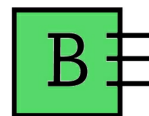


POLITECNICO DI BARI



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi Energia, Manutenzione, Pulizia e Portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del Regolamento degli Appalti e del relativo Codice e ss.mm.ii..



BIOMASSENGINEERINGSRL

STUDIO DI FATTIBILITÀ - SERVIZIO ENERGIA

Marzo 2015

VOLUME 2



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

PREMESSA	3
INVESTIMENTI PREVISTI	5
1. IMPIANTI FOTOVOLTAICI	6
TERMINOLOGIA.....	9
IMPATTO AMBIENTALE	11
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
1.1 DISPONIBILITÀ FONTE SOLARE	14
1.2 IMPIANTI DA REALIZZARE	16
1.2.1 AULA MAGNA A. ALTO	16
1.2.2 CORPO I – Dipartimento di Scienza dell’Ingegneria Civile e dell’Architettura abbrev. DICAR (Ex Dip. Scienza delle Costruzioni)	18
1.2.3 CORPO E – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica abbrev. DICATEch (Ex Dip. di Idraulica).....	20
1.2.4 CORPO M – Corpo Biblioteca	22
1.2.5 Ex SCIANATICO	24
1.2.6 PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI.....	26
1.3 TIPOLOGIA D’IMPIANTO	28
1.3.1 LE STRUTTURE DI SOSTEGNO	28
1.3.2 TIPOLOGIA DI MODULI FV	28
1.3.3 QUADRI DI STRINGA	29
1.3.4 QUADRI DI SOTTOCAMPO	29
1.3.5 QUADRO DI POTENZA	30
1.4 INTERFACCIA CON LA RETE ELETTRICA	30
1.4.1 SOVRATENSIONI	30
1.4.2 IMPIANTO DI TERRA	31
1.5 VALUTAZIONE DELLA RISORSA SOLARE DISPONIBILE.....	31
1.6 PRESTAZIONI DELL’IMPIANTO	32
1.7 PROGRAMMA DI ATTUAZIONE (COSTRUZIONE, FUNZIONAMENTO, SMANTELLAMENTO E RIPRISTINO)	33
1.7.1 COSTRUZIONE DELL’IMPIANTO ED AVVIAMENTO	33
1.7.2 SMANTELLAMENTO, RIPRISTINO E RECUPERO	33
1.7.3 NATURA E DEI METODI DI PRODUZIONE	34
1.7.4 CONTROLLO.....	36
1.8 EFFETTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	36
1.9 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	37
2. ILLUMINAZIONE	41
2.1 ILLUMINAZIONE INTERNA CON LAMPADE A LED	41
PREMESSA	41
2.1.1 ASPETTI TECNICI E PROGETTUALI.....	41
2.1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	42
2.1.3 CALCOLO ILLUMINOTECNICO	44
2.1.4 TECNOLOGIA LED.....	44
STORIA DEL LED.....	45



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

TECNOLOGIA LED	47
CIRCUITI LED MULTICHIP	50
IMPIEGHI NELL'ILLUMINAZIONE	51
2.1.5 CARATTERISTICHE DELLE LAMPADE A LED	53
TEMPERATURA DI GIUNZIONE, CORRENTE DI PILOTAGGIO E VITA MEDIA DEI LED ..	54
TEMPERATURA DI COLORE	57
RESA CROMATICA	57
COEFFICIENTE DI MANUTENZIONE	58
RISPARMIO ENERGETICO	59
NON EMISSIONE DI RAGGI UV	61
2.1.6 CONFRONTO CON LE PRINCIPALI SORGENTI LUMINOSE	63
LAMPADE AD INCANDESCENZA	63
LAMPADE ALOGENE	63
LAMPADE A SCARICA DI GAS	64
LAMPADE FLUORESCENTI	64
2.1.7 COME SOSTITUIRE LE VECCHIE LAMPADE TRADIZIONALI CON LAMPADE A LED	65
RACCOMANDAZIONI SULL'INSTALLAZIONE	66
2.2 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	66
3. EFFICIENZA, CONTROLLO E MONITORAGGIO	69
PREMESSA	69
3.1 SISTEMI DI SUPERVISIONE, CONTROLLO E CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI	
DEGLI IMPIANTI TERMICI/FRIGO	70
3.2 SISTEMI DI SUPERVISIONE, CONTROLLO E CONTABILIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	
DEI CONSUMI ELETTRICI DI TUTTI I PLESSI/DIPARTIMENTI	73
3.3 MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEL CALORE	77
3.3.1 SOLUZIONE PER UFFICI (FANCOIL)	78
3.4 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	80
4. RIEPILOGO DEL CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	87



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

PROPOSTA, IN PROJECT FINANCING, PER L'AFFIDAMENTO DELLA GESTIONE IMMOBILIARE INTEGRATA ED INFORMATIZZATA TRAMITE I SERVIZI ENERGIA, MANUTENZIONE, PULIZIA E PORTIERATO, DEGLI IMMOBILI DEL POLITECNICO DI BARI AI SENSI DELL'ART. 278 DEL REGOLAMENTO DEGLI APPALTI E DEL RELATIVO CODICE E SS.MM.II..

STUDIO DI FATTIBILITÀ SERVIZIO DI ENERGIA

PREMESSA

Il **Politecnico di Bari** nasce nel 1990 con lo scopo di rappresentare un polo di eccellenza internazionale finalizzato al "progresso culturale, scientifico e tecnologico, mediante l'organizzazione della ricerca in campo scientifico, tecnologico, umanistico ed economico-sociale e dell'istruzione superiore, prioritariamente negli ambiti dell'Architettura e dell'Ingegneria, nonché l'elaborazione e il trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche più avanzate, per lo sviluppo della società e del territorio" (art. 1 – Statuto del Politecnico di Bari).

È un'università statale italiana a carattere scientifico-tecnologico che forma ingegneri, architetti e disegnatori industriali, rilasciando i titoli accademici di diploma universitario e diploma di laurea (vecchio ordinamento, ad esaurimento), laurea, laurea specialistica, dottorato di ricerca, con le corrispondenti qualifiche accademiche, nonché i master universitari di I e II livello.

Secondo la classifica del SIR World Report 2013, che valuta oltre 4.000 istituzioni di ricerca in tutto il mondo, sulla base della banca dati Elsevier Scopus (con riferimento alle pubblicazioni 2007-2011), il **Politecnico di Bari** si pone, per il terzo anno di seguito, al primo posto tra le Università italiane



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

INVESTIMENTI PREVISTI

Il **Concessionario** propone un piano d'investimenti mirato all'innovazione tecnologica, al risparmio energetico, al risparmio economico e all'autonomia tramite:

1. **la progettazione, la realizzazione e la gestione di impianti fotovoltaici di nuova generazione (descritto nel capitolo 1 IMPIANTI FOTOFOLTAICI);**
2. **ILLUMINAZIONE INTERNA: la sostituzione delle lampade fluorescenti con lampade a risparmio energetico (tecnologia led) descritto nel capitolo 2 ILLUMINAZIONE;**
3. **la progettazione e l'installazione di sistemi di supervisione, controllo e contabilizzazione impianti termici ed elettrici oltre alla termoregolazione degli Uffici del Campus (descritto nel capitolo 3 EFFICIENZA, CONTROLLO E MONITORAGGIO);**

Parallelamente agli investimenti innovativi, il **Concessionario** provvederà, anche mediante la costituzione ex novo di una **anagrafica tecnica**, ai **servizi di conduzione e manutenzione ordinaria degli impianti tecnologici** (si vedano i volumi studio di fattibilità e caratteristiche del servizio e della gestione per le manutenzioni) oltre alla gestione immobiliare attraverso i **servizi di pulizia e portierato**.

Tale proposta si caratterizza, per l'obiettivo strategico di voler coniugare l'erogazione di servizi, con lo sfruttamento delle energie rinnovabili e ricercando le più efficaci soluzioni per l'efficientamento energetico, anche attraverso l'integrazione di più servizi immobiliari.

Inoltre, saranno previsti servizi complementari alle realizzazioni proposte che riguarderanno la manutenzione ordinaria e il servizio di Pronto intervento 24h su 24h e reperibilità.

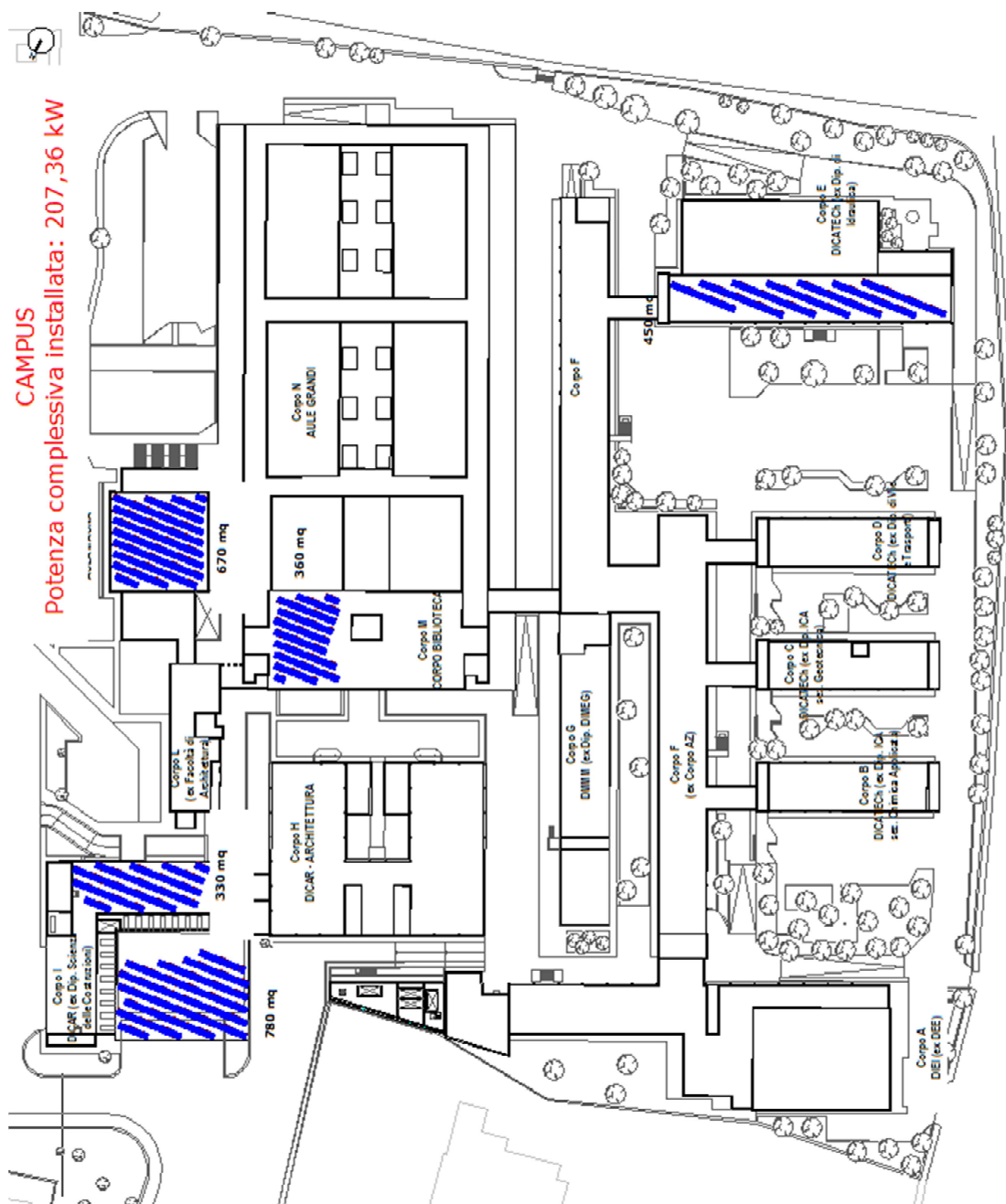


Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1. IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Gli impianti fotovoltaici saranno realizzati sulle coperture dei seguenti complessi edilizi (così come indicato nelle **Tav. 02.a e 02.b**, allegate):

- Campus (CORPO I, AULA MAGNA, CORPO M e CORPO E) – **Potenza impianti 207,36 kWp;**
- Ex Scianatico – **Potenza impianto 272,64 kWp;**
- Plesso Servizi Amministrativi – **Potenza impianto 24,00 kWp.**



CAMPUS
Potenza complessiva installata: 207,36 kW

SERVIZIO ENERGIA

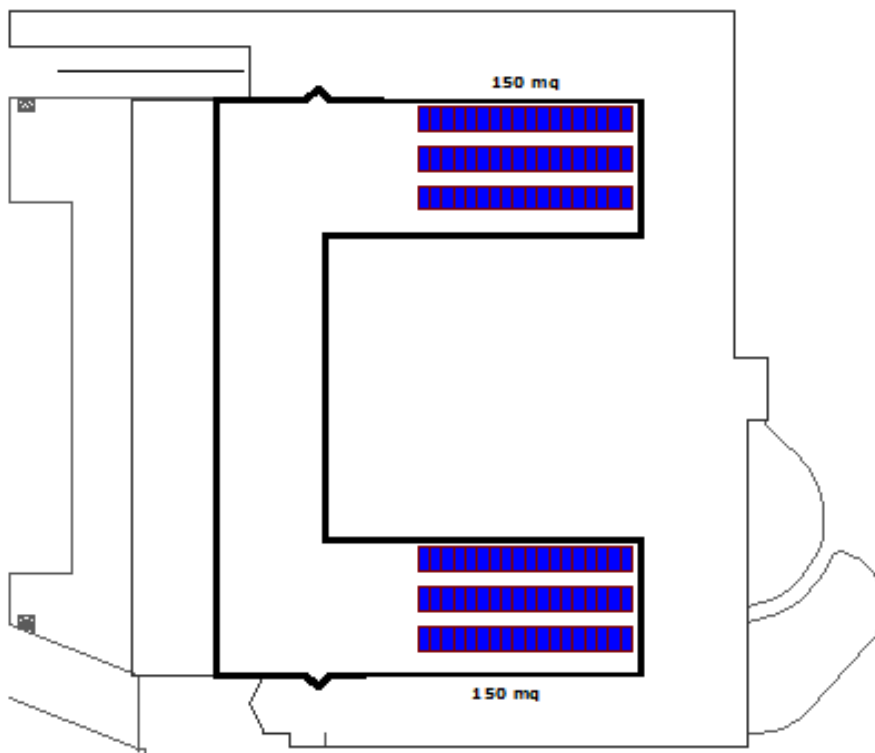
Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

**PLESSO SERVIZI
AMMINISTRATIVI**
Potenza installata: 24,00 kW



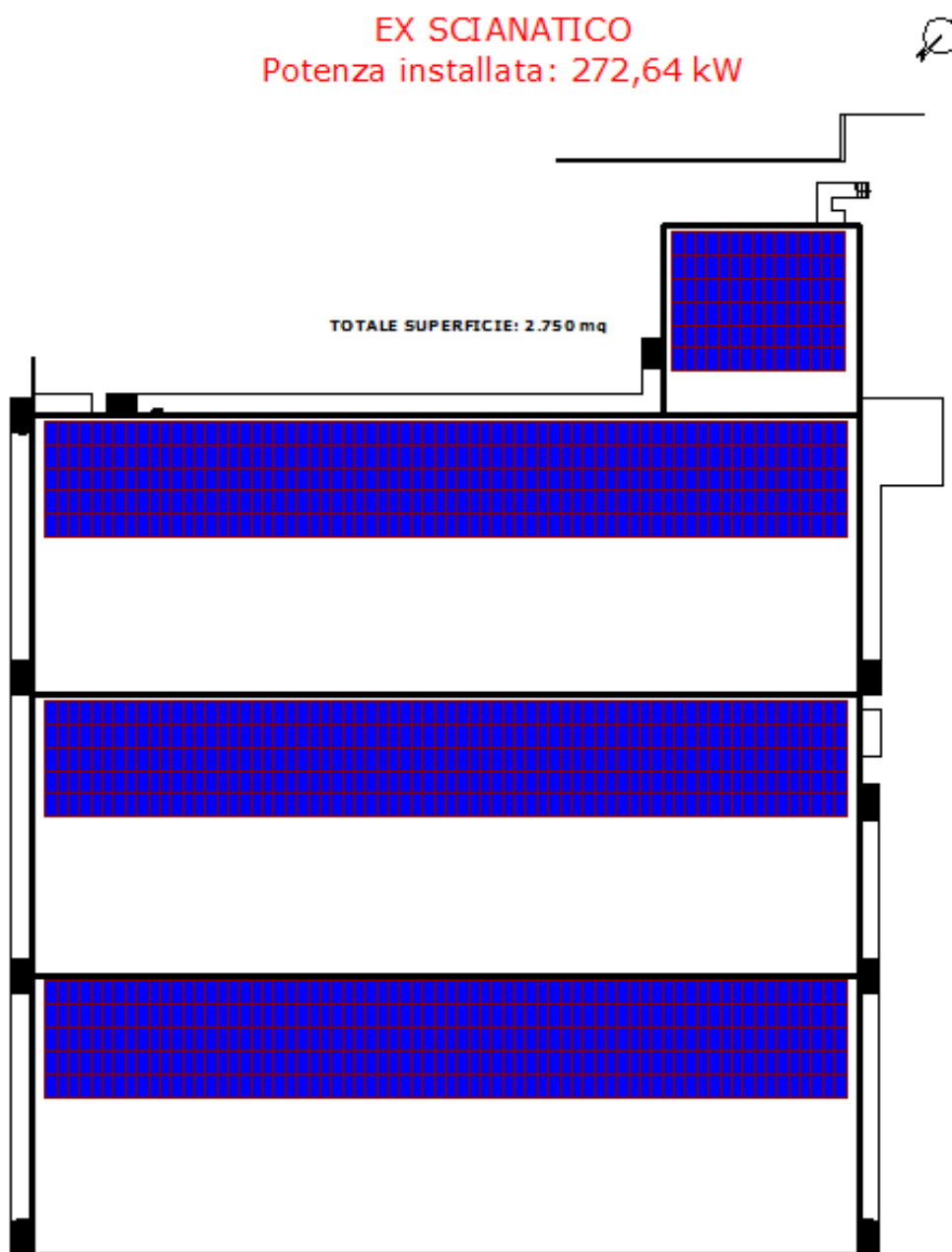
SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

In totale la **potenza installata sarà di circa 504 kW**, con un **numero complessivo di moduli pari a 2096**; con una **produzione annua stimata di 699.170 kWh (1390 kWh/kWp)**.

