



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



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Studio teorico-sperimentale di una struttura multifunzionale da  
installare nelle rotonde in ambiente urbano  
in una logica di Smart Cities

*"SVEMlight Struttura viaria ecosostenibile multifunzionale"*

*R. Giglioli, P.G. Maffei, S. Bottura, A.Chisena, G. De Michele,  
S.S.Ligarò, A.Paita, S. Giordano*



Report RdS/2011/325

STUDIO TEORICO-SPERIMENTALE DI UNA STRUTTURA MULTIFUNZIONALE DA INSTALLARE  
NELLE ROTONDE IN AMBIENTE URBANO IN UNA LOGICA DI SMART CITIES.

*"SVEMLIGHT STRUTTURA VIARIA ECOSOSTENIBILE MULTIFUNZIONALE"*

*R. Giglioli, P.L. Maffei, S. Bottura, A. Chisena, S. Giordano,  
G. De Michele, S.S. Ligarò, A. Paita (Università di Pisa)*

Novembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia

Progetto: Tecnologie "smart" per l'integrazione della illuminazione pubblica con altre reti di  
servizi energetici e loro ottimizzazione

Responsabile Progetto: Mauro Annunziato, ENEA

## Introduzione

La ricerca "Rotonde Smart Cities", frutto di una collaborazione tra ENEA e il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia e dei Sistemi dell'Università di Pisa, fu avviata con la finalità di promuovere lo studio di una struttura multifunzionale energeticamente attiva, da installare nelle rotatorie viarie cittadine ed extra urbane, ponendo la massima attenzione alla fase gestionale per costituire l'input della programmazione secondo la logica delle opere che possano contribuire ad avere contesti territoriali ed urbani "smart".

L'attività di ricerca caratterizzata da una reale interdisciplinarietà, avendo visto l'apporto delle persone costituenti il gruppo di lavoro svolgere attività in forma coordinata lavorando anche congiuntamente, ha portato alla programmazione e alla progettazione di 'SVEMLight', Struttura Viaria Ecosostenibile Multifunzionale, un dispositivo che nasce allo scopo di esplicare nelle rotatorie viarie funzioni primarie principali (necessarie e richieste) e funzioni primarie complementari (non necessarie, ma motivatamente previste per avere ritorni gestionali). Ne è conseguito che la struttura progettata consente di esplicare le seguenti funzioni: illuminare l'intersezione stradale, trasformare l'energia derivante da fonti rinnovabili in energia elettrica, trasmettere dati attraverso dispositivi radio/wi-fi, comunicare informazioni di vario tipo (ad esempio: dati meteorologici, traffico stradale, pannelli integrativi alla segnaletica stradale), monitorare il traffico, rilevare e monitorare l'inquinamento atmosferico, raccogliere acqua piovana per l'irrigazione del verde, mantenere le dotazioni impiantistiche, permettere implementazione della struttura con nuove installazioni, costituire un elemento di decoro del paesaggio urbano reversibile e riadattabile (recupero). La molteplicità delle funzioni consente l'impiego di risorse economiche tali da realizzare opere di valore, con materiali innovativi non tradizionali in quanto ne deriva una gestione attiva rispondente a tutte e sette le Classi di Esigenze (UNI 8289:1981)



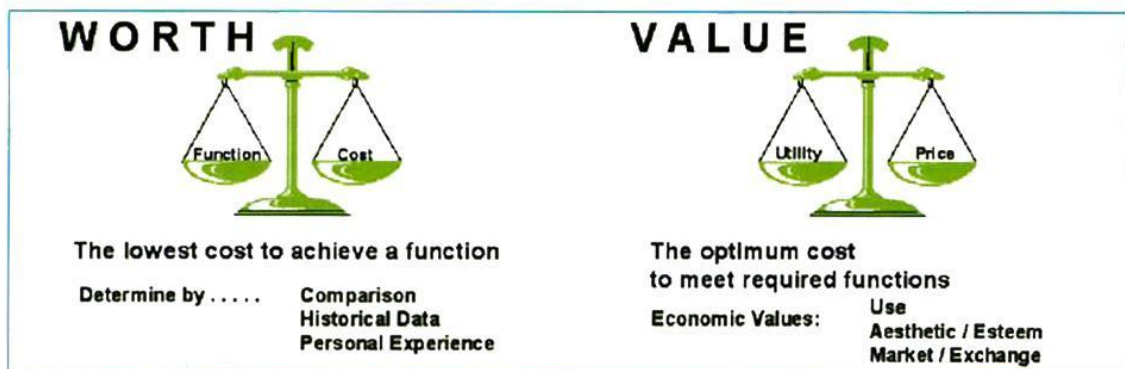
La ricerca segue all'esperienza del "Diamante elettrico", centrale energetica solare innovativa, progettata nel 2007 nell'ambito di una convenzione tra Enel Ricerche e Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa, nata per dare energia elettrica a contesti urbani ed edilizi di pregio naturalistico ed ambientale, caratterizzati da presistenze di valore storico ed artistico. Il

progetto è stato certificato e registrato in UAMI – ufficio per l'armonizzazione nel mercato interno marchi disegni e modelli, nel Registro dei Disegni e Modelli Comunitari con Autori Pier Luigi Maffei e Eleonora De Michele, realizzata in nel Parco Mediceo di Pratolino, in Provincia di Firenze.

## 1. Metodo adottato: Analisi del Valore

Nelle fasi di programmazione e progettazione di SVEMlight è stato adottato il metodo dell'Analisi del Valore (AV) ideato da Lawrence D. Miles nel 1943 con le attenzioni volte al processo realizzativo e alla gestione. AV è un metodo dotato di una tecnica operativa basata sull'attività di gruppo interdisciplinare, coordinata da parte di un esperto AV, basata sulla ricerca tra più soluzioni della medesima entità di quella caratterizzata dal maggior rapporto possibile tra Utilità e Costo globale, così come di seguito definiti.

Non si tratta quindi di offrire le prestazioni richieste al minor costo possibile, che rappresenta peraltro un già significativo risultato tipico dello "spending review" o di una attenzione ai costi in rapporto ai benefici economici, ma la ricerca del massimo rapporto tra l'utilità perseguita in risposta a tutte le esigenze e le risorse necessarie per ottenere e mantenere le prestazioni richieste nella vita utile ipotizzata, ovverosia per tutto il periodo di tempo prefissato nella fase programmatica.



L'Analisi del Valore si basa sull'Analisi Esigenziale e Funzionale (AF) supportate da una completa informazione, al fine di individuare, elencare, definire con un binomio funzionale le funzioni che l'entità presa in considerazione esplica e/o consente di esplicare, funzioni che vengono classificate in primarie principali (necessarie e richieste), primarie complementari, espresse dal gruppo di lavoro nella fase creativa (non necessarie, ma motivatamente richieste in quanto ritenute, per esempio, utili per la gestione dell'entità e quindi da valutare) e funzioni secondarie (non necessarie e non richieste e pertanto da eliminare almeno che non comportino di far decadere una funzione primaria).

Per un confronto misurato viene definito l'Indice di Valore ( $Iv=U/Cg$ ), parametro numerico unico omnicomprensivo, univocamente definito come rapporto tra l'Utilità in cui convergono tutti gli aspetti che si intende considerare per corrispondere alle sette classi di esigenze di cui

alla norma UNI 8289:1981 (Sicurezza, Benessere, Fruibilità, Gestione, Aspetto, Integrabilità, Salvaguardia dell'Ambiente) ed il Costo globale che tiene conto anche del comportamento dell'entità considerata nella vita utile ipotizzata in quanto è la somma del costo di produzione, del costo di gestione nella vita utile ipotizzata, del costo finale (da sostenere al termine della vita utile ipotizzata), detratto il valore residuo.

**CLASSI DI ESIGENZE**

**UNI 8289:1981**

**Sicurezza (S)**

*insieme delle condizioni relative alla incolumità di tutti coloro che sono coinvolti nel processo, nonché alla prevenzione per evitare danni a cose*

**Benessere (B)**

*insieme delle condizioni che rendono possibile esplicare le funzioni in situazione confortevole e rispettosa delle condizioni di salute*

**Fruibilità (F)**

*insieme delle condizioni relative all'attitudine dell'entità in questione ad essere accessibile, utilizzata e/o usata*

**Aspetto (A)**

*insieme delle condizioni relative al gradimento estetico e percettivo*

**Gestione (G)**

*insieme delle condizioni relative all'esercizio dell'entità considerata nella vita utile ipotizzata in fase di programmazione*

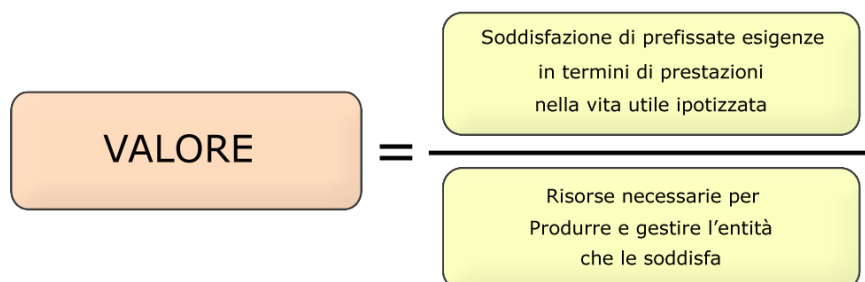
**Integrabilità (I)**

*insieme delle condizioni relative all'attitudine degli elementi costitutivi dell'entità considerata a connettersi funzionalmente tra di loro (compatibilità) e nel contesto*

**Salvaguardia dell'Ambiente (SA)**

*insieme delle condizioni relative ad assicurare uno sviluppo sostenibile, per l'attuale e le future generazioni*

In sintesi, AV consente di mettere a confronto e disporre in ordine di priorità più soluzioni di una medesima entità, non limitandosi a considerare l'efficienza e l'efficacia al momento in cui si comincia a fruirne o ad utilizzarla, ma a mantenere le prestazioni richieste in tutto l'arco di tempo in cui si intende utilizzarla (vita utile ipotizzata in fase di programmazione).



L' Utilità (U) viene stimata da tutte le componenti il gruppo di lavoro in modo da rendere la

stima il più possibile svincolata da fattori soggettivi, esprimendo, in maniera sintetica quanto valga la soluzione analizzata e quanto valgano le soluzioni alternative sottoposte ad analisi già dall'inizio dell'attività o espresse dal gruppo AV stesso. Si tratta quindi di un "apprezzamento", ovvero di disponibilità a pagare per ottenere le prestazioni attese nella vita utile ipotizzata. Assumendo nella stima dell'Utilità come unità di misura la moneta si ha la stessa dimensione del denominatore (Costo globale) e quindi con il rapporto un numero adimensionale compreso tra zero e uno e quindi un indice, mediante la divisione di tutti i risultati ottenuti per il massimo di essi.

