

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Elèctrica

**Títol:** Disseny planta fotovoltaica de 500 kW

**Document:** 3. Plec de condicions

**Alumne:** Carlos Martínez León

**Tutor:** Lino Montoro

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Coneixement de Màquines i Motors Tèrmics

**Convocatòria (mes/any)** Setembre del 2015

## 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	Normativa.....	4
3	Condicions tècniques .....	6
3.1	Pla de seguretat i salut d'obra .....	6
3.2	Materials .....	6
3.2.1	Consideracions generals .....	6
3.2.2	Generador fotovoltaic .....	6
3.2.3	Estructura del suport.....	7
3.2.4	Centre integrat fotovoltaic.....	8
3.2.5	Cablejat .....	9
3.2.6	Proteccions i mesura .....	9

3.3	Execució de la instal·lació .....	10
3.3.1	Consideracions generals .....	10
3.3.2	Muntatge dels elements.....	11
3.3.3	Acabats, control i acceptació .....	12
3.4	Condicions de manteniment i us .....	12
4	Disposicions generals.....	13
4.1	Condicions de la direcció tècnica .....	13
4.2	Empresa instal·ladora o contractista .....	13
4.3	Terminis de pagament i garantia .....	14

## **1 Introducció**

Aquest document recull les normatives a les quals està sotmès el projecte. A més, també indica les condicions constructives de la instal·lació fotovoltaica de 500 kW. Tot el que s'especifica en el present document haurà de ser realitzat de la manera que el document ho explica. En cas que no sigui així, el projectista s'eximeix de tota responsabilitat. En cas de canvi de qualsevol material o especificació descrita a continuació, s'haurà d'especificar a la direcció tècnica, abans que procedir a la realització de l'anomenat canvi.

### **1.1 Objecte del plec**

El present document exposa les condicions constructives de la instal·lació fotovoltaica situada a la localitat de Maçanet de la Selva. Aquest document determina les condicions que haurà de seguir el contractista per l'execució de l'obra e instal·lacions descrites en el present projecte. També determinarà l'obligació del contractista amb les instruccions que dicta el director de l'obra per resoldre les dificultats que es poden presentar al llarg d'aquesta.

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

Aquest projecte esta format per els documents contractuals com ara la memòria els plànols, el plec de condicions i l'estat d'amidaments. Aquests documents són d'obligat compliment i en cas de no ser així l'empresa projectista no assumirà cap tipus de responsabilitat.

A més, el projecte esta format pel pressupost, aquest document és de caràcter informatiu, per tant, no és d'obligat compliment però és recomanable.

### **1.3 Compatibilitat entre documents**

En cas d'error o incompatibilitat amb els diferents documents que conté aquests projecte, prevaldrà la informació descrita en l'apartat 1.2 (Documents contractuals i informatius) del present document.

## **2 Disposicions tècniques**

### **2.1 Reglaments**

Per realitzar la part que inclou tota la instal·lació elèctrica de la planta solar fotovoltaica s'han tingut en compte totes i cadascuna de les especificacions contingudes en el reglament electrotècnic per baixa tensió (REBT).

Per la redacció del present document s'han seguit les instruccions descrites en el plec de condicions tècniques de instal·lacions connectades a xarxa, redactat pel "Instituto para la Diversificación Y Ahorro de la Energia" (IDAE).

### **2.2 Normativa**

Per la redacció del present projecte s'ha tingut en compte les següents reglamentacions i normatives:

Decret 2617/1966, de 20 d'Octubre sobre autorització d'instal·lacions elèctriques.

Ordre RDL 1985/2225 de 5 de setembre, sobre les normes administratives i tècniques de funcionament i connexió a xarxes elèctriques d'autogeneració elèctrica

Reial Decret 2018/1997, de 26 de desembre, per el que s'aprova el Reglament de punts de mesura dels consums d'energia elèctrica.

Llei 54/1997, del 27 de novembre del sector elèctric

Reial Decret 2818/1998, del 23 de desembre sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes per recursos d'energia renovables, residus i cogeneració.

