Controllo CND Metodo Visivo “VT”

Move Forward with Confidence

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

CONTROLLO DELLA VISTA

Il controllo della vista viene effettuato mediante le seguenti prove, allo scopo di verificare l'acuità dell'operatore che effettua l'Esame Visivo

VISIONE DA VICINO

VISIONE DA LONTANO

PERCEZIONE DEI COLORI

NORMATIVA SULLA MISURA DELL'ACUITA' - ISO 9712

a) Acutezza visiva da vicino deve permettere come minimo la lettura JAGER numero 1 o Times New Romans 4.5 o caratteri equivalenti di altezza 1.6mm a una distanza non minore di 30mm con uno o entrambe gli occhi con o senza correzione;

b) Visione dei colori sufficiente a permettere di distinguere e differenziare il CONTRASTO CROMATICO o le sfumature di grigio utilizzati nel metodo PND in questione come specificato dal datore di lavoro

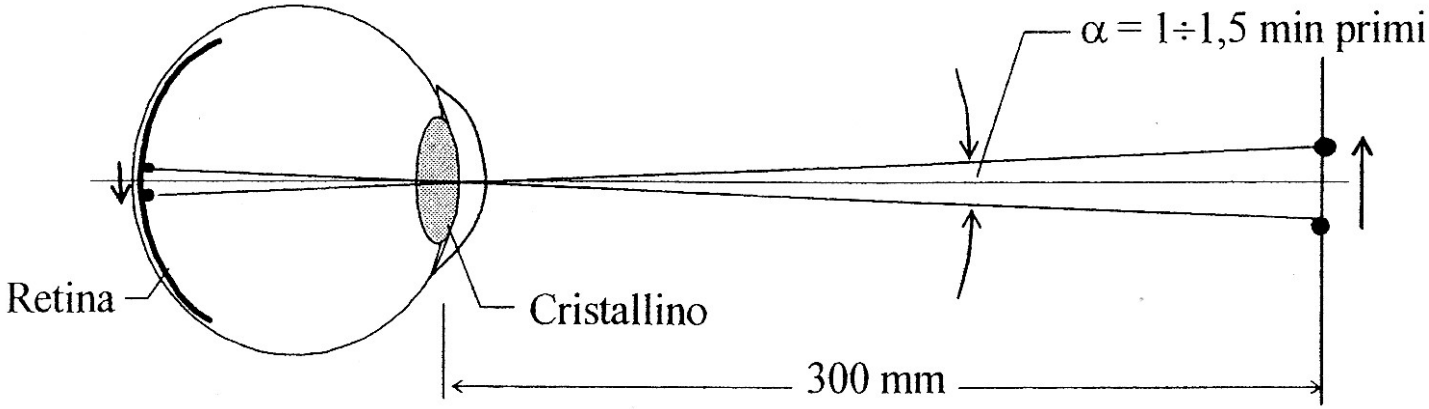
Successivamente alla certificazione, le prove di acutezza visiva da vicino devono essere eseguite con frequenza annuale e verificate dal datore di lavoro.

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

ACUITA' VISIVA

L'acuità visiva è definita come la capacità di percepire due punti distinti alla minima distanza (campo vicino) alla quale un occhio normale è ancora in grado di mettere a fuoco l'immagine

Tale distanza è pari a circa 300 mm.



VISIONE DA VICINO

Il controllo deve essere eseguito da una distanza non inferiore a 305 mm

Si impiega una tabella che dovrà essere tenuta in verticale e centrata all'altezza del piano degli occhi

Ogni occhio deve essere verificato separatamente

Per il controllo dell'acuità visiva da vicino negli Stati Uniti viene impiegata la tabella Jaeger

La tabella Jaeger è un foglio di carta bianca opaca da 125 x 200 mm, con stampato un testo in lingua inglese, suddiviso in gruppi con caratteri in graduale incremento dimensionale

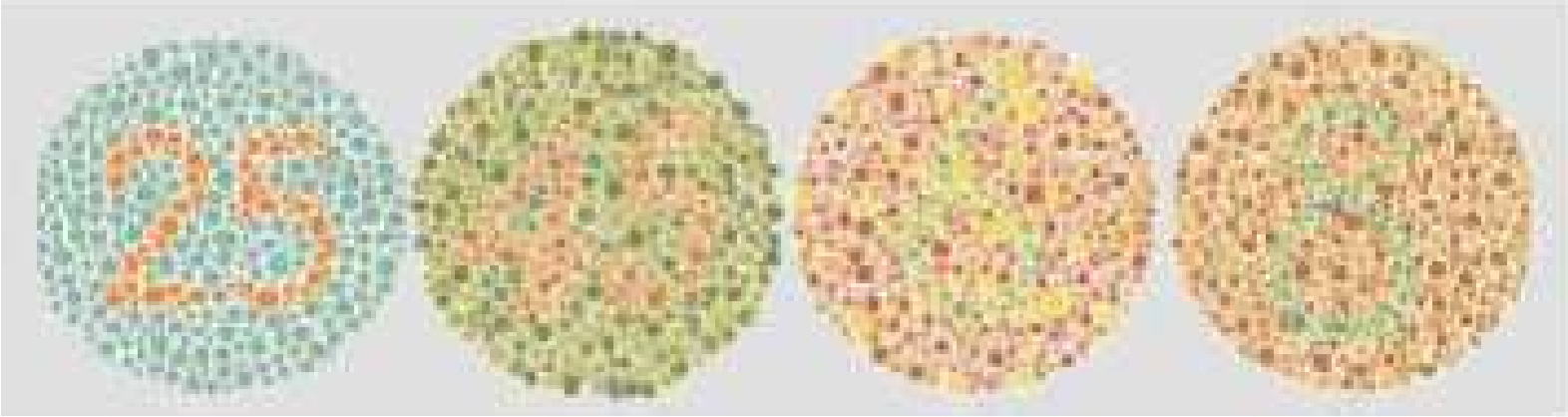
FISIOLOGIA DELLA VISIONE

TEST PERCEZIONE DEI COLORI

Il 10% della popolazione maschile risente di alcune forme di anomalie di entrambi gli occhi alla visione dei colori, per lo più ereditarie, che occorrono nell'ambito dei colori rosso e verde

La visione dei colori è verificata mediante apposite tabelle, cosiddette isocromatiche, per le quali la possibilità di distinguere certe figure dipende dal grado di discriminazione dei colori rosso e verde

Le serie di cartelle devono essere osservate in condizioni opportune di illuminamento, con sorgente di luce bilanciata sui vari colori

