



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 1994

Títol:

**Nova central elèctrica de transformació de l'aeroport de Girona-
Costa Brava**

Document: 1 Memòria i annexes

Alumne: Oriol Vaquer Abras

Director/Tutor: Jordi Comas Barón

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria de la Construcció

Convocatòria (mes/any): Febrer 2006

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ.....	2
1.1.	Antecedents	2
1.2.	Objecte.....	2
1.3.	Àmbit d'aplicació de la instal·lació.....	2
1.4.	Normativa aplicable	3
2.	OBRA CIVIL.....	5
2.1.	Emplaçament i descripció general	5
2.2.	Fonaments	6
2.3.	Estructura.....	6
2.4.	Parets.....	6
3.	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	7
3.1.	Principi de funcionament.....	7
3.2.	Línia d'alimentació	9
3.3.	Aparamenta elèctrica	9
3.3.1.	Cel·les	9
3.3.2.	Elements de maniobra i protecció.....	11
3.3.3.	Cables	12
3.3.4.	Transformadors.....	13
3.4.	Grups electrògens.....	14
3.5.	Xarxa de terres	16
3.6.	Proteccions contra incendis	16
3.7.	Safates de distribució.....	18
3.8.	Ventilació dels locals.....	19
3.9.	Enclavaments mecànics	20
4.	RESUM DEL PRESSUPOST	21
5.	CONCLUSIONS.....	22
6.	RELACIÓ DE DOCUMENTS	23
7.	BIBLIOGRAFIA.....	24

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

L'aeroport de Girona-Costa Brava ha experimentat en els darrers anys un augment espectacular de la seva activitat, gràcies bàsicament a la proliferació de les companyies de baix cost, especialment la irlandesa Ryanair. Això ha fet que les seves instal·lacions, i més concretament la part elèctrica, hagi quedat desfasada i obsoleta.

En previsió de futures ampliacions tant del número de vols com de l'horari de servei com el pas a la categoria 2/3 d'aeroports, des de la direcció de l'aeroport s'ha cregut convenient construir una nova central elèctrica de transformació per tal de tenir una aparamenta i unes condicions de servei d'acord amb els temps actuals.

Per això el Ministerio de Fomento, mitjançant l'empresa Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena) ha requerit la redacció d'un projecte per tal de dimensionar les instal·lacions interiors de la central elèctrica de transformació.

1.2. Objecte

L'objecte del present projecte és el de dimensionar l'aparamenta elèctrica necessària per a la central elèctrica de transformació en tots els seus trams de transformació. Tot això sense oblidar les proteccions i els cables necessaris per a tal finalitat.

1.3. Àmbit d'aplicació de la instal·lació

L'àmbit d'aplicació de la instal·lació és tot aquell que fa referència a Mitja Tensió i a electrònica de potència. Sempre parlant del tram confinat dins l'edifici de la central elèctrica.

Per tant considerem des de l'entrada de 25 kV procedent de la xarxa general fins a les sortides de 25 kV, 3 kV i l'entrada al Quadre General de Baixa Tensió.

1. 4. Normativa aplicable

- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) segons el R.D. 842/2002, de 2 d'agost.
- Reial Decret 3275/1982, de 12 de novembre, Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques i Centres de Transformació.
- Ordre de 12 de desembre de 1983, del Ministeri d'obres Públiques i Urbanisme, per la qual s'aprova la Norma Tecnològica de l'Edificació NTE-IET Instal·lacions d'Electricitat. Centres de transformació.
- Resolució de 19 de juny de 1984, de la Direcció General d'Energia, per la que s'estableixen les normes sobre ventilació i accés de certs centres de transformació.
- Ordre de 6 de juliol de 1984, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la que s'aproven les Instruccions Tècniques Complementàries del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació i posteriors modificacions del 18/10/84 i del 27/11/87.
- Ordre de 23 de juny de 1988, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la que s'actualitzen diverses Instruccions Tècniques Complementàries MIE-RAT del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació i posteriors modificacions del 03/10/88
- Ordre de 2 de febrer de 1990, del Departament d'Indústria i Energia, per la que es regula el procediment d'actuació administrativa per l'aplicació dels reglaments electrònics per alta tensió en les instal·lacions privades.
- Ordre de 16 d'abril de 1991, del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, per la que es modifica la Instrucció Tècnica Complementària MIE-RAT 06 del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques i Centres de Transformació.
- Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre, pel que s'aprova el Reglament d'instal·lacions de protecció contra Incendis.

- Ordre de 16 de maig de 1994, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la que s'adapta al progrés tècnic la ITC MIE-RAT 02 del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques i Centres de Transformació i posteriors modificacions del 15/12/95 i del 23/02/96.
- Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris a la NBE-CPI/91.
- Reial Decret 2177/1996, de 4 d'octubre, pel que s'aprova la Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CPI/96: Condicions de Protecció contra Incendis en els edificis.
- Ordre de 10 de març de 2000, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la que es modifiquen les ITC MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18, MIE-RAT 19 del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques i Centres de Transformació i posterior modificació del 18/10/00.
- Reial Decret 786/2001, de 6 de juliol, pel que s'aprova el Reglament de Seguretat Contra Incendis en els Establiments Industrials.
- Reial Decret 379/2001, de 6 d'abril, pel que s'aprova el Reglament d'Emmagatzamament de Productes Químics i les seves instruccions tècniques complementàries MIE APQ-1 a MIE APQ-7
- Normativa específica d'Aena i del Ministerio de Fomento

2. OBRA CIVIL

Tot seguit es fa una breu descripció general de l'obra civil, que, sense ser de l'abast d'aquest projecte, és necessària per a la correcta interpretació de les característiques de la instal·lació elèctrica.

2. 1. Emplaçament i descripció general

L'emplaçament és el que està definit segons els plànols.

L'edifici està compost per tres plantes: soterrani, baixa i primera. La planta baixa està aixecada un metre respecte el nivell de la carretera. Hi ha dues ales annexes, que corresponen a la sala de grups electrògens i a les cel·les dels transformadors, que no estan a nivell de la planta baixa, sinó a nivell del vial perimetral que rodeja l'edifici.

A la planta soterrani tenim el taller, la sala de fonts de contínua, les safates de distribució del cablejat penjades del sostre, les connexions pel cablejat amb la sala de grups i les cel·les dels transformadors. També té la connexió amb la galeria de servei de l'aeroport. Els accessos que té són una escala que va a la sala de grups, una escala de cargol interior a la torre que va fins al rebedor de la planta baixa, una porta de garatge per l'entrada de cotxes a través d'una rampa i una porta d'evacuació en cas d'emergència que dona accés a la rampa. El sostre del soterrani té uns forats que coincideixen amb l'aparellatge elèctric per facilitar el pas del cablejat.

A la planta baixa hi ha les oficines, la sala de descans, el taller d'electrònica, els banys, la sala de comunicació, la sala de control, la sala de baixa tensió i la sala de mitja tensió. La sala de control està elevada 60 cm amb un sòl tècnic. La planta baixa comunica amb totes les parts de l'edifici. A través d'escales amb la planta primera i amb la planta soterrani amb l'escala de cargol de la torre. També comunica amb la sala de grups amb dues escales, una des de la sala de baixa tensió i una altra des de la sala de control. La planta baixa té l'entrada principal, i també té portes des de les sales de baixa i mitja tensió cap al moll de càrrega de la façana posterior.

Les cel·les dels transformadors només són accessibles des de l'exterior.

2. 2. Fonaments

La fonamentació està formada per estaques de camisa perduda de 14 metres de profunditat, que estan lligades amb ceps. D'aquests ceps en surten els pilars de l'estructura. Els ceps són solidaris amb una llosa de 40 cm de cantell.

Tant la sala de grups com les cel·les dels transformadors descansen en una solera de formigó armat sobre un farciment compactat de sòl adequat.

2. 3. Estructura

L'estructura està formada per murs de formigó a la zona de la planta soterrani. En les altres plantes hi ha una estructura de pilars de formigó que sustenten els forjats de les plantes i les cobertes.

Els forjats són unidireccionals de bigueta i revoltó, excepte a la zona de les sales de baixa i mitja tensió, que degut a la gran càrrega que han de suportar per l'aparellatge elèctric, és una llosa armada. Els bigues dels forjats de les cobertes sobre la sala de mitja tensió, la sala de grups i la planta primera són metàl·liques degut al fet que la llum és molt gran.

2. 4. Parets

Les parets exteriors estan fetes de fàbrica de maó de tres quarts, amb aïllant tèrmic i acústic de llana de roca i tapat amb envà de maó de quart. La paret de la torre és de bloc de formigó folrat amb pedra.

Els envans interiors també estan fetes de fàbrica de maó de tres quarts però sense aïllament.

3. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

3.1. Principi de funcionament

L'esquema de mode de funcionament de la Central Elèctrica que es projecte es basa en la utilització de dues fonts d'energia, la categorització de la qual entre primària i secundària s'ha d'assumir per la discrecionalitat de l'usuari a través del sistema integrat de gestió programable i de la lògica del disseny xarxa-grups.

Les cel·les de 25 kV estan repartides en les dues cel·les d'entrada de línia, dues de mesura, una cel·la remuntadora a barres, una cel·la d'acoblament a barres i tres sortides: una pel terminal Charter i dues cel·les de protecció dels transformadors de 25/3 kV T1 i T2. Aquests dos transformadors, de 800 kVA cada un, redueixen la tensió de la xarxa a 3 kV. Aquests transformadors poden treballar simultàniament acceptant tota la càrrega elèctrica. Per tant, el conjunt de cel·les de 25 kV treballa amb barra partida.