Il criterio progettuale normalmente utilizzato per dimensionare un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile e di massimizzare la potenza installabile.

Nella generalità dei casi, e a prescindere dalla potenza, la buona progettazione fotovoltaica impone che il generatore fotovoltaico debba essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a sud, escludendo possibili fenomeni di ombreggiamento.

TERMINOLOGIA

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici destinati alla connessione in rete elettrica.

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest;
- **Angolo d'inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo;
- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS);
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico;
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- Condizioni Standard: condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m^2 , con distribuzione dello spettro solare di riferimento di $AM=1,5$ e temperatura delle celle di 25°C ;
- **Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter);
- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase. I componenti fondamentali dell'impianto sono:
 - il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
 - il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile;
- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico;
- **Quadro di campo (o anche di parallelo stringhe):** è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione;
- **Quadro di consegna (o anche d'interfaccia):** è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura;
- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V;



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone;
- **Società Elettrica:** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.
- **Stringa:** un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere;
- **Utente:** persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società Elettrica.

IMPATTO AMBIENTALE

La produzione di energia elettrica mediante la conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera.

È possibile, naturalmente, parlare d'inquinamento "indiretto", causato dai processi di produzione dei componenti di un simile sistema (moduli, cavi, strutture ed altro) ma d'altra parte la produzione di ogni manufatto tecnologico, così come l'esplicazione di ogni attività umana, altera in certa misura l'equilibrio ambientale.

Il confronto tra le emissioni inquinanti di centrali per la produzione di energia elettrica a carbone, a gas e fotovoltaica rende immediatamente evidente che queste ultime sono, da questo punto di vista, le più rispettose per l'ambiente. Quanto detto non implica, ovviamente, che tali centrali siano installate dappertutto senza un'attenta considerazione degli aspetti collaterali. Anche se esse non contribuiscono all'effetto serra, alle patologie respiratorie, alle piogge acide, anche se non sono fonte di inquinamento termico o acustico, tuttavia esistono problemi legati all'impatto visivo ed all'occupazione del



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

territorio, che vanno attentamente considerati ai fini di una progettazione attenta ai fattori ambientali.

Caratteristiche come modularità, manutenzione ridotta, semplicità d'utilizzo, impatto ambientale molto basso, rendono la tecnologia fotovoltaica adatta all'integrazione negli edifici in ambiente urbano.

Si valuta che i benefici ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici (nel seguito FV) sono direttamente proporzionali alla quantità di energia prodotta, data per ipotesi che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

La seguente valutazione mira ad evidenziare i benefici che si hanno utilizzando la tecnologia fotovoltaica; infatti, per produrre 1 KWh elettrico vengono bruciati in media l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e quindi emessi nell'aria 0,531 Kg di anidride carbonica.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto, saranno rispettate le seguenti Norme e Leggi riguardanti gli impianti di pubblica illuminazione e precisamente:

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti Attivi e Passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- 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 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI 61646 (82-12): Moduli a film sottile (SILICIO) per applicazioni terrestri;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.1 DISPONIBILITÀ FONTE SOLARE

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di BARI (BA) avente latitudine 41°.1292 N, longitudine 16°.8697 E e altitudine di 5 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.83	2.81	4.03	5.72	7.03	7.78	7.94	7.00	5.28	3.67	2.22	1.58

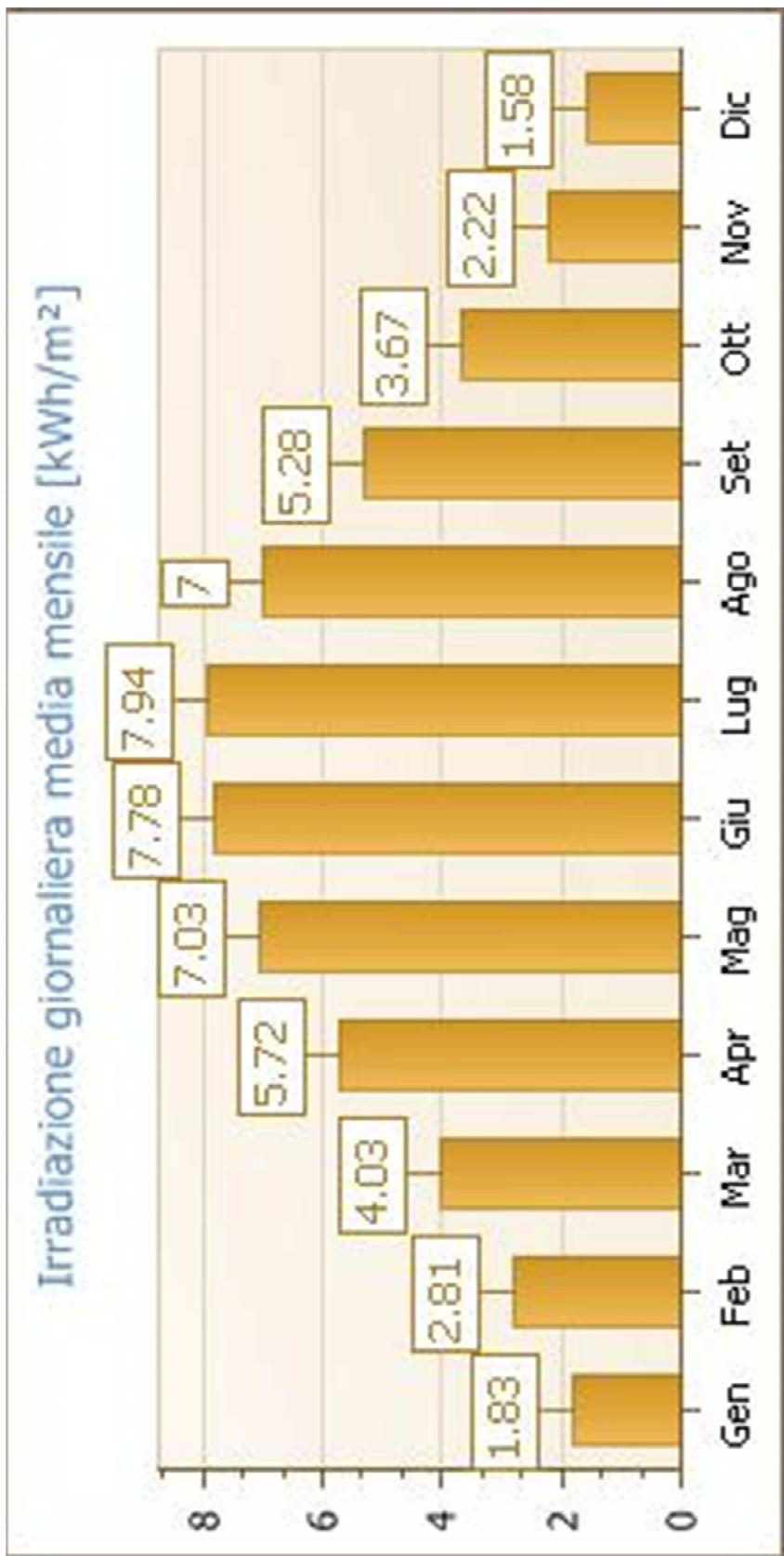
Fonte dati: UNI 10349

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 734.16 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349).



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.2 IMPIANTI DA REALIZZARE

Di seguito sono elencate le strutture su cui verranno installati i moduli fotovoltaici con i dati caratteristici delle singole sezioni dell'intero impianto (si rimanda al punto **1.9 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA** per il dettaglio).

1.2.1 AULA MAGNA A. ALTO

L'area della copertura misura poco più di 670 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 402 mq.

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale impianto (lorda)	670 m ²
Superficie totale moduli (netta)	402 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	53,76 kW
Numero totale moduli	224
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	72.360 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 70 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

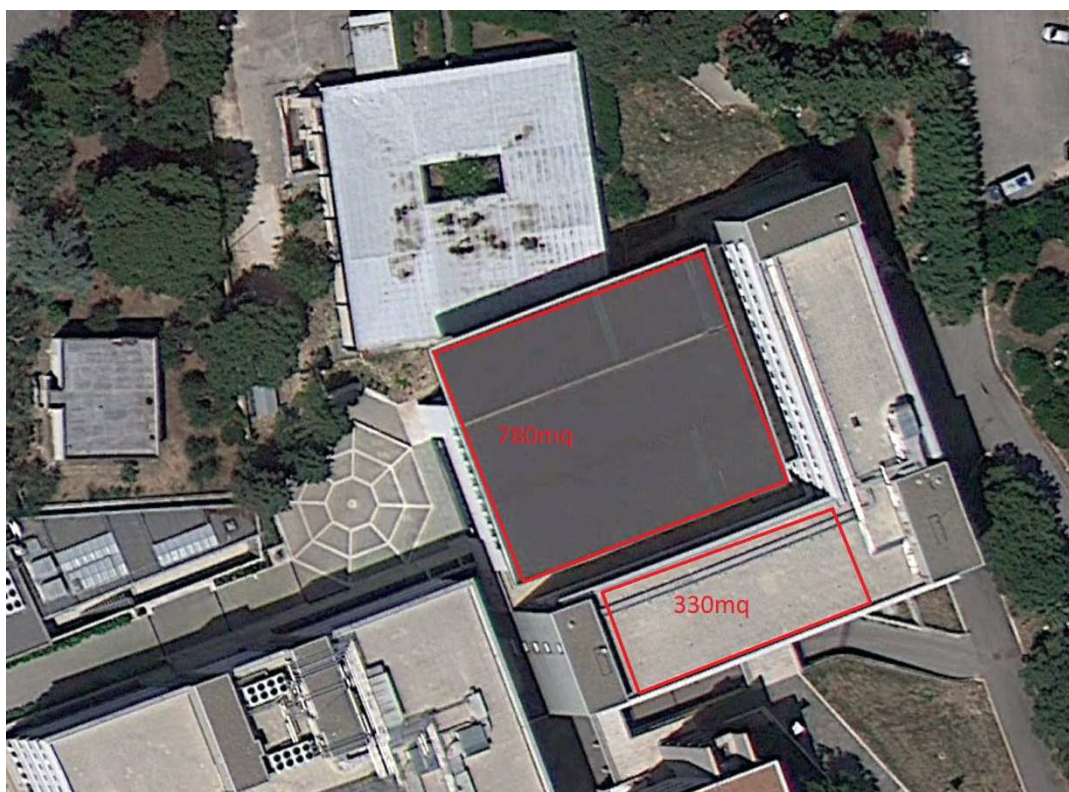
1.2.2 CORPO I – Dipartimento di Scienza dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura abbrev. DICAR (Ex Dip. Scienza delle Costruzioni)

L'area della copertura misura poco più di 1110 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 666 mq.

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	2
Estensione totale impianto (lorda)	1.110 m ²
Superficie totale moduli (netta)	666 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	88,80 kW
Numero totale moduli	370
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	119.880 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 100 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

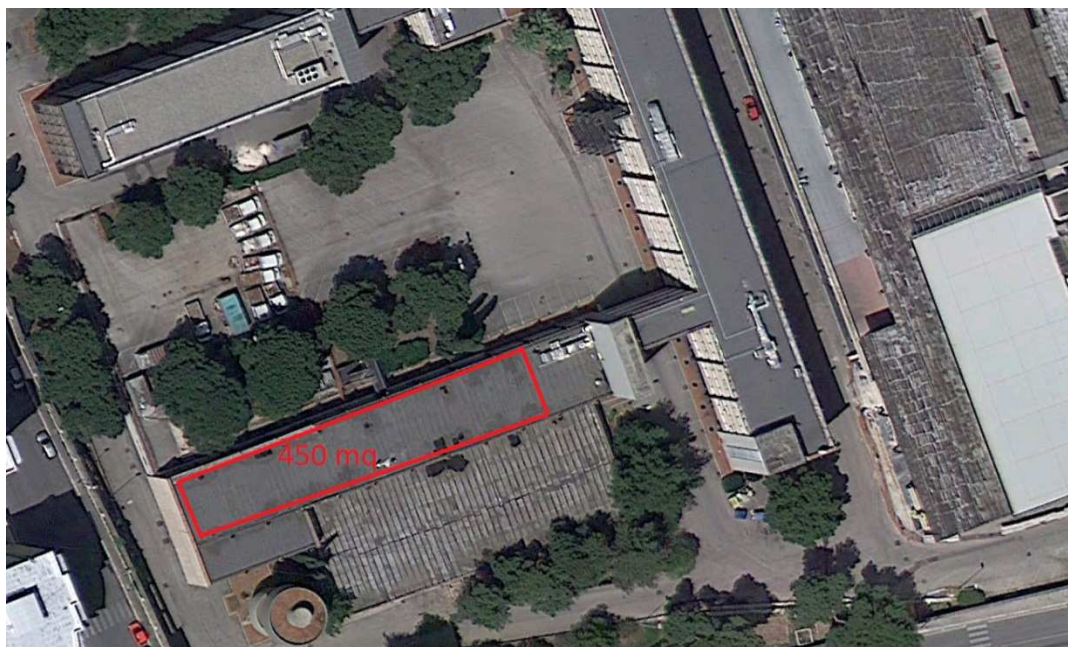
1.2.3 CORPO E – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica abbrev. DICATECh (Ex Dip. di Idraulica)

L'area della copertura misura poco più di 450 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 270 mq..

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale impianto (lorda)	450 m ²
Superficie totale moduli (netta)	270 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	36,00 kW
Numero totale moduli	150
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	48.600 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 40 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità



BIOMASSENGINEERING SRL



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.2.4 CORPO M – Corpo Biblioteca

L'area della copertura misura poco più di 360 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 216 mq.

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	4
Estensione totale impianto (lorda)	360 m ²
Superficie totale moduli (netta)	216 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	28,80 kW
Numero totale moduli	120
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	38.880 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 30 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.2.5 Ex SCIANATICO

L'area della copertura misura poco più di 3.600 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 2.750 mq, considerando i corridoi necessari per l'installazione e per la successiva manutenzione, la superficie complessiva dell'impianto fotovoltaico andrà ad occupare quasi per intero tutta la superficie della copertura.

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	4
Estensione totale impianto (lorda)	3.600 m ²
Superficie totale moduli (netta)	2.750 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	272,64 kW
Numero totale moduli	1136w
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	368.010 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 300 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità



BIOMASSENGINEERING SRL



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.2.6 PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI

L'area della copertura misura poco più di 300 mq, la superficie netta dei moduli fotovoltaici è pari a circa 150 mq.

Dati generali	FV
Classificazione architettonica	Realizzato su Copertura
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale impianto (lorda)	300 m ²
Superficie totale moduli (netta)	180 m ²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	20°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Dati tecnici	FV
Tipologia modulo	Silicio policristallino
Potenza impianto	24,00 kW
Numero totale moduli	100
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua, primo anno	32.400 kWh/anno
Modulo in FV1	
Marca – Modello	Policristallino da 240 W
Inverter FV	
Marca – Modello	Inverter trifase da 25 kW
Numero Inverter	1



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità



BIOMASSENGINEERING SRL



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.3 TIPOLOGIA D'IMPIANTO

Ai fini di massimizzare l'energia elettrica producibile mediante effetto fotovoltaico e lo spazio a disposizione sulla copertura del fabbricato, il generatore fotovoltaico verrà posizionato sulla nuova copertura piana del fabbricato su strutture fisse con orientamento azimutale di 0° rispetto al Sud e con un'inclinazione dei moduli dai 10° ai 30° (tilt) rispetto all'orizzontale, a seconda della tipologia di installazione ed inclinazione della copertura presa in considerazione.

1.3.1 LE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno e fissaggio dei moduli saranno costituite da:

- Profilato in alluminio piegato e aggraffato alle greche delle lastre di copertura che sostengono i moduli FV;
- Graffette in alluminio anodizzato necessarie per il fissaggio dei moduli al profilato di sostegno.

Il collegamento elettrico del generatore FV (filari di pannelli sul tetto) al locale convertitori (previsto all'interno dell'edificio scolastico) sarà realizzato impiegando canalette coprifilo, sfruttando, se possibile, eventuali cavedi tecnici esistenti.

1.3.2 TIPOLOGIA DI MODULI FV

Per l'impianto FV sono stati scelti moduli fotovoltaici in silicio policristallino da 240 Wp.

I moduli policristallini saranno posizionati uno di fianco all'altro, senza interruzioni, agganciati con "clamps" ai binari longitudinali posti sui cavalletti di supporto.

Per offrire la massima protezione contro le condizioni climatiche più critiche, le 60 celle solari costituenti ogni singolo modulo, vengono

incorporate tra una copertura di vetro temprato ed uno strato di etilenacetato





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

di vinile colato e sigillate, sulla parte posteriore, con un ulteriore strato di etilenacetato di vinile posto su una lamiera.

Il modulo è contornato da un telaio in alluminio anodizzato a prova di torsione che gli conferisce massima stabilità e resistenza alla corrosione.

1.3.3 QUADRI DI STRINGA

I quadri di stringa sono realizzati con sezionatori in modo da poterlo scollegare dall'inverter (**si veda la Tav. 02.c, allegata**)

I sezionatori DC saranno idonei al sezionamento di correnti continue e dotati di fusibili per la protezione delle stringhe da eventuali cortocircuiti. Ogni quadro sarà inoltre dotato di sezionatore generale di parallelo stringhe in classe, di morsettiera di parallelo stringhe con tensione di isolamento minima garantita pari a 1000V (D.C.) e di scaricatore di sovratensione di tipo combinato in grado di proteggere sia da correnti che si possono generare in caso di fulminazione diretta (forma d'onda denominata "10/350 μ s" che riproduce sia la rapida crescita che l'alto contenuto energetico di un fulmine) e sia da sovratensioni che si possono generare da un fulmine caduto nelle vicinanze (forma d'onda denominata "8/20 μ s" il cui contenuto energetico è notevolmente inferiore alla forma d'onda menzionata precedentemente).

