega per deficient ajust o maniobra.
- Ruptura del cable, ganxo, grillons o qualsevol altre mitjà auxiliar d'elevació.
- Cops o aixafaments per moviments incontrolats de la càrrega.
- Excés de càrrega amb el consegüent trencament, bolcada, del mitjà corresponent.
- Fallida d'els elements mecànics o elèctrics.
- Caiguda de persones a diferent nivell durant les operacions de moviment de càrregues.

### ***Bastides, plataformes i escales***

Són previsible els següents riscos:

- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Carda de la bastida per bolcada.
- Bolcades o rrelliscades d'escales.
- Caiguda de materials o eines des de la bastida.
- Els derivats de patir malalties, no detectades ( epilèpsia, vertigen, ...)

### ***Equips de soldadura elèctrica i oxiacetilènica***

Els riscos propis de l'ús d'aquests equips són els següents:

- Incendis.
- Cremades.
- Els derivats de la inhalació de vapors metàl·lics.
- Explosió d'ampolles de gasos.
- Projeccions incandescentes o de cossos estranys.
- Contacte amb l'energia elèctrica.

## 4.7. Mesures Preventives

Per a disminuir en el possible els riscos previst en l'apartat anterior, ha d'actuar-se sobre els factors que, per separat o en conjunt, determinen les causes que produeixen els accidents. Ens referim al factor humà i el factor tècnic.

L'actuació sobre el factor humà, que es tracta bàsicament en la formació, concienciar e informar a tot el personal perquè participi en els treballs del present Estudi, així com aspectes ergonòmics i condicions ambientals, serà analitzada amb més deteniment en altres punts de l'Estudi.

Per a poder actuar sobre el factor tècnic, s'actuarà sobre tot en els següents aspectes:

- Proteccions col·lectives.
- Proteccions personals.
- Controls i revisions tècniques de seguretat.

En base als riscos previsibles enunciats en el punt anterior, analitzem a continuació les mesures previstes en cada un dels d'aquests camps.

### 4.7.1. Proteccions Col·lectives

Sempre que sigui possible es donarà prioritat a l'ús de proteccions col·lectives, ja que la seva efectivitat és molt superior a la de les proteccions personals. Sense eliminar l'ús d'aquestes últimes, les proteccions col·lectives previstes, en funció dels riscos enunciats, són els següents:

#### ***Riscos Generals***

Ens referim aquí a les mesures de seguretat a adoptar per a la protecció de riscos que considerem comuns a totes les activitats, són les següents:

- Senyalitzacions d'accés a obra i ús d'elements de protecció personal.
- Acotament i senyalització de zona a on existeixi risc de caiguda d'objectes des d'alçada.
- Es muntaran baranes resistents en els orificis pels que és poguessin caure persones.
- En cada tipus de treball, es disposarà de, al menys, un extintor portàtil de pols polivalent.
- Si algun lloc treball generés risc de projeccions ( de partícules, o per arc de soldadura ) a tercers és col·locaran mampares opaques de material ignífug.
- Si es realitzen treballs amb projeccions incandescentes en proximitat de materials combustibles, es retiraran aquests o es protegiran amb lona ignífuga.
- És mantindran ordenats els materials, cables i mànegues per evitar risc de cops o caigudes al mateix nivell.
- Les restes de material generat pel treball es retiraran periòdicament per a mantenir netes les zones de treball.
- Els productes tòxics i perillosos es manipularan segons l'establert en les condicions d'ús específiques de cada producte.

- Respectar la senyalització i limitacions de velocitat fixades per a circulació de vehicles i maquinaria en l'interior de l'obra.
- Aplicar les mesures preventives contra riscos elèctrics que desglossarem més endavant.
- Tots els vehicles portaran indicadors òptics i acústics que exigeixi la legislació vigent.
- Protegir als treballadors contra les inclemències atmosfèriques que puguin comprometre la seva seguretat i la seva salut.

### ***Riscos Específics***

Les proteccions col·lectives previstes per a la prevenció d'aquests riscos són els següents:

#### ***En excavacions***

- S'estibaràn o és talussaran totes les excavacions verticals de profunditat superior a 1,5 m.
- És senyalitzaran les excavacions, com a mínim a 1m de la seva vora.
- No s'amuntegaran terres ni materials a menys de 2m de la vora de l'excavació.
- Les excavacions de profunditat superior a 2m, i que en les seves proximitats hagin de circular persones, és protegirà amb baranes resistents de 90cm d'alçada, les quals es situaran, sempre que sigui possible, a 2m de la vora de l'excavació.
- Els accessos a les rases o trinxeres es realitzaran mitjançant escales sòlides que sobrepassin 1m la vora d'aquestes.
- Les màquines excavadores i camions només seran conduïdes pel personal capacitats, amb el corresponent permís de conduir el qual serà responsable, així mateix, de la adequada conservació de la seva màquina.

#### ***En voladures***

Les voladures seran realitzades per una empresa especialitzada que elaborarà el corresponent pla de voladures. En la seva execució, a més de complir la legislació vigent sobre explosius ( R.D. 2114/787 B.O.E. 07.09.78), es prendran com a mínim, les següents mesures de seguretat:

- Acordonar la zona de " càrrega " i " pega " a la que, sota cap concepte, han d'accedir persones alienes a la mateixa.
- Anunciar, amb un toc de sirena 15 minuts abans, la proximitat de la voladura, amb dos tocs en el moment abans de la detonació i amb tres el final de la voladura, podent tornar a l'activitat en la zona.
- En el perímetre de la zona acordonada es col·locaran senyals de " prohibit el pas - voladures ".
- Abans de la " pega ", una persona recorrerà la zona comprovant que no queda ningú, i es posaran vigilants en els llocs estratègics d'accés a la zona per tal d'impedir la entrada de persones o vehicles.
- El responsable de la voladura i els artillers comprovaran, quan s'hagin dissipat els gasos, que la " pega " ha estat completa i comprovarà que no queden terrenys inestables, sanejant aquests si fos necessari abans d'iniciar els treballs.



***En moviment de terres***

- No es carregaran els camions per sobre de la càrrega admissible ni sobrepassant el nivell superior de la caixa.
- Es prohibeix el trasllat de persones fora de la cabina dels vehicles.
- Es situaran topes o galzes per limitar la proximitat a les vores d'excavacions o desnivells en zones de descàrrega.
- Es limitarà la velocitat de vehicles en el camí d'accés i en els vials interiors de l'obra a 20Km/h.
- En cas necessari i a criteri del Tècnic de Seguretat es procedirà al regat de les pistes per evitar la formació de núvols de pols.

***Treballs en alçada***

Es evident que el treball en alçada es presenta dins de moltes de les activitats que es realitzen en l'execució d'aquest Projecte i, com tal, les mesures preventives relatives als mateixos seran tractades conjuntament amb la resta de les que afecten a cada qual.

Sens dubte, donada la gravetat de les conseqüències que, generalment, es deriven de les caigudes d'alçada, es considera oportú i convenient remarcar, en aquest apartat concret, les mesures de prevenció bàsiques i fonamentals que s'han d'aplicar per a eliminar, en la mesura en que sigui possible, els riscos inherents als treballs en alçada.

Destacarem, entre altres, les següents mesures:

Per a evitar la caiguda d'objectes:

- Coordinar els treballs de forma que no es realitzen treballs superposats.
- En la necessitat de treballs en la mateixa vertical, posar les oportunes proteccions ( xarxes, marquesines, etc....).
- Acotar i senyalitzar les zones amb risc de caiguda d'objectes.
- Senyalitzar i controlar la zona d'on es realitzin maniobres amb càrregues suspeses, fins que aquestes es trobin totalment recolzades.
- S'han de fer servir cordes per al guiat de càrregues suspeses, que seran manejades des de la zona d'influència de la càrrega, i accedir a aquesta zona només quant la càrrega estigui pràcticament arriada.

Per evitar la caiguda de persones:

- Es muntaran baranes resistents en tot el perímetre o vores de plataformes, forjats, etc. Pels quals es puguin produir caigudes de persones.
- Es protegiran amb baranes o tapes de suficient resistència els orificis existents en forjats, així com en aparells verticals si aquestes són accessibles o estan a menys de 1,5m del terra.

- Les baranes que siguin retirades o orificis que es destapin per a la introducció d'equips, etc, es mantindran perfectament controlats i senyalitzats durant la maniobra, reposicionant les corresponents proteccions un cop finalitzades les maniobres.
- Les bastides que s'utilitzin ( modulars o tubulars) compliran els requeriments i condicions mínimes definides en la O.G.S.H.T., destacant entre d'altres:
  - Superfície de recolzament horitzontal i resistent.
  - Si són mòbils, les rodes estaran bloquejades i no es traslladaran amb persones sobre d'elles.
  - Arriostrant-les cada certa alçada.
  - A partir de 2m d'alçada es protegirà tot el seu perímetre amb roda-peus i "quitamiedos" col·locats a 45 i 90 cm del pis, el qual tindrà com a mínim, una amplada de 60cm.
  - No sobrepassar les plataformes de treball i mantenir-les netes i lliures d'obstacles.
  - En alçada ( més de 2m ) és obligatori utilitzar es cinturó de seguretat, sempre que no existeixin proteccions ( baranes ) que impedeixin la caiguda, el qual estarà fixat a elements fixos, mòbils, definitius o provisionals de suficient resistència.
  - S'instal·laran cordes o cables fiadors per a la subjecció dels cinturons de seguretat en aquells casos en que no sigui possible muntar baranes de protecció, o be sigui necessari el desplaçament dels operaris sobre estructures o cobertes. En aquest cas s'utilitzaran cinturons de caiguda, amb arnés previstos d'absorció d'energia.
- Les escales de mà compliran, com a mínim, les següents condicions:
  - No tindran trencades ni estelles els travessers o graons. Disposaran de bases antilliscants.
  - Les superfícies de subjecció inferior i superior seran planes i resistents.
  - La fixació o amarre serà pel seu cap en casos especials i usar el cinturó de seguretat fixat a un element extern a ella.
  - Col·locar-la amb la inclinació adequada.
  - Amb les escales de tisora, posar límit o cadena per a que no s'obrin, no usar-les plegades i no posar-se a cavall d'elles.

### ***En treballs amb ferralla***

- Els paquets rodons es col·locaran en posició horitzontal, separant les capes amb separadors de fusta i evitant alçades de piles superiors a 1,50m.
- No es permetrà trepar per les armadures.
- Es col·locaran taulers per a circular per les armadures de ferralla.
- No s'utilitzaran elements o mitjans auxiliars ( escales, ganxos, etc. ) fets amb trossos de ferralla soldada.
- Diàriament es netejarà la zona de treball, recollint i retirant els retalls i filferros sobrants de l'armat.

***En treballs d'encofrat i desencofrat***

- L'ascens i descens als encofrats es farà amb escales de mà reglamentàries.
- No romandran operaris en la zona d'influència de les càrregues durant les operacions d'hissat i trasllat de taulers, puntals, etc.
- Es trauran o es posaran reblons en tots els claus o puntes existents en la fusta usada.
- El desencofrat es realitzarà sempre des del costat en que no es puguin desprendre els taulers i emportar-se l'operari.
- S'acotarà, mitjançant cinta de senyalització, la zona en la que puguin caure elements procedents de les operacions d'encofrat o desencofrat.

***En treballs amb formigó***

Vessats mitjançant canal:

- Instal·lar topes de final de cursa dels camions formigonera per a evitar bolcades.
- No situar-se cap operari enrere dels camions formigonera en les maniobres de retrocés.

Vessats mitjançant cup amb grua:

- Senyalitzar amb pintura el nivell màxim d'omplert del cup per a no sobrepassar la càrrega admissible de la grua.
- No romandrà cap operari sota la influència del cup durant les operacions d'hissat i transport d'aquest amb la grua.
- L'obertura del cup per al vessat es farà exclusivament accionant la palanca prevista per l'acció. Per a realitzar aquesta operació s'usaran, obligatòriament, guants, ulleres i, quant existeixi risc de caiguda, cinturó de seguretat.
- El guiat del cup fins la seva posició de vessat es farà sempre a través de cordes guia.

***Per a la manipulació de materials***

- Informar als treballadors sobre els riscos més característics d'aquesta activitat, accidents més habituals i forma de prevenir-los fent especialment esment sobre els següents aspectes:
  - Maneig manual dels materials.
  - Ordenar els materials, segons les seves característiques.
  - Maneig/col·locació de materials tòxics/perillosos.

***Per al transport de materials i equips dins de l'obra***

- Es compliran les normes de tràfic i límits de velocitat establertes per a circular pels vials d'obra, les quals estaran senyalitzades i difoses als conductors.
- Es prohibirà que les plataformes i/o camions transportin una càrrega superior a la identificada com a màxima admissible.