In sintesi: rendendo dimensionalmente omogenei numeratore e denominatore si ottengono parametri riconducibili a indici, numeri puri compresi tra zero e uno.

$$\text{Indice di Valore} = \frac{\text{Utilità}}{\text{Costo globale}}$$

Mentre l'Utilità viene stimata assumendo a riferimento le sette classi di esigenze di cui alla norma UNI 8289:1981, il Costo globale (Cg) viene preventivato sulla base di banche dati di entità analoghe relative ad analoghe circostanze di luogo e di tempo.

Il Valore nel significato espresso nell'Analisi del Valore (AV) di Lawrence D. Miles, lega imprescindibilmente l'Utilità (U) dell'Entità presa in considerazione - idea, processo, programma, progetto, prodotto, servizio, organizzazione o una loro qualsiasi combinazione - al Costo globale (Cg) da sostenere per ottenerla nella vita utile ipotizzata (vui) per l'entità in fase di programmazione, ovvero alle risorse necessarie per ottenerla in determinate circostanze di luogo e di tempo.

**Misura ciò che è misurabile e rendi misurabile ciò che non lo è**  
**Galileo Galilei**

La complessità dei fenomeni da analizzare e valutare, allorché si tratti di affrontare i sistemi edilizi ambientali richiede un approccio di studio e di ricerca interdisciplinare coordinato. Da qui la proposta di ricorrere all'Analisi del Valore (AV), metodo dotato di tecnica operativa, ideato da Lawrence D. Miles nel 1943, regolamentato in ambito europeo dalle norme UNI EN 1325-1:1998, UNI EN 1325-2:2005, UNI EN 12973:2003.

AV, metodo a supporto di coloro ai quali competono decisioni e scelte, si basa sull'attività condotta da un gruppo di lavoro significativo per competenze disciplinari, in relazione alla natura e alle caratteristiche dell'entità presa in considerazione, e per rappresentatività delle componenti interessate. Tale attività, coordinata da un esperto AV, prevede periodi di lavoro congiunto, interdisciplinare.

European Standard

*Value Analysis UNI EN 1325-1:1998, UNI EN 1325-2:2005*  
*Value Management UNI EN 12973:2003*  
*L'Analisi del Valore è presente dal 1972 nello Statuto dell'Università di Pisa*  
*DPR 1 maggio 1972, n. 430*  
*(Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n.215 del 19.8.1972)*

*Report from Centre for European Policy Studies of Brussels*  
*United Nation University "Workshop Regionalism and Globalization in Climate Policy"*  
*Montecatini Terme, 25 Settembre 2003*  
*Pier Luigi Maffei, delegate by Prof. Marco Pasquali- Rettore dell'Università di Pisa*

#### **VALUE ANALYSIS**

*an interdisciplinary method to manage the complex entities in the optics of the sustainable development*

*....."At Universities climate change related issues are taught in several disciplines. Research is done on renewable energy, biofuels, and many more issues. By combining chemistry, engineering and other fields of study innovative solutions can be created. The "value analysis" approach, which looks at the sustainability of whole ecosystems, is such an approach. Now it is used by the International Organization for Standardization (ISO) resulting in environment and sustainable development standards that take into account the whole value chain.".....*

#### **PROCESSO DEGLI INTERVENTI SUL TERRITORIO**

##### **Programmazione – Progettazione – Realizzazione - Gestione**

Nell'impostazione precedentemente illustrata il Programma ed il successivo Progetto recuperano uno spazio distinto e successivo oltre che la completezza dei contenuti, presupposto indispensabile ottenere risposte organiche e complete tali da riscoprire il Valore dell'Architettura. Alle categorie vitruviane: utilitas, firmitas, venustas, l'Analisi del Valore fa corrispondere sette classi di esigenze che le comprendono, arricchendole di contenuti: sicurezza, benessere, fruibilità, aspetto, gestione, integrabilità, salvaguardia dell'ambiente. Per ciascuna di esse verranno specificate le esigenze suggerite dalla natura e dalle caratteristiche dell'entità presa in considerazione, alle quali il gruppo di lavoro farà riferimento nelle analisi, nelle verifiche e nella valutazione delle funzioni.

#### **CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI RELATIVI A LAVORI, SERVIZI E FORNITURE**

Decreto Legislativo 12 Aprile 2006, n. 163 in attuazione delle Direttive Europee 2004/17/CE e 2004/18/CE

#### **REGOLAMENTO DI ESECUZIONE ED ATTUAZIONE DEL CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI RELATIVI A LAVORI, SERVIZI E FORNITURE**

Decreto Presidente Repubblica 5 Ottobre 2010, n. 207 (G.U. n. 292 del 15 Dicembre 2010)

##### **Art.15**

Disposizioni preliminari per la progettazione dei lavori e norme tecniche

(artt. 15 e 16, D.P.R. n 554/1999)

§13. La redazione dei progetti delle opere o dei lavori complessi ed in particolare di quelli di cui all'articolo 3, comma 1, lettere l) ed m), è svolta preferibilmente impiegando la tecnica dell'Analisi del Valore per l'ottimizzazione del Costo globale dell'intervento. In tale caso le relazioni illustrano i risultati di tali analisi.

##### **Art. 162**

Diminuzione dei lavori e varianti migliorative in diminuzione proposte dall'esecutore

(art. 135, dPR. n. 554/1999 e artt. 12 e 11 d.m. ll.pp. n. 145/2000)

§4. Possono formare oggetto di proposta le modifiche dirette a migliorare gli aspetti funzionali, nonché singoli elementi tecnologici o singole componenti del progetto, che non comportano riduzione delle prestazioni qualitative e quantitative stabilite nel progetto stesso che mantengono inalterate il tempo di esecuzione dei lavori e le condizioni di sicurezza dei lavoratori. La idoneità delle proposte è dimostrata attraverso specifiche tecniche di valutazione, quali ad esempio l'Analisi del Valore.

Il metodo AV presuppone che il lavoro venga effettuato in cinque fasi: "Informazione, Analisi Esigenziale, Analisi Funzionale"

"Creatività"

"Valutazione e selezione"

"Sviluppo della soluzione originariamente sottoposta ad analisi e di soluzioni alternative"

"Presentazione", in ordine di priorità rispetto ad un parametro numerico omnicomprensivo, l'Indice di Valore (Iv), dato dal rapporto tra l'Utilità (U) dell'entità considerata per dare il servizio richiesto nella vita utile ipotizzata, ed il Costo globale (Cg) che ne deriva.

$$Iv=U/ Cg$$

Il concetto di Valore di Miles è quindi intrinsecamente ed imprescindibilmente collegato all'Utilità stimata dal gruppo AV in base al servizio reso dall'entità presa in considerazione, per la soddisfazione delle esigenze di tutte le parti interessate, per tutto il periodo di tempo programmato (vita utile ipotizzata = vui) e al Costo globale da sostenere in tale periodo di tempo, somma del Costo di produzione dell'entità, del Costo di gestione nella vita utile ipotizzata e del Costo finale, detratto il Valore residuo. Le esigenze sono raccolte nella norma UNI 8289:1981 in sette classi.

## 2. Programma/Progetto

L'utilità delle rotatorie stradali risulta così notevolmente aumentata perché SVEMlight è stato studiato in modo da offrire numerose risposte funzionali: impianto fotovoltaico, illuminazione a led della sede stradale, raccolta delle acque piovane per alimentare impianti di irrigazione del verde pubblico e dispositivi radio/wi-fi, sono una parte del corredo messo a disposizione di questa struttura. SVEMlight è infatti provvisto di spazi supplementari per l'inserimento di ulteriori attrezzature (ad esempio: stazioni di monitoraggio dell'inquinamento o del traffico, nodi per reti di cloud computing, pannelli informativi, etc... ), ed è pertanto un organismo flessibile, in grado di adattarsi alle esigenze specifiche di qualsiasi territorio.

Ed è il territorio il destinatario principale cui è stata dedicata gran parte della progettazione: SVEMlight nasce per divenire un elemento qualificante del contesto urbano perchè disegnato con rapporti aurei e geometrie classiche, le stesse che portano ancora oggi ad ammirare le grandi architetture del passato. Per questo la nostra proposta è in grado di integrarsi anche in contesti di pregio storico-architettonico, di cui è ricco il nostro paese, o di divenire un elemento caratterizzante nella riqualificazione di aree degradate.

Tra i vari aspetti legati al territorio vi è poi la completa reversibilità della struttura. Questo dispositivo può essere smontato e trasportato per essere riproposto in altri luoghi con estrema facilità, senza lasciare alterazioni nell'ambiente. In alternativa o a fine vita utile tutto il materiale utilizzato può essere facilmente riciclato.. Questo risulta assai importante se consideriamo l'ambiente come una risorsa fondamentale delle attività



umane, il cui uso rispettoso e responsabile deve essere alla base di ogni sua trasformazione, il 'modus operandi' più indicato per la gestione di un bene destinato anche alle generazioni future.

L'aumento di utilità che deriva dall'installazione di questa struttura, si traduce in servizi destinati alla collettività, nel miglioramento del nostro vivere quotidiano. L'assenza di emissioni inquinanti, l'utilizzo di apparecchiature a basso consumo energetico, la produzione di energia da fonti rinnovabili, la reversibilità della struttura e la qualità delle dotazioni impiantistiche, sono tutti elementi contemplati nella progettazione di questo dispositivo e sono rivolti a beneficio di tutta la cittadinanza.

SVEMlight è infine un elemento simbolico, costituisce esso stesso un esempio di sviluppo e di benessere sostenibile, la dimostrazione che un altro modo di intendere il progresso e lo sfruttamento delle risorse è, già da oggi, possibile. Il richiamo alla natura riproposto dall'elemento a forma di 'calla' posto alla sommità della struttura, ha come obiettivo, non meno importante, di fare cultura, diffondere il messaggio a favore delle tematiche ambientali. L'aumento di utilità che deriva dall'installazione di questa struttura, rapportata ai modesti costi globali da sostenere nel corso della vita utile ipotizzata, fanno quindi di SVEMlight una soluzione di elevato valore complessivo e pertanto questa struttura rappresenta un passo in avanti verso l'integrazione tra territorio, sostenibilità e nuove tecnologie, un contributo importante per la formazione di ambienti urbani intelligenti.

L'Analisi del Valore ha suggerito di affrontare l'attrezzatura delle rotatorie viarie, partendo dalle Esigenze da tradurre in Funzioni per giungere a più soluzioni da confrontare in termini misurati con l'Indice di Valore, ovvero attribuendo ad ogni Funzione la relativa Utilità ed il relativo Costo globale così come riportato nella tabella I.

COME? &gt;&gt;&gt;

**Analisi del Valore**  
FAST  
Function Analysis System Technique

&lt;&lt;&lt;PERCHE'?