In ogni quadro di stringa sarà presente inoltre una piastra equipotenziale per il collegamento a massa di scaricatori ed eventualmente delle strutture.

Ogni eventuale guasto nel quadro di stringa sarà tele-segnalato attraverso un sistema bus su un quadro generale di tele-segnalazione guasti posto nella cabina di consegna e sarà inoltre dotato di un protocollo di comunicazione remota tramite linea GSM o ethernet.

1.3.4 QUADRI DI SOTTOCAMPO

I quadri di sottocampo sono installati a gruppi di sei strutture ad inseguimento, essi constano in un parallelo su sbarre pre-forate e filettate in rame.

Il tutto sarà contenuto in opportuna carpenteria (o scatola in materiale plastico) con grado di protezione minimo IP66, e marchiata esternamente dal segnale di pericolo di contatto con parti in tensione.





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.3.5 QUADRO DI POTENZA

Il quadro di potenza è realizzato in vetroresina con opportuno grado di protezione IP. All'interno del quadro trovano ampio alloggiamento i sezionatori AC e l'interruttore di tipo magnetotermico.

1.4 INTERFACCIA CON LA RETE ELETTRICA

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, conforme alla normativa CEI 0-16.

L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

- **Dispositivo del generatore.** L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico presente sull'uscita di ogni inverter agisce come ricalzo a tale funzione;
- **Dispositivo di interfaccia.** Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno;
- **Dispositivo generale.** Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti di generazione elettrica. Per i piccoli impianti come quello oggetto della presente relazione tecnica è sufficiente la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico.
- È prevista infine l'installazione di un **sistema di misura** secondo quanto disposto dalla normativa vigente.

1.4.1 SOVRATENSIONI

In merito alla fulminazione indiretta, l'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, l'inverter. Gli inverter indicati in progetto sono dotati di varistori lato DC e lato AC.

1.4.2 IMPIANTO DI TERRA

Seguendo la normativa vigente ed in considerazione del fatto che la sicurezza per evitare i possibili contatti indiretti è garantita intrinsecamente dal basso livello di tensione di lavoro del sistema, sarà realizzata una opportuna ed adeguata rete di terra di protezione, in grado di consentire il corretto funzionamento degli scaricatori di sovratensione indotte presenti nel quadro di inverter.

1.5 VALUTAZIONE DELLA RISORSA SOLARE DISPONIBILE

Un fattore di fondamentale importanza nel dimensionamento della potenza di picco del generatore PV, al fine di non sovradimensionare lo stesso, è stato la conoscenza dei dati relativi alla radiazione solare in corrispondenza del Comune.

Si è valutato, a partire dalla radiazione incidente su una superficie orizzontale (dato disponibile), la radiazione incidente su una superficie inclinata le cui componenti sono:

- diretta (I),
- diffusa (D),
- riflessa (R).

Il metodo per il calcolo della radiazione su una superficie inclinata è stato quello previsto nella norma UNI 10349 (Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici) e UNI 8477 (Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Valutazione dell'energia raggiante ricevuta).

Il calcolo è basato sulla valutazione dell'apporto energetico medio mensile dell'energia solare da utilizzare per applicazioni termiche negli edifici, in relazione alle caratteristiche morfologiche e tecnologiche di questi ultimi. Inoltre, sono state considerate le caratteristiche topografiche del sito e le



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

condizioni climatiche locali, in particolare riferimento ai valori giornalieri medi mensili della radiazione solare.

1.6 PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

L'energia raccolta dai moduli fotovoltaici dipende:

- dalla latitudine del sito;
- dall'esposizione dei moduli;
- dall'irraggiamento;
- dagli ombreggiamenti.

L'irraggiamento dipende dalla stagione, dall'ora del giorno e dalle condizioni meteorologiche.

Inoltre, la quantità di energia raccolta dal generatore fotovoltaico dipende dalla temperatura dei moduli, dalla configurazione del campo, dalle caratteristiche elettriche e ottiche dei moduli fotovoltaici. Le prestazioni dei moduli sono influenzate dalla tolleranza sulla potenza (che non deve superare il 5%) e dal decadimento delle prestazioni, garantite all'80 % della potenza nominale dopo 20 anni. A parità di insolazione, all'aumentare della temperatura delle celle, si ha una diminuzione della tensione e della potenza erogata. In particolare, nel caso di moduli al silicio cristallino, per ogni 10°C di aumento di temperatura si ha una diminuzione della potenza erogata pari a circa il 5% e una diminuzione di tensione dell'ordine del 3%. Per ciascun periodo dell'anno esiste un diverso valore dell'angolo di inclinazione ottimale (tilt). Il picco invernale viene raccolto per angoli di tilt elevati (65°) mentre il picco estivo si ottiene per angoli di tilt piccoli (15°): il picco su base annuale si ottiene invece per angoli di tilt leggermente inferiori alla latitudine del sito.

L'installazione dell'impianto e le successive modifiche o ampliamenti sono soggetti al rilascio della certificazione di conformità da parte dell'installatore secondo la Legge 37/08 e ss.mm.ii..



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.7 PROGRAMMA DI ATTUAZIONE (COSTRUZIONE, FUNZIONAMENTO, SMANTELLAMENTO E RIPRISTINO)

1.7.1 COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO ED AVVIAMENTO

Le principali fasi costruttive possono essere ricondotte ai seguenti punti:

- impianto del cantiere;
- fissaggio strutture di sostegno moduli;
- posa in opera dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione dei tracciati impiantistici a servizio dell'impianto fotovoltaico;
- realizzazione dell'impianto elettrico;
- messa in opera di quadri di campo;
- collegamento di moduli, inverter e sistema di monitoraggio;
- posa di cavi di collegamento fra i moduli fotovoltaici agli inverter;
- realizzazione dell'impianto di terra (e collegamento all'impianto esistente);
- espianto del cantiere.

1.7.2 SMANTELLAMENTO, RIPRISTINO E RECUPERO

Attualmente i costruttori garantiscono una vita media dei pannelli fotovoltaici di circa 25 - 30 anni con un rendimento all'80% del valore nominale dopo 20 - 25 anni di utilizzo.

Una volta dismesso l'impianto i pannelli potranno essere riciclati e riutilizzati per la produzione di nuovi moduli, così come assicurato dalle ditte già operanti in tale settore, riducendo così al minimo lo spreco di materie prime.

I materiali previsti per l'impianto sono tutti riciclabili in quanto recuperabili al momento della loro dismissione tramite processi di fusione e successiva raffinazione, dando luogo a prodotti analoghi a quelli di origine o comunque sottoprodotti di pari impiego.

In linea generale, considerata la vita utile di un impianto FV, si ritiene che non esistano ragionevoli motivi per i quali si renda necessario procedere



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

allo smantellamento dell'impianto FV se non per eventuali aspetti legati a decisioni del **Concedente**.

In ogni caso, tutti i componenti che verranno impiegati sono progettati per essere facilmente smontabili nell'ottica di restituire integralmente il sito allo stato ex ante l'opera stessa o per il rinnovo tecnologico di componenti della centrale connesso con l'aggiornamento della tecnologia di riferimento (obsolescenza tecnologica).

In fase di dismissione dell'impianto fotovoltaico le varie parti e componenti dovranno essere separate in base alla loro composizione chimica in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, quali alluminio, acciaio e silicio, presso ditte che si occupano di riciclaggio e produzione di tali elementi.

I restanti rifiuti "indifferenziati" dovranno essere avviati a discarica autorizzata. Si precisa che tutti i costi e gli oneri di smantellamento e smaltimento dei pannelli fotovoltaici sono a carico del **Concessionario**.

1.7.3 NATURA E DEI METODI DI PRODUZIONE

L'energia solare viene trasformata in energia elettrica attraverso l'effetto fotovoltaico. Nel 1839 il fisico francese Alexandre Edmond Becquerel scoprì il fenomeno su cui si basano le celle solari, il cosiddetto effetto fotoelettrico; la teoria dell'effetto fotoelettrico fu pubblicata per la prima volta da Einstein nel 1905 e la cella fotovoltaica fu inventata solo intorno al 1950.

Alcuni materiali conduttori opportunamente trattati acquisiscono la proprietà di generare energia elettrica quando vengono colpiti dai raggi solari. Uno di questi materiali è il silicio che è anche uno degli elementi più diffusi in natura. Una cella fotovoltaica esposta alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente.

La quantità di energia prodotta dipende dall'intensità della radiazione solare, dalla temperatura e dalla dimensione della cella stessa.

La cella è il componente basilare di un impianto fotovoltaico. Ha la caratteristica di comportarsi come un piccolo generatore di corrente elettrica quando è colpita dai raggi solari. Le celle fotovoltaiche che utilizzano la tecnologia del silicio si dividono in tre tipi:



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- **Celle monocristalline:** vengono prodotte tagliando una barra monocristallina di materiale semiconduttore ad elevata purezza: dal silicio liquido si estraggono delle barre di monocristallo che vengono successivamente tagliate in sottili fette. Questo procedimento garantisce un grado di rendimento della cella relativamente elevato (sino al 20%);
- **Celle policristalline:** dal silicio fuso si ricavano dei blocchi che vengono successivamente tagliati a fette. Nel corso della solidificazione del materiale si formano strutture cristalline di varie dimensioni che presentano alcuni difetti sui contorni. Questi difetti riducono l'efficienza della cella (sino al 15%), ma spesso nel modulo sono compensati in quanto, a differenza del materiale monocristallino, si ottengono celle di forma squadrata che consentono un migliore sfruttamento della superficie;
- **Celle amorfe o a film sottile:** vengono prodotte mediante un altro processo produttivo chiamato deposizione catodica di atomi di silicio su una piastra di vetro, i costi di produzione sono più bassi, anche in virtù del minor impiego di materiale. Tuttavia, l'efficienza delle celle a film sottile è ancora nettamente inferiore rispetto alle celle cristalline (circa 6-9%).

Per l'impianto FV in oggetto è stato previsto l'impiego di pannelli con celle in silicio policristallino. Un modulo fotovoltaico è costituito da più celle solari collegate in modo da fornire una definita potenza elettrica.

La potenza massima erogabile nelle condizioni standard di test (Radiazione solare = 1.000 W/m^2 , Temperatura cella = 25°C e AM = 1,5) si misura in Watt di picco (Wp).

Collegando più moduli in modo da formare una stringa si ottiene la potenza di progetto.

Dalle stringhe dei pannelli l'energia elettrica (in corrente continua) viene portata agli inverter (per la conversione a corrente alternata). Tale corrente è in bassa tensione.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

1.7.4 CONTROLLO

I sistemi di misurazione e monitoraggio a distanza, permettono di controllare, in tempo reale ed in remoto, la regolare attività dell'impianto ed intervenire tempestivamente in caso di anomalie nel funzionamento (segnalate in automatico tramite e-mail e SMS).

Per gli impianti FV in oggetto può essere previsto un sistema di controllo remoto, via internet, in grado di monitorare ogni singolo inverter e ogni singola stringa dell'impianto anche attraverso il collegamento a differenti sensori ambientali. Il sistema di controllo regola la gestione pro-attiva degli interventi di manutenzione, la gestione via web dell'impianto per la manutenzione e l'assistenza tecnica, l'help desk per l'utente tramite specifici pannelli di amministrazione attraverso la rete Internet con collegamento ADSL. La visualizzazione numerica e grafica dei dati raccolti relativi alla produzione dell'impianto viene registrata e restituita in report periodici.

Gli obiettivi del monitoraggio possono essere riepilogati di seguito:

- assicurare che il sistema complessivo funzioni correttamente;
- valutare le prestazioni dei vari componenti;
- individuare le strumentazioni difettose o i componenti che lavorano al di sotto delle proprie capacità nominali;
- permettere la calibrazione dell'impianto FV per una maggiore efficienza produttiva;
- suggerire linee guida per possibili miglioramenti e ottimizzazioni.

1.8 EFFETTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

L'intervento consisterà nell'utilizzo di sistema di schermatura da installare sul perimetro interessato dall'installazione dell'impianto fotovoltaico e sarà composto da BRISE SOLEIS con altezza di 50 cm..

Questa schermatura permetterà una mitigazione dell'impatto visivo degli impianti fotovoltaici.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

PRIMA DELL'INTERVENTO



DOPO L'INTERVENTO



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità

1.9 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Nelle tre pagine seguenti è presente il calcolo sommario della spesa relativo agli impianti fotovoltaici e installazione dei brise soleil.



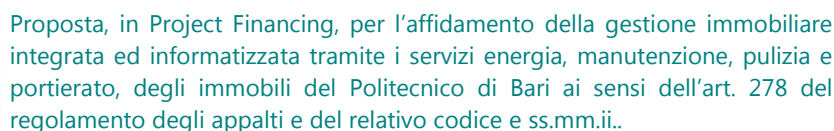


Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

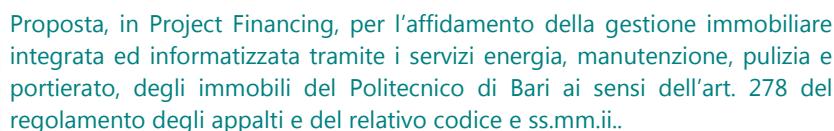
Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
1 FV 0.1	<p><u>LAVORI A CORPO</u></p> <p>Fornitura e posa in opera di: - Strutture in alluminio di ... ni accessorio per l'esecuzione dell'opera a regola d'arte;</p> <p>Fornitura e posa in opera di: - Strutture in alluminio di sostegno e fissaggio per moduli fotovoltaici su tetti con certificato di staticità a norma DIN 1055 composte da: cavalletti triangolari in alluminio, profili di alloggiamento moduli, binari di appoggio e relativi coperchi, set staffe centrali, set controventi, set giunzioni, staffe di ancoraggio al pavimento ed ai muretti perimetrali, staffe per fissaggi moduli FV, viteria e bulloneria in acciaio inox. Inclusive opere edili per l'ancoraggio delle strutture, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, l'allontanamento con qualsiasi mezzo dei materiali di risulta, il tiro in basso e/o in alto, lo scaricamento nell'ambito del cantiere, il carico su automezzo, trasporto e scarico alla pubblica discarica, il ripristino delle eventuali parti murarie demolite, nonché ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte, inclusi oneri di conferimento a discarica autorizzata dei materiali di risulta</p> <p>- 2096 moduli fotovoltaici in silicio policristallino dotati di certificazione "Factory Inspection Europe", suddivisi in più stringhe (come da progetto) aventi potenza max in condizione standard di prova di 240 Wp per una potenza complessiva (su ciascuno dei 3 siti) pari a 503 kWp. Incluso ancoraggio alle strutture, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, l'allontanamento con qualsiasi mezzo dei materiali di risulta, il tiro in basso e/o in alto, lo scaricamento nell'ambito del cantiere, il carico su automezzo, trasporto e scarico alla pubblica discarica, nonché ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.</p> <p>- Inverter trifase conforme alla norma CEI 0-21, opportunamente integrata dai contenuti dell'Allegato A70 di TERNA, come stabilito dalla Delibera AEEG 84/2012/R/EEL, senza trasformatore di isolamento (transformerless) utilizzabili per la connessione in rete, controllo digitale, display per il controllo delle grandezze elettriche, integrata, protezione minimo IP 65. Incluso il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, nonché ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.</p> <p>- apparecchiature elettriche per il regolare funzionamento dell'impianto fotovoltaico:</p> <p>- Quadri di campo composto da: diodi di blocco per ciascuna stringa, piastra di raffreddamento per diodi di blocco fusibili e portafusibili sezionabili, morsetti ingresso/uscita, morsetto di terra; grado di protezione IP66, involucro in materiale metallico, compreso di tutti gli accessori necessari al montaggio per l'esecuzione a regola d'arte.</p> <p>- Quadri di campo e manovra composto da: gruppi scaricatori sovratensione, sezionatori bipolari per ogni campo fotovoltaico, morsetti di terra e tutti gli accessori necessari al montaggio e la messa in opera a regola d'arte;</p> <p>- Quadro di interfaccia e protezione rete elettrica composto di: protezione magnetotermica trifase, interruttore generale magnetotermico, analizzatore di rete, contatore di parallelo, dispositivo interfaccia tipo DV 604, misuratore energia elettrica, gruppo scaricatori di sovratensione;</p> <p>- Dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento del generatore fotovoltaico nel rispetto delle norme CEI 64-8/7 capitolo 712 e Guida CEI 82/85 paragrafo 7 e della nota Min. Interno 4 maggio 2012 prot. 6334;</p> <p>- Cavi unipolari tipo FG21M21 per collegamento moduli FV a quadro di campo inverter e parallelo, posa in canalina; in opera compreso ogni accessorio per l'esecuzione dell'opera a regola d'arte;</p> <p>- cavi unipolari tipo FG7(0)R/0,6-1kV per collegamento moduli FV a quadro di campo e parallelo, posa in canalina; in opera compreso ogni accessorio per l'esecuzione dell'opera a regola d'arte;</p> <p>1x2,5 mm² 1x4 mm² - cavi multipolari 4x10 mm² tipo FG7(0)R/0,6-1kV per</p>							
	A RIPORTARE							

COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI





COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI

COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

2. ILLUMINAZIONE

2.1 ILLUMINAZIONE INTERNA CON LAMPADE A LED

PREMESSA

La necessità di risparmio dell'energia elettrica pone un attento riesame dei criteri posti alla base dell'esercizio degli impianti, oltre che dell'uso più mirato della stessa.

La possibilità di contenere i consumi dell'illuminazione, ed eliminare forme di inquinamento luminoso diventa una delle azioni prioritarie che le grandi amministrazioni devono affrontare.