- La càrrega es transportarà amarrada amb cables d'acer, cordes o estrips de suficient resistència.
- Es senyalitzaran amb banderoles o llums vermelles les parts sortints de la càrrega i, de produir-se aquestos sortints, no excediran el 1,50m.
- En les maniobres amb risc de bolcada del vehicle, es col·locaran topes i s'ajudaran amb un operari que el guiarà.
- Quan es tingui que circular o realitzar maniobres en proximitat de línies elèctriques, s'instal·laran gàl·libs o topes que evitin aproximar-se a la zona d'influència de les línies.
- No es permetrà el transport de persones fora de la cabina dels vehicles.
- No es transportaran, en cap cas, càrregues suspeses per la ploma amb grues mòbils.
- Es revisarà periòdicament l'estat dels vehicles de transport i mitjans auxiliars corresponents.

***Per a la prefabricació, hissat i muntatge d'estructures, tancaments i equips.***

- Es senyalitzaran i acotaran les zones en que no hagi risc de caiguda de materials per manipulació, elevació i transport dels mateixos.
- No es permetrà, sota cap concepte, l'accés de qualsevol persona a la zona senyalitzada i acotada en la que es realitzin maniobres amb càrregues suspeses.
- El guiat de càrregues/equips per a la seva ubicació definitiva, es farà sempre mitjançant cordes guia manejades des dels llocs fora de la zona d'influència de la seva possible caiguda, i no s'accedirà a aquesta zona fins al moment just d'efectuar el seu acoblament o posicionament.
- Es taparan o es protegiran amb baranes resistents o, segons els casos, es senyalitzaran adequadament els forats que es generin en el procés de muntatge.
- Es muntaran a nivell de terra, en la mesura ( quan ho permeti la zona de muntatge i la capacitat de les grues, els mòduls d'estructures amb el fi de reduir en lo possible el número d'hores de treball en alçada i els seus riscos.
- Els llocs de treball de soldadura estaran suficientment separats o s'aïllaran amb pantalles divisòries.
- La zona de treball, sigui la de taller o de camp, es mantindrà sempre neta i ordenada.
- Els equips/estructures romandran arriostrades, durant tota la fase de muntatges fins que no es faci la subjecció definitiva, per a garantir la seva estabilitat en les pitjors condicions.
- Les bastides que s'utilitzin compliran els requeriments i condicions mínimes definides en la O.G.S.H.T.
- S'instal·laran cordes o cables fiadors per a la subjecció dels cinturons de seguretat en aquells casos en que no sigui possible muntar plataformes de treball amb barana, o sigui necessari el desplaçament d'operaris sobre l'estructura. EN aquests casos s'utilitzaran cinturons de caiguda, amb arnés previstos d'absorció d'energia.

De tota manera, donat que aquestes operacions i maniobres estan molt condicionades per l'estat real de l'obra en el moment d'executar-les, en el cas de detectar-se una complexitat especial s'elaborarà un estudi de seguretat específic a l'efecte.

***Per a maniobres d'hissat i ubicació en obra de materials i equips***

Les mesures de prevenció a aplicar en relació amb els riscos inherents a aquest tipus de treballs, que ja es van relacionar, estan contemplades i definides en el punt anterior, destacant especialment les corresponents a:

- Senyalitzar i acotar les zones de treball amb càrregues suspeses.
- No romandre cap persona en la zona d'influència de la càrrega.
- Fer el guiat de les càrregues mitjançant cordes.
- Entrar en la zona de risc en el moment de l'acoblament.

***En instal·lacions de distribució d'energia***

- S'hauran de verificar i mantenir amb regularitat les instal·lacions de distribució d'energia presents en l'obra, en particular les que estiguin sotmeses a factors extrems.
- Les instal·lacions existents abans de l'inici de l'obra hauran d'estar localitzades, verificades i senyalitzades clarament.
- Quant existeixin línies d'esteses elèctriques aèries que puguin afectar a la seguretat en l'obra serà necessari desviar-les fora del recinte de l'obra o deixar-les sense tensió. Si això no fos possible, es col·locaran barreres o avisos per a que els vehicles i les instal·lacions es mantinguin allunyades de les mateixes. En el cas de que els vehicles de l'obra haguessin de circular sota de l'estesa s'utilitzarà una senyalització d'avertència i una protecció de delimitació d'alçada.

***4.7.2. Proteccions Personals***

Com a complement de les proteccions col·lectives serà obligatori l'ús de les proteccions personals. Els caps intermedis i el personal de seguretat vigilaran i controlaran la correcta utilització d'aquestes proteccions.

Per a no excedir-nos, i donat que la majoria dels riscos que obliguen a l'ús de les proteccions personals són comuns a les activitats a realitzar, relacionem les proteccions de protecció previstes per al conjunt dels treballs.

Es preveu l'ús, en major o menor grau, de les següents proteccions personals:

- Casc.
- Pantalla facial transparent.
- Pantalla de soldador amb visor abatible i vidre inactínic.
- Màscara facial segons necessitats.
- Màscara d'un sol ús de paper.
- Guants de diferents tipus ( muntador, soldador, aïllant, goma, etc. )
- Cinturó de seguretat.
- Absorbidors d'energia.
- Jaquetes, peto, maniguets i polaines de cuir.
- Ulleres de diferents tipus ( contraimpactes, soplet, etc. )
- Calçat de seguretat, adequat a cada un dels treballs.

- Proteccions auditives ( cascots o taps ).
- Roba de treball.

Totes les proteccions personals compliran la Normativa Europea ( CE ) relativa a Equips de Protecció Individual ( EPI ).

#### **4.7.3. Revisions Tècniques de Seguretat**

La seva finalitat és comprovar la correcta aplicació del Pla de Seguretat. Per això, el Contractista vetllarà per a l'execució correcta de les mesures de seguretat fixades en aquest Pla.

Sense perjudici de l'esmentat abans, podran realitzar-se visites d'inspecció per tècnics assessors especialistes en seguretat , l'assessorament dels quals pot ser de gran ajut.

### **4.8. Instal·lacions Elèctriques Provisionals**

El subministre d'energia per a les màquines i eines elèctriques pròpies dels treballs objecte del present Estudi, els contractistes instal·laran quadres de distribució amb presa de corrent en les instal·lacions de la propietat o alimentats mitjançant grups electrògens.

L'escomesa elèctrica general es col·locaran estratègicament per al subministre de corrent a les seves corresponents instal·lacions, equips i eines pròpies dels treballs.

#### **4.8.1. Riscos Previsibles**

Els riscos implícits a aquestes instal·lacions són característiques dels treballs i manipulació d'elements ( quadres, conductors, etc. I eines elèctriques ) que poden produir accidents per contactes tant directes o indirectes.

#### **4.8.2. Mesures Preventives**

Les principals mesures preventives a aplicar en instal·lacions, elements i equips elèctrics seran els següents:

##### ***Quadres de distribució***

Serán estancs, totes les parts amb tensió romandran inaccessibles al personal i estaran dotades de les següents proteccions:

- Interruptor general.
- Proteccions contra sobrecàrregues i curtcircuits.
- Diferencial de 300mA.
- Presa de terra de resistència màxima 20Ω.
- Diferencial de 30mA per a les preses monofàsiques que alimenten eines o útils portàtils.

- Tindran senyalitzacions de perill elèctric.
- Solament podrà manipular en ells l'electricista.
- Els conductors aïllats utilitzats tant per a escomeses com per a instal·lacions, seran de 1000 volts de tensió nominal com a mínim.

### ***Prolongadors, clavilles, connexions i cables***

- Els prolongadors, clavilles i connexions seran de tipus intempèrie amb tapes de seguretat en tomes de corrent femelles i de característiques tal que assegurin l'aïllament, inclòs en el moment de connectar i desconnectar.
- Els cables elèctrics seran del tipus intempèrie sense presentar fissures i de suficient resistència a esforços mecànics.
- Els empalmes i aïllaments en cables es faran amb maniguets i cintes aïllants vulcanitzades.
- Les zones de pas es protegiran contra danys mecànics.

### ***Eines i útils portàtils***

- Les làmpades elèctriques portàtils tindran el mànec aïllant i un dispositiu protector de la làmpada de suficient resistència. En estructures metàl·liques i altres zones d'alta conductivitat elèctrica s'utilitzaran transformadors per a tensions de 24V.
- Totes les eines, làmpades i útils seran de dobles aïllament.
- Totes les eines, làmpades i útils elèctrics portàtils, estaran protegits per diferencials d'alta sensibilitat ( 30mA ).

### ***Màquines i equips elèctrics***

A més d'estar protegits per diferencials de mitja sensibilitat ( 300mA ), aniran connectats a una presa de terra de  $20\Omega$  de resistència màxima i portaran incorporat a la mànega d'alimentació el cable de terra connectat al quadre de distribució.

### ***Normes de caràcter general***

- Sota cap concepte es deixaran elements de tensió, com puntes de cables terminals, etc., sense aïllar.
- Les operacions que afectin a la instal·lació elèctrica, seran realitzades únicament per el electricista.
- Quant es realitzin operacions en cables, quadres e instal·lacions elèctriques, es faran sense tensió.

### ***Estudi de revisions de manteniment***

Es realitzarà un adequat manteniment i revisions periòdiques de les diferents instal·lacions, equips i eines elèctriques, per analitzar i adoptar les mesures necessàries en funció dels resultats d'aquestes revisions.

## 1. Normativa Utilitzada en la Redacció d'aquest Projecte

- [1] DECRET del Ministeri d'Indústria 3151/1968 de Novembre, publicat en el "Boletín Oficial del Estado" del 27 de desembre, per el que s'aprova el Reglament de Línies Elèctriques Aèries d'Alta Tensió.
- [2] REAL DECRET 3275/1982, del 12 de Novembre, sobre "Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació".
- [3] NTE, Normes tecnològiques MOPU "Condicionamientos del terreno y cimentaciones 1988".
- [4] Reglament de Línies Elèctriques Aèries d'Alta Tensió (RAT).
- [5] Reglament sobre Centrals Elèctriques Subestacions i Centres de Transformació (RCE)
- [6] Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió e Instruccions Tècniques Complementàries (RBT).
- [7] NORMES UNESA: 0205, 3305, 3403, 6617, 6704
- [8] LLEI DE PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS (Llei 31/1995 del 8 de novembre LRPL, BOE 269 del 10 de novembre de 1995.
- [9] Ordenança general de seguretat e higiene en el treball.
- [10] Ordenances municipals de l'Ajuntament de Reus.
- [11] Normes tècniques de la companyia subministradora *FECSA-ENDESA*.



## 2. Termini d'Execució del Projecte

El termini d'execució per a realitzar tots els treballs serà de 180 dies hàbils.

## 3. Consideracions Finals

Es considera el contingut del present projecte suficient per a executar les obres e instal·lacions en ell desenvolupades i justificades, incloent tots els elements necessaris per a la seva correcta utilització i posta en servei.

La obra s'ha projectat realitzar-la amb materials d'excel·lent qualitat, permetent garantir un llarg temps de vida, amb un mínim de manteniment.

Així mateix es fa expressa menció que, les obres projectades constitueixen una unitat completa susceptible de la seva posta en funcionament correcta un cop executades en la seva totalitat.

En base a l'article 7é del Real Decret 1627/1997 del 24 d'octubre, el contractista ha d'elaborar un pla de seguretat i salut en el treball, en el qual s'analitzin, desenvolupin, completin les previsions contingudes dins de l'estudi de seguretat i salut que acompanya aquest projecte.

El pla de seguretat i salut haurà de ser aprovat abans de l'inici de l'obra per el que el coordinador de seguretat i salut durant l'execució de l'obra o, quant no n'hi hagi, per la direcció facultativa.

L'inici de l'obra o instal·lació es comunicarà per escrit i de forma personal, per la propietat o el seu constructor a l'Enginyer Industrial que assumeixi la direcció de l'obra. En cas contrari, aquests últims incorreran en la responsabilitat corresponent.

*A de Gener de 2004, Barcelona*

*Enginyer Tècnic Industrial  
Xavier González Ferreres*

# MEMÒRIA DE CàLCUL

## 1. Previsió de Potència

Segons l'estudi realitzat i detallat més endavant, s'estima una demanda de potència de 749.3kVA per al C.T. 1 i 610,6kVA per al C.T. 2, per tant els transformadors a elegir seran de 1000kVA per al C.T.1 i 650kVA per al C.T.2, per ser aquesta la potència immediatament superior amb la qual es fabriquen els transformadors normalitzats, deixant marge per a possibles ampliacions.

Per tant, amb aquestes dades i les proporcionades per companyia es pot considerar que la línia de mitja tensió aguantarà aquestes noves càrregues i possibles ampliacions.

### 1.1. Directrius

La classificació de la zona serà d'Edificis destinats a un pla urbanístic que inclourà vivendes i locals comercials.

Segons indica el REBT en cas de no existir dades sobre la potència, es prendran com a mínim els següents valors:

Edificis comercials i oficines: 100 W/m<sup>2</sup> i per planta, amb un mínim per abonat de 5000W. L'electrificació mitja permet la utilització de l'enllumenat, cuina elèctrica, qualsevol tipus de rentadora, escalfador d'aigua, nevera, radio, televisor i d'altres aparells electrodomèstics. Amb previsió de demanda màxima total: 5000W.

