

Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas
Opera Connessa Nord

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE (Mandatario)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>IRD ENGINEERING</p> <p>SAIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>HYpro srl</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>		
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Michele Coghe</i></p>		

IMPIANTI

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO LIV. ANNO DPCA0150 D 23	TOOSV00IMPRE01_A		
	CODICE ELAB. T O O S V 0 0 I M P R E 0 1	A	-
D			
C			
B			
A	Emissione	Giugno '23	Koch Signorelli Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
2.	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</u>	<u>2</u>
3.	<u>PROGETTO ILLUMINOTECNICO ILLUMINAZIONE SVINCOLI.....</u>	<u>4</u>
3.1.	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO.....	4
3.2.	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO.....	5
3.3.	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO	7
3.4.	PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE	7
3.5.	COMPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	8
3.6.	REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO.....	8
3.7.	ILLUMINAZIONE RAMPE SVINCOLO INCENERITORE/DORSALE CONSORTILE	9
4.	<u>IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA</u>	<u>9</u>
5.	<u>ILLUMINAZIONE DI SERVIZIO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE AL KM 8+350</u>	<u>10</u>
6.	<u>PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE.....</u>	<u>10</u>
7.	<u>PREDISPOSIZIONI IMPIANTISTICHE</u>	<u>12</u>
8.	<u>CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....</u>	<u>12</u>
9.	<u>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</u>	<u>14</u>

PROGETTAZIONE ATI:

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riguarda il progetto definitivo degli impianti previsti nell'ambito delle opere di realizzazione dell' "Opera Connessa Nord" della SS195 (tratto Cagliari Pula).

Tutti i corpi illuminanti previsti per l'impianto di illuminazione sono a Led, ad alta efficienza energetica, dotati di un sistema di telecomando ad onde radio; inoltre, al fine di ridurre il più possibile furti di rame e conseguenti fuori servizio degli impianti, si è previsto l'impiego di cavi in alluminio per installazioni all'aperto.

Per il dimensionamento dell'impianto si rimanda ai seguenti paragrafi della presente relazione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione degli impianti di illuminazione e di alimentazione elettrica.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic
- CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow
- CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto.
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione.
- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito.
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore.

- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.
- CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici.
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.
- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali.
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli.
- CEI 81-2 "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini".
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove

PROGETTAZIONE ATI:

- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 35016 – “Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici” in relazione al Regolamento UE 305/2011

3. PROGETTO ILLUMINOTECNICO ILLUMINAZIONE SVINCOLI

3.1. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO

Al fine di individuare la categoria illuminotecnica di ingresso, è necessario utilizzare il prospetto 1 della norma UNI 11248 (2016) il quale esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi. Nel caso in esame, l'asse stradale viene classificato come una strada di tipo “B – Strade extraurbane principali”, per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è la **M2**.

prospetto 1

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].
2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).
3) Vedere punto 6.3.
4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

3.2. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

La determinazione della categoria illuminotecnica di progetto avviene mediante una analisi di rischio (rif. Cap.8 – UNI11248:2016); essa consiste nel valutare alcuni parametri di influenza al fine di determinare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia degli impianti di illuminazione in relazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando contemporaneamente i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

I parametri di influenza sono determinati dalla norma UNI11248:2016 e si distinguono in parametri costanti nel tempo (Prospetto 2) ed in parametri variabili nel tempo (Prospetto 3); quelli riportati nel

PROGETTAZIONE ATI:

Prospetto 3 determinano, a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto, la categoria illuminotecnica di esercizio.

Si riporta di seguito il prospetto 2:

prospetto 2 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ¹⁾²⁾	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[9] .	

In aggiunta, l'utilizzo di apparecchi illuminanti che emettono luce con indice generale di resa dei colori $R_a \geq 60$ consente, nell'analisi dei rischi, un valore massimo di riduzione pari a 1 della categoria illuminotecnica; nel caso in esame i corpi illuminanti impiegati possiedono questa caratteristica e dunque è possibile la riduzione pari a 1 della categoria illuminotecnica di ingresso.