Reial Decret 1955/2000 del 1 de Desembre, per el que es regulen les activitats de transport, distribució i comercialització, subministra i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica

Decret 3275/1982 del 12 de novembre, reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i centres de transformació.

Reglament Electrotècnic de Baixa tensió, Reial Decret 842/2002 del 2 d'agost i les instruccions tècniques complementaries ITC-BT-02, 03, 04, 05, 08, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30 i 40.

Norma UNE 20.460 així com les diferents normes UNE incloses en el REBT

Reial Decret 1663/2000 del 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.

Reial Decret 352/2001 del 18 de Desembre, sobre el procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica.

Resolució del 31 de maig del 2001 de la direcció general de política energètica i mines per la que s'estableix model de contracte tipus i model de factura per les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió

Reial decret 314/2006 del 17 de març on s'aprova el codi tècnic de l'edificació CTE

Reial Decret Llei 1/2012 del 27 de gener en el que s'estableixen nous paràmetres de retribució elèctrica per instal·lacions regim especial

Reial Decret Llei 9/2013 en el que s'adopten mesures urgents per l'estabilitat financera en el sistema elèctric espanyol

Ordre IET/1045/2014 en el que s'aproven els paràmetres retributius de les instal·lacions tipus aplicables a instal·lacions de producció en regim especial

### **3 Condicions tècniques**

#### **3.1 Pla de seguretat i salut d'obra**

El contractista està obligat a seguir les condicions que garanteixin la seguretat en el treball i la seguretat pública. Per tant, haurà de seguir les condicions que indica la Llei 31/1995 sobre prevenció de riscos laborals.

En cas d'accident a l'hora d'execució de l'obra el contractista haurà d'actuar segons la llei i en cas d'incompliment serà l'únic responsable.

Les proteccions i mesures preventives hauran de seguir normativa vigent. Es prohibirà l'entrada a tota persona aliena a l'obra. Es senyalitzarà i tancarà el perímetre de l'obra així com punts de perill particulars dins de l'obra.

Tots els treballadors utilitzaran roba de treball adequada per les tasques realitzades.

#### **3.2 Materials**

##### **3.2.1 Consideracions generals**

Per l'elecció dels materials s'ha seguit la norma UNE-EN 61173:1998 per a la protecció contra sobretensions dels sistemes fotovoltaics productors d'energia i la norma UNE-EN 61194:1997 que recull els paràmetres característics dels sistemes fotovoltaics autònoms, conjuntament amb altres normatives que s'especificaran quant sigui adient.

##### **3.2.2 Generador fotovoltaic**

S'instal·laran els mòduls de la casa Eastech Solar amb les característiques descrites en la memòria. Tots els mòduls hauran de satisfer les especificacions UNE-EN 61215 per mòduls de silici cristal·lí i estar certificats per algun laboratori reconegut (com per exemple Laboratorio de Energia Solar Fotovoltaica del Departamento de Energias Renovables del CIEMAT)

El mòdul fotovoltaic portarà de forma clarament visible el model, nom i logotip del fabricant, així com una identificació individual o número de sèrie.

S'utilitzaren mòduls que s'ajustin a les característiques tècniques descrites a continuació. En cas de variacions respecte a aquestes característiques, amb caràcter excepcional, s'haurà de presentar en la memòria de sol·licitud i haurà de ser aprovat per IDAE.

Els mòduls hauran de portar díodes de derivació per evitar les possibles averies de les cèl·lules i l'ombregat parcial. A més, disposaran d'un grau de protecció IP65 com a mínim.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Perquè un mòdul resulti òptim, la seva potencia màxima i corrent de curtcircuit reals a condicions estàndard haurà d'estar entra el marge del  $\pm 5\%$  dels corresponents valors nominals establerts al catàleg.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que pateixi defectes de fabricació com esquerdes o taques en qualsevol element, així com falta d'alineació de les cèl·lules.