Els transformadors T1 i T2 estan connectats pel secundari amb les cel·les de 3 kV, i aquest és el principal punt d'alimentació. L'altre punt és el que prové dels grups electrògens.

Les cel·les de 3 kV estan distribuïdes en dos ramals interconnectats per les puntes, i formen un anell, ja que la xarxa de distribució de 3 kV que té l'aeroport també està en forma d'anell. Cada ramal de cel·les conté una pota de l'anell. Així s'assegura la doble connexió de la xarxa de distribució, i si una pota falla es té garantida l'alimentació a través de l'altra pota.

Els anells de la xarxa de distribució a 3 kV de l'aeroport quedaran constituïts per les següents subestacions de transformació.

- Anell 1: Antiga Terminal, Bombers, Centre d'emissors, Sender de planejament, Radiobalisa intermitja
- Anell 2: Bombes aljub, Localitzador, Torre de control
- Anell 3: Terminal general i il·luminació

- Sortida en punta: Depuradora
- Sortida en punta: Escomesa Central Hidrocarburs

La potència elèctrica connectada a la xarxa de MT de 3 kV està en la taula 1:

Càrregues connectades a MT de 3 kV (kVA)	
Anell 1	345
Antiga terminal	200
Bombers	100
Centre d'emissors	20
Sender de planejament	10
Radiobalisa intermitja	15
Anell 2	325
Bombes aljub	100
Localitzador	25
Torre de control	200
Anell 3	1.260
Trafo T3	250
Trafo T4	250
Depuradora	160
Escomesa Central Hidrocarburs	160

Taula1- Càrregues connectades a MT de 3 kV (kVA)

Les cel·les de 3 kV també tenen dues sortides cap als transformadors de 3/0,4 kV T3 i T4. Des d'aquests transformadors, de 250 kV cada un, s'alimenta la xarxa de baixa tensió a través del Quadre General de Baixa Tensió, que distribueix energia als consumidors pròxims i als reguladors del balisament de l'aeroport.

Els dos grups electrògens a instal·lar són de 1.000 kVA cada un en règim d'emergència i 910 kVA en servei principal amb tensió de sortida de 3 x 3 kV, 50 Hz. Cal la realització de la obra civil precisa, així com els accessoris i recanvis i dotat d'un quadre comú d'automatismes capaç d'efectuar el seu acoblament en paral·lel (inclòs amb la companyia) i la seva connexió automàtica als consumidors. Els dos grups escometen a l'embarat de MT mitjançant cel·les d'arribada.

Per tant, és en l'embarat de 3 kV on es realitza la commutació xarxa-grups. L'embarat de la connexió xarxa-grups es pot desconnectar pels seus dos extrems. Això es fa per si cal desconnectar un dels ramals quan s'està funcionant amb l'alimentació dels grups electrògens, l'altre ramal no queda afectat.

3. 2. Línia d'alimentació

L'escomesa de la xarxa prové de la línia de FECSA-Endesa que ja subministra a l'aeroport actualment des d'una subestació que hi ha al costat de l'edifici de la central elèctrica. Aquesta escomesa està composta per dos cables tripolars, un per cada ramal, amb una tensió de 25 kV. Aquestes dues línies agafen la tensió de 25 kV mitjançant un enclavament, a la caseta de la companyia, que impedeix la simultaneïtat, passant cadascuna a una cel·la de mesura.

Les sortides de les cel·les de 25 kV són l'edifici de la terminal i les cel·les de 3 kV. L'edifici de la terminal té una subestació transformadora amb dos transformadors de 1.000 kVA cada un. I la xarxa de 3 kV té una demanda de 2.750 kVA

Per tant tenim una demanda màxima d'alimentació de 4.750 kVA. Si considerem una factor de potència de $\cos\phi=0,8$ i un coeficient de simultaneïtat del 50%, tenim que la potència ha contractar és de 1.900 kW.

El cable utilitzat per fer l'escomesa d'entrada és un cable unipolar de coure de la marca Pirelli tipus VOLTALENE HF 1x120 mm² 18/30 kV.

3. 3. Aparamenta elèctrica

3.3.1. Cel·les

Les cel·les d'aïllament utilitzades són de la marca Merlin Gerin. Per a la línia de 25 kV s'utilitzen les cel·les de la gamma Fluair 400, i per la línia de 3 kV, les cel·les de la gamma MCset.

Les cel·les Fluair 400 (figura 1) tenen una tensió d'aïllament de 36 kV, amb una tensió nominal de 1.250 A per l'interruptor i de 2.500 A a l'embarrat, que és la forma de connexió entre les cel·les de la mateixa línia. L'interruptor és retirable, a través d'un carro extraïble i està aïllat amb gas SF₆. Aquest interruptor pot suportar un corrent de curtcircuit de 25 kA. La carcassa és de xapa metàl·lica amb un acabat superficial que evita la corrosió. El tipus de carcassa és el "Metalclad", el que vol dir que les seccions de mitja tensió estan separades en diversos compartiments, com el de l'embarrat, la

part extraïble de l'interruptor i la part dels element de mesura i protecció. La presa de terra està distribuïda tant per la carcassa, com per l'embarrat i l'interruptor. Per tant, qualsevol derivació, vingui d'on vingui, sempre anirà a terra.



Figura 1 – Cel·la d'aïllament Fluair 400 de Merlin Gerin

Les dimensions de la cel·la són de 900 x 2.255 x 3.020 mm (ample x alt x fons) per les cel·les d'entrada i sortida, les de mesura i les d'acoblament. Les cel·les de remontament tenen una amplada de 1100 mm.

La línia de cel·les de 25 kV esta formada per dues cel·les d'entrada, una per cada escomesa de la línia d'alimentació de la xarxa general d'electricitat, la dreta i l'esquerra. Després tenim dues cel·les de mesura i contacte d'energia. Llavors és quan hi ha les sortides, cap a la terminal Charter i cap als trafos T1 i T2. Entremig d'aquestes dues cel·les hi ha una cel·la d'acoblament i remontament a l'embarrat. Aquestes cel·les serveixen per treballar amb barra partida, amb els dos ramals independents.

Les cel·les MCset (figura 2) estan fetes a partir de moltes unions funcionals interconnectades. A l'igual que les cel·les Fluair 400, totes les preses de terra estan connectades a un mateixa presa de terra.

Les cel·les que hem triat per aquest projecte són les que tenen una tensió d'aïllament de 12 kV i una tensió de 1.250 A a l'embarrat. Les dimensions són 70 x 2.300 x 1.550 mm (ample x alt x fons)

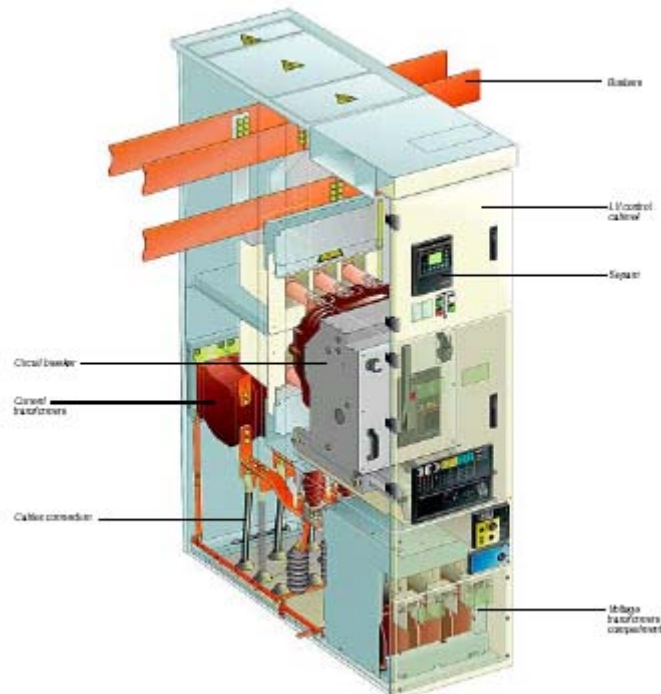


Figura 2 – Cel·la d'aïllament MCset de Merlin Gerin

Totes les cel·les són del tipus AD2 (entrada/sortida) excepte les cel·les A-15 i A-13, que al ser cel·les d'acoblament i remontament respectivament són del tipus CL2 i GL2.

Les cel·les que tenen mesura d'energia són les que fan la funció d'acoblament (A-15, A-1, A-18), el remontament (A-20, A-2) i les entrades del grups electrògens.

Per veure l'esquema complet mireu el plànol de l'esquema unifilar de MT.

3.3.2. Elements de maniobra i protecció

Les cel·les Merlin Gerin utilitzen un sistema de monitorització i control de les cel·les amb un sistema conegut com a Sepam (figura 3). Aquests mòduls estan col·locats a la part de dalt de les cel·les, en el compartiment on hi ha les connexions de baixa tensió.

A través d'una connexió MODBus es pot monitoritzar la informació dels transformadors de tensió i corrent de les cel·les per saber les condicions de funcionament en tot moment, i així es pot treballar en xarxa.



figura 3 – Mòdul de monitorització i control Sepam

El senyal provinent dels transformadors de tensió de les cel·les és el que pot fer saltar l'interruptor del circuit. L'interruptor, tant de les cel·les Fluair 400 com de les MCset, és extraïble i utilitza gas SF₆ pels talls de circuit i l'aïllant. Aquest és el model d'interruptor SF (figura 4).



