

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Elèctrica

**Títol:** Instal·lació d'un mòdul de cogeneració amb un motor generador a gas natural de 50 kW en un poliesportiu

**Document:** 3. Plec de condicions

**Alumne:** Javi Pérez Saavedra

**Director/Tutor:** Sergio Herraiz Jaramillo

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria elèctrica

**Convocatòria** (mes/any): setembre/2019

## ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	3
1.1. Objecte del Plec.....	3
1.2. Documents contractuals i informatius.....	3
1.3. Compatibilitat entre documents.....	3
2.DISPOSICIONS TÈCNIQUES .....	4
2.1. Reglaments.....	4
2.2. Normes .....	6
3.CONDICIONS TÈCNIQUES .....	7
3.1. Materials .....	7
3.2. Instal·lació elèctrica .....	7
3.2.1. Grup de generació elèctrica .....	7
3.2.2. Motor.....	8
3.2.3. Alternador .....	8
3.2.4. Cablejat.....	9
3.2.5. Posada a terra.....	9

3.3. Instal·lació mecànica.....	12
3.3.1. Circuit de gasos d'escapament.....	12
3.3.2. Intercanviador de plaques .....	12
3.4. Posada en marxa.....	13
4. DISPOSICIONS GENERALS.....	14
4.1. Administratives o legals .....	14

## **1. INTRODUCCIÓ**

Aquest document ha estat concebut com a base d'informació per tal de consultar la normativa a la que està sotmès el projecte i, la qual, aquest compleix. A la vegada també ha de servir per contemplar les condicions particulars a l'hora d'aplicar la concepció, el disseny i l'execució del projecte. Per aquesta raó, és un document vinculant des del punt de vista contractual i, per tant, de màxima importància.

### **1.1. Objecte del plec**

L'objecte d'aquest document estableix les obligacions de compliment de condicions tècniques, reglaments i normes aplicades, pressupost, pagaments i les garanties que figuren en el projecte tècnic.

L'execució del projecte ha de ser regulada segons els punts descrits en aquest document.

### **1.2. Documents contractuals i informatius**

En aquest punt es determina quins documents són contractuals, és a dir, els documents que formen part del projecte i són d'obligat compliment, i quins documents són informatius, és a dir, els documents on el seu compliment no prevalen per sobre dels documents contractuals.

Els documents de caràcter contractual són: el plec de condicions, els plànols i memòria.

### **1.3. Compatibilitat entre documents**

En cas d'incoherències entre documents s'atorga la següent prioritat: plec de condicions, plànols, memòria, estat d'amidaments i pressupost.

## 2. DISPOSICIONS TÈCNIQUES

Aquest capítol establirà les normatives i reglaments que recauen sobre la instal·lació presentada al llarg del projecte, a més a més de les disposicions tècniques establertes.

### 2.1. Reglaments

Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

Reial Decret Llei 6/2009, de 30 d'abril, pel qual s'adopten determinades mesures en el sector energètic i s'aprova el bo social.

Reial Decret 616/2007, d'11 de maig, sobre foment de la cogeneració.

Reial Decret 430/2004, de 12 de març, pel qual s'estableixen noves normes sobre limitació d'emissions a l'atmosfera de determinats agents contaminants procedents de grans instal·lacions de combustió, i es fixen certes condicions per al control de les emissions a l'atmosfera de les refineries de petroli.

Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats

Reial Decret 1131/1988, de 30 setembre, pel qual s'aprova el Reglament per a execució del Reial Decret Legislatiu 1302/1986, de 28 de juny, d'avaluació de l'impacte ambiental. (BOE 239/88, de 5 d'octubre).

Reial Decret Legislatiu 1/2008, de 11 de gener, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'Avaluació d'Impacte Ambiental de projectes.

Llei 16/2002, d'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació.

Decret 833/1975, de 6 de febrer, pel qual es desenvolupa la Llei 38/1972, de 22 de desembre, de protecció de l'ambient atmosfèric. (BOE 96/1975 i BOE 137/1997 de 22 d'abril i 9 de juny).

Llei 54/1997, de 27 de novembre, del sector elèctric. (BOE 285/1997 de 28 de novembre de 1997).

Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.

Resolució de 11 de febrer de 2005, de la Secretaria General de l'Energia, per la qual s'aprova un conjunt de procediments de caràcter tècnic i instrumental necessaris per a realitzar l'adequada gestió tècnica del sistema elèctric.

Reial Decret 223/2008, de 15 de febrer, pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-LAT 01 a 09.

Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries.

Llei 54/2003, de 12 de desembre, de reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals. BOE nombre 298 de 13 desembre.

