TUTELA E VALORIZZAZIONE DEGLI INSEDIAMENTI

(redatta secondo il regolamento edilizio del Comune di Livorno, in attuazione della Legge Regionale n°1 del 03 Gennaio 2005 (norme per il governo del territorio) e delle linee guida regionali approvate con D.G.R.T. 322/05 e succ. mod.)

RISTRUTTURAZIONE RICOSTRUTTIVA CON REALIZZAZIONE DI N.2 ABITAZIONI AD USO AGRICOLO IN LIVORNO, via della Fontanella

Committente: Azienda Agricola LEMMI FORTUNATO

Livorno, 30.06.2016

(Revisione in adeguamento alla conferenza di servizi del 15.06.2016)

Oggetto: Relazione sulla TUTELA E VALORIZZAZIONE DEGLI INSEDIAMENTI

(redatta secondo il regolamento edilizio del Comune di Livorno, in attuazione della Legge Regionale del 03 Gennaio 2005 (norme per il governo del territorio) e delle linee guida regionali approvate con D.G.R.T. 322/05 e succ. mod.)

(Revisione in adeguamento alla conferenza di servizi del 15.06.2016)

Committente: Azienda Agricola LEMMI FORTUNATO
Ubicazione: Via della Fontanella– LIVORNO

Oggetto: RISTRUTTURAZIONE RICOSTRUTTIVA CON REALIZZAZIONE DI n°2 ABITAZIONI AD USO AGRICOLO

La presente Relazione fa riferimento alla documentazione richiesta dall'art. 88 del regolamento edilizio comunale, riguardante la tutela e la valorizzazione degli insediamenti.
Ciascun nuovo intervento edilizio eseguito consiste in una modifica del territorio in cui si colloca e per tale trasformazione oggi diviene più che mai necessario il rispetto di taluni requisiti fondamentali allo scopo di garantire la qualità urbana, ambientale, edilizia e di accessibilità.
Tali requisiti possono essere raggiunti esclusivamente prendendo in considerazione tutti quei caratteri locali, ambientali, climatici e storici dell'area oggetto di intervento al fine di porre in atto un sistema di progettazione integrata che tenendo conto delle diverse variabili in gioco riesca a garantire il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.
Nei paragrafi seguenti si affrontano le diverse problematiche inerenti al processo progettuale da compiere nell'ambito di una progettazione integrata, ponendo l'attenzione ed effettuando le necessarie analisi su quei fattori che influenzano gli aspetti decisionali dell'intervento edilizio; qui di seguito si riassumono tali **fasi**:

1) ANALISI DELLE CARATTERISTICHE NATURALI ED ARTIFICIALI DEL LUOGO ED INTEGRAZIONE DELL'EDIFICIO RISPETTO AD ESSE

2) STUDIO DELLA DISPOSIZIONE DELL'EDIFICIO E DEI LOCALI IN ESSO CONTENUTI, IN RELAZIONE ALL'ILLUMINAZIONE NATURALE, IRRAGGIAMENTO SOLARE, RUMORE AMBIENTALE E VENTILAZIONE

3) ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4) VERIFICA DEL FABBISOGNO ANNUO DI ENERGIA PRIMARIA DELL'IMMOBILE ED EFFICIENZA ENERGETICA

5) RISPARMIO DELLE RISORSE AMBIENTALI

6) UTILIZZO DI MATERIALI ECO E BIO-COMPATIBILI

Punto 1) ANALISI DELLE CARATTERISTICHE NATURALI ED ARTIFICIALI DEL LUOGO ED INTEGRAZIONI DELL'EDIFICIO RISPETTO AD ESSE

Il progetto prevede la nuova costruzione, ovvero la ristrutturazione ricostruttiva, *intervento assimilabile alla sostituzione edilizia secondo la L.R.T. 65/2014*, del fabbricato ad uso agricolo (*attuale sede aziendale e residenza dell'imprenditore agricolo*), l'intervento di fatto consiste nella nuova edificazione in altra sede dell'originario fabbricato colonico. Il progetto prevede la realizzazione di n° 2 abitazioni, una delle quali individuata altresì come sede aziendale. La conferenza di servizi tenutasi in data 15.06.2016 ha previsto il trasferimento delle volumetrie riconducibili alla carta d'impianto catastale del 1939, ed ha introdotto la limitazione della SLP/SUL per ogni unità abitativa non superiore a mq 100, nel rispetto della volumetria assentita di mc 854,91 e della superficie complessiva di mq 261,26.
Le unità immobiliari in oggetto verranno edificate su area pianeggiante interna al podere, ed accessibile da strada poderale ad uso privato che si diparte dalla via della Fontanella.
Il concetto di progetto eco-sostenibile ha principio nell'analisi del sito, che comprende sia fattori climatici che ambientali; dalla loro analisi si evidenziano il percorso solare, i venti dominanti, gli eventuali corsi d'acqua presenti, le aree verdi e agricole, la rete infrastrutturale e gli edifici limitrofi all'area di progetto.
Tal modo di rappresentazione consente di visualizzare tutti gli elementi che contribuiscono a definire e modificare il clima di un sito, sia nel periodo estivo che in quello invernale, ovvero lungo l'intero arco dell'anno.
La nuova edificazione è prevista in prossimità del centro di produzione aziendale, accessibile da strada poderale ad uso esclusivo che si diparte dalla via della Fontanella, strada comunale a ridotta densità urbanistica e a modesta densità di traffico veicolare, principalmente a servizio dei terreni agricoli e delle poche residenze che vi prospettano.
L'area in studio a circa 14,50 m s.l.m.m è ubicata in una zona di "bordo morfologico", in prossimità del passaggio dal dominio riferibile all'episodio trasgressivo tardo-Quaternario che ha determinato la formazione del "Terrazzo di Livorno" alla ristretta fascia caratterizzata da sedimenti di origine alluvionale legati alle fasi di piena dei corsi d'acqua che scorrono in area limitrofa (Rio Ardenza e Fosso del Forcone); tale assetto morfologico deriva dai processi fluviali generati nel tempo dai corsi d'acqua che si dipanano dalle colline ubicate ad est ed a sud della città di Livorno, la cui dinamica da erosiva a deposizionale ha determinato l'incisione e la successiva deposizione di sedimenti alluvionali in posto dei precedenti sedimenti di principale origine continentale. In corrispondenza della porzione terminale del bacino imbrifero del Fosso del Forcone; l'andamento topografico risulta sub-pianeggiante, con pendenze inferiori al 5-8%, ad eccezione della ristretta fascia nell'estrema propaggine sud occidentale, coincidente con il tratto di sponda in destra idraulica del Fosso del Forcone di pertinenza dell'area in esame.
Dall'osservazione dello stato dei luoghi, emerge la totale assenza di testimonianze di fenomeni dissestuali passati, in atto o prevedibili, anche in corrispondenza della rottura di pendenza che costituisce il margine di sponda in destra idraulica del Fosso del Forcone.
L'orientamento di 30° sulla direttrice nord-sud, con le aperture finestrate rivolte principalmente a sud-ovest ed a sud-est garantisce al fabbricato il massimo soleggiamento possibile, e permette altresì di avere solo parzialmente un prospetto rivolto verso nord.

Il centro di produzione aziendale costituito da 5 serre della superficie complessiva di circa mq. 5.000 e il nuovo capannone ad uso agricolo della superficie di circa mq. 360, schermano in parte i venti proveniente dal quadrante di nord-est. Il fabbricato in progetto, di fatto è immerso all'interno di un folto oliveto secolare, che contribuisce anch'esso in parte a mitigare l'azione dei venti prevalenti di nord-est. I venti provenienti dal quadrante sud, sud-ovest sono in parte mitigati dall'importante impianto arboreo della confinante *Villa Ombrosa*.
Libero su quattro lati e contornato da pertinenza privata, con l'accesso garantito dalla strada poderale d'uso esclusivo, il fabbricato nel rispetto degli standard urbanistici, ripropone l'immagine del casolare colonico, e si rapporta in maniera discreta alle caratteristiche naturali ed artificiali del contesto circostante.

Punto 2) STUDIO DELLA DISPOSIZIONE DELL'EDIFICIO E DEI LOCALI IN ESSO CONTENUTI, IN RELAZIONE ALL'ILLUMINAZIONE NATURALE, IRRAGGIAMENTO SOLARE, RUMORE AMBIENTALE E VENTILAZIONE

Gli interventi edilizi di nuova costruzione devono essere in grado di soddisfare alcuni requisiti essenziali e tali da permettere lo sfruttamento delle "risorse naturali" che abbiamo a disposizione in un determinato sito in cui andiamo ad operare.
Tali "risorse naturali" sono principalmente le radiazioni solari e la ventilazione.
Si evince dunque come il clima assume un ruolo fondamentale all'interno della progettazione ecocompatibile, in quanto determina la scelta della localizzazione ottimale dell'edificio, i sistemi tecnologici da adottare, al fine di garantire il comfort visivo ed ambientale, nel rispetto dei vincoli urbanistici-edilizi e della natura dell'area.
È importante quindi valutare le potenzialità di irraggiamento indotto dalla radiazione solare e le aree che si trovano sotto scia di vento, sia per quanto riguarda il periodo estivo che quello invernale.
Le informazioni climatiche raccolte vengono così sintetizzate al fine di caratterizzare il microclima del sito in esame con riferimento a due casi limite che si presentano con le analisi condotte nelle peggiori condizioni stagionali, che sono relative al comfort invernale (21 dicembre) ed al comfort estivo (21 giugno).
Tali analisi compiute su soleggiamento e ventilazione, consentono di individuare le diverse combinazioni di questi fattori, al fine di localizzare in maniera ottimale l'edificio in progetto.
Alle nostre latitudini il criterio di giudizio è quindi di valutare le esigenze prevalenti di benessere degli utenti dell'edificio in progetto, quindi le caratteristiche microclimatiche sopra descritte saranno utilizzate al fine di posizionare l'edificio nel lotto a disposizione ed al fine di distribuire i locali interni in modo da favorire il comfort in ogni condizione di utilizzo nelle due stagioni limite di riferimento.
Pertanto sono state attuate delle scelte progettuali che puntano a riconoscere e soddisfare le esigenze di vivibilità e comfort, razionalizzando lo sfruttamento delle condizioni climatiche invernali ed estive in modo da ridurre i consumi energetici e sfruttando le fonti rinnovabili.

- **Periodo invernale**: si vuole garantire la presenza di irraggiamento solare e ridurre quanto più possibile l'incidenza dei venti invernali, provenienti dal quadrante di nord-est.

- **Periodo estivo**: si vuole garantire una adeguata protezione dall'irraggiamento solare e favorire il flusso delle brezze estive, provenienti dal quadrante di nord-ovest.

In virtù di tali ultime considerazioni si sviluppa il processo progettuale che porta alla definizione morfologica e distributiva del fabbricato, tenendo presente che l'obiettivo primario del processo di progettazione di un edificio è quello di realizzare interventi che rispondano alle esigenze dell'utente compatibilmente con il contesto in cui si trova.

DIAGRAMMA SOLARE ORIZZONTALE (TOSCANA)

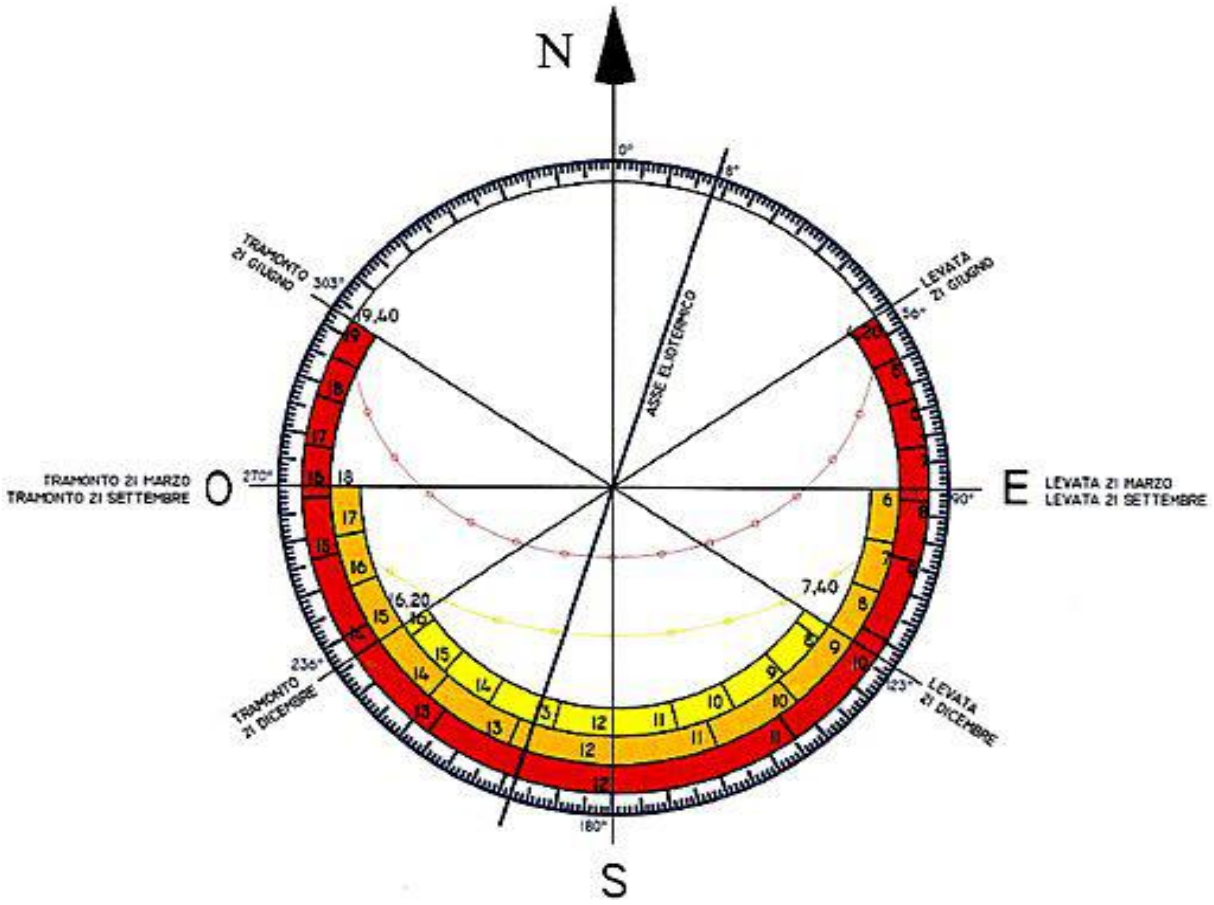


DIAGRAMMA SOLARE VERTICALE (TOSCANA)