Entità	CE	Esigenze	Requisiti	Funzioni	Risposte funzionali
SVEMlight	<b>S</b>	garantire sicurezza stradale	DPR 495/92	introdurre dispositivi informativi di ausilio alla circolazione	Segnaletica supplementare
				introdurre dispositivi di monitoraggio del traffico	Videocamera/webcam
		garantire sicurezza strutturale	Eurocodici (EC)	resistere a condizioni di carico di contesti differenti	Opportuno studio delle azioni strutturali
		garantire sicurezza sul lavoro	TU Sicurezza (Dlgs 81/2008)	effettuare operazioni di manutenzione in sicurezza	Protezioni/dispositivi anticaduta
				Eseguire assemblaggio e messa in opera in sicurezza	Messa in opera in officina messa in opera in loco semplificata
	<b>B</b>	garantire benessere visivo	UNI EN1320 UNI 11248 EN13201	illuminare rotatoria	Lampade a led
				permettere visibilità dell'intersezione stradale	Struttura semitrasparente
		ridurre impatto acustico degli impianti	DPCM 1/3/9 L. 447/95	utilizzare dispositivi poco rumorosi	Basso impatto acustico delle installazioni impiantistiche
	<b>F</b>	consentire accesso per svolgere manutenzione		interdire accesso ai non addetti	accesso ai non addetti interdetto
				agevolare raggiungimento degli impianti	Elementi di collegamento verticale (scala, altro)
		migliorare accessibilità della rete stradale		informare sulle condizioni di traffico	Pannelli informativi elettronici
		aumentare efficienza delle reti di telecomunicazioni	Legge 22/2001	introdurre dispositivi radio/wifi	Antenna wi-fi; Boe radio
		attrezzare con spazi informativi		informare sulle condizioni meteo	Pannelli elettronici informativi
	inserire spazi pubblicitari			Pannelli elettronici informativi	
	<b>A</b>	garantire integrazione estetica in contesti differenti	Prestazione attesa	disegnare con rapporti e geometrie classiche	Modularità del progetto architettonico
	<b>G</b>	trasportare struttura		ricollocare in nuovi contesti	Giunti di collegamento smontabili
				evitare trasporti eccezionali	Dimensionamento opportuno degli elementi
		consentire manutenzione		prevedere spazi per agevolare la operazioni di manutenzione	Piano di calpestio in prossimità delle installazioni impiantistiche
				monitorare il funzionamento degli impianti	telemonitoraggio degli impianti
	innaffiare aree verdi		impianto annaffiamento		
<b>I</b>	consentire integrazione di dispositivi supplementari e adattamento tecnologico		prevedere spazi di inserimento per attrezzature supplementari	spazi per attrezzature supplementari	
<b>SA</b>	sfruttare fonti di energia alternativa	Prestazione attesa	utilizzare dispositivi fotovoltaici	Film solare	
			utilizzare dispositivi eolici	Impianto microeolico	
	risparmiare acqua		raccogliere acqua piovana	Collettore acqua piovana	
				Cisterna di immagazzinamento	
	risparmiare energia	Dlgs 11/2006	utilizzare dispositivi a basso consumo energetico	Lampade a led	
monitorare inquinamento	UNI EN 15267-1:2009	utilizzare dispositivi di monitoraggio	Monitoraggio inquinamento ambientale		

Tabella I

Alla firmitas dell'iperboloide ad una falda si aggiunge l'Utilità per le Funzioni che SVEMlight consente di esplicitare e la venustas è data oltre che dai materiali utilizzati, dalle proporzioni matematiche e geometriche, con dimensioni auree.

Da una prima idea progettuale, conseguente alla previsione di una struttura multifunzionale da collocare al centro di rotonde viarie, sono scaturite più ipotesi tra le quali è stata selezionata un tipo di struttura costituita da un iperboloide ad una falda, con elementi lineari in alluminio, collegata ad un elemento tubolare centrale che porta in sommità un "fiore" di calla in vetroresina rinforzata con fibre di vetro.

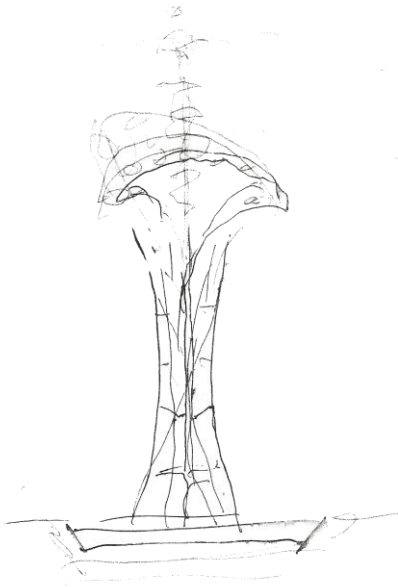
Al "fiore" sono collegati convertitori di energia solare. Il "pistillo" del fiore va a costituire il supporto di ripetitori telefonici e di un eventuale impianto micro-eolico ad asse verticale.

Attorno all'elemento tubolare centrale si avvolge la scala di collegamento tra i vari livelli della struttura, utilizzabile anche per consentire lo svolgimento delle operazioni di manutenzione.

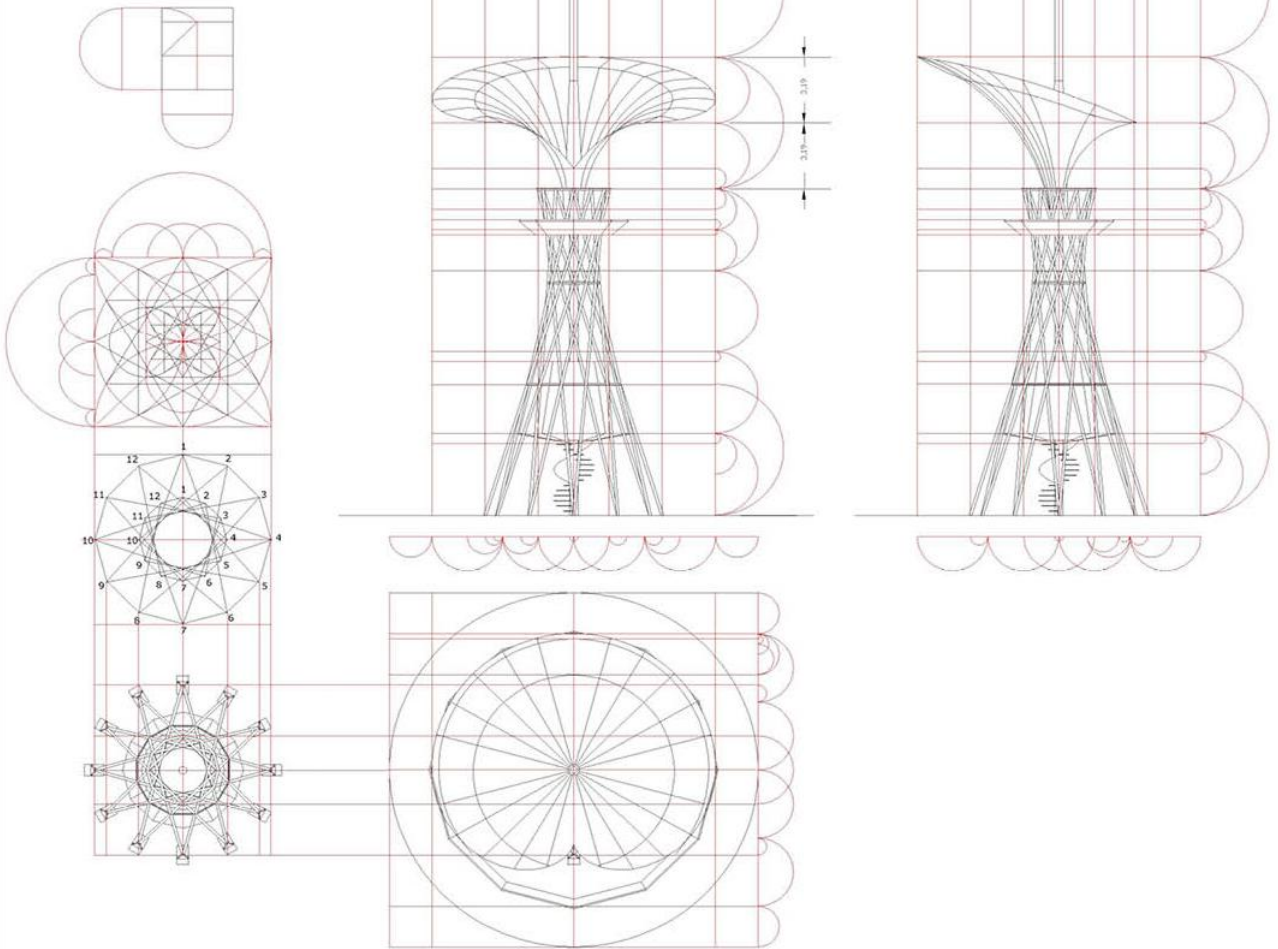
In sommità dell'iperboloide, realizzato in officina a strati trasportabili in sito con elicottero, collegabili in corrispondenza degli elementi di cerchiatura calati attorno all'elemento centrale, sono ubicati i corpi illuminanti a LED e le "boe" radio di ripetizione segnale per comunicazioni, disposti in circolo e convergenti verso il perimetro della rotonda.