Figura 4 – Interruptor extraïble SF

3.3.3. Cables

Els cables utilitzats són de la casa Pirelli.

Per les línies de 25 kV utilitzem cables amb aïllant 18/30 kV i per les línies de 3 kV cables amb aïllament 6/10 kV.

El cable utilitzat per fer l'escomesa d'entrada és un cable tripolar d'alumini tipus VOLTALENE HF 3x120 mm² 18/30 kV.

Per alimentar la terminal Charter serà un cable VOLTALENE H 1x70 mm² 18/30 kV, i és el mateix cable que s'utilitza per alimentar els trafos T1 i T2.

La connexió entre els grups electrògens fins a les cabines d'entrada de 3 kV és un AFUMEX H 1x120 mm² 6/10 kV.

L'alimentació dels anells es fa a partir de cables de coure VOLTALENE H 1x70 mm² 6/10 kV, i les subestacions de la depuradora i la central d'hidrocarburs es fa amb una secció de 50 mm².

La tensió arriba als trafos T3 i T4 a través d'un cable de coure VOLTALENE H 1x25 mm² 6/10 kV.

Els cable utilitzat per alimentar l'embarrat del Quadre General de Baixa Tensió és un AI VOLTALENE 1x240 mm² 0,6/1 kV.

Les seccions de casa cable estan justificades a l'annex de la memòria de càlculs.

3.3.4. Transformadors

Els transformadors que s'han de col·locar són de tipus sec encapsulat en buit, ja que presenten un conjunt de característiques que els fan especialment indicats per aquest projecte, com pot ser el fet del baix preu que tenen i que es poden instal·lar a prop del lloc de consum sense gran necessitat d'obra civil. Són molts segurs, i per tant no necessiten característiques de seguretat especials. A més a més, són molt respectuosos amb el medi ambient perquè al no haver-hi líquid refrigerant no hi ha perill que contaminin el sòl.

El model a instal·lar és de la marca ABB (figura 5). Aquest transformadors estan encapsulats amb resines que fan que tinguin un manteniment mínim i pel material utilitzat són incombustibles. Tot això permet que hi hagi uns elements de protecció contra incendis molt reduïts.



Figura 5- Transformador sec encapsulat en buit

La instal·lació d'aquest tipus de transformadors és molt senzilla, gràcies al fet que disposen d'unes rodes que es poden desplaçar per sobre d'uns rails que es col·loquen al terra de l'habitacle on van els trafos.

En total tindrem 4 transformadors, dos de 800 kVA 25/3 kV 50 Hz (T1 i T2) i dos de 250 kVA 3/0,4 kV 50 Hz (T3 i T4).

Els trafos es col·locaran a les sales que hi ha construïdes per a tal funció, en la zona nord de l'edifici. En total hi ha cinc habitacles, per una possible ampliació de la potència requerida per l'aeroport. La distribució que es farà dels trafos serà de posar el trafo 1 a l'habitacle de més a la dreta, mirant els habitacles de front.

Per una fàcil distinció de cada trafo, el trafo 1, el de més a la dreta, serà el que correspongui a l'escomesa dreta de les cel·les de 25 kV, i el trafo 2, a la seva esquerra, l'escomesa dreta de les cel·les de 25 kV. El trafo 3 serà el del ramal imparell de les cel·les de 3 kV i el trafo 4 el del ramal parell.

Els habitacles dels trafos tenen un forats passamurs que connecten amb la planta soterrani i les safates de distribució.

3. 4. Grups electrògens

S'instal·laran dos grups electrògens de 1.000 kVA cada un en règim d'emergència i 910 kVA en servei principal amb una tensió de sortida de 3 x 3 kV 50 Hz. Els grups electrògens han d'estar dissenyats per a poder funcionar en règim continu les 24 hores del dia els 365 dies de l'any, llevat de les hores pròpies de parada pels treballs de manteniment que siguin preceptius.

El grup seleccionat és de la marca SDMO, el model XS 910 K (figura 6).



Figura 6 – Grup electrogen XS 910 K

Els grups electrògens va col·locats sobre unes bancades d'obra civil que estan aïllades de la resta de l'estructura per evitar la propagació de les vibracions.

Els radiadors estan enbocats a les portes de lamel·les de la façana sud.

Al voltant d'aquestes bancades hi ha unes canaletes que serveixen per distribuir tot el cablejat dels grups. Aquestes canaletes connecten amb la planta soterrani a través d'uns passamurs per poder arribar a les safates de distribució.

També hi ha unes altres canaletes que emplacen les canonades del combustible des d'uns dipòsits de 1.000 litres que hi ha dins la sala de grups penjats al costat de cada grup.

El dipòsit principal de combustible de 30.000 litres estarà enterrat just davant de les portes de la façana sud. Aquest dipòsit disposa d'una bomba de transvasament automatitzada que porta el combustible cap al dipòsits secundaris. Des d'aquests dipòsits secundaris el combustible arriba als grups per gravetat, per això estan penjats per sobre dels grups.

El contractista haurà de facilitar l'automatisme de la bomba de transvasament a partir de l'esquema de distribució que hi ha als plànols.

3. 5. Xarxa de terres

Segons la instrucció tècnica MIE-RAT 13, s'han de fer dues xarxes de terra separades, una de protecció i una de servei.

La xarxa de servei només inclourà els neutres dels transformadors, ja que els elements de baixa tensió dels transformadors de mesura de les cel·les d'aïllament tenen la presa de terra connectada amb la presa de terra de la cel·la.

A la xarxa de protecció connectaran totes les envolvents de les cel·les i dels cables, així com també envolvents dels quadres de baixa tensió. Aquesta xarxa està formada per una varilla de 10 mm de diàmetre d'acer zincat grapada a la paret del soterrani. Les derivacions cap a les barres equipotencials també estaran fetes amb la mateixa varilla. Hi haurà sis piques de 1,5 metres i diàmetre 14 mm, separades entre si 3 metres i connectades a través d'un cable de coure pelat de 50 mm².

La xarxa de servei també estarà composta d'una varilla de 10 mm de diàmetre d'acer zincat, grapada a la paret de les cel·les dels trafos. Disposarà de la mateixa tipologia de piques de terra que la xarxa de protecció.

S'ha decidit fer una xarxa de parallamps independent de la xarxa de terra per evitar retorns cap a les cel·les de mitja tensió. S'usarà una platina d'acer zincat de 30x3,5 mm que es posarà a la fonamentació de la central, i estarà connectada amb l'armadura de l'estructura de formigó de l'edifici. La xarxa captadora de la teulada estarà feta amb varilla de 8 mm de diàmetre d'acer zincat amb suports adaptats a la teulada. Hi haurà uns derivadors fins a la platina de la fonamentació fets per varilla de 10 mm.

3. 6. Proteccions contra incendis

Les proteccions contra incendis seran de tipus passiu per evitar la propagació de les flames, ja que no es poden posar hidrants pel fet de tractar amb electricitat.

S'ha disposat una xarxa de detectors de fum, polsadors i sirenes de la marca Notifier que s'inclouran a la xarxa contraincendis de la central. També es sectoritzarà la sala de grups i els transformadors. La disposició és segons els plànols.

Es col·locaran sensors de fum fotoelèctrics del tipus SD851E (figura 7).



Figura 7 – Sensor fotoelèctric de fum SD851E

Els polsadors d'alarma seran de la sèrie "KAC" (figura 8) i les sirenes de la sèrie NBS3/R (figura 9).



Figura 8 – Polsador d'alarma de la sèrie "KAC"



Figura 9 – Sirena de la sèrie NBS3/R

Per a la sectorització de les diverses sales de la central elèctrica s'utilitzaran saquets de material intumescent que es col·loquen als forats que hi ha als murs entre el soterrani i la sala de grups i les sales dels transformadors. Aquest saquets permeten

que si s'ha de fer un canvi de les instal·lacions, es poden retirar amb facilitat i tornar a posar després d'haver refet les instal·lacions. La col·locació de la sectorització es pot veure a la figura 10.

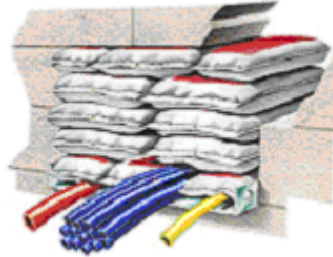


Figura 10 – Saquets de material intumescent

S'han col·locat extintors de CO₂ al soterrani, a la sala de grups i a la sala de mitja. A les cel·les dels transformadors no se n'hi ha posat, ja que els propis trafos tenen caràcter autoextingible, i com que dins les cel·les no hi ha un accés directe no és una zona de perill per a les persones.

3. 7. Safates de distribució

Per tal de distribuir el cablejat s'ha dissenyat un conjunt de safates per facilitar aquesta feina. Aprofitant que el sostre del soterrani és molt alt (3,5 metres) s'ha decidit que les safates de distribució anessin penjades del sostre.

Les safates triades són de la marca Basor, model BF de la gamma basorfil. Aquestes safates poden tenir diverses amplades i es poden organitzar en pisos, coses que facilitarà la diferenciació entre tipus de cables.