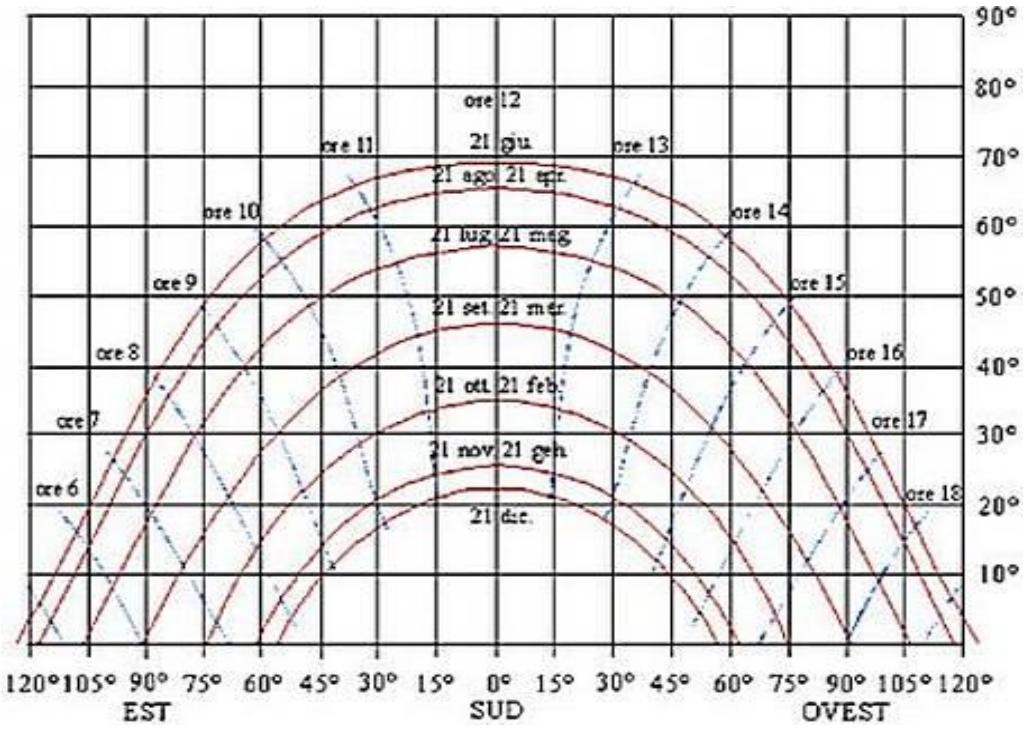
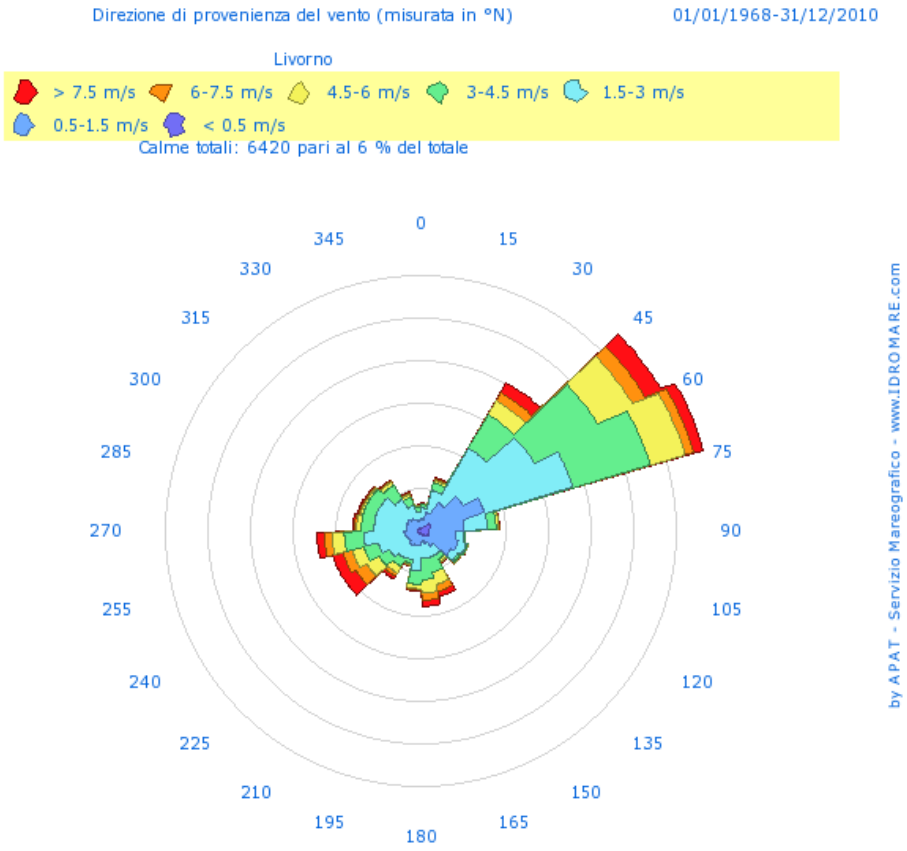


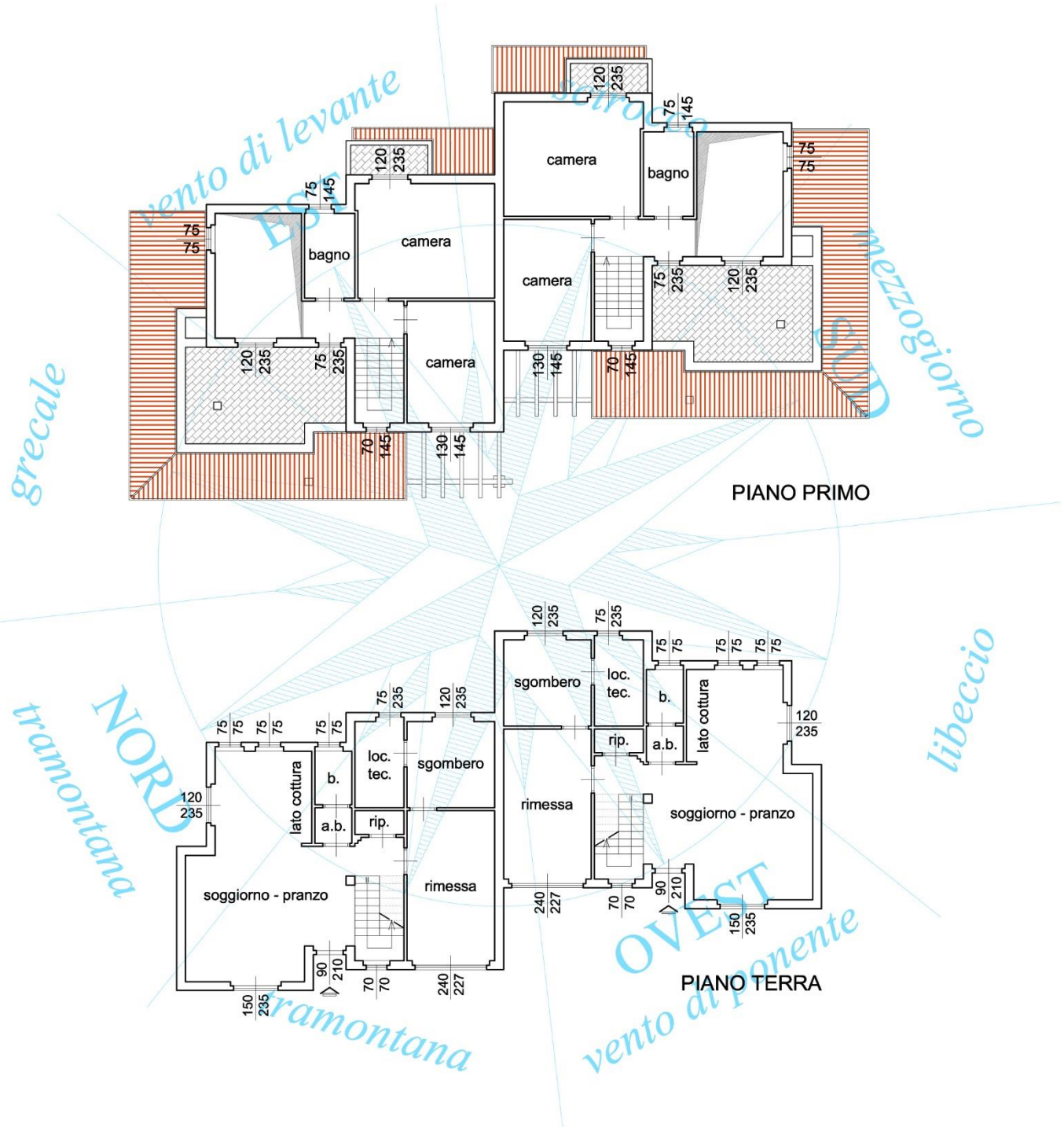
DIAGRAMMA DIREZIONE PREVALENTE DEI VENTI (LIVORNO)



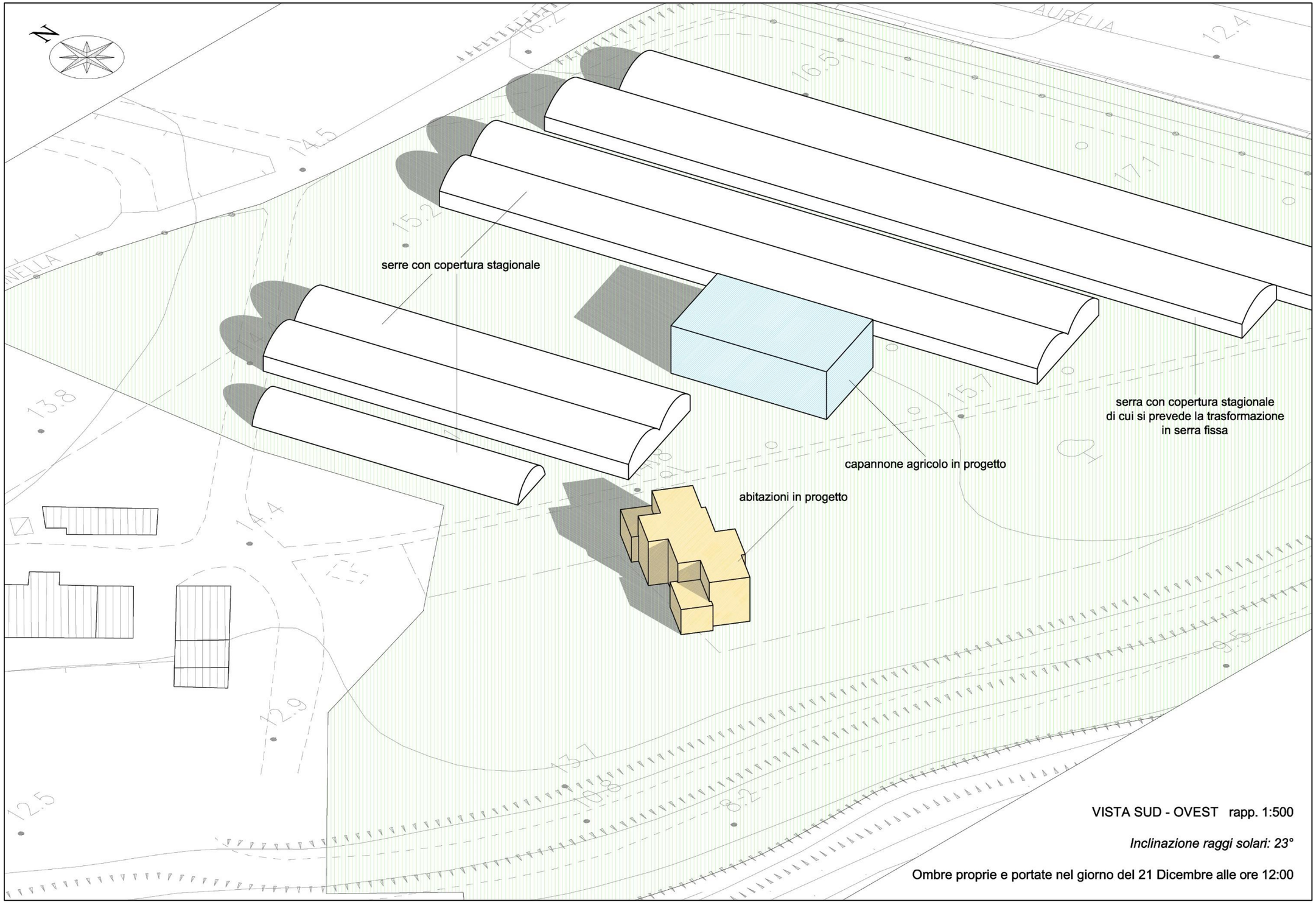
La fase di definizione morfologica e distributiva del manufatto mira a stabilire il quadro delle esigenze e lo schema organizzativo delle attività dell'utente, così come si svolgeranno nello spazio nel tempo. All'interno di questa analisi sono anche considerati i flussi di materia, energia e informazione necessari per consentire lo svolgimento delle attività e creare il minimo impatto sul ciclo risorse-rifiuti.
Una volta definite le attività e le esigenze che da queste derivano si procede all'individuazione dei requisiti e all'elaborazione delle stanze virtuali in cui applicare le strategie di controllo delle prestazioni energetiche dello stesso.
I parametri utili a definire la forma e la funzione potenziali ed ideali di un edificio in funzione dell'orientamento sono sia la *modalità di captazione delle superfici esposte* sia la *distribuzione degli elementi spaziali*.
Le modalità di captazione del soleggiamento e della ventilazione delle superfici esposte è funzionale ad alcuni parametri dimensionali dell'edificio: forma della pianta, orientamento, compattezza ed elevazione dell'edificio.
Le cosiddette "stanze virtuali" hanno differenti necessità di orientamento rispetto al soleggiamento e alla ventilazione in funzione delle attività identificate in fase meta-progettuale. L'analisi delle esigenze consente di determinare, in fase di metaprogetto, quali requisiti le unità spaziali dovranno essere in grado di soddisfare. La collocazione delle stanze nell'ambiente e i sistemi tecnologici ecocompatibili hanno un ruolo fondamentale per il soddisfacimento dei requisiti e per l'ottimizzazione delle condizioni di benessere.
Il progetto è stato redatto seguendo una progettazione quanto più rispondente alle questioni di sostenibilità che oltre alle caratteristiche estrinseche hanno portato alla verifica delle caratteristiche dell'edificio in progetto, così da garantire un corretto inserimento ambientale con il contesto agricolo consolidato che determina il paesaggio e che si tramanda invariato da generazioni.
Prendendo in considerazione fattori locali quali latitudine, altitudine, caratteristiche topografiche, densità edilizia, rumore ambientale e presenza di elementi naturali e/o artificiali esterni, tenendo conto quindi nella redazione del progetto del soleggiamento, della ventilazione, dell'umidità, della temperatura dell'aria e dello scambio della radiazione termica attraverso l'involucro edilizio.
Nelle diverse fasi progettuali, in particolar modo nella fase di determinazione della distribuzione interna dei locali, l'edificio è stato suddiviso in diverse zone climatiche, distinguendole in funzione alla destinazione d'uso dei locali (zona giorno, zona notte, oltre a locali accessori) ed in funzione quindi del fabbisogno termico sia con riferimento al riscaldamento nei mesi invernali che con riferimento al raffrescamento nei mesi estivi. La zona giorno costituita da un locale soggiorno-pranzo con lato cottura, abitato per il maggior tempo, presenta ampie aperture finestrate rivolte verso ovest, dove trovano ubicazione anche gli ingressi alle unità immobiliari, oltre che aperture finestrate rivolte rispettivamente verso sud e verso nord, e protette in parte dagli agenti atmosferici da ampie coperture pensili. Gli infissi sono dimensionati per soddisfare le esigenze di vivibilità e migliorare confort degli spazi interni, ben al di sopra dei minimi previsti per i rapporti igienico aeroilluminanti, le ampie superfici vetrate hanno lo scopo di catturare l'irraggiamento solare, protette altresì da persiane in legno nel rispetto della tradizione toscana, garantiscono nel periodo estivo un ottima aereazione degli ambienti e il loro raffrescamento. Le grandi aperture finestrate durante il periodo estivo saranno altresì schermate da tende frangisole, mentre nel periodo invernale cattureranno i raggi solari e contribuiranno al riscaldamento degli ambienti.