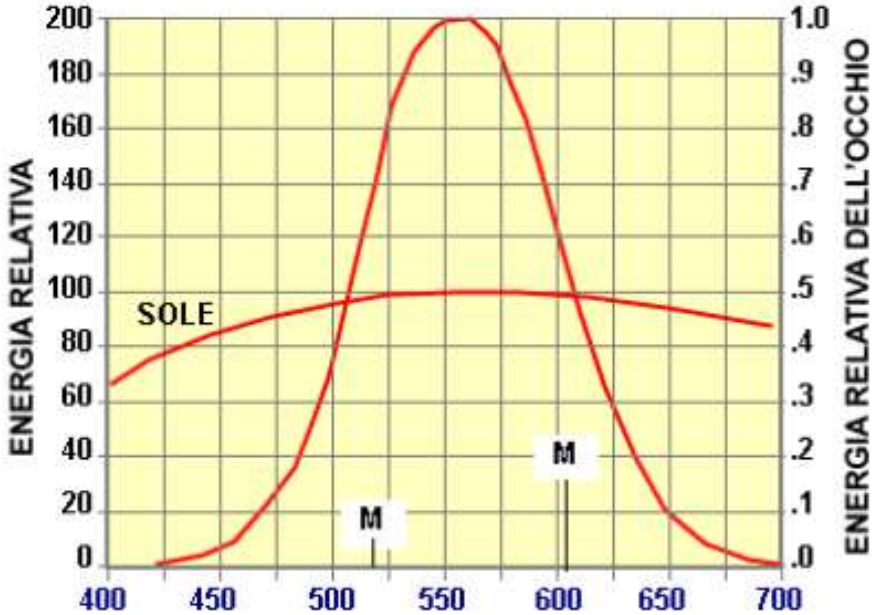


FISIOLOGIA DELLA VISIONE

SENSIBILITA' SPETTRALE DELL'OCCHIO

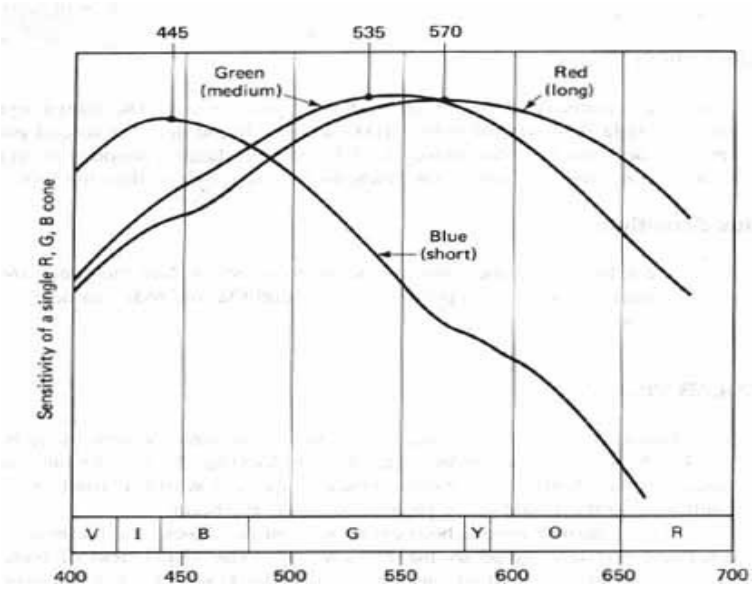
L'occhio non è in grado di percepire tutte le radiazioni esistenti, ma è in grado di coprire una piccola parte dello spettro, da 380 nm a 780 nm.

La sua sensibilità varia al variare della lunghezza d'onda (massimo 555 nm) ed è minima agli estremi del campo.



Un'onda monocromatica viene percepita come colore; così ad esempio una radiazione di lunghezza d'onda 577 nm viene percepita come giallo ed una di 673 nm come rosso.

Tre colori (blu, verde e rosso) sono sufficienti per ottenere tutta la gamma e le sfumature di colori percepibili dall'occhio



FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

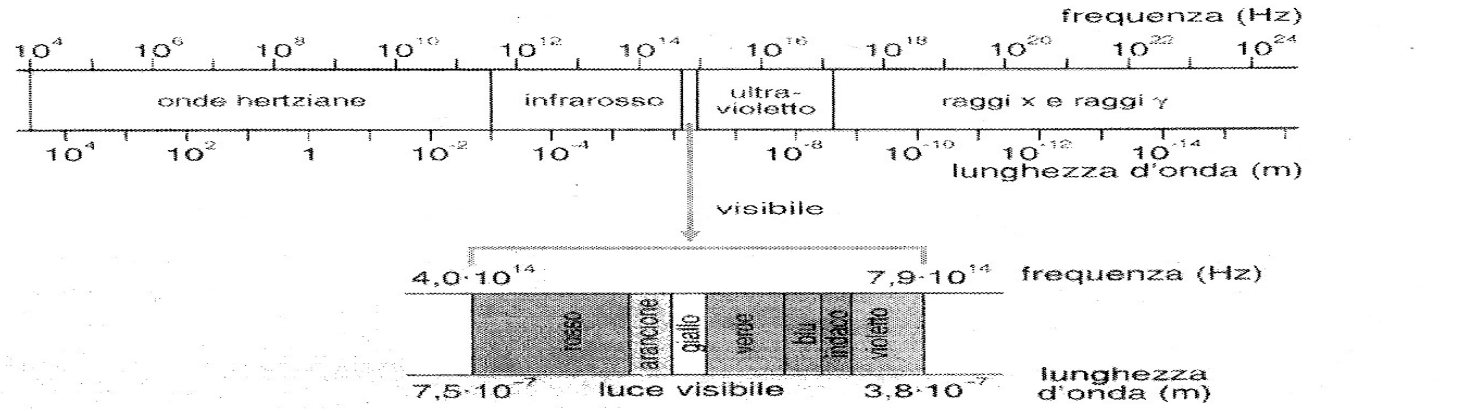
CARATTERISTICHE DELLA LUCE

La luce è solo una parte di un vasto insieme di radiazioni elettromagnetiche, denominato spettro elettromagnetico

Dalle onde radio (lunghezza d'onda di 1 m ed oltre) si passa ai raggi X, con lunghezze d'onda dell'ordine dei 10-12 m

Nello spettro, le radiazioni di tipo ottico si collocano tra le onde radio e le radiazioni ionizzanti X

La luce visibile è costituita da una radiazione elettromagnetica avente lunghezza d'onda **380 ÷ 760 nm**



La luce si propaga nel vuoto con una velocità pari a circa 300.000 Km/s

Per lunghezze d'onda basse (raggi X) si manifesta la natura corpuscolare delle radiazioni; per le alte, prevale invece la natura ondulatoria

Natura corpuscolare: intende la luce come costituita da un insieme di corpuscoli emessi da corpi luminosi

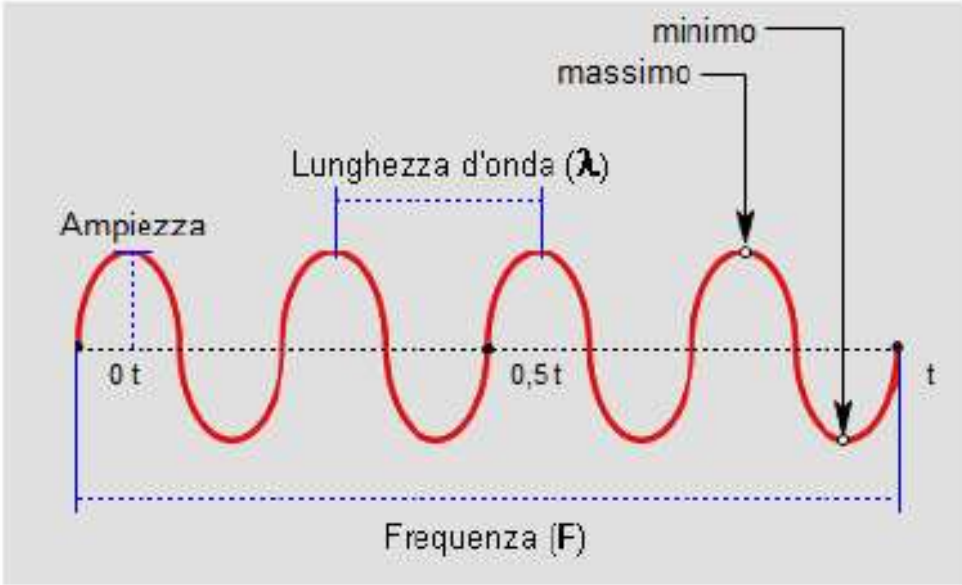
Natura ondulatoria: intende la luce come dovuta ad vibrazione meccanica

Grandezze caratteristiche della luce

Come per tutte le altre onde si possono definire le tre misure principali:

- lunghezza d'onda: la distanza tra due massimi successivi
- ampiezza: la distanza tra massimo (o minimo) ed il piano mediano che interseca l'onda
- frequenza: la quantità di oscillazioni che l'onda compie nell'unità di tempo

La frequenza si misura in Hertz (cicli al secondo) ed è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda

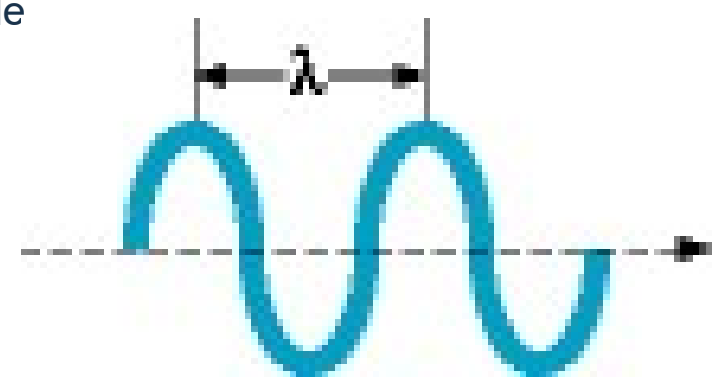


FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

ONDE ELETTROMAGNETICHE

Di fatto, l'energia associata ad un'onda elettromagnetica dipende

direttamente dalla sua lunghezza d'onda:
$E = h * \nu$, dove
h è una costante (di Planck)
ν è appunto la frequenza (Hz)
E è l'energia (Joule)



Tra frequenza e lunghezza d'onda esiste la relazione
$\lambda = c / \nu$, essendo c la velocità della luce

RADIAZIONI MONO E POLICROMATICHE

Quando una radiazione è composta da una singola lunghezza d'onda è denominata monocromatica (di un solo colore)

Quando invece, come succede normalmente, è composta da un insieme di lunghezze d'onda, allora è denominata policromatica (di vari colori)

Tali definizioni non si usano solo per le radiazioni ottiche, quanto anche per altri tipi di onda (come nel caso dei raggi X, emessi da tubi radiogeni, e gamma, emessi da radioisotopi)

FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

LEGGI DELL'OTTICA: LA RIFLESSIONE

La riflessione è il fenomeno tipico delle superfici speculari o finemente levigate

L'angolo formato rispetto alla normale dal fascio riflesso è uguale a quello del fascio incidente

Persino il vetro riflette, in parte, il fascio incidente

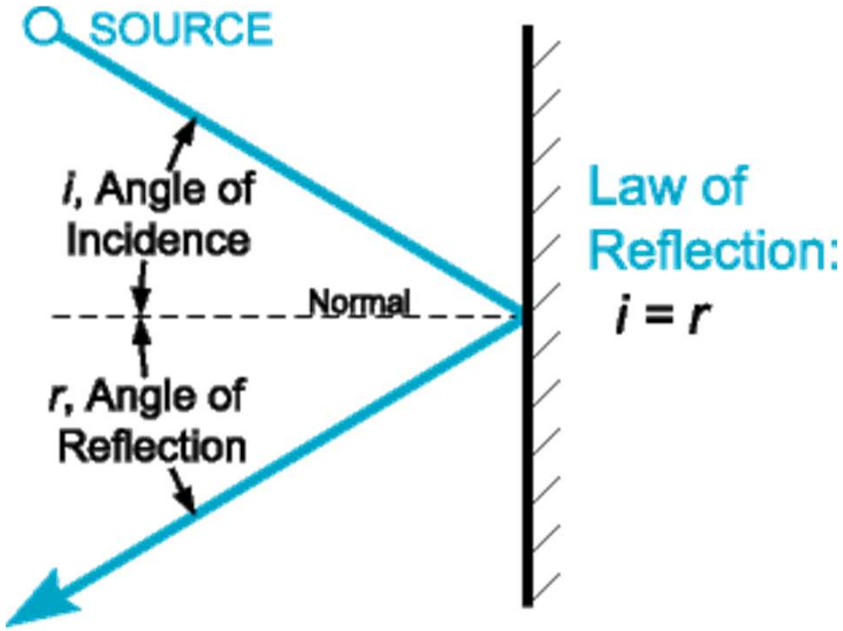
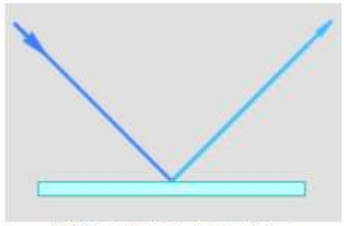


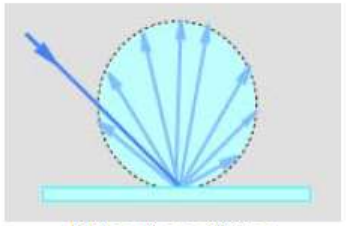
Fig. 3.1 Law of reflection.

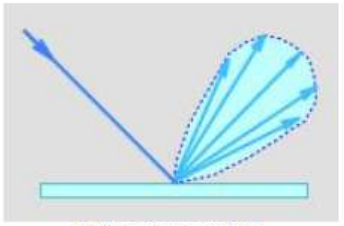
DIFFUSIONE E RIFLESSIONE DIFFUSA

La diffusione è invece il fenomeno tipico di alcune sostanze, quali ad esempio le polveri

La riflessione diffusa può essere interpretata come una situazione intermedia, con una direzione prevalente, attorno alla quale si concentra la diffusione.


Riflessione speculare


Riflessione diffusa


Riflessione mista

RIFRAZIONE

E’ un fenomeno che riguarda il passaggio della luce all’interfaccia tra due materiali differenti:

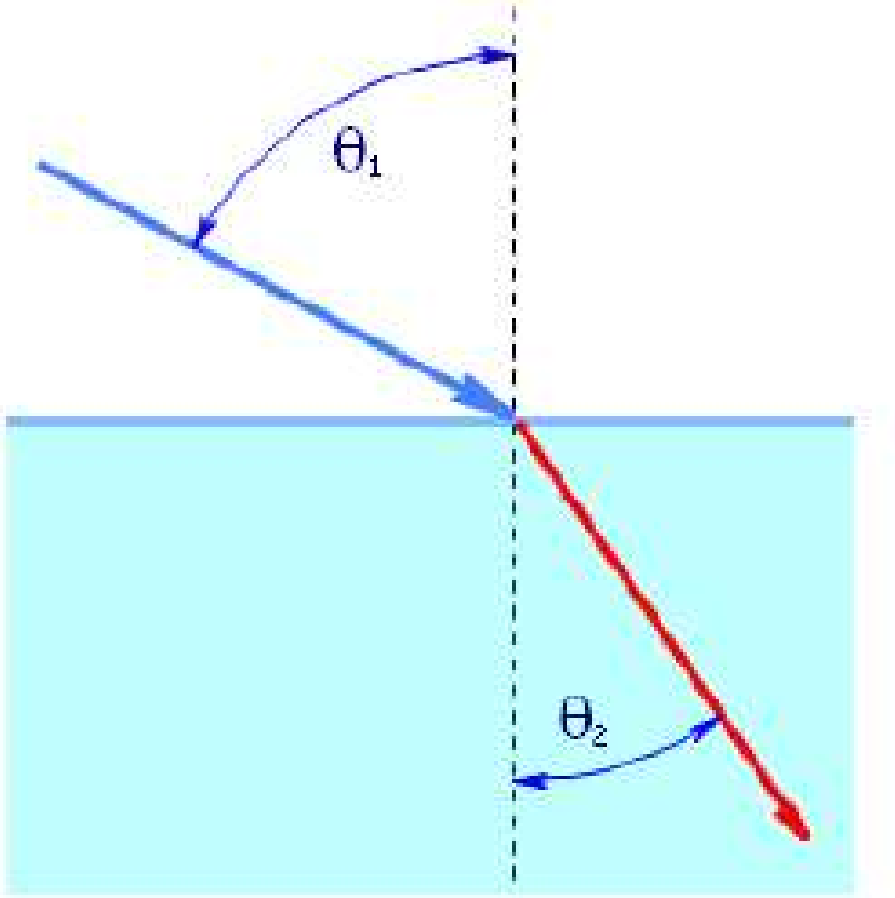
- il fascio cambia la propria direzione
- il fascio cambia la propria velocità

La rifrazione dipende

- dall’angolo θ1 del fascio incidente sulla superficie
- dall’indice di rifrazione **n** del materiale

La rifrazione è descritta dalla legge di Snell:

$$n1 \sin(\theta 1) = n2 \sin(\theta 2)$$



PROPAGAZIONE DELLA LUCE

Come noto, la propagazione della luce è descritta dalla legge *dell'inverso del quadrato delle distanze*

