

# COMUNE DI CODIGORO

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 69,10 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 60 MW UBICATO IN LOCALITA' CORTE SERRAGLIONA NEL COMUNE DI CODIGORO**

## Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini  
Ing. Francesco Piergiovanni



## Progetto Linea Elettrica

Ing. Stelio Poli  
Geom. Chiara Baldi  
Geom. Valentina Cristofori

[polienergiesurl](http://polienergiesurl)

## Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani  
Ing. Davide Negrini

**Studio Associato Ne.Ma**  
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)  
P.IVA 02653670394

## Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia  
Dott. Maurizio Castellari  
Dott.ssa Marta Cristiani

**CASTELLARI  
AMBIENTE**



## Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



## Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri  
Arch. Andrea Ricci Bitti

## Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani  
Arch. Martina Cortesi  
Arch. Agnese Di Tirro  
Arch. Beatrice Mari  
Arch. Francesco Ricci Bitti  
Arch. Valeria Tedaldi  
Arch. Cecilia Venieri  
Dott. Cristian Griguoli



## COMMITENTE: LS SOLAR SRL

p.IVA 02700970391

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCT67R26H199U

**PROGETTISTA:** Per. Ind. Massimo Ghesini  
Ing. Francesco Piergiovanni

N. ELABORATO

**B3**

ELABORATO

**PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
RELAZIONE TECNICA CABINA DI  
TRASFORMAZIONE MT/AT**

SCALA

**1:---**

RIFERIMENTO PRATICA

**IMPIANTO FV LEONA SUD**

DATA

**29/07/2022**

REVISIONE

## General contractor

**PROTESA**  
A COMPANY OF 

**Protesa spa**

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail [info@protesa.net](mailto:info@protesa.net) sito [www.protesa.net](http://www.protesa.net)

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.  
In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file 4305\_d\_B3\_targ.dwg

*RELAZIONE TECNICA*  
*STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT*

**PROGETTO DEFINITIVO**

PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO AVENTE UNA **POTENZA NOMINALE DI 60 MW** E  
POTENZA DI PICCO DI **69,1 MWP**

DENOMINATO

**FV\_Leona sud**

SITO NEL COMUNE DI

Codigoro (FE)

**COMMITTENTE:**

LS SOLAR srl

<b>CARATTERISTICHE GENERALI</b> .....	3
<b>1.1 Premessa</b> .....	3
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI</b> .....	4
<b>2.1 Leggi, decreti e norme tecniche</b> .....	4
<b>STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 kV</b> .....	6
<b>3.1 Conformazione ed accessi</b> .....	6
<b>3.2 Disposizione elettromeccanica</b> .....	6
<b>3.3 Servizi Ausiliari</b> .....	7
<b>3.4 Rete di terra</b> .....	7
<b>3.5 Caratteristiche apparecchiature principali</b> .....	7

## PRIMA SEZIONE

# CARATTERISTICHE GENERALI

## 1.1 Premessa

Il documento ha lo scopo di fornire una generale descrizione tecnica della STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT al servizio dell'impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

L'impianto verrà installato a terra nel Comune di Codigoro (FE). Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza pari a 69,10164 MWp (potenza di picco moduli fotovoltaici) e con potenza nominale del sistema pari a 60 MW (potenza nominale inverter).

Gli inverter previsti produrranno energia elettrica in corrente alternata con sistema di distribuzione in bassa tensione trifase 800V/50Hz. Il progetto prevede la realizzazione di 13 cabine di trasformazione bt/MT atte a contenere 26 trasformatori che eleveranno la tensione del sistema distributivo da bassa tensione 800V a media tensione 30kV. La rete di media tensione sarà distribuita con modalità radiale confluendo nel quadro di smistamento previsto nel locale tecnico interno all'area destinata a Stazione di Alta Tensione. Nella stazione è previsto infine un trasformatore della potenza di 75 MVA necessario ad elevare la tensione del sistema da 30kV a 132 kV e pertanto permettere il funzionamento dell'impianto in parallelo alla rete di distribuzione pubblica.

Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed una descrizione della Stazione Alta Tensione 132/30kV e delle infrastrutture connesse.

Per quanto al progetto ed alle specifiche tecniche dell'elettrodotto di connessione si rimanda agli elaborati specifici (C1, C2, C3, C4, C5).

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici specificati sopra, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI/IEC.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario e utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli del presente Capitolato.