Con il presente intervento si vogliono ammodernare gli impianti esistenti privilegiando il contenimento dei consumi energetici, senza ridurre gli attuali livelli di illuminamento ma adeguandoli alle effettive esigenze determinate dal tipo di ambiente.

Le più moderne innovazioni tecnologiche presenti oggi sul mercato dell'illuminazione e la crescente richiesta di un maggior comfort e di una migliore qualità di vita degli ambienti interni hanno sempre più favorito una radicale ridefinizione dei principi che sovrintendono alla costruzione e alla gestione degli impianti; inoltre, si veda il censimento preliminare illustrato dalla **Tav. 03** alla **Tav. 08.d**.

Le quantità delle lampade da sostituire sono presenti nel punto **2.2 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA**.

2.1.1 ASPETTI TECNICI E PROGETTUALI

La presente relazione tecnica riporta lo sviluppo degli studi tecnici del progetto di concessione per la sostituzione delle lampade dell'impianto d'illuminazione interna del Politecnico di Bari.

In particolare, il primo passo da compiere per realizzare il presente progetto è il rilievo degli impianti in oggetto. Infatti, questa è un'operazione propedeutica per la verifica della qualità dell'illuminamento, dei lux, dell'efficienza luminosa, dell'uniformità di illuminamento, degli abbagliamenti,





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

dell'inquinamento luminoso, del risparmio energetico, dell'indice di corrispondenza al contesto ambientale ed infine, della rispondenza alle norme.

Completata la fase di monitoraggio, si procederà, alla programmazione di tutti gli interventi di sostituzione delle lampade. Allo stato attuale, dopo aver effettuato diversi sopralluoghi, risulta che gli impianti di illuminazione, abbisognano di un corposo intervento di manutenzione.

Per il soddisfacimento del risparmio energetico che si propone abbisognano dei seguenti interventi:

- sostituzione o eventuali adeguamenti dei sostegni relativi ai corpi illuminanti interni;
- sostituzione parco lampade come da computo metrico estimativo.

Mediante la redazione dei progetti definitivo ed esecutivo si proporranno gli interventi puntuali sopra citati unitamente agli interventi di:

- ottimizzazione attraverso l'installazione di sistemi di illuminazione ad alto rendimento, nonché l'adozione di strumenti idonei all'effettivo conseguimento del risparmio energetico;
- integrazione tecnico scientifica con strumenti innovativi.

2.1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto definitivo e quindi esecutivo, saranno rispettate le seguenti Norme e Leggi:

- **CEI 0-2 (2002)** Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- **CEI 11-17 (2006)** Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- **CEI 11-27 (2014)** Lavori su impianti elettrici;
- **CEI 17-113 (2012)** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- **CEI 20-40 (1998)** Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- **CEI 20-67 (2001)** Guida per l'uso di cavi 0,6/1kV;
- **CEI 23-3/1 (2004)** Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- **CEI 23-42 (2014)** Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche o similari;
- **CEI 23-44 (2014)** Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche o similari;
- **CEI 23-116 (2011)** Sistemi di canalizzazione per cavi. Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- **CEI 23-51 (2004)** Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- **CEI 32-1 (2009)** Fusibili a bassa tensione. Prescrizioni generali.
- **CEI 34-21 (2009)** Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove;
- **CEI 34-30 (1999)** Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari. Proiettori;
- **CEI 34-63 (2007)** Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica. Prescrizioni generali e di sicurezza;
- **CEI 34-64 (1998)** Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti ed altre lampada a scarica;
- **CEI 64-8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua:
 - Parte 1: oggetto e scopo;
 - Parte 2: definizioni;
 - Parte 3: caratteristiche generali;
 - Parte 4: prescrizioni per la sicurezza;
 - Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici;
 - Parte 6: verifiche;
 - Parte 7: ambienti e applicazioni particolari.
- **CEI 81-10 (2013)** Protezione delle strutture contro i fulmini;
- **CEI UNEL 00722 (2002)** Identificazione delle anime dei cavi;
- **CEI UNEL 35024 (1997)** Cavi elettrici – Portate di corrente in regime permanente per la posa in aria;
- **CEI UNEL 35026 (2000)** Cavi elettrici – Portate di corrente in regime permanente per la posa interrata;



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Per quanto concerne la scelta dei materiali non univocamente specificati si prescrive quanto segue:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio;
- tutti i materiali devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI attualmente in vigore;
- i materiali e gli apparecchi per i quali e' prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità devono essere muniti del contrassegno IMQ;
- tutti i componenti devono inoltre essere dotati di marcatura CE apposta dal costruttore dell'apparecchio, che attesta la rispondenza alle direttive CEE.

2.1.3 CALCOLO ILLUMINOTECNICO

I calcoli illuminotecnici saranno eseguiti tenendo presente la norme tecniche UNI relative agli ambienti interni, secondo quelle che sono le caratteristiche degli organi illuminanti.

Saranno rispettati i requisiti minimi da garantire per gli organi illuminanti riguardo al flusso luminoso e al rendimento fotocromatico.

Le lampade da utilizzare saranno ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, nello specifico a LED.

Tutti gli organi illuminanti saranno dotati di Certificazione di Conformità che attesti la rispondenza alla normativa attuale.

2.1.4 TECNOLOGIA LED

Un diodo a emissione luminosa o LED (acronimo inglese di *Light Emitting Diode*) è un dispositivo opto elettronico che sfrutta le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni attraverso il fenomeno dell'emissione spontanea ovvero a partire dalla ricombinazione di coppie elettrone-lacuna. I LED in questi anni si sono diffusi in tutte le applicazioni in cui serve:





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- elevata affidabilità;
- lunga durata;
- elevata efficienza;
- basso consumo.

Alcuni utilizzi principali sono:

- nei telecomandi a infrarossi;
- indicatori di stato (lampadine spia);
- retroilluminazione di display LCD;
- nei semafori stradali;
- nei dispositivi luminosi obbligatori di autovetture e motocicli;
- nei lampeggianti dei veicoli d'emergenza di ultima generazione (ambulanze, carabinieri, polizia, ecc.);
- cartelloni a messaggio variabile;
- Illuminazione;
- nelle comunicazioni ottiche di breve distanza in sostituzione del più costoso laser.

La forza commerciale di questi dispositivi si basa sulla loro potenzialità di ottenere elevata luminosità (quattro volte maggiore di quella delle lampade a filamento di tungsteno), basso prezzo, elevata efficienza ed affidabilità (la durata di un LED è di uno-due ordini di grandezza superiore a quella delle classiche sorgenti luminose, specie in condizioni di stress meccanici); lavorano a bassa tensione, possiedono alta velocità di commutazione e la loro tecnologia di costruzione è compatibile con quella dei circuiti integrati al silicio.

STORIA DEL LED

- **1907** – L'inglese Henry Joseph Round scopre che i materiali inorganici possono illuminarsi quando vi si applica una corrente elettrica. Nello stesso anno pubblica la scoperta nella rivista "Electrical World". Poiché però stava lavorando ad un nuovo sistema radiogoniometrico, la scoperta viene accantonata;





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- **1921** – Il fisico russo Oleg Lossew osserva nuovamente l'"effetto circolare" dell'emissione luminosa. Negli anni successivi, dal 1927 al 1942, esamina e descrive questo fenomeno con maggiore dettaglio;
- **1935** – Il fisico francese Georges Destriau scopre l'emissione luminosa nel solfuro di zinco. In onore del fisico russo, chiama l'effetto "luce di Lossew". Oggi si attribuisce a Georges Destriau la scoperta dell'elettroluminescenza;
- **1951** – Lo sviluppo di un transistor segna un progresso scientifico nella fisica dei semiconduttori. Ora è possibile spiegare l'emissione luminosa;
- **1962** – Viene immesso sul mercato il primo diodo a luminescenza rossa (di tipo GaAsP), sviluppato dall'americano Nick Holonyak. Il primo LED nella gamma di lunghezza d'onda visibile segna la nascita del LED prodotto industrialmente;
- **1971** – Grazie allo sviluppo di nuovi materiali semiconduttori, i LED vengono prodotti in nuovi colori: verde, arancione e giallo. Le prestazioni e l'efficacia dei LED continuano a migliorare;
- **1993** – Il giapponese Shuji Nakamura sviluppa il primo LED blu brillante e un LED molto efficiente nello spettro del verde (diodo InGaN). Poco tempo dopo progetta anche un LED bianco.
- **1995** – Viene presentato il primo LED a luce bianca derivata dalla conversione della luminescenza, che viene lanciato sul mercato due anni dopo;
- **2006** – Vengono prodotti i primi diodi fotoemittenti da 100 lumen per Watt. Questa efficienza può essere superata solo dalle lampade a scarica di gas;
- **2010** – In condizioni di laboratorio vengono già sviluppati LED di un determinato colore con una gigantesca efficienza luminosa di 250 lumen per Watt. Il progresso continua. Oggi, l'ulteriore sviluppo verso l'OLED viene visto come la tecnologia del futuro.

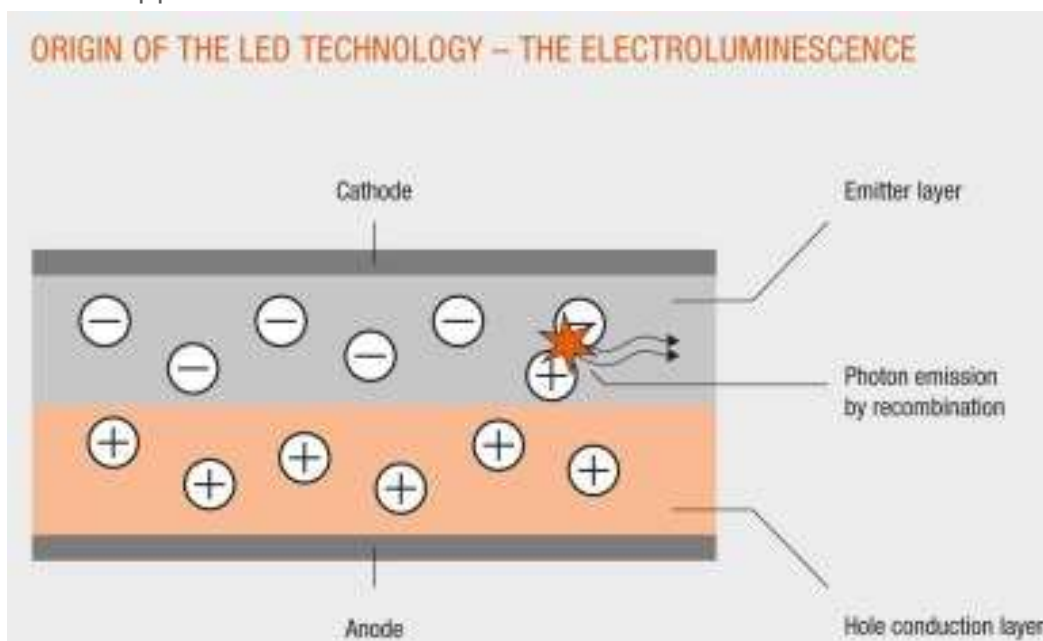
Il primo Led è stato realizzato nel 1962: il padre dell'illuminazione a Led è il fisico Nick Holonyak. Si parla di una tecnologia "relativamente" nuova: i cambiamenti tecnologici verificatisi dagli anni '60 a oggi sono radicali e da questo punto di vista gli anni '60 sembrano lontani anni luce. I primi diodi erano, infatti, solo di colore rosso. Poi sono stati sviluppati Led a luce gialla e



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

verde. A partire dagli anni '90 sono stati poi realizzati diodi con efficienza sempre più alta e in una gamma di colori sempre più vasta. Con i Led blu è stato possibile realizzare dispositivi che, integrando tre Led (rosso, verde e blu), generavano qualsiasi colore.

I primi diodi rossi venivano utilizzati come indicatori nei circuiti elettronici e nei display. Poi, lo sviluppo della tecnologia ha diffuso i Led in molti campi e l'illuminazione è, evidentemente, uno dei principali. Tra l'altro, proprio nell'illuminazione, i Led possono essere utilizzati sia in ufficio, in casa o comunque negli ambienti in cui serve molta luce continua, sia per ottenere effetti particolari, come a Natale. Il Led, infatti, può avere un'emissione di luce continua, oppure intermittente.



TECNOLOGIA LED

Un diodo è il più semplice tipo di semiconduttore esistente. Un semiconduttore è un materiale capace di far passare o meno elettricità (la quantità è variabile e dipende ovviamente dal tipo di materiale con cui è composto). Molti semiconduttori sono creati da materiali poco conduttori che però vengono modificati (dopati nel gergo elettronico) per cambiare il bilanciamento interno tra le cariche positive e negative (da cui dipende la conduttività).



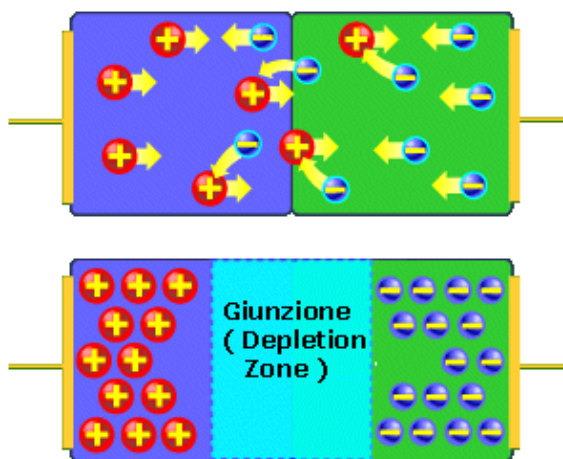


Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Nel caso dei LED, il materiale usato è un composto di alluminio-gallium-arsenide che ha un perfetto bilanciamento tra cariche positive e negative e che quindi non lascia elettroni liberi in grado di far passare corrente elettrica. Una parte di questo materiale viene modificato (dopato) aggiungendo carica positiva (ovvero dei buchi in cui gli elettroni di carica negativa cercano di inserirsi) da un lato e cariche negative dall'altro.

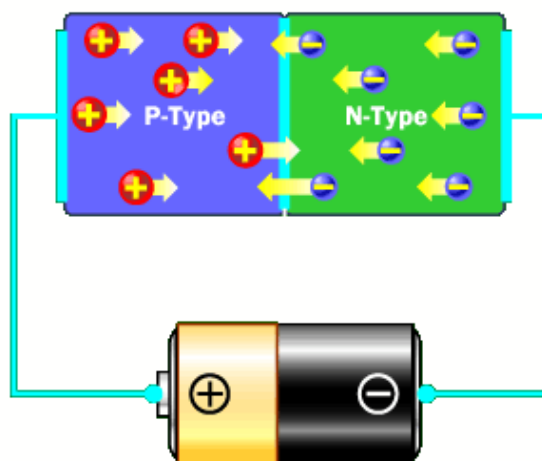
La regione con cariche positive aggiunte è detta *P-region* mentre l'altra *N-region*.

In un diodo, vengono usati materiali di tipo N e materiali di tipo P per creare il chip. Quando nel chip non è applicato alcun voltaggio, gli elettroni di carica negativa trovano e riempiono i buchi (con carica positiva) nella zona di contatto (al centro del chip), formando una giunzione



detta anche *depletion zone*. In questa giunzione, tutti i buchi risultano riempiti e quindi formano una barriera isolante in cui nessuna carica può circolare da una regione all'altra.

Per eliminare la giunzione, bisogna far sì che le cariche negative passino dalla regione N alla regione P e le cariche positive facciano l'inverso. Per ottenere questo è necessario connettere una batteria al diodo facendo attenzione che il polo negativo sia connesso alla regione N.



In questa maniera, gli elettroni liberi nella regione N, respinti dalle cariche negative si spostano verso la regione P. Allo stesso modo, i buchi della regione P si muovono verso la regione N. Quando la carica tra gli elettrodi supera un certo voltaggio, gli elettroni negativi nella giunzione vengono espulsi dai buchi che occupavano e



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

diventano nuovamente liberi, di fatto eliminando la barriera che creavano in precedenza e facendo viaggiare la corrente tra i due elettrodi.

La luce è una forma di energia che viene rilasciata da un atomo. Questa è composta da piccolissime particelle chiamate fotoni che rappresentano la singola unità di luce.

In un atomo, ci sono differenti elettroni che si muovono in un'orbita intorno al nucleo. A seconda dell'orbita, un elettrone ha una certa quantità di energia. Più l'orbita è larga, più esso è carico.

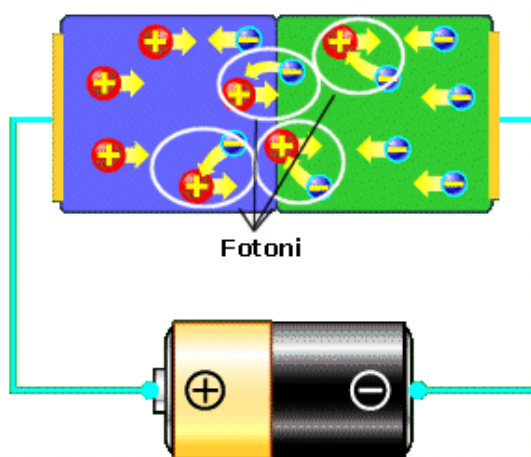
Quando un elettrone passa da un'orbita larga ad una inferiore, esso perde un po' della sua energia e lo fa sotto forma di un fotone. Più è alta l'energia rilasciata dall'elettrone, più il fotone è potente.

Nel nostro LED abbiamo visto come le cariche negative della regione N passano nella regione P per occupare i buchi con carica positiva. Visto che i buchi hanno un quantitativo di energia inferiore alle cariche negative, esse devono consumare della carica per poterli occupare e generano quindi fotoni (producendo la luce che vediamo).

In pratica un LED trasforma l'energia elettrica in energia luminosa. Il funzionamento del led si basa sul fenomeno detto "elettroluminescenza", dovuto alla emissione di fotoni (nella banda del visibile o dell'infrarosso) prodotti dalla ricombinazione degli elettroni e delle lacune allorché la giunzione è polarizzata in senso diretto.