Secondo tale legge, l'intensità luminosa per unità di area varia in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza considerata

Ad esempio
se si misurano 16 W/cm^2 ad 1 m di distanza, si misureranno 4 W/cm^2 a 2 m

$$E_1 d_1^2 = E_2 d_2^2$$

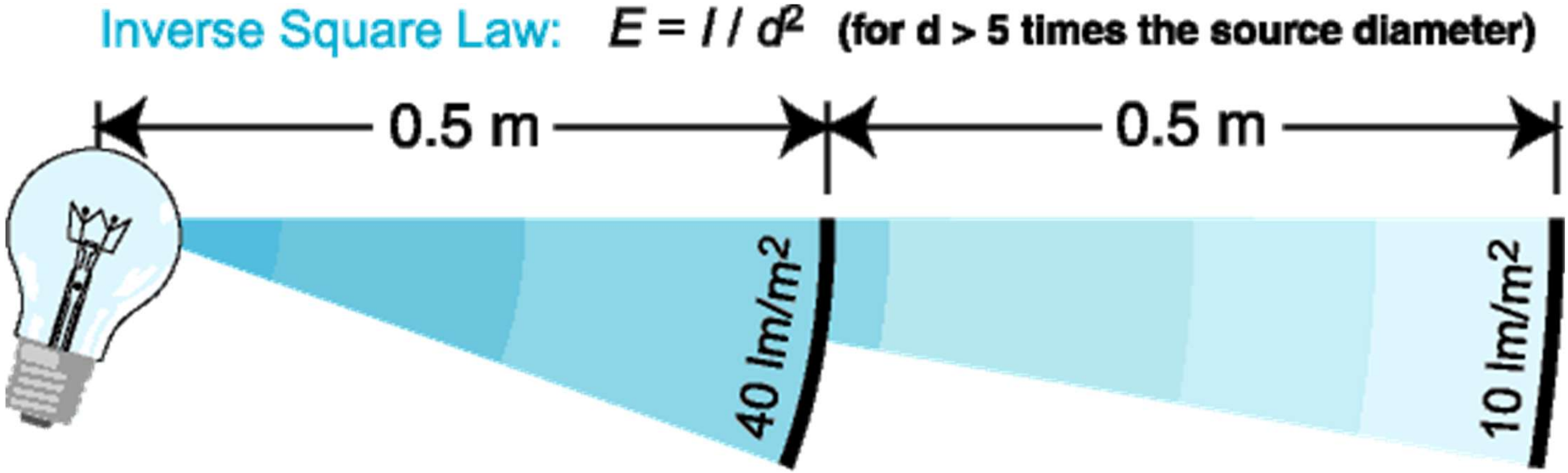


Fig. 6.1 Inverse square law.

ILLUMINAZIONE

Per avere una buona percezione dei piccoli dettagli occorre disporre di un buon illuminamento della superficie in esame.

Ciò è ottenuto mediante lampade, con le quali viene concentrato un flusso luminoso sufficientemente intenso sulla superficie.

Di norma si adotta la “luce bianca” ottenuta con le comuni lampade ad incandescenza oppure alogene.

Quando si devono ispezionare aree di difficile accesso, è necessario disporre di piccole sorgenti di luce facilmente direzionabili e poco ingombranti.

In ogni caso le sorgenti luminose non devono mai provocare abbagliamenti all’osservatore.

La direzione del fascio di luce deve essere opportunamente inclinata rispetto alla superficie in esame, in modo da risaltare le ombre delle eventuali asperità superficiali.

Se si controllano superfici lisce riflettenti, l’inclinazione del fascio luminoso deve essere tale da non produrre abbagliamento.

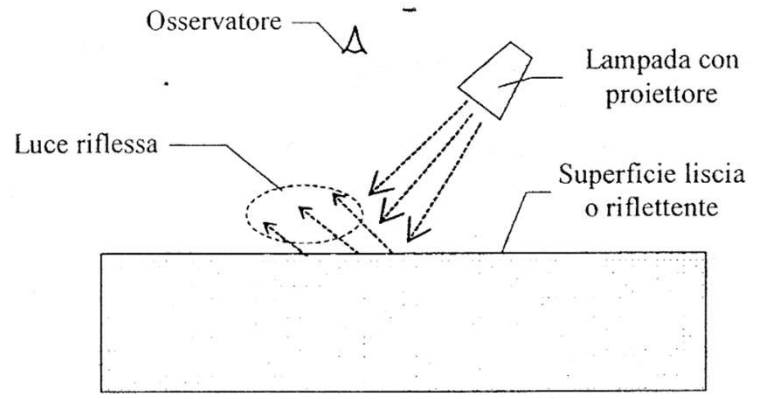


Fig.18 - Illuminazione di una superficie liscia o riflettente. Il fascio luminoso deve essere orientato in modo che la luce riflessa dalla superficie non giunga all'osservatore onde evitare l'abbagliamento.

ILLUMINAZIONE

Se si controlla una superficie rugosa ed opaca,
essa diffonde la luce uniformemente e
l'osservatore non risulta abbagliato.

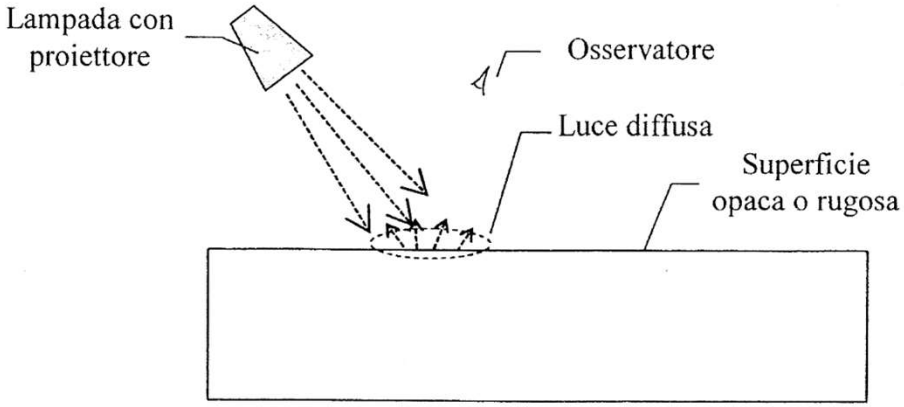


Fig.17 - Illuminazione di una superficie rugosa od opaca. La superficie diffonde uniformemente la luce e l'osservatore non è sensibilmente abbagliato.

L'intensità della luce richiesta dipende:

- dall'importanza della velocità o dall'accuratezza
- dalle riflessioni del fondo
- dalle variabili fisiologiche dell'ispettore

Processi psicologici, stato psicologico, esperienza, salute ed affaticamento contribuiscono all'accuratezza dell'esame

È raccomandato un rapporto di 1:3 fra l'oggetto in esame e l'illuminazione circostante

La luminosità è un fattore importante che condiziona l'esame visivo

La luminosità di una superficie in esame dipende dalla sua riflettività e dall'intensità della luce incidente

Eccessiva o insufficiente luminosità interferisce con la capacità di vedere chiaramente e può impedire critiche rivelazioni e giudizi

Per questa ragione si deve avere la possibilità di controllare l'intensità della luce.