Reial Decret 604/2006, de 19 de maig, pel qual es modifiquen el Reial Decret 39/1997, de 17 de gener, pel qual s'aprova el Reglament dels Serveis de Prevenció, i el Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.

Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric.

Codi de circulació.

Ordenances Municipals de l'Ajuntament de Roses.

## **2.2. Normes**

Normes tècniques particulars de la companyia distribuïdora de la zona Endesa Distribució Elèctrica S.L.U aprovades al DOGC. 4827/2007.

Normes UNE de referència de la normativa d'aplicació.

Normatives locals i particulars dels fabricants dels equips a instal·lar.

UNE-EN 303-5:1999: Calderes de calefacció, Part 5: Calderes especials per a combustibles sòlids, de carga manual i automàtica i de potència útil nominal fins a 300kW. Aquesta normativa fa referència a la pròpia caldera i a les seves emissions.

### **3. CONDICIONS TÈCNIQUES**

A continuació es descriuran les condicions tècniques i la manera de procedir que s'imposa com a condició per a la validesa d'aquest projecte. Es delegaran responsabilitats segons la condició tècnica.

#### **3.1. Materials**

Tots els materials que s'instal·laran han de ser de primera qualitat, compliran les especificacions i tindran les característiques indicades en el Projecte i en la normativa vigent. En aquells casos en què així s'hagi establert, els materials instal·lats portaran el marcatge CE.

Qualsevol especificació o característica de materials que consti en un dels documents del projecte, malgrat no constar en la resta, és igualment obligatòria.

El transport, la manipulació i la utilització dels materials es farà de manera que no alterin les seves característiques, i no ocasioni cap deteriorament de les seves formes o dimensions

#### **3.2. Instal·lació elèctrica**

El tècnic o tècnics autoritzats duran a terme la instal·lació dels materials mencionats amb els reglaments establerts al capítol anterior i les disposicions tècniques redactades per l'enginyer a la memòria i als plànols.

##### **3.2.1. Grup de generació elèctrica**

El grup de generació elèctrica estarà format per un conjunt motor alternador previst per al seu funcionament continu com a instal·lació de cogeneració.

L'energia elèctrica generada alimentarà els propis autoconsum de la planta de cogeneració.

El mòdul haurà estat sotmès a una comprovació de prestacions exhaustiva sobre banc de proves. Aquesta comprovació no només es realitzarà sobre el motor i generador, sinó que també es



realitzarà sobre tots els altres equips inclosos en el mòdul, i especialment sobre els equips de recuperació tèrmica, el que garantirà l'usuari que el mòdul cobreix a la perfecció les prestacions garantides.

El mòdul inclourà sobre una mateixa bancada el conjunt motor-alternador, equips per a l'aprofitament tèrmic de la calor de camises i oli, doble rampa de gas a motor, sistema de control automàtic del nivell d'oli, bateries d'arrencada i silenciosos d'escapament com a principals equips.

Es lliurarà també, perfectament instal·lat i provat en fàbrica al costat del mòdul, el quadre de control del mòdul que inclou el comandament del mòdul, les unitats de control de velocitat i càrrega del mòdul, l'equip de sincronització, equips de mesura i monitorització, proteccions elèctriques del generador i xarxa i carregador de bateries, així com part de potència amb contactor per interconnexió del generador amb la instal·lació de BT.

### **3.2.2. Motor**

El grup de cogeneració estarà format per un motor de gas natural marca MAN model I 0836 LI 202. Es tracta d'un motor a gas natural, de 4 temps, de cicle Otto, encesa per bugia, turbo comprimit, refrigerat per aigua, velocitat de gir a règim nominal 1.500 rpm.

El sistema de refrigeració principal és mitjançant un circuit d'aigua de circulació forçada, amb bomba accionada per motor elèctric.

El sistema d'oli de lubricació és de circulació forçada mitjançant una bomba d'engranatges d'accionament mecànic, refrigeració mitjançant aigua del circuit de refrigeració del motor i filtre d'oli en el circuit principal. L'arrencada del motor es realitza mitjançant motor elèctric a 24 V DC.

### **3.2.3. Alternador**

Acoblat al motor s'instal·larà un alternador asíncron, trifàsic, autoexcitat, autoreglat sense anells ni escombretes marca Emod WKASYG 250/4-330T-GG.

Serà acord amb les normes IEC 60034, NEMA MG 1.22, CSA, CSA / UL.

Complirà amb la supressió d'interferències per a compatibilitat electromagnètica segons norma EN 55011 grup 1 classe B i marcatge CE.

#### **3.2.4. Cablejat**

En l'execució de conduccions elèctriques de baixa tensió s'aplicarà el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (Decret 842/2002 de 2 d'agost), d'ara endavant REBT, i les seves Instruccions tècniques complementàries.

