



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Relazione relativa all'attività A: Contributo allo sviluppo di sistemi di  
illuminazione intelligenti per la gestione della "Smart Street"  
Parte seconda: Concept - P.L.U.S. (Public Lighting Unit System)

*Maurizio Rossi, Fulvio Musante, Daria Casciani*



RELAZIONE RELATIVA ALL'ATTIVITÀ A: CONTRIBUTO ALLO SVILUPPO DI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE INTELLIGENTI PER LA GESTIONE DELLA "SMART STREET"  
PARTE SECONDA: CONCEPT - P.L.U.S. (PUBLIC LIGHTING UNIT SYSTEM)

Maurizio Rossi, Fulvio Musante, Daria Casciani (Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica

Responsabile Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA



POLITECNICO DI MILANO  
INDACO  
DIPARTIMENTO DI  
INDUSTRIAL DESIGN  
DELLE ARTI  
DELLA COMUNICAZIONE  
E DELLA MODA

**Accordo di collaborazione tra ENEA e Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO, nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2008-2009, Progetto 3.2 “Tecnologie per il risparmio elettrico nell’illuminazione pubblica”, per una attività di ricerca dal titolo: “Advance LED Lighting Design nell’Illuminazione Pubblica “.**

Relazione relativa all’attività A: Contributo allo sviluppo di sistemi di illuminazione intelligenti per la gestione della “Smart Street”

Parte seconda: Concept - P.L.U.S. (Public Lighting Unit System)

Milano, 20.5.2011

Il responsabile scientifico della ricerca

Prof. Maurizio Rossi

Politecnico di Milano



Public Lighting Unit System

20 Maggio 2011

**Design Direction**  
Politecnico di Milano  
Dipartimento INDACO  
Laboratorio Luce





Accordo di collaborazione tra ENEA e Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO, nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2008-2009, Progetto 3.2 "Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica", per una attività di ricerca dal titolo: "Advance LED Lighting Design nell'Illuminazione Pubblica"



PLUS | Concept

Visione | Ogni sorgente ha la sua forma  
Overview | Modulo e sistema modulare  
Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica  
Progetto | Dimensionamento geometrico del modulo



PLUS | Modulo senza vetro

Progetto | Moduli PLUS T-DN e T-DW  
Progetto | Dimensioni del modulo PLUS (T-DN)  
Progetto | Render  
Progetto | Materiali e finiture  
Progetto | Componenti del modulo PLUS (T-DN)  
Progetto | Componenti del modulo PLUS (T-DW)



PLUS | Modulo con vetro

Progetto | Moduli PLUS T-DN e T-DW  
Progetto | Dimensioni del modulo PLUS (T-DN)  
Progetto | Render  
Progetto | Dissipazione termica  
Progetto | Dissipatore  
Progetto | Alimentazione e Controllo



Progetto | Considerazioni



PLUS | Concept Sistema

Plus | Configurazioni  
Plus | Moodboard  
Plus | Concept  
Concept | Windy  
Concept | Stem  
Concept | Aracne



**PLUS | Concept modulo**

## VISIONE

---

- +** **LESS**, riduzione volta all'innovazione
- +** **OPEN SYSTEM**, longevità e modificabilità
- +** **RESPONSIBILITY**, efficienza ed efficacia ecologica

# Overview | Modulo e sistema modulare

Descrizione

Immagine

L'apparecchio per esterni classico è stato ripensato e ridisegnato in maniera completamente nuova, sia nella concezione dell'intero sistema sia nella forma che le nuove sorgenti di illuminazione LED dovrebbero avere.

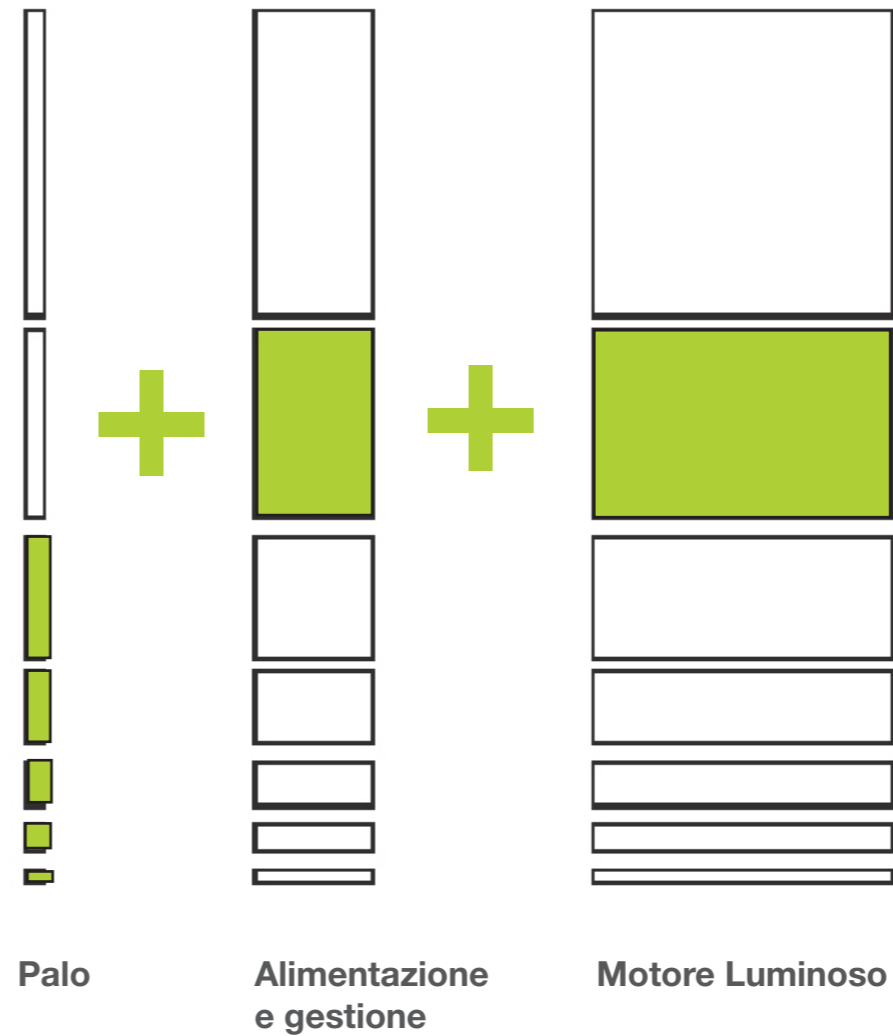
Il concept del modulo e del sistema modulare si allontana completamente dal concetto di apparecchio monoblocco che ospita tutti gli elementi funzionali all'illuminazione (testa luminosa e componenti elettriche) all'interno di una scocca unica posta in testa al palo.

Il design del modulo e del sistema modulare prevede la distinzione in più componenti o blocchi logici funzionali del sistema di illuminazione al fine di ottenere un sistema riconfigurabile, flessibile, facilmente manutenibile e con una forma funzionale estremamente nuova rispetto alla tradizione.

Il processo di scomposizione e ricomposizione funzionale prende il nome di **design by components** ed ha un duplice scopo: da un lato disegnare un oggetto più funzionale e più sostenibile perchè composto da elementi facilmente disassemblabili e sostituibili separatamente (in base al proprio ciclo di vita); dall'altro determina, in maniera quasi automatica, un'estetica e una forma completamente autonomi rispetto al tradizionale apparecchio di illuminazione per esterni.

L'apparecchio di illuminazione PLUS non è quindi un unico elemento monoblocco ma, diversamente, è caratterizzato da tre blocchi logici funzionali che permettono, grazie alla ricombinazione delle parti e al design di un sistema aperto, diverse configurazioni e possibili applicazioni.

## DESIGN BY COMPONENTS



# Overview | Modulo e sistema modulare

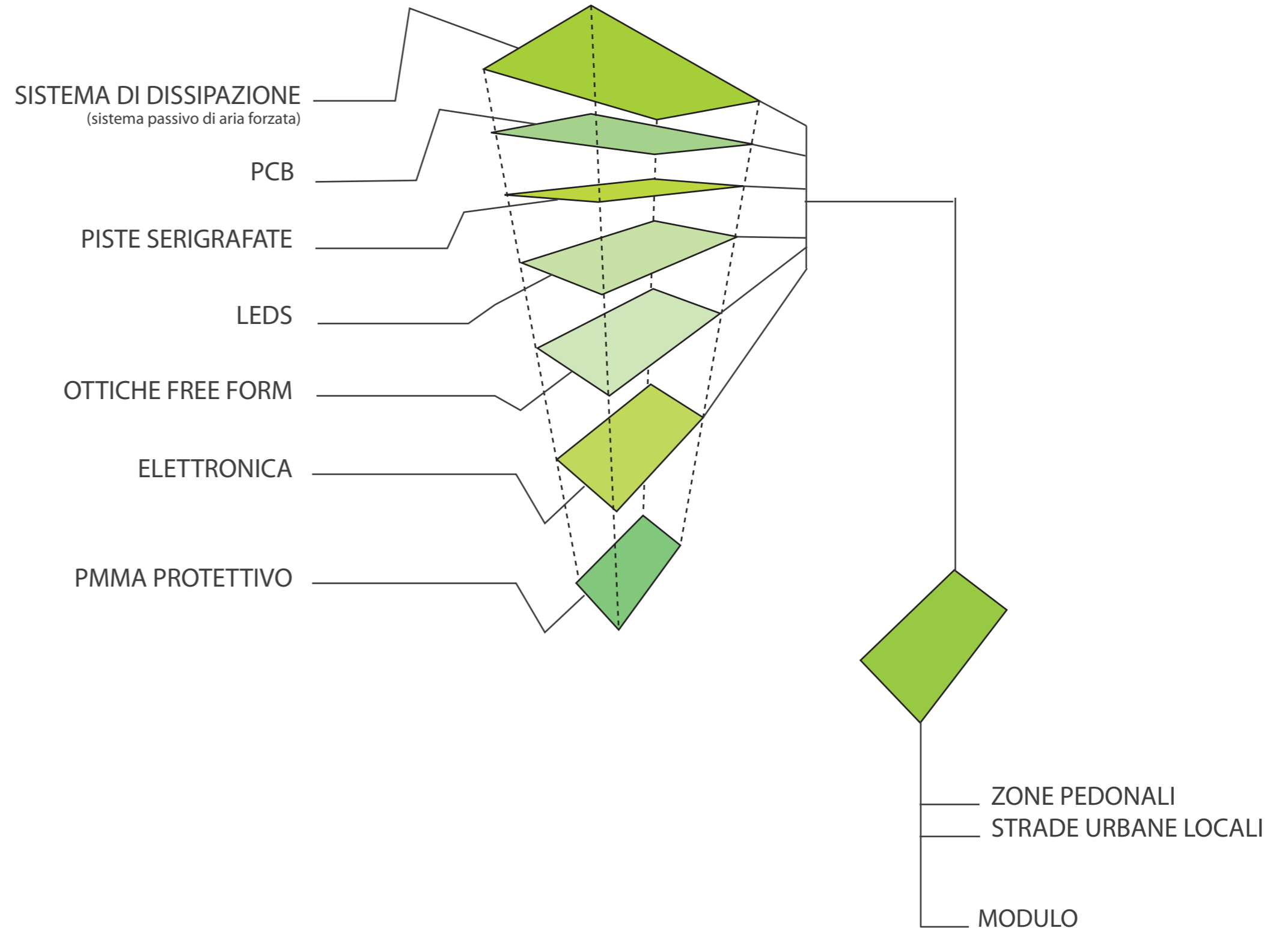
Descrizione

Immagine

Il modulo è caratterizzato da una sovrapposizione di una serie di layer funzionali ed è ridotto al minimo dei componenti e degli spessori utili alla funzionalità del sistema.

Il modulo è sostanzialmente il blocco logico di luce perchè provvisto dei LEDs e ottiche free form.

I layer da cui è composto il modulo sono rappresentati nello schema a lato.



# Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica

Descrizione

Immagine

La progettazione del modulo LED prevede una prima fase di selezione dei LED e delle ottiche e analisi delle fotometriche che queste lenti riescono a produrre.

Dopo un'attenta analisi comparativa di due soluzioni costituite da LED e LENTI TIR FREE FORM volta a determinare le migliori performance illuminotecniche e di design rispetto al modulo LED, si è scelto di proseguire la progettazione rispetto alla soluzione che, a livello di design, risulta maggiormente declinabile secondo diverse configurazioni funzionali.

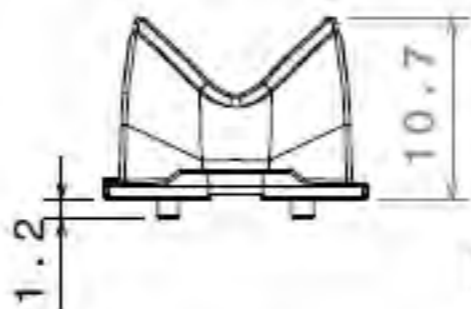
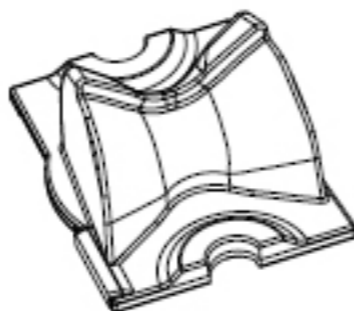
La soluzione selezionata è dunque riferita alle **LENTI LEDIL serie STRADA** e, nello specifico, alle lenti free form **T-DN e T-DW**, in PMMA trasparente e, più in particolare, in Plexiglass resistente ai raggi UV (come da informazioni fornite dall'azienda).

In particolare si è valutata l'ipotesi di utilizzare sia le lenti libere sia le lenti con supporto quadrato per un potenziale utilizzo del modulo senza vetro di protezione sul davanti.

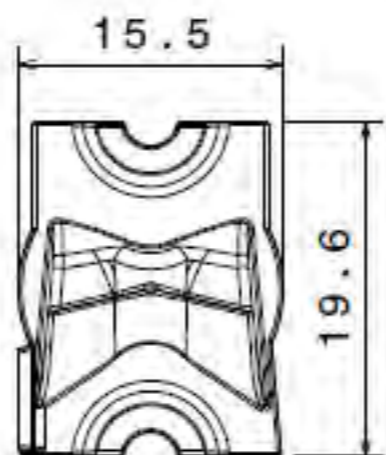
Il modulo è caratterizzato da **12 LED CREE XP-G selezione R4** con un flusso di **130 lumen a 350 mA** per ciascun LED e una temperatura di colore compresa **tra 4000 e 5300 K**. (codice di ordine XPG WHT-01-0000-00GC2).

Ovviamente, è necessario operare una riduzione del 10% rispetto al valore di flusso fornito dal datasheet rispetto ai LED selezionati: questo ipotizzando che il LED lavori alla temperatura di giunzione di 65°C.

LENTE STRADA T-DW

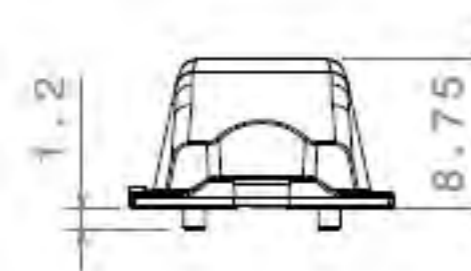
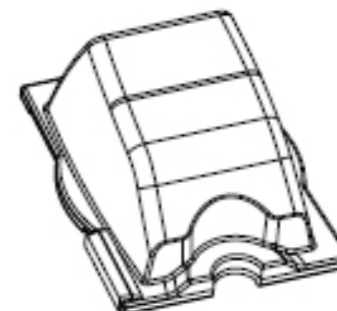


Front view

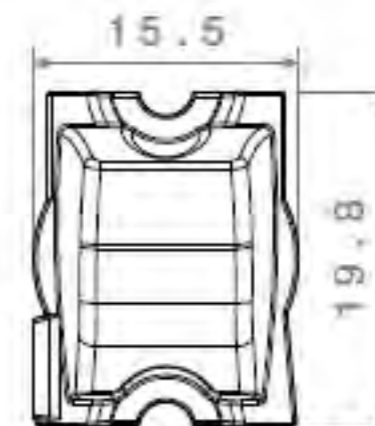


Top view

LENTE STRADA T-DN



Front view



Top view

# Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica

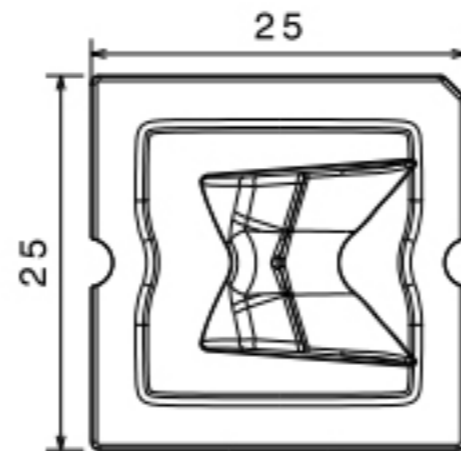
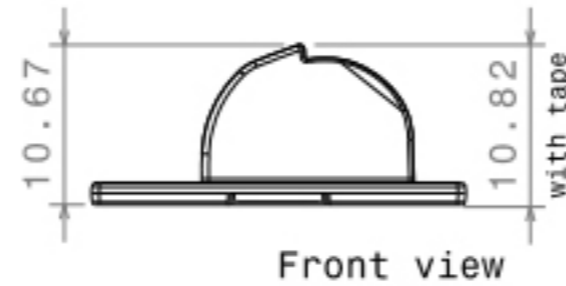
Descrizione

Immagine

Le stesse lenti descritte nella pagina precedente, sono state realizzate con una sorta di base di plastica integrata che permetterebbe di disegnare un modulo senza inserire lo schermo di protezione, rendendo il sistema protetto dagli agenti atmosferici (polveri e acqua) e, di conseguenza, più efficiente

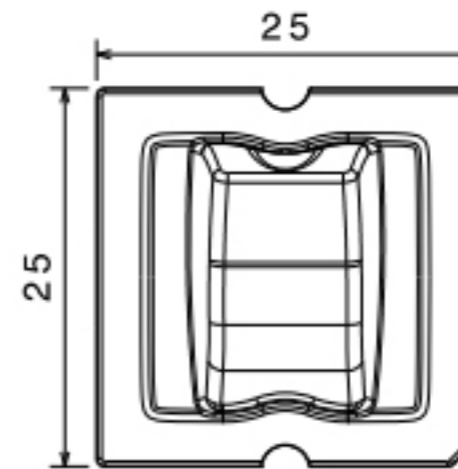
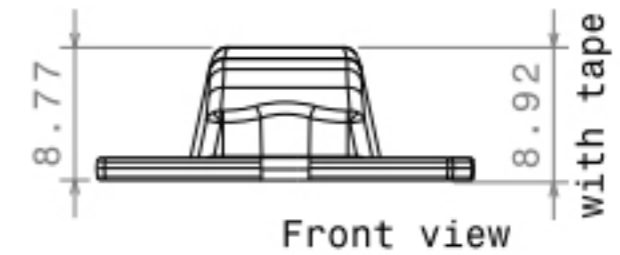
La **LENTI LEDIL serie STRADA T-DN e T-DW** nella versione **SQUARED** sono mostrate nella figura al lato.

LENTE STRADA SQUARED T-DW



Top view

LENTE STRADA SQUARED T-DN



Top view



# Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica

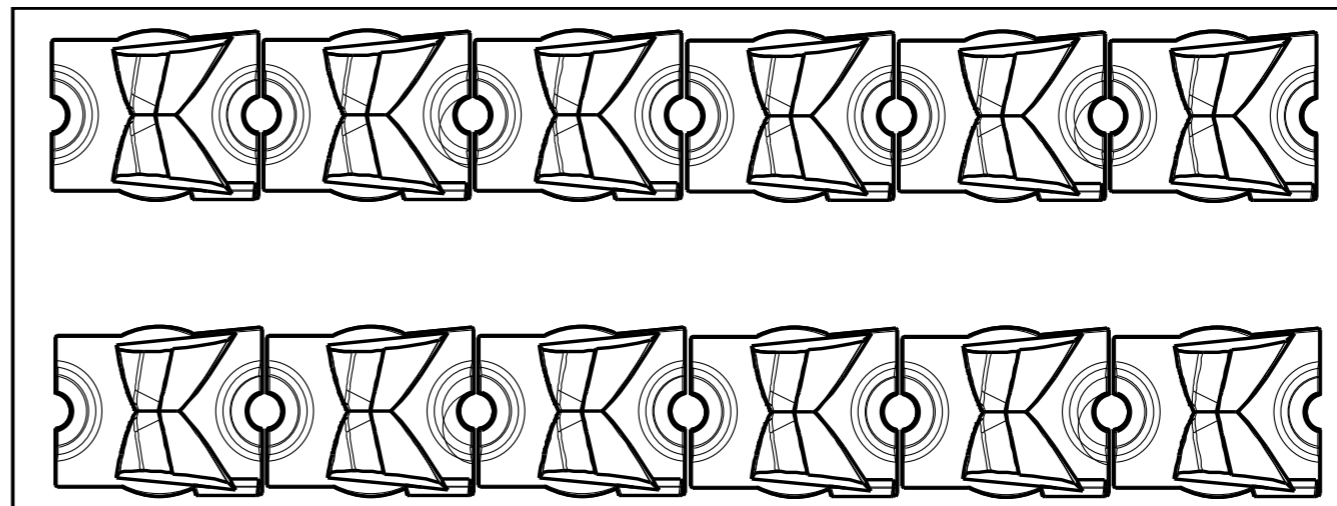
## Descrizione

Il progetto del modulo prevede l'inserimento di 12 LED secondo il dimensionamento suggerito dai datasheet dell'azienda. Tali dimensioni devono essere riviste e rimodellate affinché la luce possa uscire liberamente dal modulo stesso senza dispersioni verso l'alto (per la Legge Regionale 17).

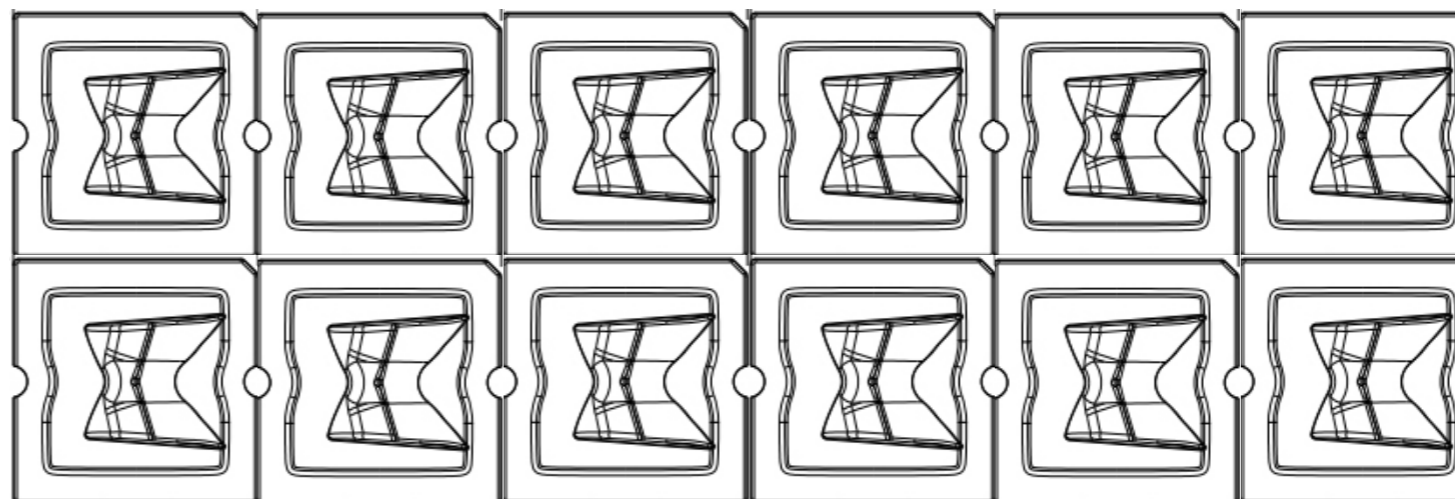
Le due configurazioni mostrate a lato sono relative rispettivamente ai LED STRADA TDW e LED STRADA SQUARED TDW.

## Immagine

CONFIGURAZIONE  
Modulo da 55 x 130 mm



CONFIGURAZIONE  
Modulo da 50 x 150 mm





# Progetto | Dimensionamento geometrico del modulo

## Descrizione

Una volta stabilita la corretta formula o le possibili combinazioni di LED e Lenti da inserire è necessario dimensionare i moduli a partire dalle ampiezze dei fasci che le lenti producono onde evitare che i fasci di luce inclinati a  $65^\circ$  siano tagliati e assorbiti dalla struttura del modulo stesso, inficiando sulla forma della curva fotometrica utile al raggiungimento delle categorie illuminotecniche previste.

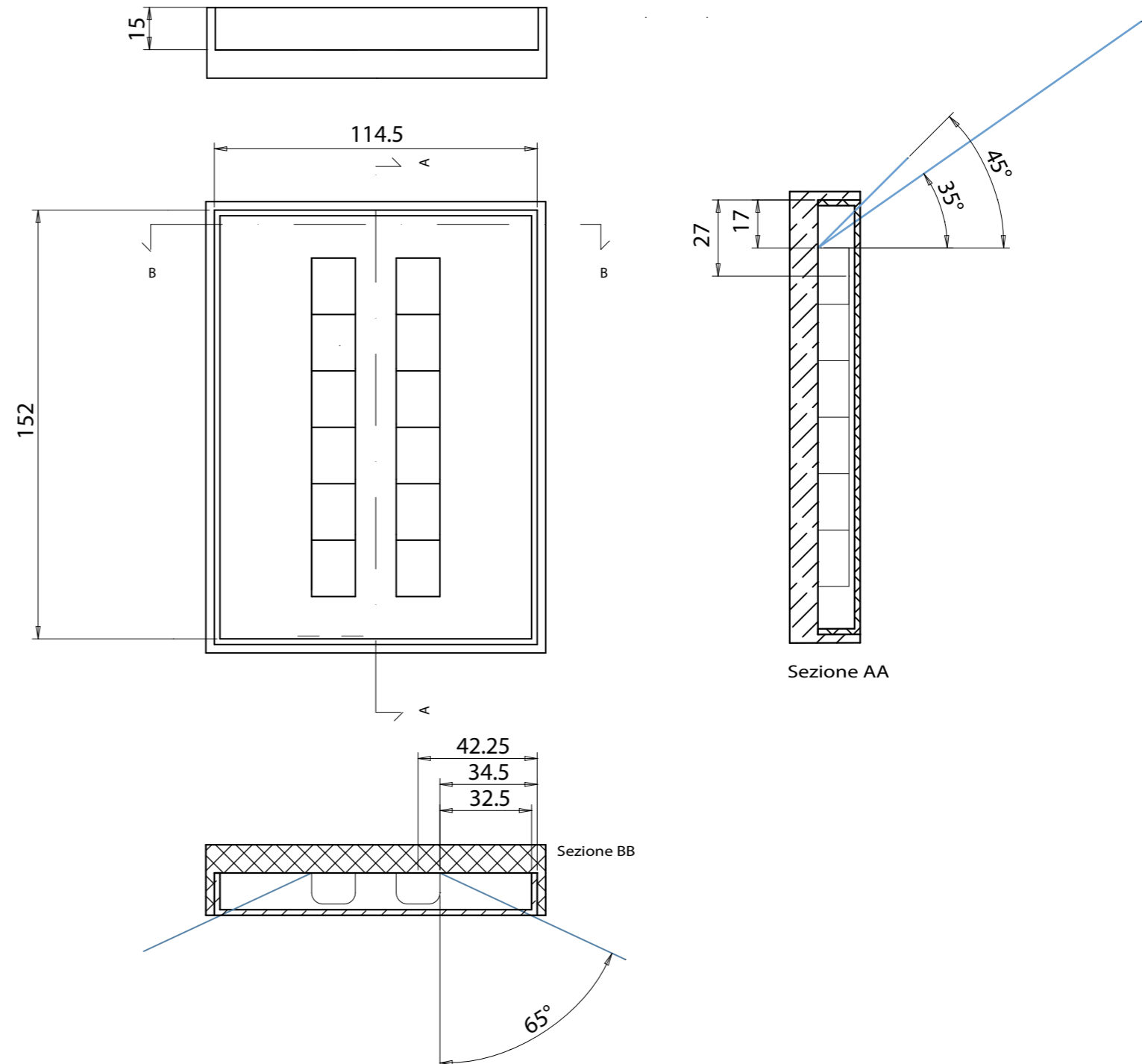
Per questo motivo, al dimensionamento del modulo contribuisce, da un lato, la configurazione dei LED precedentemente presentata e, dall'altro, la distanza, della struttura del modulo dai LED affinché non ci sia dispersione della luce verso l'alto e non si schermino i fasci luminosi.

Al lato si riporta la determinazione geometrica delle distanze minime a cui dovrà essere posizionata la struttura del modulo rispetto ai LED T-DW e T-DN della serie strada. La stessa distanza sarà garantita anche nel caso dell'utilizzo delle LENTI SQUARED T-DW e T-DN.