## SECONDA SEZIONE

# CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI

## 2.1 Leggi, decreti e norme tecniche.

Tutti gli impianti elettrici ed ausiliari devono essere realizzati a "regola d'arte" in conformità alla legge 186/68 alla legge 46/90 ed al Decreto 22/01/2008 n.37; inoltre devono essere osservate tutte le disposizioni del presente progetto e della direzione lavori.

L'impresa esecutrice dovrà anche prevedere quant'altro non espressamente specificato ma necessario alla buona riuscita dei lavori conformemente alle prescrizioni di legge.

Gli apparecchi e i materiali impiegati devono risultare adatti all'ambiente nel quale sono installati e devono resistere a tutte quelle azioni termiche, meccaniche, corrosive o dipendenti dall'umidità di possibile riscontro durante il funzionamento e l'esercizio.

I materiali e le apparecchiature devono essere corredate del marchio di qualità IMQ e corrispondenti alle specifiche costruttive delle norme CEI e delle tabelle UNEL, nonché essere dotate di marcatura CE relativa alla normalizzazione europea.

Nella progettazione si è tenuto conto delle normative e disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano nel seguito le principali norme e leggi che regolamentano le attività di progettazione e costruzione degli impianti elettrici:

### Normativa specifica

- Guide tecniche e specifiche E-Distribuzione
- Guide tecniche e specifiche TERNA
- D.Lgs. 81/08 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e successive integrazioni e modificazioni"
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e s.m.i.;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- CEI 11-63 Cabine Primarie
- CEI EN 61869-1 Trasformatori di misura Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61869-2 Trasformatori di misura Parte 2: Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente
- CEI EN 61869-3 Trasformatori di misura Parte 3: Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione

induttivi

- CEI EN 61869-5 Trasformatori di misura Parte 5: Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi
- CEI EN 62271-1 Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione – Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 62271-4 Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione – Parte 4: Procedure per la manipolazione del gas esafluoruro di zolfo (SF6) e delle sue miscele
- CEI EN 62271-100 Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 100: Interruttori a corrente alternata
- CEI EN 62271-102 Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
- CEI EN 62271-104 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 104: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori a corrente alternata per tensioni nominali superiori a 52 kV
- CEI EN 60529 Grado di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 50110-1 Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN 62305-1 Protezione contro i Fulmini
- CEI EN 60721-3-3+A2 Classificazione delle condizioni ambientali
- CEI EN 60721-3-4+A1 Classificazione delle condizioni ambientali
- CEI EN 61000-6-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-2: Norme generiche – Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-4+A1 Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-4: Norme generiche – Emissione per gli ambienti industriali
- CEI EN 60071-1+A1 Coordinamento dell'isolamento Parte 1: Definizioni, principi e regole
- CEI EN 60071-2 Coordinamento dell'isolamento Parte 2: Guida di applicazione
- CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo

## TERZA SEZIONE

# STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 kV

## 3.1 Conformazione ed accessi

L'accesso alla Stazione Elettrica dalla pubblica via avverrà tramite i seguenti varchi con accesso regolato e controllato:

- Accesso carrabile riservato a personale esperto autorizzato dal Produttore;
- Accesso pedonale riservato a personale esperto autorizzato dal Produttore;
- Accesso pedonale per locale misure consentito a personale autorizzato dal produttore e dell'Ente Distributore.

Nell'area dedicata alla Stazione Elettrica, oltre al piazzale esterno dove verranno installate le apparecchiature in Alta Tensione, verrà realizzato un fabbricato atto al contenimento delle apparecchiature in media tensione, dei quadri di comando e di controllo del campo fotovoltaico oltre ad alcuni locali di servizio.

## 3.2 Disposizione elettromeccanica

La stazione in progetto a 30/132 kV sarà del tipo in linea con isolamento in aria. L'impianto sarà completamente telecomandato, esercito a distanza, e non è prevista quindi la presenza stabile di personale, fatti salvo i lavori di manutenzione che si rendessero eventualmente necessari.

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

• Tensione nominale al primario	kV	132
• Tensione nominale al secondario	kV	30
• Frequenza	Hz	50
• Corrente di corto circuito	kA	20
• Trasformatore 30/132 kV	MVA	75

La configurazione a progetto dell'impianto prevede:

- Terminali di arrivo per cavi interrati con scaricatori;
- Trasformatori voltmetrici;
- Sezionatore;
- Trasformatori amperometrici;
- Trasformatori voltmetrici per misure fiscali;
- Interruttore;
- Scaricatori;
- Trasformatore MT/AT.

