

Zumtobel Research

Progetto pilota LED nel centro amministrativo Werd.
Confronto tra due impianti d'illuminazione in due corridoi identici:
uno con lampade fluorescenti tradizionali e l'altro con tecnologia
LED e gestione della luce ottimizzata.

Relazione conclusiva del reparto tecniche energetiche e di automazione,
Dipartimento edilizia civile della città di Zurigo, Zumtobel Licht AG, Zurigo
27. 10. 2011

ISBN 978-3-902940-15-5

Zumtobel Research

Progetto pilota LED nel centro amministrativo Werd

Prefazione		5
-------------------	--	---

Sintesi		6
----------------	--	---

1 Scopo dell'indagine		8
2 Livello della scienza		
3 Ipotesi della ricerca		

4 Metodi di ricerca	4.1 Metodo di misurazione e installazione	10
	4.2 Procedura dell'analisi e risultati complessivi	11

5 Discussione e prospettive		16
6 Bibliografia		

7 Partner		17
------------------	--	----



Centro amministrativo Werd

Il Dipartimento edilizia civile della città di Zurigo ha condotto un progetto pilota in collaborazione con le società Eteam GmbH e Zumtobel Licht AG: per un periodo di quattro mesi sono state messe a confronto due differenti soluzioni illuminotecniche allestite in due corridoi identici del centro amministrativo Werd. Il primo dei due corridoi è rimasto immutato: ossia con un'illuminazione di tradizionali lampade fluorescenti e segnalatori di presenza che spengono l'impianto dieci minuti dopo che non rilevano passaggio di persone. Nel secondo corridoio sono stati montati invece apparecchi LED. Qui i segnalatori di presenza avevano tempi di reazione progressivi che arrivavano a un minuto. Per loro natura, i LED non risentono della frequenza delle accensioni o del dimming, e non viene sacrificato nemmeno l'aspetto del comfort. Nell'impianto LED con segnalazione di presenza ottimizzata si è misurato un consumo energetico inferiore dell'81 per cento a quello dell'impianto con lampade fluorescenti.

Nel centro amministrativo Werd si sono messi a confronto gli impianti d'illuminazione in due corridoi identici, analizzando il potenziale di risparmio energetico con i LED e con una segnalazione ottimizzata delle presenze:

Corridoio 1

lampade fluorescenti e segnalatori di presenza con tempo di reazione di 10 minuti

Corridoio 2

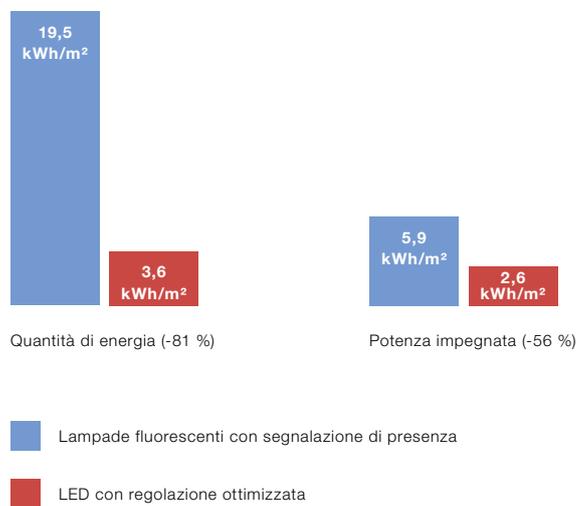
linee luminose LED e segnalatori di presenza con tempi di reazione variabili

Si doveva inoltre stabilire in che misura l'impianto trovasse il consenso degli utenti. In entrambi i corridoi gli illuminamenti e le distribuzioni fotometriche erano uguali. Gli impianti sono stati programmati e sorvegliati con il calcolatore di automazione Litenet flexis N2 di Zumtobel. Nel corridoio 1 (all'ottavo piano) il livello di luce e la regolazione sono rimasti invariati per tutti i quattro mesi di osservazione. Nel secondo corridoio invece (al settimo piano), i segnalatori di presenza collegati all'impianto d'illuminazione LED reagivano abbassando la luce progressivamente. Va notato che i LED non risentono della frequenza di accensioni e che inoltre si accendono immediatamente: per questo motivo abbreviare i tempi di reazione non presenta alcuna problematica, a differenza di quanto accade con le lampade fluorescenti.