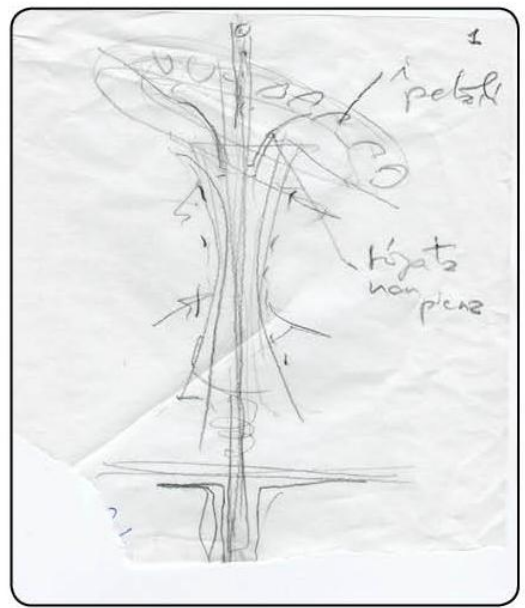
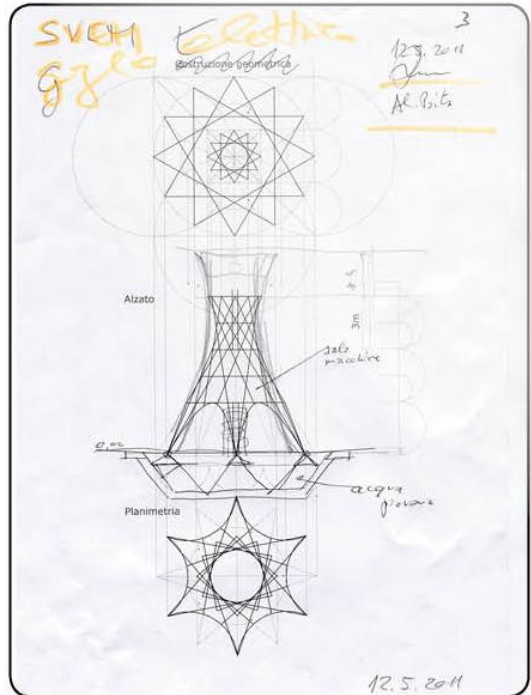
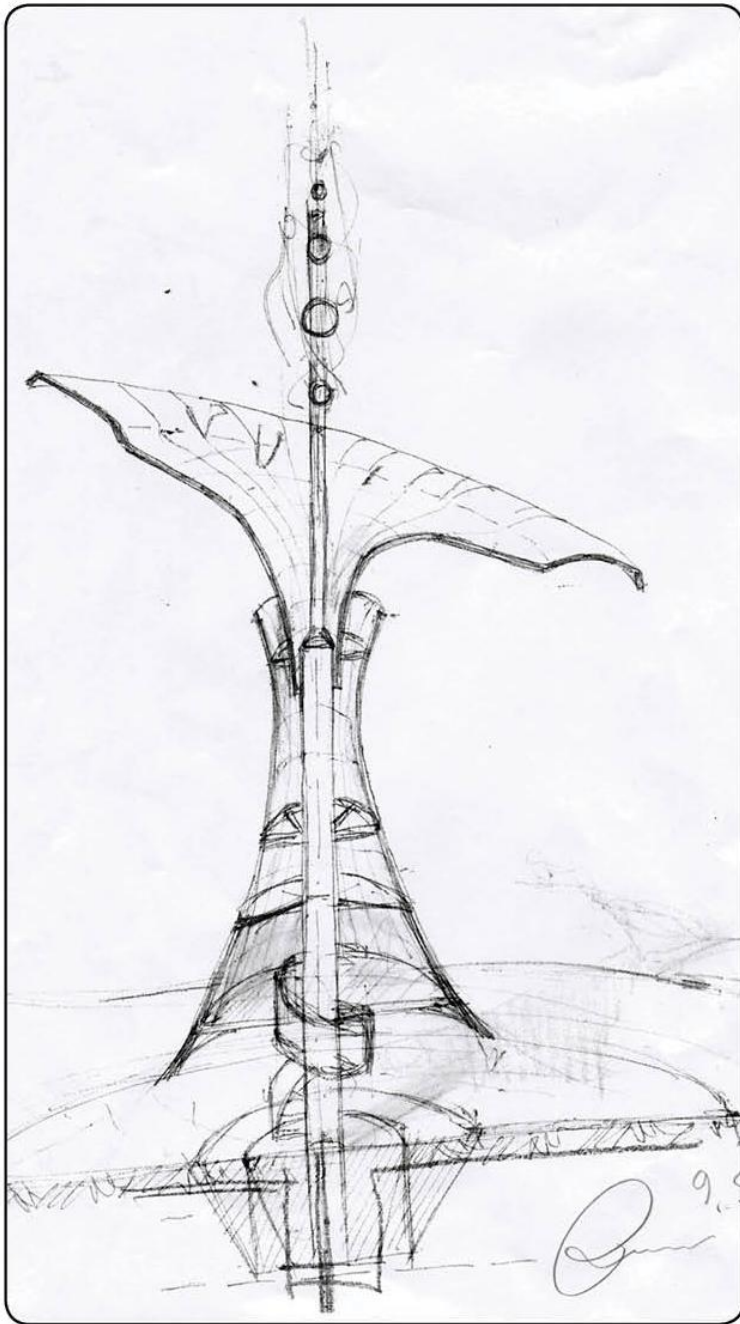
La fondazione è costituita da una struttura in cemento armato nervata con una intercapedine all'interno della quale è prevista la raccolta d'acqua piovana che viene trattata per essere usata per l'innaffiamento del verde circostante la struttura.

Di seguito sono riportati i disegni dello sviluppo dell'idea concettuale.

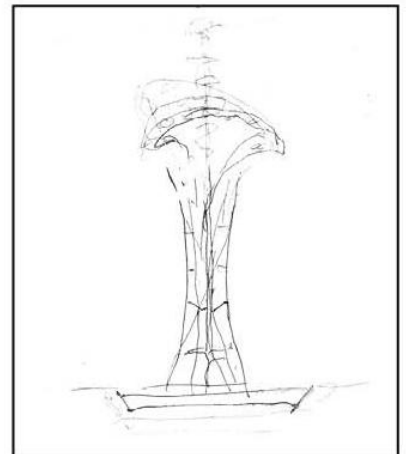
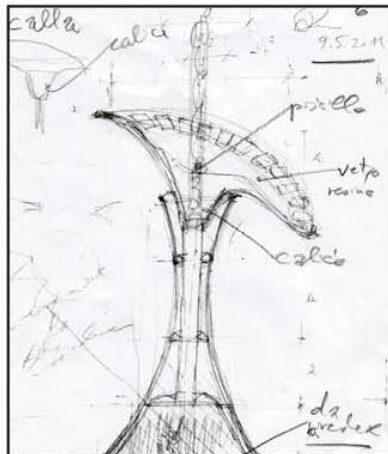
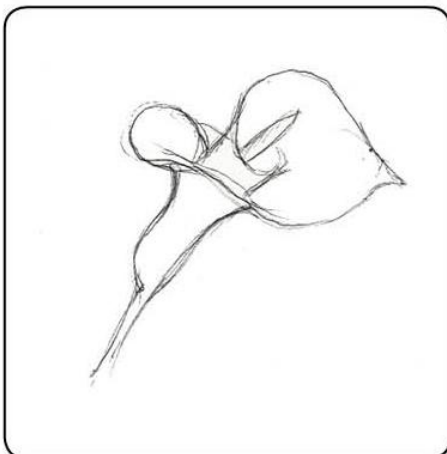


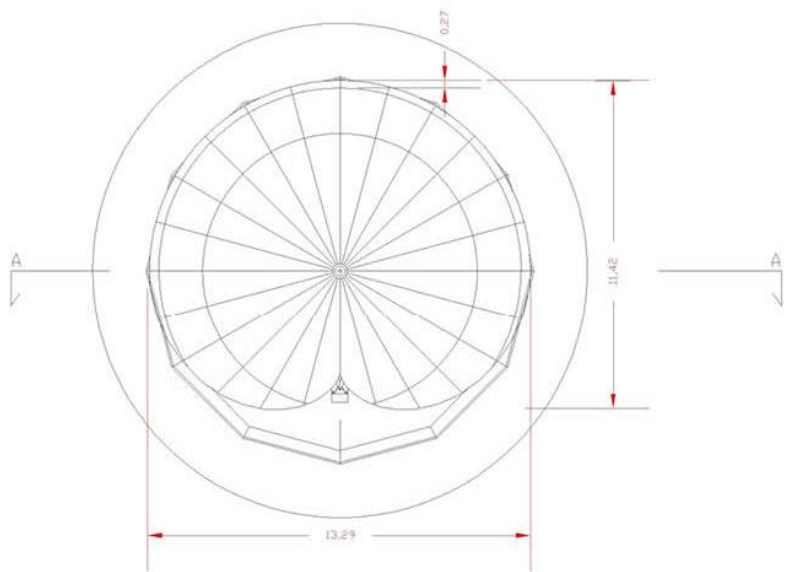
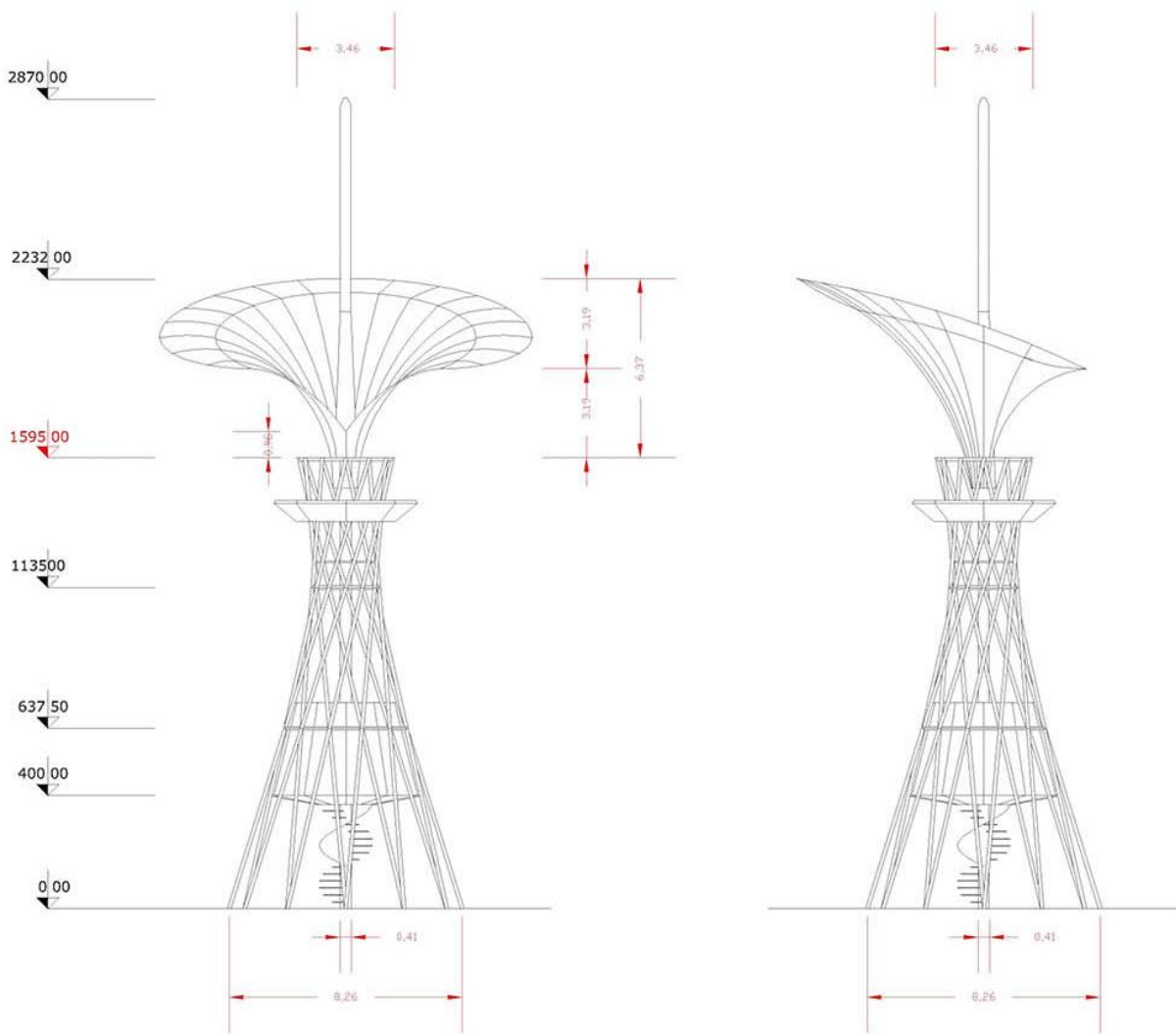
Rapporto tra modulo  
verticale e modulo  
orizzontale