Per le specifiche tecniche di riferimento dei componenti e sistemi utilizzabili si dovrà fare riferimento alla Guida Tecnica di Terna per la progettazione esecutiva, realizzazione, collaudo ed accettazione di Stazioni Elettriche di smistamento della RTN a tensione nominale 132÷220 kV di tipo AIS, MTS e GIS.

### 3.3 Servizi Ausiliari

I servizi ausiliari saranno alimentati tramite un trasformatore MT/bt, derivato dalle sbarre 30 kV di stazione. Inoltre, è prevista la possibilità di utilizzare un gruppo elettrogeno di emergenza.

Le principali utenze in c.a. saranno; motori interruttori e sezionatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, etc. Le utenze fondamentali quali protezione e comando, manovra interruttori e segnalazioni, saranno alimentate tramite un gruppo soccorritore adeguatamente dimensionato in potenza e autonomia.

### 3.4 Rete di terra

Il dispersore, ed i collegamenti alle apparecchiature, saranno realizzati in accordo alle Norme CEI 99-3 e CEI 11-37 dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec. Il dispersore (vedi elaborato B26) sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame 63 mm<sup>2</sup>, interrata alla profondità di ca 0.7 m, composta a sua volta da maglie regolari di minore dimensione, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 125 mm<sup>2</sup>.

### 3.5 Caratteristiche apparecchiature principali

Gli apparecchi e i materiali impiegati devono risultare adatti all'ambiente nel quale sono installati e devono resistere a tutte quelle azioni termiche, meccaniche, corrosive o dipendenti dall'umidità di possibile riscontro durante il funzionamento e l'esercizio.

I materiali e le apparecchiature devono essere corrispondenti alle specifiche costruttive delle norme CEI e delle tabelle UNEL, nonché essere dotate di marcatura CE relativa alla normalizzazione europea.

Caratteristiche del sistema:

- |                              |    |     |
|------------------------------|----|-----|
| • Tensione nominale          | kV | 132 |
| • Frequenza                  | Hz | 50  |
| • Corrente di corto circuito | kA | 20  |

## **Trasformatore MT/AT**

### **Descrizione del trasformatore**

#### Nucleo

Il nucleo è di tipo a tre colonne, realizzato con lamierino magnetico a basse perdite laminato a freddo. I lamierini sono tagliati a 45° e sovrapposti. In funzione del progetto e delle dimensioni nominali del nucleo è possibile che all'interno dello stesso siano inseriti canali di raffreddamento. Lo spessore dei lamierini può essere di 0,30, 0,23 o 0,20 millimetri, a seconda del materiale usato.

I gioghi superiori e inferiori sono pressati mediante armature in acciaio. Le armature superiori e inferiori sono collegate per mezzo di tiranti. Il nucleo e il sistema di armature sono isolati fra di loro.

#### Avvolgimenti

Gli avvolgimenti sono di tipo concentrico, realizzati in rame elettrolitico di alta qualità. A seconda della potenza, del tipo di applicazione e progettazione, la tipologia costruttiva degli avvolgimenti può essere: lastra, multistrato (in piattina o in cavo trasposto), elica o disco. Al fine di assicurare un adeguato raffreddamento, fra avvolgimenti e fra conduttori possono essere posti canali d'olio assiali o radiali.

#### Cassa, conservatore e sistema di raffreddamento

La cassa è in grado di sopportare il vuoto completo. Il coperchio del trasformatore è imbullonato alla cassa. La parte attiva del trasformatore è rigidamente collegata al coperchio della cassa. La tenuta d'olio fra cassa e coperchio è assicurata da una guarnizione di gomma sintetica. Il compartimento principale della cassa è collegata con un conservatore d'olio allo scopo di compensare le variazioni di volume d'olio in funzione della temperatura. Il conservatore è collegato con l'esterno tramite un essiccatore in silicagel per evitare la contaminazione dell'olio da parte dell'umidità atmosferica. La cassa è dotata di n. 4 ganci di sollevamento e n. 8 ganci di traino. Il trasformatore è dotato di radiatori, montati direttamente sulla cassa, mediante valvole di intercettazione.

#### Trattamento della superficie

Interno cassa: Rivestimento mediante vernici resistenti all'olio.

Esterno cassa: ciclo di verniciatura secondo ISO 12944-5, C3 Media - Durabilità, NDFT [ $\mu\text{m}$ ] 160, RAL7035.