L'estructura del generador es connectarà a terra.

Per motius de seguretat i per facilitar el manteniment i reparació del generador s'instal·laran els elements necessaris (fusibles, interruptors, etc) per la desconexió de forma independent de cadascuna de les branques del generador.

### **3.2.3 Estructura del suport**

S'instal·laran les estructures que queden especificades en la memòria, a més, hauran de complir amb les especificacions d'aquest apartat. En cas contrari s'haurà d'incloure en la memòria de sol·licitud i de disseny o projecte un apartat justificatiu dels punts objecte d'incompliment i la seva acceptació per part d'IDAE



Els suports estaran dissenyats per resistir les sobrecarregues de vent i neu. A més, el disseny i la construcció de l'estructura haurà de permetre les necessàries dilatacions tèrmiques sense malmetre la integritat física dels mòduls.

El disseny de l'estructura es realitzarà per l'orientació i l'angle d'inclinació específic pel generador fotovoltaic, sempre tenint en compte la possibilitat o necessitat de substitució d'elements.

Els topes de subjecció dels mòduls i la pròpia estructura no haurà de crear ombres no contemplades prèviament sobre els mòduls.

Els suports hauran de tindre un espessor mínim de 80 micres per eliminar necessitats de manteniment i prolongar la seva vida útil.

#### **3.2.4 Centre integrat fotovoltaic**

Per la instal·lació del centre integrat fotovoltaic s'utilitzarà el CFI-500, centre que farà les funcions de inversor, centre transformador, centre de mesura i que disposarà de tots els elements de protecció que s'exigeixen per normativa.

Pel transport del centre fotovoltaic s'utilitzarà camió- gòndola articulat, per evitar trencaments per assentaments diferenciats amb una altura de plataforma inferior a 900 mm.

S'haurà de preveure amb antelació la obtenció de l'autorització Genèrica de Transports Especials pels vehicles que superin els límits d'amplada fins 3000 mm , altura fins 4500 mm i pes total 45 t (tara carrega).

Per la instal·lació es definirà prèviament el lloc d'emplaçament indicant les cotes exactes en el document plànols.

### **3.2.5 Cablejat**

Pel cablejat de la instal·lació s'ha de diferenciar diferents parts. La part on el cablejat és de corrent continu s'utilitzaran cables de RV-K amb tensió assignada 0,6/1 kV amb conductor de coure amb aïllament de polietilè reticulat i coberta de policlorur de vinil ja que el cable estarà a l'intempèrie sobre safata segons la norma UNE 21123-2. Els empalmes o derivacions en aquest tram es faran amb una protecció mínima de IP 44. Les safates Pensa utilitzades són d'acer galvanitzat en calent, hauran de ser resistents a la corrosió i als impactes.

Pel segon tram de la instal·lació a la sortida de les caixes de connexió de grup s'utilitzaran canaletes de la marca UNEX de PVC amb protecció contra impactes, presència d'humitat i pluja, corrosió atmosfèrica, raig UV, vent i temperatura (superior a temperatura ambient estiu i gelades hivern). No serà necessària la posada a terra de les canals.

Totes aquelles connexions que no pertanyin al disseny efectuat pel projectista quedaran exempts de qualsevol tipus de responsabilitat. Per tant, les connexions que formen part del centre integrat fotovoltaic quedaran sota la responsabilitat de l'empresa distribuïdora Ormazabal.

Els conductors hauran de seguir les especificacions descrites a la memòria del present projecte, complir amb el material que s'indica i amb la caiguda de tensió corresponent segons secció. En cas de que no sigui així, s'informarà d'immediat a la comissió tècnica.

### **3.2.6 Proteccions i mesura**

Tots els quadres elèctrics seran nous i s'entregaran sense cap defecte. Han d'estar dissenyats segons els requisits especificats en el Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió i amb les recomanacions de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI). Cada circuit a la sortida del quadre estarà protegit contra sobrecàrregues i curtcircuits. La protecció contra corrents de defecte fins a terra segons la ICT-BT-24.