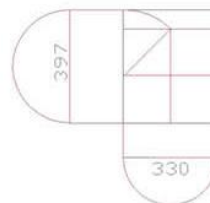


TAV.1 - Schizzi

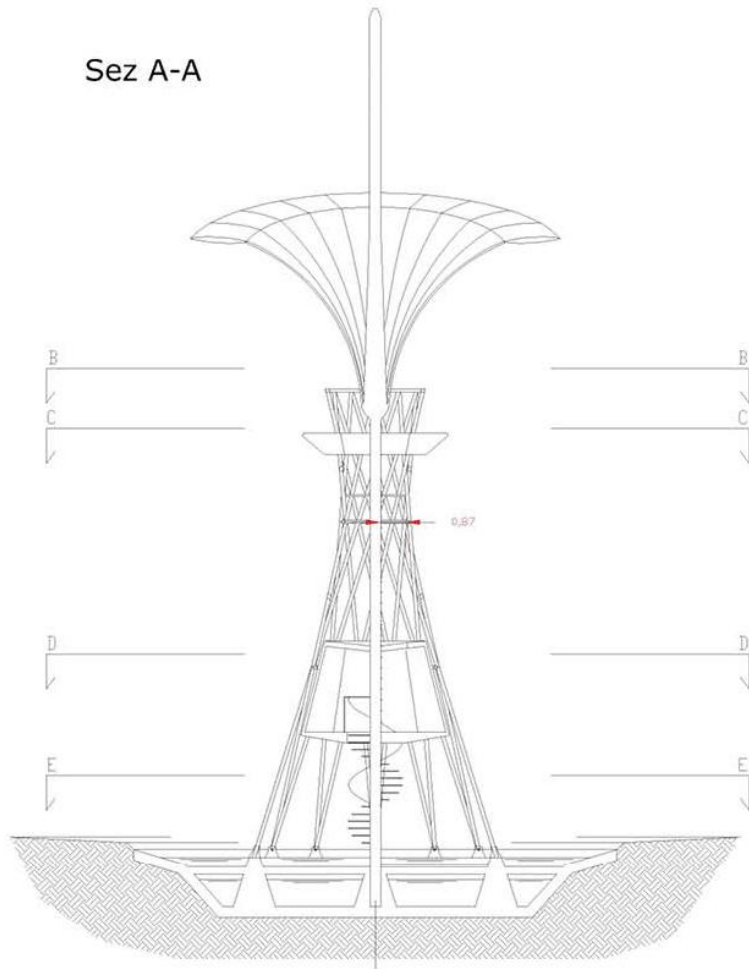




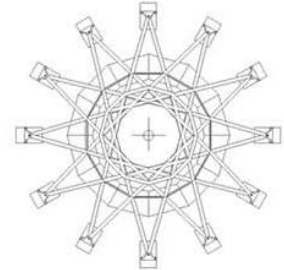
dimensioni del modulo  
 verticale e del  
 modulo orizzontale



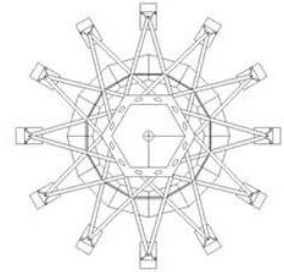
Sez A-A



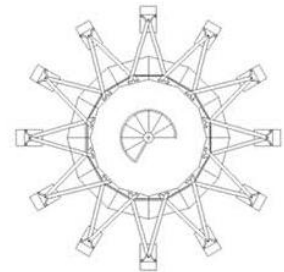
Sez B-B



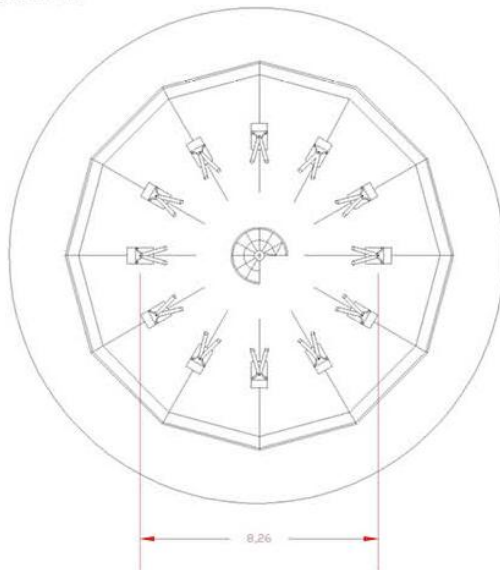
Sez C-C



Sez D-D



Sez E-E



Il Costo globale è relazionato alle funzioni aggiunte rispetto a quelle primarie principali: dare informazioni, educare e comunicare i significati connessi alle fonti energetiche rinnovabili, contribuendo ad una crescita della cultura dello sviluppo sostenibile. Si aggiungono cioè funzioni culturali e formative per riscoprire il Valore dell'Architettura.

Ne deriva un Indice di Valore (Utilità/Costo globale) maggiore rispetto ad altre soluzioni equivalenti per quantità di energia erogata in quanto vi è un ritorno sul piano gestionale che coinvolge anche aspetti sociali.

L'Analisi del Valore ha consentito di proporre funzioni, struttura ed impianti in maniera organica ritrovando in SVEMlight elementi tali da portare ad unità le categorie vitruviane: *utilitas*, *firmitas*, *venustas* di cui al *De architectura*, trattato latino di Marco Vitruvio Pollione, scritto intorno al 25 a.C., fondamento teorico dell'architettura occidentale nel Rinascimento.

Alla *firmitas* dell'iperboloide ad una falda si aggiunge l'Utilità per le Funzioni che SVEMlight consente di esplicitare e la *venustas* è data oltre che dai materiali utilizzati, dalle proporzioni matematiche e geometriche, con dimensioni auree.

Il Costo globale è relazionato alle funzioni aggiunte rispetto a quelle primarie principali: dare informazioni, educare e comunicare i significati connessi alle fonti energetiche rinnovabili, contribuendo ad una crescita della cultura dello sviluppo sostenibile. Si aggiungono cioè funzioni culturali e formative per riscoprire il Valore dell'Architettura.

Ne deriva un Indice di Valore (Utilità/Costo globale) maggiore rispetto ad altre soluzioni equivalenti per quantità di energia erogata in quanto vi è un ritorno sul piano gestionale che coinvolge anche aspetti sociali.

Il Costo di produzione torna ed essere funzionale alla definizione di Economia nell'accezione originaria in quanto viene ripagato nel tempo con funzioni che generano cultura, capaci a sua volta di produrre economia.

SVEMlight è una struttura: reversibile, in quanto può essere smontato e montato in altri luoghi; flessibile, potendo prevedere diverse configurazioni impiantistiche; integrabile con attrezzature supplementari.

### **3. Sintesi e progetto strutturale**

I due aspetti che maggiormente hanno indirizzato la scelta e lo svolgimento dell'intera attività di progettazione e di verifica strutturale riguardano la *completa reversibilità dell'opera* e il continuo *richiamo alla natura*. Così come progettato, il dispositivo risultante può, infatti, essere smontato e trasportato per essere ricollocato con estrema facilità in altri luoghi, senza lasciare tracce o alterazioni dell'ambiente. Tale possibilità è stata ritenuta assai importante considerando il territorio come una risorsa fondamentale delle attività umane, il cui uso rispettoso e responsabile deve essere alla base di ogni sua trasformazione. Per quanto attiene al secondo aspetto, il continuo richiamo alla natura è simbolicamente introdotto dalla forma alberiforme della *torre reticolare* e dall'elemento a guscio sottile a forma di "*calla*" posto nella sommità della torre avente principalmente funzione di supporto per i componenti fotovoltaici e che favorisce le tematiche ambientali.

L'attività di studio e quella successiva di progettazione e verifica può essere brevemente riassunta nelle seguenti quattro fasi.

**Fase I:** *Studio dei requisiti e delle necessità tecnologiche derivanti dalle diverse funzioni previste per il dispositivo in esame.*

Dall'esame delle varie necessità, si è pervenuti alla proposizione di una *torre reticolare* a forma



di iperboloide di rotazione che contiene al suo internoun *fusto cilindrico* , disposto lungo il suo asse, sulla cui sommità saranno posizionate varie attrezzature relative alle telecomunicazioni. In aggiunta a tali elementi, sulla sommità della torre reticolare è prevista una struttura a guscio sottile a forma di *calla* destinata a costituire la sede per il collocamento degli impianti fotovoltaici (pannelli di opportune dimensioni) per la captazione dell'energia solare. Oltre a tali elementi, sono state considerate altre opere minori per il sostegno dell'impianto d'illuminazione e per l'ispezione dell'intera opera.

La fase iniziale è terminata dopo aver scelto delle dimensioni di tentativo dei diversi componenti considerati. Non sono state prese in esame le necessarie opere necessarie per assicurare un efficace sostegno all'intera opera, né gli elementi di collegamento fra i diversi componenti.

**Fase II:** Traduzione strutturale delle idee architettoniche sino a pervenire a un unico organismo resistente che raggruppi le funzioni di tutti gli elementi previsti nel progetto architettonico (la fondazione, la torre reticolare, la colonna centrale per l'istallazione delle antenne, l'elemento a calla per il posizionamento dell'impianto fotovoltaico e per la raccolta delle acque piovane), gli anelli irrigidenti ed il collare reticolare per il collegamento torre-calla.

Durante tale fase, è stata avviata la sintesi e la progettazione strutturale vera e propria, sino alla definizione dell'intero organismo strutturale comprensivo degli elementi prima accennati (torre reticolare, fusto cilindrico e guscio sottile) e di tutti i dispositivi necessari a irrigidire le diverse parti componenti e a farle interagire fra loro. La calla è stata dotata di opportune nervature d'irrigidimento (disposte secondo le linee dei meridiani e dei paralleli), la torre reticolare di opportuni anelli d'irrigidimento intermedi e di estremità per il collegamento col fusto cilindrico centrale, e di una struttura anch'essa reticolare per il collegamento in sommità (il collare reticolare) di tutti e tre gli elementi (torre, fusto e calla) allo scopo di conferire la rigidezza necessaria.

Particolarmente delicata è stata la modellazione della calla a causa della sua forma insolita e la sua traduzione in un modello numerico utilizzabile dai più comuni codici di disegno automatici e dai codici ad elementi finiti per la progettazione e la successiva verifica strutturale.