Segons el REBT la màxima caiguda de tensió en les línies de distribució poden ser del 5% (  $380 \times 0.05 = 19V$  i  $220 \times 0.05 = 11V$  ), i en les escomeses derivades de les línies de distribució poden ser del 0.5% (  $380 \times 0.005 = 1.9V$  i  $220 \times 0.005 = 1.1V$  ).

## 1.2. Càlculs

Els càlculs s'han dividit per blocs i zones de vivendes uni-familiars. Les potències reflectides a continuació són una estimació de potències contractades.

### Bloc "A"

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	32	5	160
S.G.E.	2	15	30
Aparcaments	1	10	10
Locals	1	111	111
		Total	<b>311kW</b>

### Bloc "B"

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	32	5	160
S.G.E.	2	15	30
Aparcaments	1	10	10
Locals	1	112	111
		Total	<b>312kW</b>

### Bloc "C"

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	32	5	160
S.G.E.	2	15	30
Aparcaments	1	10	10
Locals	1	111	111
		Total	<b>311kW</b>

### Bloc "D"

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	30	5	150
S.G.E.	2	15	30
Aparcaments	1	10	10
		Total	<b>190kW</b>

### Bloc "E"

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	12	5	60
S.G.E.	1	15	15
Aparcaments	1	10	10
		Total	<b>85kW</b>

*Zona de cases uni-familiars "A"*

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	43	5	215
		Total	<b>215kW</b>

*Zona de cases unifamiliars "B"*

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Vivendes	25	5	125
S.G.E.	1+1	10+15	25
		Total	<b>150kW</b>

*Enllumenat públic*

Servei	Nº de Serveis	Pot. Unitària (kW)	Pot. Total (kW)
Enllumenat públic	1	30	30
		Total	<b>30kW</b>

**1.2.1. Potències totals a instal·lar en cada C.T.**

Per a obtenir les potències a instal·lar en cada transformador aplicarem els coeficients de simultaneïtat corresponents. En els conjunts de vivendes superiors a 25 s'aplicarà un coeficient de 0,5 i d'1 en la resta de serveis, segons el REBT.

## Centre de Transformació nº 1

	Bloc A (kW)	Bloc C (kW)	Zona de cases unif. A (kW)	Total de serveis (kW)
<b>Vivendes</b>	80	80	107.5	267.5
<b>S.G.E.</b>	30	30		60
<b>Aparcaments</b>	10	10		20
<b>Locals</b>	111	111		222
<b>Enll. públic</b>				30
				<b>599.5kW</b>

Per tant per a obtenir la potència necessària del centre de transformació nº 1 aplicarem la potència obtinguda per un factor de potència de  $\cos\phi = 0,80$ .

$$599.5\text{kW} / 0.8 = 749.3\text{kVA}$$

## Centre de Transformació n° 2

	<b>Bloc B (kW)</b>	<b>Bloc D (kW)</b>	<b>Bloc E (kW)</b>	<b>Zona de cases unif. B (kW)</b>	<b>Total de serveis (kW)</b>
<b>Vivendes</b>	80	75	30	62.5	247.5
<b>S.G.E.</b>	30	30	15	25	100
<b>Aparcaments</b>	10	10	10		30
<b>Locals</b>	111				111
					<b>488.5kW</b>

Per tant per a obtenir la potència necessària del centre de transformació n° 1 aplicarem la potència obtinguda per un factor de potència de  $\cos\varphi = 0,80$ .

$$488.5\text{kW} / 0.8 = \mathbf{610,6\text{kVA}}$$

## 2. Anàlisi i Justificació dels Conductors de Mitja Tensió

### 2.1. Saturació de càrrega dels nous conductors de MT

Per a la elecció del cable, des del punt de vista elèctric, les dades a tenir en compte són:

- Tensió nominal o tensió més elevada:  $U_n = 25\text{kV}$  i  $U_m = 36\text{kV}$
- La potència dels centres de distribució.
- La intensitat primària en A.

La fórmula per a trobar la intensitat es:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

La densitat màxima admissible de corrent en règim permanent per a corrent alterna i freqüència 50Hz segons dades del fabricant del cable de  $1 \times 240\text{mm}^2$  es de:

$$\sigma = 1.708 \text{ A/mm}^2$$

Com a conseqüència la intensitat màxima admissible del cable **subterrani de 240mm<sup>2</sup>** Al serà de:

$$I_{\text{màx.}} = \sigma \times S = 1.708 \times 240 = 410 \text{ A}$$

El conductor LA 110, utilitzat en aquest cas per al transport aeri, en condicions de règim permanent i a una freqüència de 50Hz segons el fabricant tenim que:

$$\sigma = 4.45 \text{ A/mm}^2$$

Per tant la intensitat màxima admissible per al conductor **aeri LA 110** ( d'alumini ) per a transport aeri serà:

$$I_{\text{màx.}} = \sigma \times S = 4.45 \times 116.2 = 517 \text{ A}$$

Tenim dos línies de M.T. ( Línia 1 i Línia 2 ) a distribuir, per tant ho tractarem com a dos apartats diferents.

Per a calcular si els conductors poden suportar les noves càrregues es calcularà les intensitats com a conseqüència de la càrrega total de la línia.

Amb les dades obtingudes anteriorment i tenint en compte la limitació que marca el cable subterrani, podem calcular el màxim de potència que poden transportar els dos circuits al pas pels nous trams:

$$P_{\text{màx}} = \sqrt{3} \times U_{\text{línea}} \times I_{\text{màx}} \times \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 410 \cdot 0.8 = \mathbf{14203 \text{ kW}}$$

**Càlculs Saturació Trams Nous**

Per calcular-ho hem de tenir en compte la potència màxima que pot arribar a ser carregada (en el pitjor dels casos) des del punt en qüestió fins a final de línia. Es a dir, sumarem la potència instal·lada en cada un dels CCTT fins a final de línia.

$$I_p = \frac{Pot.Instal\cdot lada}{\sqrt{3}\cdot V_p}$$

**Càlculs Línia1**

Tram	Potència Instal·lada fins final de línia (kVA)	Vp ( kV )	Ip ( A )	I <sub>max.</sub> conductor	Saturació del tram (%)
C.T. 1 - XR022	15775	25	364	410	88.8
C.T. 2 - XR385	200	25	4.6	410	1.1
C.T. 1 - C.T. 2	830*	25	19	410	4.6
C.T. 1 - conversió	17605	25	406	410	99
Conversió - Recept.	17605	25	406	410	99

\* 830 = 630 + 200 (C.T.2+XR385)

**Càlculs Línia2**

Tram	Pot. Carregada fins final de línia (kVA)	Vp ( kV )	Ip ( A )	I <sub>max.</sub> conductor	Saturació del tram (%)
C.T.1 - 34618	11440	25	264	410	64.4
C.T. 1 - XR363	580	25	13.4	410	3.27
C.T. 1 - conversió	11440+580	25	278	410	67.8
Conversió - Recept.	11440+580	25	278	410	67.8

## 2.2. Intensitat de Curtcircuit en els conductors

Per a calcular la intensitat de curtcircuit es necessari conèixer la potència de curtcircuit de la xarxa de MT. La potència de curtcircuit de les dues línies es de 500MVA segons dades facilitades per la companyia FECSA-ENDESA.

La intensitat de curtcircuit es calcula segons la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

$I_{cc}$ : intensitat de curtcircuit

$S_{cc}$ : potència de curtcircuit de la xarxa en MVA

$U$ : tensió de servei en kV.

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 25} = 11,54 \text{ kA}$$

La relació existent entre la secció del cable i la intensitat de curtcircuit ve donada per la expressió:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot s$$

$I_{cc}$  = intensitat de curtcircuit en A

$t$ : temps que dura el curtcircuit.

$K$ : 93 (segons UNE20435)

$s$ : secció del conductor en  $\text{mm}^2$

La  $I_{cc}$  serà funció de la secció del conductor i del temps que duri del curtcircuit

Secció del Conductor ( $\text{mm}^2$ )	Duració del Curtcircuit (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,18	14,1	12,9
400	117,6	81,2	68	52,8	37,2	30,4	26,4	23,6	21,6

Prenent com a valor de duració mitjà del curtcircuit 0,5s la secció mínima resultant serà:

$$s = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{11540 \times \sqrt{0,5}}{93} = 87,75 \text{ mm}^2$$

Per tant, amb una secció de  $87,75 \text{ mm}^2$  n'hi hauria prou per a suportar curtcircuits de 0,5s, però s'ha optat per una secció de  $240 \text{ mm}^2$  com a mesura unificadora entre totes les línies de mitja tensió i per a tenir marge a l'hora d'ampliar la potència a transportar en elles.



### 2.3. Caigudes de Tensió

Les caigudes de tensió en la xarxa de MT seran pràcticament menyspreables ja que la longitud de la xarxa és relativament petita a proporció de les tensions que s'hi estan aplicant. Les caigudes de tensió es calculen en funció de la resistència a 50°C, de la reactància i del moment elèctric, per mitjà de la expressió:

$$U (\%) = \frac{P \times L}{10 \times U^2} \cdot (R_{50} + (X \cdot \operatorname{tg} \varphi))$$

$U$ : tensió en kV

$P$ : potència en kW

$L$ : longitud en km

$R_{50}$ : resistència a 50°C en  $\Omega/\text{km}$

$X$ : reactància en  $\Omega/\text{km}$

Les caigudes de tensió estan calculades des de les línies repartidores, del punt on s'intercepten fins els centres de transformació afectats en aquest projecte. Segons la informació de la companyia FECSA- ENDESA la tensió es de 25kV  $\pm$  3%, que mitjançant les diferents preses dels transformadors es pot regular.

La  $R_{50}$  i la  $X$  d'un conductor de secció 240 mm<sup>2</sup> són **0,140  $\Omega/\text{km}$**  i **0,101  $\Omega/\text{km}$**  respectivament, per el que les caigudes de tensió seran:

*Línia1:*

Tram	Longitud (km)	Pot. Carregada fins final de línia (kW)	Tensió (kV)	Caiguda de tensió (%)
Conversió - C.T. 1	0,143	14084	25	0,06952369
C.T.1 - C.T. 2	0,128	664	25	0,00293392
C.T. 2 - XR385	0,27	160	25	0,00149126
C.T.1 - XR022	0,4	12620	25	0,17425696

*Línia2:*

Tram	Longitud (km)	Pot. Carregada fins final de línia (kW)	Tensió (kV)	Caiguda de tensió (%)
Conversió - C.T.1	0,143	9616	25	0,04746804
C.T.1 - XR363	0,153	464	25	0,00245064
C.T.1 - 34618	1,2	9152	25	0,37911245

Exemple de càlcul, tram Conversió – C.T. 1:

$$U (\%) = \frac{9616 \times 0,143}{10 \times 25^2} \cdot (0,14 + (0,101 \cdot 0,75)) = 0,04746804 \%$$

### 3. Proteccions de les línies front a Curtcircuits .

El fet que es modifiquin les dues línies ens obliga a considerar la possibilitat d'haver de revisar i regular les proteccions de l'automàtic de capçalera front a possibles curtcircuits i defectes a terra.

Els canvis que aquests dos circuits tindran són més qualitatius que quantitius, es a dir, mentre la longitud total d'aquests gairebé no varia, es substitueix cable aeri per subterrani. Aquest últim punt és el que motiva l'estudi de les possibles modificacions a aplicar sobre les proteccions de les dues línies.

#### 3.1. Anàlisi dels Curt-Circuits

S'han de tenir en compte tres tipus de defectes:

- Curt-Circuit Tripolar
- Curt-Circuit Bipolar
- Curt-Circuit Unipolar

##### 3.1.1. Curt-Circuit Tripolar

Es dona quan les tres fases entren en contacte. Per calcular la Intensitat provocada pel defecte, vista des de capçalera, haurem de tenir en compte la impedància total del recorregut per on circularà aquest corrent:

$$\begin{aligned} & \text{Impedància equivalent a la Pcc a barres MT de capçalera de línia} \\ & \quad (Z_{Dr}) \\ & \quad + \\ & \quad \text{Impedància directa de la línia fins al punt del defecte} \\ & \quad (Z_{DLi}) \end{aligned}$$

Per trobar el valor de la intensitat de curtcircuit tripolar aplicarem la següent fórmula:

$$I_{cc3} = \frac{U}{Z_{Di} \cdot \sqrt{3}}$$

on  $Z_{Di} = Z_{Dr} + Z_{DLi}$  i és la impedància directa del sistema fins al punt del defecte.