## Immagine

### DIMENSIONAMENTO MODULO

considerando  $65^\circ$  di ampiezza del fascio  
Scala 1:2





**PLUS | Modulo senza vetro**

# Progetto | Moduli PLUS T-DN e T-DW

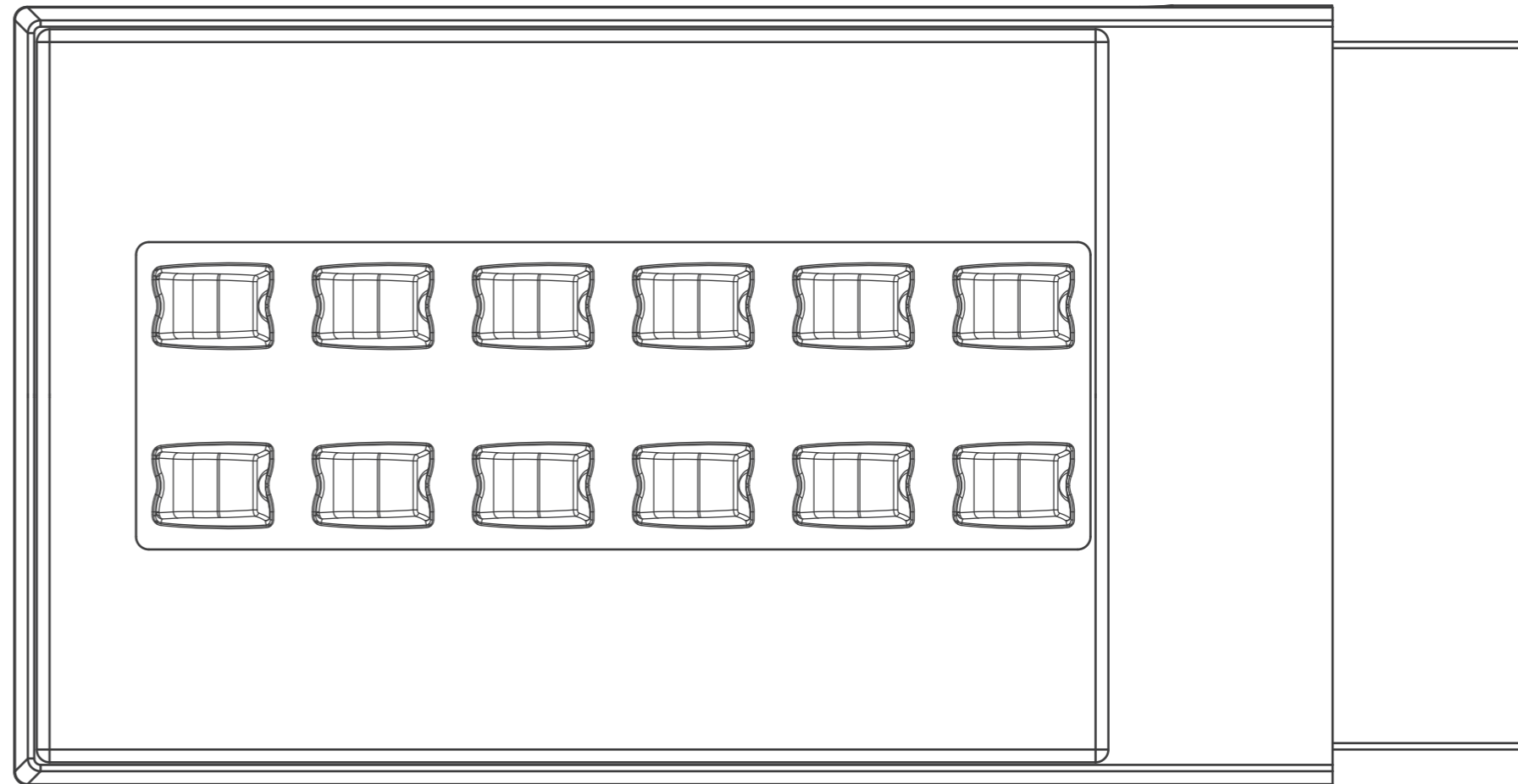
Descrizione

## MODULO PLUS T-DN e T-DW

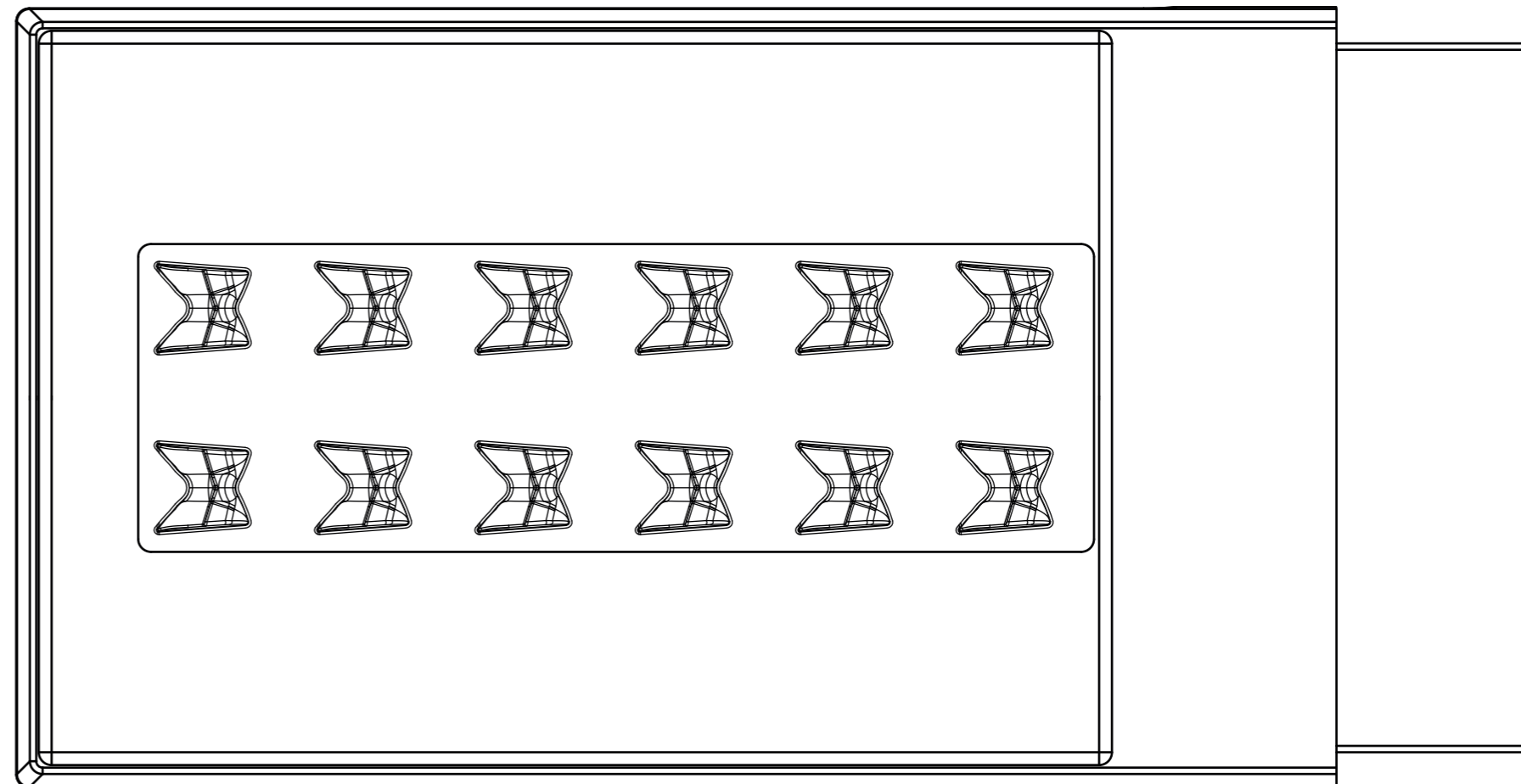
Caratteristiche:  
Modulo unico per forma e dimensioni.  
Unica variante il montaggio delle Lenti T-DW e T-DN e l'inserimento di un innesto in materiale plastico disegnato e sagomato intorno alle LENTI stesse (due diversi a seconda che il modulo sia equipaggiato da lenti T-DW e T-DN).  
Non esiste vetro protettivo il che migliora le prestazioni del LED +LENTE.

Immagine

MODULO T-DN  
Scala 1:1



MODULO T-DW  
Scala 1:1



# Progetto | Dimensioni del modulo PLUS (T-DN)

## Descrizione

Ogni modulo LED è costituito da un massimo di 12 LED ed è equipaggiato con un solo tipo di lenti per massimizzare la fase di montaggio e ridurre gli errori attribuibili al posizionamento di lenti diverse.

Il dimensionamento della geometria, come precedentemente definito, deriva dal calcolo delle ampiezze dei fasci di luce prodotti dalle lenti selezionate.

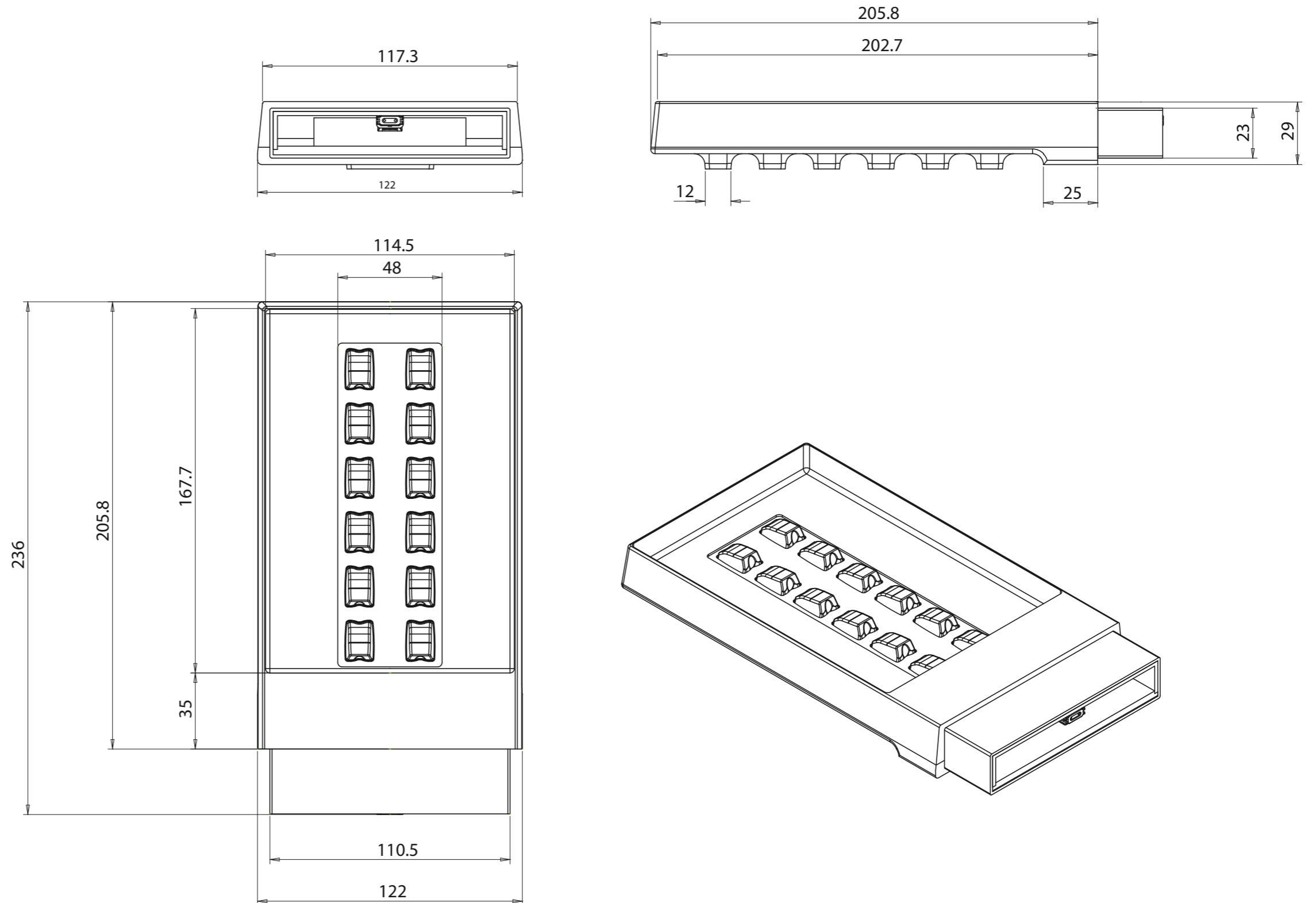
Dal momento che le lenti sono realizzate in PMMA resistente agli UV (Plexiglass (R) UV STABLE Technology), come dichiarato dai produttori delle lenti, si è ritenuto possibile e molto interessante dal punto di vista sia del design che del rendimento delle lenti, progettare una soluzione che fosse priva di schermo protettivo, assicurando la protezione dagli agenti atmosferici (polveri e acqua) attraverso l'inserimento di un porta lenti che assicura le lenti al supporto stesso.

Il modulo risulta, quindi, privo di vetro protettivo che inficia l'efficienza delle lenti e caratterizzato dalle sole pareti protettive laterali per schermare l'emissione della luce verso l'alto.

Le sue dimensioni sono molto ridotte, ai soli componenti essenziali: 122 x 206 e uno spessore di 35 mm.

## Immagine

DIMENSIONAMENTO MODULO PLUS  
Scala 1:2





Il modulo presenta 12 LED in due file da 6 disposti su una piastra in PMMA satinato centrale che li sostiene e garantisce la protezione dagli agenti atmosferici insieme ad una serie di guarnizioni (segnalate dal colore giallo)

Il modulo è caratterizzato da un design minimalista che viene ripetuto anche nel sistema di dissipazione retrostante.





### *Immagine*

---

Il modulo ha delle dimensioni molto ridotte soprattutto per quanto riguarda lo spessore che risulta di 3.5 cm.

Il “silenzio formale”, la leggerezza del segno determinano la realizzazione di un modulo formalmente minimalista in cui la riduzione dei materiali e l'utilizzo del minimo spessore (per quanto possibile) portano al design di un modulo strutturalmente dematerializzato.

Anche nel caso del dissipatore, il design è stato realizzato al minimo degli spessori disponibili per la dissipazione termica dei LED, inserendo uno spessore superiore di alluminio in corrispondenza dei LED.



*Immagine*

---

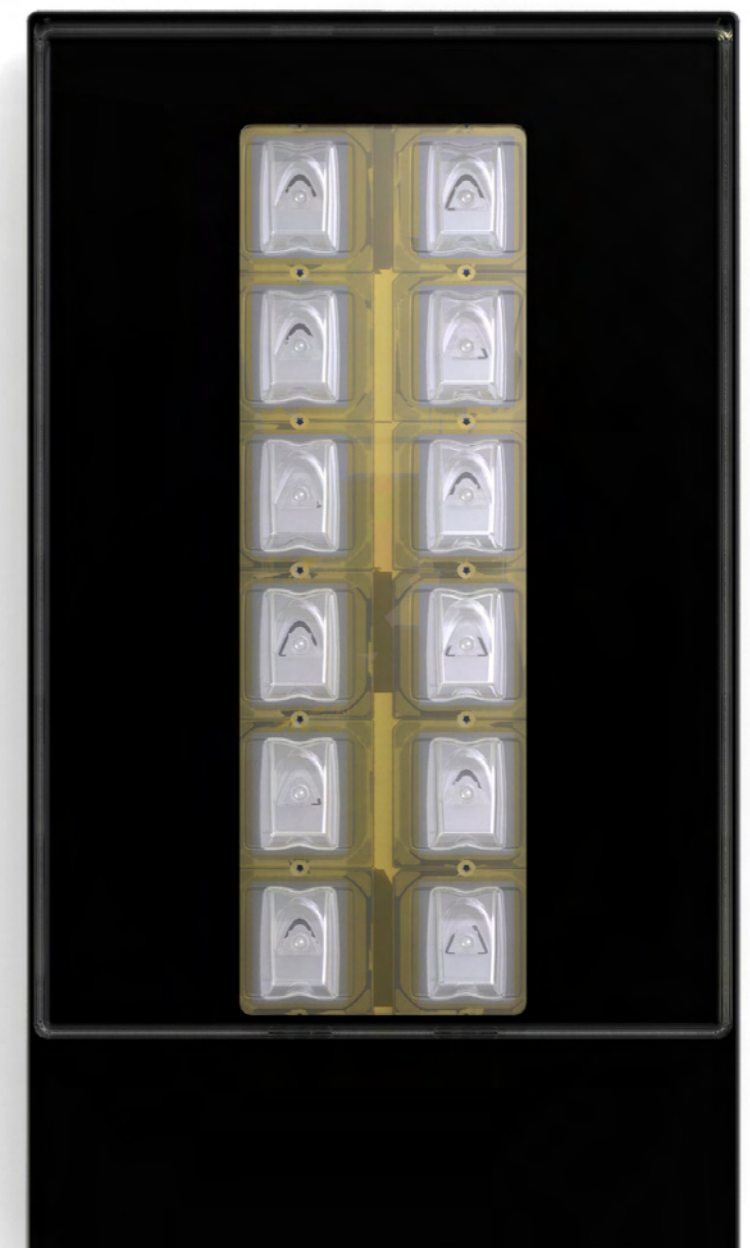
ALLUMINIO SPAZZOLATO CHIARO



ALLUMINIO CON FINITURA ORO



ALLUMINIO

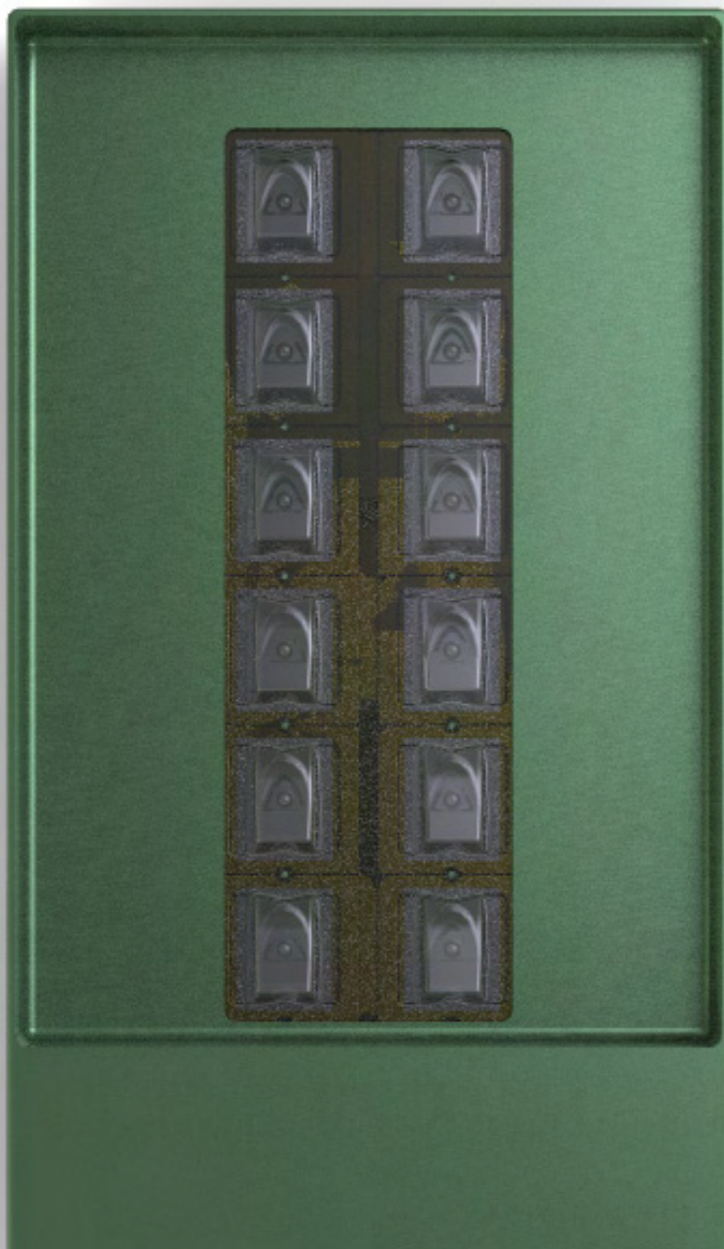




*Immagine*

---

ALLUMINIO OLIVE



ALLUMINIO BIANCO



ALLUMINIO RED SCARLET





# Progetto | Componenti del modulo PLUS (T-DN)

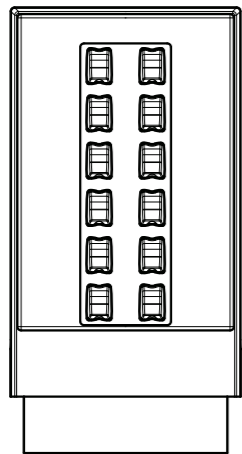
## Descrizione

Il modulo è:  
autonomo,  
protetto dall'ingresso di polveri e acqua,  
termicamente dissipato,  
connesso con il sistema di alimentazione esterno;  
ricongfigurabile in base alle esigenze sia rispetto ai LED (tipologia) che alle LENTI.

Le componenti significative ospitate all'interno del modulo sono le seguenti:

12 LED,  
12 LENTI,  
Vassoio porta LENTI,  
Vetro di protezione (assente in questo modello)  
Nastro adesivo,  
Circuito serigrafato su PCB,  
Tripla serie di guaine in EPBM  
Piastra di dissipazione,  
Connettore  
6 Viti TPS M3

Nell'esploso a lato si riportano le informazioni essenziali riguardanti il modulo (da esempio) equipaggiato con le LENTI T-DN.



## Immagine

### Cover

Alluminio satinato o anodizzato  
ottenuto tramite pressofusione  
Volume: 68.4123 cm(3)  
Peso: 184.71 gr

### Porta Lenti

PMMA finitura semiopalina  
ottenuto tramite stampaggio ad iniezione  
su stampo serigrafato  
Volume: 7.930 cm(3)  
Peso: 9.44 gr

### Nastro Biadesivo

3M alta tenuta  
ottenuto tramite fustellatura

### Modulo elettronica on-board

Elettronica  
Installato su PCB separato rispetto a quello dei LED  
2 + 4 poli (alimentazione + eventuale controllo)

### LENTI LEDIL serie STRADA SQUARED

PMMA UV STABLE Technology  
Installate su PCB serigrafato tramite tape adesivo

### Guarnizione di protezione IP

Gomma EPBM  
Ottenuta tramite fustellatura di un foglio di materiale

### PCB LED

Metalcore con circuito stampato  
e fori per l'inserimento del Porta Lenti.  
Inserito all'interno di un incavo del dissipatore

### PCB Elettronica

Vetro epossidico o vetronite con circuito stampato  
Inserito all'interno di un incavo del dissipatore

### Connettore wire to wire

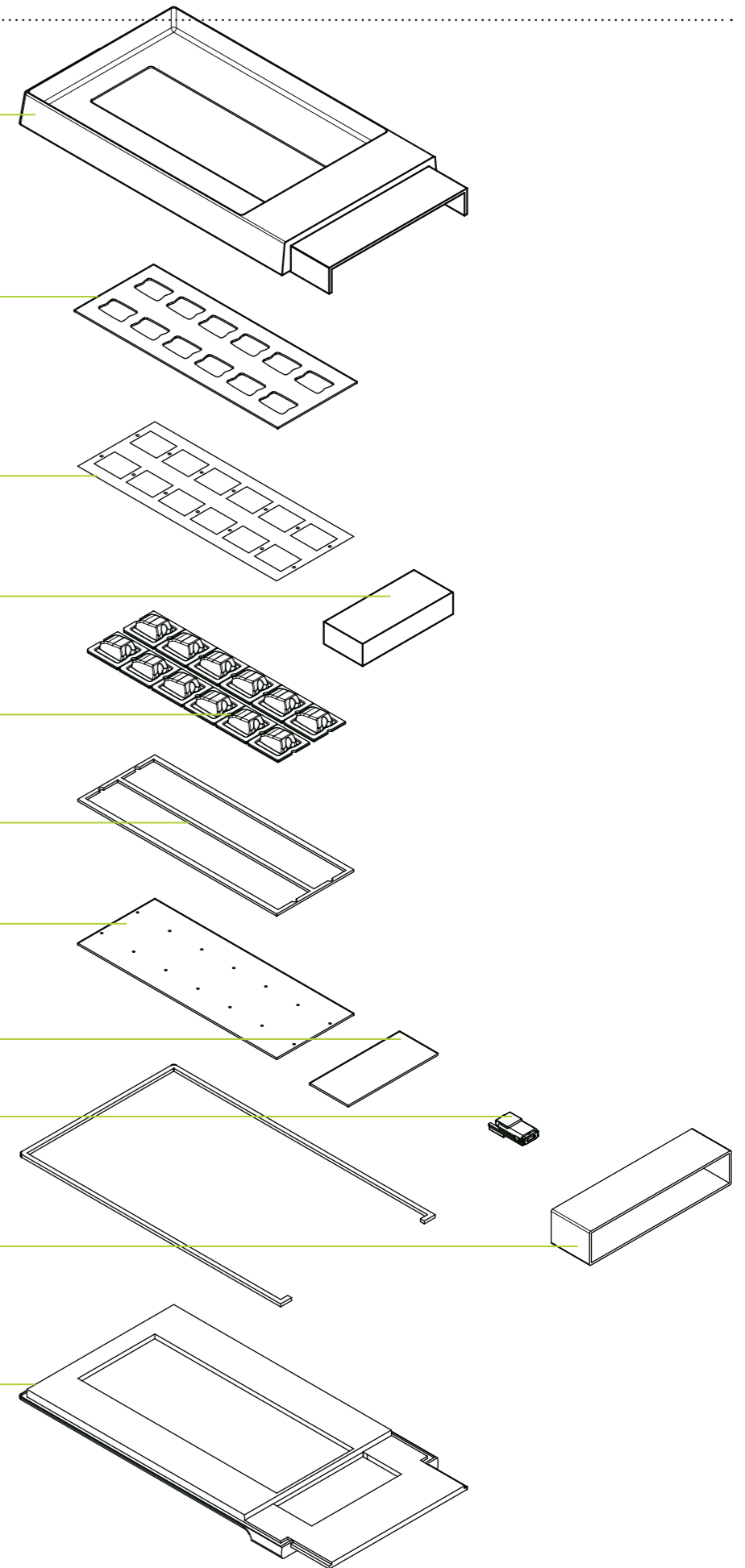
Materiale plastico stampato ad iniezione  
Per 2 + 4 poli (alimentazione e controllo)  
Inserito all'interno del manicotto del modulo  
In questo caso Modello Molex Splash Proof

### Guarnizione di protezione IP

Gomma EPBM  
ottenuta tramite fustellatura di un foglio di materiale

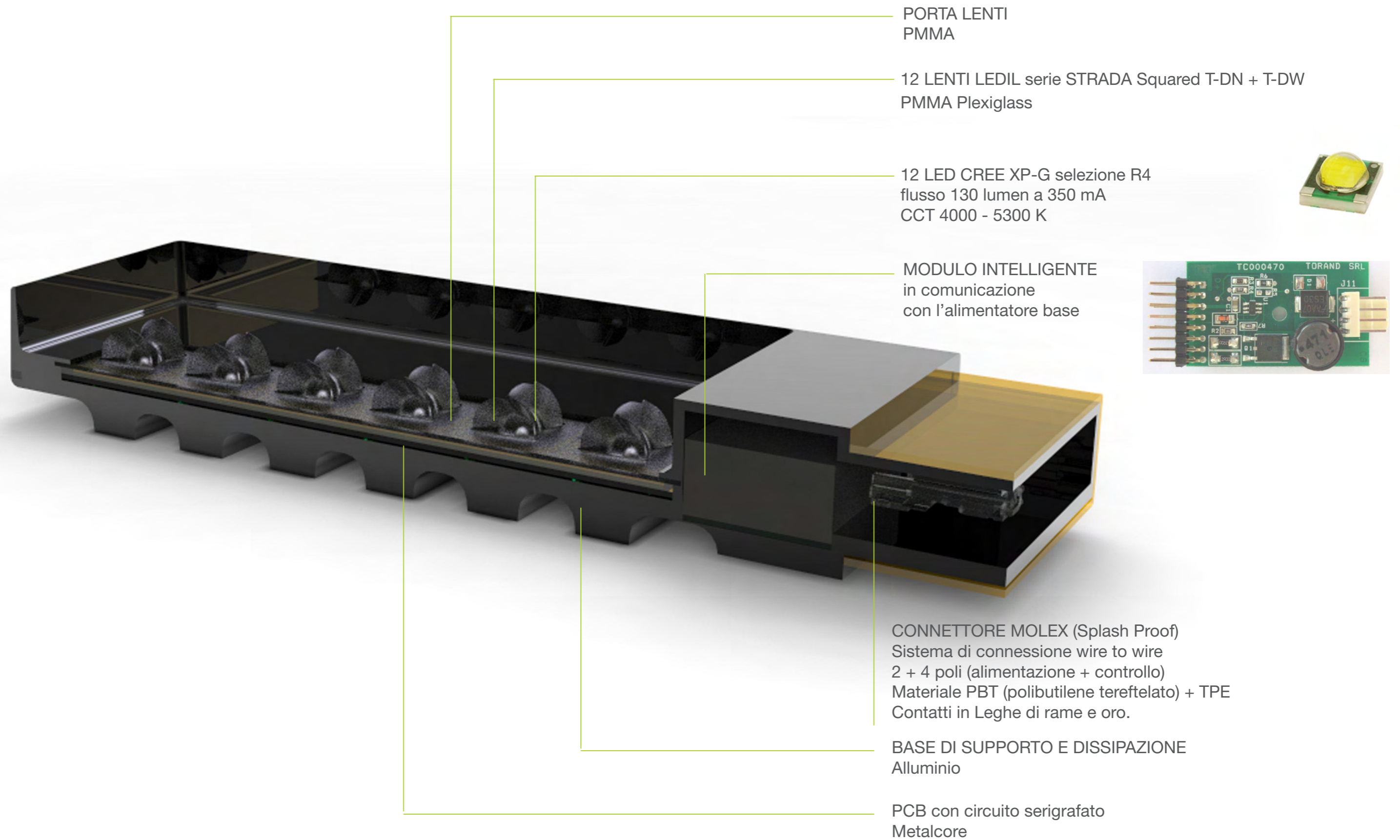
### Dissipatore

Alluminio satinato o anodizzato  
Ottenuto tramite pressofusione  
Volume: 167.140 cm(3)  
Peso: 451.3 gr



# Progetto | Componenti del modulo PLUS (T-DW)

Immagine



## Progetto | Componenti del modulo PLUS

*Descrizione*

*Immagine*

Il modulo è racchiuso da due parti, una superiore ed una inferiore che si congiungono e chiudono tramite viti che si innestano sul dissipatore e risultano quindi invisibili nella parte sottostante.