Ottimizzandone il funzionamento (1 minuto di intervallo senza luce residua ad impianto spento, periodo di misurazione 3), l'illuminazione LED assorbe l'80 % in meno di elettricità delle lampade fluorescenti. Laddove va specificato che: in primo luogo la potenza installata è stata ridotta da 5,9 W/m² a 2,6 W/m², in secondo luogo lo stesso tempo di accensione è sceso da 13,2 h/giorno con le lampade fluorescenti a 5,7 h/giorno con i LED. Si osserva invece che ridurre il tempo di reazione da 10 a 5 minuti (periodo di misurazione 2) non comporta di fatto quasi nessun risparmio energetico, e quindi un'impostazione di questo tipo non è consigliabile. Nel periodo di misurazione 4 si è programmato un livello di dimming del 15 % nei momenti di assenza durante il giorno: questo per rendere l'impianto più gradito rispetto a uno che si spegne all'improvviso. La luce residua ha modificato solo di poco l'effetto di risparmio energetico, portandolo dal precedente 81 % al 77 %. Il risultato è tuttavia che al risparmio energetico, in qualsiasi caso molto elevato, corrisponde un ottimo riscontro da parte degli utenti.

Questo risultato dimostra in modo esemplare che la tecnologia LED, abbinata ad opportuna regolazione, riserva un enorme potenziale di risparmio in confronto agli impianti oggi usuali per l'illuminazione dei corridoi che pure sono considerati efficienti.

Illuminazione di corridoi: lampade fluorescenti vs. LED



Ciò nonostante, una buona economicità degli apparecchi LED nelle zone di passaggio non è così scontata, a dispetto dell'enorme risparmio energetico ampiamente comprovato. Per rientrare in un tempo di ammortamento dai 5 agli 8 anni, il costo aggiuntivo dei LED può andare dai 50 ai 100 franchi svizzeri per downlight o metro lineare.

1 Scopo dell'indagine

2 Livello della scienza

Scopo dell'indagine

Il palazzo Werd è il primo centro amministrativo della città di Zurigo. Originariamente sede di una banca, è stato poi ristrutturato e riaperto nel dicembre del 2004. Vi trovano posto dipartimenti sociali e finanziari, per un totale di 620 posti di lavoro. Con i lavori di ristrutturazione il consumo energetico è stato più o meno dimezzato. Il centro Werd ha ottenuto il certificato Minergie. Le costruzioni "Minergie" sono quelle che ottimizzano i consumi energetici, primariamente migliorando gli isolamenti termici e sfruttando il calore prodotto negli interni per ridurre il riscaldamento. In questo modo tuttavia, la percentuale di corrente consumata può anche aumentare se non si adottano corrispondenti misure di efficienza anche per quanto riguarda l'elettricità. Nei palazzi amministrativi come il centro Werd l'illuminazione artificiale assorbe una parte considerevole del consumo di corrente. Per tale motivo ci si è chiesti se ottimizzando l'illuminotecnica esistesse ancora un potenziale di risparmio rilevante, visto che erano già in funzionamento tecnologie molto efficienti.

Livello della scienza

Non sono tanto le indagini scientifiche quanto piuttosto le esperienze pratiche a dimostrare che i corridoi dei centri amministrativi riservano un grande potenziale di risparmio energetico. Tutto sommato si tratta solo di zone di passaggio, o comunque di breve comunicazione informale. Spesso la luce del giorno è scarsa o assente: di conseguenza l'illuminazione artificiale rimane accesa per molte ore della giornata lavorativa e anche fuori dagli orari. Ecco allora che sorvegliando le presenze si possono risparmiare grandi quantità di energia, specie se in abbinamento alla tecnologia LED; dove invece i corridoi ricevono luce del giorno in abbondanza, il potenziale di risparmio deriva da un sistema di gestione basato sulla luce diurna. Il comfort degli utenti e la stessa durata di queste innovative sorgenti luminose non risentono minimamente della frequenza con cui la luce si accende, si spegne o si regola. In tema di bilancio energetico con il controllo delle presenze è stato pubblicato un eccellente studio:

The performance of occupancy-based lighting control systems:

A review

X. Guo, DK Tiller, GP Henze and CE Waters

Lighting Research and Technology 2010

<http://lrt.sagepub.com/content/42/4/415.full.pdf>

Ipotesi della ricerca

Si è ipotizzato che gli innovativi apparecchi LED Slotlight possano illuminare i corridoi con la stessa qualità e risparmiando energia anche se confrontati con apparecchi già di per sé molto efficienti, funzionanti con lampade fluorescenti.