##### 3.1.2. Curt-Circuit Bipolar

Es dona quan dues de les tres fases entren en contacte. Per calcular la intensitat provocada pel defecte, vista des de capçalera, haurem d'aplicar la següent equació:

$$I_{cc2} = \frac{I_{cc3} \cdot \sqrt{3}}{2}$$

### 3.1.3. Curt-Circuit Unipolar

Es dona quan una de les tres fases entra en contacte amb algun punt connectat a terra. Per calcular la Intensitat provocada pel defecte, vista des de capçalera, haurem de tenir en compte la impedància total del recorregut per on circularà aquest corrent:

#### Impedància Transformador AT/MT

$$\underline{(Z_{TR})}$$

+

#### Impedància Posta Terra Neutre

$$\underline{(Z_{PTN})}$$

+

#### Impedància Barres MT

$$\underline{(Z_{MT})}$$

+

#### Impedància Línia

$$\underline{(Z_{Linia})}$$

*(de capçalera al punt on apareix el defecte)*

+

#### Impedància del Defecte

$$\underline{(Z_{Def})}$$

Per trobar el valor de la intensitat de curtcircuit tripolar aplicarem la següent fórmula:

$$I_{CC1} = \frac{3 \cdot U}{Z_{CCMono} \cdot \sqrt{3}}$$

$$\text{on } Z_{CCMono} = Z_{TR} + Z_{PTN} + Z_{MT} + Z_{Linia} + Z_{Def}$$

*i és la impedància que veu el curtcircuit Unipolar.*

### 3.2. Estudi de les $I_{cc}$ abans i després de la modificació de les línies

Per garantir l'obertura de l'automàtic de capçalera de les línies front a incidències d'aquest tipus en qualsevol punt de la línia, haurem de complir la següent premissa:

*El valor de la intensitat de curtcircuit en el punt més allunyat de la línia, vist des de la capçalera, ha de ser capaç d'arrancar el relé de protecció i així provocar el dispar de l'automàtic de línia.*

Per demostrar si cal modificar les proteccions de capçalera respecte les actuals, farem un anàlisi comparatiu dels valors de les Intensitats de curtcircuit tripolar ( $I_{cc3}$ ), bipolar ( $I_{cc2}$ ) i unipolar ( $I_{cc1}$ ) de les dues línies (Línia 1 i Línia 2) abans i després de les modificacions d'ambdues.

Per fer-ho faré ús d'una programa realitzat amb Microsoft Excel pel departament de Proteccions de Fecsa-Endesa. Per trobar els valors desitjats em de introduir els següents paràmetres:

- Dades de la Subestació d'on s'alimenten les línies en qüestió:
  - Tensió en Alta
  - Tensió en Mitja
  - Potència de Curtcircuit al parc d'Alta Tensió
  - Potència transformador AT/MT
  - Impedància de la Posta a Terra de Neutre del transformador AT/MT
- Dades de la línia:
  - Longitud de cable per cada un dels diferents tipus (LA-110, CU240, etc.)

De les dades que obtindrem, ens interessa fixar-nos en els valors de  $I_{cc}$  en el tram més llunyà de cada una de les línies.

Llavors, una vegada calculats els valors, havent aplicat la variació a la línia, haurem de comprovar si aquestos estan per sota dels llindars actuals de les proteccions.



3.2.1. Càlcul Curtcircuits LINIA1 (Abans Modificació)

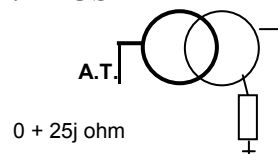
**Càlculo de cortocircuitos**

**LINIA1 (ABANS MODIFICACIO)**

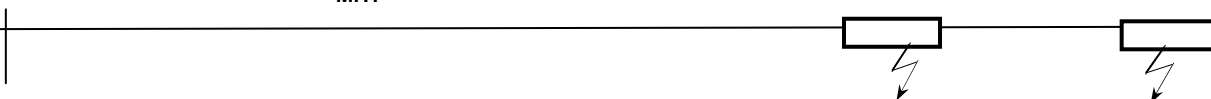
AT	
Z (ohms):	4,85
R (ohms):	0,00
X (ohms):	4,85
Pcc3 (MVA)	<b>2.496,0</b>
Int. (kA):	13,10
<u>P.a.t.</u>	
R (ohms):	<b>0</b>
X (ohms):	<b>25</b>

	BARRA MT	Tramos Línea	
Zdirecta (ohms):	1,19	5,68	6,10
R (ohms):	0,00	3,11	3,27
X (ohms):	1,19	4,75	5,15
Pcc3 (MVA) :	526,1	110,1	102,4
Icc3 (kA) :	<b>12,15</b>	<b>2,54</b>	<b>2,37</b>
Icc2 (kA) :	<b>10,52</b>	<b>2,20</b>	<b>2,05</b>
Icc1 (kA) :	<b>0,56</b>	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>
Zo, linea:		14,19	15,41
Z que ve el cc uni. (ohms)	77,38	96,46	98,56

E.R. REUS



M.T.



<b>Trafo Receptora</b>		<b>M.T.</b>
Tens.(kV)	<b>110,0</b>	<b>25,0</b>
Pot.Trafo (MVA):		<b>40,0</b>
Ecc(%):		<b>6,0</b>
(Desde AT) Xtrafo (ohms):		<b>18,15</b>

Cable:	<b>LA110A</b>	<b>CU240S</b>	
km:	<b>10,1</b>	<b>2,2</b>	km
R / km:	0,31	0,07	ohm / km
X / km:	0,35	0,19	ohm / km
Ztramo:	4,73	0,43	ohm
Rtramo:	3,11	0,16	ohm
Xtramo:	3,56	0,40	ohm
Rlinea:	3,11	3,27	ohm
Xlinea:	3,56	3,96	ohm
Zd, linea:	4,73	5,14	ohm

3.2.2. *Calcul Curtcircuits LINIA1 (Després Modificació)*

**Càlculo de cortocircuitos**

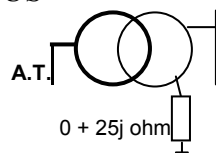
**LINIA1 (DESPRES MODIFICACIO)**

AT	
Z (ohms):	4,85
R (ohms):	0,00
X (ohms):	4,85
Pcc3 (MVA)	<b>2.496,0</b>
Int. (kA):	13,10
<u>P.a.t.</u>	
R (ohms):	<b>0</b>
X (ohms):	<b>25</b>

BARRA MT	
Zdirecta (ohms):	1,19
R (ohms):	0,00
X (ohms):	1,19
Pcc3 (MVA) :	526,1
Icc3 (kA) :	<b>12,15</b>
Icc2 (kA) :	<b>10,52</b>
Icc1 (kA) :	<b>0,56</b>
Zo, linea:	
Z que ve el cc uni. (ohms)	77,38

Tramos Línea		
	5,20	5,83
	2,79	3,03
	4,39	4,98
	120,1	107,2
	<b>2,77</b>	<b>2,47</b>
	<b>2,40</b>	<b>2,14</b>
	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>
	12,75	14,57
	94,43	97,54

E.R. REUS



M.T.





Trafo Receptora		M.T.
Tens.(kV)	110,0	25,0
Pot.Trafo (MVA):		40,0
Ecc(%):		6,0
(Desde AT) Xtrafo (ohms):		18,15

Cable:	LA110A	CU240S	
km:	9,1	3,2	km
R / km:	0,31	0,07	ohm / km
X / km:	0,35	0,19	ohm / km
Ztramo:	4,25	0,64	ohm
Rtramo:	2,79	0,24	ohm
Xtramo:	3,20	0,59	ohm
Rlinea:	2,79	3,03	ohm
Xlinea:	3,20	3,80	ohm
Zd, linea:	4,25	4,86	ohm

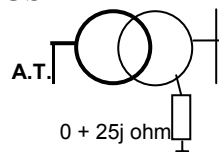
3.2.3. *Calcul Curtcircuits LINIA2 (Abans Modificació)*

**Càlculo de cortocircuitos**

**LINIA2 (ABANS MODIFICACIO)**

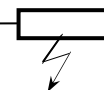
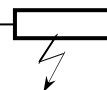
AT		BARRA MT		Tramos Línea	
Z (ohms):	4,85	Zdirecta (ohms):	1,19	4,55	6,20
R (ohms):	0,00	R (ohms):	0,00	2,36	2,98
X (ohms):	4,85	X (ohms):	1,19	3,89	5,44
Pcc3 (MVA)	<b>2.496,0</b>	Pcc3 (MVA) :	526,1	137,4	100,7
Int. (kA):	13,10	Icc3 (kA) :	<b>12,15</b>	<b>3,17</b>	<b>2,33</b>
<u>P.a.t.</u>		Icc2 (kA) :	<b>10,52</b>	<b>2,75</b>	<b>2,01</b>
R (ohms):	<b>0</b>	Icc1 (kA) :	<b>0,56</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>
X (ohms):	<b>25</b>	Zo, linea:		10,76	15,58
		Z que ve el cc uni. (ohms)	77,38	91,65	99,77

E.R. REUS



M.T.

Z que ve el cc uni. (ohms)



Trafo Receptora		M.T.
Tens.(kV)	110,0	25,0
Pot.Trafo (MVA):	40,0	
Ecc(%):	6,0	
(Desde AT) Xtrafo (ohms):	18,15	

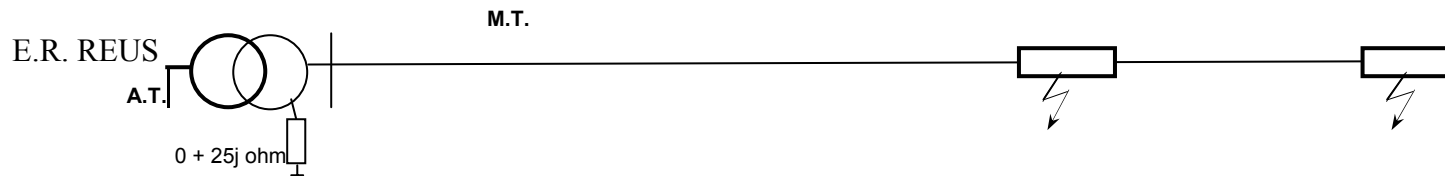
Cable:	LA110A	CU240S	
km:	7,7	8,4	km
R / km:	0,31	0,07	ohm / km
X / km:	0,35	0,19	ohm / km
Ztramo:	3,59	1,67	ohm
Rtramo:	2,36	0,62	ohm
Xtramo:	2,70	1,55	ohm
Rlinea:	2,36	2,98	ohm
Xlinea:	2,70	4,25	ohm
Zd, linea:	3,59	5,19	ohm

3.2.4. *Calcul Curtcircuits LINIA2 (Després Modificació)*

**Càlculo de cortocircuitos**

**LINIA2 (DESPRES MODIFICACIO)**

AT		BARRA MT		Tramos Línea	
Z (ohms):	4,85	Zdirecta (ohms):	1,19	4,10	5,96
R (ohms):	0,00	R (ohms):	0,00	2,06	2,75
X (ohms):	4,85	X (ohms):	1,19	3,55	5,29
Pcc3 (MVA)	<b>2.496,0</b>	Pcc3 (MVA) :	526,1	152,5	104,9
Int. (kA):	13,10	Icc3 (kA) :	<b>12,15</b>	<b>3,52</b>	<b>2,42</b>
<u>P.a.t.</u>		Icc2 (kA) :	<b>10,52</b>	<b>3,05</b>	<b>2,10</b>
R (ohms):	<b>0</b>	Icc1 (kA) :	<b>0,56</b>	<b>0,48</b>	<b>0,44</b>
X (ohms):	<b>25</b>	Zo, linea:		9,39	14,81
		Z que ve el cc uni. (ohms)	77,38	89,76	98,83



<b>Trafo Receptora</b>		<b>M.T.</b>
Tens.(kV)	<b>110,0</b>	<b>25,0</b>
Pot.Trafo (MVA):	<b>40,0</b>	
Ecc(%):	<b>6,0</b>	
(Desde AT) Xtrafo (ohms):	<b>18,15</b>	

	<b>LA110A</b>	<b>CU240S</b>	
Cable:			
km:	<b>6,7</b>	<b>9,4</b>	km
R / km:	0,31	0,07	ohm / km
X / km:	0,35	0,19	ohm / km
Ztramo:	3,13	1,87	ohm
Rtramo:	2,06	0,70	ohm
Xtramo:	2,36	1,74	ohm
Rlinea:	2,06	2,75	ohm
Xlinea:	2,36	4,10	ohm
Zd, linea:	3,13	4,94	ohm

### 3.2.5. *Conclusions de la comparativa de valors de Icc*

Es pot apreciar en les dues línies que la variació de les intensitats de curt circuit en els punts més allunyats de capçalera és gairebé inapreciable, tenint en conte la magnitud d'aquestes dades.

Cal comentar que el fet d'haver substituït cable aeri per subterrani, fa que els valors del diferents tipus de curt circuits hagi augmentat.

