



#Design

Photoluminescence

# La fotoluminescenza

Developments and applications

Sviluppi e applicazioni

testo di/text by Gianpiero Alfarano

AVI D



© Lucidentro

To talk about photoluminescence we must first introduce the concept of luminescence; this can be defined as the process by which a substance absorbs energy and then spontaneously emits radiation in the visible field. Light or thermal energy excites the electrons of a luminescent material by passing them from the valence band to the conduction band where they are confined. The incoming energy source can be carried by electrons or photons. Electrons excited during luminescence fall to the lowest energy levels. In some cases, excited electrons may recombine with gaps. If the emission occurs within 10S of excitation, the luminescence is called fluorescence (instantaneous decay), while if it occurs after 10S we speak of phosphorescence (decay that continues even after ceasing to irradiate the sample). Luminescence is produced by materials called phosphors that have the ability to absorb high-energy radiation and low wavelengths and spontaneously emit radiation of lower energy and higher wavelength. The emission spectrum of luminescent materials is controlled industrially by the addition of impurities called activators. The activators provide discrete energy levels in the energy range between the conduction band and the valence band of the material hosting them. One of the postulated mechanisms for the phosphorescence process is that the excited electrons are trapped in different ways at high energy levels and have to get out of the “traps” before they can fall at the lowest energy levels and emit light with a characteristic spectrum. The trapping process is used to explain the delay in the emission of light by excited phosphors. With luminescence some phenomena are classified according to the substance and the processes that produce the effect. The best known are:

- Bioluminescence in which biological processes are involved with the participation of enzymes.
- Chemilluminance in which chemical reactions are involved
- Photoluminescence in which electromagnetic radiation intervenes.

Per parlare di fotoluminescenza bisogna prima introdurre il concetto di luminescenza; questa può essere definita come il processo mediante il quale una sostanza assorbe energia e poi spontaneamente emette radiazioni nel campo visibile. L'energia luminosa o termica eccita gli elettroni di un materiale luminescente facendoli passare dalla banda di valenza fino alla banda di conduzione dove rimangono confinati. La fonte di energia in ingresso può essere portata da elettroni o fotoni. Gli elettroni eccitati durante la luminescenza cadono ai livelli di energia più bassi. In alcuni casi gli elettroni eccitati possono ricombinarsi con le lacune. Se l'emissione avviene entro 10S dall'eccitazione, la luminescenza è detta fluorescenza (decadimento istantaneo), mentre se avviene dopo 10S si parla di fosforescenza (decadimento che continua anche dopo aver cessato di irradiare il campione). La luminescenza è prodotta da materiali detti fosfori che hanno la capacità di assorbire radiazioni ad alta energia e basse lunghezze d'onda e di emettere spontaneamente radiazioni di energia minore e lunghezza d'onda maggiore. Lo spettro di emissione dei materiali luminescenti è controllato industrialmente mediante l'aggiunta di impurezze dette attivatori. Gli attivatori forniscono livelli di energia discreti nell'intervallo di energia tra la banda di conduzione e la banda di valenza del materiale che li ospita. Uno dei meccanismi postulati per il processo di fosforescenza è quello per cui gli elettroni eccitati vengono intrappolati in diversi modi ad alti livelli di energia e devono uscire dalle “trappole” prima di poter cadere ai livelli di energia più bassi ed emettere luce con uno spettro caratteristico. Il processo di intrappolamento viene utilizzato per spiegare il ritardo nell'emissione della luce da parte dei fosfori eccitati. Con luminescenza vengono classificati alcuni fenomeni a seconda della sostanza e dei processi che producono l'effetto. I più noti sono:

- Bioluminescenza in cui intervengono processi biologici con la partecipazione di enzimi.
- Chemilluminanza in cui intervengono reazioni chimiche
- Fotoluminescenza in cui intervengono radiazioni elettromagnetiche.