La seconda ipotesi era inoltre che il controllo delle presenze potesse procurare un ulteriore risparmio energetico nel centro Werd, e che però variare i tempi di reazione non implicasse necessariamente un risparmio energetico. Si voleva dunque analizzare quali fossero le modalità di funzionamento di apparecchi e comandi che rivelano il miglior bilancio energetico.

4 Metodi di ricerca

4.1. Metodo di misurazione e installazione

Il progetto pilota è stato condotto nella seguente maniera:

- In due corridoi identici, illuminati da file continue, per diversi mesi si è registrata incessantemente l'elettricità consumata (intervallo di registrazione: 1 minuto) servendosi di un data logger.
- Gli illuminamenti dei due corridoi si corrispondevano.
- In entrambi i corridoi la luce era regolata da segnalatori di presenza.
- Nel corridoio all'ottavo piano erano installate file continue tradizionali, funzionanti con lampade fluorescenti; l'impianto è rimasto sempre immutato per tutto il periodo della misurazione.
- Nel corridoio al settimo piano erano installate file continue di apparecchi LED; il tipo di comando è stato modificato più volte nel corso del periodo della misurazione.

Descrizione degli apparecchi illuminanti

7. piano	Fila continua di apparecchi Zumtobel LED SLOTLIGHT 1/57 W, 28 m a 23 Watt/m Potenza massima in funzionamento per 100 lx: 187 W ovvero 2,6 W/m ² di corridoio.
8. piano	Apparecchi Zumtobel SLOTLIGHT 1/35 W T16, 19 lampade da 35 W (+3 W EVG). Potenza massima in funzionamento per 100 lx: 420 W ovvero 5,9 W/m ² di corridoio.



Nei quadri elettrici del settimo e dell'ottavo piano sono stati installati due contatori che registravano esclusivamente l'illuminazione dei rispettivi corridoi trasferendo i dati su schede di memoria tramite data logger. L'intervallo di misurazione impostato era di un minuto. Ciò significa che in ogni corridoio sono stati registrati 1440 valori di potenza al giorno, per un totale di 300.000 dati. Oltre alle registrazioni automatiche si sono prelevati dati di prova anche manualmente.

4.2. Procedura dell'analisi e risultati complessivi

Procedura misurazione		A	B	C	D	E
Corridoio 1	Tutto il periodo	0 %	0 s	10 min	0 s	0 %
T16						
Corridoio 2	1. periodo	0 %	0 s	10 min	0 s	0 %
LED	2. periodo	0 %	1 s	5 min	5 s	0 %
	3. periodo	0 %	1 s	1 min	5 s	0 %
	4. periodo	15 %	1 s	1 min	5 s	0 %

A: Livello dimming in corridoio senza persone presenti

B: Tempo di accensione della luce dal rilevamento di presenze

C: Tempo di reazione in caso di assenza di persone

D: Tempo di spegnimento della luce dopo il tempo di reazione

E: Notte e weekend

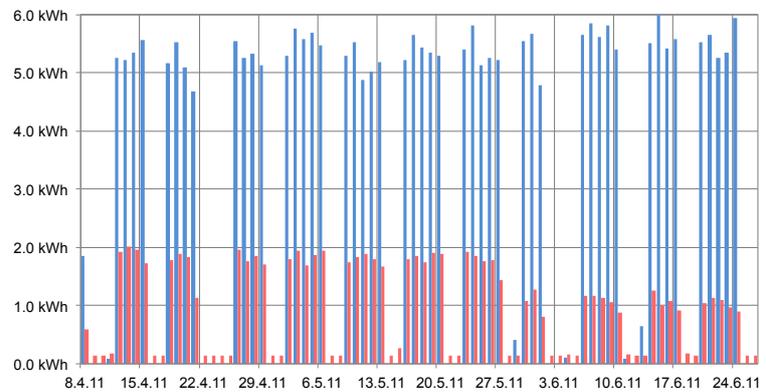
Risultati in sintesi	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Periodo 4	
	10.4. – 21.4.2011		22.4. – 27.5.2011		28.5. – 26.6.2011		18.7. – 3.8.2011	
	T16	LED	T16	LED	T16	LED	T16	LED
Reazione di spegnimento in minuti	10	10	10	5	10	1	10	1
Accensione media in ore al giorno	12,6	10	12,8	9,7	13,2	5,7	12,8	6,5
Risparmio		-21 %		-24 %		-57 %		-49 %
Consumo in kWh al giorno	5,3	1,9	5,4	1,8	5,6	1,1	5,4	1,2
Risparmio		-65 %		-66 %		-81 %		-77 %
Frequenza di accensione al giorno	4,1	32,8	3,4	29,3	3,9	100,1	4,3	101,5

Nel primo periodo di misurazione vediamo che le ore di accensione dell'impianto LED sono inferiori del 21 % (2,6 h/giorno) a quelle dell'impianto convenzionale. Inoltre il consumo energetico dei LED è inferiore del 65 %. La frequenza media di accensione dei LED è di 33 volte al giorno, quattro invece quella degli apparecchi T16.