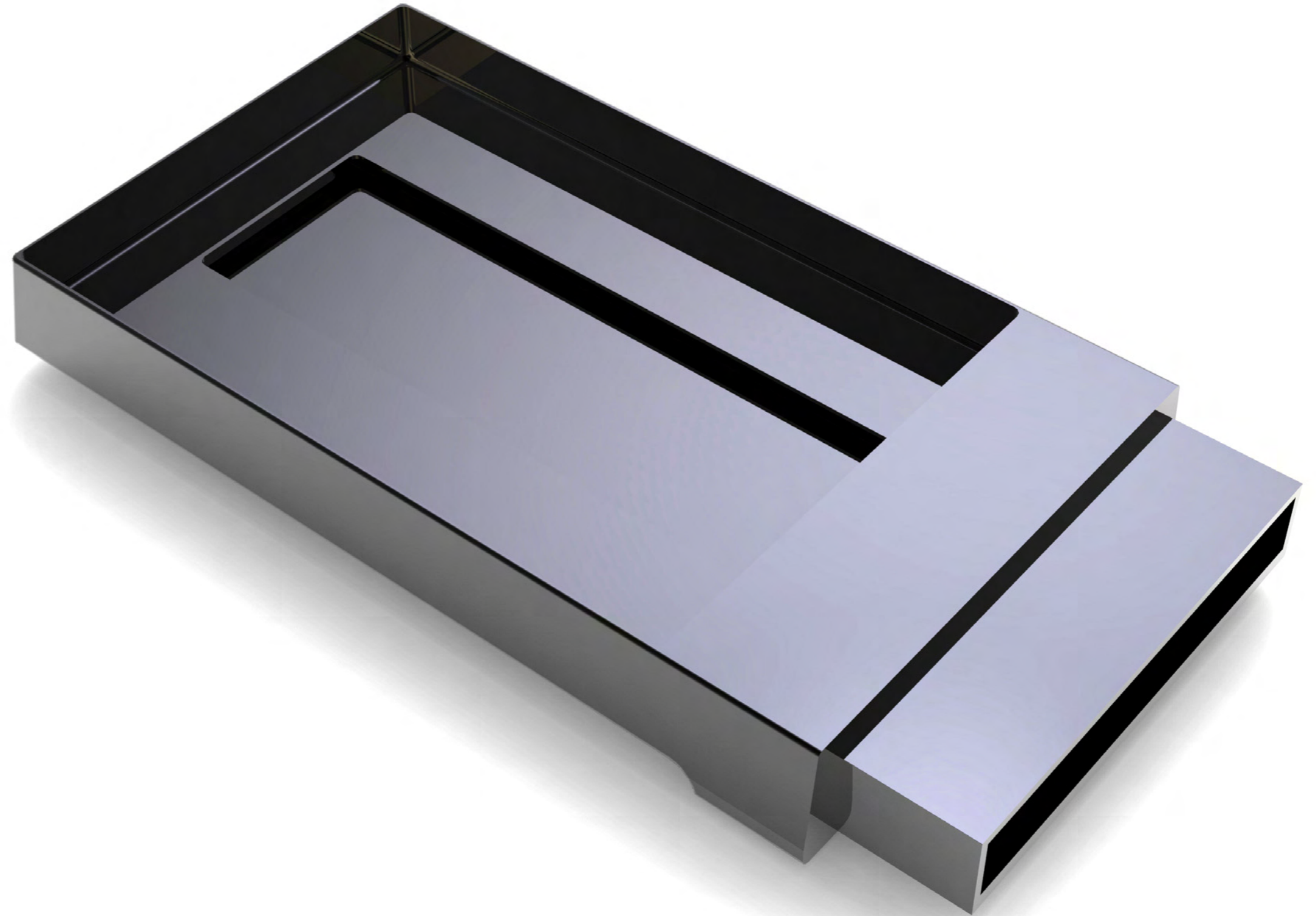
La protezione rispetto agli agenti atmosferici (acqua e polveri) è garantita dall'inserimento, in un apposita insenatura inserita tra i due pezzi, di una guarnizione in gomma EPDM.

Le due scocche sono completamente realizzate in alluminio tramite pressofusione e post-lavorazioni come la fresatura che permette l'asportazione del materiale per determinare i dettagli più minuti.

L'alluminio è un materiale utile alla dissipazione termica dell'intero modulo e completamente riciclabile a fine vita.

La cover superiore presenta  
Volume: 68.4123 cm<sup>3</sup>  
Peso: 184.71 gr

Il dissipatore inferiore presenta  
mediamente  
Volume: 167.140 cm<sup>3</sup>  
Peso: 451.3 gr





## Progetto | Componenti del modulo PLUS

*Descrizione*

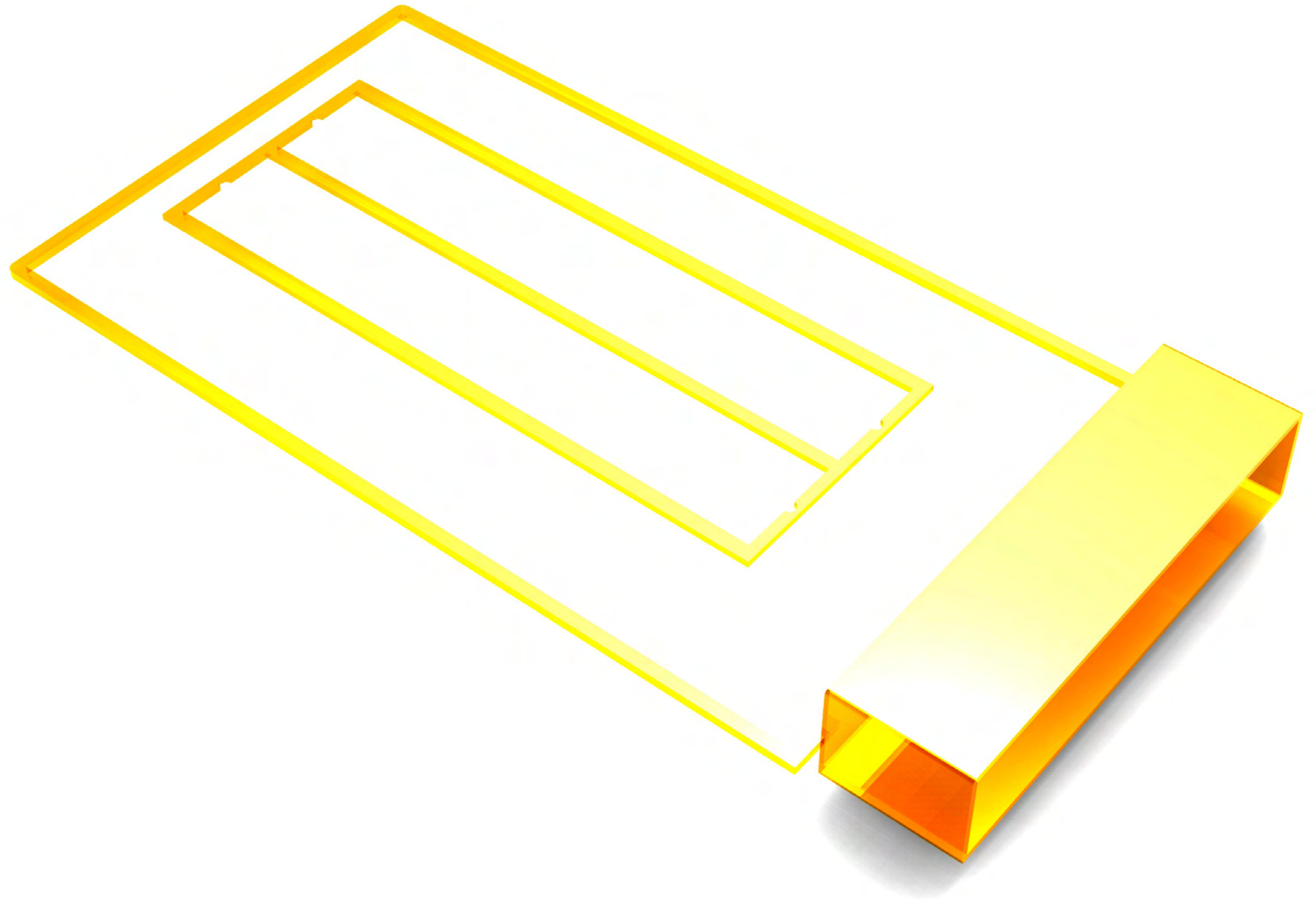
*Immagine*

La protezione rispetto all'ingresso di acqua e di polveri è assicurata da una tripla serie di guarnizioni che assicurano l'isolamento delle componenti interne, in particolare, dei LED e delle LENTI e degli elementi elettrici on board.

In particolare la guarnizione è stata inserita tra le due scocche del modulo sia lungo l'intero bordo che nel manicotto di congiunzione con il resto dell'apparecchio.

Inoltre un ulteriore guarnizione è stata inserita per proteggere in particolare modo le lenti: posizionata tra le lenti LEDIL SQUARED e il porta lenti permette di assicurare la totale protezione sia delle componenti elettriche che arrivano al DIE sia delle componenti ottiche delle lenti.

Gli elementi sono ottenuti fustellando il materiale plastico oppure tramite trafilatura per quanto riguarda il manicotto.



## Progetto | Componenti del modulo PLUS

### Descrizione

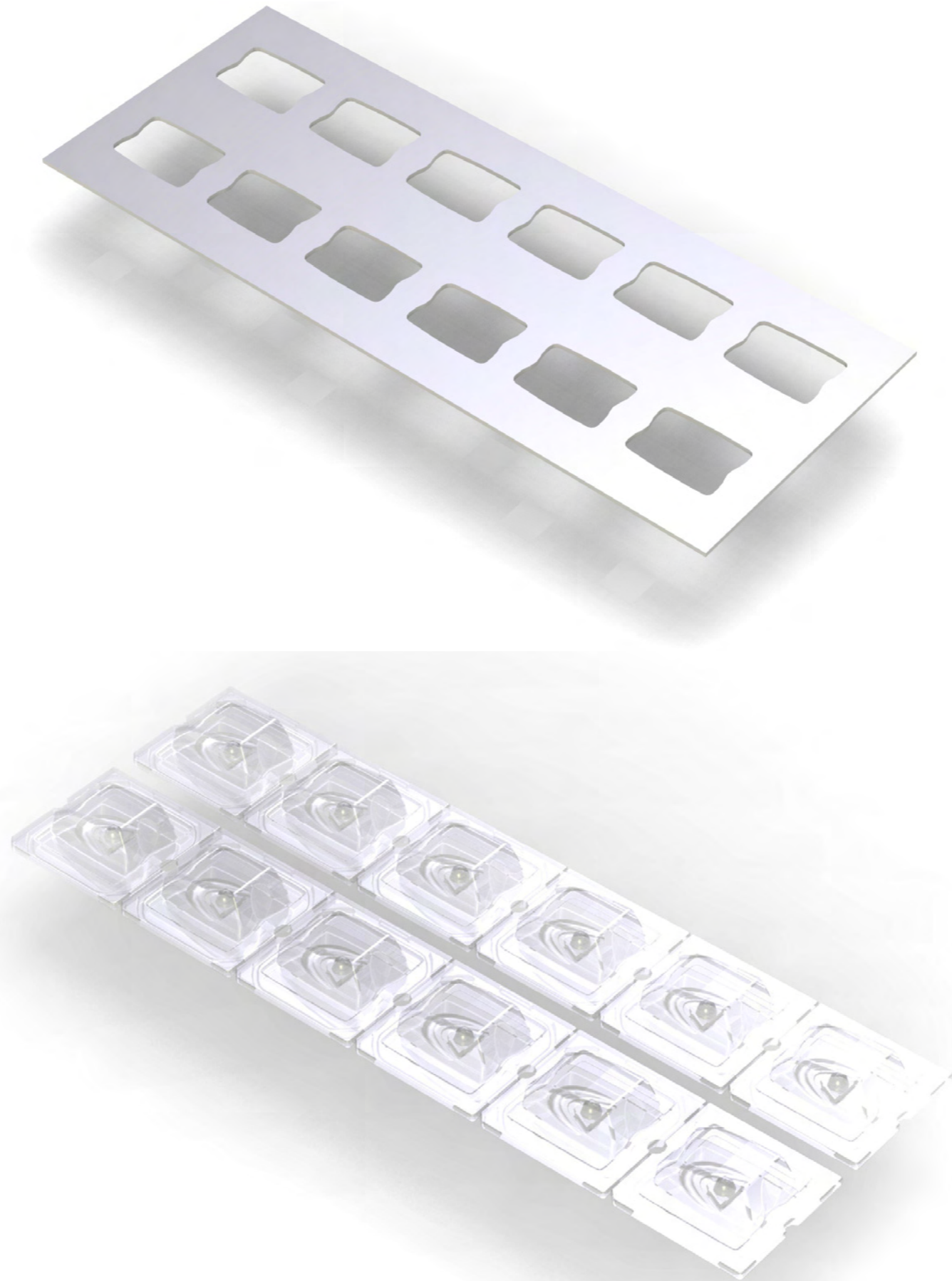
Lenti della serie LEDIL STRADA SQUARED T-DN e T-DW con supporto quadrato delle dimensioni di massima di 25 x 25 mm.

Le lenti calzano i LED posizionati sul PCB in metalcore e si inseriscono nella giusta posizione sia per forma e incastri disegnati sulla lente stessa sia mediante l'utilizzo di un porta lenti in PMMA che viene calzato sulle lenti ed è provvisto di perni che si inseriscono nello spazio predisposto per le viti.

Il Porta Lenti è caratterizzato dallo stesso materiale delle lenti e soprattutto dalla stessa finitura superficiale in modo tale da sembrare un pezzo unico con le lenti.

Utile a posizionare le lenti e a garantire la protezione deve essere ottenuto per stampaggio ad iniezione. Solo in questo modo si determinano da un lato spessori molto sottili e dall'altro la definizione di minuti dettagli come i perni che servono al posizionamento del porta lenti sul pcb e rispetto alle lenti stesse.

### Immagine





**PLUS | Modulo con vetro**

# Progetto | Moduli PLUS con vetro T-DN e T-DW

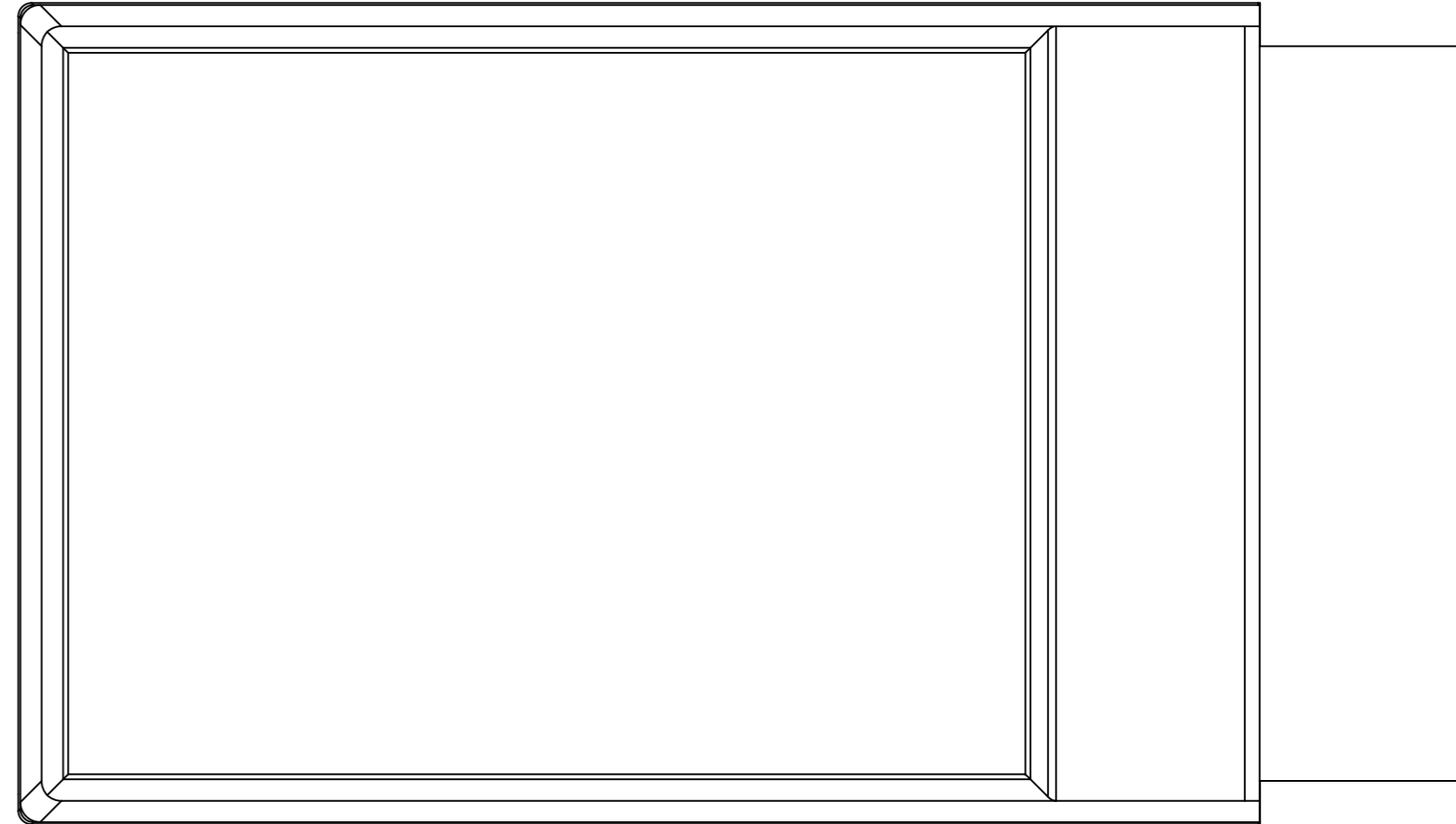
*Descrizione*

*Immagine*

MODULO PLUS CON VETRO  
PER LENTI T-DN e T-DW

MODULO T-DN e T-DW  
Scala 1:1

Caratteristiche:  
Modulo unico per forma e dimensioni:  
sul PCB possono essere montate,  
indistintamente, LENTI T-DN e T-DW.  
Viene inserito il vetro protettivo che  
determina l'aumento dello spessore totale  
del modulo.



# Progetto | Dimensioni del modulo PLUS (T-DN)

## Descrizione

Ogni modulo LED è costituito da un massimo di 12 LED ed è equipaggiato con un solo tipo di lenti per massimizzare la fase di montaggio e ridurre gli errori attribuibili al posizionamento di lenti diverse. Per questo motivo un modulo è completamente equipaggiato da 12 LENTI T-DN oppure da 12 LENTI T-DW.

Il dimensionamento della geometria, come precedentemente definito, deriva dal calcolo delle ampiezze dei fasci delle lenti selezionate.

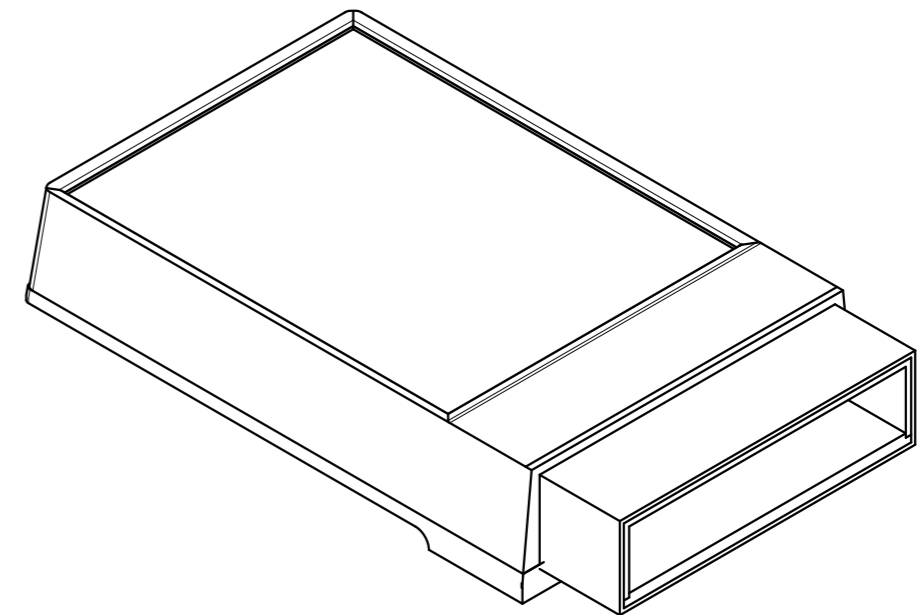
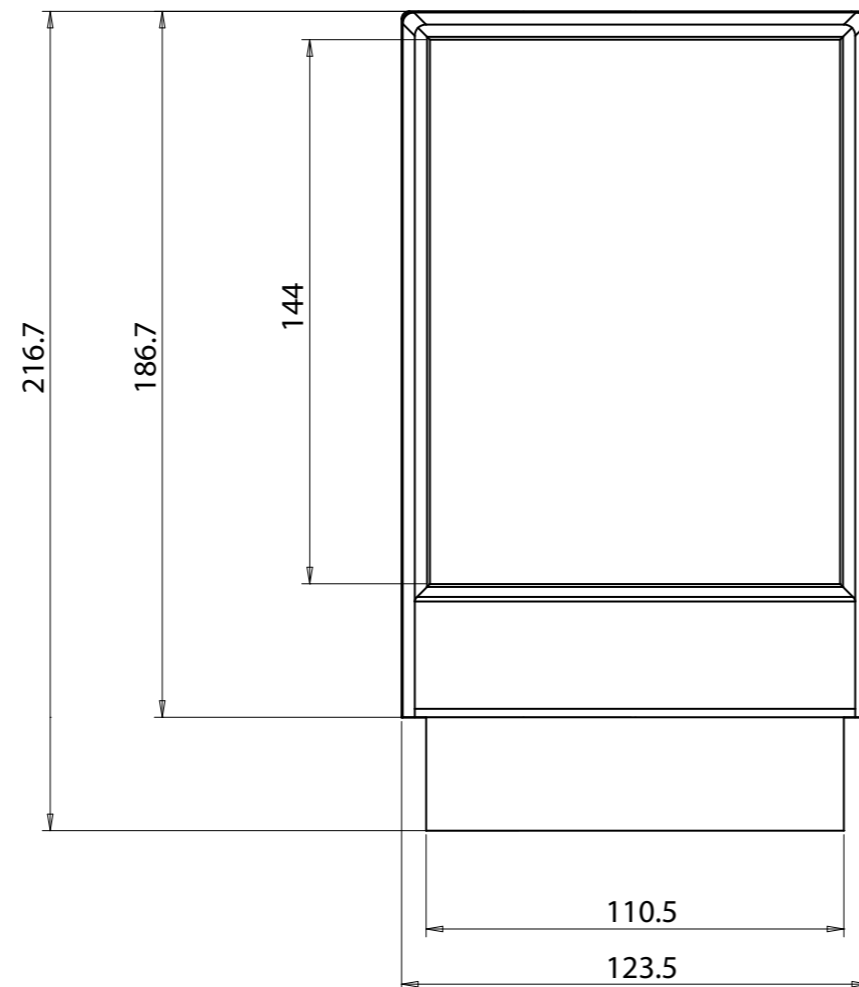
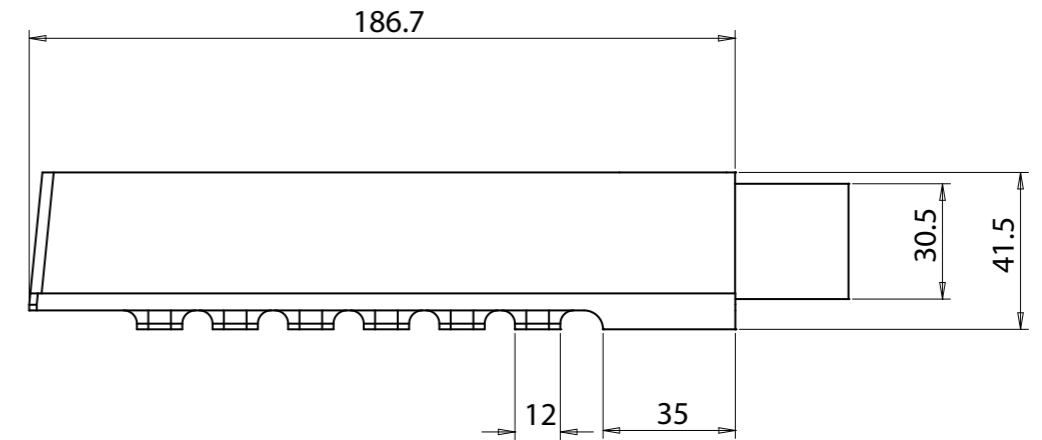
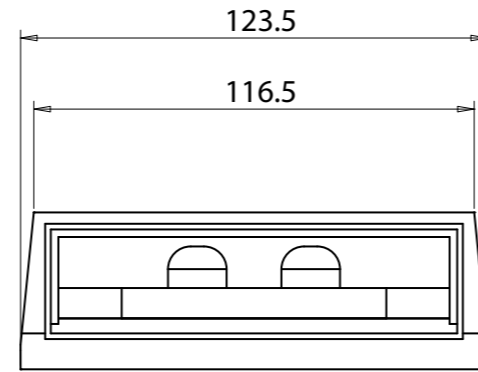
Le lenti inserite in questo modulo sono free form LEDIL della serie STRADA (non squared).

Rispetto al precedente, tale modulo, è caratterizzato dal vetro protettivo di chiusura che determina che protegge le lenti e tutto l'intero sistema ottico ed elettrico dalle polveri, l'acqua e i raggi UV. Ovviamente, a causa dell'inserimento di questo elemento protettivo ma schermante, il fascio luminoso viene assorbito parzialmente e questo determina una diminuzione del flusso totale del modulo con conseguente riduzione del rendimento energetico.

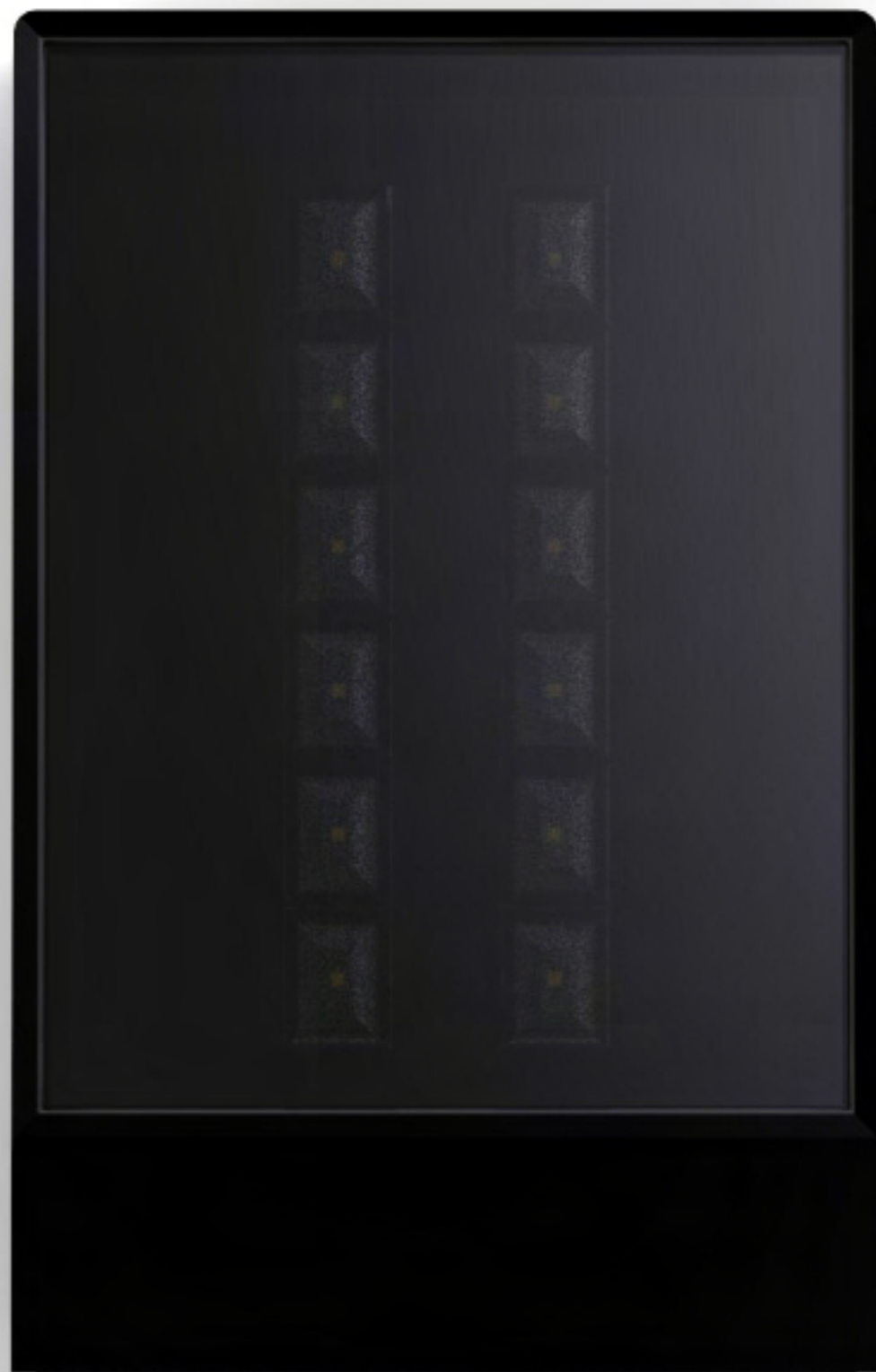
Infine, le dimensioni sono: 123.5 x 216.7 e uno spessore di 41.5 mm.

## Immagine

DIMENSIONAMENTO MODULO PLUS CON VETRO  
Scala 1:2







Il modulo presenta 12 LED in due file da 6 protetti da un vetro superiore che garantisce l'isolamento rispetto a acqua, polveri e UV.

Il modulo è evidentemente più massiccio rispetto al precedente ma conserva il segno minimalista che viene ripetuto anche nel sistema di dissipazione retrostante.