Alla fine di tale fase, ciascun componente risultava correttamente dimensionato e verificato col materiale ritenuto più idoneo.

Fase III: Progettazione e verifica strutturale dell'intera opera con le dimensioni finali.

Per tener conto di alcune necessità manifestatesi durante la fase di studio del dispositivo in oggetto, è stato opportuno modificare le dimensioni globali dell'intero organismo. In particolare, l'altezza della torre reticolare ha raggiunto i 15,95 m, il diametro dell'anello di base è diventato di 8,26 m e quello dell'anello di sommità è diventato di 3,46 m. Nel frattempo è cambiata la forma del fusto centrale non più cilindrica ma tronco conica nella sua parte superiore ed è aumentata l'altezza complessiva, divenuta di 28,70 m. Anche le dimensioni della calla sono cresciute notevolmente. Nella versione definitiva tale elemento è iscrivibile in un parallelepipedo avente per base il rettangolo di dimensioni 13,29 m x 11,42 m ed altezza 6,47 m al di sopra della sommità della torre reticolare.

Tutto ciò ha comportato la completa riformulazione del modello numerico per l'analisi strutturale del complesso descritto in precedenza. Fatto ciò, sono state effettuate le appropriate successioni di analisi strutturale e conseguenti verifiche secondo la vigente normativa tecnica italiana (NTC 2008) e le normative europee (Eurocodici), sino alla definizione di un modello strutturale soddisfacente sia in termini di resistenza che di deformabilità e stabilità. Vista la forma insolita dell'elemento calla, particolare attenzione è stata richiesta dall'applicazione su di essa dell'azione della neve e del vento.

Tale fase si è conclusa con:

a) la produzione delle schede tecniche e delle tavole costruttive di tutti gli elementi che

compongono l'opera. Per ogni componente sono state rappresentate e descritte le caratteristiche geometriche, il materiale adottato e il proprio peso (Vedasi Allegato 1: Tavole da 1 a 14).

b) la produzione della relazione finale di calcolo contenente: le indicazioni sulla normativa di riferimento, le caratteristiche dei materiali utilizzati, i carichi di progetto esaminati e le relative combinazioni, la rappresentazione grafica e numerica delle azioni della neve e del vento nelle diverse direzioni, le deformate degli elementi strutturali e i diagrammi degli sforzi e delle tensioni nelle diverse combinazioni esaminate (Vedasi Allegato 2: Relazione di calcolo, pagine da Rel. 1 a Rel. 32).

Sistema telecomunicazione: illuminatore radio.

La scelta della piattaforma hardware di comunicazione è stata fatta tenendo conto che essa sarà principalmente utilizzata:

per fornire l'accesso wireless a servizi di rete a utenti che rientrano nel raggio di copertura dell'installazione (funzione di Access Point, AP)

di svolgere le funzioni necessarie per creare un'infrastruttura di rete wireless (denominata Wireless Mesh Network, WMN) che permette lo scambio di traffico fra gli utenti che sfruttano la copertura di una particolare installazione ed il resto della rete o, in generale con Internet (funzione di Wireless Mesh Router, WMR)

di avere un'infrastruttura di backup basata su altra tecnologia wireless che permetta l'accesso ai servizi offerti dal nodo anche in caso di malfunzionamenti della Wireless Mesh Network

di permettere, ove possibile, l'accesso al nodo anche con tecnologia di rete cablata (Ethernet)

Hardware Base del nodo

Considerando i requisiti sopra esposti, la scelta è stata indirizzata verso lo sviluppo di un nodo basato su hardware Mikroti Tik. In particolare, è stata scelta la piattaforma hardware RB435G, in quanto essa presenta delle caratteristiche che soddisfano a pieno i requisiti di progetto.

La piattaforma hardware presenta 5 slot miniPCI che permettono di avere una grande flessibilità di configurazione del nodo. Per esempio, per le funzioni di AP si può pensare di coprire con quattro distinti sistemi di ricetrasmisione un'area con delle antenne settoriali (con copertura a 90°). In questo modo sfruttando la diversità spaziale, la capacità trasmissiva messa a disposizione degli utenti in ciascun settore è prossima a quella massima messa a disposizione del singolo sistema di ricetrasmisione. In questo caso, il quinto slot può essere dedicato per le funzioni WMR. Inoltre, la scheda è dotata di tre porte Gigabit Ethernet che permettono un collegamento ad alta capacità con il resto della rete nel caso in cui ci fosse la possibilità di collegare il nodo con la rete cablata.

La scheda è inoltre dotata di due porte USB 2.0. Una di queste porte può essere usata per inserire un modem wireless per rete radiomobile 3G che permette di avere una tecnologia wireless di backup per l'accesso al nodo nel caso in cui occorressero dei malfunzionamenti nella WMN. L'altra porta può essere usata per ampliare la memoria a disposizione della scheda nel caso in cui si volessero sviluppare funzioni aggiuntive per il nodo. In particolare, si può prevedere di dotare il nodo delle funzioni necessarie per l'acquisizione di dati e il controllo di una rete di sensori usata dall'infrastruttura. La rete di sensori può essere pensata per avere informazioni su temperatura o altri parametri climatici, livello di inquinamento acustico, stato dei diversi elementi usati per l'illuminazione, oppure per il controllo da remoto di attuatori usati nell'infrastruttura.

La scheda è dotata di un processore Atheros AR7161 a 680 MHz che garantisce la possibilità di gestire più di 100000 pacchetti per secondo, valore adeguato per l'applicazione scelta, cioè di usarla per le funzioni di AP multi radio con molto traffico e di WMR.

Per l'alimentazione della scheda ci sono due opzioni: Power over Ethernet (PoE) a 8-28 V

(anche se non standard IEEE 802.3af) e direttamente con Jack a 8-30 V.

La scheda ha un consumo di circa 4.5 W. Questo valore può arrivare a 19 W nel caso in cui si connettono gli altri elementi hardware necessari per la comunicazione, senza usare un sistema di raffreddamento per il processore. Nel caso in cui invece si usa il sistema di raffreddamento, il consumo massimo arriva a 40 W.

### **Hardware di comunicazione**

Per la scelta di questo hardware, si è fatto riferimento alla tecnologia WiFi ed ai relativi standard IEEE 802.11a/b/g/n. In particolare si è scelta l'interfaccia di rete RouterBOARD R52Hn miniPCI, la quale fornisce le funzioni degli standard sopra indicati sia nella banda 2.4 GHz che in quella a 5.4 GHz. La banda a 2.4 GHz verrà usata per le funzioni di AP del nodo, mentre quella a 5.4 GHz sarà dedicata per le funzioni di WMR. L'interfaccia scelta garantisce ottime prestazioni; in modalità IEEE 802.11n garantisce un massimo data rate di 300 Mbps, con un throughput massimo utente dell'ordine di 200 Mbps in entrambe le direzioni, cioè sia per il traffico prodotto dall'utente verso il resto della rete (uplink) che per quello destinato all'utente (downlink). L'interfaccia ha un'alta potenza in uscita (massimo 25 dBm per il data rate a 6 Mbps in modalità 802.11g, ed in genere sopra i 20 dBm) che permette di ottenere una buona copertura.

Il consumo massimo di questa interfaccia è di 7 W, mentre è di solo 0.4 W in modalità stand by. Considerando che la soluzione Hardware base di bordo permette l'erogazione massima di 19 W (senza sistema di raffreddamento), bisogna tenere presente la possibilità di associare all'uso di questa interfaccia di rete, anche quella di una a più basso consumo, come per esempio la RouterBOARD R 52 nM, che ha un consumo massimo di solo 2.4 W. Questo risparmio sul consumo ovviamente è a scapito della potenza di trasmissione (soprattutto nella modalità IEEE 802.11n).

### **Contenitore**

Gli apparati hardware scelti dovranno essere inseriti in un contenitore per esterni, capace di proteggere i diversi elementi hardware dalle intemperie. Per questo, si è scelto un contenitore in alluminio con le dimensioni esterne pari a 21x27x9 cm, dotato delle fessure per permettere il passaggio dei cavi per l'alimentazione della scheda, e per i cavi che servono per connettere il nodo alle antenne e a eventuali apparati raggiunti con tecnologia Gigabit Ethernet. Il contenitore ha un grado di tenuta pari a IP65, ed è predisposto per l'installazione a palo (max 50 mm) o a muro mediante staffe.

### **Antenna**

Le soluzioni che si possono adottare per l'antenna sono diverse a seconda della configurazione che si vuole dare al nodo. Come esempio, se si volesse utilizzare una singola antenna che ricopre l'intera area circostante il nodo, si potrebbe usare un'antenna omnidirezionale. I parametri da usare nella scelta dell'antenna sono l'ampiezza orizzontale e quella verticale del fascio (a -3dB). Dal punto di vista dell'ampiezza orizzontale del fascio, sul mercato si trovano diverse soluzioni, quali antenne direttive con ampiezza di 23°, ad antenne settoriali con ampiezza orizzontale del fascio di 120°, 150° e 180°. Anche per quanto riguarda l'ampiezza verticale del fascio, ci sono diverse soluzioni che vanno da fascio di 6°, 11°, 14°, 28°. Altri parametri da considerare nella scelta sono il guadagno, gli ingombri e l'eventuale resistenza meccanica. Per il prototipo, la scelta è verso un'antenna omnidirezionale (o due antenne settoriali) per quanto riguarda le funzioni di AP a 2.4 GHz e di una direttiva per le funzioni di WMR a 5.4 GHz.

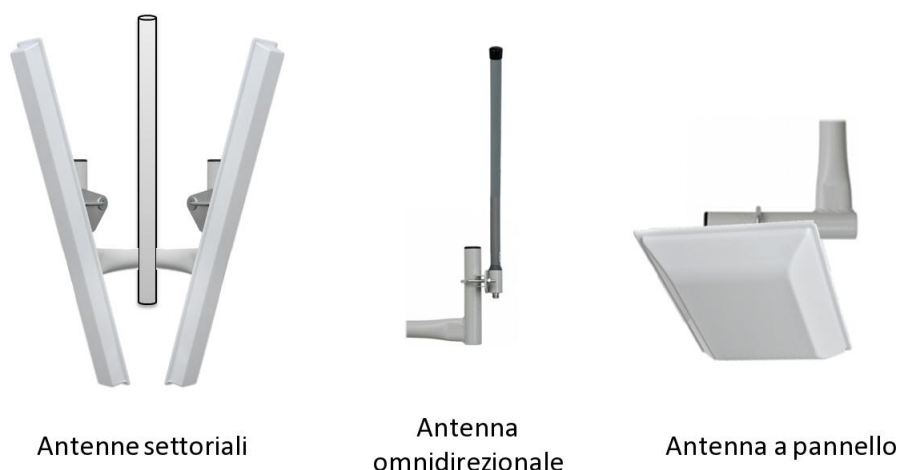
In particolare, per quanto riguarda la soluzione di antenna omnidirezionale, si può far

riferimento al prodotto 24OMNI10, antenna omnidirezionale con guadagno di 10 dB nella banda 2.4-2.5 GHz con ampiezza del fascio verticale di 23°. L'antenna pesa 0.4 Kg, si monta su pali dal diametro compreso fra 30 e 50 mm, ha un diametro di 22 mm ed è alta 790 mm.