	LINIA 1		LINIA 2	
	Abans	Després	Abans	Després
lcc3 (kA) :	<b>2,37</b>	<b>2,47</b>	<b>2,33</b>	<b>2,42</b>
lcc2 (kA) :	<b>2,05</b>	<b>2,14</b>	<b>2,01</b>	<b>2,10</b>
lcc1 (kA) :	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,43</b>	<b>0,44</b>

Així doncs podem dir que no es necessari regular els relés de protecció per defectes d'aquest tipus ja que el resultat de l'anàlisi dona valors molt per sobre, encara, dels llindars de disparo.

## 4. Centres de Transformació

### 4.1. Potència a Instal·lar

La potència a instal·lar en els diferents centres de transformació està directament relacionada amb la potència de les línies que aquest distribueix, i a més la potència de les línies està condicionada al total de vivendes i serveis a construir segons la MIE-BT 010, segons les dades obtingudes en l'apartat 1.1:

- Vivendes en blocs de pisos: 138
- Vivendes en cases unifamiliars: 68
- 3 Locals amb una superfície total de 3330m<sup>2</sup>
- 1 enllumenat públic

La potència total a instal·lar serà de 1359kVA, que es repartiran en dos centres de transformació: un de 1000kVA i un altre de 630kVA.

### 4.2. Corrent de Mitja Tensió

Per a calcular la intensitat en el primari d'un transformador s'aplicarà la següent fórmula:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_p}$$

$I_p$  : intensitat en el primari en A  
 $S$  : potència del transformador en kVA  
 $U_p$  : tensió en el primari en kV

Tenint en compte que la tensió en que alimentarem el primari serà de 25kV i que les potències del transformadors són de 1000kVA i de 630kVA, les intensitats seran:

C.T.1 ( 1000kVA ):

$$I_p = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 25} = \mathbf{23,09 \text{ A}}$$

C.T.2 ( 630kVA ):

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \times 25} = \mathbf{14,54 \text{ A}}$$

### 4.3. Sistema de Ventilació dels prefabricats PF

La ventilació en les casetes prefabricades d'ORMAZABAL es produeix per circulació natural d'aire a través de dos reixes del centre de transformació que porten per defecte, situades en la part inferior de la porta d'accés i en la porta superior darrere el transformador.

En els centres de transformació de més de 630kVA, s'afegeixen quatre reixes addicionals en la paret lateral de 0,52m<sup>2</sup> cadascuna.

La ventilació natural té per objecte dissipar per convecció natural la densitat que envolta el transformador que es produeix a la variació de temperatura.

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

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

P: potència en pèrdues del transformador.

S: superfície d'entrada d'aire en m<sup>2</sup>.

Γ: coeficient de forma de les reixes de ventilació. ( en el nostre cas 0,4)

H: distància entre centres geomètrics de les finestres de ventilació.

t<sub>i</sub>: temperatura màxima admissible en l'interior del CT.

t<sub>e</sub>: temperatura màxima prevista en l'exterior del CT.

Es suposen iguals les seccions de les reixes d'entrada i sortida d'aire.

*Dades inicials:*

		<b>Transformador 1 ( 1000kVA )</b>	<b>Transformador 2 ( 630kVA )</b>
<b>Pèrdues del transformador [ kW ]</b>	$p_e$	15	12,5
<b>Temperatura d'entrada d'aire [°C ]</b>	$t_e$	30	30
<b>Temperatura de sortida d'aire [°C ]</b>	$t_i$	45	45
<b>Superfície d'entrada [ m<sup>2</sup> ]</b>	$S_1$	3,81	2,77
<b>Superfície de sortida [ m<sup>2</sup> ]</b>	$S_2$	3,81	2,77
<b>Alçada del transformador [ m ]</b>	$h_1$	1,5	1,5
<b>Alçada de sortida d'aire [ m ]</b>	$h_2$	2,25	2,25



- Cabal d'entrada:

$$Q_1 = P_e x \frac{866}{0,238x(t_2 - t_1)x3600} x \frac{273 + t_1}{342xp_{aire}} \quad (m^3/s)$$

- Cabal de sortida:

$$Q_2 = P_e x \frac{866}{0,238x(t_2 - t_1)x3600} x \frac{273 + t_2}{342xp_{aire}} \quad (m^3/s)$$

- Pressió natural o alçada de columna d'aire.

$$h_n = \frac{v^2}{2xgx \left(1 + \frac{t}{273}\right)} \quad (mc_{aire})$$

- Velocitat de l'aire

$$v = \frac{Q}{S} \quad (m/s)$$

Els resultats de les equacions seran:

	<b>Trafo 1 ( 1000kVA )</b>	<b>Trafo 2 ( 630kVA )</b>
$Q_1 [ m^3 / s ]$	0,790	0,746
$Q_2 [ m^3 / s ]$	0,834	0,783
$v_2 [ m/s ]$	0.207	0,283
$S [ m^2 ]$	<b>1,79</b>	<b>1,5</b>

Com es pot veure en la taula anterior les superfícies mínimes calculades són menys elevades que les adoptades per als centres de transformació, per tant hi haurà una bona refrigeració natural i no serà necessària una ventilació forçada.

#### 4.4. Instal·lacions de posta a terra.

Tota instal·lació elèctrica ha de disposar d'una protecció o instal·lació de terres dissenyada en forma tal que, en qualsevol punt normalment accessible al interior o exterior de la mateixa on les persones poden circular o romandre, aquestes quedin sotmeses com a

màxim a les tensions de pas i contacte ( durant qualsevol defecte en la instal·lació elèctrica o en la xarxa unida a ella ) que resultin de l'aplicació de les fórmules que es recullen més endavant.

Quant es produeix un defecte a terra, aquest s'elimina mitjançant l'obertura d'un interruptor que dispara per l'ordre que transmet un relé que controla la intensitat de defecte. El relé que provoca la desconexió inicial és un relé de temps dependent, si no es produeix el reenganxament ràpid ( menys de 0,5s ) s'assegurarà l'obertura mitjançant un relé a temps independent, en el que el temps d'actuació no depèn del valor de la sobreintensitat en un temps prefixat que per al nostre cas serà de 0,5s.

Els relés de temps dependent actuen segons l'expressió:

$$t = \frac{K'}{r^{n'} - 1}$$

$t$ : temps d'actuació del relé en s.

$r$ : quocient entre la intensitat de defecte ( $I_d$ ) i la intensitat d'arranc del relé ( $I_a$ ) referida al primari.

$K'$  i  $n'$ : paràmetres que depenen de la corba característica intensitat-temps del relé.

En aquest cas les constants del relé utilitzat són:

$$K' = 1,35$$

$$n' = 1$$

$$I_a = 50 \text{ A}$$

Per a evitar que la sobretensió que apareix al produir-se un defecte en l'aïllament del circuit d'alta tensió deteriori els elements de baixa tensió del C.T., l'elèctrode de posta a terra haurà de tenir un efecte limitador, de forma que la tensió de defecte ( $V_d$ ) sigui inferior a 8000V, que es el nivell d'aïllament de les instal·lacions de BT del CT.

$$V_d = R_t \times I_d \leq 8000 \text{ V}$$

Per a calcular la intensitat de defecte només es considerarà la impedància de la posta a terra del neutre de la xarxa de mitja tensió i la resistència del elèctrode de posta a terra mitjançant la fórmula:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$U$ : tensió de servei en V

$R_n = 0 \Omega$ , Resistència de la posta a terra del neutre de la xarxa en  $\Omega$

$X_n = 25 \Omega$ , Reactància de la posta a terra del neutre de la xarxa en  $\Omega$

$R_t$ : Resistència de la posta a terra de protecció del CT en  $\Omega$

Amb les fórmules anteriors i resolent el sistema de dos equacions tindrem:

$$V_d = R_t \times I_d \leq 8000 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3}x\sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$I_d = 480,76 \text{ A}$$

$$R_t = 16,64 \text{ } \Omega$$

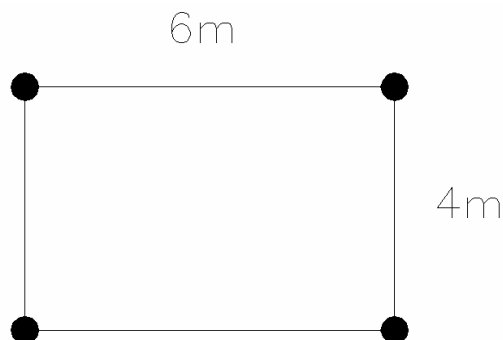
Per a poder triar l'elèctrode s'haurà de calcular el valor màxim unitari de la resistència de posta a terra de l'elèctrode ( $K_r$ ), tenint en compte el valor de la  $R_t$  obtingut i que la resistivitat del terreny es  $\rho = 120 \text{ } \Omega \times \text{m}$ , mitjançant l'expressió:

$$K_r = \frac{R_t}{\rho} = \frac{16,64}{130} = 0,128 \text{ } \Omega/\Omega \times \text{m}$$

Amb el valor obtingut de  $K_r$  es seleccionarà el tipus d'elèctrode en funció de les dimensions del CT, aquest haurà de complir amb el requisit de tenir una  $K_r$  inferior a la obtinguda. L'elèctrode elegit de l'Annex 2 del document UNESA "Metodo de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación" té la designació 60-40/5/42, i els paràmetres característics expressats en valors unitaris són:

Resistència de posta a terra	→ $K_r = 0,08$
Tensió de pas a l'exterior	→ $K_p = 0,0177$
Tensió de pas en l'accés al C.T.	→ $K_c = 0,0389$

L'elèctrode de posta a terra format per 4 piques de 2m de longitud i un diàmetre 14mm, enterrades a 0,5, i situades en els vèrtexs d'un rectangle de 6x4m format amb coure nu de  $50\text{mm}^2$ , tal i com es mostra en la figura:



Els valors més significatius calculats amb els paràmetres del elèctrode tipus 60/40/5/42 són:

- Resistència de posta a terra:

$$R'_t = K_r \times \rho = 0,08 \times 130 = \mathbf{10,4 \Omega}$$

- Intensitat de defecte:

$$I'_d = \frac{25000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 10,4)^2 + 25^2}} = \mathbf{533,06A}$$

- Tensió de pas en l'exterior:

$$V'_p = K_p \times \rho \times I'_d = 0,0177 \times 130 \times 533,06 = \mathbf{1226 V}$$

(23)

- Tensió de pas en l'accés al C.T:

$$V'_{p(acc)} = K'_c \times \rho \times I'_d = 0,0389 \times 130 \times 533,06 = \mathbf{2695,68 V}$$

(24)

- Tensió de defecte:

$$V'_d = R'_t \times I'_d = 10,4 \times 533,06 = \mathbf{5543,8 V}$$

(25)

El temps d'actuació del relé es calcula aplicant la fórmula exposada anteriorment:

$$t' = \frac{1,35}{\left(\frac{533,06}{50}\right)^1 - 1} = 0,14 \text{ s}$$

La duració de la falta serà la suma dels temps parcials:

$$t = t' + t'' = 0,14 + 0,5 = 0,64 \text{ s}$$

Per a comprovar que l'elèctrode elegit és el correcte calcularem els valors màxims admissibles, que puguin estar sotmesos les persones, de les tensions de pas en l'exterior i en l'accés al CT segons la ITC 13 del RCE, sabent que:

- si  $0,9 \geq t > 0,1 \rightarrow K = 72$  y  $n = 1$
- resistivitat del formigó  $\rho' = 3000 \Omega\text{m}$

- *Tensió de pas:*

$$V_p = \frac{10K}{t^n} x \left( 1 + \frac{6\rho}{1000} \right)$$

- *Tensió de pas en l'accés al CT:*

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10K}{t^n} x \left( 1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right)$$