La valutazione dei parametri di influenza del prospetto 2 è la seguente:

- Complessità del campo visivo normale: 0,2;
- Assenza o bassa densità di zone di conflitto: 0,2;
- Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: 0;
- Segnaletica stradale attiva: 0,1;
- Assenza di pericolo di aggressione: 0,1.

Tale valutazione porta ad una riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso pari a 0,6; sommando tale valore alla riduzione possibile grazie alle caratteristiche dei corpi illuminanti impiegati ($R_a \geq 60$) porta ad una riduzione complessiva pari ad 1,6; in definitiva la riduzione finale è pari ad 1 e la categoria illuminotecnica di progetto risulta essere la **M3**.

Per l'illuminazione delle rotatorie, è necessario considerare le "categorie C" della norma UNI110248:2016, la scelta della categoria C si effettua dall'analisi della seguente tabella:

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} \leq Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 \geq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

Nel caso in esame, essendo M3 la categoria illuminotecnica di progetto ed essendo i rami di approccio alla rotatoria illuminati, per l'illuminazione della stessa è necessario considerare la categoria **C2**, cioè quella immediatamente superiore tra quelle previste per i rami di approccio stessi.

PROGETTAZIONE ATI:

3.3. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO

Come detto nel precedente paragrafo, sono presenti ulteriori parametri di influenza variabili nel tempo, la cui valutazione può portare ad un'ulteriore diminuzione della categoria illuminotecnica; essi sono i seguenti:

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Tali parametri possono essere verificati in campo durante la realizzazione dell'impianto; una eventuale riduzione della categoria illuminotecnica di esercizio rispetto a quella di progetto sarà ottenuta mediante l'utilizzo, in ogni area di svincolo, di regolatori di flusso luminoso.

3.4. PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

Una volta individuate le categorie illuminotecniche da considerare, le seguenti tabelle indicano le prestazioni illuminotecniche a queste corrispondenti:

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato			Asciutto
	\bar{L} [minima mantenuta] cd × m ²	U_o [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{EI}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

- a) L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.
- b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- c) I valori indicati nella colonna f_{T1} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnicici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

3.5. COMPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Al fine di garantire le prestazioni illuminotecniche richiamate nel presente paragrafo, l'impianto di illuminazione degli svincoli e delle rotatorie, ricadenti nel tratto stradale oggetto del presente intervento, sarà come di seguito descritto costituito:

- Pali di illuminazione sezione circolare in acciaio, con forma coerente con quanto installato nel lotto adiacente, con plinti prefabbricati in cls vibrato;
- Corpi illuminanti a Led in classe II, P=71 W e flusso luminoso=12.000 lm (per la loro distribuzione planimetrica si rimanda agli elaborati grafici di progetto);
- Apparati per la regolazione del flusso luminoso tramite onde radio.

3.6. REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Grazie ad un sistema di comunicazione ad onde radio, che elimina la necessità di cablaggi aggiuntivi rispetto a quelli di potenza, sarà possibile monitorare il funzionamento di ciascun corpo illuminante, conoscere in tempo reale tutti i suoi parametri di funzionamento ed effettuare la regolazione del flusso luminoso rispondendo alle esigenze di razionalizzare il consumo energetico in quegli orari in cui l'afflusso di veicoli è ridotto, creando così benefici economici ed ambientali; in particolare tale sistema consente di:

- ricevere da ciascun punto luminoso le informazioni sulle proprie condizioni di stato (acceso/spento) e/o di malfunzionamento;
- inviare a ciascun punto luminoso istruzioni per comandi di accensione/spengimento;
- inviare a ciascun punto luminoso istruzioni per la regolazione graduale (dimmerazione) del flusso luminoso.