La fotoluminescenza a sua volta viene differenziata sulla base dell'emissione di energia. Si possono così classificare i casi di:

- fluorescenza se gli elettroni eccitati riemettono una luce che rientra nello spettro del visibile e che cessa al cessare della sorgente di eccitazione.
- fosforescenza se il fenomeno prosegue per un determinato periodo anche al cessare della sorgente di eccitazione
- termoluminescenza se il fenomeno di remissione luminosa nel campo del visibile è dovuto al riscaldamento del materiale.

Una particolare attenzione deve essere posta nella distinzione tra Fotoluminescenza e Fosforescenza. La differenza sostanziale è riposta nella reazione degli elementi che producono l'effetto luminoso:

- alla fotoluminescenza si attribuisce la proprietà di alcuni alluminati inorganici di trattenere la luce sia essa di origine naturale (radiazioni UV), sia di origine artificiale e di rilasciarla per una certa durata di tempo
- alla fosforescenza si attribuisce una reazione chimica che dura solo pochi minuti e il fosforo che la produce è tossico e radioattivo.

In questa trattazione ci interesseremo della fotoluminescenza per il suo aspetto innovativo introdotto dalle più recenti innovazioni di produzione industriale che hanno concentrato le ricerche sulla capacità di durata del fenomeno di remissione di luce. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti grazie all'impiego di due sostanze, l'eurobio e il Disprosio che aumentano la durata, riescono a rimanere accesi dalle otto alle dieci ore.

in copertina/on cover: Applicazione della fotoluminescenza su tessuto / Application of photoluminescence on fabric

a sinistra/left: Ambiente con pannello fotoluminescente / Environment with photoluminescent panel

Sentiero di Van Gogh a Nuenen - Eindhoven / Van Gogh Trail in Nuenen - Eindhoven



Photoluminescence in turn is differentiated on the basis of energy emission. The cases of:

- fluorescence if the excited electrons re-emit a light that falls within the visible spectrum and that ceases when the excitation source ceases.
- phosphorescence if the phenomenon continues for a certain period even when the excitation source stops
- The light remission phenomenon in the visible field is due to the heating of the material.

Particular attention must be paid to the distinction between photoluminescence and phosphoric growth. The main difference lies in the reaction of the elements that produce the light effect:

- photoluminescence is attributed the property of some inorganic aluminates to retain light, whether of natural origin (UV radiation) or of artificial origin, and to release it for a certain period of time.
- Phosphorescence is attributed a chemical reaction that lasts only a few minutes and the phosphorus that produces it is toxic and radioactive.

In this section we will be interested in photoluminescence for its innovative aspect introduced by the most recent industrial production innovations that have focused research on the durability of the phenomenon of light remission. The latest generation of photoluminescent pigments, thanks to the use of two substances, europium and dysprosium, which increase the duration, are able to remain lit from eight to ten hours.

#### Applications of photoluminescence

Until now, research on photoluminescence has sought answers on the amount of light emitted, intensity and duration, considering this a new resource for the application. At the same time, the effort to look for the advantages of photoluminescence was focused on demonstrating how the pigments could be more in line with international safety standards. The latest generation of photolu-