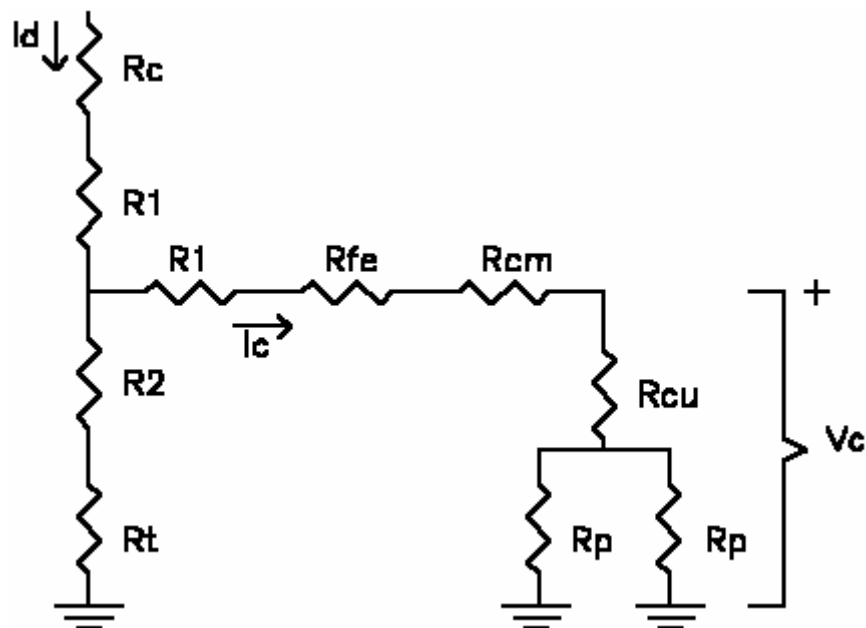
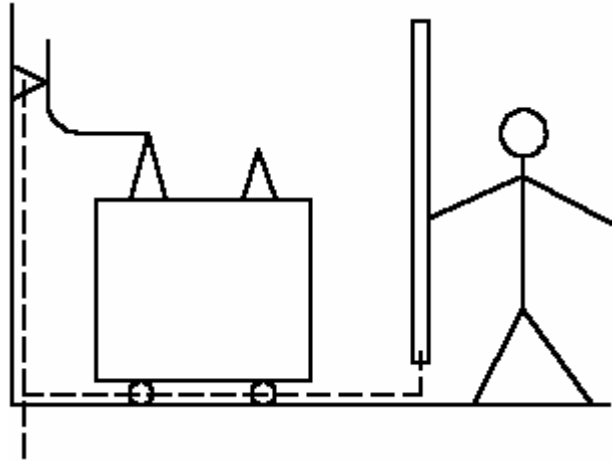
Tensió de pas en l'exterior (V)	$V'_p = 1226$	$\leq$	$V_p = 2002,5$
Tensió de pas en l'accés al CT (V)	$V'_{p(\text{acc})} = 2695,6$	$\leq$	$V_{p(\text{acc})} = 11688,7$
Tensió de defecte (V)	$V'_d = 5543,8$	$\leq$	$V_d = 8000$
Intensitat de defecte (A)	$I'_d = 533,06$	$>$	$I_d = 50$

Al ser la tensió de defecte  $V'_d = 6245,88 > 1000\text{V}$  els sistemes de terra de protecció i de servei tenen que estar separats, la distància de separació entre els dos sistemes es calcula segons l'expressió:

$$D = \frac{\rho \times I'_d}{2000 \times \pi} = \frac{130 \times 533,06}{2000 \times \pi} = 11,02 \text{ m}$$

#### 4.4.1. Càlcul de la tensió de contacte en l'interior del C.T.

Una situació possible, és la perforació d'un aïllador, quan una persona està tocant els ancoratges del tancament de la mampara del transformador. L'esquema equivalent seria el següent:



Les resistències de l'esquema seran:

$R_c$ : Resistència de contacte del conductor de fase amb la part metàl·lica. Aquest valor pot ser apreciable segons la naturalesa de la falta. En el nostre càlcul la menysprearem.

$R_1$ : Resistència de la de terres des de l'element metàl·lic al conductor principal de terra (suposem 2m. De conductor de Cu de 50mm<sup>2</sup>).

$$R_1 = \rho (l \div S) = 0.018 (2 \div 50) = 7 \cdot 10^{-4} \Omega.$$

- R2: Resistència de la línia d'unió del conductor principal a l'elèctrode de terra (suposem 5m. de conductor de Cu de 50mm<sup>2</sup>).  
 $R_2 = \rho (l \div S) = 0.018 (5 \div 50) = 1.8 \cdot 10^{-3} \Omega$ .
- Rfe: Resistència de la part metàl·lica de contacte amb la línia de terra de protecció, es variable segons el punt de contacte, suposem que es nul·la.
- Rcm: Resistència de contacte de la mà. El personal que manipuli els elements del C.T., haurà d'utilitzar guants, però suposem que toca directament amb la ma, així en resulta que la resistència és nul·la.
- Rcu: Resistència del cos humà,  $R_{cu} = 1000\Omega$ .
- Rp: Resistència de posta a terra del peu, com en l'interior del local el sol es de formigó  $\rho = 3000\Omega \cdot m$ , resultant:  $R_p = 3 \rho = 3 \cdot 3000 = 9000 \Omega$ .
- Rt: Resistència de difusió de posta a terra,  $R_t = 9.75 \Omega$ .

La tensió de contacte ve donada per:

$$V_c = I_c \cdot R_{\text{equivalent}}$$

Substituint:

$$I_c = (9.7518 \div 5509.7518) \cdot 1.616 = 0.00286 \text{ A.}$$

$$R_{\text{equivalent}} = (9000 \div 2) + 1000 = 5500 \Omega.$$

Per tant la tensió de contacte serà:

$$V_c = I_c R_{\text{equivalent}} = 0.00286 \cdot 5500 = 15.73 \text{ V.} < 792 \text{ V.}$$

## 5. Càlculs mecànics de L.A.M.T.

### 5.1. Tensions produïdes pel conductor.

S'ha de tenir en compte que els conductors pel seu propi pes provoquen una tensió que vindrà donada per Kg/m. A més s'hi han d'afegir les forces provocades per causes meteorològiques com són el vent i el gel. Depenent en la zona on s'hagin d'instal·lar s'ha de tenir en compte una opció o l'altre, o en casos especials totes dues.

- Zona A ; alçada < 500m
- Zona B , 500m < alçada < 1000m
- Zona B ; alçada > 1000m

Per a la zona A les càrregues a tenir en compte seran:

$$P_0 = \sqrt{P_p^2 + P_v^2} = \sqrt{P_p^2 + \left(\frac{k \cdot d}{1000}\right)^2}$$

$$k = 60 \text{ Kg/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$k = 50 \text{ Kg/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm}$$

Per a les zones B i C :

$$P_0 = P_p + P_h = P_p + \left[ \frac{k \cdot \sqrt{d}}{1000} \right]$$

$$k = 180 \text{ Zona B}$$

$$k = 360 \text{ Zona C}$$

$P_p$ : pes propi del conductor ( Kg/m )

$P_0$ : pes total del conductor en les condicions més desfavorables ( Kg/m ).

$P_v$ : sobrecàrrega de vent ( Kg/m ).

$P_h$ : sobrecàrrega de gel ( Kg/m ).

$d$ : diàmetre del conductor ( mm ).



## 5.2. Va de regulació.

En el cas de tenir dos vans amb un o més ancoratges en suspensió s'haurà d'aplicar la següent fórmula per tal d'obtenir la longitud de va ideal. En el nostre cas no s'haurà d'utilitzar ja que en les torres afectades s'instal·laran amarres i la longitud en aquest cas es directament la separació entre suports.

$$a_R = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

$a_R$  = va ideal de regulació ( m )

$\sum a$  = sumatori dels vas afectats ( m )

## 5.3. Desequilibri de traccions.

Per a calcular el desequilibri de traccions provocat per les traccions s'haurà de tenir en compte la equació del canvi de condicions. Aquesta equació permet calcular la tensió a que estarà sotmès un conductor en unes condicions determinades de temperatura i sobrecàrrega, partint d'una tensió fixada prèviament per altres condicions inicials de temperatura i sobrecàrrega.

Es poden tenir diferents criteris a l'hora de fixar els valors inicials en l'equació:

- **Límit estàtic:** Es fixa el que en la hipòtesis més desfavorable de tracció màxima, segons la zona d'altitud, el conductor aconseguixi la tensió corresponent a la seva càrrega de ruptura dividida pel coeficient de seguretat elegit.
- **Límit dinàmic:** Es fixa que a 15°C sense vent el conductor aconseguixi una tensió donada en % de la seva càrrega de ruptura ( E.D.S., la tensió de cada dia Every Day Strength). Aquesta tensió serà constant en tots els vans a aquesta temperatura.

$$E.D.S. = \left( \frac{T_h}{Q_R} \right) \cdot 100 < 18$$

$T_h$ : component horitzontal de la Tensió o Tensió Horitzontal en les condicions finals considerades, per al va de regulació (kg). Zones A i B,  $t^a = 15^\circ\text{C}$  ; ZonaC ,  $t^o = 10^\circ\text{C}$ . Sobrecàrrega: cap  
 $Q_R$ : càrrega de ruptura del conductor (kg).

En la hipòtesis amb sobrecàrrega, la tensió va creixent al augmentar la longitud del va, existint un va màxim par a cada zona d'altitud, al ser diferent en cada cas. El va màxim serà aquell en que s'arribi a una tensió igual a la càrrega de ruptura dividida pel coeficient de seguretat.

Els càlculs s'han realitzat utilitzant el límit dinàmic, fixant un valor per al E.D.S. = 8%.

Les condicions bàsiques per al límit dinàmic són:

- EL coeficient de seguretat a la ruptura no serà inferior a .
- La tensió de treball dels conductors a 15°C , sense sobrecàrrega, serà la del E.D.S.

Partint d'una situació inicial en les condicions de tensió màxima horitzontal ( $T_{oh}$ ), es pot obtenir una tensió horitzontal final ( $T_h$ ) en altres condicions diferents per a cada va de regulació (tram de línia), i una fletxa ( $F$ ) en aquestes condicions finals, per a cada va real d'aquest tram.

La tensió horitzontal en unes condicions finals donades, s'obté mitjançant l'equació del Canvi de Condicions:

$$\frac{P^2 \cdot a^2}{24 \cdot T^2} - \frac{T^2}{E \cdot S} + \delta \cdot t = cte$$

P: pes del cable en Kg/m

A: separació de suports en mm

T: tensió mecànica en Kg

E: mòdul d'elasticitat en Kg/mm<sup>2</sup>

S: secció d el conductor en mm<sup>2</sup>

$\delta$ : coeficient de dilatació del cable en °C<sup>-1</sup>

En el nostre cas per a simplificar els càlculs s'ha utilitzat l'equació del canvi de condicions de la següent manera:

$$T^2 \cdot (T + A) = B$$

$$A = -T_1 + E \cdot \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{E \cdot a^2}{24} \cdot \frac{P_1^2}{T_1}$$

$$B = \frac{E \cdot a^2}{24} P_2^2$$

*Tensió màxima*

Condicions inicials a considerar en l'equació del canvi de condicions.

a) Zona A  
t = -5°C  
Sobrecàrrega: vent ( P<sub>v</sub> )

b) Zona B  
t = -15°C  
Sobrecàrrega: gel ( P<sub>h</sub> )

c) Zona C  
t = -20°C  
Sobrecàrrega: gel ( P<sub>h</sub> )

### 5.4. Fletxa en les condicions inicials

La fletxa per a suports situats a la mateixa alçada es calcula amb la següent fórmula:

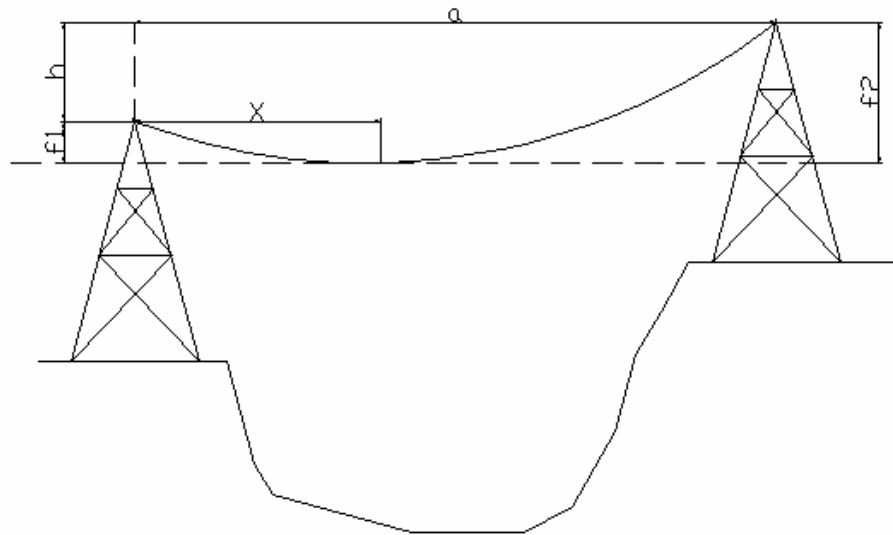
$$f = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T}$$

a: va ( m )

P: pes del conductor amb o sense càrrega en daN/m

T: tensió total del conductor en daN.

La fletxa per a suports situats a diferent nivell es calcularà amb les següents fórmula:



$$f_1 = \frac{P \cdot X^2}{2 \cdot T}$$

$$f_2 = \frac{P \cdot (a - X)^2}{2 \cdot T}$$

$$X = \frac{a}{2} - \frac{T \cdot h}{P \cdot a}$$

$f_1$ : fletxa des del primer suport (m)

$f_2$ : fletxa des del segon suport (m)

X: distància des del primer suport fins al punt de fletxa màxima (m)

P: pes del conductor amb o sense càrrega, en força (daN)

T: tensió total del conductor (daN)

*Fletxa màxima*

Condicions finals a considerar en l'equació del canvi de condicions:

a) Hipòtesis de vent.

$t = + 15^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecàrrega: Vent ( $P_v$ )

b) Hipòtesis de temperatura.