Per ciascun punto luce è possibile rilevare le seguenti condizioni di funzionamento:

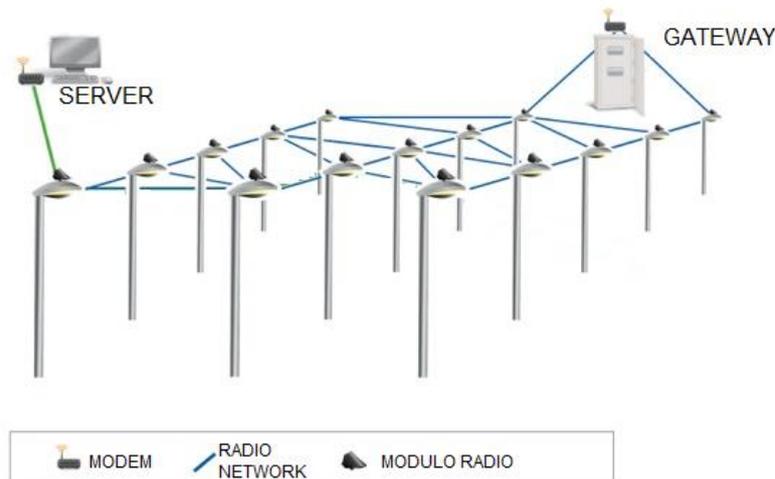
- lampada accesa / spenta da comando;
- lampada funzionante a piena potenza;
- lampada funzionante a potenza ridotta in seguito a comando;
- lampada in corto circuito;
- fusibile guasto;
- assenza corrente.

L'utilizzo programmato e continuo mediante telediagnosi consente importanti risparmi di gestione ed energetici migliorando la qualità del servizio reso al cittadino. I principali fattori che consentono di risparmiare il 25% dei costi energetici rispetto alla gestione tradizionale sono:

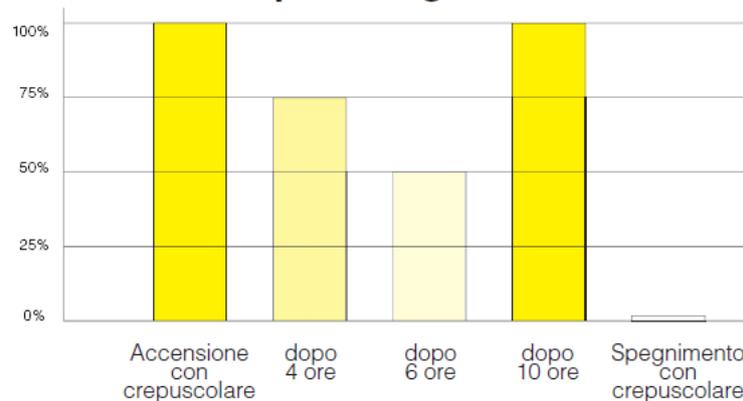
- la razionalizzazione dell'uso delle lampade mediante parzializzazioni (spegnimenti e riduzione di flusso mirati);

PROGETTAZIONE ATI:

- l’ottimizzazione dei cicli di funzionamento;
- la riduzione delle accensioni diurne per ricerca guasti;
- la riduzione del flusso luminoso delle lampade.
- Di seguito si riporta un tipico schema a blocchi del sistema previsto ed un tipico esempio di regolazione notturna di un impianto di illuminazione stradale.



Esempio di regolazione



3.7. ILLUMINAZIONE RAMPE SVINCOLO INCENERITORE/DORSALE CONSORTILE

Il presente progetto prevede per quanto riguarda lo svincolo di fine lotto “Inceneritore/Dorsale Consortile” la realizzazione dell’illuminazione a servizio delle rampe ricadenti all’interno del presente progetto; le caratteristiche di tale illuminazione saranno le medesime dell’impianto a servizio dello svincolo di Capoterra, con corpi illuminanti a Led equipaggiati con un sistema di regolazione ad onde radio.

L’alimentazione dei corpi illuminanti oggetto del presente intervento avverrà dal quadro elettrico posizionato in prossimità delle rampe di svincolo (vd. elaborato grafico dedicato).

4. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L’impianto di illuminazione sarà alimentato da un dedicato punto di consegna dell’energia in bassa tensione; il sistema di distribuzione sarà del tipo TT e le caratteristiche dell’energia nel punto di consegna saranno le seguenti:

- tensione di alimentazione nominale: 400/230 + 10% V;
- frequenza nominale: 50 +/- 1 Hz;

PROGETTAZIONE ATI:

- massima corrente di corto circuito presunta: 10 kA.