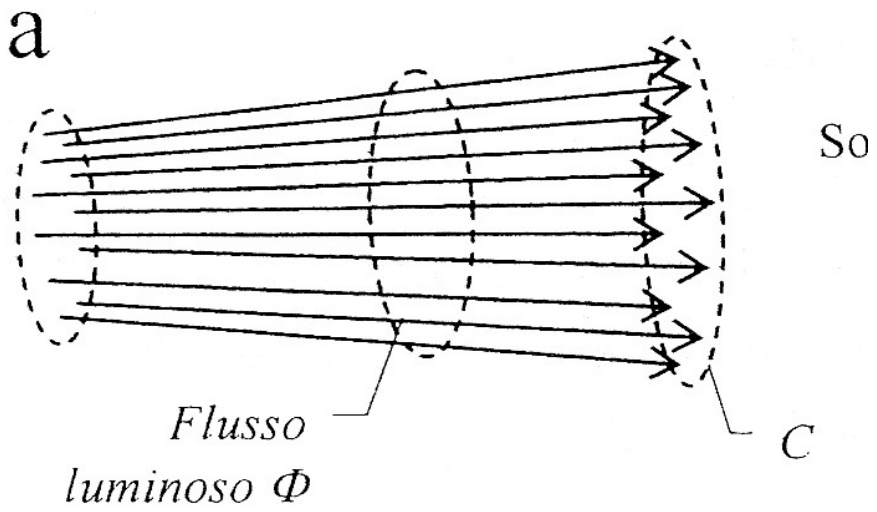
GRANDEZZE LUMINOSE

FLUSSO LUMINOSO

Da una sorgente di luce viene emesso un flusso luminoso composto da raggi luminosi che si propagano in linea retta.

Il flusso luminoso si esprime in lumen (lm)

Il flusso luminoso rappresenta la potenza del fascio nel visibile



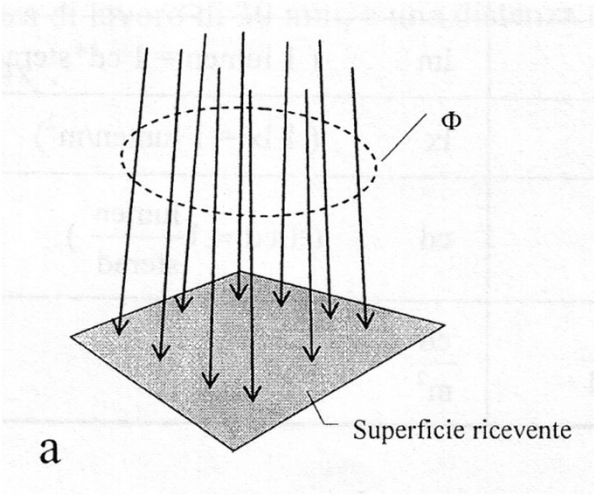
FOTOMETRIA

ILLUMINAMENTO

Sulla superficie illuminata (che può essere il piano di lavoro o la superficie dell'oggetto in esame) si definisce l'illuminamento come il flusso luminoso incidente per unità di area.

L'illuminamento può essere ottenuto con un fascio di luce secondo una direzione normale oppure obliqua rispetto al piano di lavoro.

L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lx)



RADIANT FLUX:

1 W (watt)
= 683.0 lm at 555 nm
= 1700.0 scotopic lm at 507 nm

1 J (joule)
= 1 W*s (watt * second)
= 10^7 erg
= 0.2388 gram * calories

LUMINOUS FLUX:

1 lm (lumen)
= 1.464×10^{-3} W at 555 nm
= $1/(4\pi)$ candela (only if isotropic)

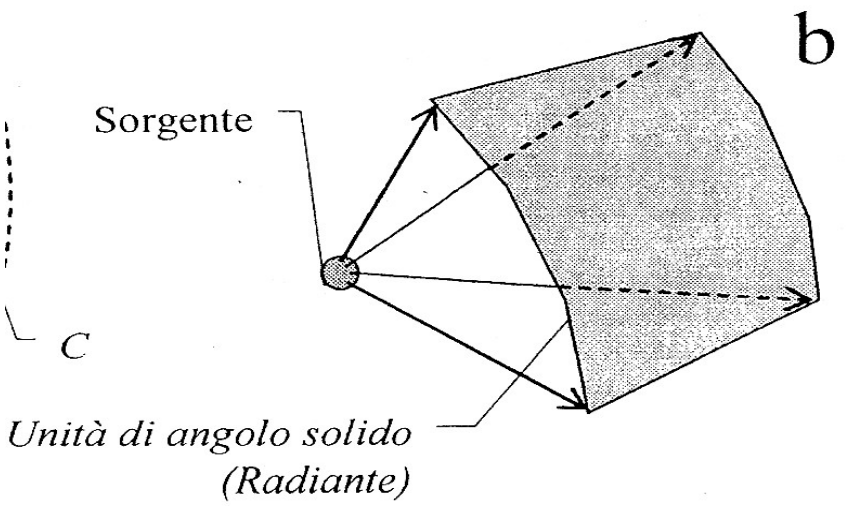
1 lm*s (lumen * seconds)
= 1 talbot (T)
= 1.464×10^{-3} joules at 555 nm

FOTOMETRIA

INTENSITÀ LUMINOSA

L'intensità luminosa di una sorgente rappresenta il flusso luminoso emesso per unità di angolo solido (espresso in radianti).

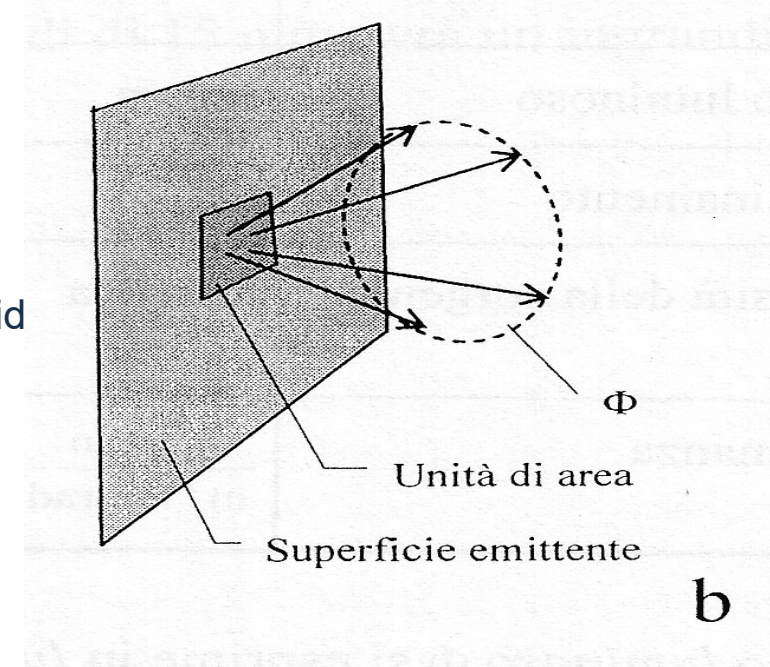
L'intensità luminosa si misura in candele (cd).



LUMINANZA (O BRILLANZA)

La luminanza è definita come il flusso per unità di angolo solid emesso dall'unità di area di una superficie emittente.

La luminanza si esprime in candele/metro2 (cd/m2)



FOTOMETRIA

Tab.3 - Unità di misura fotometriche.

Grandezza fotometrica	Unità di misura	Simbolo	
flusso luminoso	lumen	lm	(1 lumen = 1 cd*sterad)
illuminamento	lux	lx	(1 lx = 1 lumen/m^2)
intensità della sorgente	candela	cd	(1.cd.=.1 $\frac{\text{lumen}}{\text{sterad}}$)
luminanza	$\frac{\text{lumen}}{m^2 . \text{sterad}}$	$\frac{cd}{m^2}$	

FOTOMETRIA

IL FLUSSO RADIANTE è la misura della potenza trasmessa dal fascio luminoso

Come già accennato, il flusso radiante è espresso in W

1 W corrisponde ad un flusso luminoso di 683.0 lumen (a 555 nm)

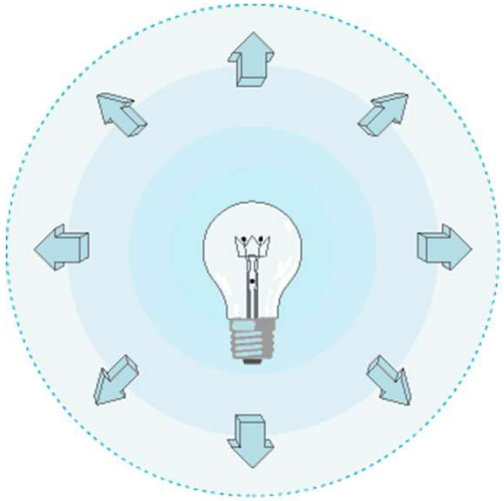


Fig. 7.3 total flux output.