Hi ha tres tipologies de safates:

- Tipus A → safates de 2 x 600 mm d'ample penjades del sostre
- Tipus B → safates de 600 mm d'ample penjades a la paret

Amb tots tres tipus de safates es poden fer pisos.

La distribució de les safates s'adiu amb els forats que hi ha al forjat de la planta baixa i als murs del soterrani, per tal que no es forcin els cables amb curvatures excessives.

Les safates tipus A s'utilitzaran per la distribució general. Les tipus B serveixen per la connexió amb la galeria de servei, ja que com que hi ha una alçada baixa, no es poden penjar del sostre. Per tant, és molt millor que estigui enganxat a la paret. També serviran per connectar les safates de soterrani amb els cable que venen de la sala de grups i dels transformadors.

3. 8. Ventilació dels locals

En aquest projecte s'estudien cinc zones a ventilar: sales de trafos, sala de mitja tensió, sala de grups, sala de fonts de continua i soterrani.

Els ventiladors que es posaran són del tipus mural de la marca S&P (figura 11), que permeten una gran diversitat de volum d'extracció d'aire a un preu i dimensions reduïts.



Figura 11 – Ventiladors mural gamma COMPACT de la marca S&P

S'utilitzaran els ventiladors monofàsics de 4 pols pels trafos i de 6 pols els altres, que estan alimentats des del quadre general de baixa tensió.

A la sala de mitja tensió hi ha dues reixes de ventilació de 2 m² cadascuna, una a cada extrem de la sala. Per tant, si col·loquem un extractor en una de les reixes, tenim que l'aire fa una escombrada general de tot el local.

En les sales dels trafos tenim unes portes de lamel·les de més de 3 m² de superfície i unes reixes de 1 m². Col·locant els ventiladors en les reixes superiors podem refrigerar la sala.

Tant a la sala de mitja tensió com a les sales els trafos els extractors disposaran d'un termòstat que farà s'engeguin només quan l'aire del local sigui massa calent.

En la sala de fonts de continua hi ha dues reixes de 0,5 m², una al costat de la porta a la part de baix i l'altra que comunica amb l'exterior i està a la part de dalt de la sala. Aquí l'extractor anirà contínuament, ja que hi ha perill que les bateries que hi ha puguin despendre algun gas nociu.

A la sala de grups tant sols aniran després que es parin els grups si han entrat en funcionament per tal d'eliminar els possibles fums que hi hagi a la sala o la pudor a gas-oil. L'activació estarà lligada amb el quadre d'automatització de grups. Al cap d'una estona, es tornen a parar. La refrigeració dels grups es fa a través dels propis radiadors.

Al soterrani, al no haver-hi cap element que pugui viciar l'aire, i al fet de ser un local tant gran, s'ha optat per deixar la ventilació natural que té a través de les reixes de ventilació de que disposa.

3. 9. Enclavaments mecànics

Per garantir la seguretat de les persones i evitar tocar elements que estiguin en tensió, s'ha dissenyat un sistema d'enclavaments mecànics.

La qüestió està en creuar els bombins de les cel·les, de tal forma que per poder obrir una porta s'hagi de desconnectar la font d'alimentació.

Així, la clau que obri la porta d'un dels transformadors ha de ser la clau de la posta a terra de la cel·la que alimenta aquest trafo. I per poder agafar aquesta clau, s'ha d'haver desconnectat l'alimentació de la cel·la.

4. RESUM DEL PRESSUPOST

CEL·LES DE MT		886.045,06 €
TRANSFORMADORS		136.391,16 €
GRUPS ELECTRÒGENS		307.895,76 €
CABLEJAT DE POTÈNCIA		85.027,54 €
XARXA DE TERRA I PARALLAMPS		39.562,11 €
SAFATES		10.460,00 €
VENTILACIÓ		3.606,41 €
CONTRAINCENDIS		9.010,19 €
	TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL	1.477.998,23 €
13% Despeses Generals.....	192.139,77 €	
6% Benefici Industrial.....	898.679,89 €	
	SUMA DE D.G. I B.I.	280.819,66 €
16% IVA.....	281.410,86 €	
	TOTAL PRESSUPOST CONTRATA	2.040.228,75 €
	TOTAL PRESSUPOST GENERAL	2.040.228,75 €

El pressupost total puja la quantita de DOS MILIONS QUARANTA MIL DOS-CENTS VINT-I-VUIT EUROS amb SETANTA-CINC CÈNTIMS

5. CONCLUSIONS

El present projecte ha complert amb l'objectiu de dimensionar la instal·lació de mitja tensió de la Central Elèctrica de transformació de l'aeroport de Girona-Costa Brava.

Utilitzant el projecte de construcció de la obra civil s'ha pogut distribuir amb claredat i eficiència tot l'aparellatge, tenint en compte que hi ha especificacions que no s'haguessin pogut fer amb l'edifici ja construït.

En un futur caldrà dimensionar les instal·lacions de baixa tensió, i tot els serveis suplementaris.

6. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document 1 – Memòria descriptiva i annexes

Document 2 – Plànols

Document 3 – Plec de condicions

Document 4 – Estat d'amidaments

Document 5 - Pressupost

7. BIBLIOGRAFIA

ENRÍQUEZ HARPER, GILBERTO. Elementos de diseño de instalaciones eléctricas industriales. Editorial Limusa. Mexico D.F. 1996

LAZAR, IRWIN. Análisis y diseño de sistemas eléctricos para plantas industriales. Editorial Limusa. Mexico D.F. 1994

SEIP, GÜNTER G. Instalaciones eléctricas. Siemens-Aktiengesellschaft. Berlin. 1989

Memòria

Annex A - Càlculs

ÍNDIX

1.	CÀLCULS ELÈCTRICS	2
1.1.	Càlcul de curtcircuits	2
1.2.	Càlcul de dimensionat de conductors	3
1.3.	Càlcul dels embarrats de les cel·les	4
1.3.1.	Comprovació per densitat de corrent	4
1.3.2.	Freqüència d'oscil·lació pròpia	4
2.	CÀLCUL DEL SISTEMA DE TERRA	5
2.1.	Càlcul de la xarxa de terra	5
2.1.1.	Terra de protecció	6
2.1.2.	Terra de protecció	7
2.2.	Càlcul de la resistència de la xarxa de terra	7
2.3.	Càlcul de tensions a l'exterior de la instal·lació	8
2.4.	Càlcul de tensions a l'interior de la instal·lació	8
2.5.	Càlcul de tensions aplicades	9
2.6.	Investigació de tensions transferibles a l'exterior	10
2.7.	Correcció i ajustament del disseny inicial	10
3.	CÀLCUL DE VENTILACIÓ	10
3.1.	Trafos	10
3.2.	Sala de mitja tensió	11
3.3.	Sala de grups	11

1. CÀLCULS ELÈCTRICS

1.1. Càlcul de curtcircuits

Pel càlcul de la intensitat de curtcircuit es determina una potència de curtcircuit (S_{cc}) de 500 MVA en la xarxa de distribució, dada proporcionada per la companyia subministradora.

Per a realitzar el càlcul de la corrent de curtcircuit s'utilitzarà la següent expressió

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}} \quad (\text{eq. 1})$$

- S_{cc} = Potència de curtcircuit de la xarxa en MVA
- U = Tensió primària en kV
- I_{cc} = Intensitat de curtcircuit en kA

Si prenem els transformadors T1 i T2 a la part del primari, amb tensió $U = 25$ kV tenim que $I_{cc} = 11,5$ kA.

Aquest és el corrent de curtcircuit del primari I_{ccp} dels trafos T1 i T2.

A la part del secundari es pren l'equació:

$$I_{ccs} = \frac{S}{U_s \cdot U_{cc} \cdot \sqrt{3}} \quad (\text{eq. 2})$$

- U_{cc} = Tensió percentual de curtcircuit del transformador
- S = Potència del transformador en kVA
- U_s = Tensió secundària en V
- I_{ccs} = Intensitat de curtcircuit del secundari en kA

Per tant tenim que amb $U_{cc} = 6\%$ pel transformador de 800 kVA i $U_s = 3$ kV el corrent de curtcircuit secundari és $I_{ccs} = 2,57$ kA. I amb $U_{cc} = 4\%$ pel transformador de 250 kVA i $U_s = 380$ V el corrent de curtcircuit secundari és $I_{ccs} = 9,5$ kA

1.2. Càlcul de dimensionat de conductors

El dimensionat dels cables es farà mirant que la intensitat de curtcircuit que hi pot passar no superi la I_{ter} sol·licitada a partir de l'equació

$$I_{cc}^2 \cdot t = C \cdot S^2 \cdot \Delta T \quad (\text{eq. 3})$$

- I_{cc} = Intensitat de curtcircuit en kA
- t = Temps en segons
- C = Constant en funció del material de l'aïllament i del conductor
- S = Secció del conductor en mm^2
- ΔT = Increment de la temperatura admissible entre la de servei i la de curtcircuit

Tenim que $t = 0,65$ s si es té un interruptor automàtic, $C = 135$ per aïllament de termoplàstic i conductor de coure i $\Delta T = 160$ °C

Amb aquestes valors tenim que $S = 63$ mm^2 . Per tant, totes les línies que estan al costat del primari dels trafos T1 i T2 tindran una secció de 70 mm^2 .

Si tenim que la secció del cable de l'escomes d'entrada és de 120 mm^2 , amb l'equació 3 veiem que suporta un corrent de curtcircuit de 21,9 kA, que és molt superior que el valor que hem calculat anteriorment.