Dalla sorgente di alimentazione sarà prelevata l'energia che alimenterà tutti gli impianti di illuminazione, tramite un collegamento in cavo che perverrà al quadro di illuminazione che proteggerà e comanderà l'impianto.

Nel quadro illuminazione, di tipo stradale con armadio in vetroresina, saranno inseriti gli interruttori automatici magnetotermici quadripolari di protezione e comando delle linee di illuminazione, dai quali trarranno origine le linee di alimentazione previste.

L'accensione e lo spegnimento dei circuiti di illuminazione verrà comandata da un sensore crepuscolare e da un orologio ed attuata mediante contattore.

La distribuzione dell'alimentazione elettrica dal quadro illuminazione alle utenze saranno utilizzati cavi unipolari di qualità ARG16(O)R16 0,6/1 kV, della sezione indicata sugli schemi unifilari.

Per le giunzioni o derivazioni dalle dorsali, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole che saranno posate esclusivamente nei pozzetti prefabbricati.

Per l'alimentazione dei corpi illuminanti è prevista l'installazione di una cassetta da palo con relativa morsettiera e fusibile dalla quale avrà origine il tratto terminale per il collegamento dell'apparecchio a Led, realizzato con cavo FG16(O)R16 0,6/1 kV 2x2,5 mm².

Tutti i cavi saranno posati entro tubazioni interrate in PE/AD; lungo di esse verranno predisposti pozzetti di infilaggio e derivazione in corrispondenza dei centri luminosi, degli attraversamenti, ecc. I pozzetti in cls, con chiusino in ghisa, avranno dimensioni minime di cm 40 x 40 x 60, comunque tali da permettere l'infilaggio dei cavi, rispettando il raggio di curvatura ammesso.

Sarà infine realizzato l'impianto di messa a terra per assicurare la protezione di cose e persone da contatti accidentali.

5. ILLUMINAZIONE DI SERVIZIO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE AL KM 8+350

Al fine di consentire un agevole ispezione e manutenzione del fascio tubiero transitante sotto la sede stradale, il presente progetto prevede una illuminazione di servizio della galleria artificiale presente al km 8+350.

L'illuminazione è stata dimensionata per garantire, nella zona in cui transita il fascio tubiero, un illuminamento medio superiore a 50 lux; i corpi illuminanti impiegati sono proiettori aventi potenza pari a P=48,5 W e flusso luminoso FL=7224 lm.

Per l'alimentazione elettrica è prevista una consegna dedicata in bassa tensione ed il quadro elettrico di alimentazione sarà posizionato, insieme agli apparati di trasmissione dati, all'interno di un armadio stradale in vetroresina posto nelle immediate vicinanze dell'imbocco della galleria.

I cavi di alimentazione saranno posti all'interno di tubazioni portacavi in acciaio staffate alla volta della galleria.

6. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE

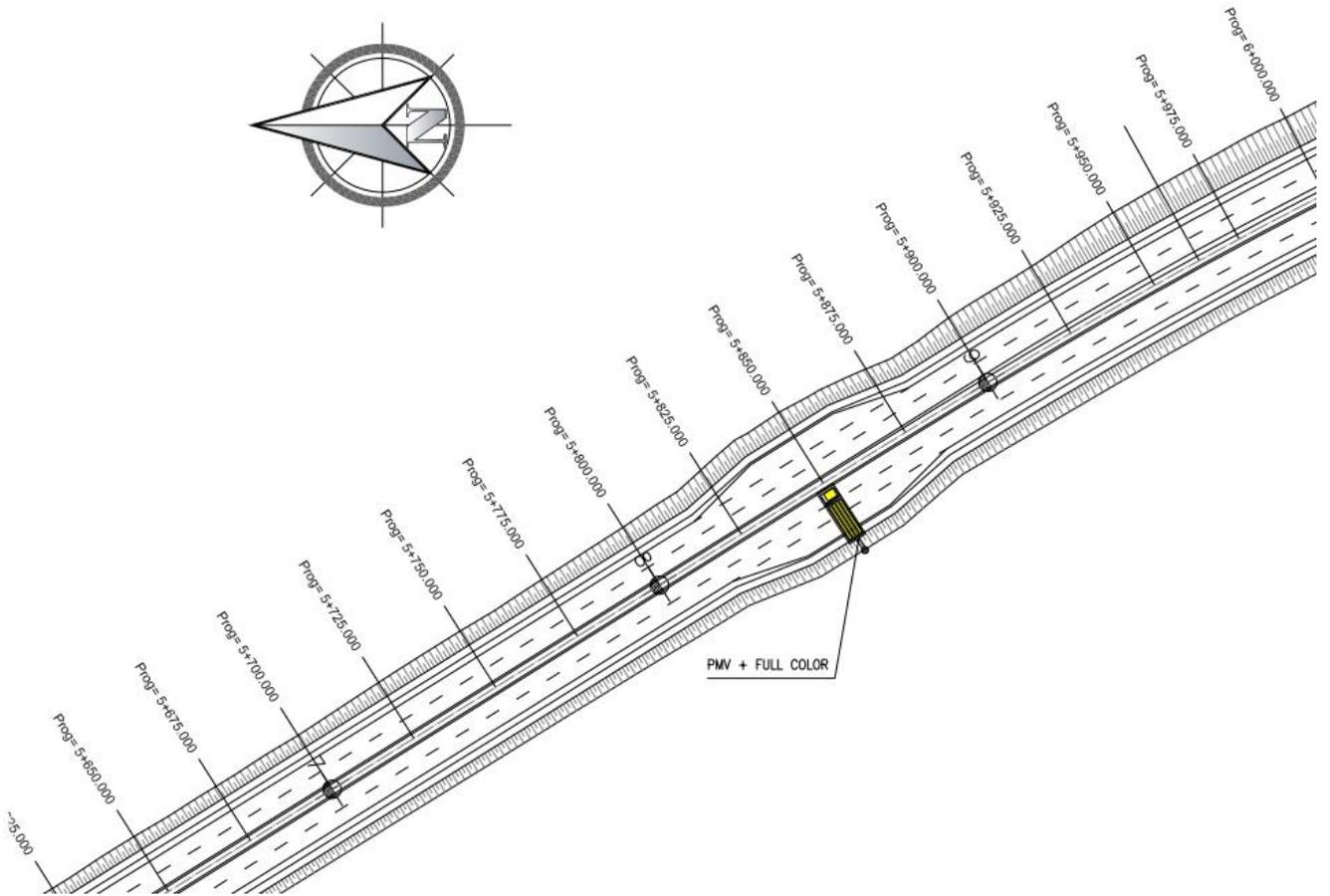
Il presente progetto prevede l'installazione di n.2 pannelli a messaggio variabile alfanumerici 3x15 con pittogramma full-color, installati su portali a bandiera lungo il tracciato principale, in corrispondenza delle seguenti progressive:

- PMV 1: carreggiata sud al km 5+850;
- PMV 2: carreggiata nord al km 9+775.