Nel secondo periodo le ore di accensione dell'impianto LED sono inferiori del 24 % (3,1 h/giorno) a quelle dell'impianto convenzionale. Il consumo energetico dei LED risulta inferiore del 66 %. Vale a dire che aver dimezzato il tempo di reazione per lo spegnimento, portandolo da 10 a 5 minuti, non comporta di fatto alcun risparmio energetico. La frequenza media di accensione dei LED è di 30 volte al giorno, 3,4 invece quella degli apparecchi T16.

Nel terzo periodo le ore di accensione dell'impianto LED sono inferiori del 57 % (7,5 h/giorno) a quelle dell'impianto T16. Il consumo energetico dei LED risulta inferiore dell'81 %. Quindi il tempo di reazione che scende da 10 a 1 minuto comporta un risparmio energetico rilevante. La frequenza media di accensione dei LED è di 100 volte al giorno, quattro invece quella degli apparecchi T16.

Il quarto periodo corrisponde al terzo, con la differenza che gli apparecchi LED durante il giorno non si spengono completamente ma abbassano il dimming al 15 % circa. Il risultato è che cala lievemente il risparmio energetico ma aumenta il comfort dell'illuminazione. Infatti, invece di risparmiare l'81 % come prima, si risparmia "soltanto" il 77 %. In quest'ultimo periodo abbiamo un risparmio di 5,7 ore di accensione a pieno regime, contro le 7,5 di spegnimento completo. La frequenza media di accensione dei LED è di 100 volte al giorno, 4,3 invece quella degli apparecchi T16.



Consumo energetico al giorno durante i primi tre periodi di misurazione

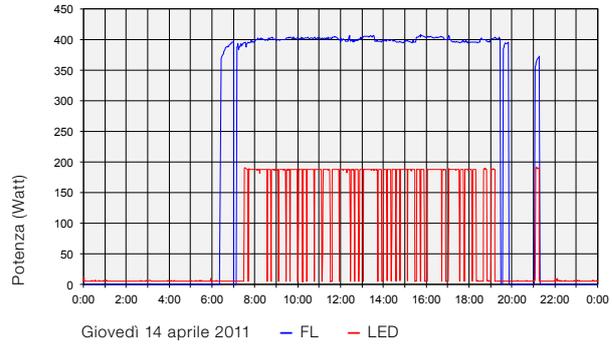
■ Lampade fluorescenti
■ LED

Questo grafico illustra il consumo energetico quotidiano dei due impianti durante i primi tre periodi di misurazione. Le colonne blu sono relative alle lampade fluorescenti (ottavo piano), quelle rosse alle nuove file continue LED (settimo piano). Dal momento che la potenza impegnata dei LED ammonta a circa la metà, il loro consumo è drasticamente inferiore già nella fase iniziale, anche a parità di regolazione. Abbiamo visto poi che abbassare il tempo di reazione dei LED da 10 a 5 minuti non ha fruttato ulteriori risparmi (data 22 aprile); viceversa, portando il tempo di reazione a un solo minuto il risparmio si fa evidente (data 28 maggio).

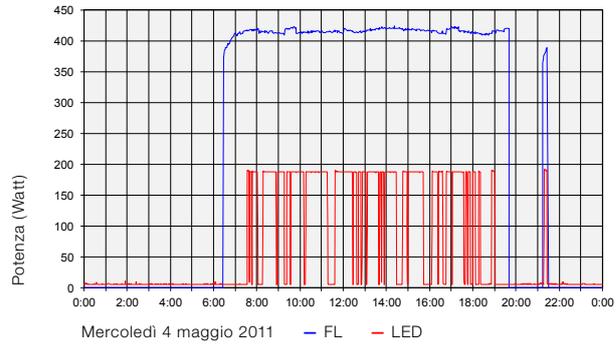
Il grafico mostra anche che l'illuminazione LED, essendo sottoposta a un comando DALI, genera un piccolo consumo in standby (6 Watt per tutta la fila continua di 28 metri), cosa che invece non avviene con le lampade fluorescenti in cui lo spegnimento è operato direttamente da un relais collegato ai segnalatori di presenza.