# Progetto | Dissipazione termica

Descrizione

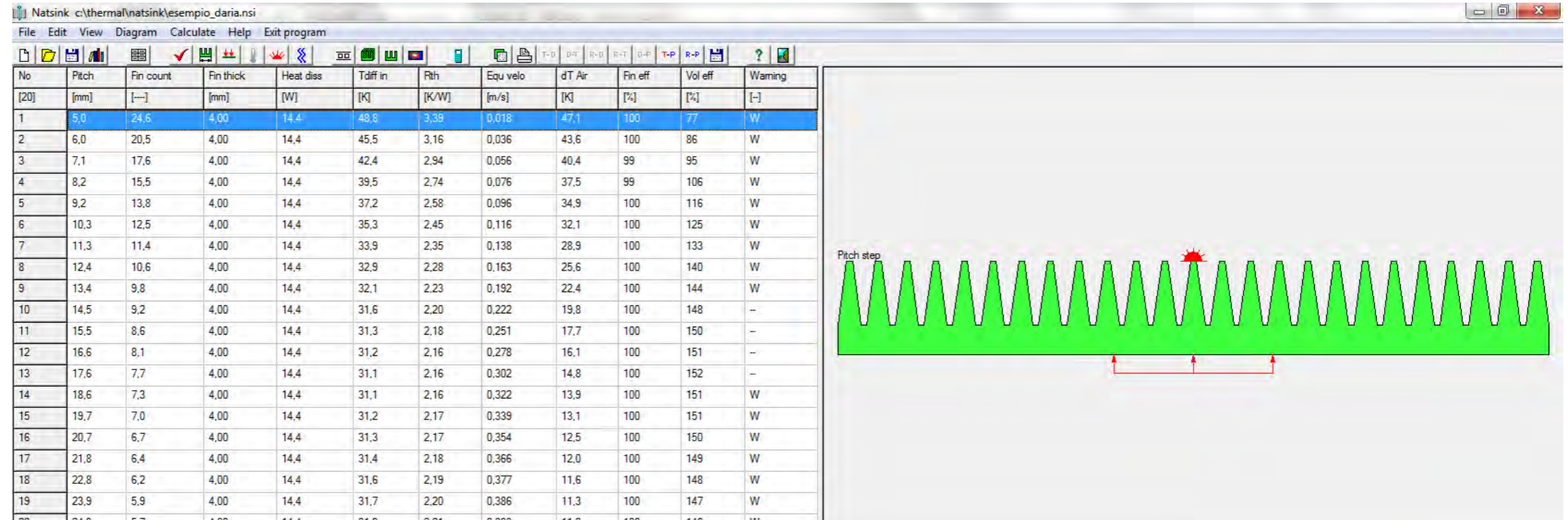
Immagine

Per la progettazione del dissipatore, si sono utilizzati due diversi programmi di calcolo specifici per la valutazione della dissipazione termica del calore a partire da sorgenti luminose puntiformi, quali i LED.

Per prima cosa si è cercato di dimensionare un dissipatore standard, utilizzando Natsink al fine di stimare, le dimensioni massime di un dissipatore tradizionale costituito da alette che potesse mantenere una temperatura di giunzione di circa 50°C.

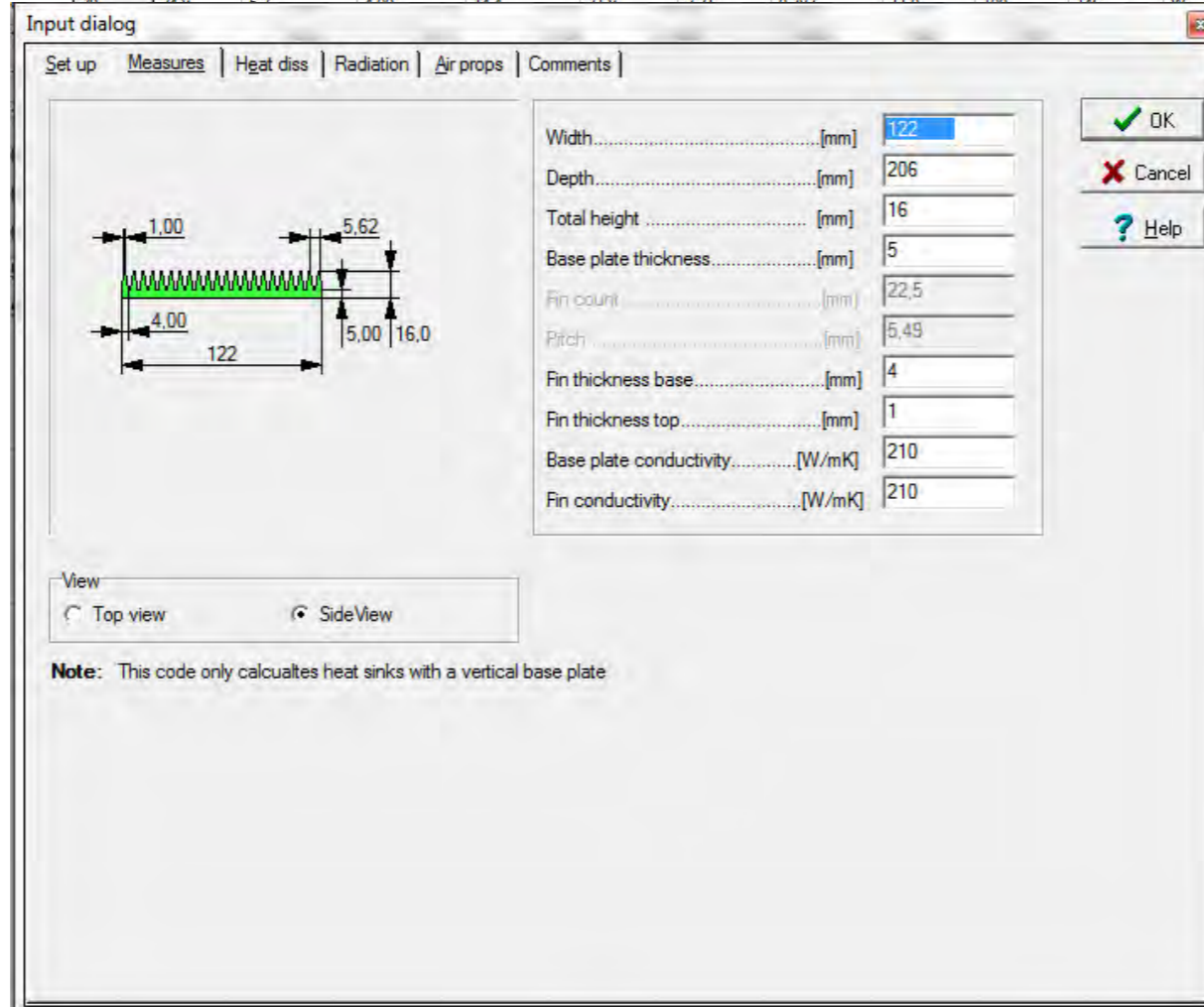
All'interno della geometria del modulo precedentemente definita, vengono disegnate delle alettature con dimensioni, spessori e altezze atte ad ottenere tali risultati. Lateralmente si mostrano le caratteristiche di tale dissipatore:

- Altezza totale: 16 mm
- Altezza della base: 5 mm
- Larghezza dei pin alla base: 4 mm
- Larghezza dei pin in testa: 1 mm



The screenshot shows the Natsink software interface. On the left is a data table with 12 columns: No, Pitch, Fin count, Fin thick, Heat diss, Tdiff in, Rth, Equ velo, dT Air, Fin eff, Vol eff, and Warning. The table contains 20 rows of data. On the right is a 2D side view of a heat sink with green fins. A red starburst is placed on one of the fins, and a red double-headed arrow indicates the pitch between two fins.

No	Pitch	Fin count	Fin thick	Heat diss	Tdiff in	Rth	Equ velo	dT Air	Fin eff	Vol eff	Warning
[20]	[mm]	[--]	[mm]	[W]	[K]	[K/W]	[m/s]	[K]	[%]	[%]	[--]
1	5,0	24,6	4,00	14,4	48,8	3,39	0,018	47,1	100	77	W
2	6,0	20,5	4,00	14,4	45,5	3,16	0,036	43,6	100	86	W
3	7,1	17,6	4,00	14,4	42,4	2,94	0,056	40,4	99	95	W
4	8,2	15,5	4,00	14,4	39,5	2,74	0,076	37,5	99	106	W
5	9,2	13,8	4,00	14,4	37,2	2,58	0,096	34,9	100	116	W
6	10,3	12,5	4,00	14,4	35,3	2,45	0,116	32,1	100	125	W
7	11,3	11,4	4,00	14,4	33,9	2,35	0,138	28,9	100	133	W
8	12,4	10,6	4,00	14,4	32,9	2,28	0,163	25,6	100	140	W
9	13,4	9,8	4,00	14,4	32,1	2,23	0,192	22,4	100	144	W
10	14,5	9,2	4,00	14,4	31,6	2,20	0,222	19,8	100	148	--
11	15,5	8,6	4,00	14,4	31,3	2,18	0,251	17,7	100	150	--
12	16,6	8,1	4,00	14,4	31,2	2,16	0,278	16,1	100	151	--
13	17,6	7,7	4,00	14,4	31,1	2,16	0,302	14,8	100	152	--
14	18,6	7,3	4,00	14,4	31,1	2,16	0,322	13,9	100	151	W
15	19,7	7,0	4,00	14,4	31,2	2,17	0,339	13,1	100	151	W
16	20,7	6,7	4,00	14,4	31,3	2,17	0,354	12,5	100	150	W
17	21,8	6,4	4,00	14,4	31,4	2,18	0,366	12,0	100	149	W
18	22,8	6,2	4,00	14,4	31,6	2,19	0,377	11,6	100	148	W
19	23,9	5,9	4,00	14,4	31,7	2,20	0,386	11,3	100	147	W
20	24,6	5,7	4,00	14,4	31,8	2,21	0,393	11,0	100	146	W



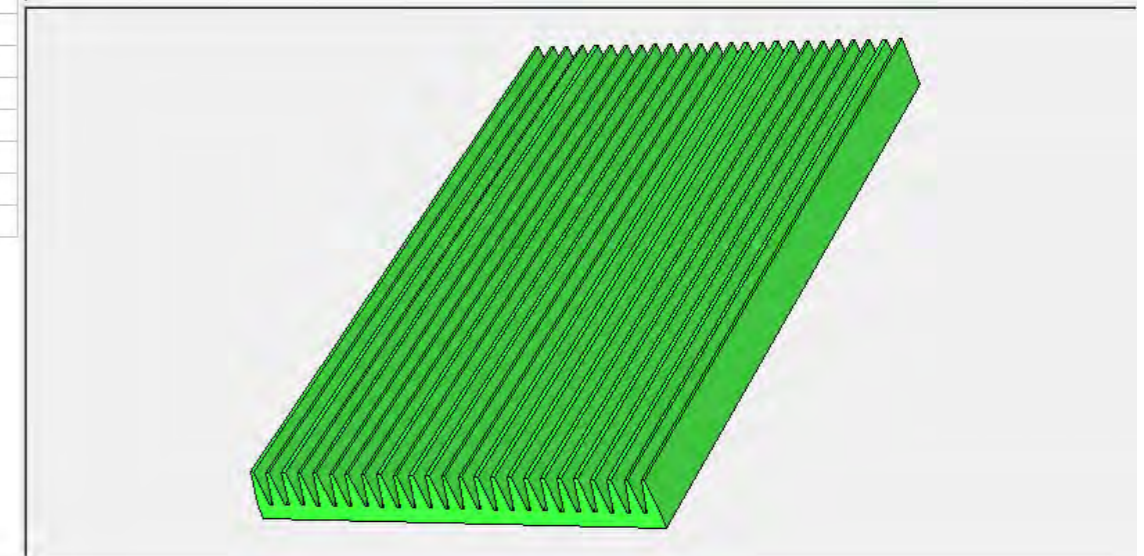
The screenshot shows the 'Input dialog' window in Natsink. It has tabs for 'Set up', 'Measures', 'Heat diss', 'Radiation', 'Air props', and 'Comments'. The 'Set up' tab is active. On the left is a 2D top view of a heat sink with dimensions: 1,00 mm for fin tip width, 5,62 mm for fin height, 4,00 mm for fin base width, 122 mm for total width, 5,00 mm for base plate thickness, and 16,0 mm for total height. On the right is a list of parameters with input fields and values.

Parameter	Value
Width	122 [mm]
Depth	206 [mm]
Total height	16 [mm]
Base plate thickness	5 [mm]
Fin count	22,5 [mm]
Pitch	5,49 [mm]
Fin thickness base	4 [mm]
Fin thickness top	1 [mm]
Base plate conductivity	210 [W/mK]
Fin conductivity	210 [W/mK]

Buttons: OK, Cancel, Help.

View: Top view, Side View.

Note: This code only calculates heat sinks with a vertical base plate





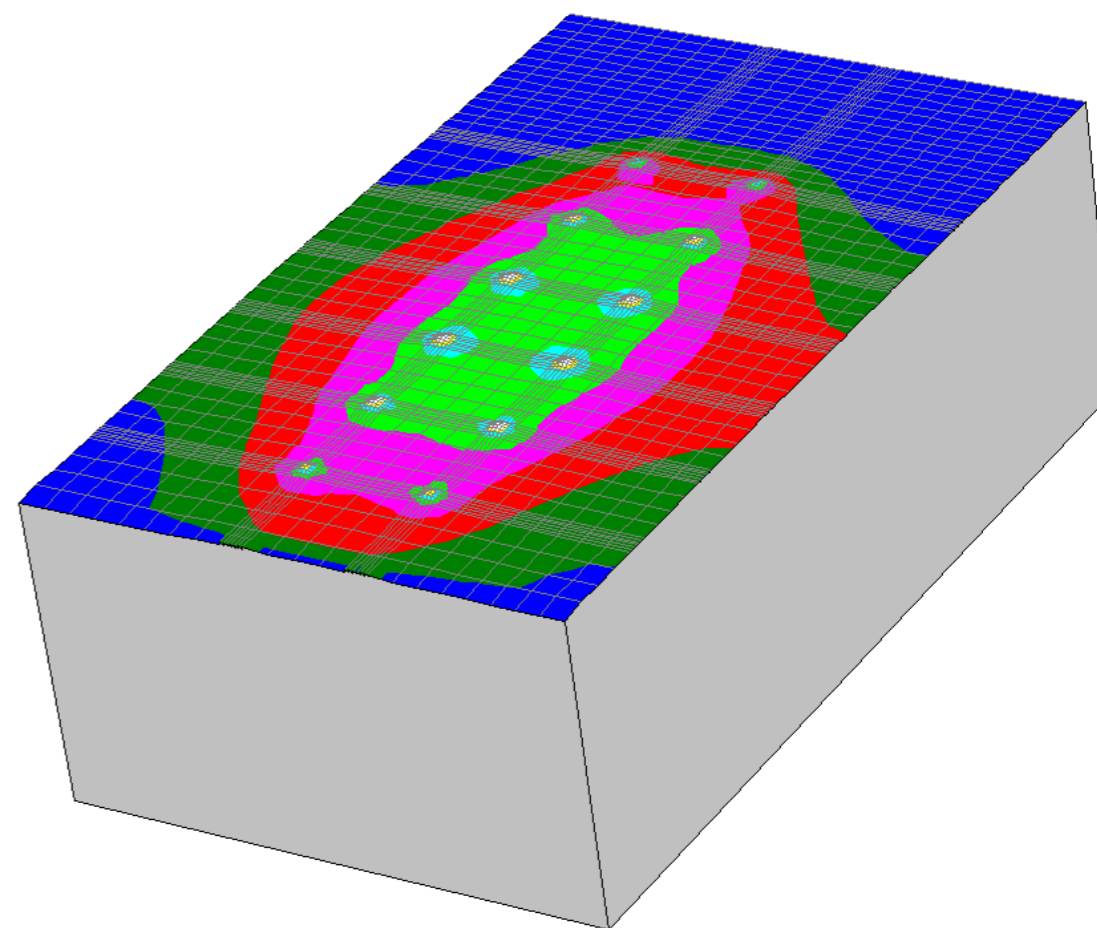
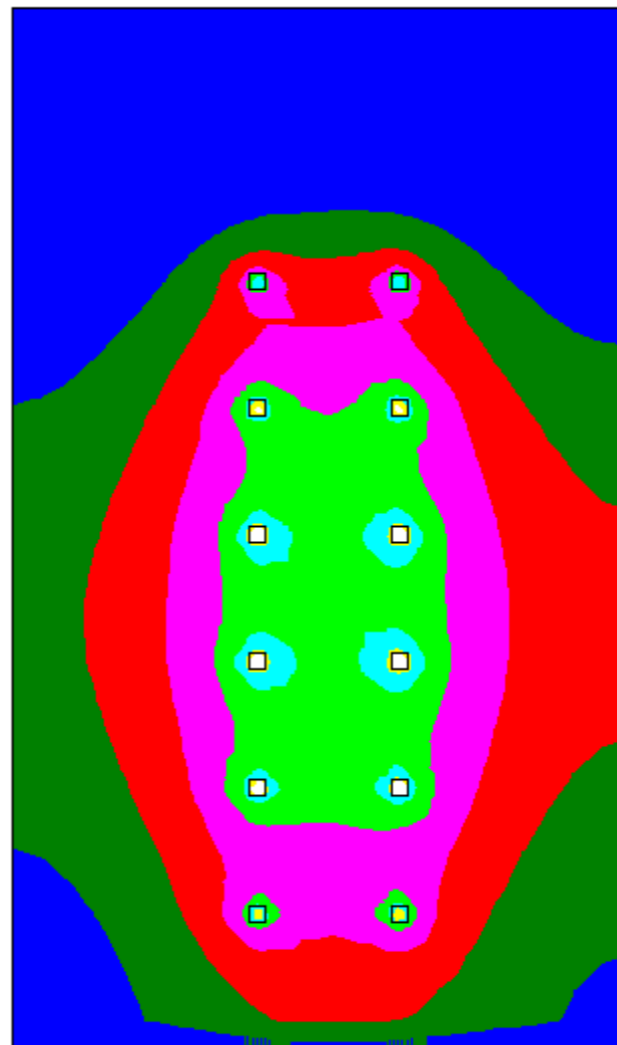
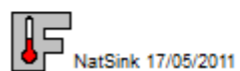
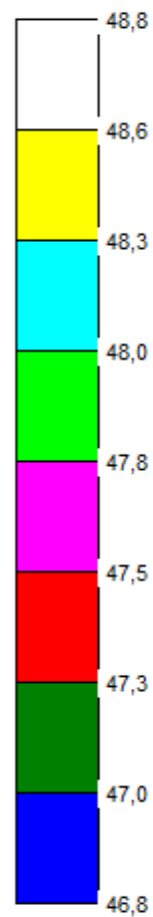
# Progetto | Dissipazione termica

Descrizione

Immagine

Impostando le caratteristiche ambientali con una temperatura dell'aria di circa 40°C, inserite le fonti di calore sul piano del dissipatore viene lanciato il calcolo. Il calcolo del calore tiene conto sia della convezione del calore all'interno di un solido metallico sia dell'irraggiamento delle pareti delle alettature del dissipatore.

L'output, mostrato nelle immagini laterali, rende evidente il modo il cui avviene la dissipazione termica del sistema e quali temperature si sviluppano sul piano del modulo.



# Progetto | Dissipazione termica

## Descrizione

Una volta stabilite le dimensioni di massima del dissipatore con il programma precedentemente menzionato si è passati alla definizione geometrica e di design di un dissipatore che meglio si accordi al design complessivo del modulo.

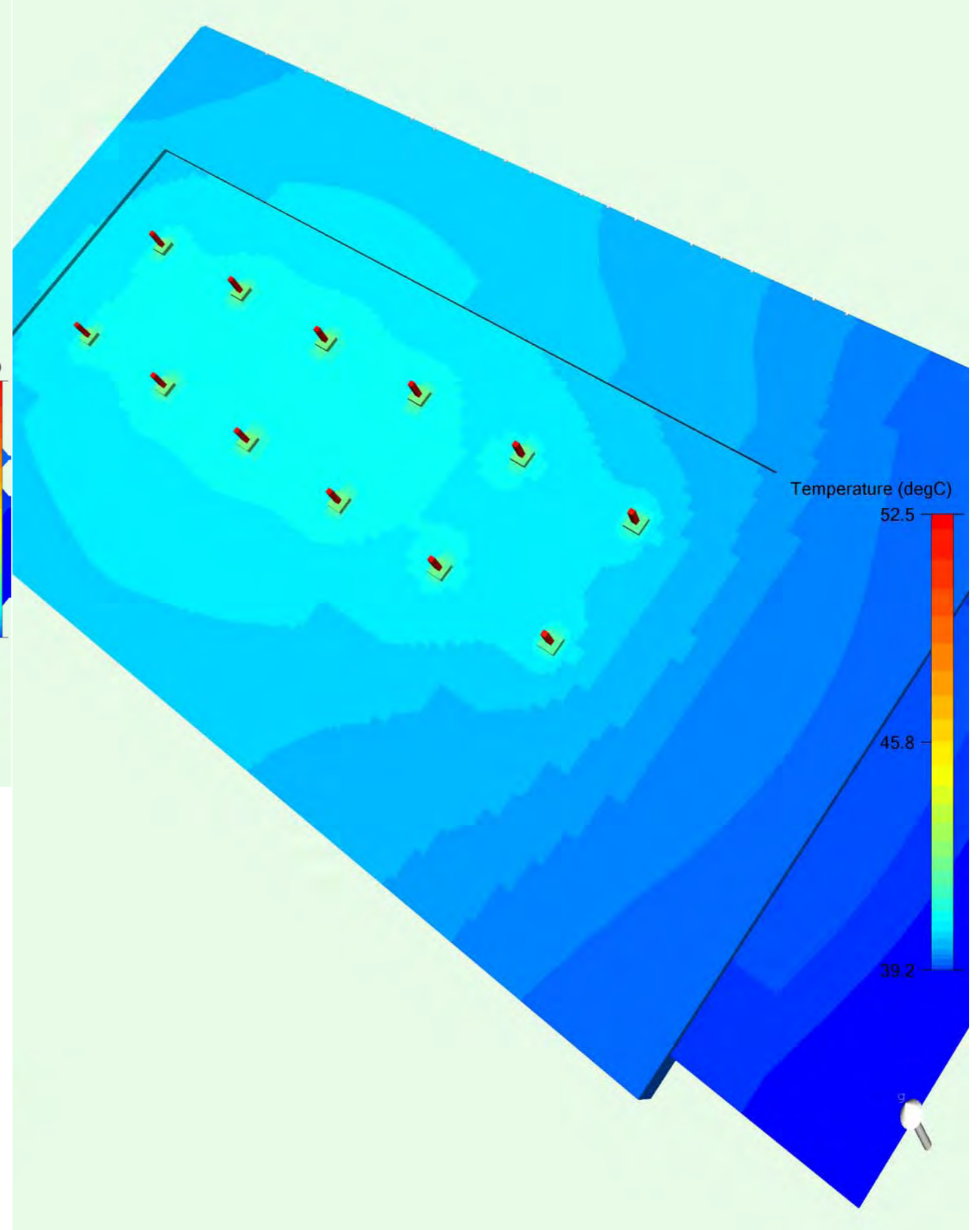
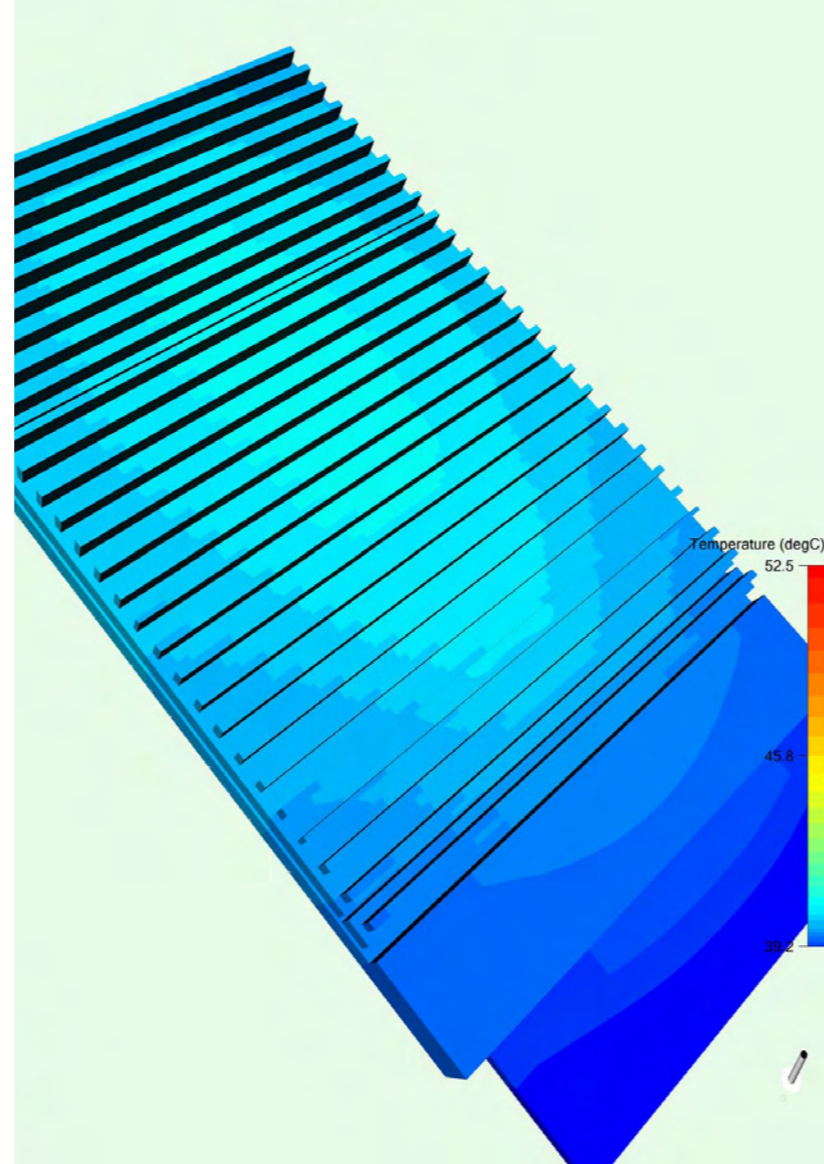
Il redesign del dissipatore ha dunque tenuto conto, da un lato della superficie esposta calcolata dal precedente software e dall'altro dall'estetica generale del modulo progettato.

Di seguito vengono presentati due modelli selezionati e testati attraverso un diverso programma di simulazione che permette di inserire valori molto più specifici inerenti ai materiali utilizzati e alle caratteristiche dei LED. Questo passaggio è stato effettuato in modo da valutare quali temperature l'elemento possa sviluppare durante il suo funzionamento a regime (alimentato a 350 mA e con un valore di temperatura dell'aria dell'ambiente esterno di circa 25°C)

Le immagini a lato illustrano in maniera evidente che i livelli di temperatura sono compresi tra un picco massimo di 56.5°C sulla giunzione dei LED e un minimo di 46 °C nella superficie più lontana rispetto ai LED.

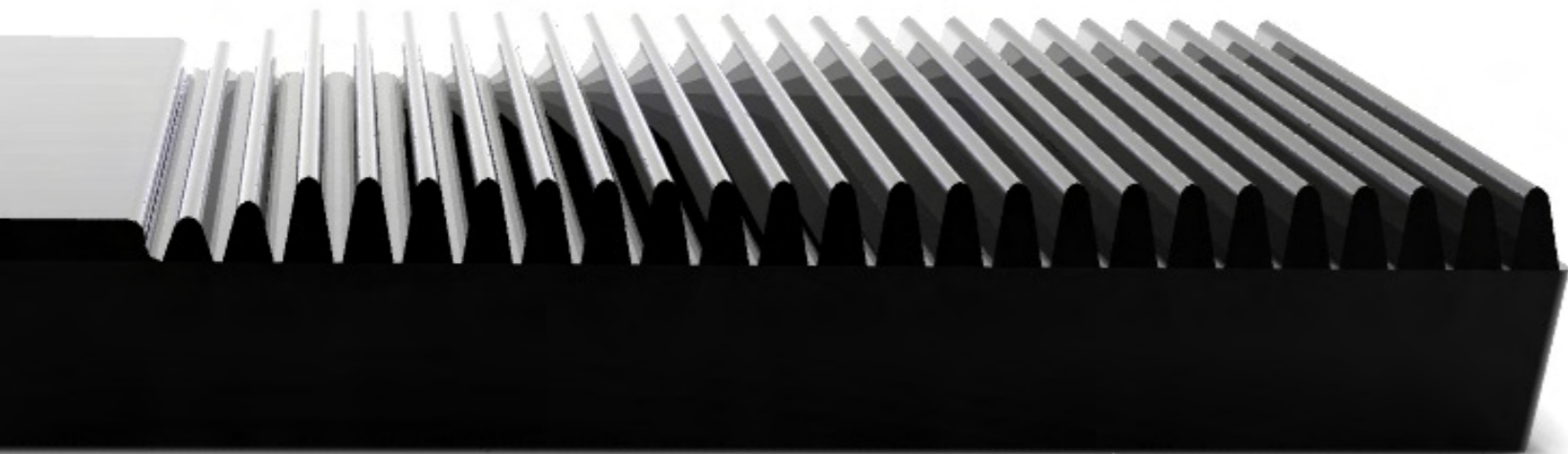
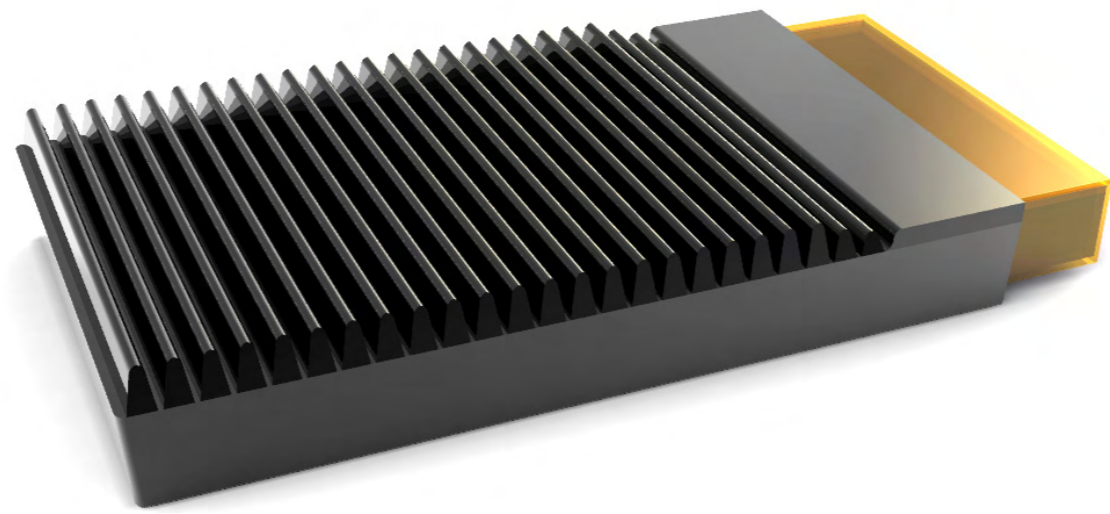
Da notare a latere che il modello geometrico utilizzato per la simulazione termica risulta evidentemente semplificato rispetto a quello che è stato effettivamente disegnato per permettere al software di effettuare la simulazione.