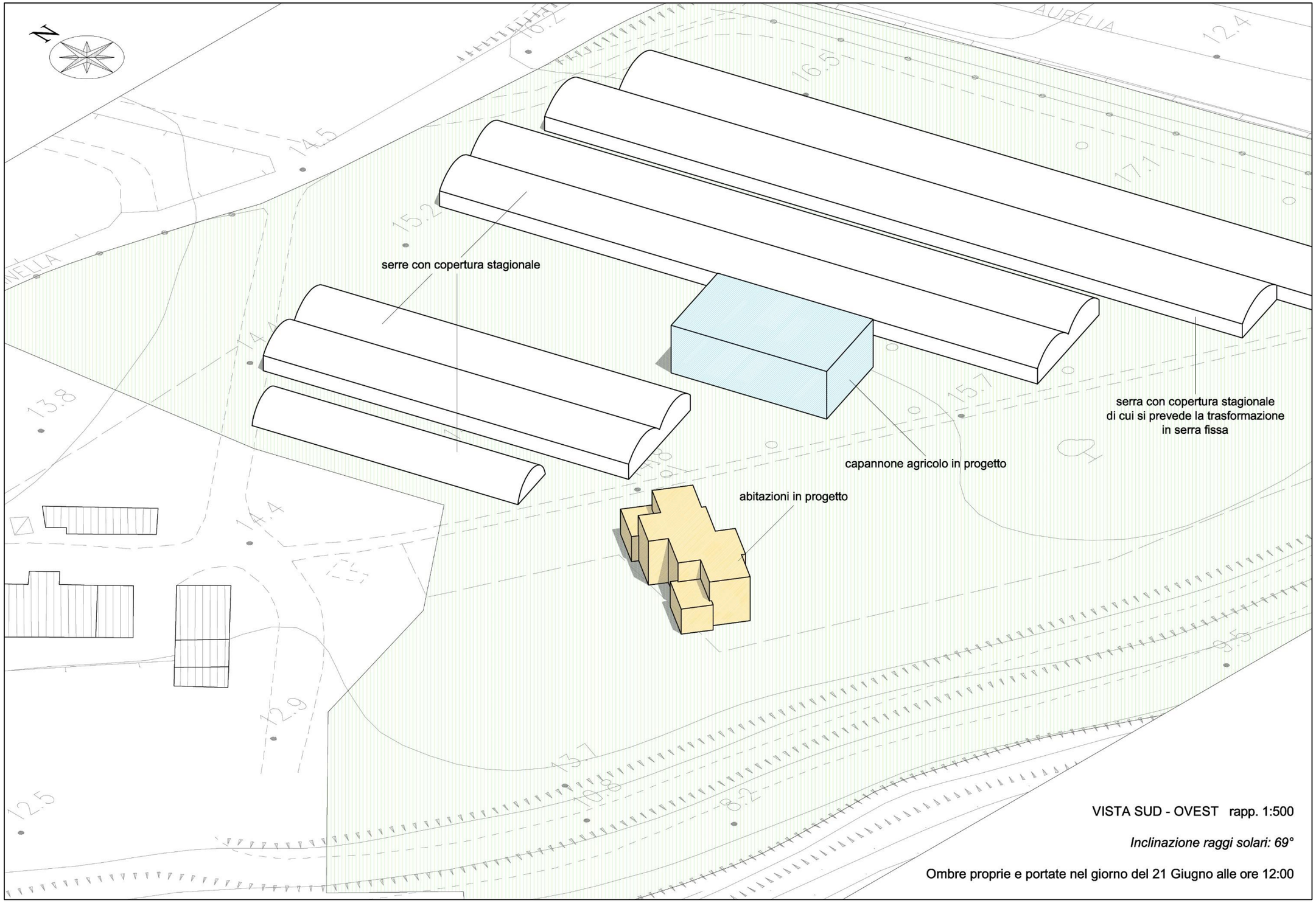
Dal locale soggiorno-pranzo si ha accesso al ripostiglio, ai servizi igienici, nonché direttamente al locale rimessa, costruito interno alla sagoma del fabbricato; dalla rimessa si accede ad un locale di sgombero e da qui al locale tecnico, dove trova ubicazione il serbatoio ACS (*accumulo acqua calda sanitaria)* relativo all'impianto solare termico. Dal locale soggiorno-pranzo tramite scala a doppia rampa si accede alla zona notte dove trovano ubicazione n° 2 camere, oltre a locale bagno e disimpegno a comune. Un'ampia terrazza sul prospetto principalmente rivolto verso ovest si affaccia sulla città di Livorno, contribuisce alla vivibilità degli spazi esterni relativi alla zona notte.
La copertura del fabbricato è prevista a doppio spiovente a falde contrapposte, sulle falde di sud-est trovano la giusta collocazione sia il pannello solare per la produzione di acqua calda sanitaria, sia gli impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.
I serramenti esterni realizzati secondo le vigenti normative, sono realizzati con tecniche e materiali che garantiscono elevati livelli di isolamento sia termico sia acustico. Le persiane a stecca fissa e/o orientabile garantiscono una schermatura aggiuntiva che favorisce altresì la ventilazione naturale e garantiscono un efficiente ricambio e controllo della qualità dell'aria interna, le grandi aperture che vanno ben oltre gli standard edilizi di legge, favorendo il comfort e la vivibilità degli spazi interni.

ROSA DEI VENTI E ORIENTAMENTO DELLE UNITÀ IMMOBILIARI



Planimetrie – rapp. 1:200


N
AURELIA
serre con copertura stagionale
serra con copertura stagionale
di cui si prevede la trasformazione
in serra fissa
capannone agricolo in progetto
abitazioni in progetto
VISTA SUD - OVEST rapp. 1:500
Inclinazione raggi solari: 23°
Ombre proprie e portate nel giorno del 21 Dicembre alle ore 12:00



VISTA SUD - OVEST rapp. 1:500

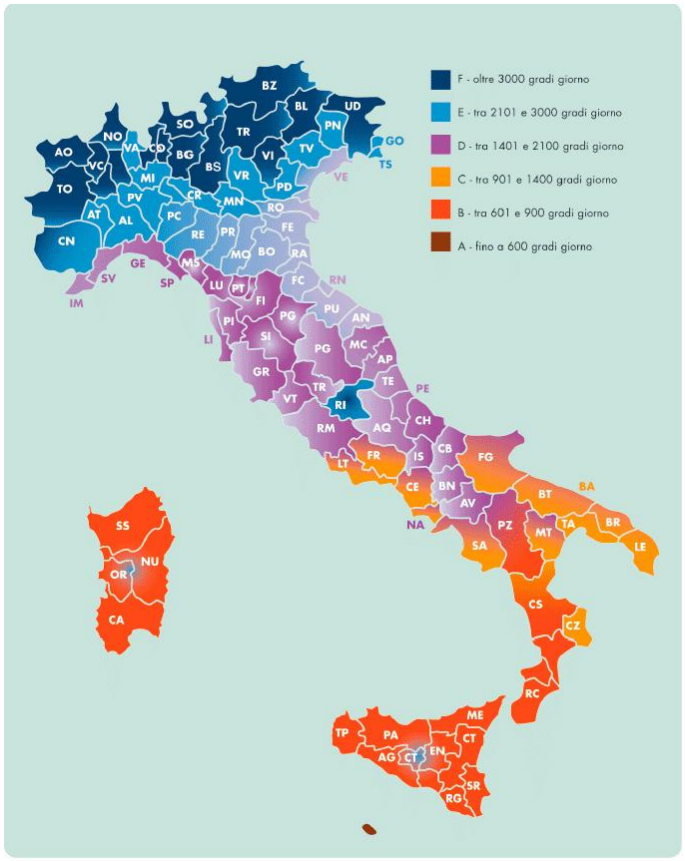
Inclinazione raggi solari: 69°

Ombre proprie e portate nel giorno del 21 Giugno alle ore 12:00

Punto 3) ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Il progetto di fatto prevede la realizzazione di palazzina indipendente ed isolata, ed il presente paragrafo si propone di analizzare le caratteristiche di isolamento ed inerzia termica dell'involucro edilizio, pertanto di seguito sono riportate le schede relative a ciascun componente l'involucro del fabbricato con l'indicazione stratigrafica dei singoli materiali che compongono la struttura corredata di tutti i dati caratteristici al fine di definirne le caratteristiche termo-igrometriche.
Tali schede sono estrapolate dalla relazione di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991 n.10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici con applicazione del D.P.R. 59 del 10.06.2009 in attuazione ai decreti legislativi 19 agosto 2005 n. 192 e 29 dicembre 2006 n. 311, relazione già in atti comunali.
Il fabbricato in progetto di fatto sarà realizzato nel **Comune di Livorno** ad un'altezza sopra il livello del mare di circa ml 14,5, posizionato ad una latitudine di 43°30'46"N e longitudine 10°19'52"E, i gradi giorno risultano pari a 1.408 e la zona climatica, come meglio evidenziato nella carta sotto allegata risulta essere la **ZONA D**.

Schema indicativo delle zone climatiche secondo il DLGS 311/06



Il periodo convenzionale di riscaldamento è di giorni 166, e mediante l'utilizzo dei dati climatici relativi alla stazione meteorologica del servizio idrologico regionale facente capo al Compartimento di Pisa, della città di Livorno, alle coordinate geografiche 43°31'15"N 10°20'26"E, in base alla media trentennale di riferimento (1961-1990) si sono determinate le medie di temperatura, precipitazione, direzione ed intensità dei venti prevalenti.
Temperature: la temperatura media del mese più freddo, gennaio, si attesta ai +7,8°C; quella del mese più caldo, luglio, è di +23,8°C; l'escursione termica giornaliera è contenuta in ogni stagione, mentre si contano soltanto 5 giorni di gelo all'anno.
Precipitazioni: le precipitazioni medie annue, attorno ai 750 mm e mediamente distribuite in 84 giorni, presentano un minimo estivo e un evidente picco autunnale.
Venti: il vento presenta una velocità media annua di 3,4 m/s, con minimo di 3 m/s a settembre e massimi di 3,6 m/s a marzo, ad aprile, a novembre e a dicembre; le direzioni prevalenti sono di grecale tra dicembre e febbraio e ad ottobre, di libeccio tra marzo e maggio, di ponente tra giugno e settembre, di levante a novembre.
Ai fini del calcolo delle dispersioni termiche attraverso l'involucro edilizio la temperatura di riferimento è fissata pari a 0°C.

LIVORNO (1961-1990)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	10,8	12,0	14,3	17,2	21,0	24,9	27,7	27,5	24,8	20,2	15,3	11,8	**11,5**	**17,5**	**26,7**	**20,1**	**19,0**
T. min. media (°C)	4,8	5,4	7,5	10,2	13,7	17,4	20,0	19,9	17,3	13,3	9,1	6,1	**5,4**	**10,5**	**19,1**	**13,2**	**12,1**
Giorni di gelo ($T_{min} \leq 0$ °C)	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**5**	**0**	**0**	**0**	**5**
Precipitazioni (mm)	68	60	69	60	54	40	18	31	73	104	102	80	**208**	**183**	**89**	**279**	**759**
Giorni di pioggia	8	8	9	8	7	4	2	3	6	9	10	10	**26**	**24**	**9**	**25**	**84**
Vento (direzione-m/s)	NE 3,4	NE 3,4	SW 3,6	SW 3,6	SW 3,3	W 3,1	W 3,1	W 3,2	W 3,0	NE 3,4	E 3,6	NE 3,6	**3,5**	**3,5**	**3,1**	**3,3**	**3,4**

Le strutture disperdenti a contatto con il terreno, con tipo di terreno sabbio-limoso sono identificate con tipo di struttura edilizia cod. 58, dove la trasmittanza globale risulta pari a 0,329 W/m^{2}K.

Le **strutture verticali opache** costituenti l'involucro edilizio sono costituite da tipologie "a cassetta" con isolante intermedio, verificate coma da normativa vigente sia in base ai limiti di trasmittanza termica che in base alle caratteristiche di isolamento acustico passivo degli edifici.

La **struttura orizzontale opaca (solaio)** è della tipologia in latero-cemento di tipo piano con isolamento e massetto armato con r.e.s., di seguito si riporta la scheda tecnica con le caratteristiche stratigrafiche e di trasmittanza globali.

Nel merito al solaio di interpiano, la scelta progettuale ha previsto uno spessore complessivo di cm 45, finalizzato al miglioramento delle caratteristiche di isolamento acustico così come disposto dall'art. 19.22 del Regolamento Edilizio. In fase esecutiva dovranno essere individuati i materiali idonei al raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

I **componenti finestrati** che fanno parte dell'involucro edilizio sono ipotizzati costituiti da infissi con telaio in legno e vetro camera 4-15-4, con vetri trattati superficialmente del tipo basso emissivo; *la scheda di riferimento prevede una dimensione standard di cm 120x150.*
Per quanto riguarda la determinazione della trasmittanza termica del serramento, questa rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio YF e quella della superficie vetrata UG, con un piccolo contributo aggiuntivo della trasmittanza termica lineare ψg, rappresentata dall'interazione tra i due componenti e dalla presenza del distanziatore posto sul perimetro della vetrata.
In genere, la trasmittanza termica Uw di un serramento, può essere determinata sia tramite calcolo che tramite prova sperimentale su un campione fisico. Di seguito si riporta la scheda tecnica con le caratteristiche stratigrafiche e di trasmittanza globale.