L'IRRAGGIAMENTO è invece la misura del flusso radiante per unità di area, ed è espresso in W/cm^2 (o W/m^2)

Analogamente, L'ILLUMINAMENTO è il flusso luminoso per unità di area, ed è espresso in Lux (lumen / m^2)

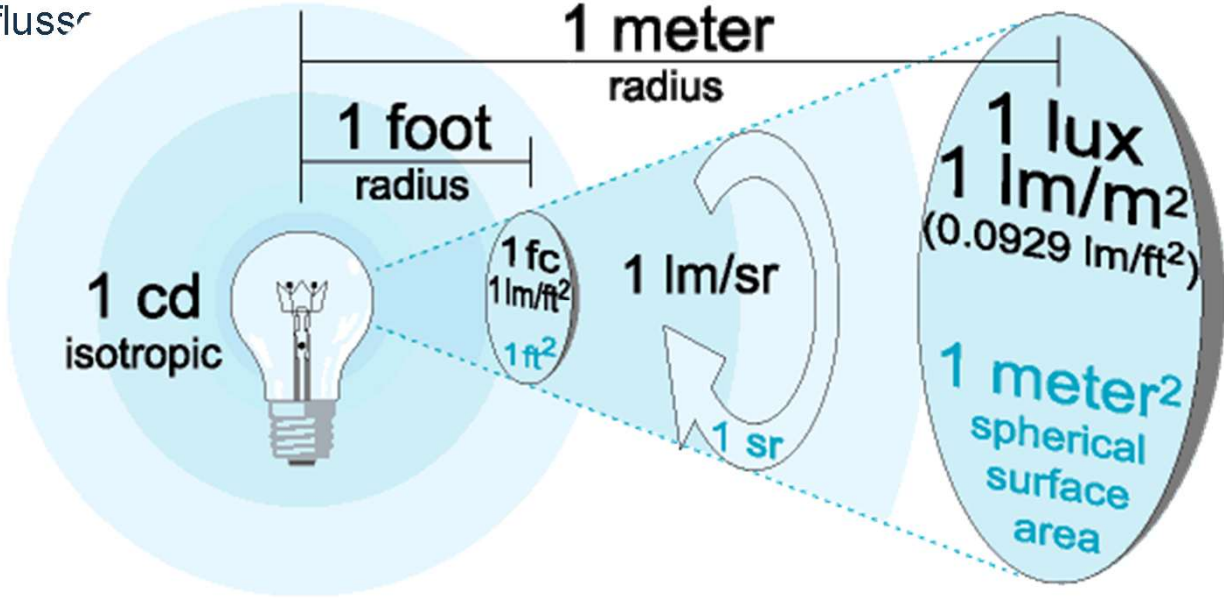


Fig. 7.4 Irradiance.

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

L’esame visivo comprende cinque elementi di base:

- L’operatore
- L’oggetto in esame
- L’illuminazione
- Gli strumenti e le apparecchiature
- Un sistema di registrazione

Ognuno di questi elementi interagisce con gli altri ed incide sui risultati dell’esame

L’OPERATORE

L’OPERATORE che effettua l’esame visivo, affinché possa svolgere al meglio la sua funzione, dovrà presentare i seguenti requisiti:

- Acuità visiva
- Conoscenza dei documenti applicabili
- Competenza nelle tecniche

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

OGGETTO IN ESAME

L'esame visivo è applicato per il controllo di:

- Materiali
- Saldature
- Lavorazioni meccaniche
- Lavorazioni metallurgiche
- Componenti in esercizio

La fabbricazione e la lavorazione del materiale ed anche l'esercizio possono generare difettologie intrinseche.

ILLUMINAZIONE

L'illuminazione durante il controllo è un fattore molto importante, che riguarda:

- Livello di illuminamento
- L'angolo di ispezione
- I tipi di lampade utilizzate

L'ispettore che effettua l'Esame Visivo deve conoscere inoltre i fondamenti dell'ottica e della fotometria.

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

STRUMENTI E APPARECCHIATURE

L'esame visivo viene effettuato impiegando degli strumenti ed apparecchiature che si differenziano a seconda che l'esame sia diretto oppure indiretto

Esame Visivo DIRETTO

- Occhio nudo
- Lenti
- Specchi

Esame Visivo INDIRETTO

- Boroscopi
- Endoscopi a fibre ottiche, endoscopi rigidi, video endoscopi

L'esame visivo atto a definire le dimensioni di un particolare, sarà effettuato mediante l'impiego di:

- righelli, calibri a nonio, calibri di saldatura, micrometri, sistemi laser

SISTEMI DI REGISTRAZIONE

Per registrare e documentare l'esame effettuato su un particolare, è possibile utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- Apparecchi fotografici
- Videoregistratori
- Processi di immagini

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

Principi generali norma UNI EN 13018

Identifica e definisce con termini e definizioni la particolare tecnica utilizzata durante la prova, in base a:

Modalità d'esame: **ESAME VT DIRETTO ed ESAME VT REMOTO**

Estensione dell'area di prova e distanza di osservazione: **LOCALE, GENERALE**

Strumenti di supporto: **ASSISTITO e NON ASSISTITO**

ESAME DIRETTO: viene definita tale la prova eseguita con cammino ottico, dall'occhio dell'osservatore alla superficie di prova, ininterrotto cioè priva di ostacoli interposti.

ESAME REMOTO: viene definita tale la prova eseguita con percorso ottico interrotto dall'occhio dell'osservatore all'area di prova.

ESAME LOCALE: è possibile disporre l'occhio ad una distanza minore o uguale di 600mm dalla superficie da sottoporre a prova.

ESAME GENERALE: quando eseguito una distanza maggiore di 600mm

ESAME ASSISTITO e NON ASSISTITO: il primo si distingue dal secondo per la presenza di mezzi visivi ausiliari; sono considerati mezzi visivi ausiliari le attrezzature come: lenti di ingrandimento, endoscopi

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

Principi generali norma UNI EN 13018

ESAME DIRETTO: l'esame visivo diretto è eseguito specificatamente per esami visivi generali, in questo caso il prodotto

sottoposto a prova deve essere illuminato in modo da ottenere un minimo di **160 lx.**

L'esame visivo diretto viene anche eseguito localmente quando le superfici da esaminare sono accessibili, in modo da

consentire la disposizione dell'occhio dell'osservatore entro i 600mm dalle stesse e con angolo di visione **non minore di 30° .**

In questo caso, cioè durante l'esecuzione dell'esame visivo diretto locale è necessario illuminare **almeno a 500lx.**

Quando l'osservazione avviene anche con l'ausilio di lenti di ingrandimenti o endoscopi e fibre ottiche l'esame diretto diviene assistito.

ESAME REMOTO: quando il percorso visivo è interrotto da ostacoli l'esame visivo diretto non può essere eseguito, in questo

caso sono indispensabili mezzi visivi ausiliari (endoscopi e fibre ottiche) anche abbinati a macchine fotografiche o sistemi video.

Quindi in questo caso l'uso dei mezzi ausiliari non è limitato a migliorare le condizione di osservazione ma consente anche

la fattibilità dell'ispezione; ne consegue che l'esame visivo remoto può essere solo assistito.

ILLUMINAZIONE

LIVELLO DI ILLUMINAMENTO

Per ispezioni generiche su aree estese, se non è richiesta una grande sensibilità, le normative indicano un illuminamento non minore di 160 lux

Quando si ha la necessità di percepire fini dettagli, l'illuminamento non deve essere inferiore a 500 lux

Per ispezioni e controlli critici deve essere compreso tra 1.000 e 3.200 lux (esistono comunque norme di riferimento)

I livelli di illuminamento si misurano con il Luxmetro, direttamente tarato in lux

Sistema Internazionale lux (lx)

ANGOLO DI ISPEZIONE

L'inclinazione della direzione di osservazione o di ispezione deve trovarsi entro l'intervallo angolare di ± 60° rispetto alla normale della superficie da ispezionare.