Il colore (lunghezza d'onda) della luce emessa, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa ottenuta dipende dalla natura e condizione del semiconduttore utilizzato e si

estende dall'infrarosso, alla gamma della luce visibile fino in prossimità degli ultravioletti.





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

CIRCUITI LED MULTICHIP

Capitolo a parte meritano i nuovi circuiti a LED MULTICHIP, piastre che si caratterizzano per la grande efficienza, gli elevati valori di CRI, e la lunga durata, oltre che per il design compatto ed economico.

Questi prodotti, realizzati pensando al futuro, si caratterizzano per 4 aspetti: ridotte dimensioni esterne, estremamente piatti, economici, luminosi, grande dissipazione del calore.

Le nuove piastre sono disponibili con potenze da 1Watt a 20Watt, e grazie alla struttura modulare, garantiscono grande flessibilità nel design degli apparecchi dell'illuminazione del futuro.

Il vantaggio dei circuiti LED multi-chip, rispetto ai LED single-chip di potenza con circa lo stesso flusso luminoso, sta nella distribuzione omogenea del calore. Mentre il grande calore sviluppato dai LED di potenza (data dalla alta intensità di corrente 350-700mA) deve essere smaltito da un'area molto piccola, le minori temperature dei LED multi-chip (date dalle minori intensità di corrente 20mA) possono essere distribuite e smaltite su una superficie maggiore, permettendo una dissipazione del calore ottimale. Il risultato è una migliore gestione della temperatura, criticità tipica del LED, il che si traduce in lunga vita del Led.

La temperatura di colore delle piastre è compresa fra i 2.700k e 6.000k, con le tonalità "Warm White", "NaturalWhite" e "Pure White". Tali Led mostrano un valore dell'IRC notevolmente alto, pari a 87, grazie a varie miscele di fosforo, e sono così in grado di offrire una maggiore solidità di colore e attenzione al dettaglio. Questo risulta essenziale ovunque la luce non debba modificare l'aspetto degli oggetti illuminati. Si tratta quindi di moduli LED ad "alta resa cromatica", molto richiesti in settori quali la decorazione di vetrine e le esposizioni commerciali. Gli oggetti esposti possono essere presentati efficacemente, conferendo al negozio un'immagine esclusiva e favorendo una maggiore propensione all'acquisto da parte del cliente.

Le nuove piastre offrono quindi varie soluzioni tecniche per l'utilizzo dei LED in sostituzione dei sistemi di illuminazione tradizionali, all'interno di sospensioni, plafoniere lampade da parete e soffitto. La miriade di piccoli puntini luminosi permette una omogenea distribuzione della luce sul diffusore, evitando tipiche antiestetiche macchie di luce sui vetri.





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

I moduli di illuminazione a LED infatti sono tipicamente adatti per varie applicazioni, come l'illuminazione di uffici e ambienti commerciali, l'illuminazione stradale, quella architettonica e le insegne, la retroilluminazione, e molte altre. quindi possono trovare impiego in sistemi di illuminazione innovativi, oltre che in quelli che hanno finora usato i tubi fluorescenti come sorgente luminosa.

Infine, grazie alla semplicità costruttiva dei MicroLed, le piastre sono praticamente immuni da rottura da urti o vibrazioni, per un periodo di vita di esercizio lunghissimo.

IMPIEGHI NELL'ILLUMINAZIONE

I LED sono sempre più utilizzati in ambito illuminotecnico in sostituzione di alcune sorgenti di luce tradizionali. Il loro utilizzo nell'illuminazione domestica, quindi in sostituzione di lampade ad incandescenza, alogene o fluorescenti compatte, è oggi possibile con notevoli risultati, raggiunti grazie alle tecniche innovative sviluppate nel campo.

All'inizio della ricerca, infatti, l'efficienza luminosa quantità di luce/consumo (lm/W), era stato calcolato nel rapporto minimo di 3 a 1, successivamente, nel tempo è migliorato moltissimo. Il limite dei primi dispositivi adatti ad essere impiegati in questo tipo di applicazione era l'insufficiente quantità di luce emessa (flusso luminoso espresso in lumen). Questo problema è stato superato con i modelli di ultima generazione, abbinando l'incremento di efficienza alla tecnica di disporre matrici di die nello stesso package.

L'efficienza dei dispositivi attuali, per uso professionale e civile, si attesta oltre i 120lm/W che però scendono attorno ai 80 lm/W se con alta qualità (Ra>90 e 2700K).

Una lampada ad incandescenza da 60 W alimentata a 220V emette un flusso luminoso di circa 650 lumen; in merito a questa tipologia di lampada, una normativa della Comunità Europea prevede nell'arco di 7 anni, a partire dal 1 settembre 2009, il divieto di vendita in tutti i paesi della Comunità, graduandone annualmente il divieto in base alla potenza in watt.

Come termine di paragone basti pensare che una lampada ad incandescenza ha un'efficienza luminosa di circa 10-19 lm/W, mentre una lampada ad alogeni circa 12-20 lm/W ed una fluorescente lineare circa 50-110 lm/W.





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Una minore facilità d'impiego nell'illuminazione funzionale rispetto alle lampade tradizionali è costituita dalle caratteristiche di alimentazione e dissipazione, le quali influiscono fortemente su emissione luminosa e durata nel tempo.

Diventa comunque difficile individuare rapporti diretti tra le varie grandezze, tra le quali entra in gioco anche un ulteriore parametro, ovvero l'angolo di emissione del fascio di luce, che può variare in un intervallo compreso tra circa 4 gradi e oltre 120, modificabile comunque tramite appropriate lenti poste frontalmente. Occorre dire che i produttori di LED sono equiparabili ai produttori di semiconduttori (sono fabbriche di silicio), mentre le lampadine vengono prevalentemente prodotte da altri fabbricanti; pertanto, tra la data di immissione sul mercato di un nuovo dispositivo LED adatto per essere impiegato in un tipo di lampadina e la data per reperirla sul mercato, può passare un determinato tempo.

Concludendo, i vantaggi dei LED dal punto di vista illuminotecnico sono:

- durata di funzionamento (i LED ad alta emissione arrivano a circa 10-50.000 ore);
- di costi di manutenzione-sostituzione ridotti;
- elevato rendimento (se paragonato a lampade ad incandescenza e alogene);
- luce pulita perché priva di componenti IR e UV;
- facilità di realizzazione di ottiche efficienti di plastica;
- flessibilità di installazione del punto luce;
- possibilità di un forte effetto spot (sorgente quasi puntiforme);
- funzionamento in sicurezza perché a bassissima tensione (normalmente tra i 3 e i 24 Vdc);
- accensione a freddo (fino a -40 °C) senza problemi;
- insensibilità a umidità e vibrazioni;
- assenza di mercurio;
- durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti.
- possibilità di creare apparecchi illuminanti di nuova foggia per via dell'impatto dimensionale ridotto

Gli svantaggi sono:

- costi più alti;





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- tonalità di colore spesso inadatta per le lampadine di fascia economica;
- bassa coerenza di colore: indici di resa cromatica (*IRC* o *Ra*) quasi mai superiori a 80)
- difficoltà nell'ottenere illuminazione diffusa

2.1.5 CARATTERISTICHE DELLE LAMPADE A LED

Per l'illuminazione interna verranno utilizzate lampade a LED con i seguenti parametri che ne definiscono l'affidabilità e la funzionalità:

- **Corrente di pilotaggio (I_f):** i LED sono dispositivi pilotati in corrente poiché la loro luminosità varia con la corrente diretta; il pilotaggio dei LED con una corrente costante è un elemento essenziale per ottenere i livelli di colore e luminosità desiderati. Ovviamente, più alta è la corrente di pilotaggio, maggiore sarà il flusso luminoso del LED; questo però comporta un aumento della potenza impiegata e pertanto generalmente una diminuzione dell'efficienza luminosa (lm/W) dell'apparecchio.
- **Temperatura di giunzione (T_j):** con questo termine si indica la temperatura misurata sulla giunzione che costituisce il nucleo del LED (come visto sopra); la temperatura di giunzione massima è determinata dal produttore del dispositivo in modo da porre un limite invalicabile per una vita operativa ragionevole del componente. Questa temperatura è strettamente collegata al flusso luminoso emesso e alla durata: maggiore è la temperatura, maggiore sarà la riduzione del flusso luminoso nel tempo e quindi si avrà una minore durata della sorgente LED. Ovviamente, strettamente legata alla temperatura di giunzione è la temperatura ambiente cui l'apparecchio si trova.
- **Temperatura di colore:** le lampade LED hanno la possibilità di ottenere una gamma cromatica molto varia, con rese di colore molto elevate; il LED nasce come sorgente con spettro tendente al blu (e quindi temperature di colore molto alte). Per questi spettri il LED offre le massime efficienze luminose; scendendo verso colori più "caldi" l'efficienza luminosa cala sensibilmente;
- **Vita media del LED:** con questo termine vengono indicate le ore passate le quali la sorgente a LED presenta un decadimento del flusso



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

luminoso iniziale pari al 30%. Questo fattore, come detto sopra, è influenzato pesantemente dalla temperatura di giunzione del LED e generalmente si attesta attorno alle 50000h – 60000h;

- **Curva fotometrica dell'apparecchio:** è l'emissione luminosa di un apparecchio luminoso rappresentata in un diagramma polare;
- **Flusso luminoso emesso:** il flusso luminoso emesso della lampada tiene conto di tutti i coefficienti di riduzione e quindi da una prima indicazione del rendimento luminoso in lm/W riferiti alla potenza effettiva dello stesso. Questo sarà necessariamente inferiore in quanto parte del flusso si perde a causa della conformazione dell'ottica e del corpo illuminante o per la presenza di lenti (che indirizzano la luce, ma ne affievoliscono l'intensità);
- **Coefficiente di manutenzione:** il coefficiente di manutenzione indica la capacità di un apparecchio illuminante di mantenere certe prestazioni nel tempo. Ad esempio un coefficiente di manutenzione pari a 0,8 indica che, nella condizione più sfavorevole (generalmente a fine vita della lampada e presenza di sporco sul vetro dell'apparecchio), l'apparecchio illuminante garantisce comunque un flusso luminoso pari all' 80% del flusso luminoso iniziale. Ovviamente ogni calcolo illuminotecnico deve essere accompagnato da una stima adeguata del coefficiente di manutenzione, in quanto l'apparecchio deve garantire le prestazioni da normativa nelle situazioni più sfavorevoli (ovviamente appena montato garantirà invece il massimo delle prestazioni: questo significa che i rilievi fatti sul campo ad inizio vita vanno poi calibrati secondo il coefficiente di manutenzione).

TEMPERATURA DI GIUNZIONE, CORRENTE DI PILOTAGGIO E VITA MEDIA DEI LED

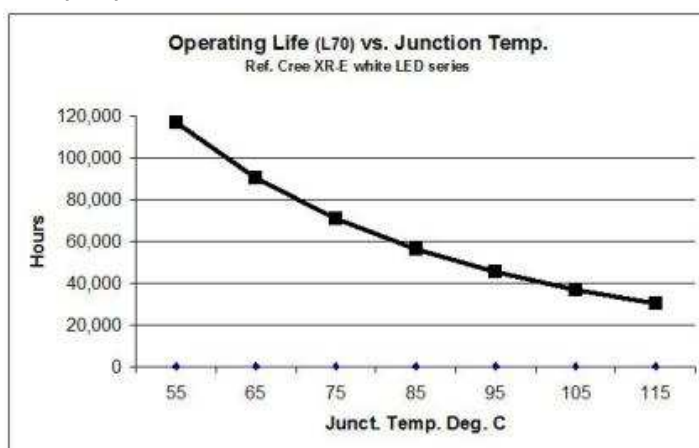
Le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: i LED infatti nel tempo diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo. Un gruppo industriale produttore di LED, la "Alliance for Solid-State Illumination Systems and Technologies" (ASSIST), ha determinato che il mantenimento del 70% del



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

flusso iniziale corrisponde al limite inferiore al di sotto del quale l'occhio umano percepisce una riduzione della luce emessa. Per questo motivo le ricerche della ASSIST dimostrano che una riduzione del flusso iniziale del 30% è accettabile per la maggioranza delle applicazioni luminose e quindi viene definita come vita media utile di un LED il tempo trascorso prima che venga raggiunto questo. Aumentando la temperatura di giunzione (in pratica fare scaldare troppo il nucleo del LED) corrisponde ad una durata ridotta nel tempo o addirittura la rottura istantanea. Per questo motivo i dispositivi di dissipazione risultano fondamentali per il buon utilizzo e la buona durata dell'apparecchio a LED.

Di seguito viene quindi mostrato un grafico che mette in relazione la vita media di una sorgente a LED (che ricordo essere il tempo passato il quale la sorgente riduce il proprio flusso luminoso del 70%) relativo a LED CREE XR-E.



Il grafico mostra come la vita media stimata di 50.000h corrisponde alla temperatura di giunzione di 90°C, che è quella che normalmente viene mantenuta in tutti gli apparecchi a LED di buona fattura.

Molti produttori però non garantiscono una temperatura di giunzione così bassa: in questi casi si può vedere come a 105 °C ad esempio la durata media venga ridotta già a circa 35000h.

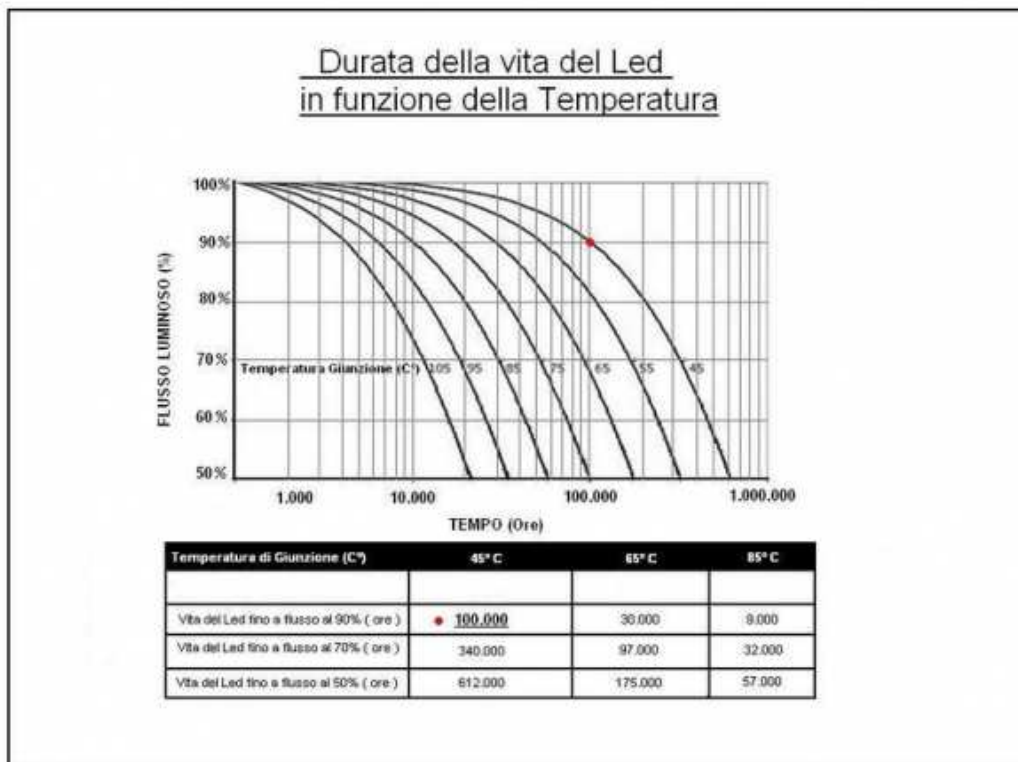
È opinione comune che i LED abbiano una durata di 100.000 ore. Considerando che 100.000 ore corrispondono a più di 11 anni (24 ore su 24, 7 giorni su 7), è molto difficile fare dei test di vita reali di questi prodotti.

I ricercatori hanno quindi definito dei test convenzionali per stimare la vita dei LED, basandoli su cicli relativamente brevi. Diversamente dalle sorgenti di luce tradizionali il LED non "brucia" ma nel tempo riduce l'intensità della luce



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

emessa. Sebbene non esista ancora uno standard industriale che definisca la vita del LED, i produttori più importanti fissano il termine della vita quando il LED raggiunge l'80% della emissione di luce iniziale.



Nel grafico è rappresentata la vita media di un LED, normalmente si considera di dover sostituire un LED quando la sua luminosità si riduce del 50% (è importante specificare che nel grafico è stato considerato un led con una temperatura di giunzione uguale a quella ambiente ed una corrente di pilotaggio di 350 mA).

Uno dei fattori critici del LED è la temperatura: l'emissione luminosa si riduce con l'aumento della temperatura. La massima temperatura di funzionamento (nel punto di Giunzione) è normalmente di 100° e non deve essere superata: il calore generato viene dissipato da un circuito stampato secondo la sequenza: giunzione, corpo metallico, scheda circuito stampato, dissipatore, ambiente.

Come detto i LED, in quanto semiconduttori, sono dotati di una vita lunghissima anche se nel tempo intervengono alcuni fattori che contribuiscono ad accorciarla; alcuni dei componenti che maggiormente concorrono all'invecchiamento del LED è costituito dalla gelatina al silicone utilizzata per il riempimento degli spazi intorno al chip. La lente e la gelatina



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

con il tempo si opacizzano e tendono ad ingiallire alterando il colore della luce e di conseguenza diminuiscono il rendimento del LED.

Questi fenomeni sono accelerati dai continui surriscaldamenti, dalle correnti di lavoro troppo elevate e dai numerosi cicli di accensione / spegnimento.

I tempi di deterioramento comunque restano sempre molto lunghi, mediamente nell'ordine delle 50.000 ore, neppure paragonabile alle 1.000 ore di una lampada ad incandescenza.

TEMPERATURA DI COLORE

Ad oggi solo LED con alte temperature di colore, chiamati cool white (6000°K o più – nell'immagine la sorgente in basso), consentono di ottenere alte efficienze luminose.