#### Applicazioni della fotoluminescenza

Fino ad oggi la ricerca sulla fotoluminescenza ha cercato risposte sulla quantità di luce emessa, sull'intensità e sulla durata ritenendo questo una nuova risorsa per l'applicazione. Nel contempo lo sforzo alla ricerca dei vantaggi della fotoluminescenza è stato concentrato sul dimostrare come i pigmenti potessero essere più in linea con le norme di sicurezza internazionali. La fotoluminescenza di ultima generazione, dopo le più avanzate scoperte di materiali non più radioattivi, pur avendo affrontato già da alcuni anni varie applicazioni con varie tecniche e in vari materiali, solo di recente ha visto estendere la sua applicabilità grazie a continue ricerche e sperimentazioni effettuate proprio in Italia con successo da "Lucedentro": azienda che proprio sulla fotoluminescenza ha concentrato tutta la sua attenzione ampliando notevolmente lo sviluppo delle potenzialità applicative. Avendo ormai raggiunto notevoli risultati, anche attraverso la messa in produzione di manufatti fotoluminescenti e acquisito un solido know how, il fronte della ricerca di Lucedentro, grazie alla tenacia e intraprendenza di Luca Beltrame, fondatore dell'azienda, si è spostato dalle tecniche di applicazione e alle sperimentazioni progettuali. Ne è nato uno stretto rapporto di collaborazione tra Lucedentro e lo Smart Lighting Lab dell'Università di Firenze. Nello specifico, il gruppo di lavoro da me diretto presso il DesignCampus, nell'ambito del settore Design dell'Ateneo fiorentino, ha sviluppato attraverso workshop e tesi di laurea alcune numerose ipotesi di prodotto con tecniche innovative nell'applicazione della fotoluminescenza. Nel corso degli anni la collaborazione tra "Lucedentro" e la nostra Università ha visto coinvolte nella sperimentazione molte aziende ed esperti in varie tecniche di lavorazione di materiali. Tra i più partecipativi, Luca Fontanini ha dato il suo apporto consistente alla realizzazione di modelli e prototipi esclusivamente calibrati con pigmenti fotoluminescenti. Le esperienze in ambito accademico hanno incentivato Luca Fontanini insieme al fratello Marco a fondare una nuova azienda per la produzione esclusiva di prodotti fotoluminescenti: la "Purple Innovation" con la quale ho personalmente progettato e brevettato sia il bicchiere "Peter" sia la lampada "Lumicina". In seguito alle varie esperienze in ambito accademico anche Luca Fontanini insieme a suo fratello Marco hanno fondato una nuova azienda per lo sviluppo e la produzione di prodotti esclusivamente fotoluminescenti: la "Purple Innovation srl" depositando anche un brevetto internazionale con il bicchiere "Peter". Alcune delle esperienze maturate insieme al gruppo di ricerca sono raccolte in questa pubblicazione documentandone l'impegno, l'originalità e la varietà di soluzioni. Tra i vari campi in cui la fotoluminescenza di nuova generazione è stata sperimentata sono da mettere in evidenza i risultati ottenuti sul piano dell'ecologia per il risparmio energetico e sul piano della sicurezza per il notevole contributo che si può avere dalla fotoluminescenza senza ausilio di energia. Le applicazioni fin qui esplorate spaziano dalla segnaletica ai giocattoli per bambini, dalle luci di posizione stradale alla sicurezza navale, dal punto-luce per giardino ad esaltatore d'effetto benessere in luoghi deputati alla cura del corpo. Uno dei maggiori limiti di lavorazione dei pigmenti fotoluminescenti è la temperatura. Se si superano i 1000°C i pigmenti si "vulcanizzano", si opacizzano e perdono la proprietà di emettere luce. Quindi in tutti i casi sperimentati la temperatura non supera mai i 700-800°C., come nel caso del vetro. Le ultime ricerche hanno sensibilmente ridotto gli inconvenienti che la vecchia generazione di pigmenti aveva. Fino a poco tempo fa i rischi relativi all'inserimento dei pigmenti specie in prodotti plastici rendevano il risultato scarso e poco affidabile. Le sperimentazioni di impiego dei pigmenti utilizzando la protezione molecolare della struttura materica ha permesso di superare molti inconvenienti della prima ora permettendo al nuovo materiale di essere sottoposto a sollecitazioni meccaniche necessarie per processi di estrusione. Ulteriori vantaggi si sono avuti rafforzando la distribuzione della dimensione delle particelle. Questo ha ridotto lo stress meccanico durante la produzione