## Immagine



*Immagine*

---





# Progetto | Dissipazione termica

## Descrizione

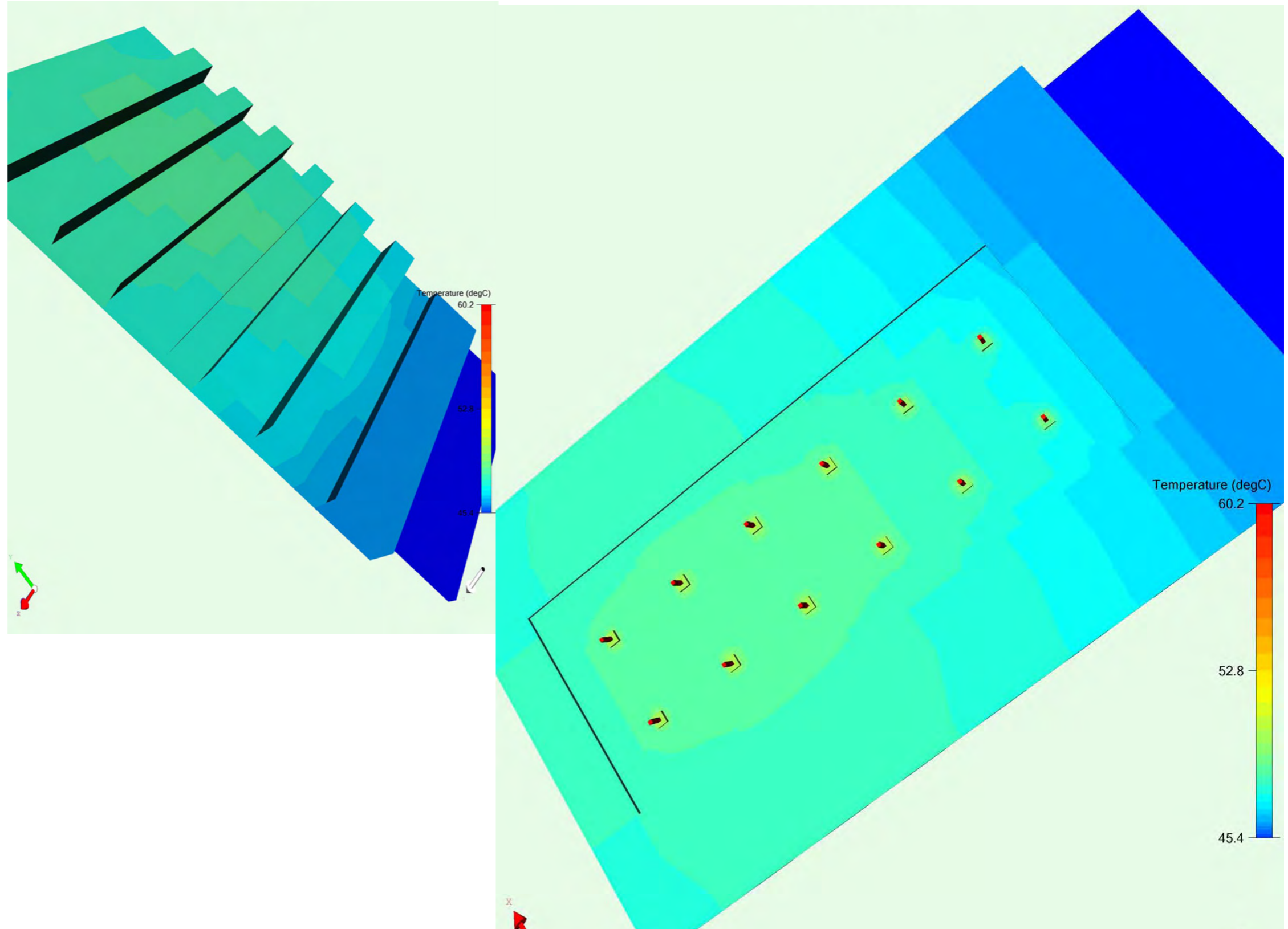
Un'ulteriore prova è stata fatta su un modello geometrico molto meno alettato, in cui la quantità di superficie sia comunque elevata e in grado di dissipare il calore dei LED, ma che l'impatto estetico dell'elemento non sia troppo elevato rispetto alla linearità del resto. Le alettature sono state ridotte ad un numero pari alle linee di disposizione dei LED in modo tale da far corrispondere un aumento di materiale e di superficie dissipante nella posizione corrispondente ai LED stessi.

La riduzione delle alette dovrebbe anche diminuire l'effetto di irraggiamento del calore tra le alette.

La simulazione, come da immagini poste a lato, mostra che il livello di calore dissipato è leggermente superiore rispetto al modello simulato e mostrato in precedenza.

La temperatura di picco in corrispondenza dei LED è di circa  $64^{\circ}\text{C}$  mentre la temperatura media è di circa  $53^{\circ}\text{C}$ .

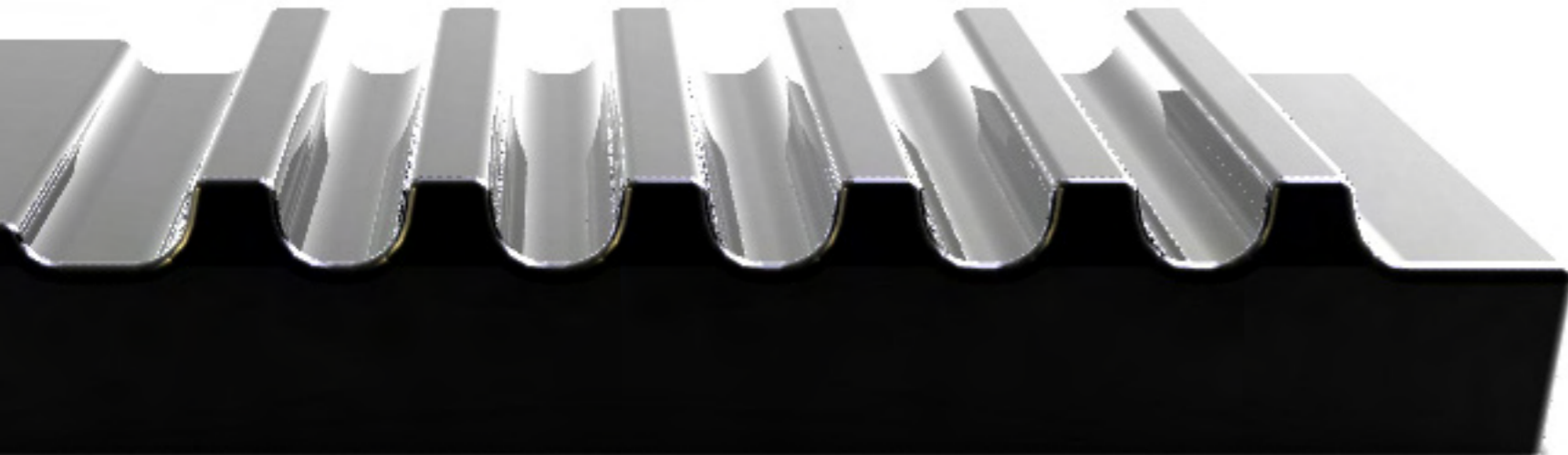
## Immagine



# Progetto | Dissipazione termica

Descrizione

Immagine





# Progetto | Alimentazione e controllo

Descrizione

Immagine

Il sistema di alimentazione è composto da 2 elementi funzionali utili all'alimentazione e al controllo dei motori luminosi.

Gli elementi complessivi del sistema sono:

1\_una base-board standard in grado di alloggiare 4 uscite modulari ed un modulo intelligente allocati nel corpo dell'apparecchio e sostanzialmente distanti dai motori luminosi modulari.

2\_un modulo di uscita configurabile alloggiato bordo del modulo luminoso

Questi due elementi possono essere collegati tramite cavi e connettori utili sia all'alimentazione sia al controllo. In particolare, due fili saranno utili alla connessione elettrica e altri 4 fili saranno utili al controllo del funzionamento del sistema (ad esempio: regolazione del flusso in base alla temperatura di giunzione raggiunta dal sistema)

Infine è previsto un eventuale sistema radio per la comunicazione wi-fi dei due sistemi.

## Specifiche

Alimentazione: 85-265 Vac.

Frequenza di ingresso: 50-60 Hz.

Power Factor Correction PFC attivo.

Protezione da corto circuito e sovratensione.

Uscite Led: 4 uscite configurabili.

Un modulo intelligente e programmabile.

Tecnologia di conversione:

Risonante LLC 120 KHz.

Uscita isolata

Rendimento: 90% full load (parametro dipendente della configurazione modulare adottata).

Rise time: 800 ms (parametro dipendente della configurazione modulare adottata).

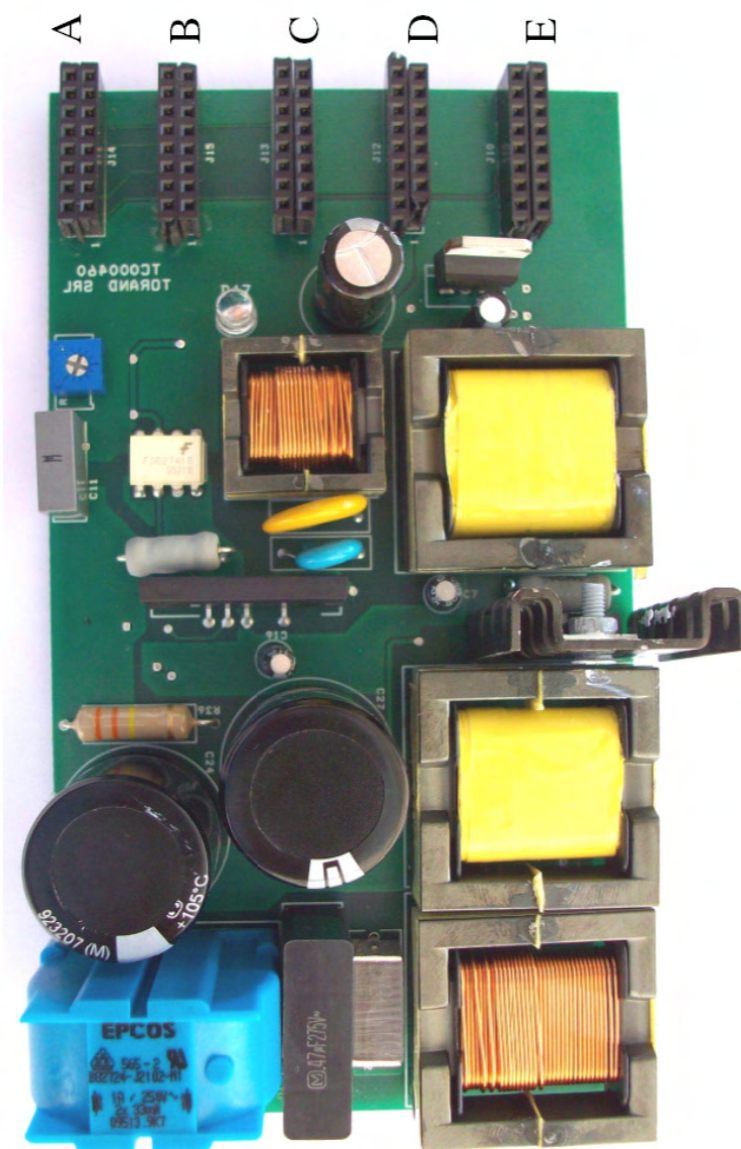
Vita Utile: 40.000 ore (parametro dipendente della configurazione modulare adottata).

Utilizzo di condensatori long-life.

Potenza massima 100W.

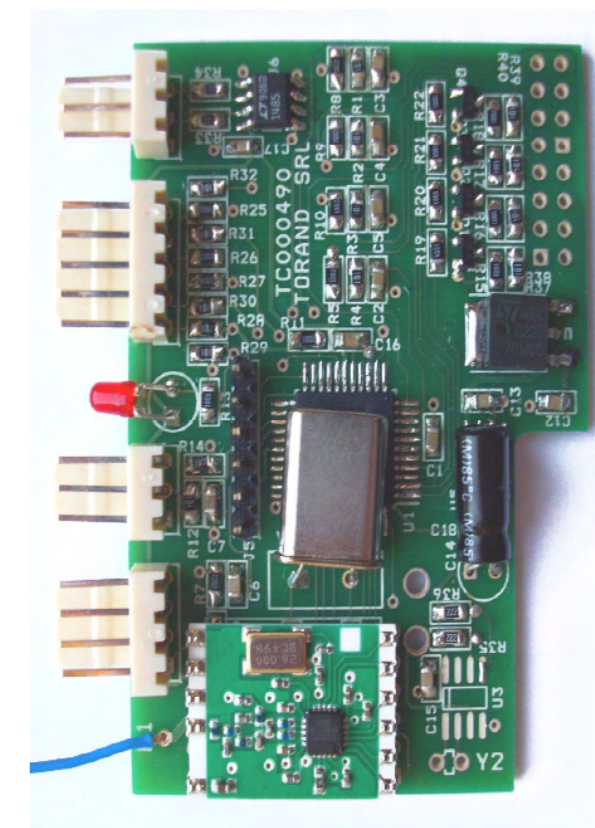
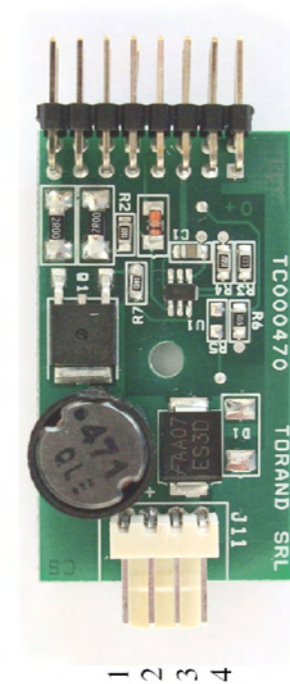
Software di base per la comunicazione tra l'alimentatore ed il PC (opzionale a seconda della configurazione modulare adottata).

MODULO DI ESEMPIO (TORAND Consulting)



MODULO BASE DI ALIMENTAZIONE

Inserito all'interno del corpo dell'apparecchio  
Alimentazione di massimo 4 moduli  
Alimentazione di 60 W (minimo)  
Dimensioni: 145 x 45 x 90 mm



MODULO DI USCITA CONFIGURABILE

Inserito a bordo del modulo  
Realizzabile su misura  
2 fili di uscita per l'alimentazione  
4 fili di uscita per il controllo  
Dimensioni considerate: 70 x 30 x 15 mm

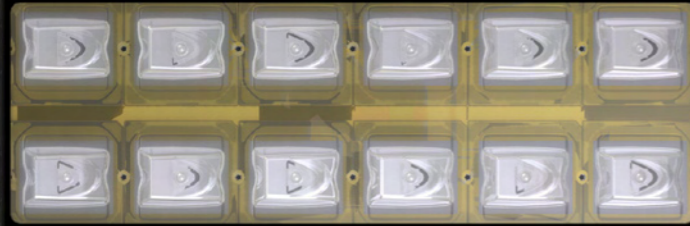
MODULO RADIO INTELLIGENTE

Opzionale, inserito accanto al modulo base di alimentazione



*Immagine*

*Descrizione*



**PRO**

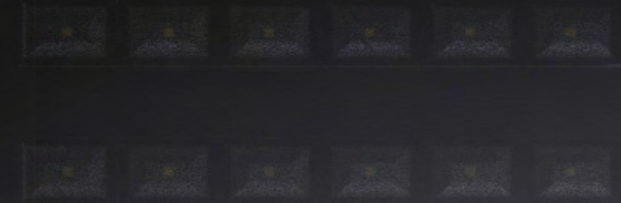
Riduzione al minimo delle componenti  
Riduzione degli spessori e dei materiali  
Minimi ingombri

Migliore rendimento dell'apparecchio  
Efficienza energetica  
Migliore sistema di dissipazione  
(doppio contatto con l'alluminio)

**CONTRA**

Fattore di manutenzione più basso  
Incertezza sulla stabilità delle performance delle lenti

Maggiori costi di attrezzatura (stampo porta lenti)



Maggiore protezione delle lenti  
(agenti atmosferici, polveri, UV)  
Compattezza del modulo  
Fattore di manutenzione più elevato

Minore rendimento dell'apparecchio  
Aumento delle dimensioni  
Aumento dei materiali e dei pesi



**PLUS | Concept sistema**

# Progetto | Configurazioni

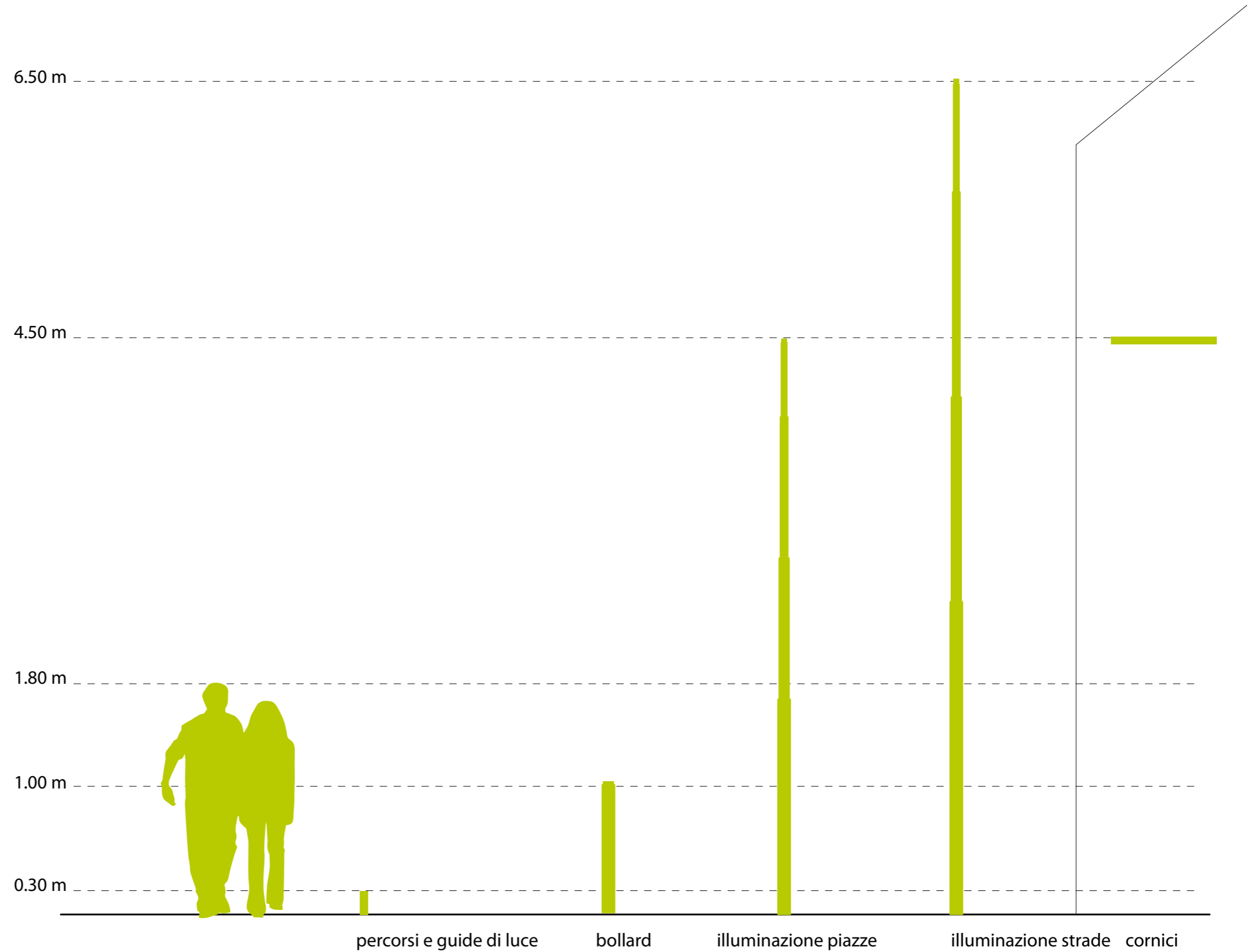
Descrizione

Immagine

Variabilità e versatilità di utilizzi è l'idea intrinseca del modulo che diventa elemento di luce variabile e inseribile su un palo per diversi utilizzi.

Il palo, dunque, oltre ad essere intelligente diventa utile appoggio per il parassitaggio di moduli atti a fare luce, sia in linea alle norme vigenti rispetto all'illuminazione stradale e all'inquinamento luminoso sia rispetto a nuove funzioni luminose nello spazio pubblico.

Il modulo di luce diventa quindi strettamente connesso allo studio delle diverse applicazioni.



# Progetto | Configurazioni

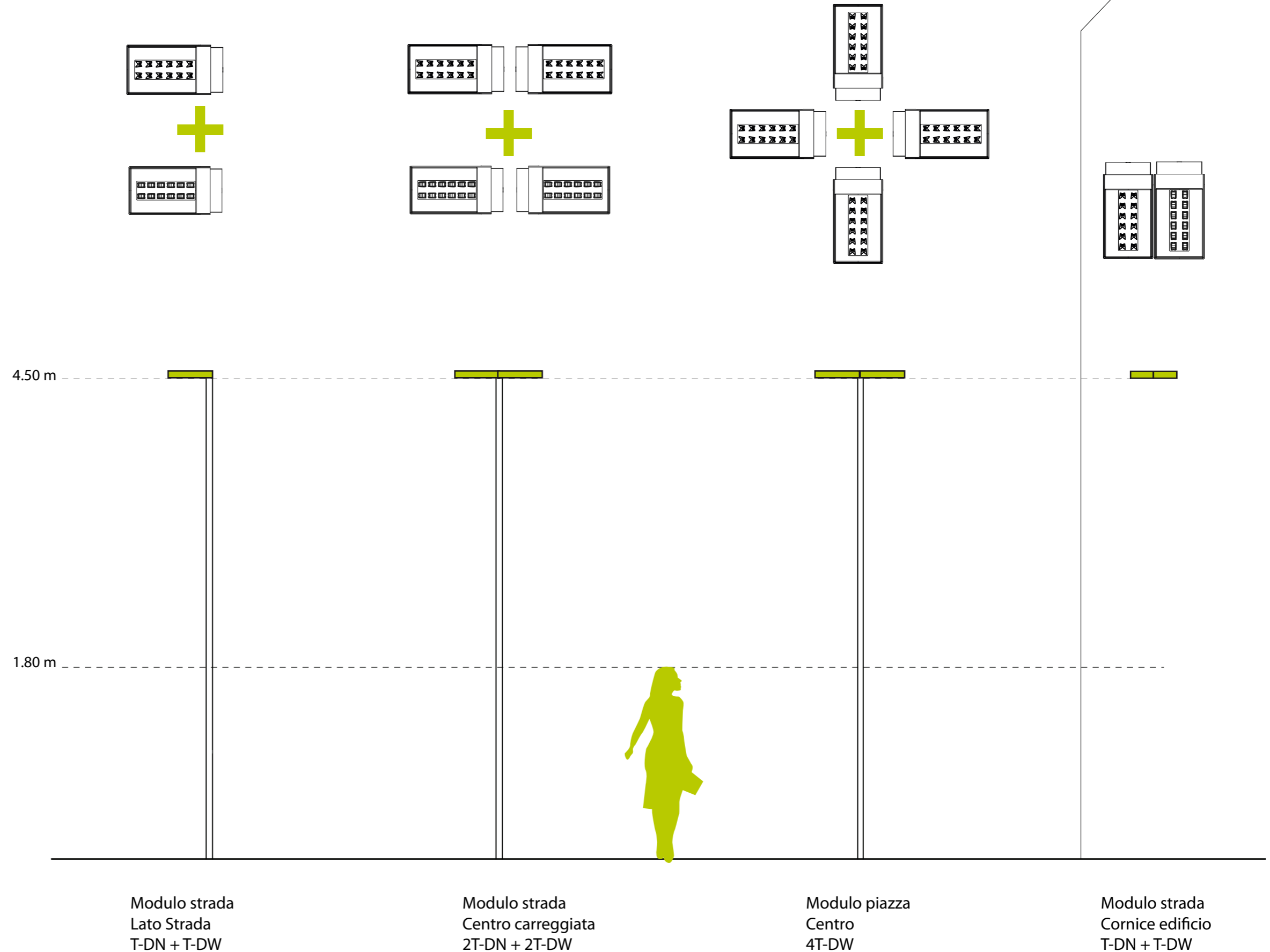
Descrizione

Installazione a 4.50 m da terra  
Moduli previsti: 2

Contesto d'uso  
Tipicamente in strade strette di centri storici in cui l'utente prevalente sia il pedone, a palo oppure lungo le cornici degli edifici, oppure in piazze e spiazzi.

Fotometrie  
Le fotometrie quindi possono essere asimmetriche o rotosimmetriche oppure completamente variabili in dipendenza dal contesto d'uso.

Immagine



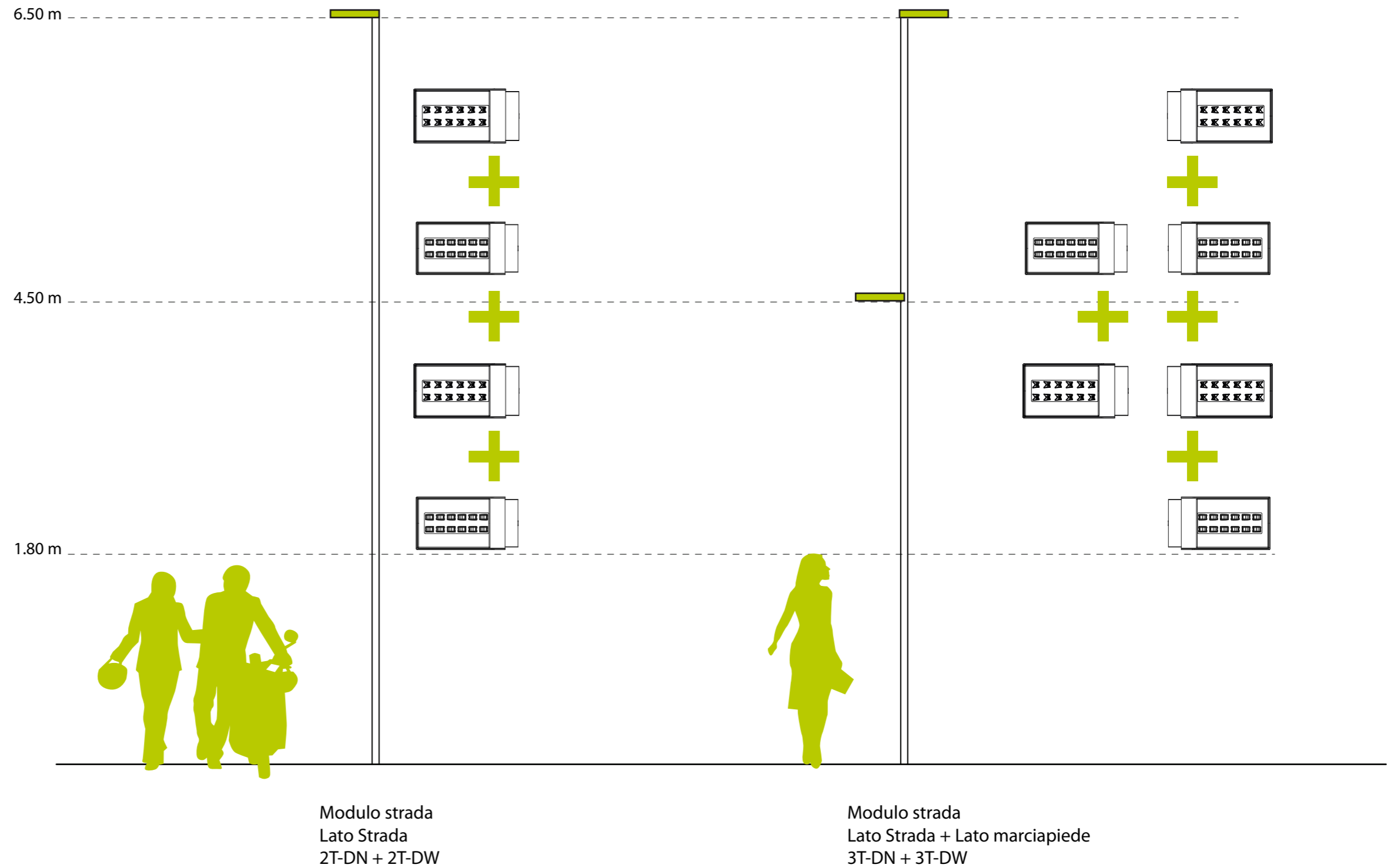
# Progetto | Configurazioni

Descrizione

Immagine

Installazione a 6.50 m in testa palo  
Moduli previsti: 4

Contesto d'uso:  
Emissione asimmetrica da un lato o da due.