Si mirem els trafos T3 i T4, veiem que la secció és de 14 mm^2 . En aquest cas agafarem un cable de secció 25 mm^2 per alimentar aquests trafos.

Per alimentar els anells s'ha agafat uns cables de 70 mm^2 , ja que al ser uns conductors tant llargs, hi havia molta caiguda de tensió.

1.3. Càlcul dels embarrats de les cel·les

1.3.1. Comprovació per densitat de corrent

La densitat de corrent d'un conductor ve donada per l'expressió

$$\delta = \frac{I}{S} \quad (\text{eq. 4})$$

- I = Intensitat
- S = Secció

Tots dos embarrats permeten el pas de 1.250 A. L'emberrat de les cel·les Fluair 400 té una secció de 400 mm², i per tant una densitat de corrent de $\delta = 3,125 \text{ A/mm}^2$. I per les cel·les Mcset, amb una secció de 250 mm², tenim una densitat de corrent de $\delta = 5 \text{ A/mm}^2$.

Aquest valors són molt inferiors als màxim que marquen les diverses normatives.

1.3.2. Freqüència d'oscil·lació pròpia

Seguint el procés de càlcul del F.U.T. de Siemens, emprarem la formula

$$N = C \frac{d}{l^2} \quad (\text{eq. 5})$$

- C = Constant ($3,6 \cdot 10^5$)
- d = Amplada del conductor en cm en el sentit de l'esforç
- l = Distància entre pols en cm

Amb l'objectiu d'estudiar les possibilitats de l'aparició de resonàncies, comprovarem la freqüència d'oscil·lació pròpia.

Si tenim que d = 5,5 cm i que l = 84 cm per les cel·les de 25 kV, obtenim que N = 280,61 Hz. Si fem la comparació amb la freqüència de la xarxa N/50 = 5,61.

A les cel·les de 3 kV, amb $d = 4$ cm i $l = 70$ cm, tenim que $N = 293,88$ i $N/50 = 5,88$.

Les freqüències es fan més perilloses quan la seva relació respecte a la de la xarxa és de l'ordre de 2. Tot això com a conseqüència que els esforços electrodinàmics del curtcircuit són pulsatoris i amb una freqüència principal doble de la dels corrents que origina.

Si es considerés la influència del dielèctric d'hexafluorur de sofre (SF_6), la relació N/f augmentaria més, allunyant-nos encara més de la zona de resonància.

2. CÀLCUL DEL SISTEMA DE TERRA

2.1. Càlcul de la xarxa de terra

La posta a terra de la instal·lació segueix un esquema TT. Per tant, totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció han de ser interconnectades i unides per un conductor de protecció en una mateixa presa de terra. El punt neutre de cada transformador s'ha de posar a terra.

Es procedeix a calcular la instal·lació de posta a terra per una transformació de tensió de 25/0,4 kV. Aquesta transformació representa un cas més desfavorable que si es considera la transformació de 25/3 kV o 3/0,4 kV.

Segons les investigacions prèvies del terreny, es determina una resistivitat mitja superficial de $\rho_0 = 300 \Omega m$

Segons les dades de la xarxa elèctrica que ens ha proporcionat la companyia subministradora el temps màxim d'eliminació del defecte és de 0,65 segons. Els valors de K i n per a calcular les tensions màxima de contacte segons MIE-RAT 13 en aquest temps és de $K = 72$ i $n = 1$.

Per una altra part, els valors de la impedància de posta a terra del neutre serà de $R_n = 25 \Omega$ i $X_n = 0 \Omega$.

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} \quad (\text{eq. 6})$$

La intensitat màxima de defecte es produirà en el cas hipotètic que la resistència de posta a terra de la sala de trafo sigui nul·la. Aquesta intensitat serà

$$I_{d(max)} = \frac{U_s}{Z_n \cdot \sqrt{3}} \quad (eq.7)$$

Si la tensió $U_s = 25$ kV, obtenim una $I_{d(max)} = 577,35$ A.

2.1.1. Terra de protecció

Es connectarà a aquest sistema les parts metàl·liques de la instal·lació que no estiguin en tensió normalment però que puguin estar-ho a conseqüència d'avaries o causes fortuïtes, tals com les safates de canalitzacions, els xasis i eïls bastidors dels aparells de maniobra, envoltants metàl·liques de les cel·les prefabricades i les carcasses dels transformadors.

Pels càlculs a realitzar s'utilitzaran les expressions i procediments segons el "Método de cálculo i proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editat per UNESA, conforme a les característiques de la transformació de tensió més desfavorable, objecte del present càlcul.

Per a les terres de protecció s'optarà per un sistema de les característiques que s'indiquen a continuació:

- Identificació: codi 5/62 del mètode de càlcul de terres d'UNESA
- Paràmetres característics: $K_r = 0,073 \Omega/(\Omega \cdot m)$ i $K_p = 0,012 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$

Estarà constituïda per 6 piques en filera unides per un conductor horitzontal de coure nu de 50 mm^2 de secció.

Les piques tindran un diàmetre de 16 mm i una longitud de 1,5 m. S'enterran verticalment a una profunditat de 0,5 m i la separació entre cada pica i la següent serà de 3 metres. Amb aquesta configuració, la longitud del conductor serà de 15 metres, dimensió que haurà d'estar disponible en el terreny.

La connexió des de la sala del trafo fins la primera pica es realitzarà amb cable de coure aïllat de 0,6/1 kV protegit contra danys mecànics.

2.1.2. Terra de protecció

Es connectarà a aquest sistema el neutre del transformador. Els secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de les cel·les de mesura estan també connectats amb l'envolvent de la cel·la. Per tant, ja van connectats a la xarxa de protecció.

Les característiques de la terra de servei són les mateixes que les terres de protecció. Per tant tindrem la mateixa configuració.

2.2. Càlcul de la resistència de la xarxa de terra

La resistència màxima de la posta a terra de protecció de la central i la intensitat i tensió de defecte es calculen amb les equacions

$$R_t = K_r \cdot \rho_0 \quad (\text{eq. 8})$$

$$I_d = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (\text{eq. 9})$$

$$U_d = I_d \cdot R_t \quad (\text{eq. 10})$$

- I_d = Intensitat de defecte a terra
- R_t = Resistència total de posta a terra
- U_s = Tensió de servei
- U_d = Tensió de defecte a terra

Operant amb els valors que tenim hem obtingut que $I_d = 434,29$ A, $R_t = 21,9 \Omega$ i $U_s = 9150,8$ V

L'aïllament de les instal·lacions de baixa tensió de la sala de trafos haurà de ser més gran o igual que la tensió de defecte calculada, pel que haurà de ser com a mínim de 10.000 V.

D'aquesta manera s'evitarà que les sobretensions que apareguin al produir-se un defecte a la part d'alta tensió deteriorin els elements de baixa tensió de la sala de trafos, i per tant no afectin a la xarxa de baixa tensió.

Es comprova així mateix que la intensitat de defecte calculada és superior a 00 A, la qual cosa permetrà que pugui ser detectada per les proteccions normals.

2.3. Càlcul de tensions a l'exterior de la instal·lació

Amb la finalitat d'evitar l'aparició de tensions de contacte elevades a l'exterior de la instal·lació, les portes i reixes de la ventilació metàl·liques que donen a l'exterior de la sala de trafos no tindran cap contacte elèctric amb masses conductores que, a causa de defectes o avaries, siguin susceptibles de quedar sotmeses a tensió.

S'ha garantit per part de l'aeroport que els murs de l'edifici tenen una resistència de com a mínim 100.000 Ω .

Amb totes aquestes mesures de seguretat no s'errà necessari calcular les tensions de contacte a l'exterior, ja que seran pràcticament nul·les.

Per una altra part, la tensió de pas a l'exterior vindrà determinada per les característiques de l'elèctrode i de la resistivitat del terreny,

$$U_p = K_p \cdot \rho_0 \quad (\text{eq. 11})$$

El resultat és $U_p = 1563,4$ V.

2.4. Càlcul de tensions a l'interior de la instal·lació

El pis i les parets de les sales de trafos estaran construïts amb un mallat electrosoldat amb rodons de diàmetre no inferior a 4 mm formant una retícula no superior a 30x30 cm. Aquest mallat es connectarà com a mínim en dos punts preferentment oposats a

la posta de terra de protecció de la sala de trafo. Amb aquesta disposició s'aconsegueix que la persona que hagi d'accedir a una part que pugui quedar en tensió, de forma eventual, està sobre una superfície equipotencial, amb la qual cosa desapareix el risc inherent a la tensió de contacte i de pas interior. Aquest mallat es cobrirà amb una capa de formigó de 10 m de gruix com a mínim.

En el cas d'existir en el parament interior una armadura metàl·lica, aquesta pot estar unida a l'estructura del pi.

Així doncs, no serà necessari el càlcul de les tensions de pas i contacte a l'interior de la instal·lació, donat que el seu valors serà pràcticament nul.

No obstant, i segons el mètode utilitzat, l'existència d'una malla equipotencial connectada a l'elèctrode de terra implica que la tensió de pas d'accés és equivalent a la tensió d pas de defecte calculada anteriorment.