$t = + 50^{\circ}\text{C}$

Sobrecàrrega: cap

c) Hipòtesis de gel.

$t = 0^{\circ}\text{C}$

Sobrecàrrega: gel ( $P_h$ )

Zona A: Es consideren les hipòtesis a) i b).

Zones B i C: Es consideren les hipòtesis a),b) i c).

*Fletxa mínima*

Condicions finals a considerar en l'equació del canvi de condicions:

a) Zona A

$t = -5^{\circ}\text{C}$

Sobrecàrrega: cap

b) Zona B

$t = -15^{\circ}\text{C}$

Sobrecàrrega: cap

c) Zona C

$t = -20^{\circ}\text{C}$

Sobrecàrrega: cap

## 5.5. Càlcul de suports

Per al càlcul de suports, segons el R.L.A.A.T., es consideren aquestos sotmesos als següents esforços:

### *Suports de línies en Zona A*

Tipo de apoyo	1ª. Hipótesis (Viento)	3ª. Hipótesis Desequilibrio de tracciones	4ª. Hipótesis Rotura de conductores
Alineación	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Desequilibrio de tracciones (ap. 1) (art. 18) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Rotura de conductores (ap. 1) (art. 19) Temperatura -5°C.
Ángulo	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Resultante de ángulo (art. 20) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Desequilibrio de tracciones (ap. 1) (art. 18) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Rotura de conductores (ap. 1) (art. 19) Temperatura -5°C.
Anclaje	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Desequilibrio de tracciones (ap.1) (art. 18) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 16) Rotura de conductores (ap. 2) (art. 19) Temperatura -5°C.
Fin de línea	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Desequilibrio de tracciones (ap. 3) (art. 18) Temperatura -5°C.		Cargas permanentes (art. 16) Rotura de conductores (ap. 3) (art. 19) Temperatura -5°C.

## Suports de línies en zones B i C

<b>Tipo de apoyo</b>	<b>1ª. Hipótesis (Viento)</b>	<b>2ª. Hipótesis (Hielo)</b>	<b>3ª. Hipótesis Desequilibrio de tracciones</b>	<b>4ª. Hipótesis Rotura de conductores</b>
Alineación	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Temperatura 5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Desequilibrio de tracciones (ap.1) (art. 18) Temperatura según zona (ap.1) (art.27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Rotura de conductores (ap.1) (art. 19) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)
Ángulo	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art.16) Temperatura 5°C. Resultante del ángulo (art. 20) Temperatura 5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Resultante del ángulo (art. 20) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Desequilibrio de tracciones (ap.1) (art. 18) Temperatura según zona (ap.1) (art.27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art.17) Rotura de conductores (ap.1) (art. 19) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)
Anclaje	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Temperatura 5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Desequilibrio de tracciones (ap.2) (art. 18) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Rotura de conductores (ap.2) (art. 19) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)
Fin de línea	Cargas permanentes (art. 15) Viento (art. 16) Desequilibrio de tracciones (ap.3) (art. 18) Temperatura -5°C.	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Desequilibrio de tracciones (ap.3) (art. 18) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)	-	Cargas permanentes (art. 15) Hielo según zona (art. 17) Rotura de conductores (ap.3) (art. 19) Temperatura según zona (ap.1) (art. 27)

*Càpitol 4 del R.A.T. Articles 14-20***Acciones a considerar en el cálculo****Cargas y sobrecargas a considerar**

**Art. 14.-** El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea, cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes.

En el caso de que puedan preverse acciones de todo tipo mal desfavorables que las que a continuación se prescriben, deberá el proyectista adoptar de modo justificado valores distintos a los establecidos, sometiéndose en todo caso a lo dispuesto en el último párrafo de artículo 1º.

**Cargas permanentes**

**Art. 15.-** Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, aisladores, herrajes, cables de tierra - si los hubiere -, apoyos y cimentaciones.

**Presiones debidas al viento**

**Art. 16.-** Se considerará un viento de 120 kilómetros-hora (33,3 m./segundo) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción de este viento da lugar a las presiones que a continuación se indican, sobre los distintos elementos de la línea:

- Sobre conductores y cables de tierra de un diámetro igual o inferior a 16 mm. 60 kg. / m<sup>2</sup>
- Sobre conductores y cables de tierra de un diámetro superior a 16 mm. 50 kg. / m<sup>2</sup>
- Sobre superficies planas : 100 Kg. / m<sup>2</sup>
- Sobre superficies cilíndricas de los apoyos, como postes de madera, hormigón, tubos, etc. : 70 kg. / m<sup>2</sup>

- Sobre estructuras de celosía de cuatro caras realizadas con perfiles metálicos normales:

Cara de barlovento .....  $160.(1 - \eta) \text{Kg} / \text{m}^2$

Cara de sotavento .....  $80.(1 - \eta) \text{Kg} / \text{m}^2$

- Sobre estructuras de celosía de cuatro caras realizadas en perfiles cilíndricos:

Cara de barlovento .....  $90.(1 - \eta) \text{Kg} / \text{m}^2$

Cara de sotavento .....  $45.(1 - \eta) \text{Kg} / \text{m}^2$

Las presiones anteriormente indicadas se considerarán aplicadas sobre las proyecciones de las superficies reales en un plano normal a la dirección del viento.

Estos valores son válidos hasta una altura de 40 metros sobre el terreno circundante, debiendo para mayores alturas adoptarse otros valores debidamente justificados.



El coeficiente  $\eta$  que interviene en las expresiones relativas a los apoyos de celosía, es el coeficiente de opacidad, relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta. Las expresiones son válidas hasta  $\eta = 0.5$ , debiendo adoptarse el valor de la expresión correspondiente  $\eta = 0.5$  a para los valores de  $\eta$  superiores.  
No se tendrá en cuenta el efecto de pantalla entre conductores ni aún en el caso de haces de conductores de fase.

### Sobrecargas motivadas por el hielo

**Art. 17.-** A estos efectos el país se clasifica en tres zonas:

**Zona A:** La situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

**Zona B:** La situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.

**Zona C:** La situada a una altitud superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Las sobrecargas serán las siguientes:

**Zona A:** No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

**Zona B:** Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$180 \times \sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo **d** el diámetro del conductor o cable de tierra en mm.

**Zona C:** Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$360 \times \sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo **d** el diámetro del conductor o cable de tierra en mm.

### Desequilibrio de tracciones

**Art. 18.-**

**1.- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo.-** Se considerará un esfuerzo longitudinal equivalente al 8 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se considerará distribuido en el eje del apoyo a la altura de los de fijación de los conductores y cables de tierra. En el caso de realizarse el estudio analítico completo de los posibles desequilibrios de las tensiones de los conductores, podrá sustituirse el anterior valor por los valores resultantes del análisis.

**2.- Desequilibrio en apoyos de anclaje.-** Se considerará, por este concepto, un esfuerzo equivalente al 50 por 100 de las tracciones unilaterales de los conductores y cables de tierra, considerándose distribuido este esfuerzo en el eje del apoyo en forma análoga a la indicada en el apartado 1 del artículo 18.

**3.- Desequilibrio en apoyos de fin de línea.-** Se considerará por el mismo concepto un esfuerzo igual al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta, por consiguiente, la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

**4.- Desequilibrios muy pronunciados.-** En los apoyos de cualquier tipo que tengan un fuerte desequilibrio de los vas contiguos, deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en la hipótesis de máxima tensión de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán los valores de dicho análisis.

### Esfuerzos longitudinales por rotura de conductores

**Art. 19.-**

**1.- En apoyos de alineación y de "ángulo".-** Se considerará el esfuerzo unilateral, correspondiente a la rotura de un solo conductor o cable de tierra. Este esfuerzo se

considerará aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento de apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

Previas las justificaciones pertinentes, podrá tenerse en cuenta la reducción de este esfuerzo, mediante dispositivos especiales adoptados para este fin ; así como la que pueda originar la desviación de la cadena de aisladores de suspensión.

Teniendo en cuenta este último concepto, el valor mínimo admisible del esfuerzo de rotura que deberá considerarse será el 50 por 100 de la tensión del cable roto en las líneas con uno o dos conductores por fase y circuito : el 75 por 100 de la tensión del cable roto en las líneas con tres conductores por fase y circuito ; no pudiéndose considerar reducción alguna por desviación de la cadena en las líneas con cuatro o más conductores por fase y circuito.

**2.- En apoyos de anclaje.-** Se considerará el esfuerzo correspondiente a la rotura de un cable de tierra o de un conductor en las líneas con un solo conductor por fase y circuito, sin reducción alguna de su tensión, y en las líneas con conductores en haces múltiples, se considerará la rotura de un cable de tierra o la rotura total de los conductores de un haz de fase pero supuestos aquellos con una tensión mecánica igual al 50 por 100 de la que les corresponde en la hipótesis que se considere, no admitiéndose sobre los anteriores esfuerzos reducción alguna.

Este esfuerzo se considerará aplicado en forma análoga que en los apoyos de alineación y de "ángulo".

**3.- En apoyos de fin de línea.-** Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje según el apartado 2 del artículo 19, pero suponiendo en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda de acuerdo con la hipótesis de carga.

**Art. 20.-** En los apoyos de ángulo se tendrá además en cuenta el esfuerzo resultante de ángulos de las tracciones de los conductores y cables de tierra.

### *Càrregues permanents*

Es consideraran les càrregues verticals degudes al pes dels diferents elements: conductors en sobrecàrrega ( segons hipòtesi ), aïlladors, ancoratges i cables de terra si ni haguessin.

En totes les hipòtesis en zona A i en la hipòtesis de vent en zones B i C, el pes que gravita sobre els suports degut al conductor i a la seva sobrecàrrega "P<sub>CV</sub>" serà:

$$P_{CV} = L_V \cdot P_{pV} \cdot \cos \alpha \cdot n$$

L<sub>V</sub>: longitud del conductor que gravita sobre el suport en les condicions de -5°C amb sobrecàrrega de vent (m).

P<sub>pV</sub>: pes propi del conductor amb sobrecàrrega de vent (Kg/m).

α: angle que forma la resultant del vent amb el pes propi del conductor.

n: nombre total de conductors.

Longitud del cable:

$$L_v = 2 \cdot c \cdot \sinh \frac{a}{2 \cdot c}$$

$$c = \frac{T}{P}$$

a: va, separació horitzontal entre els suports(m).

T: tensió mecànica del cable (Kg)

P: pes unitari del cable (Kg/m)

En totes les hipòtesis en zones B i C, excepte en la hipòtesis 1a de Vent, el pes que gravita sobre els suports degut al conductor i la seva sobrecàrrega “ P<sub>Ch</sub>” serà:

$$P_{Ch} = Lh \cdot P_{ph} \cdot n$$

Lh: Longitud del conductor que gravita sobre el suport en les condicions de -15°C (Zona B ) o -20°C ( Zona C ) amb sobrecàrrega de gel (m).

P<sub>ph</sub>: Pes propi del conductor amb sobrecàrrega de gel (Kg/m).

n: número de conductors.

En totes les zones i en totes les hipòtesis s’haurà de considerar el pes dels ancoratges i la cadena d’aïlladors “P<sub>CA</sub>”, així com el número de cadenes d’aïlladors del suport “nc”.

### *Esforços del vent*

L’esforç del vent sobre els conductors “F<sub>VC</sub>” en la hipòtesis 1a per a les zones A, B i C s’obté de la següent forma:

Suports d’alineació i ancoratge:

$$F_{VC} = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot 2 \cdot d \cdot n \cdot k$$

Suports final de línia:

$$F_{VC} = \frac{a}{2} \cdot 2 \cdot d \cdot n \cdot k$$

Suports d'angle:

$$F_{VC} = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot 2 \cdot d \cdot n \cdot k \cdot \cos\left[\frac{180 - \alpha}{2}\right]$$

$a_1$ : projecció horitzontal del va que hi ha a l'esquerra del suport (m).

$a_2$ : projecció horitzontal del va que hi ha a la dreta del suport (m).

$a$ : projecció horitzontal del va (m).

$d$ : diàmetre del conductor (mm)

$n$ : n° total de conductors.

$k = 0.06$  si  $d \leq 16\text{mm}$ ,  $k = 0.05$  si  $d > 16\text{mm}$ .

$\alpha$ : angle que formen els conductors en el suport.

En la hipòtesis 1a per a les zones A, B, i C s'haurà de considerar l'esforç del vent sobre els ancoratges i la cadena d'aïlladors "Eca", així com el número de cadenes d'aïlladors del suport "nc".

**5.5.1. Resultant d'angle**

L'esforç resultant d'angles "Rav" de les traccions dels conductors i cables de terra en la hipòtesis 1a per a les zones A, B, i C s'obté de la següent manera:

$$Rav = n \cdot 2 \cdot T_{-5^{\circ}C+V} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$$

L'esforç resultant d'angles "rah" de les traccions dels conductors i cables de terra en la hipòtesis 2a per a les zones B i C s'obté de la següent manera:

$$Rah = n \cdot 2 \cdot T_{Oh} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$$

$n$ : nombre total de conductors.