Lex10 Professional - Numero di serie: 094001-063921

ARCHIVIO STRUTTURE EDILIZIE

Struttura edilizia codice n.: **111**

Tipo struttura: **opaca**

Descrizione: **Parete doppia con isolante e blocchi/mattoni laterizio**

Categoria: **Sup. opache vert.**

Trasmittanza totale [W/m² K]: **0,299**

Conduttanza unitaria sup. interna [W/m² K]: **7,700**

Resistenza unitaria sup. interna [m² K/W]: **0,130**

Conduttanza unitaria sup. esterna [W/m² K]: **25,000**

Resistenza unitaria sup. esterna [m² K/W]: **0,040**

Resistenza termica totale [m² K/W]: **3,349**

Spessore totale [m]: **0,35**

Lista dei materiali

Strato	Descrizione	Categoria	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Capacità termica [kJ/kg K]	Conducibilità [W/m K]	Conduttanza [W/m² K]	Perm.¹(x10¹²) [kg/m s Pa]	Perm.² (x10¹²) [kg/m s Pa]	Resistenza termica [m² K/W]	Magg.% m	Resistenza al vapore
1	Intonaco	Intonaci e malte	0,015	1.200,0	0,00	0,350		18,000	18,000	0,043	0,00%	0
2	Laterizio forato	Laterizi	0,080	1.800,0	0,00	0,250		36,000	36,000	0,320	14,00%	0
3	Pannello coibente e isolante acustico	Materie plastiche	0,080	20,0	0,00	0,032		6,000	6,000	2,500	10,00%	0
4	Aria	Laterizi	0,040	1.800,0	0,00		7,143	36,000	36,000	0,140	14,00%	0
5	Blocchi laterizio tipo Doppio Uni	Intonaci e malte	0,120	1.800,0	0,00	0,750		12,000	12,000	0,160	0,00%	0
6	Intonaco	Intonaci e malte	0,015	1.800,0	0,00	0,930		12,000	12,000	0,016	0,00%	0

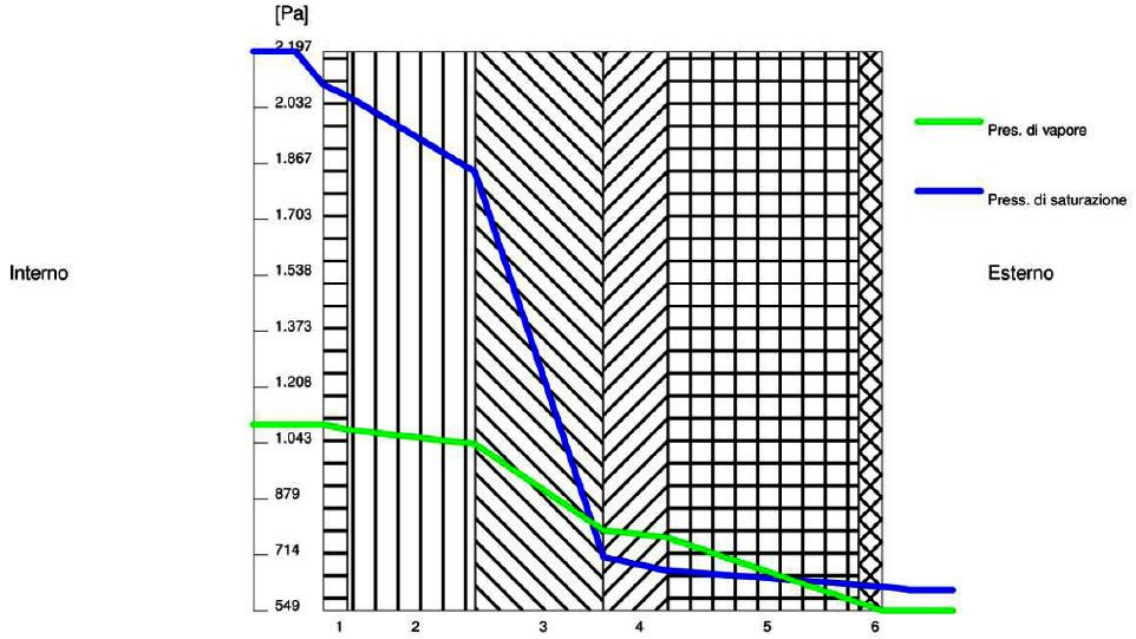
Legenda

Perm.¹ Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0÷50%

Perm.² Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50÷95%

Lex10 Professional - Numero di serie: 094001-063921

Diagramma di Glaser



Struttura edilizia codice n.: **111**
Descrizione: **Parete doppia con isolante e blocchi/mattoni laterizio**
Categoria: **Sup. opache vert.**
Trasmittanza totale [W/m² K]: **0,299**

Condizioni al contorno invernali
Temperatura interna [°C]: **19,0**
Temperatura esterna [°C]: **0,0**
Umidità relativa interna: **50%**
Umidità relativa esterna: **90%**
Condizioni al contorno estive
Temperatura interna [°C]: **20,0**
Temperatura esterna [°C]: **30,0**
Umidità relativa interna: **80%**
Umidità relativa esterna: **70%**

Strato	Descrizione	Rv [m²s Pa/kg]	Ps [Pa]	Pv [Pa]
	Aria interna		2.197	1.099
	Strato liminare interno		2.099	1.099
1	Intonaco	0,8 x 10^9	2.067	1.083
2	Laterizio forato	2,2 x 10^9	1.842	1.040
3	Pannello coibente e isolante acustico	13,3 x 10^9	707	785
4	Aria	1,1 x 10^9	667	764
5	Blocchi laterizio tipo Doppio Uni	10,0 x 10^9	625	573
6	Intonaco	1,3 x 10^9	620	549
	Strato liminare esterno		610	549
	Aria esterna			

Lex10 Professional - Numero di serie: 094001-063921

ARCHIVIO STRUTTURE EDILIZIE

Struttura edilizia codice n.: **130**

Tipo struttura: **opaca**

Descrizione: **Parete doppia con isolante e mattoni laterizio esterni facciavista**

Categoria: **Sup. opache vert.**

Trasmittanza totale [W/m² K]: **0,299**

Conduttanza unitaria sup. interna [W/m² K]: **7,700**

Resistenza unitaria sup. interna [m² K/W]: **0,130**

Conduttanza unitaria sup. esterna [W/m² K]: **25,000**

Resistenza unitaria sup. esterna [m² K/W]: **0,040**

Resistenza termica totale [m² K/W]: **3,339**

Spessore totale [m]: **0,33**

Lista dei materiali

Strato	Descrizione	Categoria	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Capacità termica [kJ/kg K]	Conducibilità [W/m K]	Conduttanza [W/m² K]	Perm.¹(x10¹²) [kg/m s Pa]	Perm.² (x10¹²) [kg/m s Pa]	Resistenza termica [m² K/W]	Magg.% m	Resistenza al vapore
1	Intonaco	Intonaci e malte	0,015	1.200,0	0,00	0,350		18,000	18,000	0,043	0,00%	0
2	Laterizio forato	Laterizi	0,080	1.800,0	0,00	0,250		36,000	36,000	0,320	14,00%	0
3	Pannello coibente e isolante acustico	Materie plastiche	0,080	20,0	0,00	0,032		6,000	6,000	2,500	10,00%	0
4	Aria	Laterizi	0,040	1.800,0	0,00		7,143	36,000	36,000	0,140	14,00%	0
5	Mattoni laterizio facciavista	Intonaci e malte	0,120	1.800,0	0,00	0,720		12,000	12,000	0,167	0,00%	0
6		Intonaci e malte	0,000	1.800,0	0,00	0,000		12,000	12,000	0,000	0,00%	0

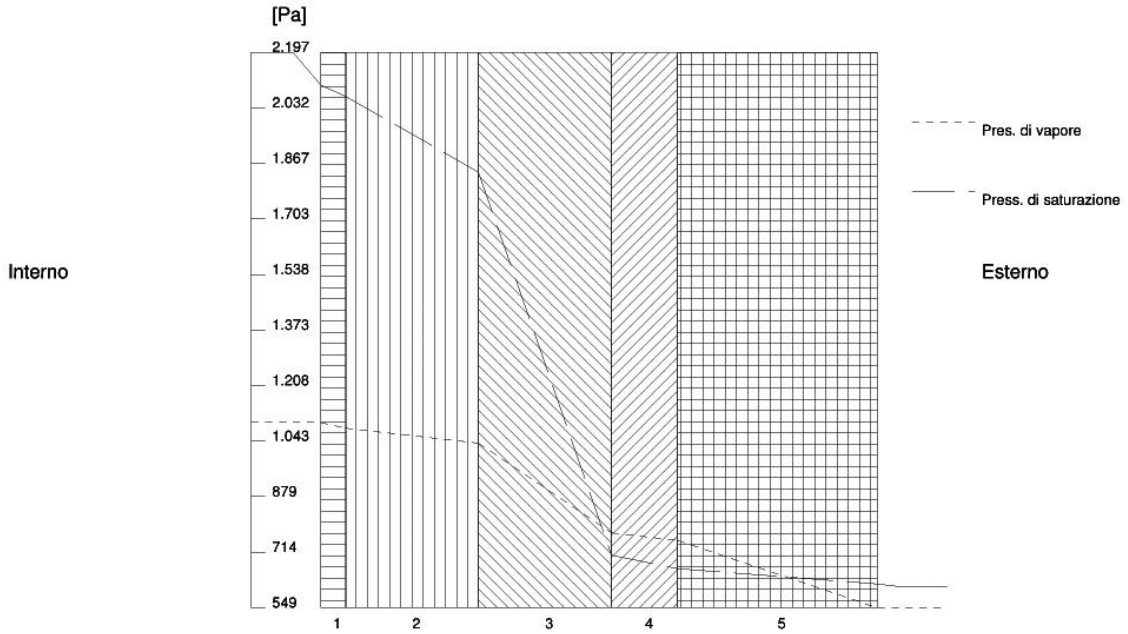
Legenda

Perm.¹ Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0÷50%

Perm.² Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50÷95%

Lex10 Professional - Numero di serie: 094001-063921

Diagramma di Glaser



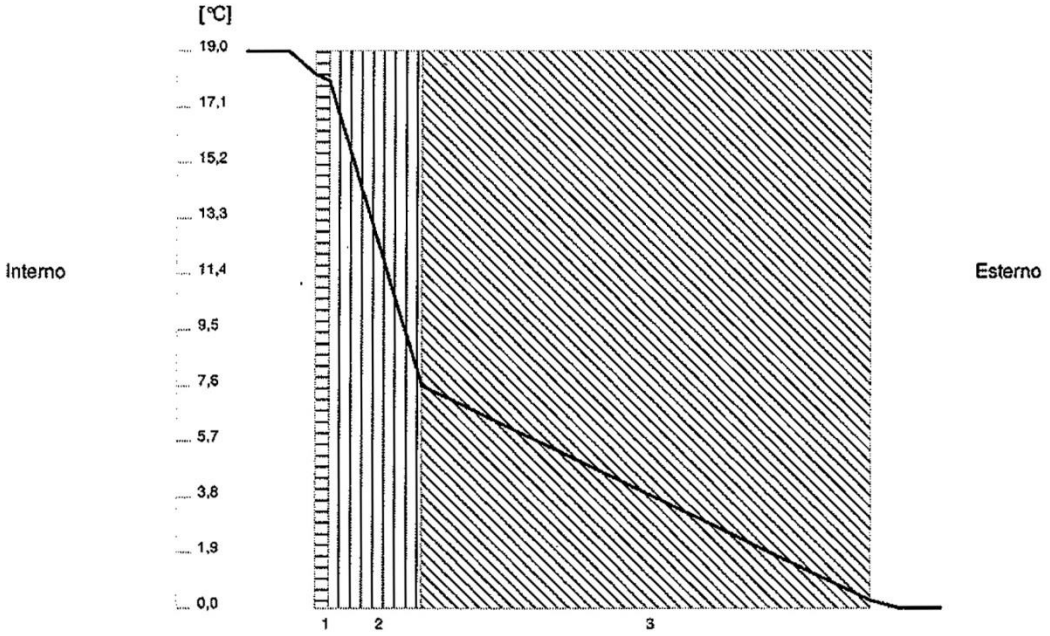
Struttura edilizia codice n.: **130**
Descrizione: **Parete doppia con isolante e mattoni laterizio esterni facciavista**
Categoria: **Sup. opache vert.**
Trasmittanza totale [W/m² K]: **0,299**

Condizioni al contorno invernali
Temperatura interna [°C]: **19,0**
Temperatura esterna [°C]: **0,0**
Umidità relativa interna: **50%**
Umidità relativa esterna: **90%**
Condizioni al contorno estive
Temperatura interna [°C]: **20,0**
Temperatura esterna [°C]: **30,0**
Umidità relativa interna: **80%**
Umidità relativa esterna: **70%**

Strato	Descrizione	Rv [m²s Pa/kg]	Ps [Pa]	Pv [Pa]
	Aria interna		2.197	1.099
	Strato liminare interno		2.099	1.099
1	Intonaco	0,8 x 10^9	2.066	1.082
2	Laterizio forato	2,2 x 10^9	1.841	1.037
3	Pannello coibente e isolante acustico	13,3 x 10^9	705	771
4	Aria	1,1 x 10^9	665	749
5	Mattoni laterizio facciavista	10,0 x 10^9	620	549
	Strato liminare esterno		610	549
	Aria esterna			

Lex10 Professional - Numero di serie: 094001-063921

Diagramma delle temperature



Struttura edilizia codice n.: **58**
Descrizione: **Solaio a lastra su vespaio**
Categoria: **Sup. opache orizz.**
Trasmittanza totale [W/m² K]: **0,329**

Condizioni al contorno invernali
Temperatura interna [°C]: **19,0**
Temperatura esterna [°C]: **0,0**
Umidità relativa interna: **50%**
Umidità relativa esterna: **90%**
Condizioni al contorno estive
Temperatura interna [°C]: **20,0**
Temperatura esterna [°C]: **30,0**
Umidità relativa interna: **80%**
Umidità relativa esterna: **70%**