Un'inclinazione esagerata tenderebbe ad alterare la percezione delle dimensioni delle discontinuità

Quando si osservano superfici lucide riflettenti, l'angolo di ispezione deve essere opportunamente inclinato, ma non oltre i 45° , in modo da evitare l'abbagliamento.

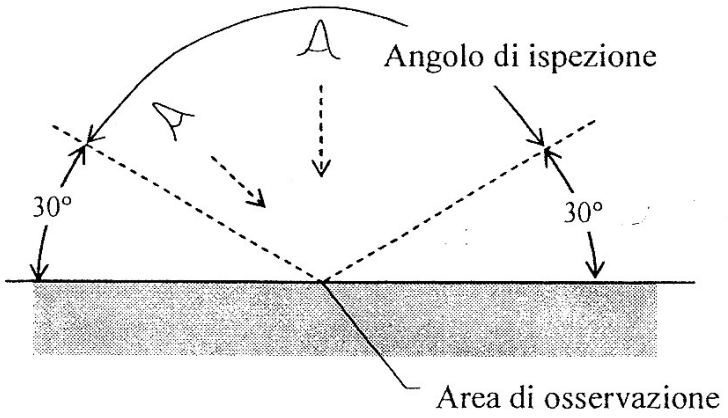


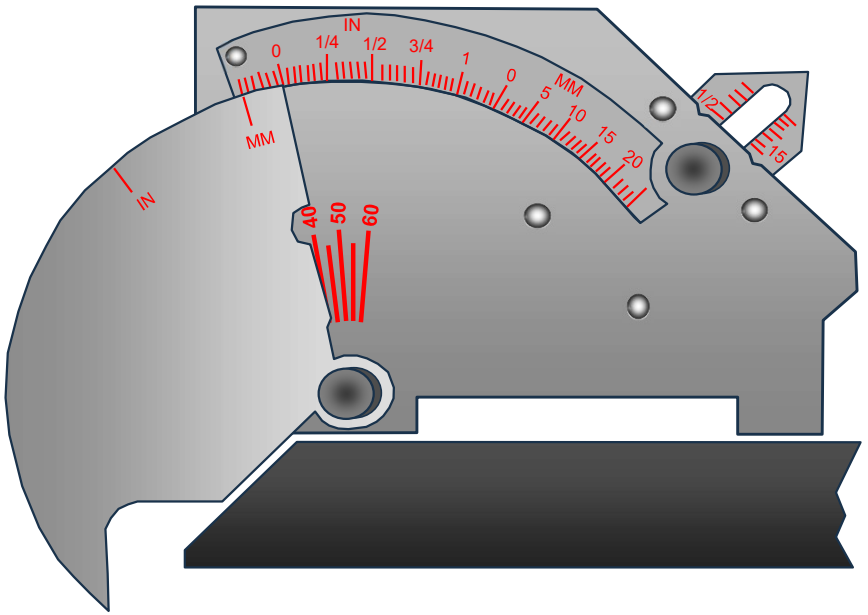
Fig.16 - Angolo utile di ispezione.

ESAME VISIVO DIRETTO

CALIBRO TIPO CAMBRIDGE

Mediante questo calibro è possibile effettuare le seguenti misurazioni:

- angolo di preparazione
- eccesso di materiale d'apporto
- profondità dell'incisione
- profondità di vaiolatura
- dimensione di profondità di gola del giunto
- dimensione del lato del giunto di saldatura
- Disallineamento



Angolo di preparazione

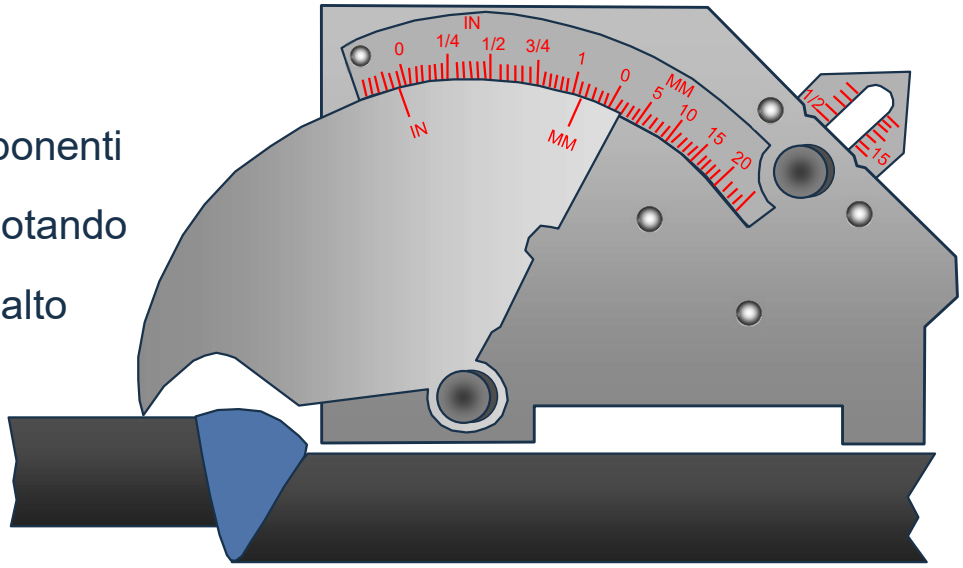
La scala legge da 0° a 60° in divisioni di 5° .

L'angolo è rilevato contro l'estremità cianfrinata del segmento

ESAME VISIVO DIRETTO

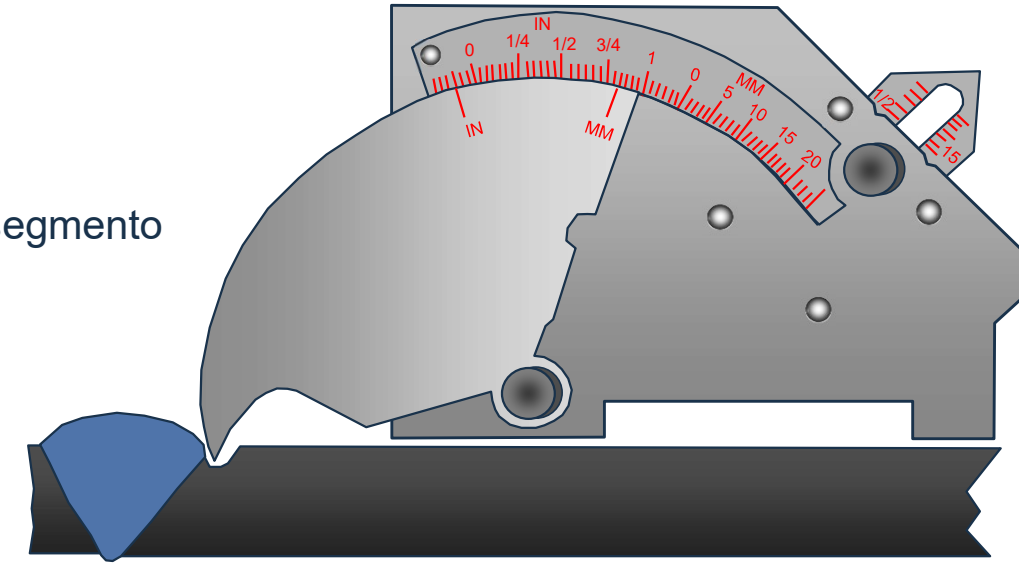
Slivellamento

La scala è usata per misurare lo slivellamento dei componenti ponendo l'estremità del calibro su quella più bassa e ruotando il segmento finchè la punta non appoggia sul piano più alto