2.5. Càlcul de tensions aplicades

Per a la determinació dels valors màxims admissibles de la tensió de pas a l'exterior i a l'accés a la sala de trafos, s'utilitzen les següents expressions:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho_0}{1000} \right) \quad (\text{eq. 12})$$

$$U_{p(\text{accés})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho_0 + 3\rho_h}{1000} \right) \quad (\text{eq. 13})$$

- U_p = Tensió de pas
- t = durada del defecte (0,65 segons)
- $K = 72$
- $n = 1$
- ρ_h = Resistivitat del formigó $3.000 \Omega \cdot m$

D'aquí es pot veure que els valors calculats són inferiors als màxims admissibles.

A l'exterior: $U_p = 1.563,4 \text{ V} < U_{p(\text{exterior})} = 3.101,5 \text{ V}$

A l'accés: $U_p = 9.510,8 \text{ V} < U_{p(\text{accés})} = 12.073,9 \text{ V}$

2.6. Investigació de tensions transferibles a l'exterior

Al no existir mitjans de transferència de tensions a l'exterior no es considera necessari un estudi previ per a la seva reducció.

No obstant, amb l'objecte de garantir que el sistema de posta a terra de servei no assolixi tensions elevades quan es produeixi un defecte, existirà una distància de separació mínima D_{\min} entre els elèctrodes dels sistemes de posta a terra de protecció i servei, determinat per l'expressió

$$D_{\min} = \frac{\rho_0 \cdot I_d}{2000\pi} \quad (\text{eq. 14})$$

I el valor obtingut és $D_{\min} = 20,74$ metres

2.7. Correcció i ajustament del disseny inicial

No es considera necessari la correcció del sistema projectat. No obstant, si el valor mesurat de les preses de terra resultés elevat i pogués donar lloc a tensions de pas o contacte excessives, es corregirien aquestes mitjançant la disposició d'una estora aïllant al terra de la sala de trafos, o qualsevol altre mitja que assegurï la no perillositat d'aquestes tensions.

3. CÀLCUL DE VENTILACIÓ

3.1. Trafos

Cada transformador s'ubicarà en una sala específica a la qual s'accedeix a través d'una porta de lamelles de dimensions 1,7x2 aproximadament.

S'escollirà un sistema de ventilació forçada a través d'un extractor embocat a una reixeta situada per sobre de cada una de les portes de lamel·les.

Pel càlcul del cabal d'aire necessari s'aplicarà la següent expressió, suposant un salt tèrmic de 15 °C

$$Q = P \cdot 216 \quad (\text{eq. 15})$$

- Q = Cabal d'aire (m^3/h)
- P_k = Pèrdues en càrrega (kW)

Pels transformadors de 250 kVA, amb unes pèrdues de 3,5 kW, tenim un cabal de $Q = 756 \text{ m}^3/\text{h}$. Per tant agafarem un ventilador de $1.215 \text{ m}^3/\text{h}$.

Pels transformadors de 800 kVA, amb unes pèrdues de 9,7 kW, tenim un cabal de $Q = 2.095 \text{ m}^3/\text{h}$. Per tant agafarem un ventilador de $2.350 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.2. Sala de mitja tensió

Amb l'objectiu de mantenir una temperatura no superior a l'exterior s'instal·larà un extractor amb termòstat per tal que realitzi 12 renovacions per hora de l'aire de la sala.

Si tenim que la sala de mitja tensió té un volum de 770 m^3 , el cabal d'aire necessari serà de $Q = 9.240 \text{ m}^3/\text{h}$. L'extractor escollit és un de $10.750 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.3. Sala de grups

Mentre els grups no estiguin funcionant, s'aplicarà el mateix criteri que a la sala de mitja tensió, 12 renovacions/hora. Amb un volum de 648 m^3 , el cabal serà de $Q = 7776 \text{ m}^3/\text{h}$. L'extractor elegit és de $7.870 \text{ m}^3/\text{h}$.

Quan el grup vagi ja s'engegaran els ventiladors del radiador. Les especificacions del grup donen un cabal d'extracció de $68.760 \text{ m}^3/\text{h}$, per la qual cosa la porta de lamel·les a les quals està embocat haurà de tenir unes dimensions mínimes de $4,68 \text{ m}^2$. Per tant, amb les dimensions de la porta actual de $2,6 \times 3 \text{ m}$ es compleix aquest cabal.

Memòria

Annex B - Estudi de Seguretat i Salut

ÍNDEX

1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA.....	2
1.1 Objecte de l'estudi de seguretat i salut.....	2
1.2 Dades de la obra i antecedents.....	2
1.3 Descripció de l'entorn de l'obra.....	2
1.4 Normes bàsiques de seguretat.....	3
1.5 Instal·lacions.....	3
1.6 Equipament elèctric.....	5
1.7 Maquinària.....	5
1.8 Danys a tercers.....	5
1.9 Medicina preventiva i primers auxilis.....	5
1.10 Formació.....	5
2. PLÀNOLS.....	5
3. PLEC DE CONDICIONS.....	5
3.1 Disposicions legals.....	5
3.2 Prescripcions generals.....	5
3.3 Condicions dels mitjans de protecció.....	5
3.3.1 Recomanacions bàsiques.....	5
3.3.2 Assegurança de responsabilitat civil.....	5
3.3.3 Pla de Seguretat i Salut Laboral.....	5
4. PRESSUPOST.....	5
4.1 Resum del pressupost.....	5

1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1.1 Objecte de l'estudi de seguretat i salut

El present estudi bàsic de Seguretat i Salut vol posar les bases per tal que el desenvolupament de les feines a realitza es facin amb les màximes garanties de seguretat possibles

1.2 Dades de la obra i antecedents

Emplaçament

La obra objecte del projecte es realitzarà a l'aeroport de Girona-Costa Brava

Denominació

Nova central elèctrica de transformació de l'aeroport de Girona-Costa Brava

Accessos

No hi ha dificultats d'accés o per trobar l'emplaçament de les obres al costat de la carretera d'accés a l'aeroport.

Propietat

Ens Públic Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (*Aena*).

1.3 Descripció de l'entorn de l'obra

Circulació de persones alienes a l'obra

L'accés a aquesta zona de l'aeroport és restringit i controlat. L'obra es troba en l'anomenat "costat terra" i el moviment de persones alienes a l'obra és mínim.

Considerant totes les circumstàncies no és necessari realitzar un tancat resistent, n'hi haurà proa amb senyalitzar adequadament la zona d'obra mitjançant un cordó o cinta de balisament i els oportuns cartells de "prohibit el pas a persones alienes a l'obra".

1.4 Normes bàsiques de seguretat

Realització del treball per personal qualificat

Clara delimitació de la zona d'abassegament de cables, safates, etc.

Durant l'alçament de l'aparellatge elèctric estarà prohibit la permanència de personal en el radi d'acció de la màquina

Manteniment en el millor estat possible de la zona de treball, habilitant pel personal camins d'accés per cada feina

Proteccions personals

- Casc homologat en tot moment
- Guants de cuir en el maneig de safates, plaques metàl·liques, etc.
- Mono de treball, vestit d'aigua
- Guants i botes de goma

Proteccions col·lectives

- Perfecta delimitació de la zona de treball de la maquinària
- Organització del trànsit i senyalització
- Adequat manteniment de la maquinària

1.5 Instal·lacions

Descripció dels treballs

Instal·lació dels circuits elèctrics de mitra tensió

Riscos més freqüents

- Electrocutacions
- Talls en extremitats superiors
- Caigudes d'objectes

Normes bàsiques de seguretat

- Les connexions es faran sempre sense tensió
- Les proves a realitzar amb tensió es faran després d'haver comprovat la finalització de la instal·lació elèctrica
- L'eina manual es revisarà amb periodicitat per evitar talls i cops en el seu ús.
- La maquinària portàtil tindrà doble aïllament

Proteccions personals

- Mono de treball
- Casc aïllant homologat
- Guants i botes dielèctriques

Proteccions col·lectives

- La zona de treball estarà sempre neta i ordenada, i il·luminada adequadament
- Les escales estaran proveïdes de tirants, per així delimitar la seva obertura quan siguin de tises ; si són de mà, seran de fusta amb elements antilliscants a la seva base
- Se senyalitzaran convenientment les ones on s'està treballant

1.6 Equipament elèctric

Descripció dels treballs

Instal·lació de l'aparellatge elèctric i dos grups electrògens

Riscos més freqüents

- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Talls, cops i punxades
- Caigudes en alçada
- Caiguda d'objectes

Normes bàsiques de seguretat

- Les connexions es faran sempre sense tensió
- Les proves a realitzar amb tensió es faran després d'haver comprovat la finalització de la instal·lació elèctrica
- L'eina manual es revisarà amb periodicitat per evitar talls i cops en el seu ús.
- La maquinària portàtil tindrà doble aïllament

Proteccions personals

- Mono de treball
- Casc aïllant homologat
- Guants i botes dielèctriques

Proteccions col·lectives

- La zona de treball estarà sempre neta i ordenada, i il·luminada adequadament

- Les escales estaran proveïdes de tirants, per així delimitar la seva obertura quan siguin de tisores ; si són de mà, seran de fusta amb elements antilliscants a la seva base
- Se senyalitzaran convenientment les ones on s'età treballant

1.7 Maquinària

Riscos més freqüents

- Atropellaments i col·lisions, en maniobres enrera i girant i en operacions de manteniment i neteja
- Caiguda de material des de la cistella o la cullera
- Tombs de la màquina
- Xocs amb elements fixes de l'obra