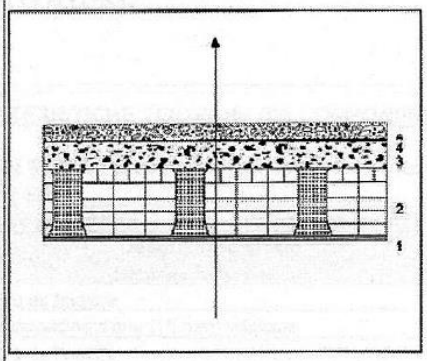
Strato	Descrizione	R [m² K/W]	s [m]	T [°C]
	Aria interna			19,0
	Strato liminare interno	0,130		18,2
1	pavimento	0,030	0,01	18,0
2	Massetto alleggerito tipo leca	1,667	0,05	7,6
3	Solaio a pannelli con travetti e elementi in polistirolo (solaio a lastra)	1,176	0,24	0,2
	Strato liminare esterno	0,040		0,0
	Aria esterna			0,0

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA *Solaio in laterocemento h=16+4 cm di copertura con isolamento e manto in laterizio cod 668 SOF*

Massa [kg/m²]	709.6	Capacità [kJ/m²K]	600.9	Type Ashrae	41

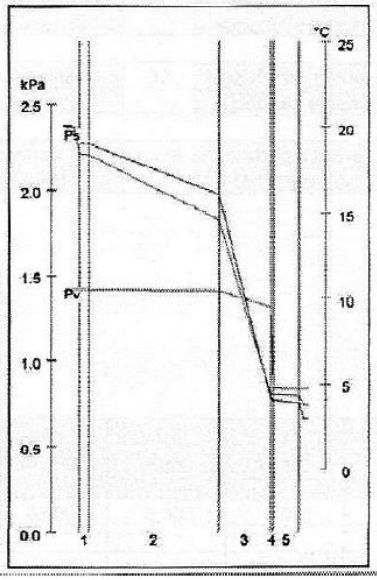
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di malta cementizia	0.0150	1.400	93.33	2000	6.2500	6.2500	0.011
2	Soletta mista 16+4 in laterizio e nervature in cemento armato	0.2000		1.792	3000	31.2500	31.2500	0.558
3	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilit...)	0.0800	0.035	0.44	35	0.9400	0.9400	2.286
4	Cartone bitumato da tetto	0.0040	0.230	57.50	1200	0.0094	0.0094	0.017
5	Massetto in calcestruzzo armato con r.e.s.	0.0400	1.010	25.25	1800	6.2500	6.2500	0.040
SPESSORE TOTALE [m]		0.3390						



Conduttanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0.172
Conduttanza unitaria superficie esterna	6	Resistenza unitaria superficie esterna	0.172
TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	0.307	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	3.255

VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)

CONDIZIONE		Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio		20.0	1416	2.6	829
ESTIVA: agosto		25.0	2001	25.0	2001
☐	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				
☒	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)		0.087		
☒	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]		1039		



ARCHIVIO STRUTTURE EDILIZIE

Struttura edilizia codice n.: **88**

Tipo struttura: **vetrata**

Descrizione: **Infisso in legno con doppio vetro senza gas nell'intercapedine**

Categoria: **Superfici vetrate**

Trasmittanza totale [W/m² K]: **1,605**

Conduttanza unitaria sup. interna [W/m² K]: **8,000**

Resistenza unitaria sup. interna [m² K/W]: **0,125**

Conduttanza unitaria sup. esterna [W/m² K]: **25,000**

Resistenza unitaria sup. esterna [m² K/W]: **0,040**

Resistenza termica totale [m² K/W]: **0,623**

Serramento	Ag [m²]	Af [m²]	Kg [W/m² K]	Kf [W/m² K]	Lg [m]	Kl [W/m K]	N.vetri	R inter. [m² K/W]
1	1,49	0,31	3,315	1,700	3,56	0,030	2	0,130

Resistenza termica della tapparella [m² K/W]: **0,300**

Legenda

Ag Area del vetro

Af Area del telaio

Lg Lunghezza perimetrale della superficie vetrata

Kg Trasmittanza termica dell'elemento vetrato

Kf Trasmittanza termica del telaio

Kl Trasmittanza lineica

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

TABELLA 2.1	Strutture opache verticali, Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^{2}K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^{2}K)
A	0.85	0.72	0.62
B	0.64	0.54	0.48
C	0.57	0.46	0.40
D	0.50	0.40	0.36
E	0.46	0.37	0.34
F	0.44	0.35	0.33

Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate

TABELLA 3.1	Coperture Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^{2}K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^{2}K)
A	0.80	0.42	0.38
B	0.60	0.42	0.38
C	0.55	0.42	0.38
D	0.46	0.35	0.32
E	0.43	0.32	0.30
F	0.41	0.31	0.29

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

TABELLA 4.a	Chiusure trasparenti Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^{2}K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^{2}K)
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

TABELLA 4.b	Vetri Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^{2}K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 luglio 2008 U (W/m^{2}K)	Dall' 1 gennaio 2011 U (W/m^{2}K)
A	5.0	4.5	3.7
B	4.0	3.4	2.7
C	3.0	2.3	2.1
D	2.6	2.1	1.9
E	2.4	1.9	1.7
F	2.3	1.7	1.3

La soluzione progettuale di fatto farà sì che, come previsto dall'*Allegato I* comma 8 del d.lgs 192/2005 e s.m.i., per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993 n. 412, ad eccezione della categoria E.8, si procede alla verifica dell'assenza di condensazioni superficiali e interstiziali e che le condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile, conformemente alla normativa tecnica vigente.
Inoltre si è verificato che, come previsto all'*Allegato I* comma 8 del d.lgs 192/2005 e s.m.i., dove riporta in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva, Im,s, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2, che il valore della massa superficiale Ms delle pareti opache verticali, orizzontali e inclinate, sia superiore a 230 kg/m^2.
I risultati di tali verifiche sono riassunti nella tabella seguente:

STRUTTURA ESTERNA VERTICALE OPACA (intonaco)	**U = 0,299 W/m^{2}K**	**Ulim = 0,36 W/m^{2}K**
STRUTTURA ESTERNA VERTICALE OPACA (facciavista)	**U = 0,299 W/m^{2}K**	**Ulim = 0,36 W/m^{2}K**
STRUTTURA ESTERNA ORIZZONTALE	**U = 0,307 W/m^{2}K**	**Ulim = 0,32 W/m^{2}K**
CHIUSURE TRASPARENTI	**U = 1,605 W/m^{2}K**	**Ulim = 2,4 W/m^{2}K**

Le strutture progettate in tal maniera riescono a garantire i limiti di legge a riguardo del cosiddetto "sfasamento", ovvero la differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massina temperatura sulla superficie interna della stessa.
Il valore ottimale dello sfasamento è di 12-13 ore.
È importante avere uno sfasamento di almeno 8 ore e non minore di 10 ore nelle zone geografiche con climi estivi più impegnativi. Con tali valori di sfasamento infatti, il calore entrerà nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi d'aria. Il suo valore, comunemente sconosciuto e trascurato nella progettazione convenzionale, è di grande influenza soprattutto nel determinare il COMFORT TERMICO estivo e quindi ha notevoli ripercussioni anche sul RISPARMIO ENERGETICO.
I ponti termici verranno di fatto eliminati mediante la fornitura e posa in opera di materiale isolante rispondente ai limiti di legge per trasmittanza di pareti verticali opache rispondendo di fatto a quanto previsto dalle vigenti normative.
Nelle tabelle seguenti si riportano per completezza i valori limite di trasmittanza previsti dalla normativa vigente per le diverse tipologie di strutture.
NOTA: negli elaborati grafici proposti nelle Tavole Architettoniche si è ipotizzata una parete esterna standard di spessore pari a cm 30; come visto in precedenza lo spessore delle pareti esterne al fine di ottimizzare le prestazioni in termini di risparmio energetico dell'involucro edilizio risultano essere previste nello spessore di cm 35.
In ottemperanza all'art. 11 del D.Lgs 115 del 30.05.2008 il maggior spessore della parete non è di fatto conteggiato nel calcolo della SLP.

Punto 4) VERIFICA DEL FABBISOGNO ANNUO DI ENERGIA PRIMARIA DELL'IMMOBILE ED EFFICIENZA ENERGETICA

Il fabbricato è realizzato con struttura portante in cemento armato e tamponamenti del tipo a cassetta in laterizio con isolante intermedio, avente sia le caratteristiche di isolamento termico che caratteristiche di isolamento acustico; la copertura è di tipo piano con solaio in latero-cemento come meglio descritto al paragrafo precedente.
La copertura sarà in tegole in laterizio del tipo a capanna, dove saranno posizionati i pannelli solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica ed i pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria.

Pannelli fotovoltaici: è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici per una superficie di 10,1 mq per ciascuna nuova unità immobiliare (per l'esattezza una stringa a 8 moduli), collocati sulla copertura. I pannelli previsti saranno collocati in modo tale da ridurre al minimo gli effetti dell'ombreggiatura dovuta alla presenza di ostacoli sulla copertura medesima, precisando tuttavia che la produzione di energia elettrica da impianto fotovoltaico risulta essere stata sovrastimata in fase di progetto, garantendo così ampiamente il soddisfacimento dei requisiti normativi anche in condizioni non ottimali con probabile ombreggiamento di una limitata posizione parallela.
Si allega alla presente il fascicolo desunto relativo all'**ipotesi di progetto** (studio di fattibilità) con valutazioni tecniche ed anche di carattere economico, comunque da affinare in sede di progettazione definitiva. Da tale studio si può evincere come i requisiti normativi siano soddisfatti con una buona convenienza anche dal punto di vista economico. ***Allegato A***

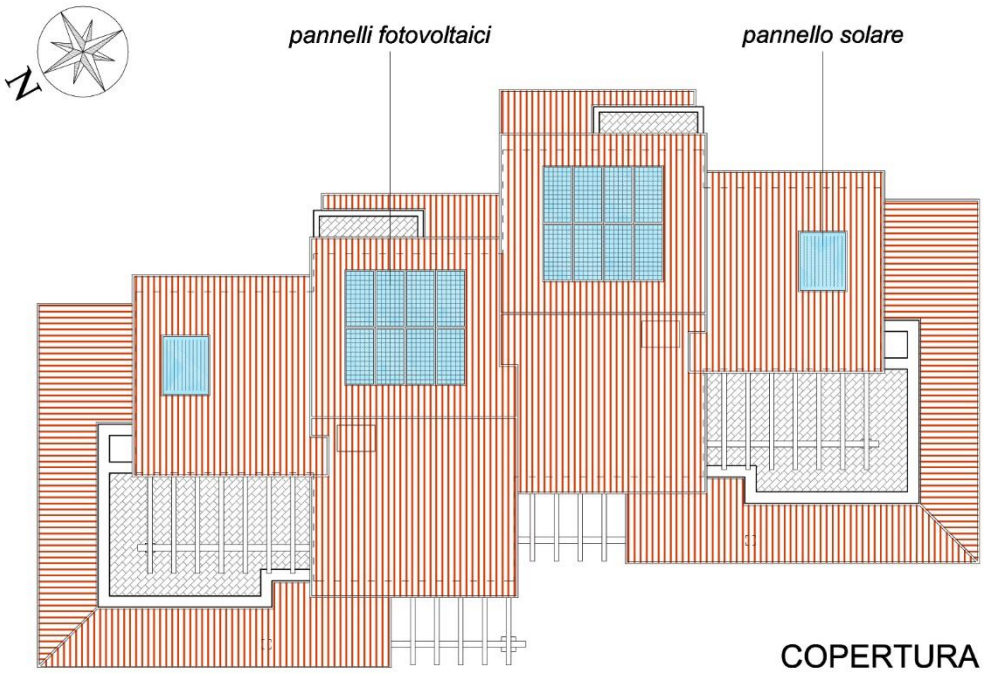
Pannelli solari termici: è prevista l'installazione di un sistema a circolazione forzata costituito da un pannello solare per la produzione di a.c.s., collocato sulla copertura di ciascuna abitazione, e di un bollitore con *accumulo di 200 litri* collocato nel locale tecnico al piano terra, garantendo così il 50% del fabbisogno per ogni u.i.
L'utente finale potrà eventualmente installare un secondo collettore solare.
Dagli sviluppi dei calcoli effettuati (norme UNI-TS 11300), relativi alla determinazione del fabbisogno annuo di energia primaria si ottiene l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPci), che è risultato in sede di progetto definitivo:

- UNITÀ IMMOBILIARE TIPO:
Valore di progetto (EPci): 33,52 kWh/m^{2}anno
Valore limite Tabella 1 – Allegato C (EPciL): 68,20 kWh/m^{2}anno
Verifica: a norma di legge
Riduzione percentuale dell'EPci rispetto all'EPciL: -50,85%

Calcolo della superficie del collettore solare necessario (per 1 u.i.):
comfort medio = 45 litri/persona/dì
zona Centro = 1,0 mq/50 litri/giorno
In estate tutta l'acqua calda sanitaria verrà prodotta dal pannello solare.

Dimensionamento del serbatoio:
Il volume del serbatoio dovrà essere almeno pari a: 4 pers. x 45 litri/pers/dì = 180 litri/dì.

Planimetria Copertura



rapp. 1:200

JRC EUROPEAN COMMISSION

Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 43°30'46" North, 10°19'50" East, Elevation: 23 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.7 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 9.6% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.2%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 24.7%

	Fixed system: inclination=17 deg., orientation=-60 deg.			
Month	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Jan	2.29	71.1	1.73	53.5
Feb	3.61	101	2.71	75.8
Mar	5.44	169	4.14	128
Apr	6.77	203	5.28	158
May	8.00	248	6.38	198
Jun	8.64	259	7.02	210
Jul	8.93	277	7.36	228
Aug	7.87	244	6.44	200
Sep	6.21	186	4.96	149
Oct	4.22	131	3.30	102
Nov	2.64	79.2	2.03	60.8
Dec	2.09	64.8	1.59	49.4
Year	5.57	169	4.42	134
Total for year		2030		1610

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

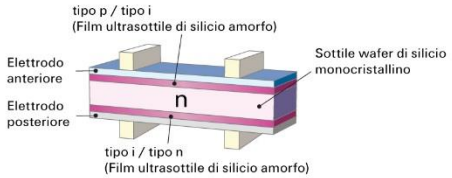
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

MODULO FOTOVOLTAICO TIPO

La tecnologia HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) delle celle fotovoltaiche SANYO è basata su un sottile wafer di silicio monocristallino circondato da un film di silicio amorfo ultrasottile. Questa tipologia di prodotto è caratterizzata da elevati rendimenti e richiede una avanzata tecnologia di realizzazione.