minescence, after the most advanced discoveries of no longer radioactive materials, although it has already faced several years of application with various techniques and in various materials, only recently has seen its applicability extended through continuous research and testing carried out in Italy successfully by “Lucedentro”: a company that has focused all its attention on photoluminescence, greatly expanding the development of application potential. Having now achieved remarkable results, also through the production of photoluminescent products and acquired a solid know-how, the research front of Lucedentro, thanks to the tenacity and initiative of Luca Beltrame, founder of the company, has shifted from application techniques and design experiments. The result is a close collaboration between Lucedentro and the Smart Lighting Lab of the University of Florence. Specifically, the team of work I directed at DesignCampus, within the Design sector of the University of Florence, has developed through workshops and degree theses some numerous product hypotheses with innovative techniques in the application of photoluminescence. Over the years, the collaboration between “Lucedentro” and our University has seen many companies involved in the experimentation and experts in various techniques of processing materials. Among the most participatory, Luca Fontanini has given his substantial contribution to the creation of models and prototypes exclusively calibrated with photoluminescent pigments. The experiences in the academic field have encouraged Luca Fontanini and his brother Marco to found a new company for the exclusive production of photoluminescent products: the “Purple Innovation” with which I personally designed and patented both the “Peter” glass and the “Lumicina” lamp. Following various experiences in the academic field, Luca Fontanini and his brother Marco founded a new company for the development and production of exclusively photoluminescent products: the “Purple Innovation srl”, also filing an international patent with the glass “Peter”. Some of the experiences gained together with the research group are collected in this publication documenting the commitment, originality and variety of solutions. Among the various fields in which the new generation photoluminescence has been tested, the results obtained in terms of ecology for energy saving and in terms of safety should be highlighted for the considerable contribution that can be made by photoluminescence without the aid of energy. The applications explored so far range from signage to children’s toys, from street lights to naval safety, from garden lights to wellness enhancers in places dedicated to body care. One of the greatest limitations of photoluminescent pigment processing is temperature. If the temperature exceeds 1000°C,

e ha portato ad una migliore integrazione del pigmento con il materiale impiegato. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti ha portato ad un impiego studiato in rapporto alle qualità tecniche del materiale impiegato tanto da ottenere prestazioni tali da risultare resistenti alla corrosione anche degli acidi più potenti. Anche la luminosità è stata aumentata con un miglioramento dell'effetto luminescente dal ciclo di vita prolungato sia nella durata dell'effetto sia nella durata di vita del prodotto che oggi è in grado di superare alcuni decenni. Di seguito sono riportati i materiali e le tecniche di fabbricazione con le quali si è avuto più successo nell'applicare la fotoluminescenza.

#### Vetro

La fotoluminescenza può essere ottenuta nel vetro con cinque tecniche diverse:

1. Con una miscela usando borosilicato a bassa fusione.
2. Accoppiando due vetri al cui interno inserire una lamina di PVC fotoluminescente. Si tratta di far aderire una pellicola, decorativa o non, con due strati del collante EVA (Età Vinilico Acetato) all'interno di due lastre di vetro temperato. Con questa tecnica le possibilità compositive e decorative sono illimitate.
3. Usando la tecnica della verniciatura a caldo o a freddo.
4. Fondendo il vetro ad una temperatura inferiore agli 800°C; quando i silicati raggiungono lo stadio fluido si estrae il vetro dal forno, si spalmano, con combinazioni casuali, i pigmenti. Il composto deve essere riportato alla temperatura limite e fatto raffreddare lentamente. I pigmenti, distribuiti nel vetro casualmente, permettono giochi filamentosi di decoro fotoluminescente.
5. Nel processo per sublimazione viene stampata serigraficamente un'immagine direttamente sulla lastra di vetro. Al di sopra della stampa serigrafica viene data la verniciatura fotoluminescente che illuminerà le parti lasciate vuote dalla sagoma dell'immagine stessa.

#### Termoplastici/Termoindurenti

La lavorazione avviene con la miscela in pasta o con l'applicazione di superfici aderenti al supporto resistente. Nel primo caso viene mescolato al materiale di base un materiale plastico fotoluminescente. L'esempio più efficace è il mosaico per rivestimento e il maggiore effetto visivo viene realizzato rivestendo di questo mosaico le piscine. La forma del prodotto può essere ottenuta con varie tecniche, ad esempio: iniezione, colatura, estrusione, calandratura, stampaggio rotazionale. Nel secondo caso, utilizzando un supporto rigido di vari materiali, si può ottenere la decorazione fotoluminescente per colatura sulla superficie precedentemente predisposta con un incavo sufficiente ad ospitare, per stuccatura, una piccola quantità di resina fotoluminescente.