$T_{-5^{\circ}C+V}$ : tensió horitzontal major, en les condicions de  $-5^{\circ}C$  amb sobrecàrrega de vent, dels vas que hi ha a l'esquerra i a la dreta del suport (Kg).

$T_{Oh}$ : component horitzontal de la tensió en les condicions més desfavorable de tensió màxima.

$\alpha$ : angle que formen els conductors del suport.

*Desequilibri de traccions*

En la hipòtesis 1a ( només suports de final de línia ) en zones A, B i C i en la hipòtesis 3a en zona A ( suports en alineació, angle i ancoratge ), el desequilibri de traccions “Dtv” s’obté:

Suports d’alineació:

$$Dtv = \frac{8}{100} \cdot T_h \cdot n$$

Suports d’angle i ancoratge:

$$Dtv = \frac{50}{100} \cdot T_h \cdot n$$

Suports final de línia:

$$Dtv = \frac{100}{100} \cdot T_h \cdot n$$

n: nombre total de conductors.

T<sub>h</sub>: component horitzontal de la tensió en les condicions de -5°C i sobrecàrrega de vent (Kg)

En la 2a hipòtesis ( final de línia ) i 3a ( alineació, angle i ancoratge ) en zones B i C, el desequilibri de traccions “Dth” s’obté:

Suports d’alineació:

$$Dtv = \frac{8}{100} \cdot T_{Oh} \cdot n$$

Suports d’angle i ancoratge:

$$Dtv = \frac{50}{100} \cdot T_{Oh} \cdot n$$

Suports final de línia:

$$Dtv = \frac{100}{100} \cdot T_{Oh} \cdot n$$

n: nombre total de conductors.

T<sub>Oh</sub>: component horitzontal de la tensió en les condicions més desfavorables de tensió màxima a -15°C ( Zona B ) i 20°C ( zona C ) amb sobrecàrrega de gel.

### 5.5.2. Esforç equivalent a la Resultant entre l'esforç del vent i el desequilibri de traccions.

En els suports final de línia, en la hipòtesis de vent en zones A, B, i C, l'esforç del vent i el desequilibri de traccions són esforços perpendiculars, per tant l'esforç equivalent "Rv" ( en la direcció de la línia ) resultant d'ambdós s'obté:

$$Rv = \sqrt{[(Fvc + Eca \cdot nc)^2 + Dtv^2]} \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$tg \alpha = \frac{(Fvc + Eca \cdot nc)}{Dtv}$$

Fvc: esforç del vent sobre els conductors (Kg).

Eca: esforç del vent sobre la cadena d'aïlladors i ancoratges (Kg).

nc: nombre de cadenes d'aïlladors del suport.

Dtv: desequilibri de traccions en la hipòtesis de vent (Kg).

$\alpha$ : angle que forma la resultant dels esforços amb la línia.

### Esforços descentrats

En els suports finals de línia o bandera, quan tenen el muntatge al tresillo ( tresbolillo ) o bandera apareixen per la disposició de la creuera esforços descentrats en condicions normals, el valor del qual serà:

$$Esdt = T_{Oh} \cdot ncf$$

$$Esdb = 3 \cdot T_{Oh \cdot ncf}$$

ncf: nombre de conductors per fase.

T<sub>Oh</sub>: Component horitzontal de la tensió en les condicions més desfavorables de tensió màxima.

## 5.6. Cementacions

Per a que un suport estigui en la seva posició d'equilibri, el moment creat per les forces exteriors a ell ha de ser absorbit per la cementació.

la cementació s'ha calculat de manera aproximada al no considerar l'esforç provocat pel vent sobre el suport, ja que aquest es molt inferior al provocat per l'esforç dels conductors.

Segons l'article 31 del R.A.T. s'haurà de complir:

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

$M_e$ : moment estabilitzador absorbit per la cementació (T·m)

$M_v$ : moment de volcada produït per l'esforç en punta (T·m)

El moment absorbit per la cementació  $M_e$  es calcula aplicant la fórmula de Sulzberger:

$$M_e = (0,139 \cdot k \cdot a \cdot h^4) + (0,88 \cdot a^3 \cdot h) + (0,4 \cdot P \cdot a)$$

$k$ : coeficient de compressió del terreny a 2m de profunditat en Kg/cm<sup>3</sup>.

$a$ : amplada de la cementació en m.

$h$ : profunditat de la cementació en m.

$P$ : pes del suport, aïllaments i conductors.

El moment de bolcada degut a l'esforç en punta degut a l'esforç en punta  $M_v$  s'obté aplicant la següent fórmula:

$$M_v = F \cdot \left( H_L + \frac{2}{3} \cdot h \right)$$

$F$ : esforç del suport (T).

$H_L$ : alçada del suport (m).

## 5.7. Cadenes d'aïlladors

### *Càlcul elèctric*

El grau d'aïllament elèctric respecte a la tensió de la línia s'obté col·locant un nombre d'aïlladors suficient "n", i aquest número s'obté:

$$n = \frac{Nia \cdot Ume}{Llf}$$

n: nombre d'aïlladors de la cadena.

Nia: nivell d'aïllament recomanat segons les zones per a on travessa la línia (cm/kV).

Ume: tensió més elevada de la línia (kV).

Llf: longitud de la línia de fuga de l'aïllador escollit.

$$n = \frac{2,3 \cdot 28}{36} = 1,8$$

- Encara que amb 2 aïlladors n'hi hauria prou en farem servir 3 per augmentar el nivell d'aïllament.

### *Càlcul mecànic*

Mecànicament, el coeficient de seguretat a la ruptura dels aïlladors "Csm" ha de ser major de 3. L'aïllador ha de suportar les càrregues normals que actuen sobre ell.

$$Csm = \frac{Qa}{(Pv + Pca)} > 3$$

Pv: l'esforç vertical transmès pels conductors a l'aïllador (Kg).

Pca: pes de la cadena d'aïlladors i ancoratges (Kg).

Qa: càrrega de ruptura dels aïlladors. (6860Kg)

$$Csm = \frac{6860}{(374 + 15)} = 17,63 > 3$$

En aquest cas s'ha fet servir l'esforç vertical més elevat que s'ha obtingut en les taules que es mostraran més endavant.



L'aïllador ha de poder suportar les càrregues anormals que actuen sobre ell:

$$Csm = \frac{Qa}{(Poh \cdot ncf)} > 3$$

Toh: tensió horitzontal màxima en les condicions més desfavorables (Kg).

ncf: número de conductors per fase.

Qa: càrrega de ruptura dels aïlladors. (6860Kg)

$$Csm = \frac{6860}{(519 \cdot 3)} = 4.4 > 3$$

**5.7.1. Distàncies de seguretat***Distància dels conductors al terreny*

L'alçada dels suports serà la necessària per a que els conductors, amb la seva màxima fletxa vertical, quedin situats per damunt de qualsevol punt del terreny o superfícies d'aigua no navegables a una alçada mínima de.

$$5,3 + \frac{U}{150} \text{ (m), mínim 6m}$$

U: tensió de línia (kV)

$$5,3 + 25/150 = 5,46\text{m}$$

*Distància dels conductors entre sí*

La distància dels conductors entre sí "D" ha de ser com a mínim:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + \frac{U}{150}$$

k: Coeficient que depèn de la oscil·lació dels conductors amb el vent amb el vent, segons taula de l'article 25.1.R.A.T.

L: longitud de la cadena de suspensió (m). Si la cadena es d'amarre L=0.

U: Tensió de línia (kV).

F: Fletxa màxima (m).

$$D = 0,7 \cdot \sqrt{(1,97 + 0)} + \frac{25}{150} = 1,14\text{m}$$

*Distància dels conductors al suport*

La distància mínima dels conductors al suport "ds" serà de:

$$ds = 0,1 + \frac{U}{150} \text{ (m), mínim de 0,2m}$$

U: tensió de la línia (kV)

$$ds = 0,1 + 25/150 = 0,27\text{m}$$

## 5.8. Taules resum

### 5.8.1. Tensions i fletxes en hipòtesis reglamentàries

Va	Long. (m)	Desniv. (m)	Va Regul.(m)	T.Max. - 5C° +V Toh(kg)	Hiipòtesis de Fletxa Màxima				Fletx. Mín -5°C F(m)	C. - 5°C+V Th(kg)
					15°C+V		50°C			
					Th(kg)	F(m)	Th(kg)	F(m)		
P1-P2	80	2	80	519	439	1,48	153	1,68	1,25	519
P2-P3	75	2	75	518	432	1,32	149	1,52	0,78	518
P3-P4	75	0	75	518	432	1,32	149	1,52	0,78	518
P4-P5	80	0	80	519	439	1,48	153	1,68	1,25	519

### 5.8.2. Tensions i fletxes d'estesa

Va	Long. (m)	- 5 °C i Vent		+ 15 °C i Vent		+ 50°C		- 5°C		+ 45°C		+ 40°C		+ 35°C		+ 30°C	
		T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
P1-P2	80	519	1,25	439	1,48	153	1,68	281	0,92	159	1,62	165	1,56	172	1,50	180	1,43
P2-P3	75	518	1,10	432	1,32	149	1,52	291	0,78	155	1,46	161	1,40	169	1,34	177	1,28
P3-P4	75	518	1,10	432	1,32	149	1,52	291	0,78	155	1,46	161	1,40	169	1,34	177	1,28
P4-P5	80	519	1,25	439	1,48	153	1,68	281	0,92	159	1,62	165	1,56	172	1,50	180	1,43

Va	Long. (m)	+ 25°C		+ 20°C		+ 15°C			+ 10°C		+ 5°C		+ 0°C		- 10°C	
		T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	EDS(%)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
P1-P2	80	189	1,36	199	1,29	211	1,22	8,00	224	1,15	240	1,07	259	1,00	307	0,84
P2-P3	75	187	1,21	198	1,14	211	1,07	8,00	226	1,00	244	0,93	265	0,85	321	0,71
P3-P4	75	187	1,21	198	1,14	211	1,07	8,00	226	1,00	244	0,93	265	0,85	321	0,71
P4-P5	80	189	1,36	199	1,29	211	1,22	8,00	224	1,15	240	1,07	259	1,00	307	0,84

### Fletxes i distàncies des dels suports

Va	Long. (m)	Desniv. (m)	T.Max. - 5C° +V Toh(kg)	Pes conductor en Kg/m	F1	F2	X (dist. A f1)
P1-P2	80	2	519	0,322	0,00	1,97	0,30
P2-P3	75	2	518	0,322	0,01	1,51	5,40
P3-P4	75	0	518	0,322	0,44	0,44	37,50
P4-P5	80	0	519	0,322	0,50	0,50	40,00

**5.8.3. Càlcul de suports***Esforços horitzontals*

Suport	Funció	Angle	Va ant.	Va Post.	Eolov.	Tmàx vent (Kg)		Esforços horitz. segons hipòtesis (Kg)			
						T1	T2	Primera	Segona (gel)	Tercera	Quarta
P1	Fin.Línia	0	80	0	40	519		3117	-	3114	2076
P2	Angle	154	75	80	77,5	518	519	1651	-	1557	519
P3	Angle	206	75	75	75	518	518	1641	-	1554	518
P4	Alineació	180	80	75	77,5	519	518	264	-	249	519

*Esforços verticals*

Suport	Funció	Angle	Va anterior	Va Posterior	Eolova	Tv
P1	Fin.Línia	0	80	0	40	193
P2	Angle	154	75	80	77,5	342
P3	Angle	206	75	75	75	332
P4	Alineació	180	80	75	77,5	374

*Suports adoptats*

Suport	Funció	Angle	Suport adoptat	Alçada (m)	Esforços horitz. segons hipòtesis (daN)				Esforç vertical (Kg)
					Trans. Vent	trans. Gel	longitudinal	torsor (1,5m)	
P1	Fin.Línia	0	C-7000	16	10699	10854	10870	3424	1834
P2	Angle	154	C-3000	16	2632	2788	2788	1223	917
P3	Angle	206	C-3000	16	2632	2788	2788	1223	917
P4	Alineació	180	C-3000	16	2632	2788	2788	1223	917

**5.8.4. Cementacions adoptades.**

<b>Suport</b>	<b>Suport adoptat</b>	<b>Alçada (m)</b>	<b>Ample excav. (m)</b>	<b>Alçada excav. (m)</b>	<b>Volum excav.(m3)</b>	<b>Volum formig. (m3)</b>	<b>Pes suport (Kg)</b>
P1	C-7000	16	1,7	2,8	8,09	8,77	1370
P2	C-3000	16	1,15	2,45	3,24	3,55	820
P3	C-3000	16	1,15	2,45	3,24	3,55	820
P4	C-3000	16	1,15	2,45	3,24	3,55	820

A de Gener de 2004, Barcelona

*Enginyer Tècnic Industrial*  
Xavier González Ferreres