Struttura della cella fotovoltaica HIT



La progettazione della cella fotovoltaica HIT è stata realizzata in collaborazione con la NEDO (Organizzazione per le nuove energie e lo sviluppo tecnologico industriale).

Benefici in Termini di Prestazioni

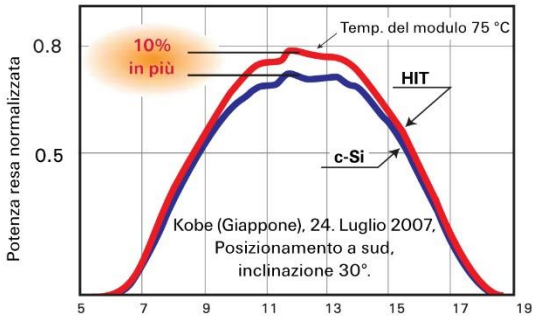
La cella fotovoltaica ed il modulo HIT possiedono il più alto livello di efficienza nella produzione industriale esistente in commercio.

Modello	Efficienza della cella	Efficienza del modulo
HIP-210NKHE1	18,9%	16,7%
HIP-205NKHE1	18,4%	16,3%

Elevato Rendimento ad alte temperature

Alle alte temperature le celle fotovoltaiche HIT sono in grado di mantenere una efficienza più elevata delle celle solari convenzionali al silicio cristallino.

[Variazioni nella potenza erogata a seconda dell'ora del giorno]



Celle solari che rispettano l'ambiente

Più Energia Pulita

HIT è in grado di generare annualmente, a parità di superficie, più energia rispetto a celle solari cristalline convenzionali.

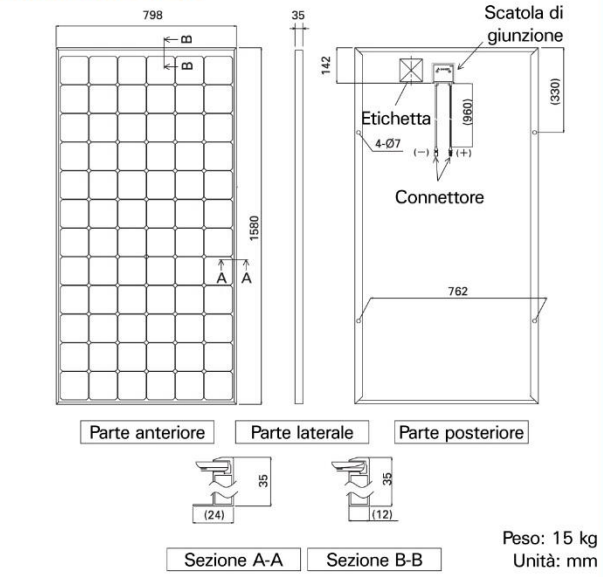
Caratteristiche particolari

I moduli fotovoltaici HIT SANYO sono al 100% esenti da emissioni, non hanno parti in movimento e non producono alcun rumore. Le dimensioni dei moduli HIT permettono di occupare minor spazio per l'installazione e assicurano il raggiungimento della massima potenza possibile per unità di superficie.

	Modelli HIP-xxxNKHE1	
Dati elettrici	**210**	**205**
Potenza massima (Pmax) [W]	210	205
Tensione alla massima potenza (Vpm) [V]	41,3	40,7
Corrente alla massima potenza (Ipm) [A]	5,09	5,05
Tensione di circuito aperto (Voc) [V]	50,9	50,3
Corrente di corto cicuito (Isc) [A]	5,57	5,54
Potenza minima garantita (Pmin) [W]	199,5	194,8
Valutazione della protezione da sovracorrente max. [A]	15	
Tolleranza di resa [%]	+ 10 / -5	
Massima tensione di sistema [Vdc]	1000	
Coefficiente della temp. di Pmax [%/°C]	-0,30	
Voc [V/°C]	-0,127	-0,126
Isc [mA/°C]	1,67	1,66

Nota 1: Condizioni standard: Massa d'aria 1,5; irraggiamento = 1000 W/m², temperatura della cella = 25°C.
Nota 2: I valori della tabella sopraindicata sono valori nominali.

Dimensioni e peso



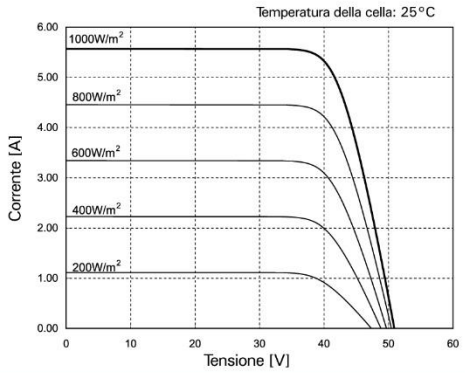
Peso: 15 kg
Unità: mm

Garanzia

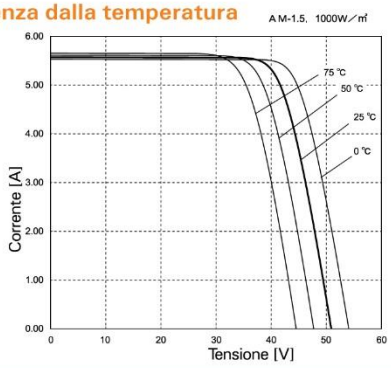
Potenza erogata: 20 anni (80% della potenza minima dichiarata (Pmin))
Difetti di fabbricazione: 2 anni
(Come da termini contrattuali)

Grafico del modello HIP-210NKHE1

Dipendenza dall'irraggiamento



Dipendenza dalla temperatura



Certificati

IEC 61730 IEC 61215

Electrical Protection Class II

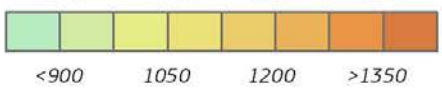
Si prega di contattare il distributore locale per ulteriori informazioni.

Global irradiation and solar electricity potential

Horizontally mounted photovoltaic modules

ITALY / ITALIA

Yearly sum of global irradiation
[kWh/m^2]



Urban area

Water body

Yearly sum of solar electricity generated by 1kW$_p$ system with performance ratio 0.75 [kWh/kW$_{peak}$]

Projection: Lambert Azimutal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°
Source of ancillary data: CORINE Land Cover
DTM SRTM-30
GISCO database
Geonames
Natural Earth

CM SAF Climate Monitoring

Joint Research Centre

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
European Commission • Joint Research Centre
Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit
PVGIS http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Global irradiation and solar electricity potential

Optimally-inclined photovoltaic modules

ITALY / ITALIA

Yearly sum of global irradiation [kWh/m^2]

< 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 > 2200

< 600 750 900 1050 1200 1350 1500 > 1650

Urban area

Water body

Yearly sum of solar electricity generated by 1kW$_p$ system with performance ratio 0.75 [kWh/kW$_{peak}$]

Projection: Lambert Azimutal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°

Source of ancillary data: CORINE Land Cover
DTM SRTM-30
GISCO database
Geonames
Natural Earth

CM SAF Climate Monitoring

Joint Research Centre

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
European Commission • Joint Research Centre
Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit
PVGIS http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

SISTEMA SOLARE TERMICO TIPO

Nuova serie E®

La Nuova Serie E Solahart combina l'elevata performance del collettore piano Bt con un bollitore efficiente ed un controllo intelligente per gestire al meglio acqua calda direttamente dal Sole. Per la maggior parte delle famiglie, la produzione di acqua calda è uno dei più grandi costi energetici e la maggiore causa di emissioni di gas serra. La richiesta energetica per la produzione di acqua calda sanitaria è un gravoso costo che si può ridurre efficacemente con la Nuova Serie E rispettando l'ambiente.

Caratteristiche specifiche

- Collettori solari Solahart mod. Bt o mod. LCS ad alta efficienza certificati Solar Keymark – UNI12975.
- Stazione solare intelligente con display e controllo della velocità del circolatore.
- Facile posizionamento della stazione solare.
- Qualità elevata grazie alla doppia vetrificazione del serbatoio costruito in Svizzera.
- Qualità elevata dello scambiatore di calore.

Vantaggi esclusivi

- Ottime performance in tutte le condizioni climatiche.
- Risparmi sostanziali sui costi di produzione di acqua calda sanitaria
- Facile accessibilità alle connessioni del serbatoio per una installazione senza problemi.
- Tecnologia collaudata.
- Sistema di lunga durata.
- Utilizzo sia residenziale che per piccole attività commerciali.
- Garanzia di 10/2/2 anni:
  10 anni su cllettori e bollitore, 2 anni sui componenti, 2 anni sulla manodopera.
  I particolari sul tagliando di Garanzia.

Bollitori Nuova Serie E							
Modello Bollitore		150/1	200/1	300/2	400/2	600/2	800/2
Capacità	Lt	150	200	300	400	600	800
Pressione di esercizio	bar	6	6	6	6	6	6
Peso (vuoto)	Kg	63	75	100	130	185	235
Pieno	Kg	213	275	400	530	785	1035
Superficie scambiatore solare	m^2	1	1,5	1,9	2,1	3,1	3,2
Tubazioni scambiatore solare	pollici	1"	1"	1"	1"	1"	1¼"
Superficie scambiatore alto	m^2	-	-	1	1	2	1,8
Tubazione scambiatore alto	pollici	-	-	1"	1"	1"	1¼"
Diametro con isolamento	mm	600	600	650	750	750	970
Altezza	mm	970	1215	1570	1500	2000	1980
Connessioni idrauliche fredde	pollici	1¼"	1¼"	1¼"	1¼"	1¼"	2"
Connessioni idrauliche calda	pollici	1¼"	1¼"	1¼"	1¼"	1¼"	2"
Connessione resistenza elettrica	pollici	-	-	1½"	1½"	1½"	1½"

Guida rapida al dimensionamento								
Persone		1-3	2-3	4-5	5-6	6-7	7-9	8-10
Fabbisogno giornaliero a 60°C**	Lt	100	150	200	250	350	450	550
Volume serbatoio	Lt	150	200	200/300	300	400	600	800
Collettore solari mod. Bt	n°	1	1	2	3	3-4	5	7
Modelli Nuova Serie E		151E	201E	202E 302E/2*	303E/2	403E/2 404E/2	605E/2	807E/2

*/2=due scambiatori
** Il consumo di acqua calda ed il numero di collettori dipende anche dalla xona di installazione.

SCHEDA TECNICA COLLETTORE SOLARE **Solahart** mod. Bt

Cod.	Modello	Descrizione
SR3105	Bt	Collettore solare a superficie selettiva titanio

DATI TECNICI

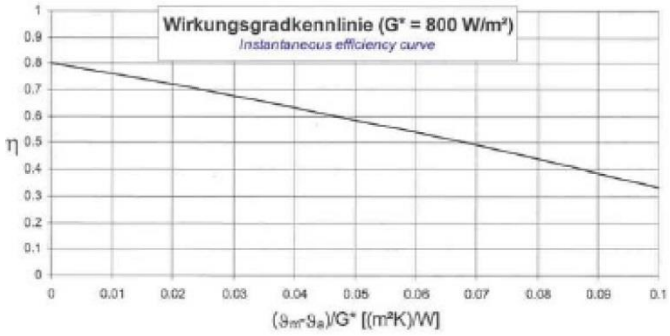
Piastra captante	
Materiale	piastra rame saldata a laser
Finitura piastra captante	superficie selettiva Tinox
Superficie utile	1,86 m²
Canali	n° 13
Diametro canali (interno)	8,1 mm
Distanza tra i canali	74 mm
Contenuto fluido termovettore	2,1 litri
Temperatura di stagnazione	210,3 °C
Pressione di prova	21 bar
Massima pressione di esercizio	14 bar
Assorbimento solare	$\alpha > 0,95$
Perdite di calore	$\varepsilon = 0,05$
Raccorderia	
	boccole fm 20 mm (3/4" BSP)
	in rame/ottone con conici in ottone Xylan 1010/nero; torsione massima 30 Nm
	giunto unione pannello/pannello (fornitura a parte) Cod. SR7121
	raccordo carico glicole con dado (fornitura a parte) Cod. SR7134
	tappo conico con dado (fornitura a parte) Cod. SR7135
Isolamento	
	lana di vetro ecologica
Spessore	38 mm
Densità	12 Kg/ m³
Conducibilità termica	0,032 W/mK
Vetro	
	temperato a basso contenuto di ferro (max. 0,04%)
Trasmittanza	> 89%
Spessore	3,2 mm
	superficie interna a piccoli rilievi (piramidale)
Cassa	
	alluminio Marine grade H3004 temperato H32 (spessore 0,7 mm) con fori rientranti di scarico condensa a ciascun angolo, distanza 15 mm dal bordo, ∅ 4 mm
	blocchetti laterali in polipropilene nero PPK 2032
Collettore completo	
Peso a vuoto	42,0 Kg
Peso in esercizio	45,8 Kg
Dimensioni	1.937x1.022x77 mm
Superficie nominale	2 m²
Certificazioni	ITW SOLAR KEMARK UNI EN 12975

Solahart
solare per natura

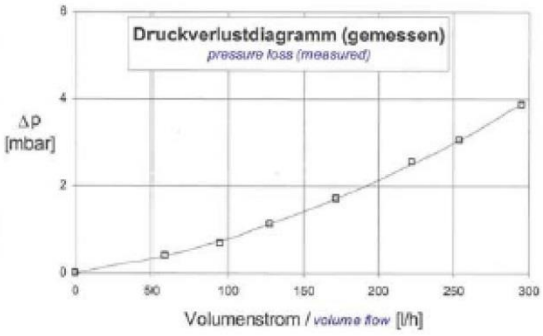
Caratteristiche tecniche principali e performance

Vista frontale della piastra captante

Vista posteriore della piastra captante



Curva di efficienza



Perdite di carico

Specifiche di capitolato collettore **Solahart** mod. Bt

Collettore solare Solahart mod. Bt da 2mq. nominale di superficie composto da:

- Cassa esterna in alluminio Marine Grade resistente all'ambiente salino con fori scarico condensa. Vetro solare temperato a basso contenuto di ferro (max. 0,04%) da 3,2 mm di spessore; trasmittanza > 89%; lavorato a piccoli rilievi nella parte interna; fissato mediante adesivo EPDM; finitura con cornici in lega di alluminio temperato.
- Isolamento in lana ecologica spessore 38 mm; densità 12 Kg/mc e conducibilità termica 0,032 W/mK.
- Piastra captante di tipo piano piatto costituita da due tubazioni collettori di testa in rame collegati tra loro mediante n. 13 tubazioni di rame; piastra di rame saldata a laser trattamento selettivo al titanio tinox; ∅ dei tubi 8,1 mm; distanza tra i tubi 74 mm; assorbimento > 95%; perdite di calore 0,05%.
- Connessioni mediante raccorderia in rame con coni in ottone Xylan1010/nero.