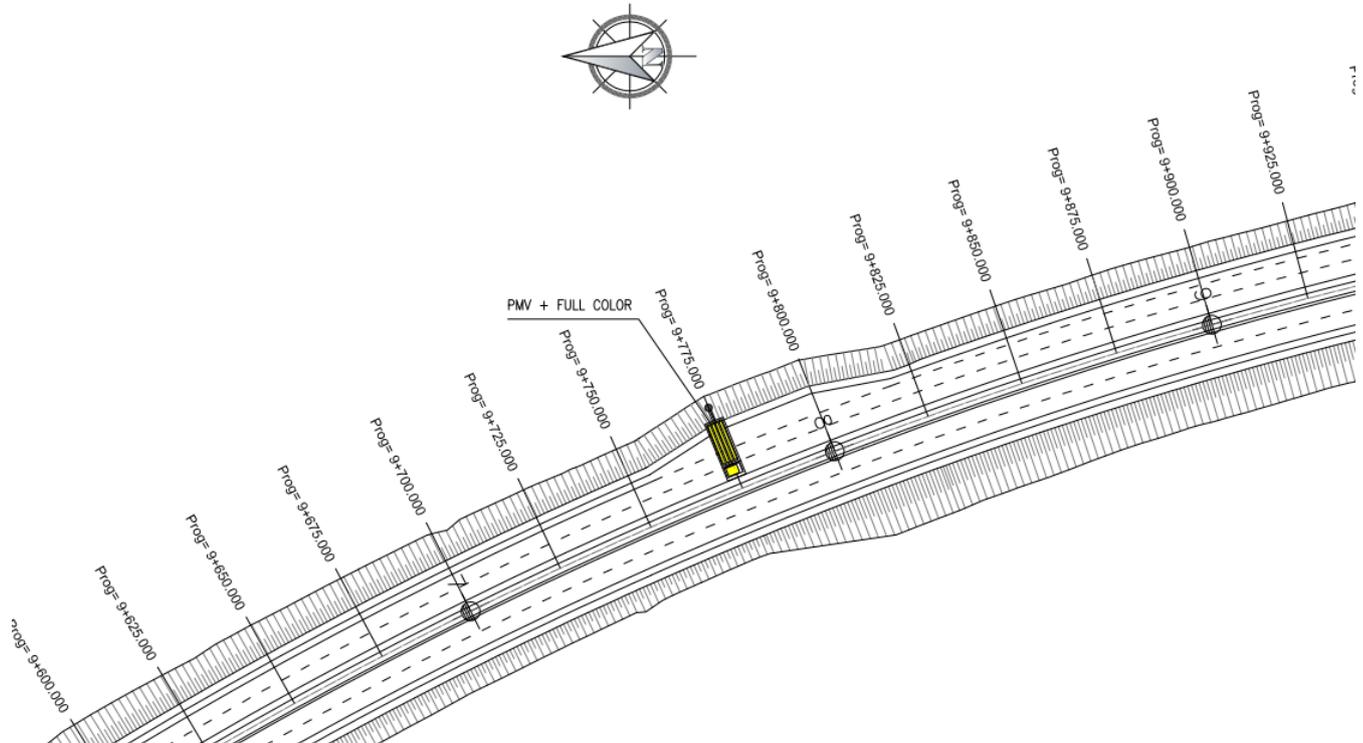
Ogni PMV sarà alimentato in bassa tensione da apposita consegna dell'Ente Erogatore; il quadro elettrico di alimentazione sarà posizionato, insieme agli apparati di trasmissione dati, all'interno di un armadio stradale in vetroresina posto nelle immediate vicinanze di ciascun PMV.

La trasmissione dati avverrà mediante l'installazione, per ciascuna postazione PMV; di un router di tipo industriale GPRS/UMTS/LTE con SIM dati dedicata.

Si riporta di seguito lo stralcio planimetrico della disposizione dei n.2 PMV.



PROGETTAZIONE ATI:



7. PREDISPOSIZIONI IMPIANTISTICHE

Lungo il tracciato oggetto dell'intervento si prevedono le seguenti predisposizioni a servizio di futuri ampliamenti impiantistici:

- N. 2 Cavidotti $\varnothing 110$ per cavi energia;
- N.1 Tritubo $\varnothing 50$ per cavi F.O. e di trasmissione dati;
- Pozzetti in cls rompitratta 60x60 cm con chiusino per linea elettrica posizionati:
 - ogni 150 m in itinere;
 - uno prima e uno dopo ciascun ponte, viadotto o galleria.

8. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Tutti gli impianti sono progettati in modo da garantire il massimo grado di sicurezza in termini di protezione attiva tanto degli utilizzatori che degli addetti alla manutenzione degli impianti medesimi.

Tutti i materiali, i componenti e le apparecchiature utilizzate dovranno essere della migliore qualità e comunque conformi alle vigenti norme in materia di qualità e sicurezza del materiale elettrico (legge 18/10/1977 n. 791), marcati CE ai sensi delle Direttive BT 73/23/CEE e 93/68/CEE, o comunque con marchio di qualità (Rif. Art. IV del D.M. 13/06/1989).

Saranno inoltre messi in atto tutti quegli accorgimenti atti a garantire:

- protezione contro i contatti diretti;
- protezione contro i contatti indiretti;
- protezione contro le sovracorrenti;
- protezione contro i cortocircuiti.