Normes bàsiques de seguretat

- Comprovació i conservació periòdica dels elements de la màquina
- Ú s de la màquina per part de personal autoritzat i qualificat
- La càrrega no limitarà en cap cas la visió del maquinista
- Estarà prohibit el transport de persones a la màquina
- La bateria quedarà desconnectada, la cullera recolzada al terra i la clau de contacte no quedarà posada quan la màquina finalitzi la seva feina
- No es fumarà durant la càrrega de combustible, ni es comprovarà el nivell amb una flama
- Es consideraran les característiques del terreny on actua la màquina per tal d'evitar accidents per girs incontrolats al bloquejar-se els pneumàtics
- Al realitzar les entrades o sortides al7del recinte, es farà amb precaució, auxiliat pels senyals del personal de l'obra
- Respectarà totes les normes del codi de circulació i la senyalització de l'obra

- Si per alguna circumstància s'hagués de parar a la rampa d'accés, el vehicle quedarà frenat i falcat
- Les maniobres dins el recinte es faran sense brusquedat, anunciant-les amb antelació, auxiliant-se amb el personal d'obra
- La velocitat de circulació està en consonància amb la càrrega transportada, la visibilitat i les condicions del terreny
- No es realitzaran reparacions ni operacions de manteniment amb la màquina funcionant
- La cabina estarà dotada d'extintor d'incendis
- El conductor no abandonarà la màquina sense parar el motor i posar la marxa contrària al sentit de la pendent
- Les serres circulars portaran visera per evitar la projecció de partícules

Proteccions personals

- Casc de seguretat homologat
- Botes antilliscants
- Roba de treball adequada
- Ulleres de protecció contra la pols
- Seient anatòmic
- Cinturó de seguretat en les màquines proveïdes de cabina antitombs

Proteccions col·lectives

- Estarà prohibit romandre en la zona de treball de la màquina
- Senyalització de les zones de circulació i treball

1.8 Danys a tercers

Es procedirà a senyalitzar el perímetre de la obra per tal d'evitar l'accés de persones alienes a l'obra. La senyalització i accessos a l'obra es mantindran en tot moment nets i seran adequats.

Es col·locaran limitadors de gir en les grues el radi de les quals pugui afectar edificis limítrofs o qualsevol tercer.

1.9 Medicina preventiva i primers auxilis

Tot el personal que comenci a treballar a l'obra haurà de passar un reconeixement mèdic previ al començament del treball.

Es preveu la instal·lació d'una habitació destinada a primers auxilis, amb tots els elements necessaris, i farmacioles d'obra per a primers auxilis.

En totes les farmacioles i llocs clau de l'obra es col·locarà la direcció i telèfon del centre o centres assignats per a urgències, ambulàncies, metges, etc., per tal de garantir un ràpid transport i atenció als possibles accidents.

1.10 Formació

Tot el personal a l'ingressar a l'obra ha de rebre una exposició del mètodes de treball i dels riscos que aquests poguessin comportar, les mesures de seguretat que haurà d'utilitzar i les directius recollides en aquests Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.

Es formarà als quadres i persones auxiliars en Seguretat i Salut Laboral, escollint al personal més qualificat, impartint cursos de socorrisme i primers auxilis, de forma que tots els treballs disposin d'algun socorrista.

Es demanarà la col·laboració de l'organisme oficial amb competència en Seguretat i Salut Laboral per tal de realitzar i organitzar els cursos abans anomenats, així com la dels sindicats per a la mentalització dels treballadors en la correcta assumpció del Pla de Seguretat i Salut. El Pla de Seguretat i Salut establirà el calendari de formació.

2. PLÀNOLS

1. Primers auxilis

2. Elements de senyalització

3. PLEC DE CONDICIONS

3.1 Disposicions legals

- Llei de Prevenció de Riscos Laborals. Llei 31/1995 de 8 de novembre
- Reglament dels Serveis de Prevenció. Reial Decret 39/1197 de 17 de gener
- Reial Decret Llei 1/1995 Estatut dels Treballadors
- Reial Decret Llei 5/2000 sobre Infraccions i Sancions en l'ordre social
- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió. Reial Decret 842/02
- Reial Decret 3275/1982 pel qual s'aprova el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació i les modificacions posteriors
- Ordenança General de Seguretat i Higiene al Treball
- Convenis col·lectius a la seva part específica de Seguretat i Higiene
- Altres disposicions relatives a Medicina, Higiene i Seguretat en el Treball que puguin afectar el tipus de tasques que es realitzen

3.2 Prescripcions generals

Obligacions de les parts implicades

L'empresa contractada està obligada a complir contingudes en l'Estudi Bàsic de seguretat i Salut, a través del Pla de Seguretat i Salut, coherent amb l'anterior i amb els sistemes d'execució que acostumi a utilitzar.

El Pla de Seguretat i Salut comptarà amb l'aprovació de la direcció facultativa i serà previ a l'inici de l'obra.

Els mitjans de protecció personal estaran homologats per organismes competents.

Per últim, l'empresa contractada complirà les estipulacions previstes de l'Estudi Bàsic i el Pla, responent solidàriament als danys que es derivin de la infracció per part seva o dels possibles subcontractistes o treballadors.

La direcció facultativa considerarà l'Estudi Bàsic com a part integrant de l'execució de l'obra, corresponent-li l'aprovació, el control i la supervisió de l'execució del Pla, autoritzant prèviament qualsevol modificació d'aquest, deixant constància escrita en el Llibre d'Incidències.

3.3 Condicions dels mitjans de protecció

3.3.1 Recomanacions bàsiques

Totes les peces de roba de protecció personal o elements de protecció col·lectiva tindran fixat un període de vida útil, descartant-ho al seu final.

Quan per les circumstàncies del treball es produeixi un deteriorament més ràpid en una determinada peça o equip, es respondrà independentment de la duració o data de lliurament.

Tota peça o equip de protecció que hagi sofert un tractament límit, es a dir, el màxim pel qual va ser concebut, serà descartat i reposat al moment.

Aquelles peces que pel seu ús hagin adquirit més folgança o toleràncies de les admeses pel fabricant, seran reposades immediatament.

L'ús d'una peça o equip de protecció mai representarà un risc en sí mateix. Tots els sistemes de protecció es revisaran periòdicament pel Vigilant de Seguretat i Tècnic competent.

3.3.2 Assegurança de responsabilitat civil

Serà preceptiu a l'obra que els tècnics responsables disposin de la cobertura de responsabilitat civil professional; així mateix el contractista ha de disposar de cobertura de responsabilitat civil en l'exercici de la seva activitat per danys a terceres persones.

3.3.3 Pla de Seguretat i Salut Laboral

El contractista està obligat a redactar un Pla de Seguretat i Salut que haurà de ser aprovat per la direcció facultativa abans de l'inici de les obres i respectat durant tota l'execució.

En l'esmentat Pla es desenvoluparan les mesures de seguretat i salut laboral descrites en aquest estudi bàsic adaptant-les als mètodes d'execució a utilitzar

4. PRESSUPOST

Capítol 1 - Proteccions individuals

Codi	Descripció		Unitats	Import unitari (€)	Import total (€)
1.1	Ud.	Casc de seguretat	30	3,24	97,2
1.2	Ud.	Parell de guants de cuir	15	3,24	48,6
1.3	Ud.	Parell de guants dielèctrics	30	20,19	605,7
1.4	Ud.	Parell de botes de seguretat	30	30,29	908,7
1.5	Ud.	Ulleres de protecció	15	10,09	151,35
1.6	Ud.	Mono de treball	30	29,57	887,1
1.7	Ud.	Armilla reflectant	30	20,05	601,5
1.8	Ud.	Impermeable	25	19,83	495,75
1.9	Ud.	Cinturó de seguretat i de subjecció	15	24,52	367,8
1.11	Ud.	Pèrtiga de maniobra	1	50,48	50,48
1.12	Ud.	Tamburet aïllant	1	41,11	41,11
			Total capítol 1		4.255,29

Capítol 2 - Proteccions col·lectives

Codi	Descripció		Unitats	Import unitari (€)	Import total (€)
2.1	Ud.	Cartell indicador de risc amb suport metàl·lic, inclòs col·locació	15	5,91	88,65
2.2	Ml.	Cordó de balisament reflectant, inclòs suport i col·locació	500	1,08	540
2.3	M2	Protecció de forats horitzontals mitjançant taulons de fusta	250	8,65	2162,5
2.4	Ud.	Balisa lluminosa intermitent, inclòs col·locació	7	33,89	237,23
2.5	Ud.	Senyal acústic	1	913	913
2.6	Ud.	Extintor de pols polivalent de 6 kg inclòs suport i muntatge	5	93,76	468,8
			Total capítol 2		4.410,18