# Progetto | Configurazioni

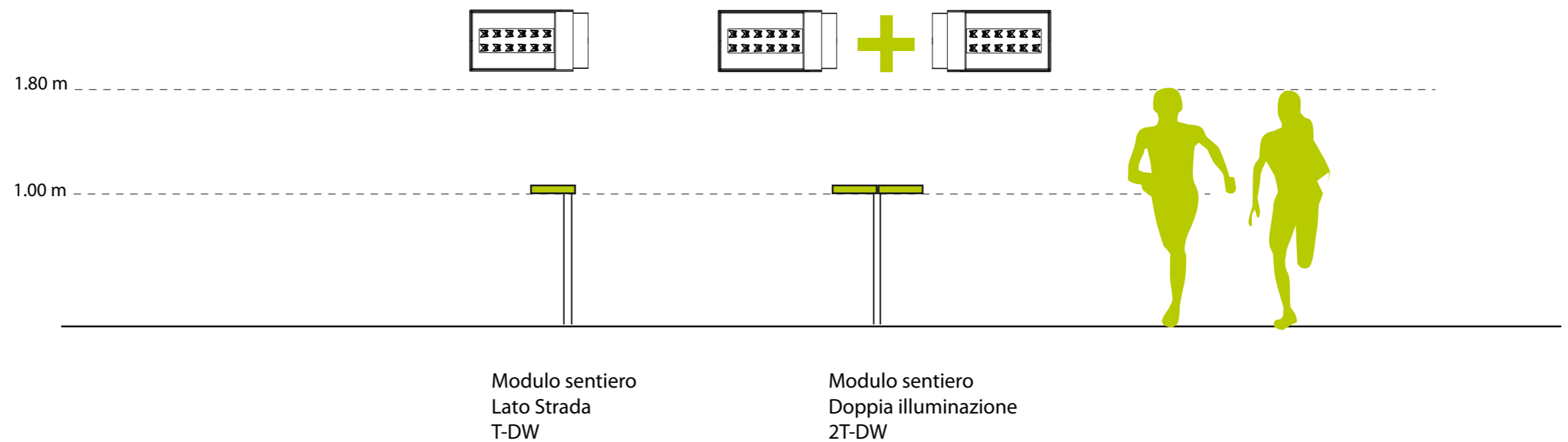
Descrizione

Immagine

Installazione a 1 massimo da terra  
Moduli previsti: 1

Contesto d'uso  
Sentieri, vialetti e tutte quelle applicazioni  
in cui la luce diventi guida di orientamento  
dei percorsi.

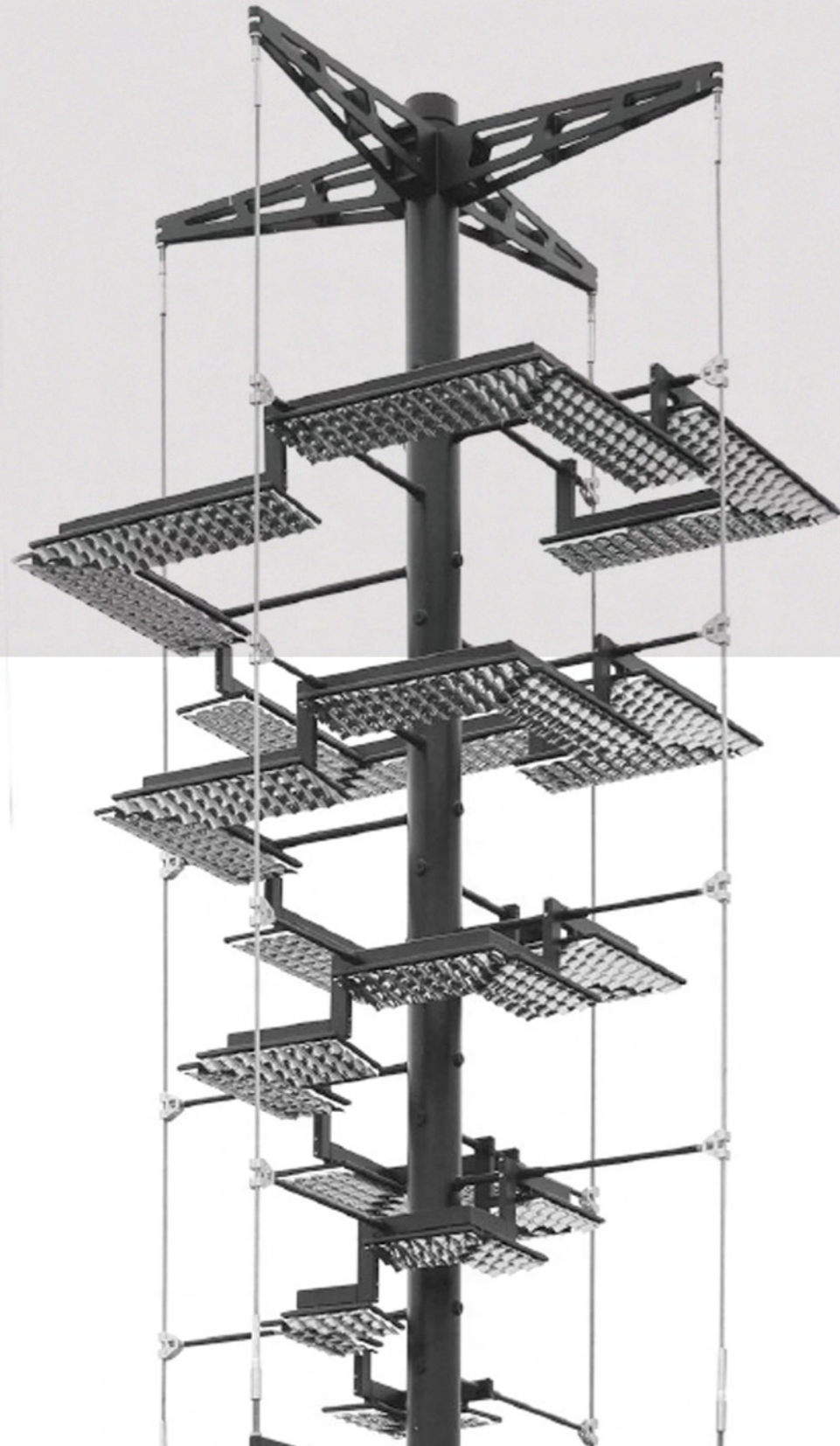
Fotometrie  
Le fotometrie quindi possono essere  
asimmetriche o rotosimmetriche.



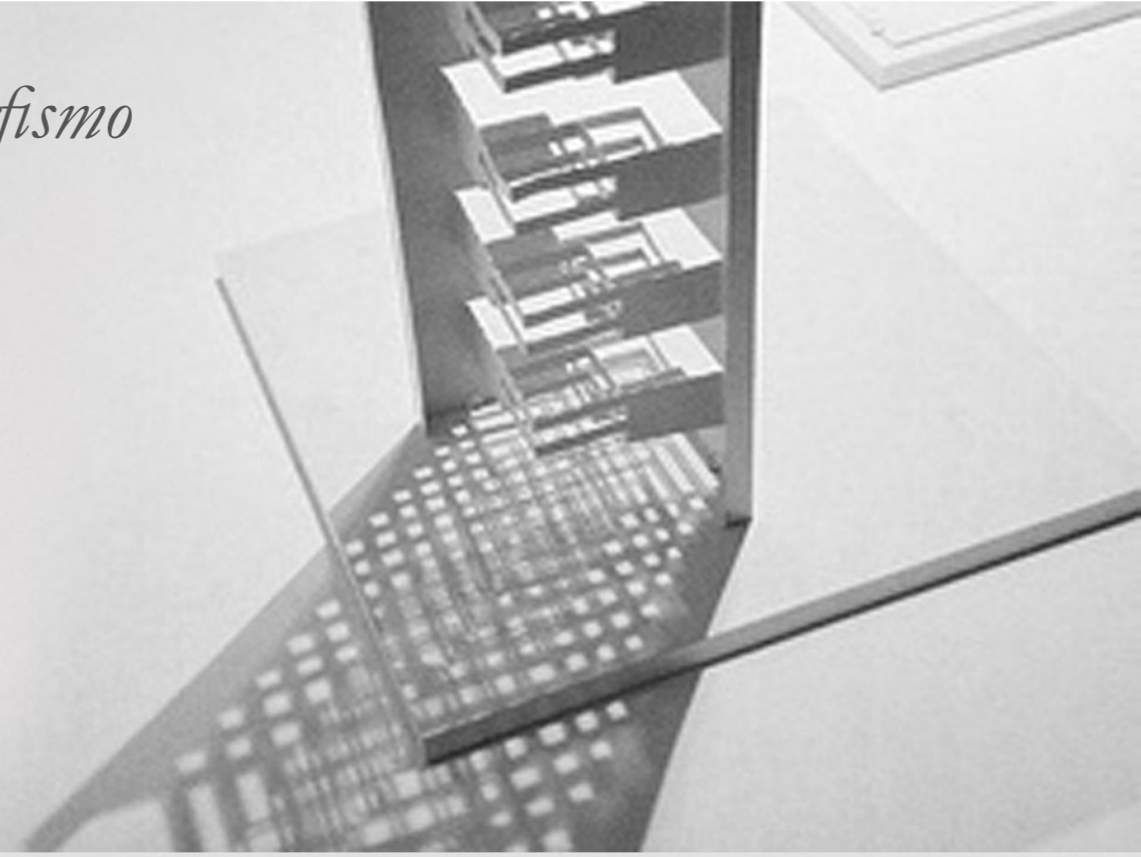


**PLUS | Moodboard**

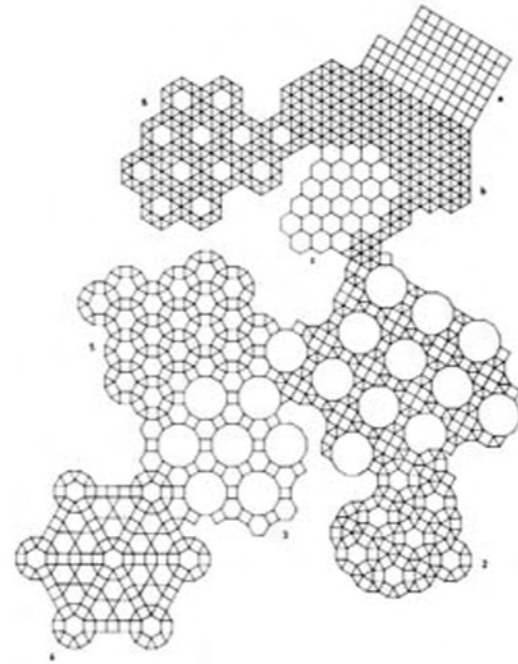
Structure | Parasite



*tecnomorfismo*



*scultura luminosa*



*ritmica del modulo*



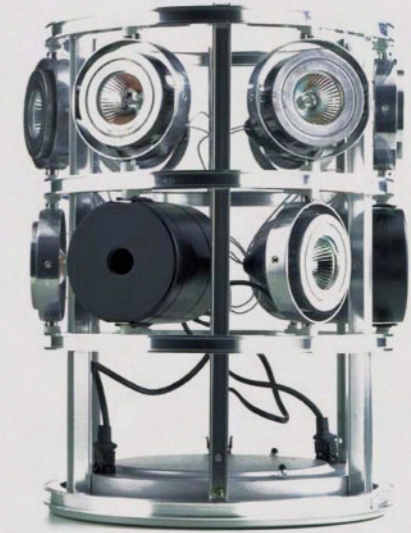
*Immagine*

Modulo | Semplicità

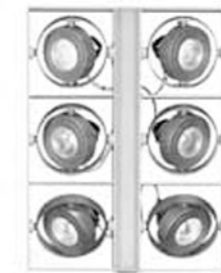


*leggerezza*

*aggancio*



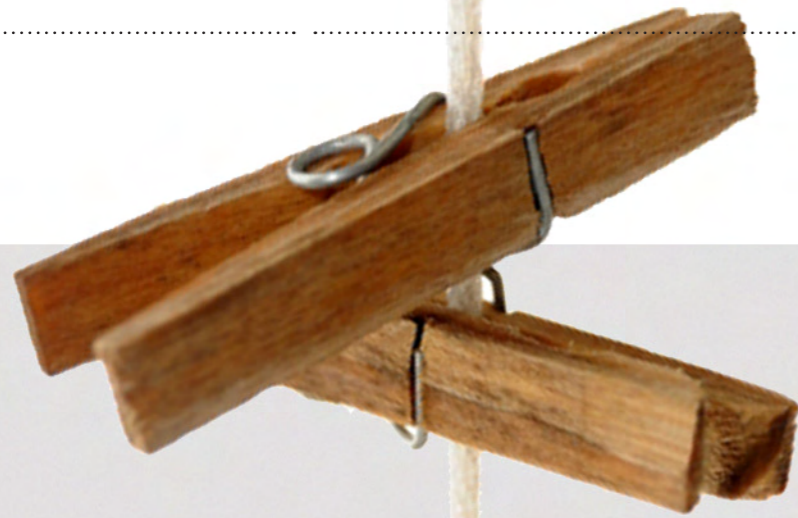
*variabilità d'uso*





Moodboard | **Parasite**

*Immagine*



*flessibilità*



Structure | Parasite



*adattabilità a diversi supporti*





Moodboard | **Module**

*Immagine*



Shape | Module



*disassamento del modulo*

*aggancio*



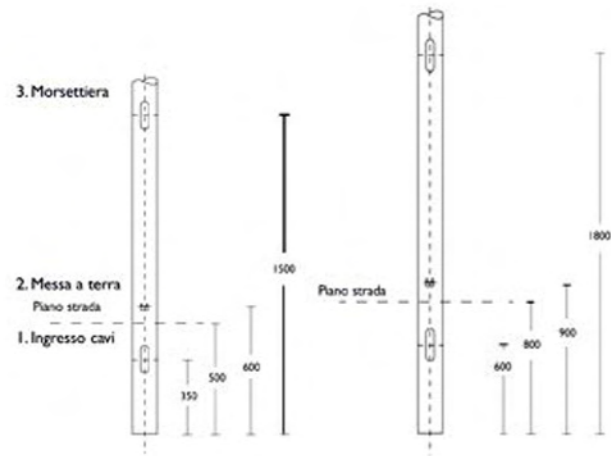




*history*



Arms | Flexibility



*semplication*





**PLUS | Concept**



# Brainstorming | **Concept**

*Immagine*

---

Il modulo, data la sua estrema semplicità può essere integrato su una serie di progetti di apparecchi diversi sia per forma che per concept.



WINDY PLUS



STEM PLUS



ARACNE PLUS

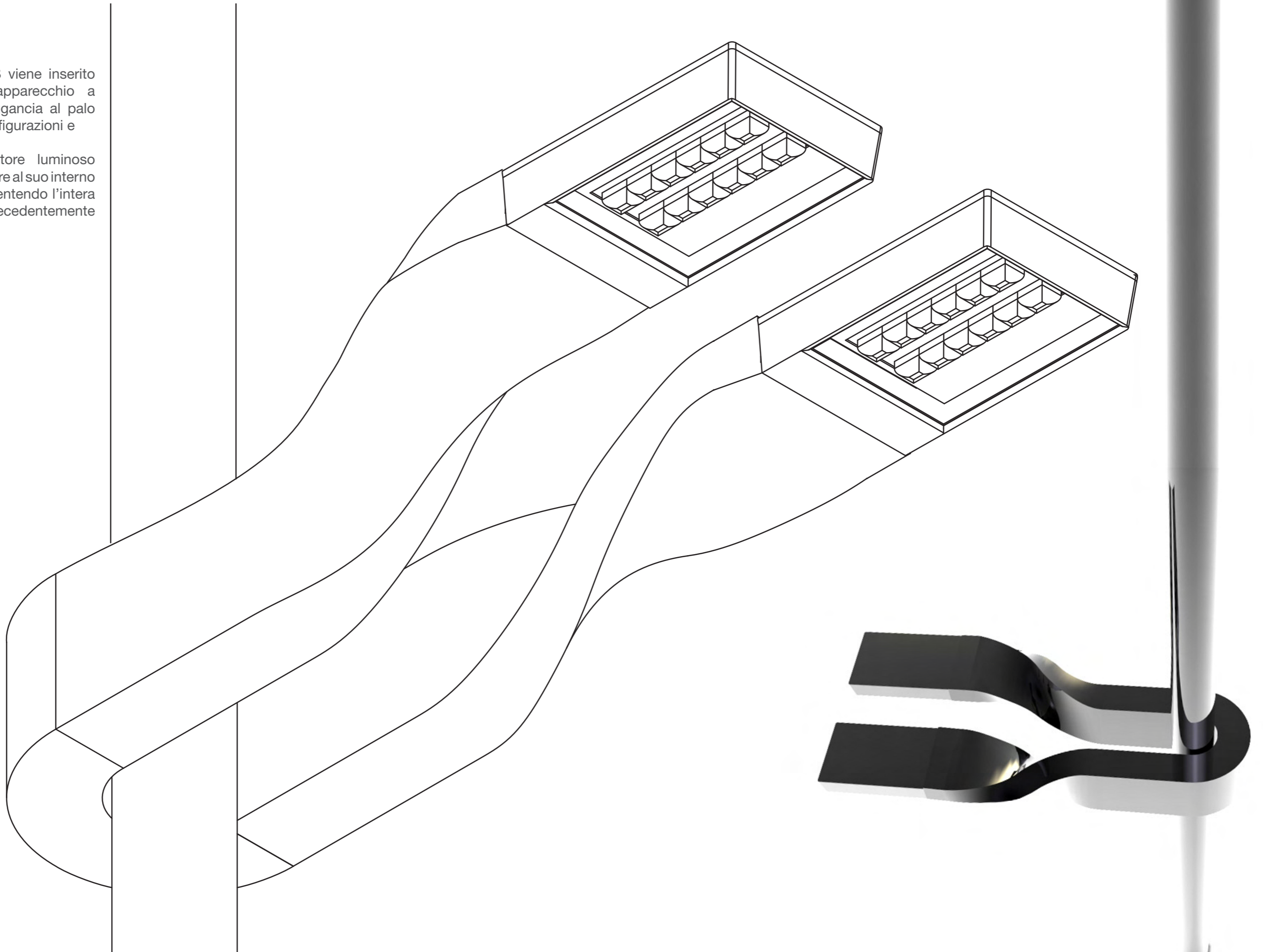
# Concept | Windy Plus

*Immagine*

## WINDY PLUS

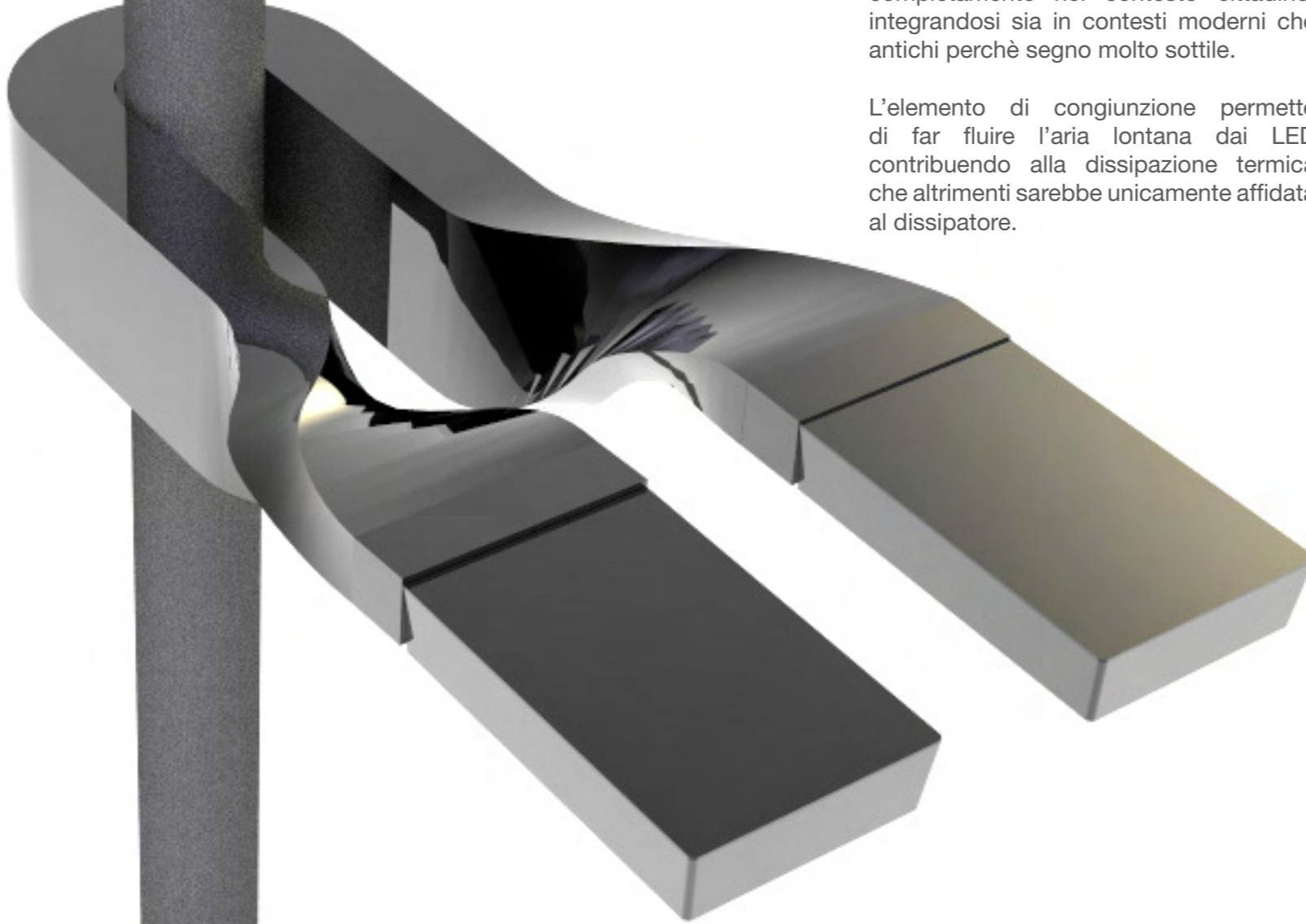
Il sistema modulare PLUS viene inserito nelle estremità di un apparecchio a forma di nastro che si aggancia al palo consentendo differenti configurazioni e

La forma integra il motore luminoso nell'estremità e l'alimentatore al suo interno e si aggancia al palo consentendo l'intera serie di configurazioni precedentemente descritta.



# Concept | Windy Plus

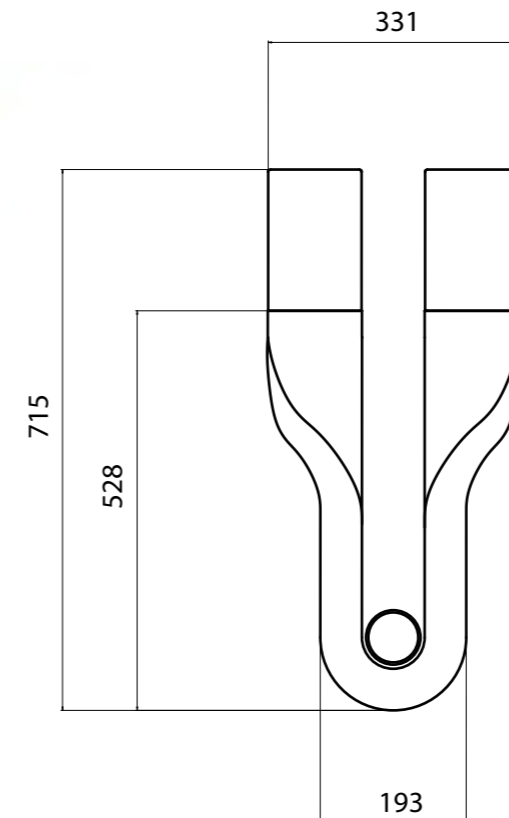
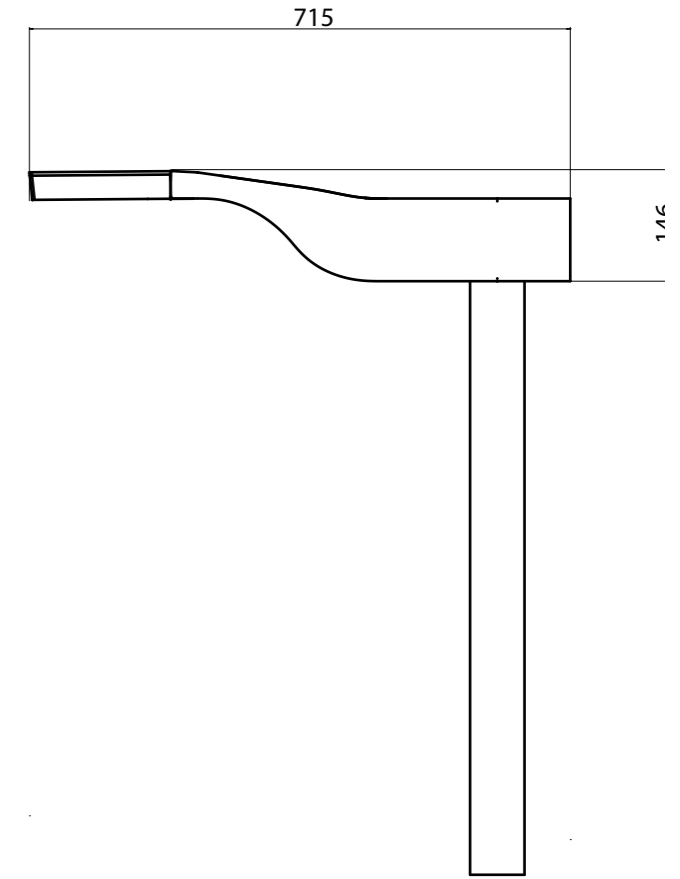
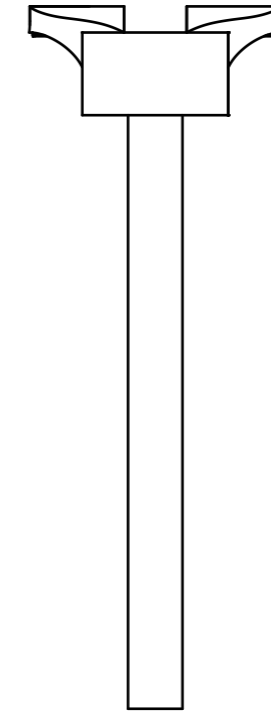
Immagine



Il sistema integra i moduli luminosi in continuità e si innesta sul palo in maniera completamente invisibile, accogliendo al suo interno anche l'elettronica di controllo e di alimentazione.

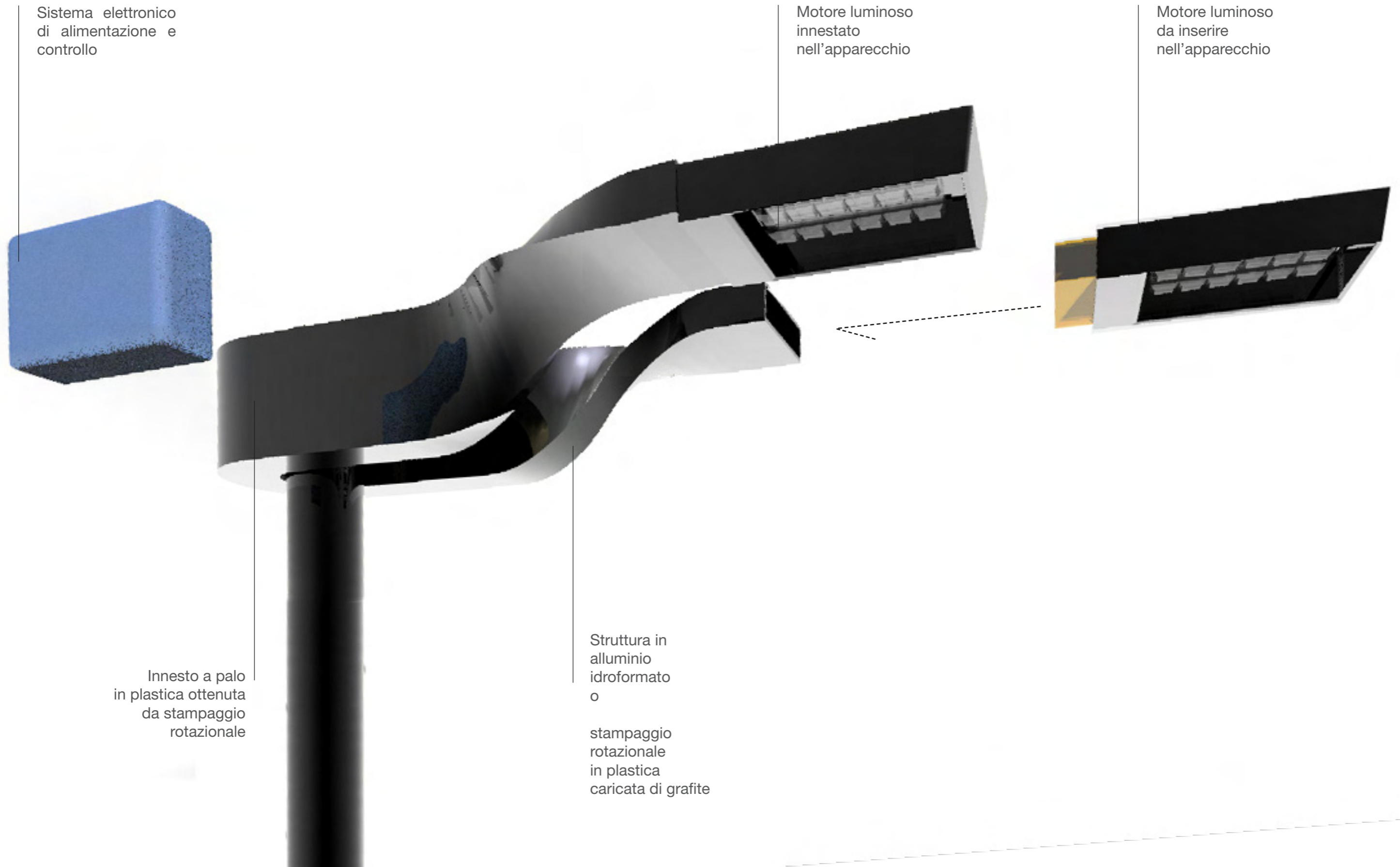
La forma complessiva ricorda un nastro mosso al vento che si mimetizza completamente nel contesto cittadino, integrandosi sia in contesti moderni che antichi perchè segno molto sottile.

L'elemento di congiunzione permette di far fluire l'aria lontana dai LED contribuendo alla dissipazione termica che altrimenti sarebbe unicamente affidata al dissipatore.



# Concept | Windy Plus

Immagine





## Concept | Windy Plus

### *Immagine*

---

Il sistema modulare PLUS viene inserito nelle estremità di un apparecchio a terminare la forma sinuosa del nastro che si aggancia al palo consentendo differenti configurazioni e possibilità di disezionamento della luce.

In questa configurazione l'apparecchio montato da solo e potrebbe assolvere alla funzione di illuminazione funzionale di camminamenti e marciapiedi.

Il modulo plus può essere sia T-DN o T-DW.