#### Tessuti

Molto di recente si sono effettuate delle sperimentazioni con i tessuti ottenendo dei risultati più che soddisfacenti. Anche in questo campo, le tecniche adottate sono diverse. La più collaudate sono la spalmatura e la serigrafia.

In sintesi la fotoluminescenza si può inserire:

MATERIALE / MATERIAL	TECNICA / TECHNOLOGY
Vetro / Glass	- verniciatura a freddo / cold painting - verniciatura a caldo / hot-painting - stampa serigrafica / silkscreen printing - sublimazione / sublimation - nel vetro accoppiato / in laminated glass
Ceramica / Ceramic	- miscela in pasta / mix in paste - smaltatura / enamelling
Silicone e gomma poliuretanic Silicone and polyurethane rubber	- colatura / dripping - estrusione / extrusion - stampaggio iniezione / injection moulding
Resina / Resin	- colatura / dripping - stampaggio rotazionale / rotational moulding
Tessuti / Fabrics	- spalmatura / spreading - serigrafia / serigraphy
Polimeri prestazionali / Performance polymers	- stampaggio iniezione / injection moulding - stampaggio rotazionale / rotational moulding - estrusione / extrusion - calandratura / calendering
Carta e cartone / Paper and board	- serigrafia / serigraphy

I pigmenti fotoluminescenti possono essere inseriti in vernici di vario genere prestando molta attenzione nella fluidificazione, evitando grumi e condensazioni prima dell'utilizzo.

the pimentos “vulcanize”, become opaque and lose their ability to emit light. Therefore, in all cases tested, the temperature never exceeds 700-800°C, as in the case of glass. The latest research has significantly reduced the disadvantages that the old generation of pigments had. Until recently, the risks related to the insertion of pigments, especially in plastic products, made the result poor and unreliable. Le sperimentazioni di impiego dei pigmenti utilizzando la protezione molecolare della struttura materica ha permesso di superare molti inconvenienti della prima ora permettendo al nuovo materiale di essere sottoposto a sollecitazioni meccaniche necessarie per processi di estrusione. Ulteriori vantaggi si sono avuti rafforzando la distribuzione della dimensione delle particelle. Questo ha ridotto lo stress meccanico durante la produzione e ha portato ad una migliore integrazione del pigmento con il materiale impiegato. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti ha portato ad un impiego studiato in rapporto alle qualità tecniche del materiale impiegato tanto da ottenere prestazioni tali da risultare resistenti alla corrosione anche degli acidi più potenti. Anche la luminosità è stata aumentata con un miglioramento dell'effetto luminescente dal ciclo di vita prolungato sia nella durata dell'effetto sia nella durata di vita del prodotto che oggi è in grado di superare alcuni decenni. Di seguito sono riportati i materiali e le tecniche di fabbricazione con le quali si è avuto più successo nell'applicare la fotoluminescenza.

### La fotoluminescenza e il contributo all'impatto ambientale

Tra gli inquinamenti a cui siamo sottoposti ogni giorno quello forse ritenuto meno dannoso anche per la scarsa attenzione che gli si pone è quello della invadente presenza di luce nelle ore notturne: l'inquinamento luminoso. Basta osservare dallo spazio la parte al buio del globo terrestre per vedere la stretta corrispondenza della densità abitativa evidenziarsi con il maggiore abbaglio luminoso dell'area interessata. Sono spesso i grossi agglomerati abitativi, ma ormai, per la capillarizzazione della rete elettrica, molta superficie terrestre è illuminata artificialmente di notte senza soluzione di continuità. Senza però necessariamente vederle dallo spazio, le nostre città sono piene di luce per tutta la notte oltre quanto sia necessario sufficiente alla civica vivibilità. Se in città di notte non è possibile vedere le stelle, anche spostandosi nelle campagne limitrofe o negli spazi interstiziali tra un centro abitativo e un altro, le stelle la luce stellare svanisce spariscono in cielo e il buio non è buio, ma un chiarore diafano che rischiarà il cielo anche in piena notte. L'inquinamento luminoso sembra non far vittime in modo diretto, ma spreca sicuramente risorse energetiche e quindi le vittime le crea per scarsità indotta. Opporsi a questa abbondanza non è cosa facile perché, in primis, bisogna lottare contro chi non percepisce questa invadenza. Diventa invece cosa facile da applicare una volta che si prende consapevolezza del fenomeno e si ricercano i modi per risolverlo a partire dalla cultura della percezione luminosa. La nuova percezione si pone domande del tipo:

- dove si spreca illuminazione?
- dove non serve illuminare?

Domande che conducono a ricercare il come illuminare, ma soprattutto evidenziano la questione su quanta luce effettivamente serve per vedere. I due imperativi sono: peccato sprecare o illuminare dove non serve, ma soprattutto quanta luce ci serve? La lotta all'inquinamento luminoso presenta due aspetti che ne rappresentano racchiudono la vera sostanza essenza: da un lato la denuncia di uno spreco di risorse energetiche sia per quantità in eccesso sia poiché per la luce dispersa verso l'alto che non illumina funzionalmente alcuno spazio e dall'altro la rivendicazione della possibilità sottratta all'uomo moderno di vedere il cielo notturno con le sue luci al naturale, ossia vedere le stelle. Il tutto non solo nella dimensione professionale degli osservatori astronomici, ma, più generale, anche come fatto culturale salvaguardando anche chi vuole vedere le stelle ad occhio nudo o con strumenti amatoriali. Entrambe le posizioni, essendo presenti presentate all'opinione pubblica come strettamente connesse con elementi di salvaguardia tutela della natura e dell'uomo, non possono trovare opposizione risentono contrarietà. Quindi sarebbero di immediato e spontaneo consenso. Eppure circola ancora insensibilità in merito, ma qualcosa si muove. Eventuali pareri contrari verrebbero immediatamente





pagina precedente/previous page: Lavorazioni in vetro / Glass processing

a sinistra/left: Rivestimento vasca da bagno / Coating bathtub

a destra/right: Percorso su un ponte fotoluminescente in Cornovaglia / Route on a photoluminescent bridge in Cornwall

## Glass

Photoluminescence can be obtained in glass with five different techniques:

1. With a compound using low melting borosilicate.
2. By joining two glasses inside which insert a sheet of photoluminescent PVC. It is a matter of adhering a film, decorative or not, with two layers of the adhesive EVA (Vinyl Acetate Age) within two sheets of tempered glass. With this technique the compositional and decorative possibilities are unlimited.
3. Using the technique of painting and hot or cold.
4. Melting the glass at a temperature of less than 800°C; when the silicates reach the fluid stage, the glass is extracted from the furnace and the pigments are spread with random combinations. The compound must be brought back to the limit temperature and allowed to cool slowly. The pigments, randomly distributed in the glass, allow for filamentous play of photoluminescent decoration.
5. In the sublimation process, an image is printed directly onto the glass plate. Above the silk-screen printing is given a photoluminescent coating that will illuminate the parts left empty by the shape of the image itself.

## Thermoplastics/Hardeners

The processing is carried out with a paste mixture or with the application of surfaces adhering to the resistant substrate. In the first case, a photoluminescent plastic material is mixed with the base material. The most effective example is the mosaic for coating and the greatest visual effect is achieved by coating the pools with this mosaic. The shape of the product can be obtained by various techniques, for example: injection, casting, extrusion, calendaring, rotational moulding. In the second case, using a rigid support of various materials, it is possible to obtain the photoluminescent decoration for casting on the surface previously prepared with a sufficient groove to accommodate, for grouting, a

small quantity of photoluminescent resin.

## Fabrics

Very recently, experiments with fabrics have been carried out, obtaining more than satisfactory results. Also in this field, the techniques adopted are different. The most tried and tested are coating and screen printing.