Per la soluzione di antenna settoriale si può far riferimento al prodotto 2418015VS che ha un guadagno di 15 dB nella banda 2.4-2.5 GHz con ampiezza del fascio verticale di 17° (fascio orizzontale 180°). Il peso dell'antenna è di 0.4 kg e le sue dimensioni sono 615 x 55 x 33 mm (AxLxP).

Come alternativa, nel caso che l'altezza dell'installazione sia elevata, si può ricorrere a un'antenna a pannello montata in orizzontale, allo scopo di garantire copertura anche alla zona immediatamente sottostante l'AP, che altrimenti potrebbe risultare "scoperta" nel caso di impiego di un'antenna omnidirezionale con fascio verticale relativamente stretto. Un esempio di tale antenna potrebbe essere la ATK-P1, che ha un guadagno di 8 dB e un'apertura del fascio di 70° in entrambe le direzioni.

La Figura sottostante riporta gli esempi di installazione delle varie antenne per la funzionalità di AP. L'antenna omnidirezionale può anche essere combinata con quella a pannello.



Per quanto riguarda le funzioni di WMR, si può pensare ad usare un'antenna direttiva a 5.4GHz che garantisce un buon guadagno, necessario per coprire distanze relativamente grandi (diverse centinaia di metri). Come esempio si può far riferimento al prodotto Totalconn 5418GEEC: antenna con 18 dBi di guadagno nella banda 5150-5850 MHz, con ampiezza dei fascio orizzontali e verticali pari 20°. L'antenna a pannello ha un peso di 0.4 kg (senza gli agganci per l'installazione), si monta su pali di diametro compreso tra 38 e 51 mm ed una dimensione di 270 x 230 x 12mm (WxLxP).

## Software

Il software utilizzato per la gestione del nodo è rappresentato dal MikroTik RouterOS. Esso rappresenta un sistema operativo creato a partire da Linux kernel 2.6 e sviluppato per mettere a disposizione delle schede hardware RouterBoard della MikroTik tutte le funzionalità necessarie per implementare le principali funzioni di rete. In particolare, il sistema operativo RouterOS mette a disposizione diverse modalità per la configurazione dell'apparato: accesso locale con tastiera e video, accesso da porta seriale, Accesso da remoto tramite Telnet o ssh, un'interfaccia grafica denominata Winbox e un'interfaccia Web. Il sistema mette a disposizione funzionalità di firewall, che implementano il filtraggio del traffico insieme a funzioni di Network Address Translation (NAT) che permettono di prevenire l'accesso diretto alla rete ad utenti non autorizzati. Le funzioni di filtraggio del traffico messe a disposizione da RouterOS sono molto

flessibili. Infatti, si possono prevedere regole di filtraggio basate su indirizzi IP, numero di porte, e pattern del contenuto dei pacchetti. In particolare, questa ultima funzione, mediante l'uso di Regular Expressions permette di fare filtraggio andando ad analizzare direttamente il contenuto del traffico (ovvero filtraggio a livello applicativo). Il Router OS supporta sia il protocollo IPv4 che quello IPv6. Nel primo caso implementa i protocolli di routing RIP v1 e v2, OSPF v2 e BGP v4; nel secondo invece supporta i protocolli di routing RIPng, OSPF v3 e BGP.

Se nella rete si volesse usare un forwarding a livello 2, senza usare il routing a livello IP, il RouterOS mette a disposizione il protocollo Spanning Tree Protocol ed una versione proprietaria del protocollo Hybrid Wireless Mesh Protocol (HWMP), in fase di standardizzazione dal gruppo di lavoro IEEE 802.11s.

Il software, inoltre, mette a disposizione una serie di funzioni necessari per la gestione degli utenti e per la sicurezza, come per esempio i sistemi di crittografia WEP, WPA, e WPA2, il supporto del protocollo Radius per l'autenticazione e l'accounting degli utenti, e la possibilità di creare dei walled garden per la navigazione libera solo su alcuni siti. Il routerOS è dotato inoltre del protocollo proprietario Nstreme che ha permesso di stabilire il record del collegamento più lungo fatto in tecnologia 802.11a a 5.765 GHz senza l'utilizzo di ripetitori: 304 km dal Monte Amiata (Toscana) al Monte Limbara (Sardegna). Per la parte di gestione della rete, RouterOS mette a disposizione una serie di strumenti. In particolare, rende disponibili le entità del protocollo SNMP che permettono di acquisire informazioni sul traffico gestito dai singoli nodi della rete per ottenere grafici e statistiche utili per vedere lo stato di salute dell'infrastruttura di rete ed individuare eventuali anomalie o colli di bottiglia. Inoltre, mette a disposizione strumenti per fare test di connettività e capacità trasmissiva disponibile, oltre che applicazioni per fare sniffing di traffico, operazione utile per individuare eventuali sorgenti di anomalie nella rete.

RouterOS è rilasciato insieme alla scheda RB435G con livello di licenza 5, che implica avere una limitazione molto blanda sul numero contemporaneo di utenti contemporaneamente connessi al nodo e sul numero di tunnel PPPoE contemporaneamente attivi sul nodo (in entrambi i casi il limite è pari a 500), mentre per altri aspetti, come per esempio il numero di regole NAT che si possono attivare o il numero di interfacce VLAN, non si hanno vincoli sui valori massimi.

Sulla base di quanto esposto è stato realizzato un dimostratore di illuminatore radio.

#### **4. Sistema di illuminazione**

Per motivi energetici è in linea con la sostenibilità ambientale ed economica della struttura come sorgenti luminose sono stati scelti dei dispositivi a LED.

Più complesso è decidere il "sistema di illuminazione" perché esso è il risultato di progetto con specifico riferimento al luogo da illuminare.

Nel caso in esame, pur trattandosi di rotonde viarie, il luogo è difficilmente standardizzabile, pertanto si è sviluppato il progetto e i dimostratori (corpi illuminanti) con riferimento ad una rotonda di dimensioni medie, 40m di diametro, in ambiente urbano periferico.

I risultati del progetto e la scelta dei corpi illuminanti sono riportati nell'allegato 3.

Questa attività è stata sviluppata con la partecipazione della società AEC Illuminazione S.r.l.

#### **5. Sistema fotovoltaico**

Il sistema fotovoltaico da inserire sulla parte superiore della "calla" (l'anello esterno con superficie più "piana"), copre una superficie di circa 50 m<sup>2</sup> e per l'applicazione sul dimostratore si è sviluppata una prima collaborazione con ENEL Green Power. La società ha messo a

disposizione dei pannelli prototipali a film sottile di produzione sharp - ENEL- ST- microelettronica che saranno prodotti nello stabilimento di Catania. Le foto di fig.1 e 2 mostrano il pannello tipo.

La scelta della tecnologia film-sottile è conseguenza del fatto che la struttura SVEM può essere collocata a qualunque latitudine e pertanto in grado di produrre anche con luce diffusa più che con quella diretta (condizione tipica delle aree più a nord).



Figura 1



Figura 2

## **6. Business Plan di impiego.**

### **Stima del costo della struttura**

Per stimare il costo della struttura si è ipotizzato una prima produzione di 100 pezzi in tre anni e sono stati intervistati possibili costruttori a cui è stato mostrato il progetto. Ciascun intervistato ci ha quotato la realizzazione della struttura montata a cui poi abbiamo aggiunto il costo del sistema di illuminamento, del sistema fotovoltaico di quello radio sulla base dell'esperienza sviluppata nel predisporre i dimostratori.

La stima risultante è stata di un costo di circa 80.000,00 € per una produzione di 100 esemplari in tre anni.

Stima dei ritorni di esercizio.

Produzione di energia da fotovoltaico installato.

Con la superficie di circa 50m<sup>2</sup> disponibile, considerando che non ha l'inclinazione ottimale poiché si è privilegiato l'aspetto estetico della forma della "calla" si stima una produzione con una potenza massima di 5 kw.

In relazione alla collocazione geografica, può produrre dai 6 ai 9 MWh/anno e portare ad una rendita annua variabile tra 3000-4000 €/anno.

Stima del ricavo annuo da affitto per sistemi di trasmissione radio.

Per valutare quali possano essere le situazioni "profittevoli" ottenibili dall'impiego della struttura viaria Svemlight nel settore delle reti di telecomunicazioni wireless (e non) sono necessarie alcune premesse relative all'evoluzione delle moderne reti per telecomunicazioni. È noto come il problema centrale nella realizzazione della rete sia relativo al costo della porzione d'accesso della rete che, sia in modalità fissa che mobile, rappresenta anche il vero collo di bottiglia dell'intero sistema. A titolo di esempio si consideri che attualmente un operatore di rete radiomobile cellulare infrastrutturato gestisce oltre 10000 stazioni radio base e che si avvicina a questo valore anche il numero di multiplatori d'accesso nella rete fissa (DSLAM xDSL).

L'evoluzione verso una cosiddetta Next Generation Network passa attraverso l'estensione della fibra ottica anche in quel tratto tradizionalmente realizzato in cavo di rame (last mile). Nel caso di rete fissa verranno impiegate soluzioni di tipo FTTx (Fiber to the cabinet, Fiber to the building, Fiber to the Home) nel caso di reti wireless radiomobili cellulari la modalità di accesso a banda ultra larga (100 Mbit/s disponibili per cella) verrà realizzato mediante l'impiego della tecnologia "di IV generazione" denominata LTE (long term evolution). È inoltre importante osservare che in ambito metropolitano o comunque in situazioni caratterizzate da una elevata densità di traffico dalla tradizionale copertura macro cellulare (coperture che possono estendersi anche per 30 km) si dovrà passare ad una copertura micro cellulare (alcune centinaia di metri), pico cellulare (cento metri) o addirittura femto cellulare (coperture dell'ordine di qualche decina di metri). Il sistema Svemlight si presta ad essere impiegato in diversi contesti operativi. In territori rurali o difficilmente raggiungibili da connettività in fibra ottica Svemlight si presta ad essere impiegato per la realizzazione di reti wireless mesh. Tali reti consentono di combattere il fenomeno del Digital Divide (ghettizzazione informatica/telematica) realizzando vere e proprie dorsali wireless operanti tipicamente su bande non licenziate (finestre ISM es. 2.4 o 5.4 GHz). Tali reti consentono la condivisione su vasta scala geografica (es una vallata) della connettività di accesso su rete fissa realizzata ad



esempio con tecniche xDSL. La porzione wireless del sistema Svemlight denominata "boa wireless" corrisponde esplicitamente a questa funzionalità consentendo una connettività wireless mesh a 5.4 GHz ed una modalità di accesso Wi-Fi tradizionale (2.4 GHz). Tramite la struttura Svemlight potrebbero così essere realizzati proprio al centro delle rotonde i punti nodali di una rete wireless mesh o anche di una rete Vanet (Vehicular ad-hoc network) in particolare per ciò che riguarda l'interconnessione veicolo-infrastruttura/veicolo-strada.