## Concept | **Windy Plus**

### *Immagine*

---

Il sistema a doppio nastro è equipaggiato con due moduli PLUS T-DN e T-DW che, insieme, rispondono all'illuminazione di tipo stradale rispetto alle categorie illuminotecniche classe CE5 e S3 (con riferimento ai valori di illuminamento medio e di uniformità).



## Concept | **Windy Plus**

### *Immagine*

---

La configurazione mostrata al lato prevede l'installazione del modulo precedenti su due direzioni opposte e determina la possibilità di illuminare una carreggiata inserendo il palo al centro, sebbene questo tipo di installazione stradale sia oggi molto poco utilizzata.



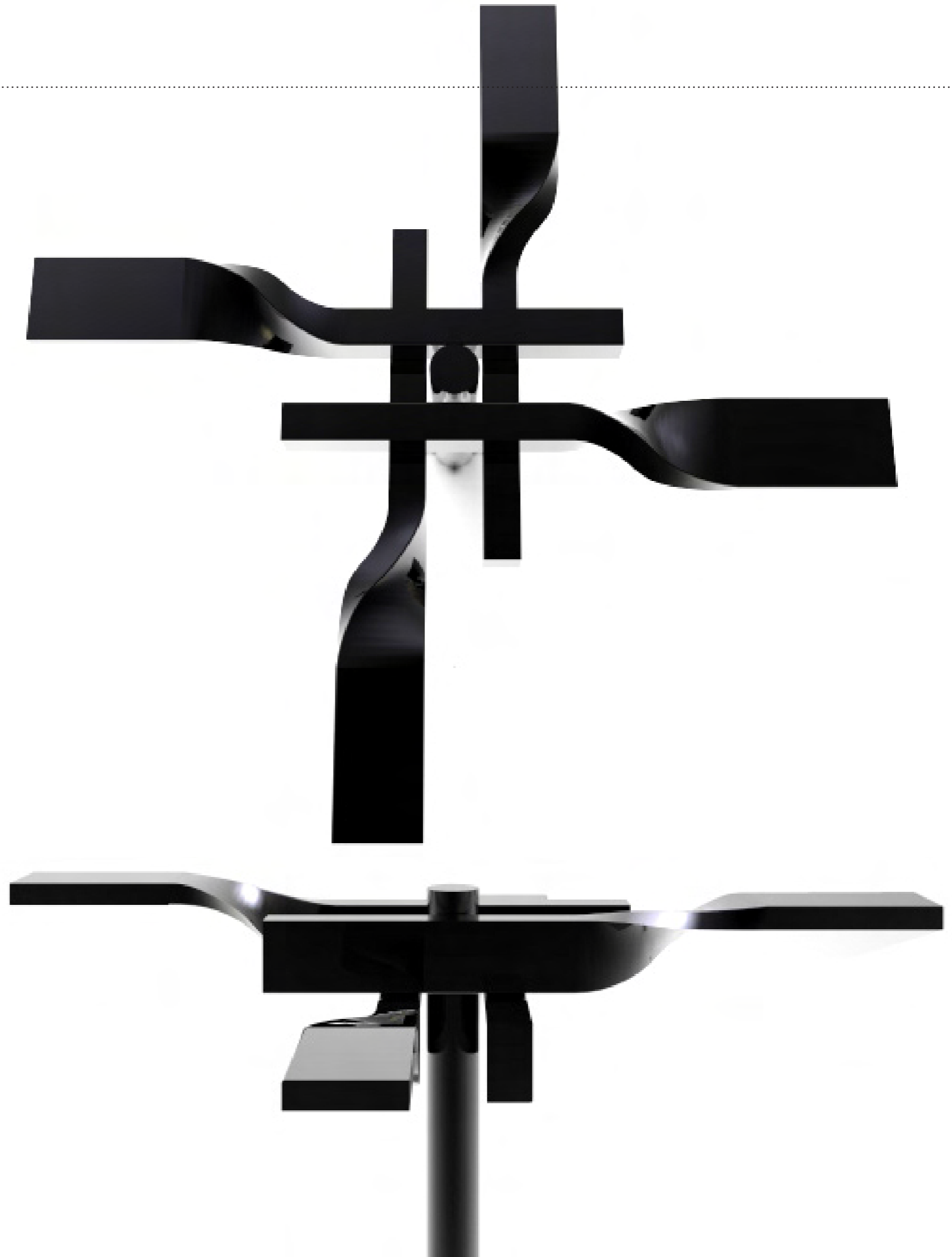
## Concept | Windy Plus

### *Immagine*

---

Il sistema modulare PLUS viene inserito per 4 volte nella sua configurazione singola installato nelle 4 direzioni. Questo permette la possibilità di creare, con lo stesso apparecchio una fotometria rotosimmetrica utile per l'illuminazione delle piazze.

In questo particolare tipo di contesto il sistema modulo PLUS utilizzato è T-DW.





## Concept | **Windy Plus**

### *Immagine*

---

Il sistema modulare PLUS viene inserito per 4 volte nella sua configurazione singola installato nelle 4 direzioni. Questo permette la possibilità di creare, con lo stesso apparecchio una fotometria rotosimmetrica utile per l'illuminazione delle piazze.

In questo particolare tipo di contesto il sistema modulo PLUS utilizzato è T-DW.



## Concept | **Windy Plus**

*Immagine*

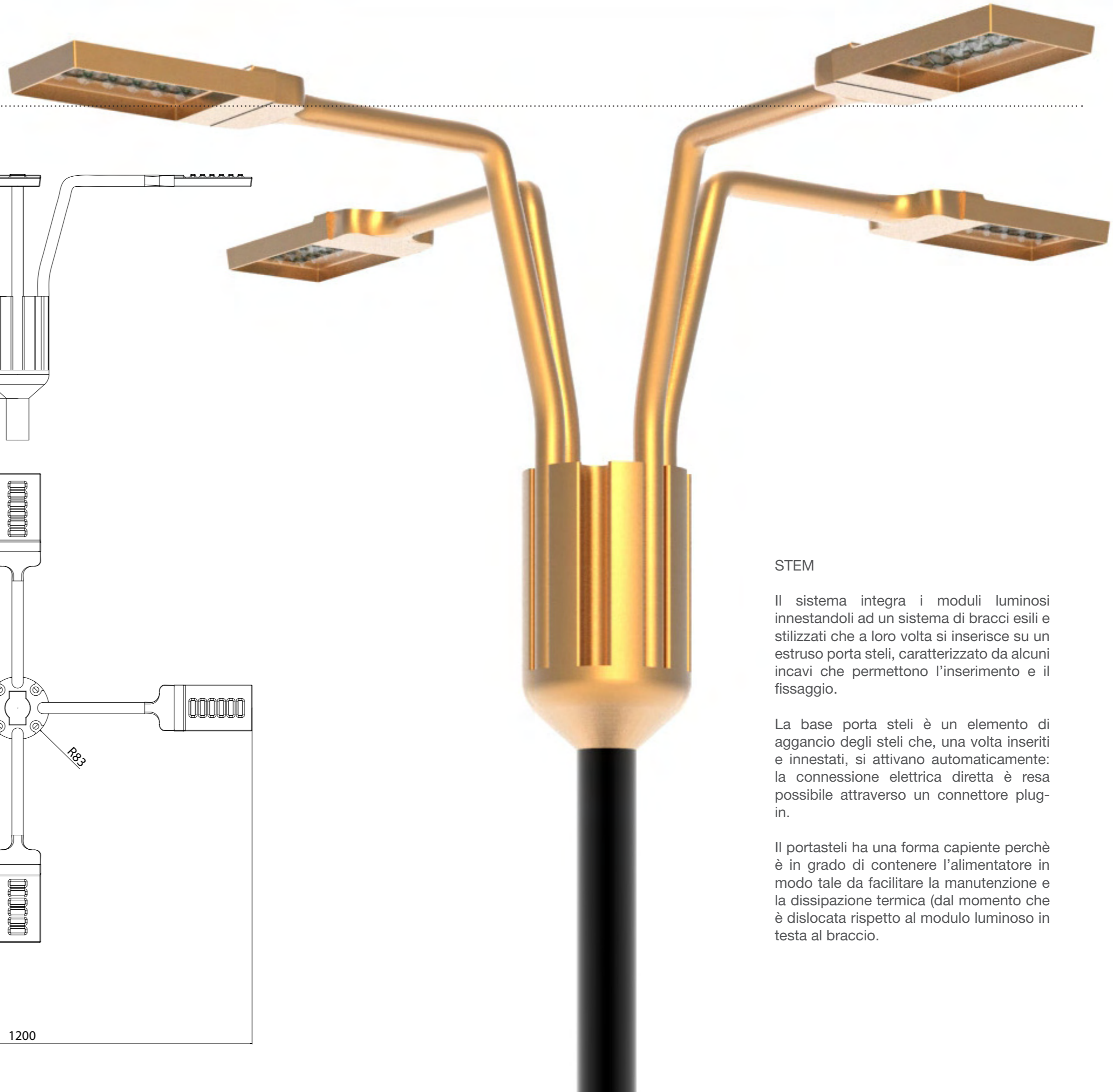
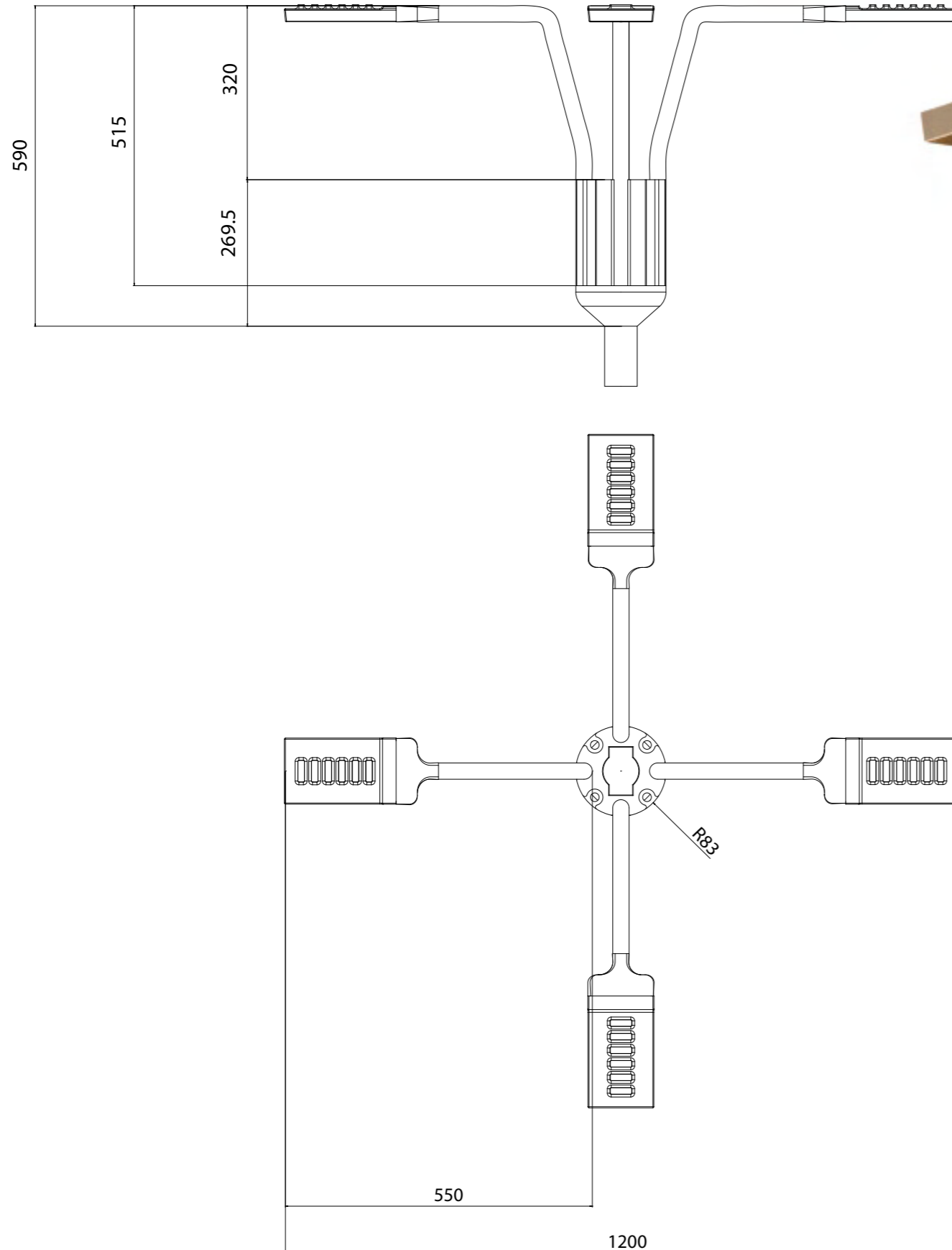
---

L'installazione a 6.500 m da terra determina la necessità di installare 4 moduli (2T-DW e 2T-DN) in modo tale di assolvere al compito luminoso per tale installazione in maniera adeguata (categoria illuminotecnica CE4)



# Concept | Stem Plus

Immagine



## STEM

Il sistema integra i moduli luminosi innestandoli ad un sistema di bracci esili e stilizzati che a loro volta si inserisce su un estruso porta steli, caratterizzato da alcuni incavi che permettono l'inserimento e il fissaggio.

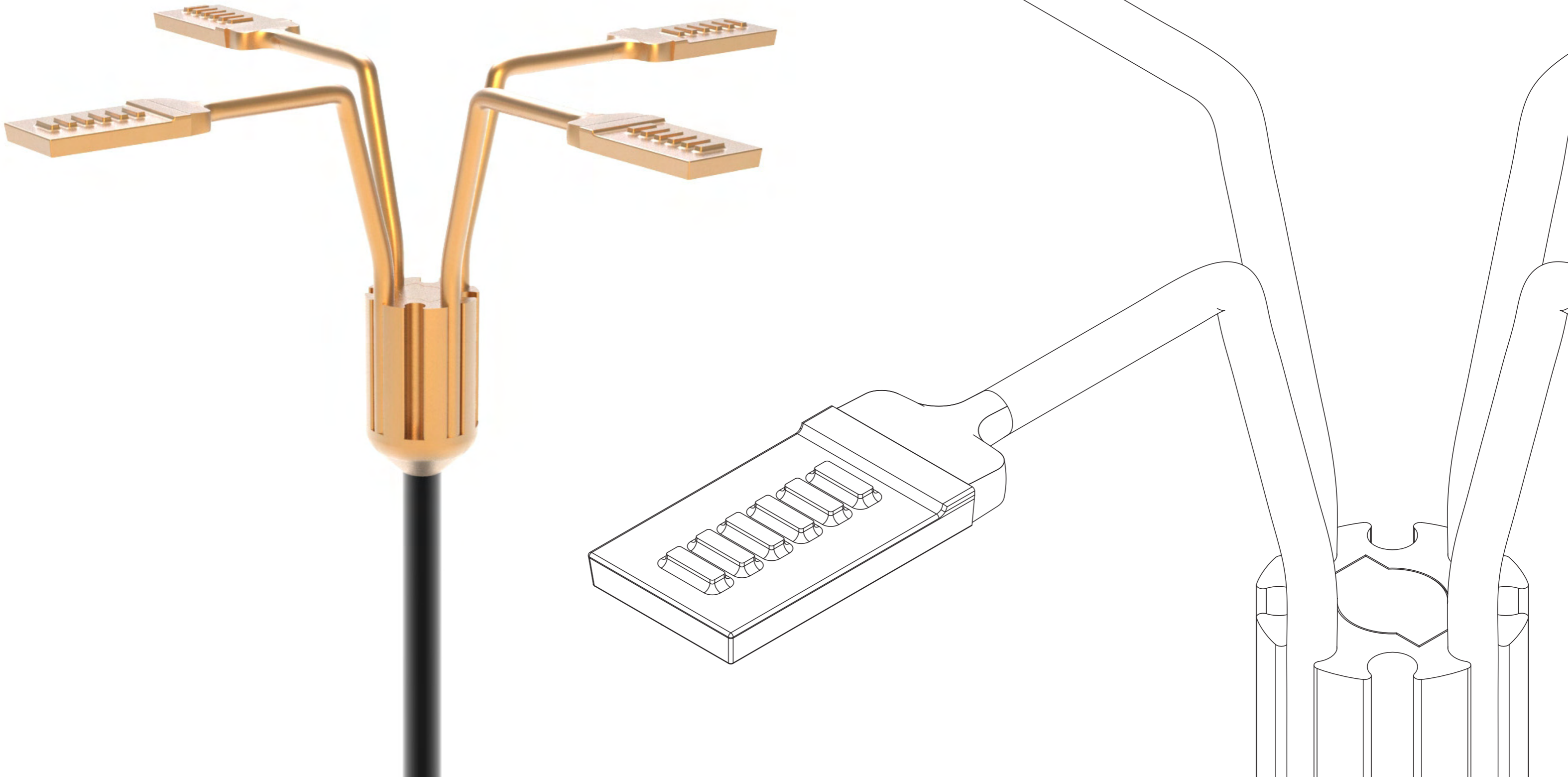
La base porta steli è un elemento di aggancio degli steli che, una volta inseriti e innestati, si attivano automaticamente: la connessione elettrica diretta è resa possibile attraverso un connettore plug-in.

Il portasteli ha una forma capiente perchè è in grado di contenere l'alimentatore in modo tale da facilitare la manutenzione e la dissipazione termica (dal momento che è dislocata rispetto al modulo luminoso in testa al braccio).

## Concept | **Stem Plus**

*Immagine*

In base al tipo di configurazione, sono previsti diversi bracci di collegamento al modulo luminoso che permettono di assolvere a tutte le funzioni luminose precedentemente presentate.

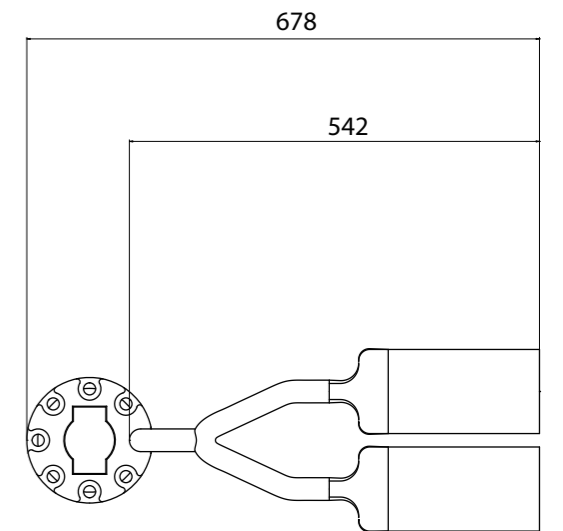
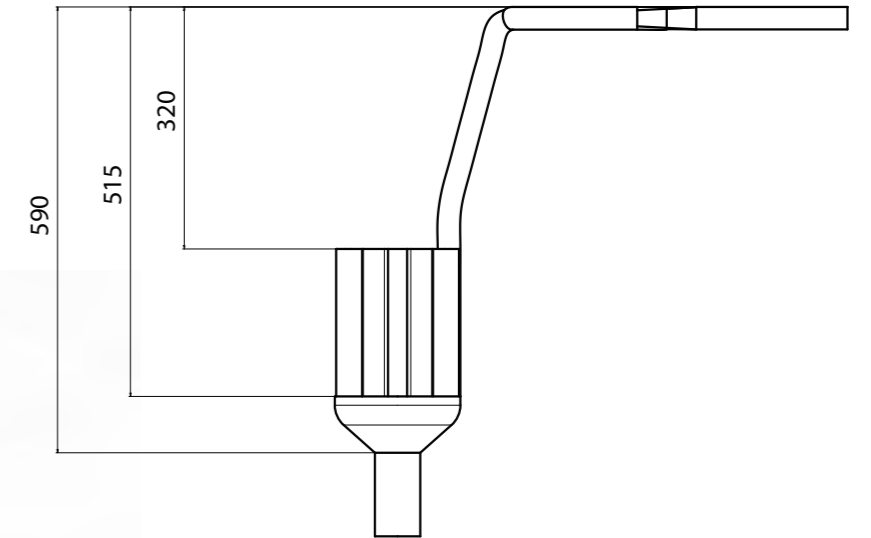
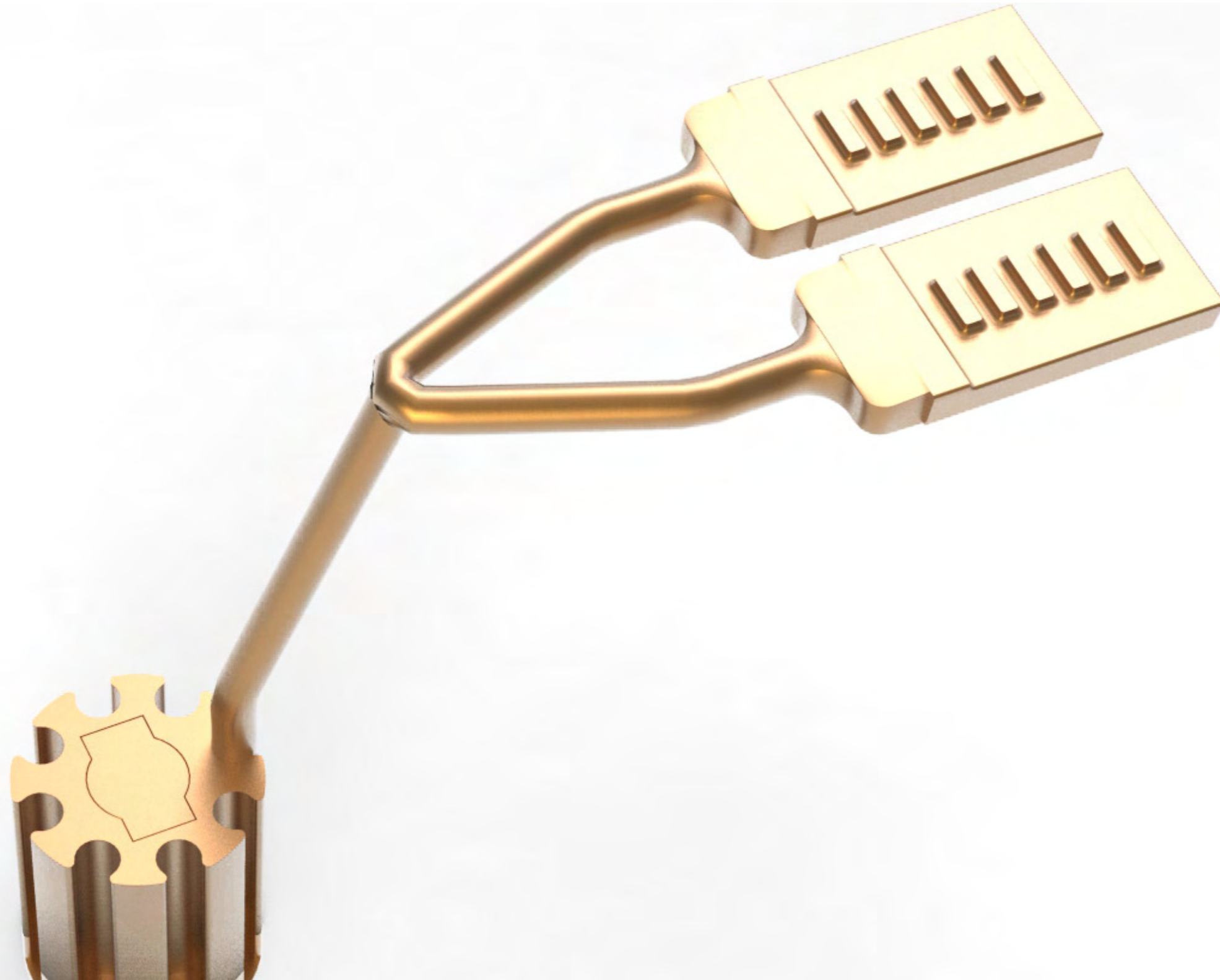




# Concept | Stem Plus

*Immagine*

In base al tipo di configurazione, sono previsti diversi bracci di collegamento al modulo luminoso che permettono di assolvere a tutte le funzioni luminose precedentemente presentate.



# Concept | Stem Plus

*Immagine*

Cover di chiusura alimentatore

Braccio di supporto al  
modulo luminoso

Modulo PLUS

Alimentatore

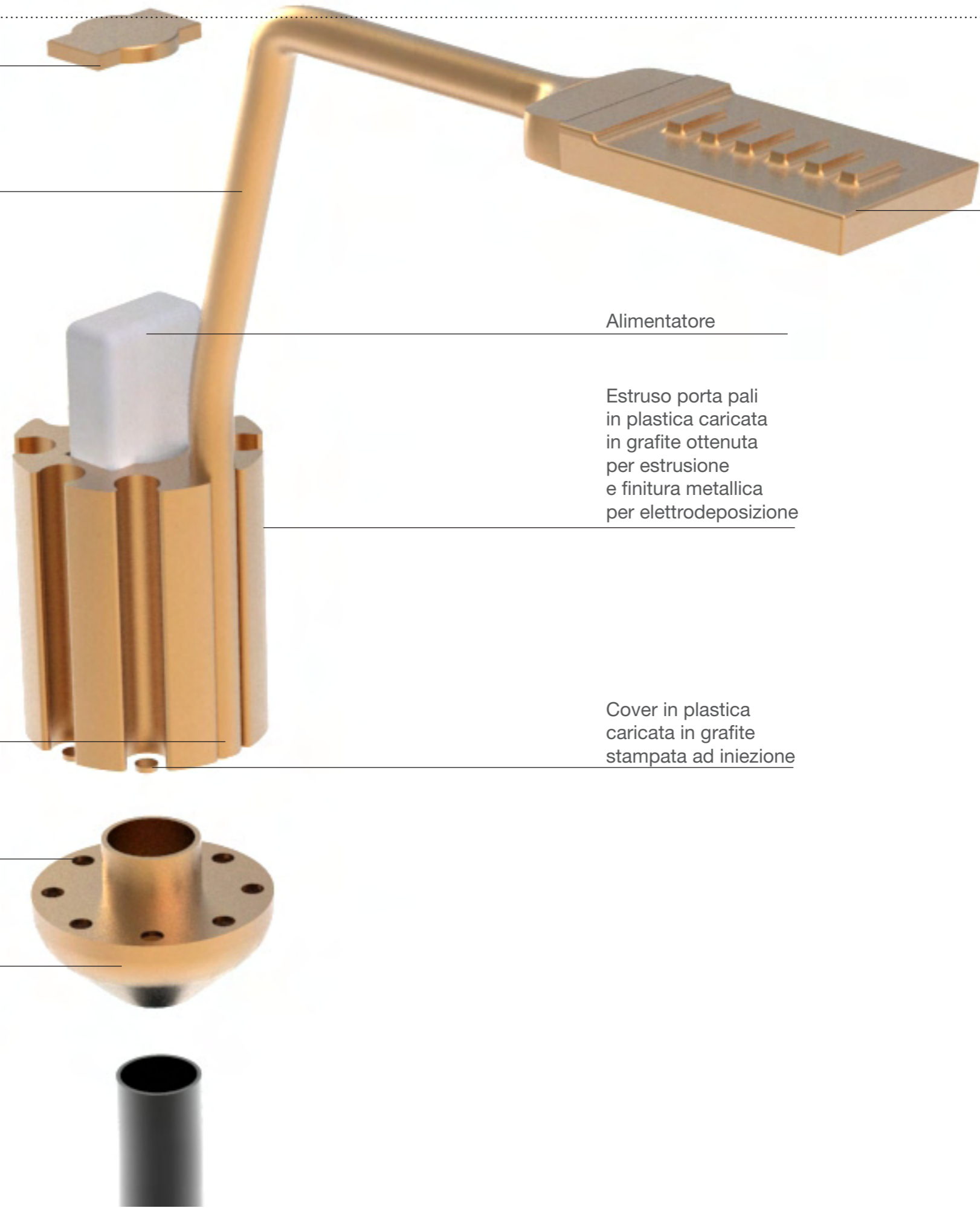
Estruso porta pali  
in plastica caricata  
in grafite ottenuta  
per estrusione  
e finitura metallica  
per elettrodeposizione

Connettore plug-in (maschio)

Cover in plastica  
caricata in grafite  
stampata ad iniezione

Connettore plug-in (femmina)

Innesto a palo  
in plastica ottenuta  
da stampaggio rotazionale



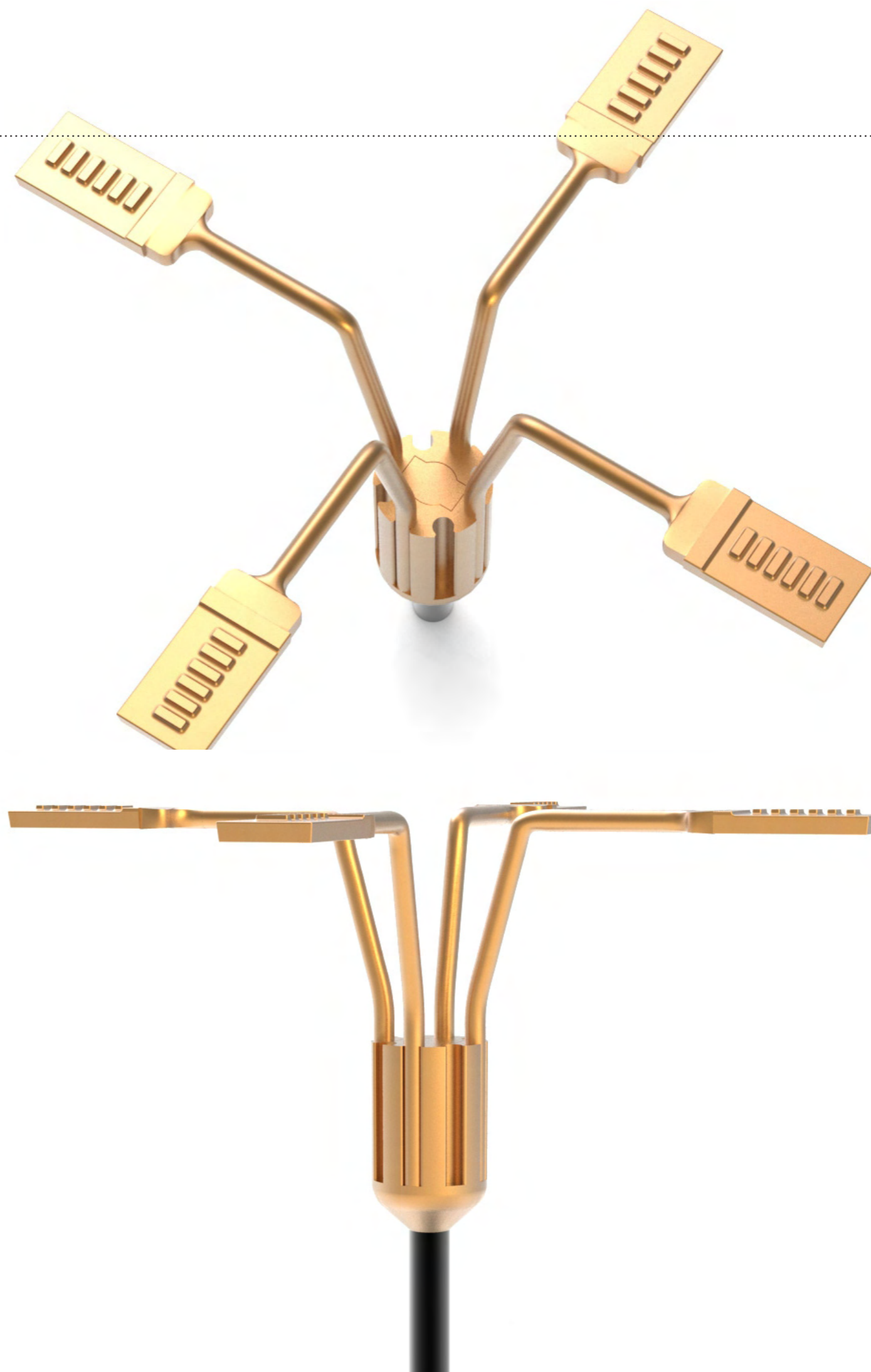
## Concept | Stem Plus

### *Immagine*

L'installazione nel contesto piazza classico oppure con differenti configurazioni prevede l'inserimento di una serie di steli orientati in modo da soddisfare l'illuminamento a terra di una classe CE5/S3.