In short, photoluminescence can be inserted (see table). Photoluminescent pigments can be inserted into various types of paint, paying great attention to fluidification, avoiding lumps and condensations before use.

## Photoluminescence and contribution to environmental impact

Among the pollution to which we are subjected every day, perhaps the one considered less harmful also for the lack of attention that is placed on it is that of the intrusive presence of light at night: light pollution. Just look at the dark part of the globe from space to see the close correspondence of population density with the greatest glare of light in the area concerned. They are often large residential agglomerations, but now, due to the capillarisation of the electricity grid, a lot of the earth's surface is artificially illuminated at night without interruption. But without necessarily seeing them from space, our cities are full of light throughout the night beyond what is necessary for civic liveability. If in the city at night it is not possible to see the stars, even moving in the surrounding countryside or in the interstitial spaces between one residential center and another, the stars the starlight disappears in the cold and the darkness is not dark, but a diaphanous glow that illuminates the sky even in the middle of the night. Light pollution doesn't seem to directly victimize, but it certainly wastes energy resources and therefore the victims create them for induced scarcity. Opposing this abundance is not easy because, first of all, we must fight against those who do not perceive this intrusiveness. Instead, it becomes an easy thing to apply once you become aware of the phenomenon and

look for ways to solve it starting from the culture of perception of light. The new perception asks itself questions like this:

- Where is lighting wasted?
- where there is no need to illuminate?

Questions that lead to research into how to illuminate, but above all highlight the question of how much light it actually takes to see. The two imperatives are: sin to waste or to illuminate where we don't need it, but above all how much light do we need? The fight against light pollution has two aspects that represent its true essence: on the one hand, the denunciation of a waste of energy resources both in excess and because of the upward scattered light that does not functionally illuminate any space and on the other hand the claim of the possibility taken away from modern man to see the night sky with its natural lights, or see the stars. All this not only in the professional dimension of astronomical observatories, but, more generally, also as a cultural fact, safeguarding also those who want to see the stars with the naked eye or with amateur instruments. Both positions, being presented to the public as closely related to elements of protection of nature and man, can not find opposition resent opposition. Therefore, they would be of immediate and spontaneous consent. Yet there is still insensitivity in this regard, but something is moving. Any contrary opinions would immediately be perceived as a manifestation of specific or individual interests opposed to the common interests and quality of life. In recent years, the International Dark-Sky Association and the Unione Astrofili Italiani (Italian Astrophile Union) have seen the objective of creating products that are effective in reducing light pollution and saving energy recognised. In the production field, many companies are already growing, offering lighting fixtures for historic centers and various residential settlements with optics with high control of light flow, but much more can be achieved thanks to new research and growing sensitivity to the rationalization of resources.



### Photoluminescence and the contribution to energy saving

Among the latest application experiments for photoluminescence, the contribution to energy saving is considerable. The light emitted by photoluminescence is certainly not comparable to the light sources to which we have become accustomed. The type of “flare” that it produces is still perceptible and sufficiently effective to distinguish space and volume in the dark. What has become interesting, and in some ways also relevant, is that this type of light does not need electricity to work. It absorbs sunlight and not artificial light more properly UV rays and then gradually return it. The latest generation of photoluminescent pigments have reached a light-emitting duration of 14-16 hours. This is certainly the record for now, but in the area closest to the real applications, the duration of 8-10 hours is a status now widely tested and easily available. The applicability becomes convenient in a system that serves light as a non-primary light source. The garden, for example, does not need “on” light, but signs. It looks like a position. In all cases where the light can be modulated or just “presence”, photoluminescence can do a good job, especially because it works without consumption. The photoluminescence chosen for this type of application responds very usefully to the aspects of sustainability now essential to the compatibility of mankind with the environment. Both in terms of energy saving and CO2 emission reduction, the experimentation of photoluminescence in new scenarios of indoor and outdoor night spaces can still make an unexplored contribution. Already today, the experiences acquired during our research laboratory work project a flourishing development of new exclusive products in practical harmony with ecological emergencies. This opens up unexpressed potential, especially for the advantages of human well-being and respect for the environment that photoluminescence is able to offer.