Questa temperatura determina una luce cosiddetta "fredda": questo tipo di luce è indicata per illuminazione interna, non solo per questioni di gusto, ma anche per probabili interferenze con la produzione di melatonina e quindi col ritmo circadiano dell'uomo. I LED

con temperature di colore minori, chiamati warm white (4000°K o meno – nell'immagine la sorgente in alto), garantiscono efficienze luminose molto più basse (circa il 30% in meno). Questa temperatura di colore corrisponde al colore delle tradizionali lampade ad incandescenza.



RESA CROMATICA

La resa cromatica (Ra) è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati e non va confusa con la temperatura di colore: due sorgenti con temperatura di colore identica possono avere un Ra diverso. L'indice di resa cromatica ci dice in che modo una sorgente è in grado di mantenere inalterato il colore di un oggetto da essa illuminato: esso varia in una scala da 0 a 100, dove 0 rappresenta il minimo e 100 indica il massimo di resa cromatica.





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Questo indice in realtà dice poco o nulla dell'effettiva validità di una lampada, in quanto basato solo sulla resa di particolari tipi di colore: questo significa che la resa cromatica rimane comunque un valore arbitrario e non oggettivo. Diverse produttori, citando il prospetto 3 della norma UNI 11248, affermano che lampade con una elevata resa cromatica (come i LED appunto, ma esistono anche lampade al sodio con tali caratteristiche) garantiscono una visione notturna migliore.

COEFFICIENTE DI MANUTENZIONE

Il coefficiente di manutenzione per installazioni esterne viene determinato generalmente tramite la formula $U = LLMF \times LSF \times LMF$, in cui:

- LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor) è la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio ed è espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa.
- LSF (Lamp Survival Factor) è la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione.
- LMF (Luminaire Maintenance Factor) è la riduzione del flusso luminoso (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) e dipende dal tipo di lampada, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione; viene espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione

Per una lampada tradizionale SAP (durata media 14 000h) le tabelle CIE 97 del 2005 indicano $LLMF=0,96$ ma nella realtà (in base all'esperienza sul campo) è più corretto utilizzare un fattore $LLMF=0,90$ (dopo 14 000h le lampade SAP perdono circa il 10% di flusso luminoso).

Secondo i dati forniti dalla maggior parte dei produttori (e lo stesso standard su cui si basa il calcolo della vita utile dei LED), una lampada a LED riduce il suo flusso luminoso del 30% a fine vita; inoltre, come abbiamo visto dalle tabelle precedenti, la base su cui vengono stimati i dati fornisce una mortalità di circa il 10% delle lampade.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

In questo modo abbiamo $LLMF=0,70$ e $LSF=0,90$ (in questo caso non possiamo porre $LSF=1,00$ poichè anche in caso di spegnimento di 1 LED sui 60-70 che compongono l'intero corpo lampade dell'apparecchio non è possibile sostituirlo singolarmente: poichè occorrerebbe sostituire integralmente l'intero corpo lampada appare molto più probabile che l'apparecchio rimanga nello stato in cui si trova, con alcuni LED spenti).

RISPARMIO ENERGETICO

L'utilizzo del LED non implica costi eccessivi, consente un notevole risparmio di energia elettrica, una qualità della luce superiore e, fondamentale, rispetto per l'ambiente.

Le lampade che utilizzano questa tecnologia consumano infatti circa dal 50% al 70% in meno di energia elettrica delle lampadine tradizionali, hanno una durata di ben 5 volte superiori, e quindi costi di manutenzione notevolmente più bassi. Già questo consentirà un notevole risparmio in bolletta oltre ad indiscutibile beneficio per l'ambiente. Inoltre, per quanto concerne l'attenzione all'ambiente, non contenendo materiali inquinanti o pericolosi quali Mercurio, Xenon, Argon e Neon, non prevedono problemi di smaltimento.

Secondo le stime dei maggiori produttori di LED, gli apparecchi a LED iniziano a risultare economicamente convenienti rispetto alle lampade ad Incandescenza di buona qualità dopo sole 1 500h di funzionamento, poco più di 1 anno a 3H/gg, che è pari a solo 1/20 della durata minima delle luci a LED. Nonostante il costo di acquisto più elevato (che va però paragonato ad altri tipi di lampade di alta qualità e non certamente con prodotti di largo consumo che non garantiscono adeguata efficienza e durata) l'uso di Led come fonte di luce risulta conveniente durante la loro intera durata.

L'illuminazione rappresenta ben il 17,5% del consumo mondiale di elettricità, e grazie alla nuova tecnologia a LED, oggi è possibile illuminare con un risparmio energetico fino al 70% rispetto alle attuali tecnologie. In Italia è stato stimato che, per produrre un Kwh di energia, viene generata una quantità di CO₂ (maggior responsabile dell'effetto serra) pari a circa 0,52 Kg/Kwh. Se consideriamo ad esempio la sostituzione dell'illuminazione tradizionale di una città tipo, ne deduciamo un risparmio in termini di CO₂



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

impressa nell'atmosfera pari a migliaia di tonnellate. Per ottenere lo stesso vantaggio in termini ambientali sarebbe necessario riforestare superfici enormi, considerando 2mq di foresta per Kg di Co2 impressa in atmosfera necessari alla compensazione (fonte Lifegate.it).

ALTRI SISTEMI

L'unità di controllo ECOSENSOR verifica i livelli di illuminamento nei locali e negli ambienti di lavoro, a seconda del livello di luce diurna e la presenza di persone, controlla il funzionamento degli apparecchi illuminanti, aumentando comfort e risparmio energetico.

Questa unità, funzionante con dei ballast elettronici DALI, può essere installata all'interno di apparecchi di illuminazione oppure remoto.

FUNZIONAMENTO

I sensori misurano la luminosità nella zona controllata e agiscono sulla dimmerazione dei ballast DALI, mantengono i valori di illuminamento precedentemente impostati, introducendo luce artificiale in base alla quantità di luce naturale già presente nell'ambiente. Quando il livello di luce naturale è sufficiente o le persone non sono più presenti nel locale controllato, gli apparecchi collegati al sistema di controllo, vanno in stand-by dopo un periodo di ritardo che può essere impostato. Il funzionamento in stand-by può essere settato al 50, 30, 10% del flusso totale.

È opinione comune che il risparmio energetico nell'illuminazione si ottenga semplicemente con la sostituzione delle sorgenti luminose con altre a maggiore efficienza. Questo, tuttavia, è solo uno dei possibili interventi che, per altro, se applicato isolatamente, rischia di essere del tutto inefficace.

Occorre considerare, infatti, che il risparmio avviene sì installando lampade con consumo inferiore a parità di flusso luminoso emesso, ma soprattutto, molto semplicemente, spegnendole o riducendone il flusso quando possibile. Ecco che, nell'illuminazione di interni, intervengono tutti quei dispositivi (rilevatori di presenza, sensori di luminosità, dimmer, sistemi di controllo) in grado di modulare automaticamente il flusso delle sorgenti luminose spegnendole se non vi sono utenti nei locali o riducendone il flusso se vi è un apporto di luce naturale dall'esterno.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

NON EMISSIONE DI RAGGI UV

I LED hanno la caratteristica di non emettere alcuna emissione di Raggi Ultravioletti (UV) che notoriamente sono dannosi per l'uomo e gli animali, in particolare per la retina, pelle e in ambito artificiale scoloriscono le pitture ed i tessuti.

Le radiazioni UV coprono quella porzione dello spettro elettromagnetico con una lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400 nanometri (nm) e si dividono in tre categorie principali:

- UVA (315-400 nm)
- UVB (280-315 nm)
- UVC (100-280 nm).

In generale, la capacità di penetrazione e quindi la "pericolosità" per l'uomo dei raggi UV aumenta al diminuire della lunghezza d'onda e, di conseguenza, all'aumentare della frequenza.

La maggior parte dei raggi UV che raggiungono la superficie terrestre sono UVA e, in piccola parte, UVB, mentre gli UVC sono totalmente assorbiti dall'atmosfera. Inoltre, i livelli di UV sono più alti al crescere dell'altitudine (ogni 1000 m di altezza i livelli di UV crescono del 10-12%) e dell'altezza del Sole (specialmente verso mezzogiorno nei mesi estivi) e al diminuire della latitudine e della nuvolosità.

Sulla base della letteratura scientifica, l'Oms ha identificato nove malattie strettamente legate all'esposizione a radiazioni ultraviolette:

- melanoma cutaneo, tumore maligno dei melanociti, cellule della pelle che producono il pigmento cutaneo (melanina)
- carcinoma squamoso della pelle, tumore maligno che, rispetto al melanoma, ha un'evoluzione più lenta ed è associato a minore morbilità e mortalità
- carcinoma basocellulare (basalioma), tumore cutaneo che si sviluppa prevalentemente in età avanzata e si diffonde lentamente e localmente
- carcinoma squamoso della cornea o della congiuntiva, raro tumore oculare
- cheratosi, malattie croniche della pelle che in rare occasioni possono generare lesioni pretumorali



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- scottature
- cataratta corticale, degenerazione del cristallino, che diventa sempre più opaco fino a compromettere la vista e che, in certi casi, può portare anche alla cecità
- pterigio, inspessimento della congiuntiva che porta a opacizzazione della cornea o a una limitazione dei movimenti oculari
- riattivazione dell'herpes labiale, a causa dell'immunosoppressione indotta dall'eccesso di UV.



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

2.1.6 CONFRONTO CON LE PRINCIPALI SORGENTI LUMINOSE

I vantaggi prodotti dall'utilizzo di dispositivi LED emergono in maniera ancora più evidente se si effettua un confronto con le altre tipologie di sorgenti luminose in uso nelle più comuni applicazioni.

LAMPADE AD INCANDESCENZA

Nelle lampade a incandescenza un sottile filamento di tungsteno è portato all'incandescenza dal passaggio della corrente elettrica, che non brucia perché l'involucro di vetro in cui è inserito è posto sotto vuoto o contiene un gas inerte (azoto, argo...). Il tipo di vetro chiaro, smerigliato o opalino, va a incidere sui valori della luminanza. L'efficienza luminosa aumenta con la potenza della lampada, quelle a bassa tensione hanno un'efficienza luminosa maggiore poiché i loro filamenti, di maggiore diametro, possono sopportare un carico maggiore; la durata delle lampade di questo tipo è fortemente influenzata dalla tensione d'esercizio. Il colore della luce è bianco caldo e la resa dei colori è buona con tonalità rosse e gialle accentuate e tonalità verdi e azzurre indebolite.



Le lampade con bulbo specchiato internamente hanno la luce che viene convogliata in un fascio luminoso più o meno concentrato e la radiazione termica, che passa all'indietro, nel fascio luminoso può essere ridotta del 75% circa; essendo a specchio freddo ben si adattano ad illuminare anche oggetti sensibili al calore e se in vetro pressato, che resistono agli sbalzi termici, possono essere impiegate anche all'aperto.

LAMPADE ALOGENE

Le lampade ad alogeni sono un nuovo tipo di lampade ad incandescenza che hanno all'interno oltre al gas di riempimento, una piccola quantità di un alogeno (iodo o bromo) che crea un processo ciclico che riporta sul filamento il tungsteno volatilizzato. Si ottengono i seguenti vantaggi:

- il flusso luminoso rimane costante per tutta





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

la durata della lampada (non si verifica l'annerimento);

- una maggiore efficienza luminosa per una maggiore pressione internamente;
- una maggiore durata di vita,
- dimensioni estremamente piccole.

LAMPADE A SCARICA DI GAS

Nelle lampade a scarica i gas o i vapori metallici emettono energia luminosa tramite radiazioni qualora eccitati dal passaggio della corrente elettrica. La durata è ben più lunga rispetto alle incandescenti, sebbene necessitino di una apparecchiatura che limiti la corrente e garantisca una sicura accensione.



Tra i diversi tipi di lampade troviamo: altri tipi di lampade a scarica: lampade a vapori di mercurio, lampade a vapori di alogenuri, lampade a luce miscelata, lampade a vapori di sodio.

LAMPADE FLUORESCENTI

La produzione di luce avviene tramite la trasformazione in radiazione luminosa dei raggi ultravioletti della scarica a bassa pressione nel vapore di mercurio, prodotta da sostanze fluorescenti poste all'interno del tubo. La stabilizzazione della scarica avviene tramite un alimentatore e l'accensione tramite uno starter inserito in parallelo sulla lampada che preriscalda i catodi e fornisce un colpo di tensione. Il flusso luminoso delle lampade fluorescenti dipende in modo assai rilevante dalla temperatura dell'ambiente: l'optimum è tra i 20° e i 25°. Il colore della luce varia in base alle opportune sostanze fluorescenti, si può avere:

- luce diurna con temperatura prossimale di 6500 K;
- luce bianchissima con temperatura prossimale di 4300 K;
- luce calda con temperatura prossimale di 2900 K.

Le lampade a fluorescenza compatte oltre che avere un





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

elevato risparmio di energia, una luce morbida e priva di abbagliamento mantengono la compattezza della forma classica ad incandescenza, così da poter essere facilmente inseribili in applicazioni decorative a vista oltre ad essere particolarmente adatte a soluzioni ad incasso.

2.1.7 COME SOSTITUIRE LE VECCHIE LAMPADE TRADIZIONALI CON LAMPADE A LED

Sostituire le lampade a cui tutti siamo abituati non è poi semplice come sembra, infatti sono molti i fattori che entrano in gioco e che possono compromettere il risultato finale.

Per prima cosa è necessario avere ben presenti alcuni dati della lampada che vogliamo sostituire, che sono il tipo della lampada (incandescenza, alogena o a risparmio), la potenza (40W, 60W etc) della lampada e l'attacco (E27, E14 e non solo).

Una volta ottenuti questi dati è possibile procedere e cercare la lampadina a LED più adatta alle vostre esigenze. Una volta reperiti i dati sopra elencati è possibile fare un confronto attraverso la tabella in basso, dalla quale si capisce che una 60W a incandescenza può essere sostituita con una 9W a LED con la sicurezza di avere la stessa luce, stessa cosa vale per una 23W a risparmio.

Tuttavia sostituendo una 75W a incandescenza con una 9W a LED, la differenza in termini di luminosità non è eccessiva. E questo vale anche per tutte le altre gamme di potenza.

Lumen	Lampada a incandescenza	Lampada a risparmio	Lampada a LED
250-300	20	6	3
400-450	30	8	5
500-550	40	10	6-7
650-700	50	12	8
800-850	60	15	9
1000-1050	75	18	12
1350-1400	100	23	15

Gli attacchi più diffusi per le lampade tradizionali ma anche per le lampade a LED sono quelli a vite, E27 e E14 che sono rispettivamente l'attacco a vite





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

grande e l'attacco a vite piccolo. Le lampade a LED hanno un piccolo-grande difetto, infatti sono una fonte luminosa molto direzionale, e il fascio luminoso di una lampada classica arriva ad un massimo di 120°, esistono però situazioni in cui è necessario montare la lampada lateralmente, per questioni estetiche o di spazio, in queste situazioni una lampada a LED tradizionale non è adatta perché proprio per la sua caratteristica di direzionalità non permetterebbe di illuminare correttamente le zone circostanti. In questi casi ecco che sono perfette le lampade a LED a luce laterale orientabili e le lampade a LED con fascio a 360° ovvero quelle con i LED disposti tutti attorno al corpo illuminante.

RACCOMANDAZIONI SULL'INSTALLAZIONE

Poiché l'impiego di alimentatori a Corrente Costante assicura che la corrente sia sempre erogata in modo ottimale, una particolare cura deve essere posta nella definizione del montaggio del LED perché la vita dei LED è garantita da una temperatura di lavoro ottimale. Il modesto calore generato dai LED, viene dissipato dal supporto in alluminio dove questi vengono saldati: un impiego gravoso o la mancanza di circolazione dell'aria non permettono un naturale scambio di calore e possono fare salire la temperatura a valori pericolosi (85 - 100 C°). Per questo è importante una corretta installazione dei LED di potenza, in ambienti aerati, lontani da fonti di calore e con una temperatura ambiente (T_a) non superiore ai 30°.