L'orientamento degli steli è garantito dalla connessione alla base che permette di inserire e allineare all'asse di riferimento il braccio in maniera precisa.

Per ottenere una curva rotosimmetrica, il sistema deve essere equipaggiato con 4 moduli PLUS T-DW.



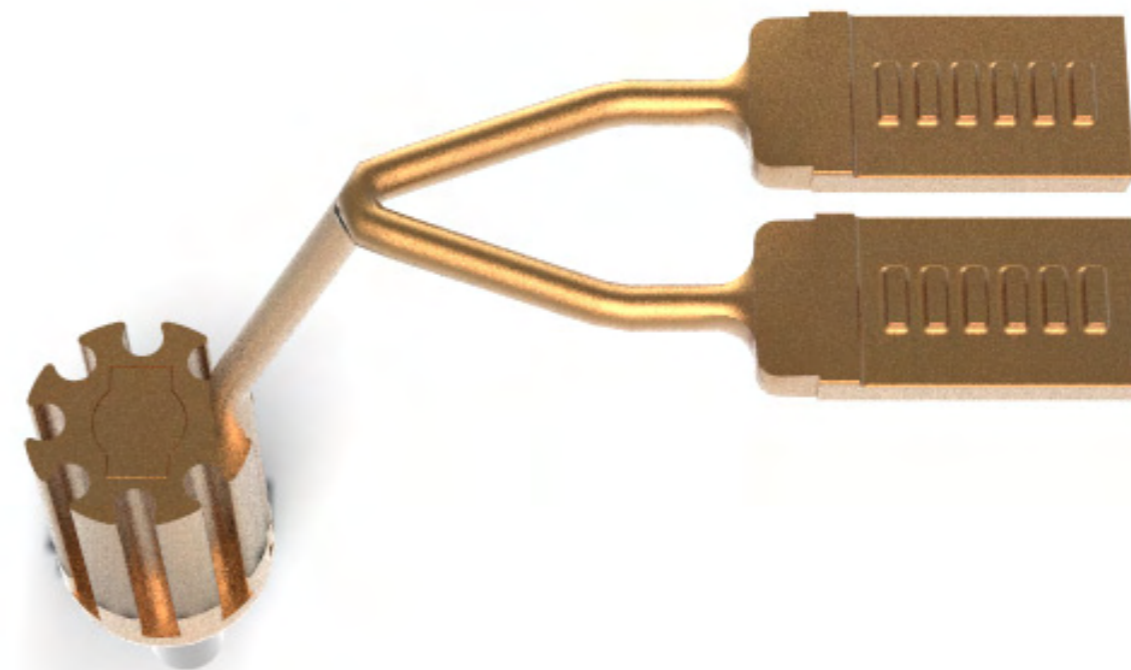
## Concept | Stem Plus

*Immagine*

---

L'installazione a 4.500 m da terra determina la necessità di installare 2 moduli (T-DW + T-DN) in modo tale di assolvere al compito luminoso della classe CE5/S3.

Lo stelo in questo caso permette di inserire due moduli innestandosi in un unico foro della base e collegandosi pugin direttamente all'alimentazione.





## Concept | Stem Plus

*Immagine*

---

Questa configurazione, sebbene poco utilizzata, permette di illuminare a partire dal centro strada due carreggiate divise da uno spartitraffico. Per questo motivo il sistema è equipaggiato con un doppio modulo (due steli caratterizzati da PLUS T-DW + PLUS T-DN)



## Concept | **Stem Plus**

*Immagine*

---

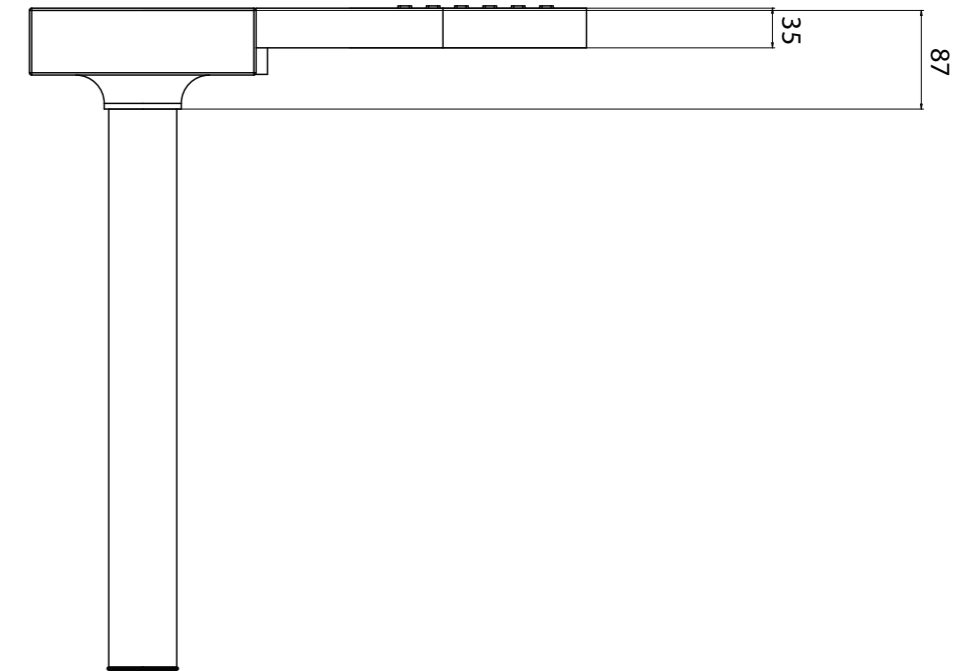
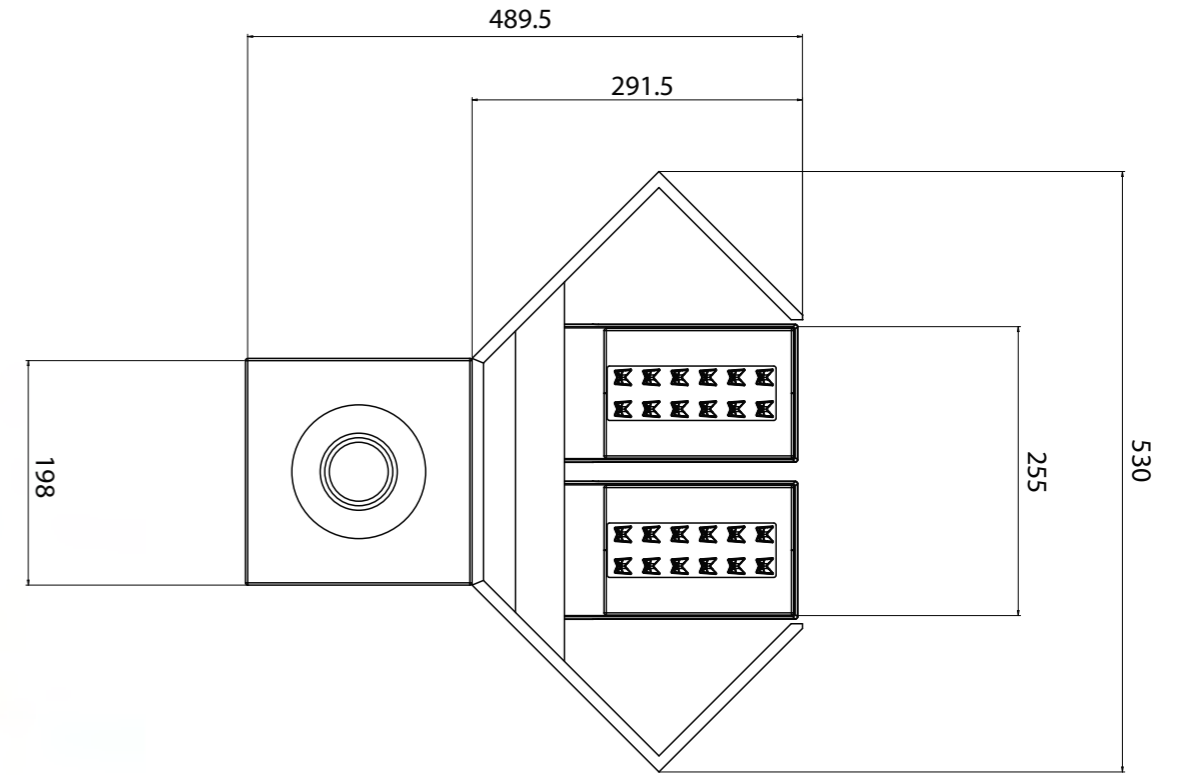
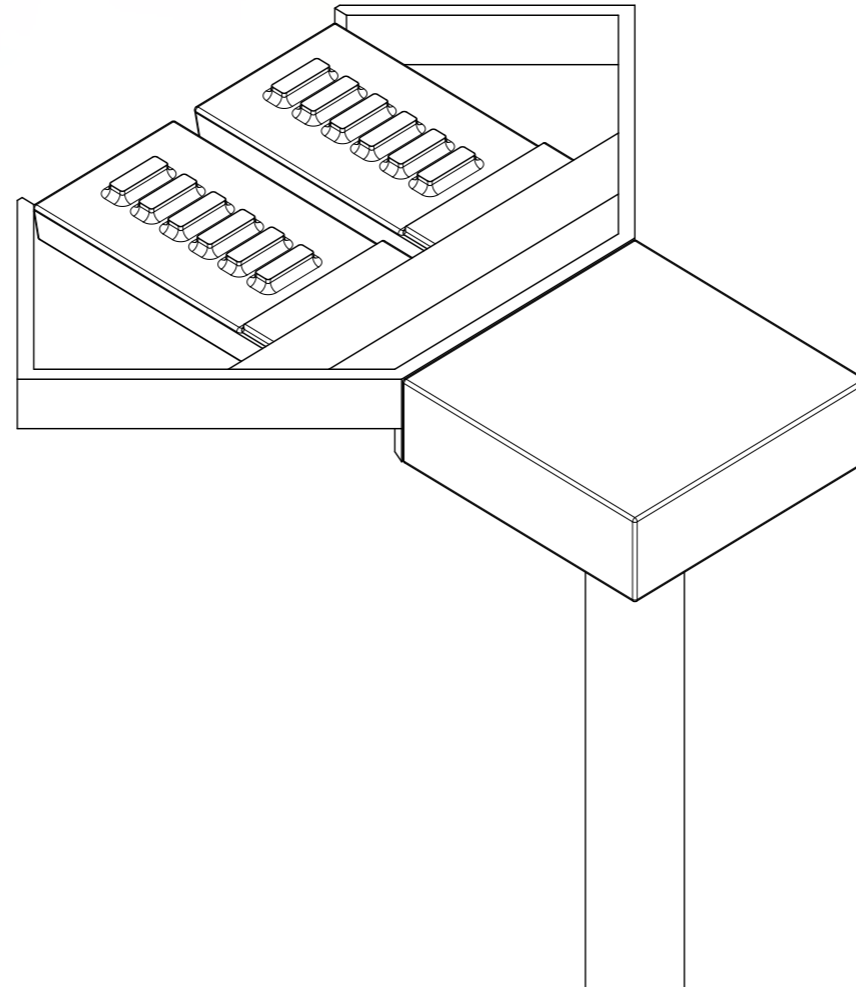
L'installazione a 6.500 m da terra determina la necessità di installare 4 moduli (2T-DW e 2T-DN) per soddisfare le categorie di illuminamento CE4.



# Concept | Aracne Plus

*Immagine*

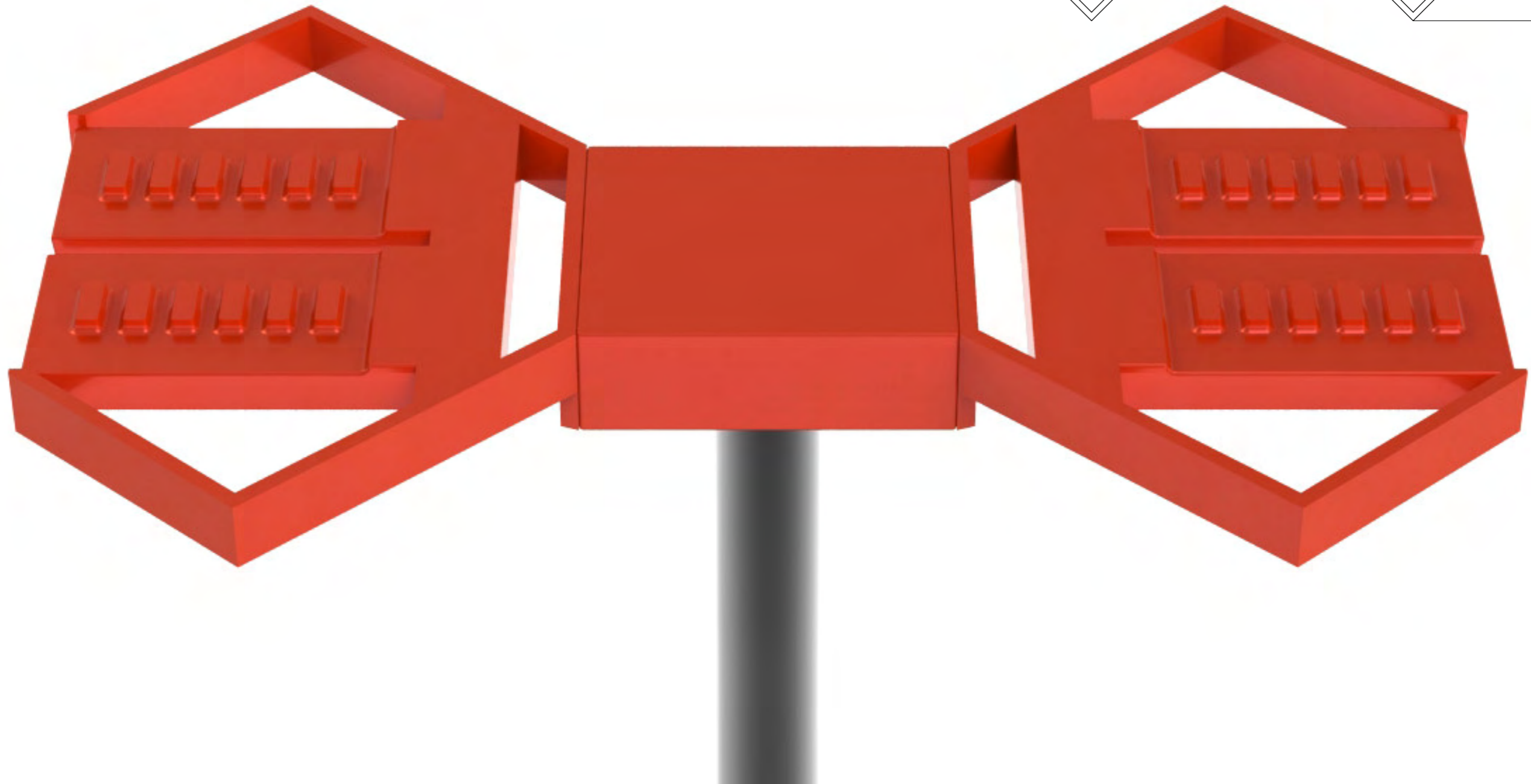
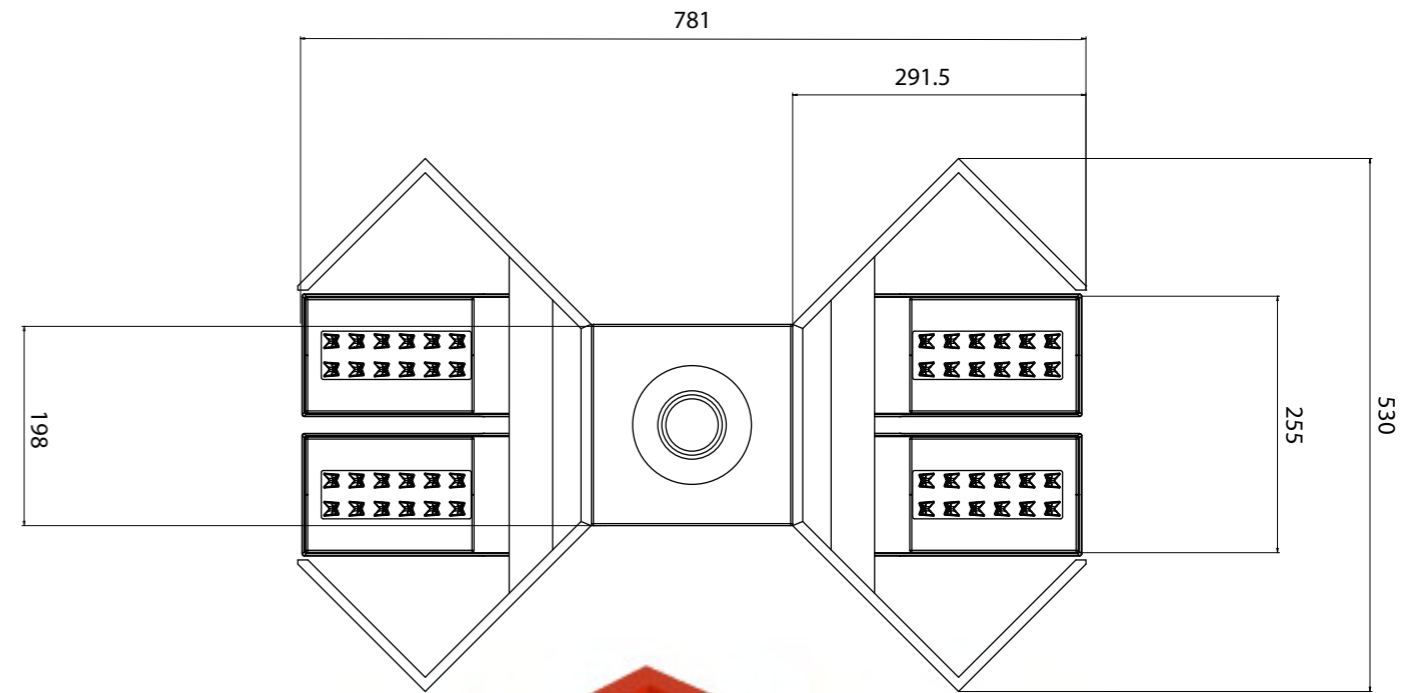
Aracne è un sistema di illuminazione tecnomorfo caratterizzato da moduli strutturali minimalisti e piuttosto squadrati. I moduli fungono sia da sistema di connessione veloce, mediante connettore plug-in, ma anche da sostegno e protezione del modulo



# Concept | Aracne Plus

## Immagine

Gli elementi strutturali sono utili all'aggancio rispetto all'elemento centrale che ospita l'alimentazione, i cavi le morsettiere e tutte le componenti dell'intelligenza elettronica. Il modulo è inoltre funzionale alle diverse configurazioni e permette, come è evidente nelle pagine successive, di creare l'apparecchio per le piazze e per l'applicazione a 6.5 m da terra.





# Concept | **Aracne Plus**

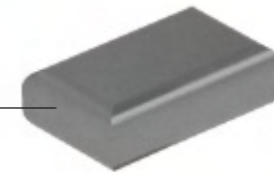
*Immagine*

---

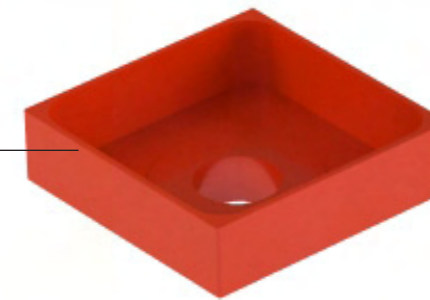
Cover di chiusura in metallo per  
ispezione e manutenzione veloce



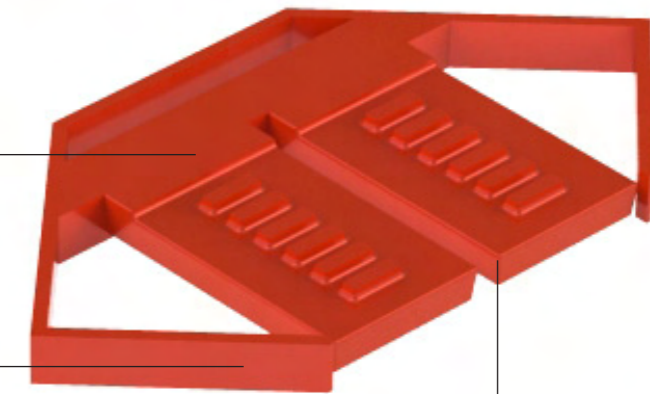
Alimentatore



Innesto a palo e ai bracci tramite  
giunzioni e viteria. Realizzato in  
materiale metallico verniciato  
contiene l'alimentatore.



Elemento di connessione ad  
innesto per i moduli luminosi  
con connettore plug-in



Struttura modulare di sostegno  
e di aggancio dei moduli per le  
differenti configurazioni

Palo standard



Modulo luminoso PLUS

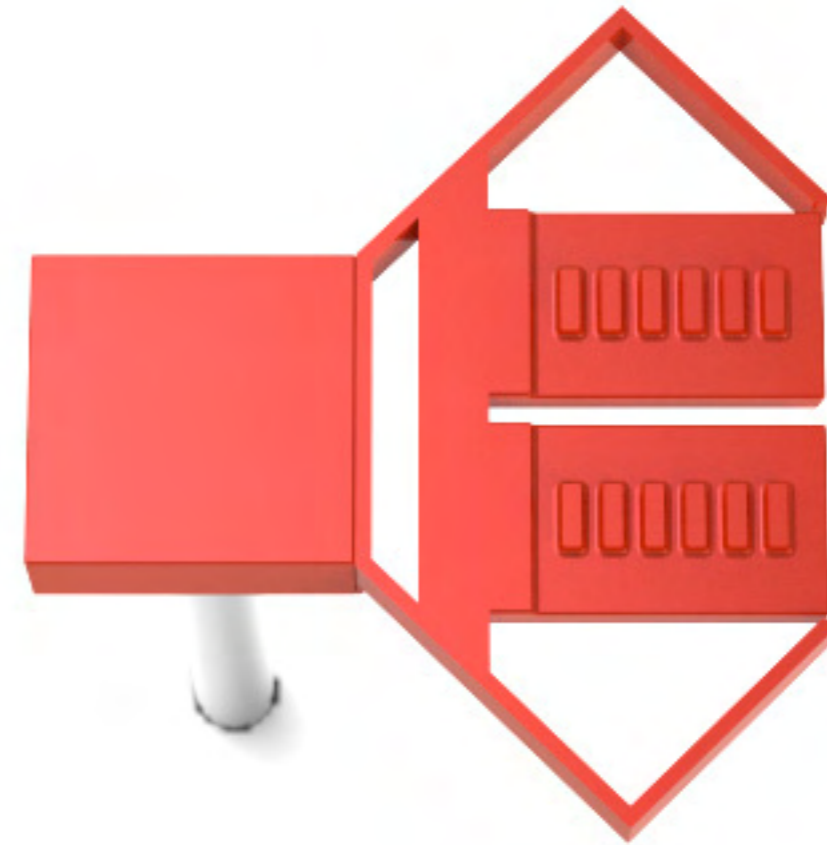
## Concept | **Aracne Plus**

### *Immagine*

---

L'installazione a 4.500 m da terra determina la necessità di installare 2 moduli (T-DW e T-DN) per soddisfare le categorie di illuminamento CE5/S3. Due moduli strutturali sono quindi agganciati al sistema di alimentazione che viene, a sua volta, ancorato al palo.

I moduli strutturali sono, poi, equipaggiati con i due moduli PLUS per l'illuminazione della strada.



## Concept | **Aracne Plus**

### *Immagine*

---

L'installazione di quattro moduli, sfruttando i due lati del box dell'alimentazione centrale permette di configurare l'apparecchio per l'illuminazione a centro strada.

Nonostante sia effettivamente molto rara, questa configurazione permette di installare un unico palo e di equipaggiarlo con due teste luminose che soddisfano le classi di illuminazione CE5/S3.



## Concept | **Aracne Plus**

### *Immagine*

---

L'installazione all'interno di una piazza prevede il montaggio dei moduli strutturali in maniera completamente diversa, in modo da disporre i moduli PLUS (con lenti T-DW) secondo le quattro direzioni. Questo permette la creazione di un solido fotometrico rotazionale.





## Concept | **Aracne Plus**

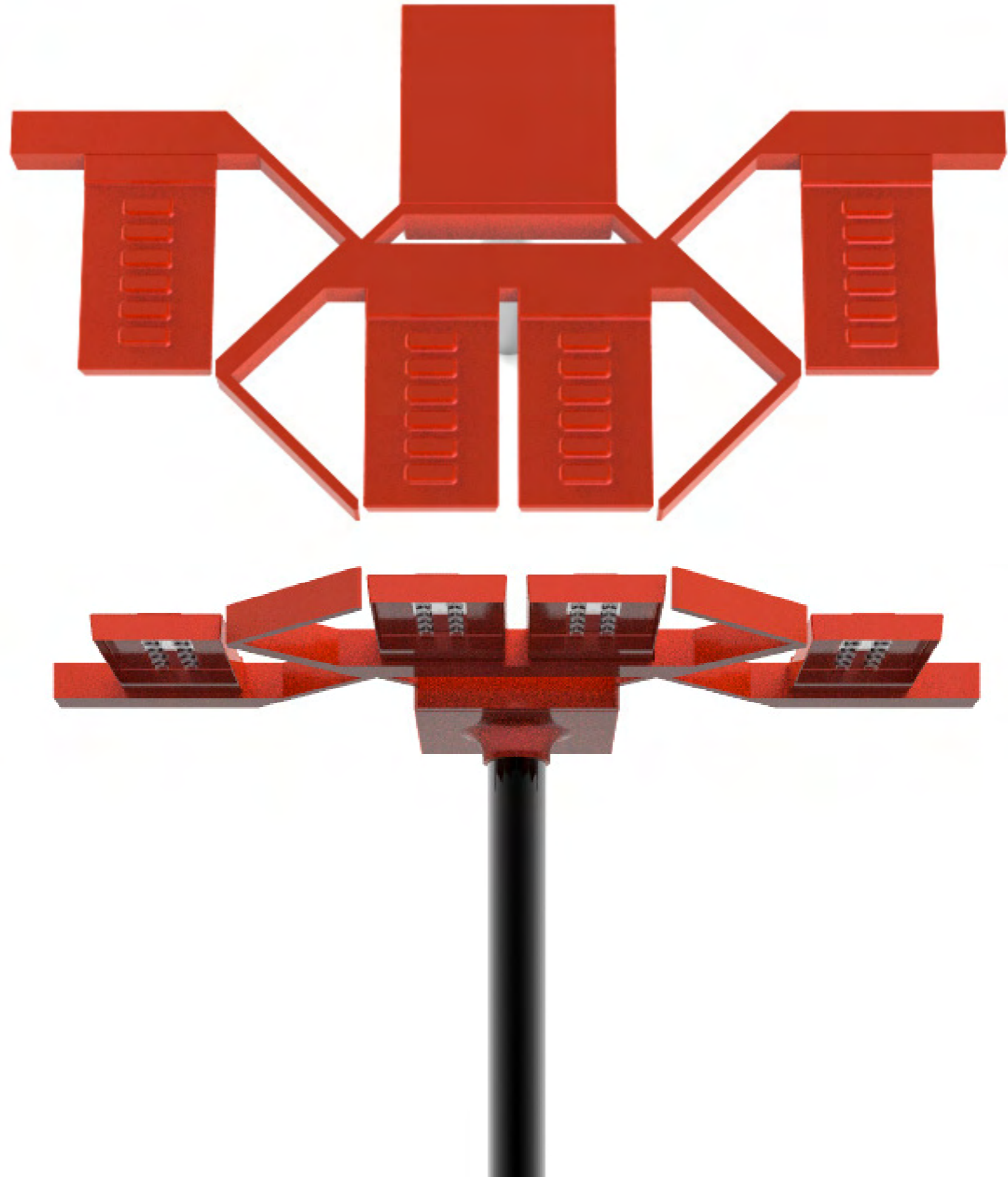
### *Immagine*

---

Infine l'installazione a 6.500 m da terra determina la necessità di installare 4 moduli (2T-DW e 2T-DN) per soddisfare le categorie di illuminamento CE4.

Anche in questa configurazione, i moduli vengono strutturati in modo da indirizzare la luce laddove sia utile senza che i fasci dei moduli vadano ad interferire tra di loro e con il palo.

In questa configurazione, il sistema assume la forma di un ragno, da cui appunto, il nome aracne.



**GRAZIE**