En l'execució de conduccions elèctriques de baixa tensió en obres d'edificació, des de la caixa general de protecció fins a cada punt d'utilització, s'aplicarà, també, la norma Tecnològica de l'Edificació NTE-ICB, "Instal·lacions d'electricitat. Baixa Tensió".

S'aplicarà la terminologia establerta en la instrucció ITC-BT-01 del REBT.

A més de les normes UNE d'obligat compliment que es relacionen en la Instrucció Complementària ITC-BT-02 del REBT s'aplicaran les següents normes:

Es respectaran els radis de curvatura dels conductors prescrits pel fabricant.

Tots els materials emprats seran del tipus no propagador de la flama.

#### **3.2.5. Posada a terra**

La posada a terra té com a objecte de limitar la tensió, que amb respecte a terra, puguin presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar l'actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una avaria en els materials elèctrics utilitzats.

Els criteris mínims a considerar seran els que es disposen a la ITC-BT-018 i les ITC-BT que fan referències a les particulars específiques del tipus de càrrega i instal·lació.

La posada o connexió a terra (unió elèctrica directa), anirà sense fusibles ni cap protecció, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes enterrats al terra .

La instal·lació de posada a terra s'haurà d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície pròxima del terreny no apareguin diferències de potencial perilloses i que, al mateix temps, permeti el pas a terra dels corrents de defecte o les de descàrrega de origen atmosfèric.

Les disposicions de posada a terra poden ser utilitzades alhora o separatament, per raons de protecció o raons funcionals, segons les prescripcions de la instal·lació.

L'elecció i instal·lació dels materials que assegurin la posada a terra són:

El valor de la resistència de posada a terra estigui conforme amb les normes de protecció i de funcionament de la instal·lació i es mantingui d'aquesta manera al llarg del temps, els requisits generals indicats en la ITC-BT-24 i els requisits particulars de les Instruccions Tècniques aplicables a cada instal·lació.

Els corrents de defecte a terra i els corrents de fuga puguin circular sense perill, particularment des del punt de vista de sol·licitacions tèrmiques, mecàniques i elèctriques.

La solidesa o la protecció mecànica quedi assegurada amb independència de les condicions estimades d'influències externes.

Contemplin els possibles riscos deguts a electròlisi que poguessin afectar a altres parts metàl·liques.

Per a la presa de terra es poden utilitzar elèctrodes formats per: barres, tubs; platines, conductors nus; plaques; anells o malles metàl·liques constituïts pels elements anteriors o les seves combinacions; armadures de formigó enterrades; amb excepció de les armadures pretesades; altres estructures enterrades que es demostrï que són apropiades.

Els conductors de coure utilitzats com elèctrodes seran de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les preses de terra han de ser tals que la possible pèrdua d'humitat del sòl, la presència del gel o altres efectes climàtics, no augmentin la resistència de la presa de terra per sobre del valor previst. La profunditat mai serà inferior a 0,50 m.

Els materials utilitzats i la realització de les preses de terra han de ser tals que no es vegi afectada la resistència mecànica i elèctrica per efecte de la corrosió de forma que comprometi les característiques del disseny de la instal·lació.

Les canalitzacions metàl·liques d'altres serveis (aigua, líquids o gasos inflamables, calefacció central, etc.) no han de ser utilitzades com a preses de terra per raons de seguretat.

El càlcul de la secció dels conductors de protecció s'obté l'expressió  $S = (I_2 \cdot t)^{1/2} / K$ , però com a mínim la secció no serà inferior a la mínima exigida per als conductors de protecció segons la taula 1 de l'apartat 3.2 i la taula 2 de l'apartat 3.4 de la ITC-BT-018. En tot cas, aquestes seccions quedaran reflectides en el document de plànols.

En el cas de conductors de protecció que no formin part de la canalització d'alimentació han de tenir una secció, a l'immens de 2,5 mm<sup>2</sup> si els conductors de protecció disposen d'una protecció mecànica, i 4 mm<sup>2</sup> si els conductors de protecció no disposen de una protecció mecànica.

Durant l'execució de les unions entre conductors de terra i elèctrodes de terra ha d'extremar la cura perquè resultin elèctricament correctes.

S'ha de tenir cura, especialment, que les connexions, no danyin ni als conductors ni als elèctrodes de terra.

S'ha de preveure sobre els conductors de terra i en lloc accessible, un dispositiu que permeti mesurar la resistència de la presa de terra corresponent. Aquest dispositiu pot estar combinat amb el born principal de terra, ha de ser desmuntable necessàriament per mitjà d'un útil, ha de ser mecànicament segur i ha d'assegurar la continuïtat elèctrica.