Radiatori: ciclo di verniciatura secondo ISO 12944-5, C3 Media - Durabilità, NDFT [ $\mu\text{m}$ ] 160, solo verniciato RAL7035.

Tutte le parti metalliche sono sabbiare prima della verniciatura.

#### Commutatore

Il Trasformatore è dotato di un commutatore a carico, sul lato HV .

Il commutatore a carico è del tipo in-tank ed è inserito in una camera separata.

## Accessori principali

### Isolatori

- Lato primario HV 3 x GOB 650-1250 - Hitachi Energy
- Lato primario (neutro) HV-N 1 x GOB 650-1250 - Hitachi Energy
- Lato secondario LV 3 x 36/3150 DIN - Comem

### Commutatore

- Lato di installazione HV
- A carico/a vuoto A carico
- Tipo UCG
- Produttore Hitachi Energy
- Armadio di comando BUL2
- Accessori principali Conservatore del commutatore con essiccatore Silicagel  
Indicatore livello olio con 2 contatti  
Relè di protezione

### Dispositivi

- Essiccatore Silicagel -
- Relè Buchholz -
- Valvola di scoppio -
- Indicatore di livello olio per il conservatore principale -
- Indicatore di temperatura olio -
- Set di ventilatori per raffreddamento
- Targa secondo norme IEC
- Cassetta dei circuiti ausiliari
- Nr. 2 valvole presa campione olio
- Nr. 1 valvola di scarico olio
- Nr. 1 valvola filtraggio olio
- Nr. 4 ruote bi-direzionali

### Tensioni di alimentazione

- Motore commutatore 400 VAC 50Hz 3ph
- Controllo commutatore 220-230 VAC 50Hz 1ph
- Scaldiglie 208-240 VAC 50Hz 1ph
- Ventilatori 400 VAC 50Hz 3ph

### Conessioni

- Lato primario HV Isolatori esterni
- Lato primario (neutro) HV-N Isolatori esterni
- Lato secondario LV Isolatori esterni

### Liquido isolante (secondo standard IEC 60296)

- Olio minerale - Nynas Nytro Libra

## Dati Tecnici

### Dati nominali

- Norme di riferimento IEC 60076
- Potenza nominale [MVA] 75
- Norme di riferimento ONAF
- Tensione nominale [kV]  $132 \pm 12 \times 1.25\%/30$
- Gruppo vettoriale YNd11
- Frequenza [Hz] 50
- Tipo di variazione del flusso magnetico CFVV

### Dati Ambientali

- Temperatura ambiente massima [°C] 40
- Sovratemperatura ammissibile dell'olio alto [K] 60
- Sovratemperatura ammissibile del rame medio [K] 65
- Sovratemperatura ammissibile del punto caldo [K] 78
- Altitudine [m] <1000
- Classe di isolamento A
- Installazione Esterna
- Rumorosità a vuoto 83 dB

### Valori garantiti alla massima potenza

- Perdite a vuoto [kW] 28 (tolleranza IEC)
- Perdite a carico al rapporto nominale [kW] 385 (tolleranza IEC)
- Perdite totali [kW] 413 (tolleranza IEC)
- Impedenza di corto circuito al rapporto nominale [%] 11,5 (tolleranza IEC)

#### **Livelli di isolamento**

		<b>HV</b>	<b>HV-N</b>	<b>LV</b>	<b>LV-N</b>	<b>TV</b>	<b>TV-N</b>
Classe di tensione, Um	[kV]	170	170	36	-	-	-
Tensione di prova ad impulso, IA	[kV]	650	650	170	-	-	-
Tensione di prova frequenza industriale, FI [kV]	[kV]	275	275	70	-	-	-

#### **Isolatori**

Tensione massima nominale	[kV]	170	170	36	-	-	-
Corrente nominale	[A]	1250	1250	3150	-	-	-
Livello di tenuta ad impulso	[kV]	650	650	170	-	-	-
Livello di tenuta a frequenza industriale	[kV]	275	275	70	-	-	-
Linea di fuga	[mm]	4600	4600	635			

### Dimensioni e pesi preliminari

(I dati seguenti sono solo preliminari e non devono essere considerati per opera civili)

- Olio [kg] 20500
- Estraibile [kg] 47000
- Peso totale [kg] 95000
- Lunghezza [mm] 8000
- Larghezza [mm] 5230
- Altezza [mm] 5650