Els interruptors seran de ruptura a l'aire i de dispar lliure i tindran un indicador de posició. Els fusibles de protecció seran d'alta capacitat de ruptura i d'acció ràpida per evitar malmetre la instal·lació. No seran admissibles elements en els que la reposició del fusible pugui suposar un perill d'accident. Estarà muntat sobre una empunyadura que pugui ser retirada fàcilment des de la base.

Els seccionadors en carrega seran de connexió i desconnexió brusca, les dues independents de l'acció de l'operador. Els seccionadors seran aquedats per servei continu i capaços d'obrir i tancar el corrent nominal a tensió nominal amb un factor de potència igual o inferior al 0,7.

La connexió a terra de les diferents parts de la instal·lació (generador fotovoltaic, instal·lació en corrent altern i centre de transformació) haurà de seguir les especificacions indicades a la memòria.

La mesura de la instal·lació fotovoltaica haurà de seguir en tot moment la normativa sobre mesures i facturació de instal·lacions fotovoltaiques connectades a xarxa. Aquesta normativa inclou la verificació de la planta sobre harmònics i compatibilitat electromagnètica en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa.

### **3.3 Execució de la instal·lació**

#### **3.3.1 Consideracions generals**

Les instal·lacions elèctriques de baixa tensió seran executades per instal·ladors elèctrics autoritzats per l'exercici d'aquesta activitat segons el Decret 141/2009 e instruccions tècniques complementaries ITC del RBT i haurà de realitzar-se segons el que s'estableix en el present document i a la reglamentació vigent.

La direcció tècnica rebutjarà totes aquelles parts de la instal·lació que no compleixin els requisits per elles exigides, obligant-les a l'empresa instal·ladora autoritzada o contractista a substituir-les al seu càrrec.

S'instal·laran tots els elements necessaris de seguretat i proteccions per les persones i per la pròpia instal·lació fotovoltaica, assegurant la protecció davant de contactes directes e indirectes, curtcircuits o sobrecarregues.

### **3.3.2 Muntatge dels elements**

En primer lloc es realitzarà el moviment de terres excavació de les rases per la posterior instal·lació dels suports.

Un cop instal·lats els suports es procedirà a instal·lar els mòduls fotovoltaics. Si en algun moment hi ha desperfectes sobre algun dels mòduls el contractista haurà de notificar a la direcció tècnica abans de realitzar cap canvi.

Els mòduls fotovoltaics es muntaran seguint en tot moment les especificacions que indica tant els plànols com la memòria. Hauran de seguir exactament d'inclinació, orientació i posició esmentada en tots els casos.

El centre integrat mentre que duri l'obra haurà de romandre a un rang de temperatura compres entre 0 i 40 °C. Es realitzarà primer la connexió de la part de AC i posteriorment la part del camp solar respectant sempre la polaritat d'aquest, es a dir, connectant primer el pol positiu del panell fotovoltaic al pol positiu del inversor i el pol negatiu del panell al pol negatiu del inversor.

La instal·lació dels equips de mesura seguirà la ITC-BT16 del RBT

En tot moment la instal·lació elèctrica haurà d'estar correctament senyalitzada i haurà de disposar de les advertències e instruccions necessàries que impedeixen errors d'interpretació, maniobres incorrectes i contactes accidentals amb elements de tensió o qualsevol altre tipus d'accident.

Totes les màquines, aparells principals, panells de quadres i circuits hauran d'estar diferenciats entre si amb marques clarament establertes, senyalitzats mitjançant ròtols de dimensionats i estructura apropiades per llegir-los de manera fàcil i entenedora. Particularment han d'estar senyalitzats tots els elements de condicionament dels aparells de

maniobra i els propis aparells inclouen la identificació de les posicions d'obertura i tancament.