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: progetto Lemmi Fortunato **VALIDO FINO AL:** 30/06/2026

APE 2015

DATI GENERALI

Destinazione d'uso
- [x] Residenziale
- [ ] Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: **E1 (1)**

Oggetto dell'attestato
- [x] Intero edificio
- [ ] Unità immobiliare
- [ ] Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- [x] Nuova costruzione
- [ ] Passaggio di proprietà
- [ ] Locazione
- [ ] Ristrutturazione importante
- [ ] Riqualificazione energetica
- [ ] Altro:

Dati identificativi

Regione: TOSCANA
Comune: LIVORNO (LI)
Indirizzo: Via della Fontanella - Livorno
Piano: T-1
Interno:
Coordinate GIS: Lat: 43°32' '' Long: 10°19' ''

Zona climatica: D
Anno di costruzione: -
Superficie utile riscaldata (m^2): 85,00
Supeficie utile raffrescata (m^2):
Volume lordo riscaldato (m^3): 255,00
Volume lordo raffrescato (m^3):

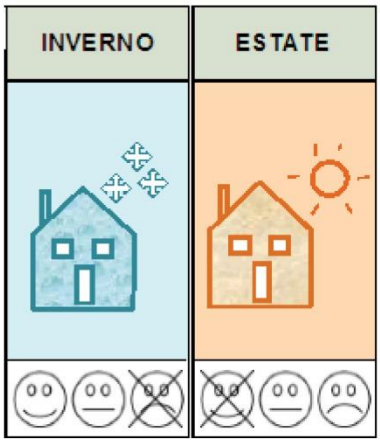
Comune catastale	LIVORNO (E625)	Sezione		Foglio	65	Particella	751-1236
Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a
Altri subalterni								

Servizi energetici presenti
- [x] Climatizzazione invernale
- [ ] Climatizzazione estiva
- [ ] Ventilazione meccanica
- [x] Prod. acqua calda sanitaria
- [ ] Illuminazione
- [ ] Trasporto di persone o cose

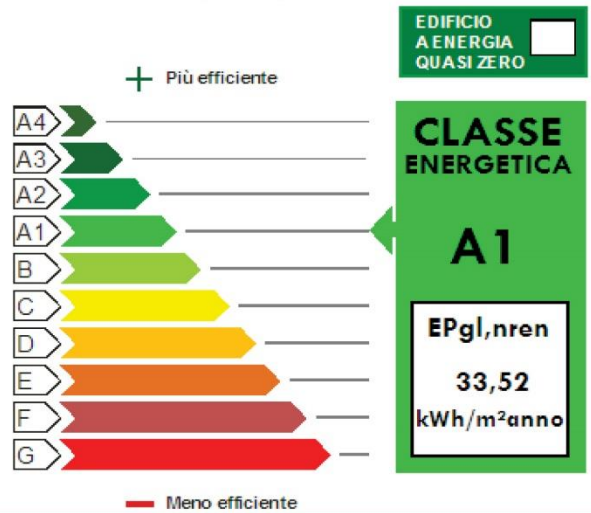
PRESTAZIONE ENERGETICA E GLOBALE DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, a netto dei rendimento degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato



Prestazione energetica globale



Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:

Se esistenti:

Punto 5) **RISPARMIO DELLE RISORSE AMBIENTALI**

Ciascuna abitazione in progetto sarà dotata di fonti energetiche rinnovabili mediante l'installazione di impianto per la produzione di energia elettrica tramite sistema fotovoltaico, in modo da garantire una potenza nominale installata non inferiore a 1,35 kW per ciascuna unità immobiliare (come da verifica di cui al D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii.), e mediante l'installazione di impianto per la produzione di acqua calda sanitaria da energia solare per almeno il 50% del fabbisogno annuale.
Il fabbricato sarà pertanto dotato di impianti idrici che adottano soluzioni atte ad assicurare il risparmio e l'equa disponibilità di acqua potabile, quali ad esempio:
a) sistemi per rubinetteria: limitatori di flusso, diffusori / aeratori, interruttori meccanici di flusso, rubinetti monocomando;
b) sistemi per water: limitatori di scarico, cassette per wc con interruzione di scarico, scarico wc con doppio pulsante, limitatori di riempimento.
Sarà inoltre realizzato un idoneo sistema per il riutilizzo delle acque meteoriche provenienti dalla copertura delle unità abitative, che potranno essere utilizzate sia per l'irrigazione del giardino sia per il lavaggio delle aree pavimentate esterne, la cui cisterna o serbatoio di accumulo, esterno all'edificio sarà di tipo interrato. *(vedi schema fognature)*
Si esclude il riutilizzo delle acque meteoriche per uso sanitario.
La cisterna per il recupero delle acque piovane sarà costituita da un serbatoio completamente interrato e vi saranno convogliate le acque provenienti sia dal capannone sia dalle abitazioni in progetto.

Quantità d'acqua piovana raccolta:

Quantità d'acqua piovana raccolta:
- S: Sommatoria delle superfici captanti in proiezione orizzontale
- Y: Coefficiente di deflusso in funzione del tipo di superficie
- P: Quantità delle precipitazioni medie annue per la città di Livorno (mm)
- Hfil: Efficacia del Filtro (indicata dal produttore)

S x Y x P x Hfil = (mq 152 + mq 385) x 0,9 x 759 mm x 0,95 = 348483 Litri/anno = 348 m^3/anno
348483 Litri/anno / 365 giorni = 955 Litri/giorno (captazione media giornaliera)
955 Litri/giorno x 23 giorni (periodo massimo con assenza di precipitazioni) = 21965 Litri

Considerata la capacità di captazione, si prevede l'installazione di una cisterna in vetroresina opportunamente dimensionata. Dall'archivio della stazione meteorologica di Livorno, analizzando il periodo trentennale compreso fra l'anno 1961-1990, si desume che la media annuale in cui si può verificare assenza consecutiva di precipitazione è di giorni 23. Considerando che il fabbisogno giornaliero di un'abitazione nuova, nell'ipotesi di utilizzare l'acqua piovana raccolta per l'irrigazione del giardino e il lavaggio delle aree pavimentate esterne, è pari a 220 litri/giorno per unità immobiliare, moltiplicando il consumo giornaliero per giorni 23 *(assenza di precipitazioni)* otteniamo per il fabbricato litri 10.120 (arrotondato per difetto 10.000 lt.), che corrispondono alla capacità complessiva del fabbisogno idrico. Visto che nella cisterna di recupero delle acque meteoriche saranno convogliate anche le acque piovane provenienti dal capannone ad uso agricolo in progetto, e che le acque recuperate ad uso del capannone serviranno esclusivamente per il lavaggio delle pavimentazioni esterne, si prevede in via preliminare che il fabbisogno idrico sia ampliato del 50%, per cui la cisterna avrà una capienza di 15.000 litri (*(cisterna RA150P con capienza di lt. 15.000)*.

ACQUA RAIN PLUS

Il sistema Acqua Rain Plus è completato da un sistema di filtrazione 50/80µm e disinfezione finale prima dell'utilizzo.

Particolarmente indicato al riutilizzo delle acque meteoriche nelle zone dove quest'ultime potrebbero subire contaminazioni sia organiche che atmosferiche.

Il sistema di recupero acque piovane **Acqua Rain** è costituito da una sezione di filtrazione **Filtro Foglia** per il trattenimento dei corpi grossolani (foglie, detriti ecc..), un serbatoio di accumulo in polietilene da interro, una pompa comandata da un pressostato.

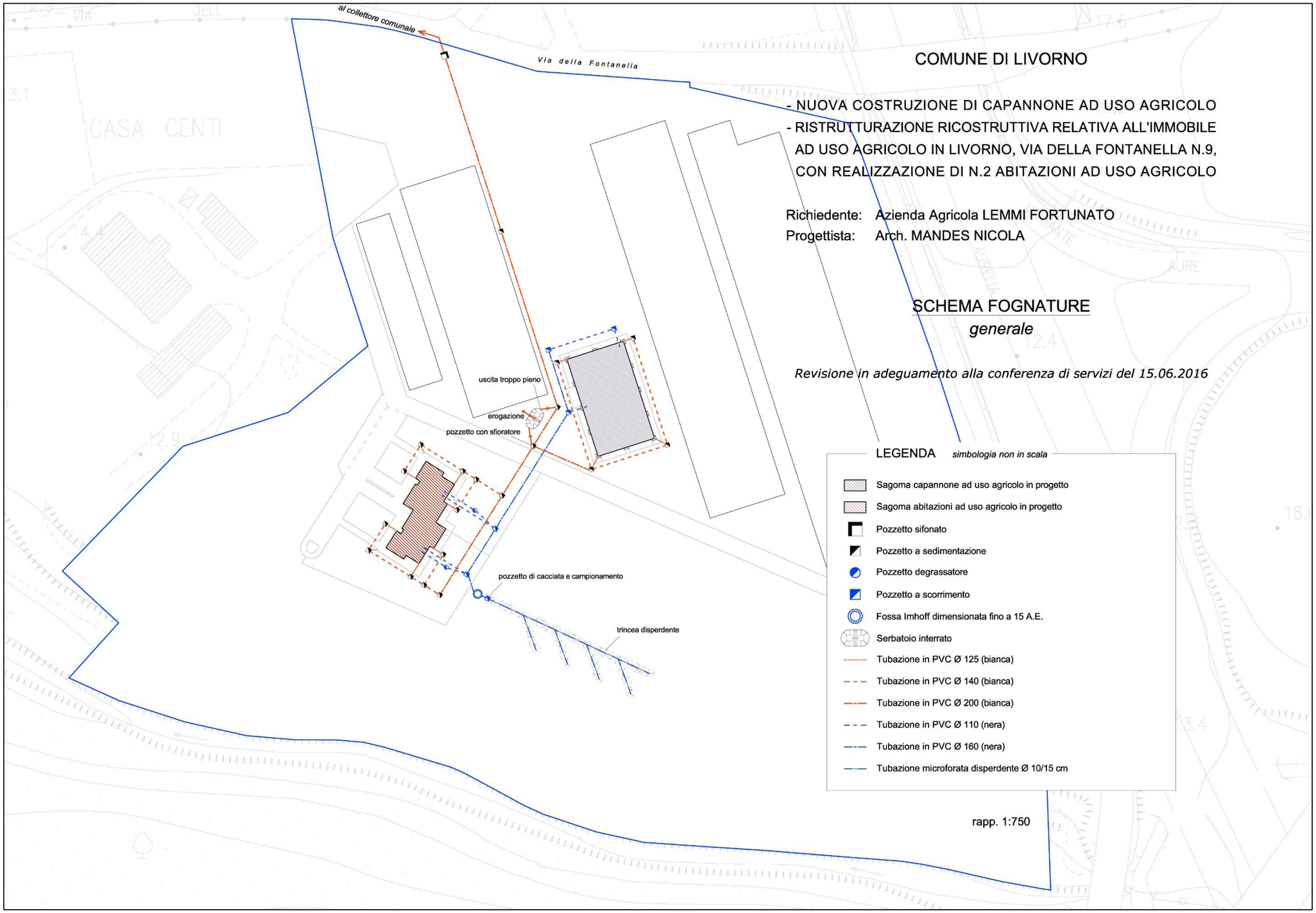
Pompa interna kW 0,55	codici	volume mc	larghezza cm	lunghezza cm	altezza cm	coperchi n°	Portata nominale max lt/min	Prevalenza m	filtrazione grado-altezza µm-pollici	disinfezione dimensioni cm	disinfettante soluzione 10%	tubazione ø in mm	tubazione ø out pollici
	RA020P	2000	130	130	180	25&45	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA036P	3600	170	250	186	1x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA050P	5000	175	275	185	1x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA100P	10000	200	400	225	1x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA150P	15000	200	600	225	3x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA200P	20000	200	770	225	4x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA250P	25000	200	940	225	5x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA300P	30000	200	1110	225	6x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA350P	35000	200	1280	225	7x70	20-75	43,4-15,9	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"

Pompa interna kW 0,75	codici	volume mc	larghezza cm	lunghezza cm	altezza cm	coperchi n°	Portata nominale max lt/min	Prevalenza m	filtrazione grado-altezza µm-pollici	disinfezione dimensioni cm	disinfettante soluzione 10%	tubazione ø in mm	tubazione ø out pollici
	RA021P	2000	130	130	180	25&45	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA037P	3600	170	250	186	1x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA051P	5000	175	275	185	1x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA101P	10000	200	400	225	1x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA151P	15000	200	600	225	3x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA201P	20000	200	770	225	4x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA251P	25000	200	940	225	5x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA301P	30000	200	1110	225	6x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA351P	35000	200	1280	225	7x70	20-75	56,7-21,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"

Pompa interna kW 1,1	codici	volume mc	larghezza cm	lunghezza cm	altezza cm	coperchi n°	Portata nominale max lt/min	Prevalenza m	filtrazione grado-altezza µm-pollici	disinfezione dimensioni cm	disinfettante soluzione 10%	tubazione ø in mm	tubazione ø out pollici
	RA022P	2000	130	130	180	25&45	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA038P	3600	170	250	186	1 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA052P	5000	175	275	185	1 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	125	1"
	RA102P	10000	200	400	225	1 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA152P	15000	200	600	225	3 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA202P	20000	200	770	225	4 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA252P	25000	200	940	225	5 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA302P	30000	200	1110	225	6 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"
	RA352P	35000	200	1280	225	7 x70	20 - 75	77,6-31,7	50-20"	51x74x67	ipoclorito	160	1"

Prolunghe	Codice	Prolunga applicabile
	P2525	Prolunga opzionale ø 25 H 25 cm
	P4525	Prolunga opzionale ø 45 H 25 cm
	P7050	Prolunga opzionale ø 70 H 50 cm

SCHEMA FOGNATURE *(fuori scala)*



Punto 5) UTILIZZO DI MATERIALI ECO E BIO-COMPATIBILI

In architettura la definizione di materiali eco e bio compatibili, sta ad indicare la caratteristica dei materiali/componenti/sistemi, che consentono un equilibrato inserimento nel contesto naturale, evitando qualsiasi effetto nocivo sulla salute degli esseri umani.

Gli effetti che i diversi materiali hanno dipendono da diversi fattori come l'origine, il ciclo di lavorazione dello stesso ma anche l'adeguatezza del materiale una volta posato in opera. Il ciclo di vita dei materiali viene valutato dall'origine del materiale stesso, ovvero dall'estrazione delle materie, fino alla fine della sua vita utile valutando tutti gli effetti di questo sulla salute dell'uomo e sulla salvaguardia dell'ambiente.