L'elèctrode es dimensionarà de forma que la seva resistència de terra, en qualsevol circumstància previsible, no sigui superior al valor especificat per a ella, en cada cas.

Aquest valor de resistència de terra serà tal que qualsevol massa no pugui donar lloc a tensions de contacte superiors a: 24 V en local o emplaçament conductor i 50 V en els altres casos.

La resistència d'un elèctrode depèn de les seves dimensions, de la seva forma i de la resistivitat del terreny en el qual s'estableix, a més varia freqüentment d'un punt a un altre del terreny, i varia també amb la profunditat, per la qual cosa s'haurà d'especificar in situ la quantitat d'elèctrodes necessaris.

### **3.3. Instal·lació mecànica**

#### **3.3.1. Circuit de gasos d'escapament**

Els conductes d'evacuació de fums seran de construcció modular, amb absorció de dilatació individual i no tindran ponts tèrmics continus per unió de la paret interior i exterior amb xapa embotida o plana. Es disposarà un conducte per cada caldera llevat que s'expressi el contrari en pressupost o especificacions tècniques.

Disposarà de protecció superficial exterior de PVC adhesiu durant el transport i muntatge.

El conducte de fums tindrà les següents característiques:

Paret exterior: xapa d'acer inoxidable de 0,4 mm de gruix, acabat brillant mirall, amb protecció de làmina adhesiva de PVC.

Paret interior: Xapa d'acer inoxidable de 0,4 mm de gruix, acabat brillant mirall.

Aïllament: Llana de roca, fabricació i densitat per aconseguir pèrdues totals inferiors a 1,0 w / M20C. Les pèrdues acústiques per transmissió seran com a mínim de 40 dB (A).

La unió de mòduls serà mitjançant sistema mascle - femella i estructura de conformació puntual, amb absència de pont tèrmic directe i fuga de gasos. Absència total d'amiant i derivats.

Els accessoris seran tots d'acer inoxidable i s'inclouran tots els necessaris, com ara mòdul de comprovació (CO<sub>2</sub>, índex de sutge, temperatura de fums, tir), regulador de tir, col·lector de sutge, abraçadores, suports, barret, adaptador, ancoratges de càrrega, etc.

Disposaran d'un orifici (5 + 10 cm de diàmetre) per a presa de mostres a la sortida del grup de cogeneració (a 50 cm de distància aproximadament).

### **3.3.2. Intercanviador de plaques**

Per a la producció d'aigua calenta en el grup de cogeneració s'instal·larà un intercanviador de plaques aigua-aigua. Les plaques seran d'acer inoxidable AISI 316 amb un gruix de 0,5 mm. El material de les connexions també serà en acer inoxidable AISI 316. Les juntes seran de nitril sense cola.

Els intercanviadors tindran una temperatura màxima de treball de 125 ° C. Seran per a una pressió de treball de 10 bar i una pressió de prova de 14 bar.

### **3.4. Posada en marxa**

L'execució del projecte es durà a terme en un període de 12 mesos a partir del dia de signatura del projecte.

Prèviament al seu us, es requereix la obtenció dels permisos mencionats en el documents i la inspecció i verificació inicial, dutes a termes per organismes oficials o direcció tècnica.

Posteriorment a la verificació i inspecció, un tècnic qualificat posarà a punt la instal·lació amb el permís i la supervisió de l'enginyer.

## **4. DISPOSICIONS GENERALS**

El present apartat s'entén com a orientatiu per a la formulació del contracte entre el Propietari i el Contractista.

### **4.1. Administratives o legals**

Una vegada acabada la posta en marxa, els elements de la instal·lació estaran protegits per una garantia de 3 anys des del moment en que es firma l'acta de recepció. L'instal·lador estarà obligat a reparar els problemes de funcionament que hi pugui haver si aquests venen de defectes en la instal·lació o en els materials, sense recàrrec.

En cas que es realitzin modificacions sense consulta o aprovació de l'enginyer, eximeix la responsabilitat d'aquest últim.

Per tal d'assegurar el compromís del client amb l'empresa es realitzarà un pagament del 60% de l'import total del projecte en el moment de l'inici de la instal·lació.

Finalment el 40% restant es farà efectiu un cop realitzada la posta en marxa i el client firmi l'acta de conformitat.

En cas de conflictes legals entre qualsevol de les parts que participen al projecte, es resoldran al Tribunal de Girona en la data més pròxima disponible a partir de la reclamació legal.

Javi Pérez Saavedra  
Graduat en Enginyeria Elèctrica

Girona, 22 de juny de 2019