Incisione

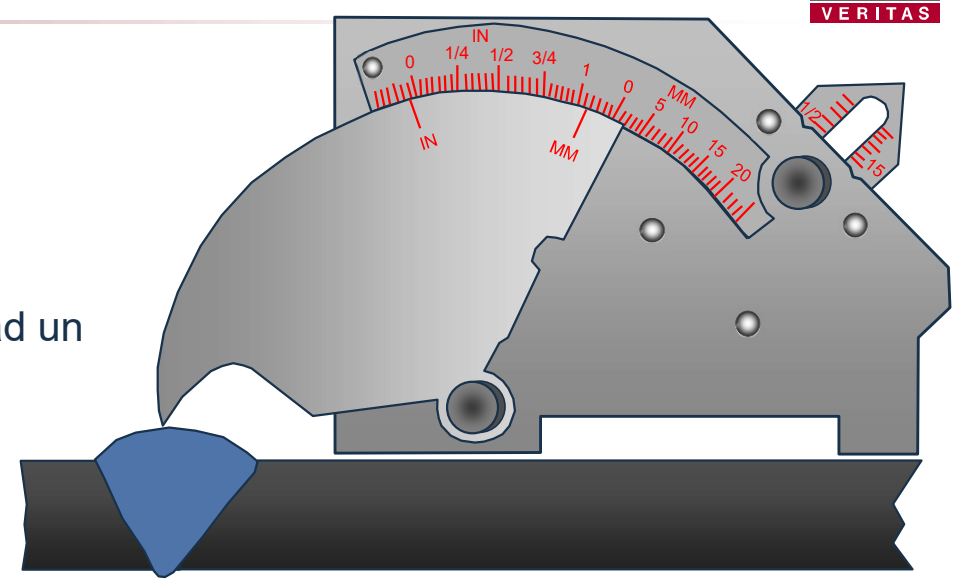
La scala legge da 0 in negativo fino a 5 mm. Si ruota il segmento finchè lapunta prende tutta la profondità dell'incisione.



ESAME VISIVO DIRETTO

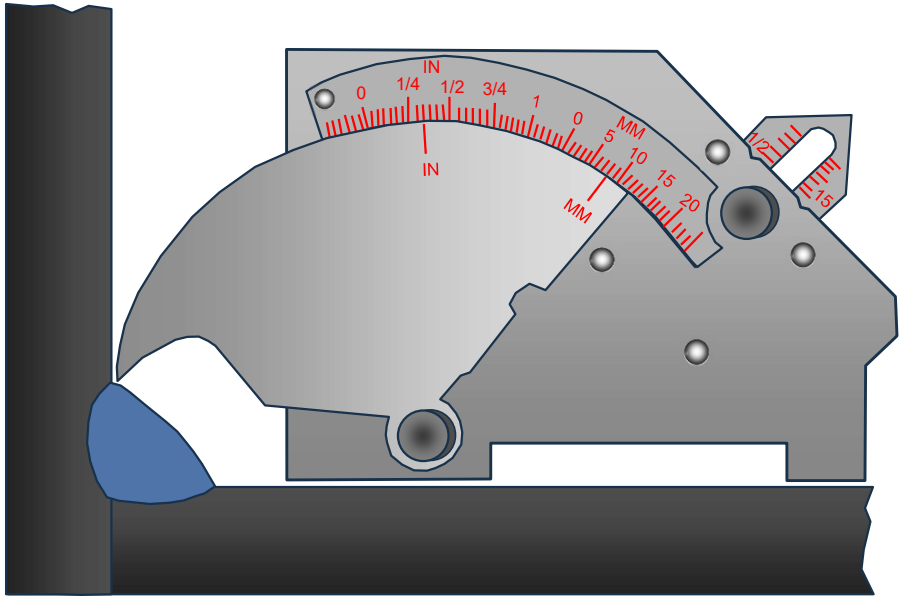
Eccesso di metallo di saldatura

La scala è impiegata per leggere questa dimensione fino ad un massimo di 25 mm e 1 pollice



Lato di saldature d'angolo

La scala è usata per leggere queste dimensioni fino ad massimo di 25 mm e 1 pollice

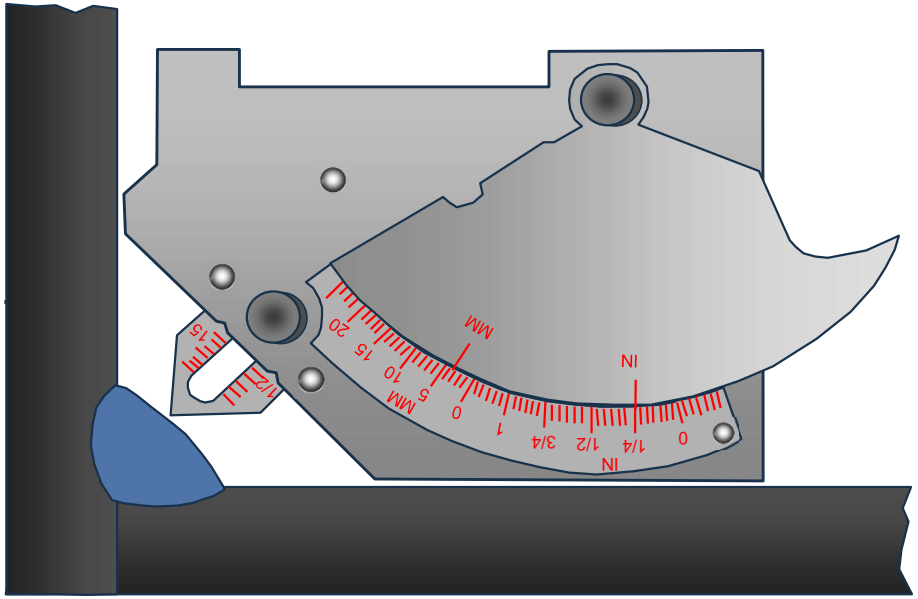


ESAME VISIVO DIRETTO

Gola di saldature d'angolo

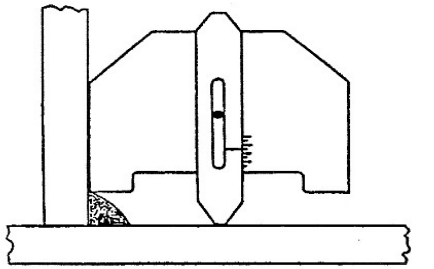
Il meccanismo scorrevole legge fino a 20 mm e 3/4 di pollice.

Nella misura dello spessore di gola si presume che la saldatura abbia una penetrazione normale alla radice



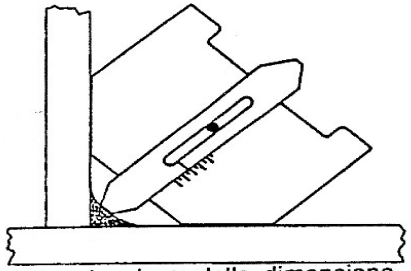
CALIBRO PER SALDATURA

Questo calibro può essere usato per misurare la dimensione di giunti d'angolo, la dimensione di gola effettiva di giunti d'angolo concavi e convessi, il rinforzo di giunti di testa e l'apertura fra i lembi.



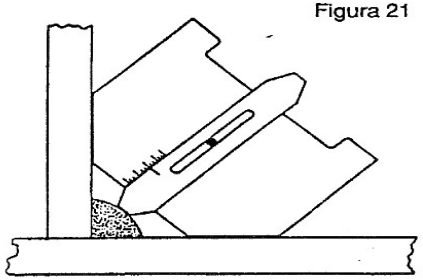
Determinazione della dimensione di una saldatura d'angolo convessa

Figura 21



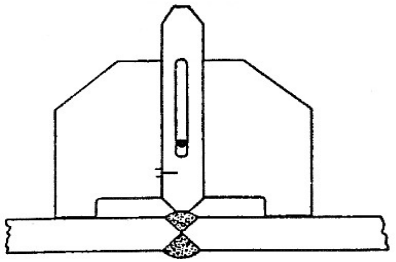
Determinazione della dimensione di una saldatura d'angolo concava

Figura 22



Controllo della tolleranza ammissibile di convessità

Figura 23



Controllo della tolleranza ammissibile di rinforzo

Figura 24