La struttura si presta inoltre a sostenere un gruppo di antenne e gli apparati trasmissivi relativi ad una stazione radio base (UMTS o LTE). Si osservi a questo proposito che alla base della struttura di Svemlight potrebbe essere accolto anche l'impianto relativo agli apparati trasmissivi e di condizionamento degli stessi. Si osservi che nell'ultimo bando LTE la porzione dello spettro in origine allocato al digitale terrestre (canali da 61 a 69) è stata assegnata al costo di 4 miliardi di euro. Gli operatori hanno adesso tutto l'interesse a realizzare rapidamente il deployment della rete LTE in particolare proprio in quelle Regioni che per ultime sono state coinvolte nel cosiddetto switch-off al digitale terrestre. Al fine di quantificare un possibile ritorno economico ottenibile dalla struttura viaria Svemlight in uno dei contesti descritti in precedenza che possono coinvolgere dai WISP (wireless Internet service provider) agli operatori di rete radiomobile di terza e quarta generazione si può pensare alla struttura Svemlight come un sistema per accogliere non solo le antenne ma tutti gli apparati relativi ad una stazione radio base. Si stima che in ambito urbano un operatore possa essere disposto a pagare una cifra dai 10 ai 40 Keuro l'anno.

In particolare tali strutture potranno essere importanti nella realizzazione di un copertura microcellulare consentendo il collegamento diretto alla rete di dorsale mediante fibra ottica (ospitando gli apparati trasmissivi nella porzione più bassa della struttura).

Tra le varie modalità di impiego potrebbe essere considerata anche la possibilità di ospitare apparati di rete attivi nella realizzazione di una NGAN (next generation access network) basata su tecnologia fiber to the cabinet.

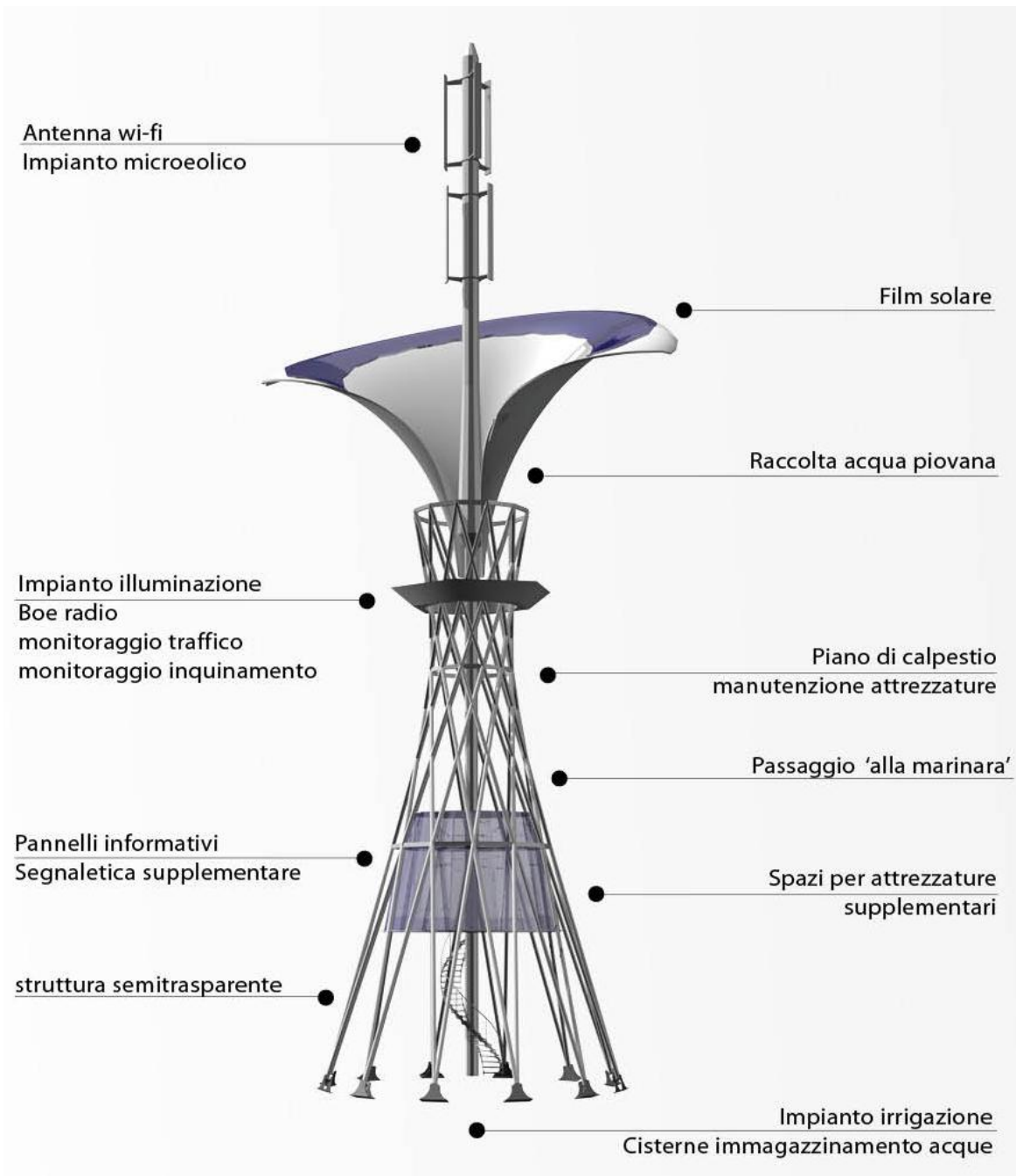
Per questi motivi si stima in generale che la struttura viaria considerata possa nel complesso produrre un ritorno dell'ordine di 20 keuro l'anno di affitto.

## **Business Plan**

Pur non tenendo conto del costo evitato per tutti dispositivi e per gli eventuali arredi che comunque sarebbe necessario installare nelle rotonde cittadine, in relazione a quanto esposto in precedenza, si può facilmente stimare un tempo di ritorno di circa 3-4 anni.

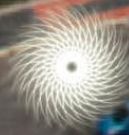
Ciò porta ad avere una struttura facilmente bancabile e quindi finanziabile da terzi, con anche un ritorno annuo per le pubbliche amministrazioni con il quale eventualmente finanziare i dispositivi di monitoraggio del traffico, dell'area ecc.

## 8. Immagini e foto inserimento della struttura





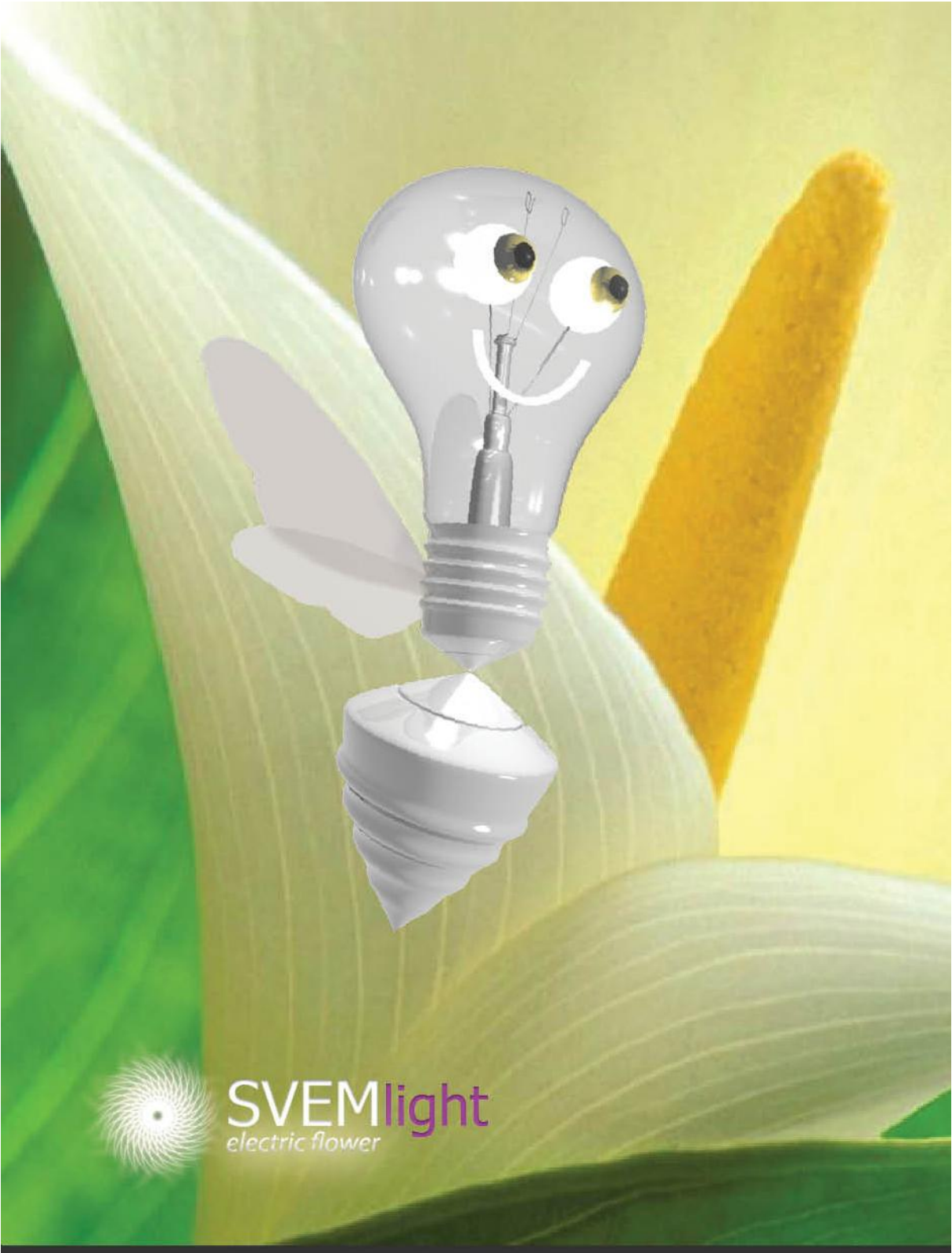
**SVEMlight**  
*electric flower*



**SVEMlight**  
electric flower



**SVEM**light  
*electric flower*



**SVEMlight**  
*electric flower*