2.2 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Nelle due pagine che seguono è presente il calcolo della spesa sommaria relativo all'illuminazione



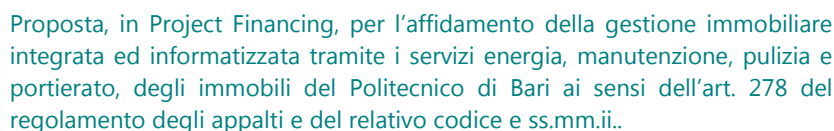
Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	LAVORIA CORPO							
1 LED 01	Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione d ... itempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione di interni (equivalente alla 16W fluorescente) avente le seguenti caratteristiche: LED PRO TUBE T8 9W 4000K MM600 E' compreso smontaggio dell'organo illuminante esistente e qualsiasi altro onere magistero o perditempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI SOMMANO caduno					380,00 380,00	11,50	4.370,00
2 LED 02	Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione d ... itempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione di interni (equivalente alla 26W fluorescente) avente le seguenti caratteristiche: LED PRO TUBE T8 9W 4000K MM600 E' compreso smontaggio dell'organo illuminante esistente e qualsiasi altro onere magistero o perditempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. CORPO I - DICAR (Ex Dip. Scienza delle Costruzioni) CORPO M - Corpo Biblioteca CORPO G - DMMM (Ex. Dip. Dimeg) CORPO E - DICATECh (Ex Dip. Idraulica) CORPO D - DICATECh (Ex Dip. di Vie e Trasporti) CORPO C - DICATECh (Ex Dip. di Geotecnica) CORPO B - DICATECh (Ex Dip. di Chimica Applicata) CORPO A - DIEI (Ex DEE) PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI DMMM SEDE JAPIGLIA ISOLATO 47 SOMMANO caduno					8,00 182,00 510,00 68,00 114,00 114,00 108,00 126,00 64,00 10,00 19,00 1.323,00	11,50	15.214,50
3 LED 03	Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione d ... itempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione di interni (equivalente alla 36W fluorescente) avente le seguenti caratteristiche: LED PRO TUBE T8 18W 4000K MM1200 E' compreso smontaggio dell'organo illuminante esistente e qualsiasi altro onere magistero o perditempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. CORPO I - DICAR (Ex Dip. Scienza delle Costruzioni) CORPO M - Corpo Biblioteca LIC VALENZANO AULA MAGNA A. ALTO PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI DMMM SEDE JAPIGLIA ISOLATO 47 *(par.ug.=8+4) EX SCIATANICO SOMMANO caduno	12,00				30,00 892,00 86,00 412,00 778,00 276,00 12,00 132,00 2.618,00	17,00	44.506,00
4 LED 04	Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione d ... itempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Fornitura e posa in opera lampada LED per illuminazione di interni (equivalente alla 58W fluorescente) avente le seguenti caratteristiche: LED PRO TUBE T8 24W 4000K MM1500 E' compreso smontaggio dell'organo illuminante esistente e qualsiasi altro onere magistero o perditempo per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. CORPO M - Corpo Biblioteca PLESSO SERVIZI AMMINISTRATIVI ISOLATO 47					686,00 42,00 79,00		
	A RIPIORTARE					807,00		64.090,50

COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



BIOMASSEENGINEERING SRL



COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

3. EFFICIENZA, CONTROLLO E MONITORAGGIO

PREMESSA

Lo scopo di tale proposta consiste nel gestire gli impianti al fine di valorizzare il patrimonio impiantistico di proprietà dall'Amministrazione. La valorizzazione passerà attraverso la fornitura di beni e servizi necessari ad assicurare e mantenere nel tempo, le condizioni di comfort, di efficienza, di sicurezza e salvaguardia ambientale, provvedendo nel contempo al miglioramento del processo e controllo energetico degli edifici, nel rispetto di leggi e regolamenti nazionali e locali. Oltre a quanto sopra richiamato si intendono perseguire una serie di vantaggi così sintetizzabili:

- realizzare gli obiettivi di risparmio energetico;
- contabilizzare l'energia termica ed elettrica per ciascun plesso e dipartimento;
- disporre di una gestione integrata dei servizi in grado di conseguire il massimo beneficio in termini di qualità ed efficienza, requisiti indispensabili per la migliore funzionalità e conservazione del patrimonio immobiliare in oggetto;
- disporre di una manutenzione tempestiva, adeguata e razionale degli impianti;
- ottenere la fornitura e la gestione del servizio rivolto alle attività svolte all'interno degli edifici e al personale dipendente e non, presente negli edifici;
- acquisire la dotazione degli elementi di conoscenza e della più moderna strumentazione tecnica di gestione in grado di consentire la programmazione delle attività e delle risorse;
- ottenere il conseguimento di un risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici che con la riduzione dei guasti e del tempo di totale o parziale inutilizzabilità degli edifici;
- assicurare la garanzia del rispetto dei requisiti di sicurezza connessi alla conduzione e uso delle soluzioni tecnologiche ed impiantistiche presenti negli edifici ovvero garantire condizioni di sicurezza di funzionamento per gli impianti e di intervento per gli operatori;



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- ottenere progetti migliorativi e proposte allo scopo di ridurre i costi di gestione dei servizi forniti mantenendo il livello del servizio richiesto e migliorare i livelli prestazionali a parità di costi di realizzazione dei servizi.

Il raggiungimento di tali obiettivi non può prescindere dall'utilizzo di moderne tecniche di gestione e di precisi strumenti informatici e deve prevedere adeguate forme di esecuzione delle attività operative al fine di snellire i sistemi gestionali amministrativi.

La fornitura riguarderà le quantità indicate nel punto **3.4 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA**.

3.1 SISTEMI DI SUPERVISIONE, CONTROLLO E CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI DEGLI IMPIANTI TERMICI/FRIGO

L'impianto termico/frigo del Campus è costituito da una centrale termica e da una rete di distribuzione ad anello dal quale viene spillato il fluido dalle sottocentrali per inviarlo poi ai vari Plessi e Dipartimenti.

Una struttura impiantistica simile, è costituita per l'impianto di raffrescamento con gruppi frigo e rete ad anello ad esso dedicato.

Per la natura degli impianti termici/frigo, attualmente non è possibile effettuare una contabilizzazione parziale dei consumi di ciascun Plesso/Dipartimento.

La proposta del **Concessionario** riguarderà l'installazione di contatori per la contabilizzazione dell'energia termica e frigorifera dei seguenti Plessi/Dipartimenti (così come esplicito nella **Tav 09.a** allegata):



SOTTOCENTRALE	PLESSO/ DIPARTIMENTO	NUMERO DI CONTATORI CALDO/FREDDO
N° 1	<ul style="list-style-type: none">• Corpo N – Aule vecchie• Corpo N – Aula Magna Vecchia	<ul style="list-style-type: none">• N° 1 installato dal Concedente;• N° 1 installato dal Concessionario



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

N° 2	<ul style="list-style-type: none"> Corpo F – Ex Corpo AZ lato sud Corpo E – DICATECh (Ex Dip. di Idraulica) 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente; N° 1 installato dal Concessionario
N° 3	<ul style="list-style-type: none"> Corpo G – Ex Corpo AZ Parte Centrale Corpo F – DICATECh Ex Dip. di Idraulica 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente; N° 1 installato dal Concessionario
N° 4	<ul style="list-style-type: none"> Corpo G – DMMM (Ex Dip. di Matematica) Corpo D – DICATECh (Ex Dip. di Vie e Trasporti) 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente; N° 1 installato dal Concessionario
N° 5	<ul style="list-style-type: none"> Corpo C – DICATECh (Ex Dip. di Geologia) 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente;
N° 6	<ul style="list-style-type: none"> Corpo B – DICATECh (Ex Dip. di Chimica Applicata). 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente.
N° 7	<ul style="list-style-type: none"> Corpo A – DIEI (Ex DEE) 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente.
CORPO BIBLIOTECA	<ul style="list-style-type: none"> Corpo M – Piano terra, primo e secondo; Corpo M – Piano terzo 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente; N° 1 installato dal Concessionario
NUOVA ARCHITETTURA	<ul style="list-style-type: none"> Corpo H – DICAR 	<ul style="list-style-type: none"> N° 1 installato dal Concedente.

SERVIZIO ENERGIA

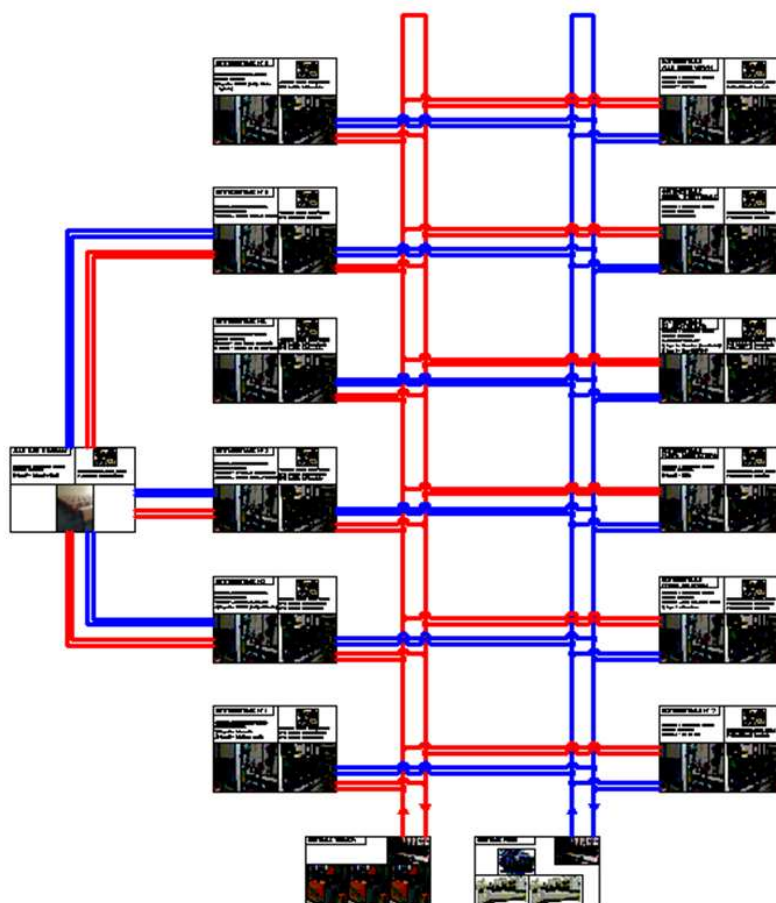
Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

EX ARCHITETTURA	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Magna A. Alto • Corpo L – Piano terra • Corpo L – Piano primo, secondo e quarto 	<ul style="list-style-type: none"> • N° 1 installato dal Concedente; • N° 2 installato dal Concessionario
INGEGNERIA STRUTTURALE	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria Strutturale 	<ul style="list-style-type: none"> • N° 1 installato dal Concedente.
AULE CELSO ULPIANI	<ul style="list-style-type: none"> • Corpo P – Aule 	<ul style="list-style-type: none"> • N° 1 installato dal Concedente.
ALIMENTATE DALLA SOTTOCENTRALE N° 2, 3 e 5	<ul style="list-style-type: none"> • Corpo F – Aule Pari e Dispari 	<ul style="list-style-type: none"> • N° 40 installati dal Concessionario.



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

I contatori verranno interfacciati ad un software che permetterà di visionare i consumi dell'energia termica/frigo.

Questo sistema assomma i vantaggi dell'impianto centralizzato con quello dell'impianto individuale ed in particolare si evidenzia quanto segue:

- contabilizzazione dell'energia termica/frigo per ciascun Plesso/Dipartimento;
- imputazione degli effettivi consumi al Plesso/Dipartimento.



3.2 SISTEMI DI SUPERVISIONE, CONTROLLO E CONTABILIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DEI CONSUMI ELETTRICI DI TUTTI I PLESSI/DIPARTIMENTI

Il **Concessionario** provvederà alla fornitura e posa in opera di multimetri analizzatori di rete (si veda la tavola allegata **Tav.09 b**) che permetteranno di controllare la rete elettrica di alimentazione degli impianti presenti presso le strutture oggetto del servizio, rilevando l'instaurarsi di **problemi che possono compromettere la qualità e la disponibilità di energia elettrica e relativi consumi**. I principali vantaggi dell'utilizzo di tali dispositivi riguarderanno:

- contabilizzazione dell'energia elettrico per ciascun Plesso/Dipartimento;
- imputazione degli effettivi consumi al Plesso/Dipartimento.

La fornitura riguarderà le quantità indicate nel punto **3.4 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA**.

In particolare verranno installati i seguenti dispositivi:

Marca	Modello	
LOVATO o similare	DMG 800	
	DMG 300	

I multimetri mediante porta Ethernet, messa a disposizione dal **Concedente**, verranno interfacciati con un software di monitoraggio, permettendo al





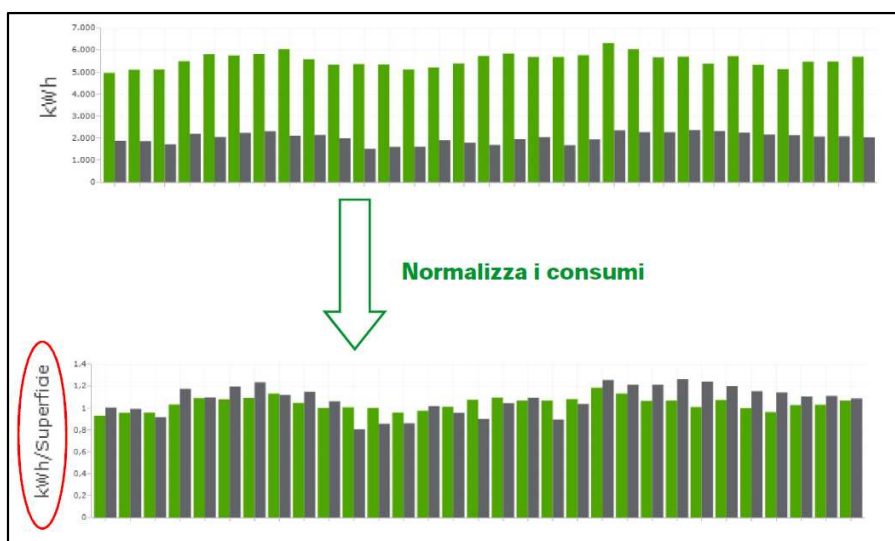
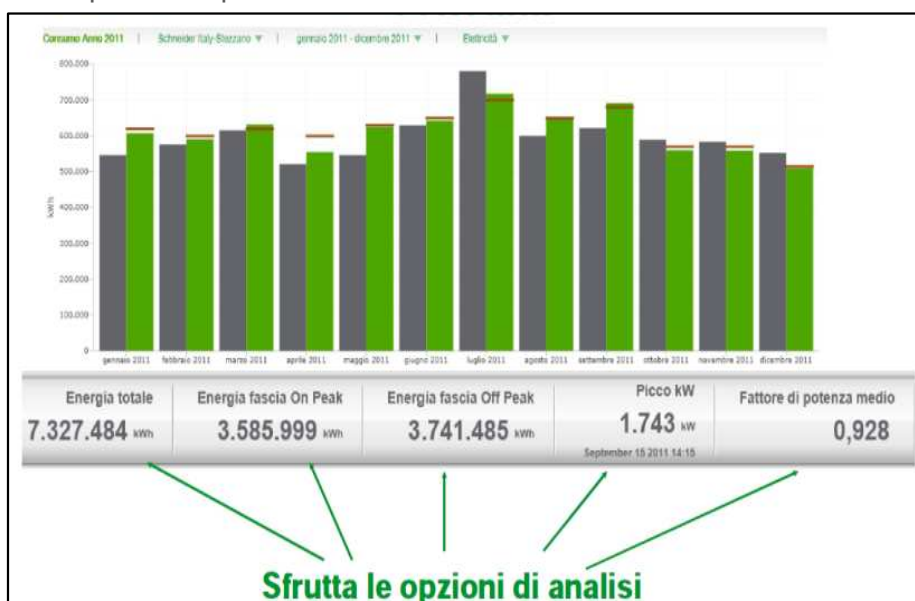
Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Concedente di supervisionare, per tutte le strutture, i flussi di energia, consumi e costi energetici con la possibilità di riconoscere stati di funzionamento anomali. Grazie al software sarà possibile effettuare in remoto operazioni di acquisizione e leggere lo stato dei parametri elettrici.

I dati acquisiti vengono analizzati e mostrati all'utente i risultati in forma grafica, di rapida comprensione.



Figura 3: Visualizzazione delle letture di potenza ed energia



SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Definisci un nuovo allarme

Tipo di allarme

Sito / Strumento di Misura:

Tipo:

Notifica via e-mail: ☒
Separare più destinatari con una virgola

Soglie minima e massima

Min: Max:

Isteresi:

Orari di inizio e fine

Dom	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Inizio: Fine:

Definisci allarmi sulle grandezze critiche



Il software è stato programmato per essere open Hardware e risultare così svincolato dalle particolari architetture con cui si interfaccia.

Il software, sviluppato in Java, può essere eseguito su piattaforme con sistemi operativi differenti, siano essi Windows o Mac, ed è progettato per potersi

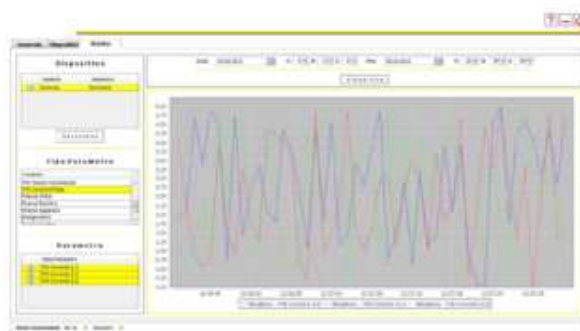


Figura 4: Andamento storico della grandezza in esame

interfacciare con analizzatori di rete prodotti da società differenti. I parametri elettrici monitorati dal sistema sono elencati nel seguito:

- Tensione di Fase (L1)
- THD Corrente (L1)
- Tensione di Fase (L2)
- THD Corrente (L2)
- Tensione di Fase (L3)
- THD Corrente (L3)
- Tensione di fase Equivalente
- Potenza Attiva (L1)
- Tensione concatenata (L1-L2)
- Potenza Attiva (L2)
- Tensione concatenata (L2-L3)
- Potenza Attiva (L3)

SERVIZIO ENERGIA

Studio di Fattibilità





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

- Tensione concatenata (L3-L1)
- Potenza Attiva Equivalente
- Tensione di linea Equivalente
- Potenza Reattiva (L1)
- Corrente di Fase (L1)
- Potenza Reattiva (L2)
- Corrente di Fase (L2)
- Potenza Reattiva (L3)
- Corrente di Fase (L3)
- Potenza Reattiva Equivalente
- Corrente di Fase Equivalente
- Potenza Apparente (L1)
- Corrente di Neutro
- Potenza Apparente (L2)
- Fattore di Potenza (L1)
- Potenza Apparente (L3)
- Fattore di Potenza (L2)
- Potenza Apparente Equivalente
- Fattore di Potenza (L3)
- Energia Attiva Importata
- Fattore di Potenza Equivalente
- Energia Attiva Esportata
- Frequenza
- Energia Reattiva Importata
- THD Tensione (L1)
- Energia Reattiva Esportata
- THD Tensione (L2)
- Energia Apparente
- THD Tensione (L3)
- THD Tensione concatenata (L1-L2)
- THD Tensione concatenata (L2-L3)
- THD Tensione concatenata (L3-L1)

Attraverso una semplice interfaccia grafica, il **Coordinatore del Servizio** potrà settare i principali parametri di funzionamento del sistema e visualizzare real-





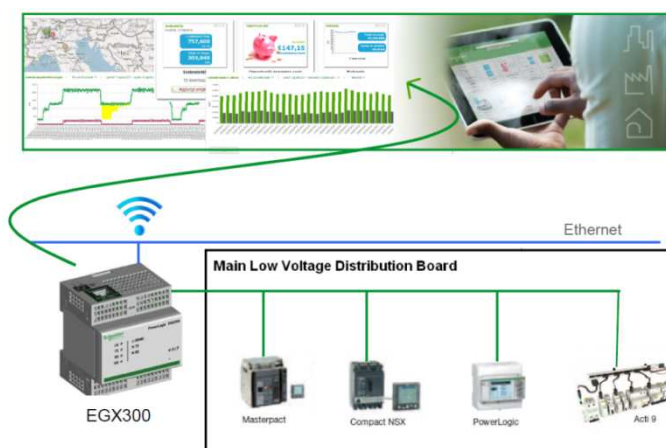
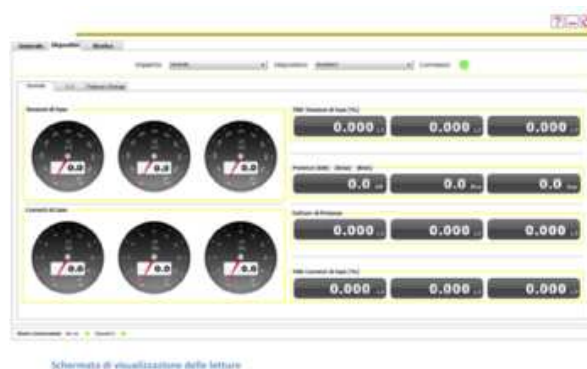
Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

time i risultati delle acquisizioni e delle analisi effettuate dagli analizzatori di rete nonché i dati storici di interesse.