Qui sotto presentiamo un confronto di quattro giornate tipiche nei quattro periodi di misurazione. Come hanno dimostrato i risultati, l'efficienza energetica derivante dal controllo delle presenze nei corridoi è legata alla frequenza di accensione e spegnimento dell'impianto. È quanto evidenziano anche i grafici che seguono.

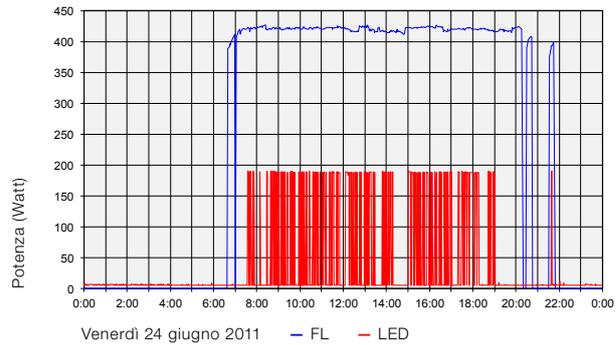
Andamento della potenza in una giornata lavorativa tipica durante il **1. periodo di misurazione**



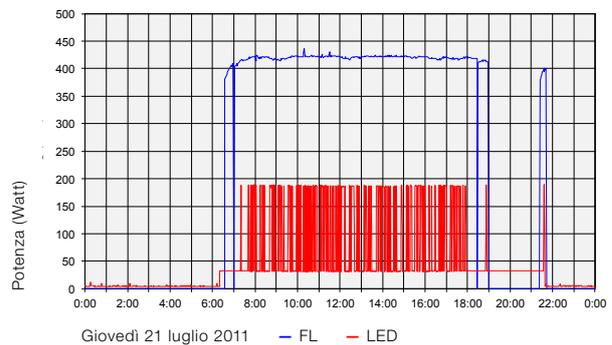
Andamento della potenza in una giornata lavorativa tipica durante il **2. periodo di misurazione**



Andamento della potenza in una giornata lavorativa tipica durante il **3. periodo di misurazione**



Andamento della potenza in una giornata lavorativa tipica durante il **4. periodo di misurazione**



Illuminazione del corridoio:

Se calcoliamo l'illuminazione LED ottimizzata energeticamente (1 minuto di reazione, nessuna luce residua) per un anno intero, ricaveremo i seguenti dati comparativi:

	LED	Tubi fluorescenti T16
Potenza max. in esercizio	187 Watt	420 Watt
Ore di funzionamento	1 463 h/a	3 343 h/a
Consumo energetico	274 kWh/a	1 404 kWh/a
Dati energetici	3,8 kWh/m ² = CHF 0,60/m ² a	19,5 kWh/m ² = CHF 3,10/m ² a
Valore limite SIA 380/4	19,5 kWh/m ²	
Obiettivo SIA 380/4	7,5 kWh/m ²	
Requisito Minergie	10,5 kWh/m ²	

Ne deriva un risparmio annuo di corrente di 15,7 kWh/m² ovvero CHF 2,50/m², pari a CHF 6,- all'anno per metro lineare di corridoio. Dal momento che per l'intero ciclo di durata dell'impianto (15 anni) gli apparecchi LED non richiedono sostituzioni di lampade, diminuiscono anche i costi di manutenzione: per esperienza di un importo più o meno uguale a quello del risparmio di costi energetici. Se quindi ipotizziamo un investimento aggiuntivo di CHF 100,- per metro lineare di luce LED nel corridoio, l'impianto si ammortizzerà in abbondanti 8 anni.

Illuminazione della zona antistante l'ascensore:

In parallelo all'illuminazione del corridoio, nel settimo piano sono stati sostituiti con versioni LED anche i downlights funzionanti con lampade fluorescenti compatte nella zona antistante l'ascensore. In questo caso il tempo di reazione scandito dai segnalatori di presenza è stato lasciato a 10 minuti come prima. Confrontando l'illuminazione LED con quella tradizionale, in tutto il periodo di misurazione si rileva un risparmio energetico del 66 %. Come evidenzia la tabella, i dati energetici relativi all'illuminazione della zona ascensore scendono da 16 kWh/m² (valore limite SIA = 19,5 kWh/m²) a 7,2 kWh/m², ossia al di sotto del rigoroso obiettivo SIA.