percepiti come una manifestazione di interessi specifici o individuali opposti agli interessi comuni e di qualità di vita. Negli ultimi anni l'International Dark-Sky Association e l'Unione Astrofili Italiani hanno visto riconosciuto l'obiettivo di realizzare prodotti efficaci all'abbattimento dell'inquinamento luminoso ed al risparmio energetico. In campo produttivo sono già in crescita numerose le aziende che propongono apparecchi illuminanti per i centri storici e vari insediamenti abitativi dotati di ottiche ad elevato controllo del flusso luminoso, ma molto ancora può essere realizzato grazie alle nuove ricerche ed alla sensibilità crescente verso la razionalizzazione delle risorse.

### La fotoluminescenza e il contributo al risparmio energetico

Tra le ultime sperimentazioni applicative per la fotoluminescenza è notevole il contributo nel risparmio energetico. La luce emessa con la fotoluminescenza non è certo paragonabile alle sorgenti illuminanti a cui ci siamo abituati. Il tipo di “chiarore” che produce è comunque ben percettibile e sufficientemente efficace a far distinguere al buio spazio e volumi. Ciò che è diventato interessante, e per certi aspetti anche rilevante, è che questo tipo di luce non ha bisogno di energia elettrica per funzionare. Assorbe luce solare e non artificiale più propriamente i raggi UV per poi restituirla gradualmente. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti hanno raggiunto una durata di emissione luminosa di 14 -16 ore. Questo sicuramente è per ora il record, ma in area più vicina alle reali applicazioni, la durata di 8- 10 ore è uno status ormai ampiamente collaudato e facilmente disponibile. L'applicabilità diventa conveniente in un sistema a cui serve luce come fonte luminosa non primaria. Il giardino ad esempio non ha necessità di luce “accesa”, ma segnaletica. Si direbbe di posizione. In tutti i casi in cui la luce può essere modulata o solo di “presenza”, ecco che la fotoluminescenza può rendere un bel servizio, soprattutto perché funziona senza consumo. La fotoluminescenza scelta per questo tipo di applicazioni risponde molto proficuamente agli aspetti della sostenibilità ormai imprescindibile alla compatibilità del genere umano con l'ambiente. Sia nel risparmio energetico sia nella riduzione di emissioni di CO2, la sperimentazione della fotoluminescenza in nuovi scenari di spazi notturni interni ed esterni può dare un contributo ancora inesplorato. Già oggi le esperienze acquisite durante il nostro lavoro laboratoriale di ricerca proiettano un fiorente sviluppo di nuovi prodotti esclusivi in sintonia pratica con le emergenze ecologiche. Si aprono da qui potenzialità inespresse soprattutto per i vantaggi del benessere umano e del rispetto dell'ambiente che la fotoluminescenza è in grado di offrire.

### Bibliografia

- Alfano G. (2015), La luce che si fa vedere. Design per la fotoluminescenza, Pietro Macchione Editore, Milano.
- Alfano G. (2012), Design con la luce dentro, Maria Pacini Fazzi editore, Lucca.
- Rogers C. (2000), Materiali Intelligenti in Le Scienze Quaderni, n. 115.
- Caruso I. (2018), Design, energie e territori: Progettare la sostenibilità energetica, Edizioni Nuova Cultura, Roma.
- Fumagalli M. (2000), Dizionario di Alchimia e Chimica Farmaceutica Antiquaria, Edizioni Mediterranee, Roma.
- Manzini E. (1997), La materia dell'invenzione Arcadia, Milano.
- Mascitti J. (2018), Bio-inspired Design. Le prospettive di un design per la sostenibilità ambientale guidato dalla natura, Altralinea Edizioni, Firenze.
- Mecacci A. (2012), Estetica e design, Il Mulino, Bologna.
- Smith W. F. (2004), Scienza e tecnologia dei materiali McGraw-Hill.
- Tornquist J. (1999), Colore e Luce Istituto del colore, Milano.