Per ciascuna grandezza monitorata sarà possibile attivare un meccanismo di allarmi a video o "Warning" generati nel momento in cui, ad esempio, una particolare grandezza supera per eccesso o difetto una soglia definita dall'utente, così come

specificare quali siano le grandezze di interesse da memorizzare e visualizzare in forma grafica, oppure ancora visualizzare lo storico delle misure rilevate. Il **Concessionario** potrà accedere al sistema di supervisione direttamente dalle proprie postazioni di lavoro senza la necessità d'installare pc o software.

Benefici per il Concedente: grazie al software sarà possibile effettuare in remoto operazioni di acquisizione, analisi e visualizzazione dei principali parametri elettrici e fornire all'Ente i relativi dati finali per valutare eventuali miglioramenti da apportare per la riduzione dei consumi elettrici; caratteristici del processo monitorato, sfruttando la connessione tramite Ethernet ad analizzatori di rete (tramite protocollo MODBUS), leggere lo stato dei parametri elettrici. I dati acquisiti vengono analizzati e mostrati all'utente i risultati in forma grafica, di rapida comprensione.



3.3 MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEL CALORE

Nei sistemi di riscaldamento tradizionali è prassi regolare accensione e spegnimento degli impianti di climatizzazione a determinate ore della





Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

giornata e nella quasi totalità dei casi, ciò è fatto senza tenere in nessun conto le reali esigenze dell'utenza e più in particolare la reale necessità di climatizzare un ambiente. Ciò porta inevitabilmente a generare sprechi in alcuni casi anche di proporzioni importanti.

La soluzione ottimale da adottare è quella di installare un sistema di termoregolazione che permetta di fare una gestione efficace e soprattutto puntuale degli impianti asseconda delle necessità della struttura. Tuttavia una soluzione del genere comporterebbe interventi in alcuni casi molto invasivi e soprattutto molto onerosi dal punto di vista economico.

Ciò nonostante, in alternativa ad una soluzione così drastica è possibile adottare semplici ma efficaci soluzioni impiantistiche mediante interventi puntuali e poco onerosi tali da generare un'ottimizzazione dal punto di vista della gestione degli impianti senza stravolgere l'architettura esistente e soprattutto una consistente riduzione dei consumi con conseguente risparmio economico. In base alle installazioni presenti nei singoli ambienti climatizzati, le soluzioni da adottare sono differenti.

Di seguito andiamo ad illustrare la soluzione da adottare (si veda la **Tav. 09.c** allegata).

3.3.1 SOLUZIONE PER UFFICI (FANCOIL)

All'interno della struttura ci sono diversi locali adibiti ad uso ufficio ed in particolare ad uffici destinati ai docenti e ricercatori, i quali, in virtù della loro attività didattica, sono portati a frequentare gli uffici stessi solo parzialmente durante le ore lavorative. La finalità dell'intervento è quella di ridurre il livello di temperatura all'interno del locale stanza interessato quando quest'ultimo risulta privo di utenti. Questo obiettivo si ottiene coordinando tra loro un rilevatore volumetrico di presenza, un regolatore elettronico di temperatura ambiente e una valvola regolatrice a due vie in grado di essere comandata mediante un comando analogico.

Il funzionamento del sistema può essere riassunto come di seguito illustrato. L'utente fissa sul regolatore climatico la temperatura desiderata con una possibilità di variazione di ± 3 °C e con un fondo scala di temperatura minimo impostato come dato di fabbrica da fissare. All'interno del locale verrà installato un sensore di presenza; detto sensore rende disponibile all'uscita un



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

contatto elettrico il cui stato dipende dalla presenza o meno di utenti. L'informazione rilevata dal sensore di presenza viene trasmessa al regolatore climatico che di conseguenza pilota la valvola a bordo del fancoil:

- Stanza con utenti: il regolatore imposta la valvola sulla condizione per la quale la stanza raggiunga la temperatura fissata dall'utente (per es. 20 °C riscaldamento)
- Stanza vuota: il regolatore imposta la valvola sulla condizione per la quale la stanza raggiunga la temperatura di mantenimento (per es. 16 °C riscaldamento)

La soluzione tecnica rappresentata comporta un risparmio di energia di circa 25 % rispetto al sistema installato.

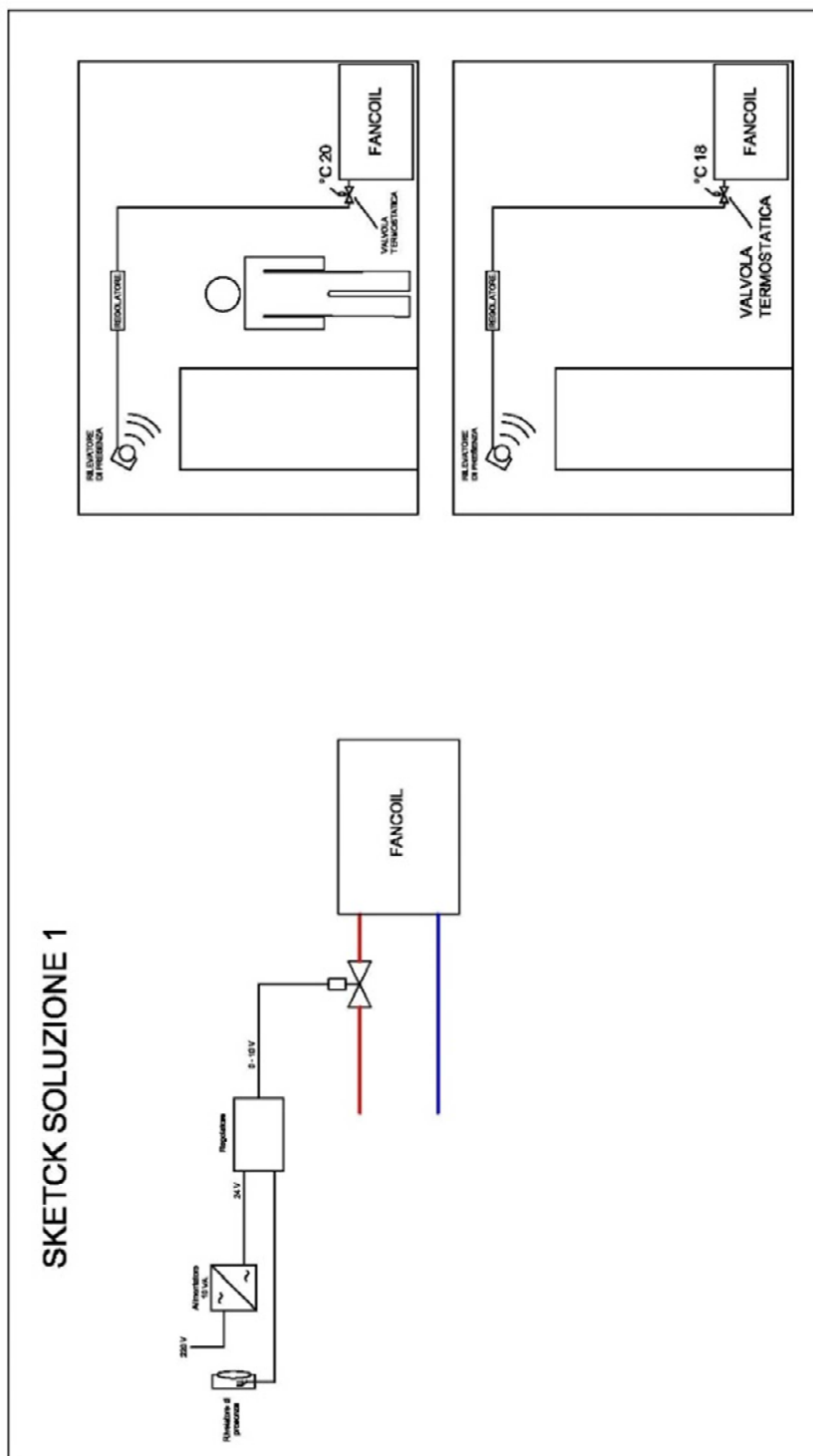
Dispositivi necessari ad attuare la soluzione configurata:

- Regolatore a tre velocità più valvola termica cod. RTB 144/S1;
- Valvola in ottone per fancoil a due vie DN20 cod. VFX 235;
- Servomotore lineare reversibile cod. SE1TP24;
- Rilevatore di presenza;
- Trasformatore 24 V DC per regolatore climatico.

La fornitura riguarderà le quantità indicate nel punto **3.4 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA.**



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..



3.4 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Nelle cinque pagine che seguono è presente il calcolo sommario della spesa relativo all'efficienza, monitoraggio e controllo.



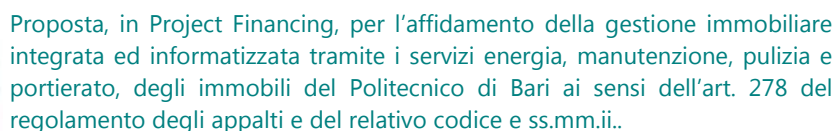


Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

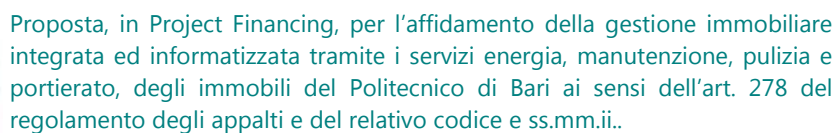
Num.Ord. TARUFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
1 NP01	<p>LAVORIA CORPO</p> <p>Fornitura e posa in opera di sistema di monitoraggio e controllo consumi elettrici mediante installazione di multimetro e analizzatore digitale da installare nei quadri elettrici aventi le seguenti caratteristiche: ampio campo d'utilizzo (campo di misura tensione 20-830 Volt - campo di misura corrente: 0.01-6 A - campo di misura frequenza: 45-66 Hz); elevata accuratezza; connettività usb per la programmazione e scaricamento dei dati al pc; connettività ethernet; interfaccia ottica; moduli di espansione. Il sistema effettuerà la misurazione dei seguenti parametri:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tensione di Fase (L1) THD Corrente (L1) Tensione di Fase (L2) THD Corrente (L2) Tensione di Fase (L3) THD Corrente (L3) Tensione di fase Equivalente Potenza Attiva (L1) Tensione concatenata (L1-L2) Potenza Attiva (L2) Tensione concatenata (L2-L3) Potenza Attiva (L3) Tensione concatenata (L3-L1) Potenza Attiva Equivalente Tensione di linea Equivalente Potenza Reattiva (L1) Corrente di Fase (L1) Potenza Reattiva (L2) Corrente di Fase (L2) Potenza Reattiva (L3) Corrente di Fase (L3) Potenza Reattiva Equivalente Corrente di Fase Equivalente Potenza Apparente (L1) Corrente di Neutro Potenza Apparente (L2) Fattore di Potenza (L1) Potenza Apparente (L3) Fattore di Potenza (L2) Potenza Apparente Equivalente Fattore di Potenza (L3) Energia Attiva Importata Fattore di Potenza Equivalente Energia Attiva Esportata Frequenza Energia Reattiva Importata THD Tensione (L1) Energia Reattiva Esportata THD Tensione (L2) Energia Apparente THD Tensione (L3) THD Tensione concatenata (L1-L2) THD Tensione concatenata (L2-L3) THD Tensione concatenata (L3-L1) <p>Fornitura di software in remoto per la connessione e l'interfaccia dei multimetri e analizzatori digitali. Compreso gli oneri per i collegamenti nei quadri elettrici e ogni onere e magistero per rendere l'opera completa in ogni sua parte.</p>							
	SOMMANO a corpo					1,00		
	Parziale LAVORI A CORPO euro					1,00	49.000,00	49.000,00
								49.000,00
	A RIPORTARE							49.000,00

COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI





COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



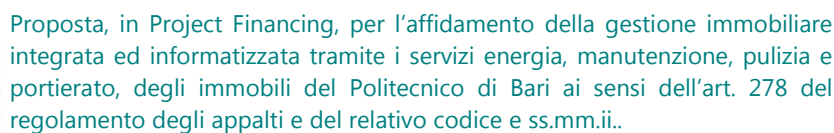
Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	<u>LAVORI A CORPO</u>							
1 NP 01	Fornitura e posa in opera di regolatore elettronico di temperatura ambiente, tipo RTB 044 - 144 C1 S1 (Coster), Regolazione On-Off della temperatura ambiente, Comando 3 velocità ventilatore e comando On-Off valvola riscaldamento o raffreddamento, Sensore di temperatura ambiente incorporato o sonda sostitutiva a distanza, Commutazione stagionale singola (solo per RTB. 44) o centralizzata da UMT 704, Possibilità di variare la temperatura dal regolatore o a distanza, Gestione presenza/assenza cliente, Collegamento C-Bus ad una unità centrale di visualizzazione, compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Regolatore elettronico di temperatura UFFICI POLITECNICO CAMPUS SOMMANO caduno					500,00 500,00	185,21	92.605,00
2 NP 02	Fornitura e posa in opera di valvola fancoil a due vie filettata DN 20 con regolazione lineare, corpo in ottone forgiato, molla otturatore in acciaio inox, guarnizione stelo con oring, attacco servomotore con ghiera maschio M 30x1,5 compreso di oneri accessori e quant'altro necessario a dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Valvola a due Vie UFFICI POLITECNICO CAMPUS SOMMANO caduno					500,00 500,00	16,28	8.140,00
3 NP 03	Fornitura e posa di servomotore lineare elettrotermico per valvole in ottone, alimentazione 220 V, con comando progressivo 0-10 Vcc, montaggio diretto sulla valvola, protezione IP 44, elemento sensibile in cera, compreso quant'altro necessario a dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Servomotore lineare UFFICI POLITECNICO CAMPUS SOMMANO caduno					500,00 500,00	19,38	9.690,00
4 NP 04	Fornitura e posa in opera di rilevatore di movimento da parete a raggi infrarossi "CUBE" - IP44, Installazione a parete, Alimentazione 230V 50Hz, Portata relé: 5A, carico massimo 1000W, Angolo di rilevamento 140° Angolo di rotazione della testa di rilevazione: orizzontale 180°, verticale 12°, Distanza di rilevamento max 10m, Distanza rilevamento minima 40 cm, Regolazione della soglia crepuscolare 5 - 300 Lux Regolazione del ritardo alla spegnimento 5 sec - 12 min, Classe di isolamento II, Pilotaggio del relé con "ZERO CROSSING", Dimensioni (LxPxH) 50 x 64 x 102 (Perry electric), compreso quant'altro necessario a dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Rivelatore di presenza UFFICI POLITECNICO CAMPUS SOMMANO caduno					500,00 500,00	27,00	13.500,00
5 NP 05	Fornitura e posa in opera di alimentatore 230 V/24 V fino a 10 VA UFFICI POLITECNICO CAMPUS SOMMANO caduno					500,00 500,00	25,00	12.500,00
	Parziale LAVORI A CORPO euro							136.435,00
	A RIPORTARE							136.435,00

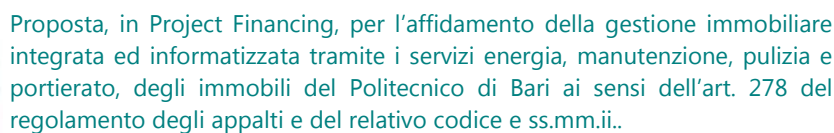
COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



BIOMASSEENGINEERING SRL



COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



COMMITTENTE: POLITECNICO DI BARI



Proposta, in Project Financing, per l'affidamento della gestione immobiliare integrata ed informatizzata tramite i servizi energia, manutenzione, pulizia e portierato, degli immobili del Politecnico di Bari ai sensi dell'art. 278 del regolamento degli appalti e del relativo codice e ss.mm.ii..

4. RIEPILOGO DEL CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Nella tabella in basso è presente il riepilogo complessivo del calcolo sommario della spesa relativo al servizio energia:

INTERVENTO PROPOSTO	IMPORTO COMPLESSIVO
IMPIANTI FOTOVOLTAICI + BRISE SOLEI	€ 981.353,00
ILLUMINAZIONE INTERNA	€ 201.167,00
SUPERVISIONE, CONTROLLO E CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI TERMICI/FRIGO ED ELETTRICI	€ 150.000,00
TERMOREGOLAZIONE	€ 167.480,00
TOTALE	€ 1.500.000,00
di cui € 45.065,00 per oneri della sicurezza.	