Inoltre, al fine di garantire dell'affidabilità del servizio e della selettività delle protezioni elettriche l'impianto dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

PROGETTAZIONE ATI:

- i circuiti in partenza dai quadri elettrici di distribuzione saranno sezionabili attraverso i rispettivi interruttori di linea. Tutti gli interruttori impiegati garantiranno il sezionamento delle linee su cui sono installati;
- ogni apparecchio di illuminazione avrà un fattore di potenza $\cos\varphi \geq 0,9$.

L'impianto sarà realizzato in modo tale che le persone non possono venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio di elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi.

Dovranno essere applicate le seguenti misure di protezione dai contatti diretti (secondo quanto richiesto dalla norma CEI 64-8 al capitolo 412):

- Protezione per mezzo di involucri
- Protezione per mezzo di barriere
- Protezione per mezzo di ostacoli
- Protezione mediante distanziamento

Il sistema utilizzato per la protezione contro i contatti indiretti è l'interruzione automatica dell'alimentazione elettrica in un sistema a 400 V di tipo TT.

I dispositivi automatici che realizzano tale protezione dovranno essere dimensionati in conformità alle prescrizioni della Sezione 413.1.3 della Norma CEI 64-8/4 ed in particolare la taratura delle protezioni è stata scelta per soddisfare la relazione:

$$R_T \times I_a < 50, \text{ rif. CEI 64-8/4 Art. 413.1.4.2}$$

La protezione a valle dei quadri di illuminazione contro i contatti indiretti sarà garantita dall'impiego di apparecchi e cavi in classe II o con isolamento equivalente (CEI 64-8/413.2); il circuito dovrà essere privo di collegamento a terra in quanto la probabilità che sull'involucro metallico siano riportate tensioni pericolose per l'inefficienza dell'impianto di terra è maggiore della probabilità di cedimento dell'isolamento doppio o rinforzato.

La protezione delle linee contro il sovraccarico non è indispensabile in quanto un apparecchio di illuminazione può dar luogo a una corrente elevata solo in caso di guasto (cortocircuito); si è tuttavia scelto di proteggere ugualmente i circuiti contro il sovraccarico in modo da potere prescindere dalla lunghezza massima della linea protetta contro il corto-circuito.

La protezione delle linee verrà effettuata mediante interruttori automatici magnetotermici differenziali.

Per la protezione da sovraccarico o corto circuito, sono state verificate le seguenti condizioni:

$$I_B \geq I_n \geq I_z$$

dove:

- I_B = corrente di impiego del circuito
- I_z = portata in regime permanente della conduttura
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione.

Le linee saranno protette con interruttori magnetotermici differenziali posti sul quadro di comando e le derivazioni alle lampade saranno protette dai fusibili posti sulle morsettiere interne alle conchiglie di ciascun palo.

Per le linee di distribuzione a bassa tensione sono state applicate le prescrizioni della Norma CEI 64-8 circa la protezione dal corto circuito.

Per la protezione delle linee in bassa tensione è stata sempre verificata la protezione inizio linea con la relazione:

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

- t = durata in secondi
- S = sezione in mm^2 ;
- I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;
- K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC; 135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica; 143 per i conduttori in rame isolati

PROGETTAZIONE ATI:

con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato; 74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC; 87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma; 115 etilenpropilenica o propilene reticolato corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

Per il fondo linea essendo le condutture protette dal sovraccarico ed essendo verificate tutte le altre condizioni riportate alla Sezione 433 della Norma CEI 64-8 le condutture sono protette dal corto circuito (CEI 64-8/4 art. 435.1).

La protezione contro il cortocircuito sarà assicurata dagli stessi dispositivi impiegati per la protezione contro i sovraccarichi; tali dispositivi, installati all'inizio delle linee, avranno un potere d'interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione.

9. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico sfruttando un'area avente una estensione utile pari a circa 11.500 mq già di proprietà di Anas.