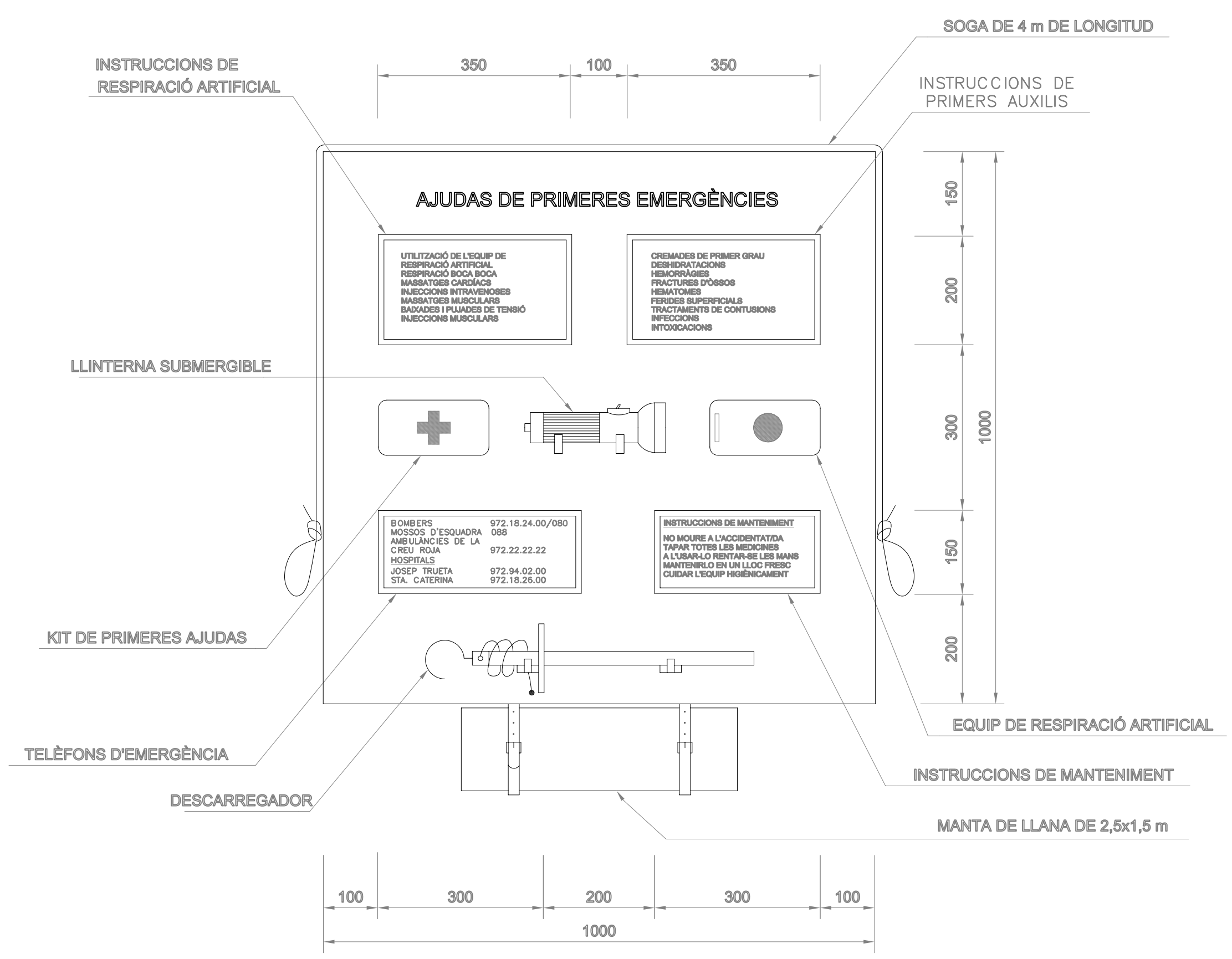
Capítol 3 - Medicina preventiva i primers auxilis

Codi	Descripció		Unitats	Import unitari (€)	Import total (€)
5.1	Ud.	Farmaciola	1	216,36	216,36
5.2	Ud.	Armari-panell de primers auxilis	1	72,12	72,12
5.4	Ud.	Reconeixement mèdic obligatori	30	57,69	1730,7
			Total capítol 3		2.019,18

4.1 Resum del pressupost

Capítol 1	Proteccions individuals	4.255,29 €
Capítol 2	Proteccions col·lectives	4.410,18 €
Capítol 3	Medicina preventiva i primers auxilis	2.019,18 €
	Total capítol 3	10.684,65 €

El pressupost de Seguretat i Salut puja a DEU MIL SIS.CENTS VUITANTA-QUATES EUROS amb SEIXANTA-CINC CÈNTIMS

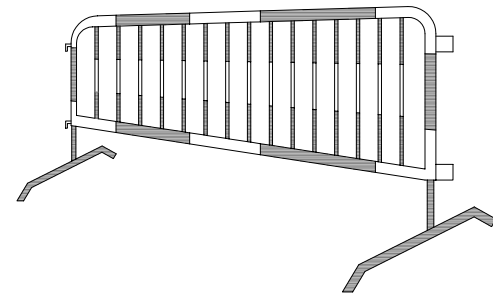


	Data	Nom	
Dibuixat	12-2005	Oriol	Vaquer Abras
Compro.		---	---

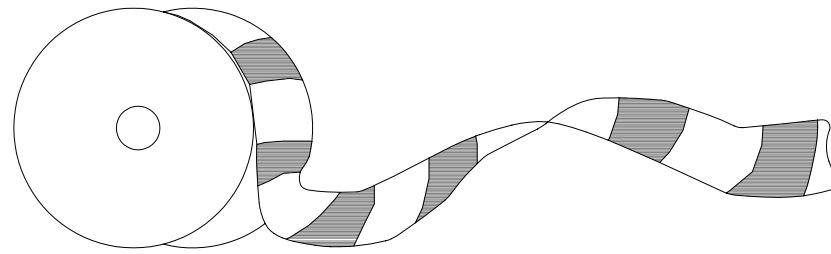


Escola politècnica Superior

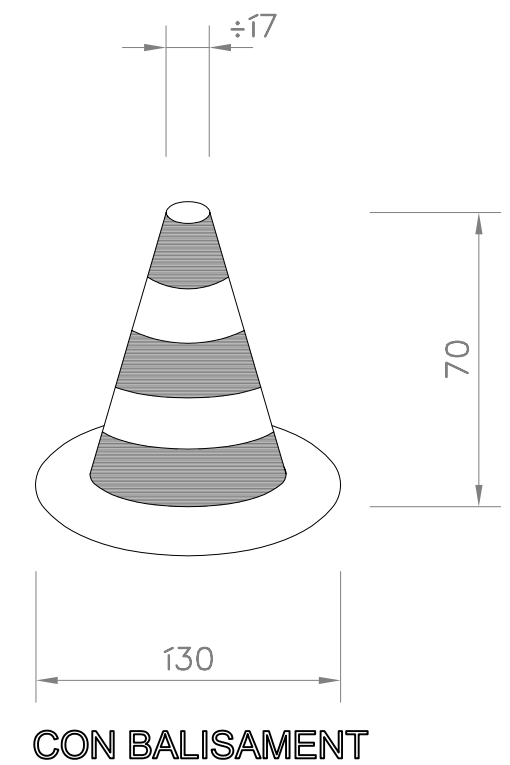
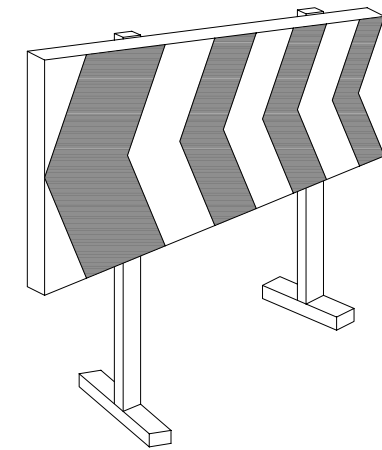
Escala	Primers auxilis	Nº plànol 1
S/E		Substitueix a:
		Especialitat E I



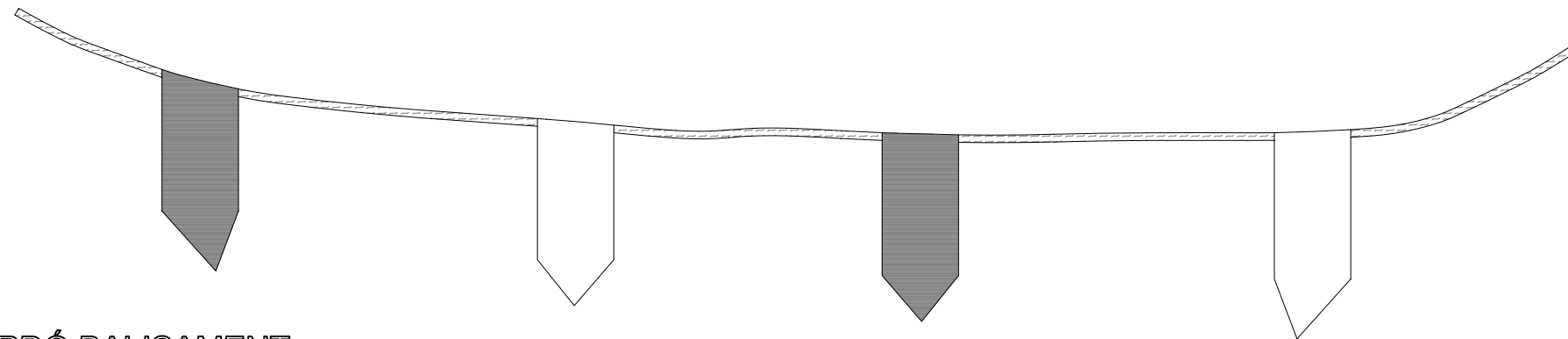
VALLES DESVIAMENT TRÀNSIT



CINTA DE BALISAMENT



CON BALISAMENT



CORDÓ BALISAMENT

	Data	Nom		 Escola politècnica Superior
Dibuixat	12-2005	Oriol	Vaquer Abras	
Compro.		---	---	
Escala	Elements de senyalització			Nº plànol 2
S/E				Substitueix a:
				Especialitat E I