Fino alla fine del XIX secolo, i materiali da costruzione erano tutti naturali: pietra, laterizio, legno, argilla cruda o cotta, calce.
Architetture ed abitazioni erano costruiti con materiali prevalentemente reperiti in loco le cui caratteristiche o tecniche applicative erano note perché tramandate nel corso della storia. Con la rivoluzione industriale e soprattutto con l'avvento dell'industria petrolchimica, nelle abitazioni sono entrati materiali completamente nuovi e spesso estranei alle abitudini e consuetudini abitative dell'uomo, trasformando la casa da "ambiente vivo e salutare" in "ambiente completamente artificiale e potenzialmente aggressivo".

Si dovranno evitare componenti che possano creare ambienti artificiali, e possano stimolare l'insorgenza di patologie e/o di manifestazioni allergiche.
I materiali da preferire dovranno essere di facile reperibilità, sicuri per l'ambiente in fase di produzione e trasformazione, durevoli nel tempo e facilmente smaltibili, riutilizzabili e riciclabili; dovranno essere classificati a cosiddetto *basso consumo energetico*.
È necessario quindi che:

1. derivino da materie rinnovabili
2. non siano energivori *(ovvero non ci siano dispendi eccessivi di energia nella fase del ciclo vitale del materiale, che va dalla reperibilità, alla trasformazione, al trasporto, all'uso, ed infine al suo riutilizzo quale materiale da riciclare)*
3. non arrechino danni alla salute dell'uomo
4. siano riciclabili e riutilizzabili
5. che siano possibilmente di provenienza locale, nel rispetto delle tradizioni culturali
6. che abbiano un corretto inserimento nell'ambiente, rapportandosi nel contesto esistente

I materiali selezionati per la costruzione del complesso residenziale in progetto, dovranno essere quindi rispondenti alle caratteristiche di bio-eco-compatibilità. Dovranno inoltre essere rispondenti alle normative vigenti in termini di isolamento termico ed acustico.
I materiali principalmente utilizzati saranno:

- Cemento armato del tipo tradizionale, posto in opera, per la realizzazione della struttura portante del fabbricato.
- Il laterizio, sarà utilizzato sia per la realizzazione dei tamponamenti esterni, sia per la realizzazione delle contropareti sia delle tramezzature. Saranno da preferire i doppi UNI e/o

quadri UNI per le tamponature esterne, e i mattoni forati sia per le tramezzature sia per le contropareti.

- Mattoni fatti a mano da lasciare a vista; il mattone è un prodotto utilizzato sin dall'antichità in edilizia. Il mattone crudo viene essiccato ad una temperatura di 100° C per 18 ore, in seguito per conferire durata e inalterabilità si rende necessaria una cottura a 1000° C, terminato il procedimento di cottura acquisisce delle proprietà fondamentali che sono resistenza, antigelività, traspirabilità, porosità e capacità osmotica.
- Dovranno essere evitati i leganti a base cementizia, e preferiti quelli a base calce.
- Malte per intonaco grezzo di sottofondo traspirante, antimuffa, a base di calce idraulica cotta a basse temperature macroporosa, naturale, sia per interni che esterni, in alternativa malte premiscelate, confezionate con legante naturale senza aggiunta di additivi di sintesi.
- Colle e sostanze adesive naturali derivanti da materie che sono presenti in natura. Devono risultare prive di solventi, non emettere gas tossici e prodotti con tecniche a basso impatto ambientale.
- Isolanti di origine minerale, per l'isolamento termo-acustico, permeabili al vapore e traspiranti.
- Pittura murale pronta al silicato di potassio; previene muffe e condense; deve risultare priva di sostanze di sintesi chimica e derivati dal petrolio.
- Infissi esterni in legno lamellare, garantiscono stabilità, resistenza, omogeneità e bellezza. La sua composizione ottenuta sovrapponendo più lamelle a fibra contrapposta per aumentarne la stabilità, fanno del lamellare un prodotto unico, altamente tecnologico e inalterabile nel tempo. La scelta del legno lamellare permette altresì la riduzione degli sprechi nella lavorazione, riduce pertanto il consumo di materia prima.
- Persiane a stecca fissa e/o orientabile in legno lamellare, idem come sopra.
- Pavimenti e rivestimenti, realizzati con componenti naturali, riciclabili e non inquinanti, che non abbiano sostanze tossiche nel ciclo produttivo.
- Manufatti in ferro e acciaio realizzati con zincatura a caldo che garantisce un risultato di massima eco-efficacia, garantendo una lunga conservazione ed una forte resistenza agli agenti atmosferici. Alla fine del ciclo di vita dello strato protettivo di zinco, il ferro o l'acciaio di costruzione è rimasto integro ed il manufatto è interamente riutilizzabile e completamente integro, non ha perso niente della massa iniziale, e può essere nuovamente zincato, oppure può essere reso in acciaieria restituendo al consumo tutta la quantità di materiale sottratta all'ecosistema al momento della costruzione.

Per l'eliminazione dei ponti termici in corrispondenza delle travi e dei pilastri verranno utilizzati materiali isolanti certificati.

Possiamo a questo punto giungere alla conclusione che attraverso lo studio del contesto e degli scambi energetici tra ambiente esterno ed edificio è possibile, procedendo per fasi, ottimizzare l'efficienza energetica, ottenendo un guadagno in termini economici e di benessere per l'uomo e per l'ambiente.

Livorno, 30.06.2016

Nicola Mandes Architetto

Allegato A

RISTRUTTURAZIONE RICOSTRUTTIVA CON REALIZZAZIONE DI N.2 ABITAZIONI AD USO AGRICOLO IN LIVORNO, via della Fontanella

IPOTESI DI PROGETTO

RELATIVO A N.1 ABITAZIONE

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 1,68 KWp

COMMITTENTE:

AZIENDA AGRICOLA LEMMI FORTUNATO

CONTENUTI

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO
DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE
ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO
- Sito di installazione
- Descrizione dell'impianto
- Calcolo del fabbisogno
- Radiazione solare e analisi delle ombre

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI
- Generatore fotovoltaico
- Strutture di sostegno dei moduli
- Gruppo di conversione
- Quadri elettrici
- Cavi elettrici e di cablaggio
- Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO
VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE
ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- □ 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 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- □ CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- □ CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- □ CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- □ CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- □ CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- □ CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- □ CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- □ CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- □ CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
- □ CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: 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 - Parte 1: Definizioni;
- □ CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie composta da:
    - o CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
    - o CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
    - o CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);

- □ CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- □ CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- □ CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- □ 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 EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
  - o CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
  - o CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
  - o CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
  - o CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- □ CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- □ CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- □ UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- □ CEI EN 61173 (CEI 82-4): Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia
- □ CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- □ IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- □ D.M. 37/2008 e successive modificazioni per la sicurezza elettrica.
- □ D. Lgs. 09/04/08 n° 81 Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della pubblicazione del presente elaborato, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.
Gli impianti fotovoltaici dovranno essere realizzati rispettando le seguenti condizioni:

$$\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 * P_{nom} * I / I_{STC}}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm$ 2%;
P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm$ 3;
I_{STC} pari a 1000 W/m^2 è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
Tale condizione sarà verificata per I > 600 W/m^2.

$$\mathbf{P_{ca} > 0.9 * P_{cc}}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm$ 2%;
Tale condizione sarà verificata per P_{ca} > 90% della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.
Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 1680 Wp.

Dati relativi al committente	
Committente:	Azienda Agricola Lemmi Fortunato
Indirizzo:	Via della Fontanella, 9 - 57128 Livorno
Recapito telefonico:	-
Codice fiscale / Partita IVA:	LMMFTN53H26E625U / 01284960497

Località di realizzazione dell'intervento	
Indirizzo:	Via della Fontanella - 57128 Livorno
Destinazione d'uso dell'immobile:	Azienda agricola o agrituristica
Potenza contrattuale:	3 kW
Tariffa:	D2
Cod. cliente ENEL Distribuzione S.p.A.:	-
Intestatario utenza:	sig. Lemmi Fortunato
Tipologia fornitura:	mono

Dati relativi al posizionamento del generatore FV	
Posizionamento del generatore FV:	Installazione su tetto a falda
Angolo di azimut del generatore FV:	-60°
Angolo di tilt del generatore FV:	17°
Fattore di albedo:	Erba verde
Fattore di riduzione delle ombre K_{ombre}:	0,95

SITO DI INSTALLAZIONE

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a -60° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 17° (tilt).
Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile. L'impianto sarà installato in un edificio non soggetto a vincoli paesaggistici.
E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,95.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 8 moduli, per una superficie totale dell'impianto di 10,1 m².
Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Livorno.
In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LIVORNO.
E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre pari a 0,95.

Irraggiamento solare a LIVORNO
in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a -60° rispetto al Sud
ed inclinati rispetto all'orizzontale di 17°
Fattore di albedo scelto: Erba verde

Mese	*Giornaliero*				*Mensile*
	Radiazione Diretta (Wh/m²)	*Radiazione Diffusa (Wh/m²)*	*Radiazione Riflessa (Wh/m²)*	**TOTALE** (Wh/m²)	**TOTALE** (kWh/m²)
Gennaio	1060	706	9	**1775**	**55**
Febbraio	1584	1005	13	**2603**	**73**
Marzo	2274	1413	20	**3707**	**115**
Aprile	3292	1820	28	**5141**	**154**
Maggio	4201	2038	36	**6275**	**195**
Giugno	4580	2147	39	**6765**	**203**
Luglio	5342	1875	41	**7258**	**225**
Agosto	4575	1739	35	**6349**	**197**
Settembre	3463	1440	26	**4929**	**148**
Ottobre	2437	1087	18	**3542**	**110**
Novembre	1215	788	10	**2013**	**60**
Dicembre	939	625	7	**1571**	**49**
Tot. annuale					**1583**

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo "Sanyo HIP-210NKHE1" con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.
Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

Numero moduli:	8
Potenza nominale	210 Wp
Celle:	Silicio monocristallino alta efficienza
Tensione circuito aperto V_{OC}	50,9 V
Corrente di corto circuito I_{SC}	5,57 A
Tensione V_{MP}	41,3 V
Corrente I_{MP}	5,09 A
Grado di efficienza:	18,9 %
Dimensioni:	1580 mm x 798 mm

La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di 8 x 210 Wp = 1680 Wp.
Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

Numero di stringhe	1
Numero di moduli per stringa	8
Tensione V_{MP} a 25°C	330,4 V
Corrente I_{MP} a 25°C	5,09 A x 1 = **5,09 A**
Superficie complessiva moduli	1580 mm x 798 mm x 8 = **10,1 m²**

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.
I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà sezionabile per interventi in caso di guasto, manutenzione etc.
La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 17° (tilt) e ha un orientamento azimutale a -61° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Installazione su tetto a falda.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.
Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- □ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- □ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- □ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- □ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- □ Conformità marchio CE.
- □ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- □ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- □ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- □ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da n° 1 inverter tipo "Fronius IG 15".
Le caratteristiche tecniche dell'inverter scelto sono le seguenti:

Potenza massima in uscita:	1400 Wp
Tensioni in ingresso consentite:	150 – 400 V
Corrente massima in ingresso:	10 A
Efficienza:	94 %
Peso:	9 kg

QUADRI ELETTRICI

Quadro lato corrente continua
Si prevede di installare un quadro sul lato DC di ogni convertitore per il sezionamento e la protezione delle stringhe.
Quadro di parallelo lato corrente alternata
Si prevede di installare un quadro di parallelo sul lato AC, all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete (qualora fosse previsto).

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- □ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- □ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- □ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- □ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- □ Conduttore di fase: grigio / marrone
- □ Conduttore per circuiti in C.C.: positivo con "+" e negativo con "–"

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il convertitore è predisposto per il monitoraggio ed il controllo da remoto.
Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità dell'inverter installato con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (tensione, corrente, potenza etc..).
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici, singolarmente sezionabili e provviste di protezioni contro le sovratensioni.
Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

Qualora l'inverter non fosse fissato nella struttura di sostegno, la stessa non dovrà essere collegata all'impianto di terra in quanto si utilizzano moduli in classe II e cavo a doppio isolamento o ad isolamento rinforzato.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti a -60° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 17° con un fattore di albedo scelto: Erba verde risulta essere pari a 1583 kWh/m².
La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$\mathbf{P_{STC} = P_{MODULO} \times N°_{MODULI} = 210 \times 8 = 1680\ Wp}$$

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) del 85% che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$\mathbf{P_{CA} = P_{STC} \times 85\% = 1428\ Wp}$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$\mathbf{E\ [kWh/anno) = (I \times A \times K_{ombre} \times R_{MODULI} \times R_{BOS})}$$

In cui:
I = irraggiamento medio annuo = 1583 kWh/m²
A = superficie totale dei moduli = 10,1 m²
K_{ombre} = Fattore di riduzione delle ombre = 0,95
R_{MODULI} = rendimento di conversione dei moduli = 18,9%
R_{BOS} = rendimento del B.O.S. = 85%

Pertanto, applicando la formula abbiamo:

E = (1583 x 10,1 x 0,95 x 18,9% x 85%) = 2440 kWh/anno
Il valore di 2440 kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno, se non vi sono interruzioni nel servizio.

I misuratori di energia prodotta saranno due:

- □ un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia scambiata con la rete (M1), installato presso il punto di consegna a cura del Distributore di Energia Elettrica.
- □ un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia (M2) con visualizzazione della quantità di energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico ai fini del riconoscimento della tariffa incentivante prevista dal DM 19/02/2007, installato in uscita del gruppo di conversione a cura del Distributore di Energia Elettrica.

Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- □ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- □ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- □ messa a terra di masse e scaricatori;
- □ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) condizione da verificare: $\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 * P_{nom} * I / I_{STC}}$;

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ± 2%;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m²] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del ± 3%;
- I_{STC}, pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per I > 600 W/m².

b) condizione da verificare: $\mathbf{P_{ca} > 0{,}9 * P_{cc}}$.

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m².

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

a') $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0{,}08) * P_{nom} * I / I_{STC}$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv}, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel}, possono essere determinate da:

- □ $P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

- □ $P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$

in cui:

- γ: Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4÷0,5 %/°C).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40÷50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb}: Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel}:è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO_2 (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- □ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- □ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- □ dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08;

- □ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- □ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- □ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- □ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

NOTA: il presente fascicolo nei suoi contenuti, a riguardo di specifici prodotti, componenti, accessori, deve intendersi a mero livello di studio di fattibilità, ovvero suscettibile di modifica e affinamento in sede di progettazione definitiva.