### **3.3.3 Acabats, control i acceptació**

Un cop finalitzades les obres la direcció tècnica en presència del contractista o empresa instal·ladora autoritzada procedirà a efectuar el reconeixement i assajos precisos per comprovar que les obres han sigut executades seguint el present projecte i que compleixen totes les condicions tècniques exigides.

Es revisarà la situació respecte el punt indicat per la companyia de distribució del punt de connexió de la instal·lació. EL sistema de fixació, material i ancoratge de l'estructura de suport. L'orientació, inclinació, producció d'ombres juntament amb les connexions i estat dels mòduls fotovoltaics. Les connexions i bon funcionament del inversor. I per últim, es realitzaran proves de funcionament per les proteccions.

### **3.4 Condicions de manteniment i us**

El titular de la instal·lació elèctrica no esta autoritzat a realitzar operacions de modificació, reparació o manteniment. Aquestes actuacions les haurà de realitzar una empresa instal·ladora autoritzada.

Durant la vida útil de la instal·lació, els propietaris hauran de mantenir permanentment en bon estat la seguretat i funcionament de les seves instal·lacions, utilitzant.-les d'acord amb les seves característiques funcionals.

El titular de la instal·lació haurà de presentar un contracte de manteniment amb una empresa instal·ladora autoritzada inscrita en el corresponent registre administratiu, en el que figuri expressament el responsable tècnic de manteniment com queda establert en les Instruccions i guia sobre la legalització de instal·lacions elèctriques de baixa tensió (Annex VII del Decret 141/2009, D'aquesta manera s'aconseguirà no perdre rendiment en els diferents equips de la instal·lació. A més s'aconsella indispensable una neteja periòdica dels mòduls fotovoltaics tal qual s'especifica en la memòria.

## **4 Disposicions generals**

### **4.1 Condicions de la direcció tècnica**

La direcció tècnica és la màxima autoritat en la instal·lació. Amb independència de les responsabilitats que l'excloquin legalment, serà l'únic amb capacitat legal per adoptar o introduir les modificacions de disseny, constructives o canvi de materials que considera justificades i siguin necessàries pel bon desenvolupament de la instal·lació.

La direcció tècnica es responsabilitza de que els productes, sistemes i equips que formin part de la instal·lació disposin de la documentació necessària, així com els certificats de conformitat com les normes UNE, EN, CEI o altres que s'utilitzin.

### **4.2 Empresa instal·ladora o contractista**

L'empresa instal·ladora o contractista es la persona física o jurídica legalment establerta e inscrita en el registre industrial que utilitzen els mitjans i organització i sota la tutela de la direcció tècnica realitzarà les activitats industrials relacionades amb l'execució de l'obra, la instal·lació, i manteniment d'aquesta.

El contractista estarà obligat a complir amb el reglament de Higiene i seguretat en el treball i altres disposicions legals de caràcter social. A més el contractista haurà d'adoptar el màxim de mesures de seguretat per protegir els obres, públic, vehicles animals i propietats alienes de danys i perjudicis. El contractista estarà obligat a obtindrà tots els permisos, llicències i dictàmens necessaris per l'execució del obra havent d'abonar les taxes d' impostos derivats a ells.

SEl contractista estarà obligat a complir amb els terminis que senyalin el contracte i seran improrrogables, de totes maneres en ocasions excepcionals es podrà valorar i arribar a modificar per exigències en la realització de la instal·lació.

Si el contractista no compleix alguna d'aquestes mesures imposades per la direcció tècnica, aquesta tindrà disponibilitat total per prendre la decisió que cregui convenient.

### **4.3 Terminis de pagament i garantia**

El pagament de les obres es realitzarà per certificacions parcials que es realitzaran mensualment. Cada certificació haurà d'estar totalment finalitzada i haurà de complir amb els terminis d'execució.

Tan el projectista com el contractista es comprometen a garantir un bon funcionament de la instal·lació amb per una durada de 2 anys. En cas de que no fos així qualsevol reparació serà coberta per el responsable.

Carlos Martínez León  
Graduat en Enginyeria Elèctrica

Girona, 28 d' Agost de 2015