	LED	Fluorescenti compatte
Potenza max. in esercizio	56 Watt	125 Watt
Ore di funzionamento	2 765 h/a	2 765 h/a
Consumo energetico	155 kWh/a	346 kWh/a
Dati energetici	7,2 kWh/m ² = CHF 1,15/m ² a	16 kWh/m ² = CHF 2,55/m ² a
Valore limite SIA 380/4	19,5 kWh/m ²	
Obiettivo SIA 380/4	7,5 kWh/m ²	
Requisito Minergie	10,5 kWh/m ²	

Nella zona di 16 m² antistante l'ascensore i downlights LED generano un risparmio annuo di costi di corrente pari a CHF 5,20 per apparecchio. Tenendo conto dei costi di manutenzione che vengono a mancare, il prezzo supplementare di CHF 50,- di un downlight LED si ripaga in 5 anni circa.

5 Discussione e prospettive

6 Bibliografia

5 Discussione e prospettive

Un risparmio energetico significativo con il controllo delle presenze è legato necessariamente al dimming o a frequenti accensioni e spegnimenti dell'impianto. Prendendo in esame ambienti come i corridoi, la tecnologia LED presenta diversi vantaggi rispetto a quella delle lampade fluorescenti T16: in primo luogo di ordine tecnico (ad esempio per quanto riguarda processi di accensione e di dimming), in secondo luogo in termini di comfort. Si tende infatti sempre più spesso a optare per gli apparecchi LED anche nei corridoi, soprattutto perché i diodi si accendono immediatamente. Inoltre, abbinandoli a un sistema di gestione opportunamente programmato, si ricavano impianti innovativi, con efficienza energetica ottimizzata e allo stesso tempo accettati bene dagli utenti. Senza contare che sono impianti destinati a durare a lungo e che si ammortizzano in tempi brevi.

6 Bibliografia

MINERGIE Svizzera
www.minergie.ch

Programma di incentivi alle soluzioni illuminotecniche efficienti nell'edilizia commerciale
www.ettelux.ch

Società tedesca per l'edilizia sostenibile
www.dgnb.de

Greenbuilding
www.greenbuilding.com

Lighting Research and Technology
<http://lrt.sagepub.com>

7 Partner

Committente:

Città di Zurigo
Dipartimento edilizia civile
Reparto tecniche energetiche e di automazione, Amsthaus III, Linden-
denhofstr. 21 8021 Zurigo
www.stadt-zuerich.ch/egt

Elaborazione:

eLight GmbH Schaffhauserstr. 34 CH-8006 Zurigo +41 (44) 273 08 62
sg@eLight.ch

Direzione progetto:

Markus Simon
Reparto tecniche energetiche e di automazione,
Dipartimento edilizia civile
markus.simon@zuerich.ch
www.stadt-zuerich.ch/egt

Team del progetto:

Franz Sprecher (Città di Zurigo, Dipartimento edilizia civile)
Stefan Gasser (eLight GmbH, Zurigo)



ZUMTOBEL

Italia

ZG Lighting s.r.l. socio unico

Sede legale e amministrativa
Via Isarco, 1/B
39040 Varna (BZ)
T +39/0472/27 33 00
F +39/0472/83 75 51
infovarna@zumtobelgroup.com
zumtobel.it

Light Centre Milano
Via G.B. Pirelli, 26
20124 Milano
T +39/02/66 74 5-1
F +39/02/66 74 5-310
infomilano@zumtobelgroup.com
zumtobel.it

Light Centre Roma
Viale Somalia, 33
00199 Roma
T +39/06/86 58 03 61
F +39/06/86 39 19 46
inforoma@zumtobelgroup.com
zumtobel.it

Svizzera

Zumtobel Licht AG
Thurgauerstrasse 39
8050 Zurigo
T +41/(0)44/305 35 35
F +41/(0)44/305 35 36
info@zumtobel.ch
zumtobel.ch

Zumtobel Lumière SA
Ch. des Fayards 2
Z.I. Ouest B
1032 Romanel-sur-Lausanne
T +41/(0)21/648 13 31
F +41/(0)21/647 90 05
info@zumtobel.ch
zumtobel.ch

Zumtobel Illuminazione SA
Via Besso 11, C.P. 745
6903 Lugano
T +41/(0)91/942 61 51
F +41/(0)91/942 25 41
info@zumtobel.ch
zumtobel.ch

Headquarters

Zumtobel Lighting GmbH
Schweizer Strasse 30
Postfach 72
6851 Dornbirn, AUSTRIA
T +43/(0)5572/390-0
info@zumtobel.info

zumtobel.com