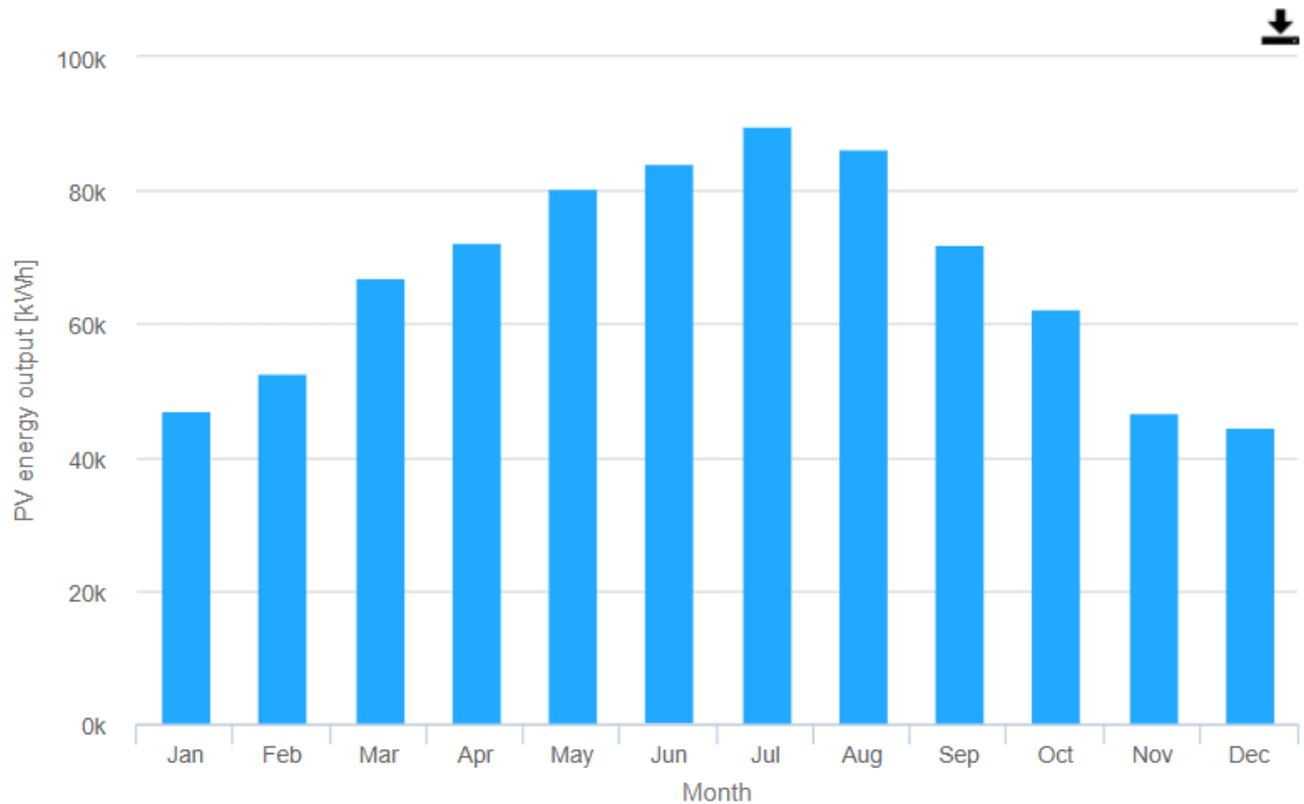
È possibile sfruttare l'area in oggetto per l'installazione di n. 1035 pannelli fotovoltaici aventi potenza unitaria pari a $P=510$ Wp, disposti su file separate, al fine di raggiungere una potenza totale dell'impianto pari a $P_{tot}=527,85$ kWp.

L'impianto fotovoltaico in oggetto consente una produzione di energia su base annua da fonte rinnovabile pari a $E=804.649,13$ kWh/anno, come riportato nell'allego di calcolo seguente.

Summary

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	39.153,9.011
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	527.85
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	30
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	804649.13
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1952.93
Year-to-year variability [kWh]:	20887.73
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.7
Spectral effects [%]:	0.9
Temperature and low irradiance [%]:	-7.54
Total loss [%]:	-21.94

Monthly energy output from fix-angle PV system



L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete del distributore di energia elettrica mediante una connessione in media tensione.

Il campo fotovoltaico sarà sorvegliato da un sistema di videosorveglianza e verrà illuminato nelle opere notturne mediante proiettori a Led installati su palo.

PROGETTAZIONE ATI: