

COLOR

Sistemas de determinación de colores

Sistema CIE

Diagrama de cromaticidad. El diagrama de cromaticidad o triángulo de color adoptado por la CIE en 1931 permite la determinación matemáticamente exacta de cualquier color mediante dos coordenadas de cromaticidad (fig. 21-1). Estas coordenadas, especificadas por el fabricante para cada tipo de lámpara, han sido calculadas valiéndose de la distribución de su energía espectral y la respuesta de un observador colorimétrico patrón, establecido por la CIE, ante los tres colores primarios rojo, azul y verde.

Escala uniforme de cromaticidad. Una desventaja del diagrama de cromaticidad es que las diferencias de cromaticidades no son uniformes, es decir, que intervalos iguales medidos a lo largo de los ejes x e y no representan visualmente las mismas diferencias de color. Esto se puede comprobar en la Fig. 21-2, donde el lugar geométrico de los intervalos cromáticos iguales, en cualquier dirección, desde un punto determinado, toma la forma de una elipse, cuyo tamaño varía según su posición en el diagrama. Por esta razón la CIE recomendó, en 1960, utilizar un diagrama con

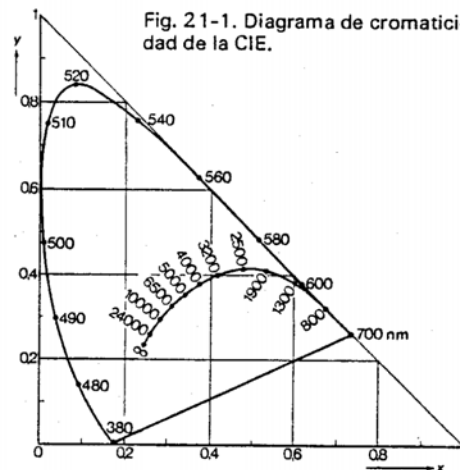


Fig. 21-1. Diagrama de cromaticidad de la CIE.

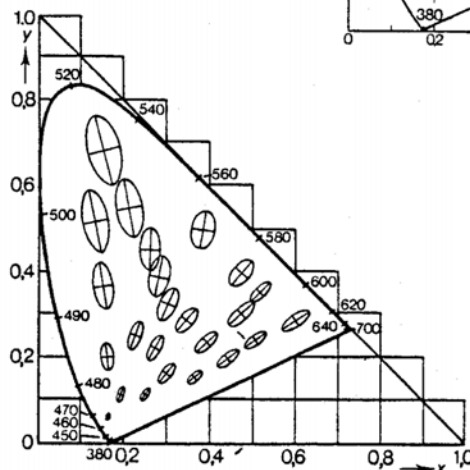


Fig. 21-2. Elipses de discriminación cromática en el diagrama de cromaticidad de la CIE.

La "cromaticidad", es la saturación del color —o, inversamente, la ausencia de mezcla con blanco—, se indica en intervalos de hasta 16 o más, partiendo desde un determinado nivel de "valor".

Por consiguiente, el sistema de Munsell permite especificar cualquier color mediante el uso de 3 6 4 símbolos. Por ejemplo: cierto color amarillo que tiene un "valor" correspondiente a la mitad de la escala de grises (5) y seis intervalos en la escala de "cromaticidad", partiendo del neutro, se escribe: 5 Y 5/6, donde el 5 Y indica el "tono" (amarillo), el 5 el "valor" y el 6, la "cromaticidad" (Fig. 20-4).

Rendimiento en color

Para poder comparar las características cromáticas de diferentes fuentes luminosas, la CIE introdujo el concepto de índice de rendimiento en color, basado en el aspecto de ciertos colores de prueba, cuando están iluminados por diferentes fuentes luminosas. Al iluminar estos colores de prueba, primero con la lámpara a ensayar y después con lámparas patrón, resultan diferencias cromáticas, cuyo promedio permite establecer el rendimiento en color de la lámpara que se ensaya.

El método de colores de prueba recomendado por la CIE, en 1965, utiliza para medir y especificar el rendimiento en color de una fuente luminosa ocho colores de prueba que tienen en la escala de Munsell una saturación media. Según este método, el cálculo del índice de rendimiento en color R_a de una fuente se basa en:

- Las características de reflexión espectral de los colores de prueba;
- La distribución espectral de la fuente luminosa a ensayar;
- La distribución espectral de la fuente patrón;
- La adaptación del ojo humano.

El índice tiene un valor máximo de 100, que resulta si la distribución espectral de la fuente a ensayar y de la lámpara patrón son idénticas. La fuente luminosa patrón que se utiliza para medir fuentes con temperaturas de color correlacionada de 5.0001°K y menores es un radiador completo (o cuerpo negro), con una temperatura de color lo más próxima posible (véase la Sec. 21.3). Por encima de 5.0000°K la fuente patrón produce una luz diurna simulada o "reconstituida", de la temperatura de color apropiada.

Algunas lámparas de descarga tienen una distribución de energía espectral muy parecida a la fuente patrón.

Por consiguiente, su rendimiento en color es muy bueno, aun cuando su eficacia luminosa es reducida. Otras tienen una distribución de energía espectral tan diferente de la de una fuente patrón que su rendimiento en color es muy bajo o no puede especificarse de ninguna manera, pero, por otra parte, su eficacia luminosa es elevada.

En las lámparas incandescentes, la distribución de la energía espectral es casi idéntica a la de la fuente patrón y, por consiguiente, tienen un excelente rendimiento en color pero su eficacia es bastante pobre.

En cuanto a las lámparas fluorescentes, se ha pensado durante mucho tiempo que se puede lograr un buen rendimiento en color sin más que sacrificar eficacia, haciendo que la fuente emita radiación en todo el abanico de colores espectrales. Hoy día se sabe que no hace falta esto. Existen lámparas fluorescentes con una emisión en tres longitudes de onda bien definidas (Fig. 21-5), con las que se obtiene un buen rendimiento en color, al mismo tiempo que una alta eficacia. Sin embargo, para las lámparas fluorescentes de los tipos "especial" o "especial de lujo", a los cuales se les exige un rendimiento en color muy riguroso, sigue siendo válido lo antes dicho de su eficacia.

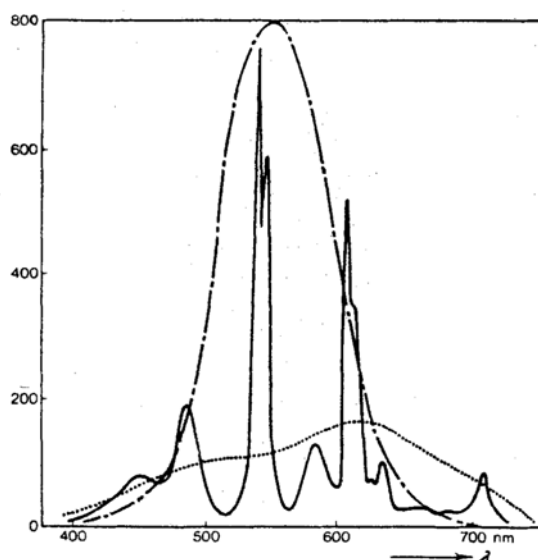


Fig. 21-5. Distribución de la energía espectral, a 4.000°K, de una lámpara fluorescente de la nueva gama "TL" 84, comparada con otra fluorescente de color 34, ambas de 40 W. Se incluye también la curva de sensibilidad del ojo del observador establecida por la CIE.

— Lámpara "TL" 84
 - · - Lámpara "TL" 34
 - · - · Curva de sensibilidad del ojo.

Temperatura de color

El término "temperatura de color" se utiliza para describir el color de una fuente luminosa, comparándola con el de un cuerpo negro o radiador completo. La temperatura del cuerpo negro, en grados Kelvin, en la que se obtienen los mismos colores que con la fuente a medir, es la temperatura de color de ésta.

Al trazar en el diagrama de cromaticidad CIE las cromaticidades de un cuerpo negro en varias temperaturas, se forma una curva que se conoce como lugar geométrico de Planck. Cualquier fuente que tenga su cromaticidad en este lugar geométrico puede describirse por su temperatura de color. Una fuente fuera del lugar geométrico de Planck puede describirse por su temperatura de color correlacionada, es decir, la temperatura del cuerpo negro en que el color de éste se parece lo más posible al de la fuente. Para encontrar la temperatura de color correlacionada hay que utilizar una carta suplementaria del diagrama patrón de cromaticidad de 1931 publicado por la CIE (fig. 21-6).

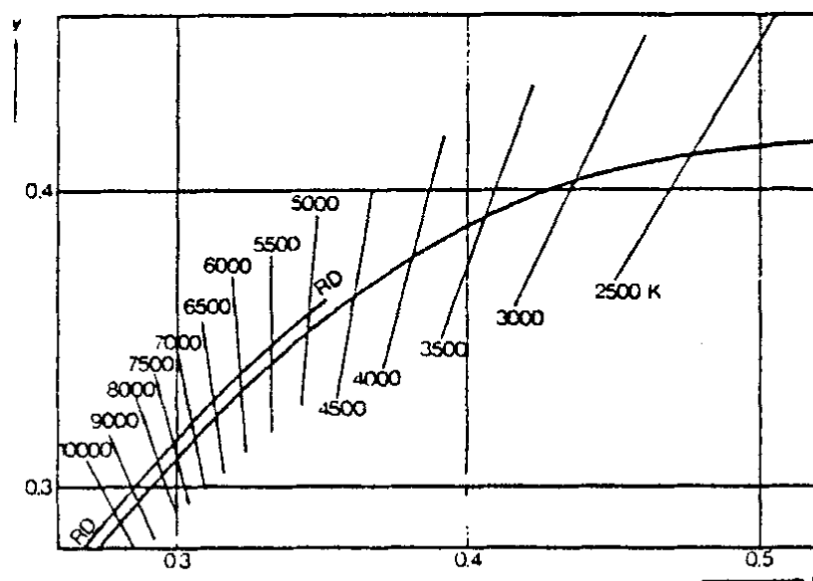


Fig. 21-6. Diagrama suplementario de cromaticidad de la CIE, mostrando el lugar geométrico de Planck y las líneas de temperatura de color constante correspondientes.

EL COLOR EN LA INDUSTRIA

EL COLOR EN LA INDUSTRIA

El color tiene uno de los principales papeles en la comedia y el drama de la vida; los seres humanos viven, trabajan, aman, sueñan el color y son afectados por éste en cualquier edad o situación.

El color es emoción, lenguaje, símbolo, expresión, atmósfera, temperatura, acción, reposo, excitación y, puede ser agradable, inquietante, atractivo, repulsivo, alegre, triste o tenebroso, etc.

Las fábricas o talleres viejos, sórdidos, sucios u oscuros, en lo que todo está revuelto, anulan la moral del trabajador y provocan el ausentismo.

Por eso, el color tiene un definitivo efecto en el comportamiento y en la productividad y seguridad del trabajador pues desempeña un papel muy importante en el aspecto psicológico de la prevención de accidentes y en la creación de hábitos de seguridad, concentrando la atención del trabajador, alertándolo sobre posibles riesgos y/o peligros, enseñándole a recordar las instrucciones.

A. Factores de seguridad

El sistema de aplicación de los colores funcionales debe reducir los riesgos de accidentes y acelerar el uso de los dispositivos de socorro.

- 1) Tienen que ser standard y ser reconocido universalmente.
- 2) Tienen que utilizar ciertos colores para llamar la atención.
- 3) Tienen que utilizar ciertos colores como identificación.
- 4) Tienen que emplear las asociaciones de colores reconocidas.
- 5) Tienen que emplear signos simbólicos en combinación con los colores.

B. Factores de confort

El sistema debe ser estimulante para el operario en su trabajo

- 1) Tienen que estimular limpieza y orden por el uso de los colores claros.
- 2) Tiene que proporcionar mayores niveles de iluminación al equipo.
- 3) Los colores tienen que satisfacer en cierto modo los gustos del operario.
- 4) La variedad de los colores tiene que obrar como estimulante.

C. Factores de rendimiento

- 1) Proporcionar los colores adaptados al tipo de trabajo y a la iluminación.
- 2) Utilizar el color para regular la movilidad del ojo.
- 3) Eliminar o reducir los contrastes entre los alrededores de la tarea y el resto del campo visual.

CÓDIGO DE COLORES

CÓDIGO DE COLORES

Los valores a utilizar para la identificación de lugares y objetos, serán los establecidos por las NORMAS IRAM 10.005, 2507 e IRAM DEF. D. 10-54.

Según la norma IRAM DEF. D. 10-54 se utilizarán los siguientes colores:

Amarillo:	05-1-020
Naranja:	02-1-040
Verde:	01-1-120
Rojo:	03-1-080
Azul:	08-1-070
Blanco:	09-1-060
Negro:	09-1-060
Gris:	09-1-060
Violeta:	10-1-020

ANEXO:

A - OBJETO

A.1 - Establecer en forma standardizada el uso de determinados colores de seguridad para identificar lugares y objetos, a fin de prevenir accidentes en las actividades humanas desarrolladas en ambientes industriales, comerciales y tareas conexas.

B - CONSIDERACIONES GENERALES

B.1 - Colores:

Los colores de seguridad a utilizarse serán: amarillo, anaranjado, verde, rojo, azul, blanco, negro o gris y violeta.

B.2- Aplicación:

Los colores deberán ser aplicados:

- a) en los objetos mismos (máquinas, equipos, etc.);

b) sobre paredes, pisos, etc., en forma de símbolos, zonas o franjas con el propósito de aumentar la visibilidad y delatar la presencia y/o ubicación de objetos u obstáculos de manera tal que resulte un contraste con el pintado en la pared.

C - COLORES Y SÍMBOLOS

Cada uno de los colores y los símbolos tendrá el significado indicado en la tabla N° 13.

C.1 - La tabla N° 13 deberá ser exhibida en lugares estratégicos, para conocimiento del personal.

D - IDENTIFICACIÓN DE LUGARES Y OBJETOS POR COLORES

D.1 - Amarillo y negro:

El color amarillo se utilizará en combinación con el color negro para indicar lugares que deban resaltar de un conjunto, en prevención contra posibles golpes, caídas, tropiezos originados por obstáculos, desniveles, etc., y se emplearán entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) obstáculos a la altura de la cabeza (tirantes, cabriadas, dinteles, caños, etc.);
- b) obstáculos verticales que signifiquen riesgo de golpearse (columnas, pilares, costados de portones, etc., que puedan ser embestidos por personas o vehículos);
- c) desniveles abruptos en el piso (escalones aislados, fosos, etc.);
- d) bordes de fosos y plataformas no protegidas;
- e) partes sobresalientes de instalaciones en general que se proyectan dentro de áreas normales de trabajo;
- f) barreras de advertencia de obstáculos o reparaciones en calles o caminos, paso a nivel, etc.;
- g) vehículos de carga y pasajeros (paragolpes delanteros y traseros, costados y parte trasera de chatas semirremolques, parte trasera y pasteca de grúas y guinches, esquineros de zorras y carros para carga, pescantes para locomotoras, etc.);
- h) primera y última contrahuella de cada tramo de escalera;
- i) carteles: fondo amarillo con letras o signos de color negro, para hacer resaltar su visibilidad (aviso de velocidad máxima, indicadores de curvas, advertencia de salidas de vehículos a la calle, prohibición de fumar, etc.).

D.2 - Anaranjado:

El color anaranjado se utilizará para indicar riesgos de máquinas o instalaciones en general, que aunque no necesiten protección completa, presenten un riesgo, a fin de prevenir cortaduras, desgarramientos, quemaduras y descargas eléctricas. Se aplicarán, entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) elementos de transmisión mecánica, tales como: engranajes, poleas, volantes, partes cortantes de máquinas;
- b) partes interiores de tapas protectoras de órganos de máquinas, siendo la parte exterior del mismo color de la máquina;
- c) interior de cajas de instrumentos eléctricos, caja de llaves, fusibles, conexiones eléctricas u otras, que deban mantenerse cerradas por razones de seguridad;
- d) indicadores de límites de carrera de piezas móviles de máquinas;
- e) para señalar momentáneos peligros en lugares de tránsito.

D.3- Verde:

El color verde se utilizará para indicar la ubicación de elementos de seguridad y primeros auxilios, y se aplicará, entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) ubicación de cajas de máscaras, ducha de seguridad, camillas, etc.;
- b) botiquines, vitrinas, armarios y anuncios de seguridad;
- c) puertas de acceso a salas de primeros auxilios.

D.4 - Rojo:

El color rojo se utilizará para indicar la ubicación de elementos para combatir incendios, y se aplicará, entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) extintores;
- b) hidrantes y su cañería;
- c) rociadores y su cañería (incluyendo cañerías sprinklers);
- d) carretel o soporte de mangueras;
- e) baldes de arena y agua, palas, picos;
- f) nichos, cajas de alarma, cajas de frazadas anticombustibles;
- g) salidas de emergencia o puertas de escape.

D.5 - Azul:

El color azul se utilizará para indicar precaución en situaciones tales como: control eléctrico, llaves o mecanismos en general, cerciorándose antes de hacerlo que la puesta en marcha del dispositivo no sea causa de un accidente. Se aplicará, entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) cajas de interruptores eléctricos;
- b) botoneras de arranque en máquinas y aparejos;
- e) palancas de control eléctrico neumático y otros en máquinas;
- d) dispositivos en general de puesta en marcha de máquinas y equipos.

D.6 - Blanco, gris o negro

El color blanco o gris sobre fondo oscuro, o color gris o negro sobre fondo claro, se utilizará para facilitar el mantenimiento del orden y de la limpieza de los locales de trabajo como así también, para indicar los límites de zonas de circulación de tránsito en general, pasajes, etc. Posición de receptáculos de residuos, elementos de higiene y se aplicarán, entre otros, en los casos que se indican a continuación:

- a) señalamiento de caminos para tránsito de vehículos y/o peatones;
- b) flechas de sentido de circulación;
- c) demarcación de pasillos que deban quedar libres de obstáculos;
- d) áreas destinadas al almacenamiento de material (estibas, etc.);
- e) sectores delimitados a trabajos con guinches o aparejos.

D.7 - Violetas

El color violeta se empleará para señalar lugares donde exista peligro o riesgo, provocados por la radioactividad. Se colocará el símbolo especial (ver tabla Nº 13), sobre las puertas, los recipientes, los pisos y sobre cualquier equipo que pueda presentar peligro de contaminación:















La lista siguiente es una enumeración parcial de las distintas aplicaciones del color violeta en la radioactividad:

- a) habitaciones o áreas - dentro o fuera de los edificios- en donde se guarden o manipulen materiales radioactivos o que hayan sido contaminados por éstos;

- b) recipientes donde se guarden desperdicios contaminados o que contengan materiales radioactivos;
- c) terrenos en donde se entierren o se guarden materiales y equipos contaminados.

Colores de Seguridad para Cañerías: Norma IRAM 2507 MIO

T A B L A n° 13

COLOR	SIGNIFICADO	SIMBOLO	PARRAFO	
Amarillo y Negro	Señala obstáculos		Franjas amarillas lisas.	D.1
	Procura alta visibilidad		Franjas diagonales amarillo y negro	
Anaranjado	Señala peligro		Triángulo	D.2
			Flecha	
Verde	Señala elementos de seguridad y Primeros Auxilios	 	Cruz verde	D.3
Rojo	Señala elementos de protección contra incendios		Cuadrado	D.4
			Luz roja (especialmente en salidas de emergencia)	
Azul	Recomienda Precaución	 	Círculo	D.5
Blanco	Tránsito. Lugares que deben quedar libres		Franjas	D.6
			Flechas	
Gris o Negro	Elementos de orden y limpieza		Estrellas	
Violeta	Señala peligro de radioactividad			D.7

EFFECTOS DEL COLOR SOBRE LAS FUNCIONES ORGÁNICAS Y PSICOLÓGICAS

EFFECTOS DEL COLOR SOBRE LAS FUNCIONES ORGÁNICAS

Se ha comprobado a través de distintas experiencias, que el color tiene importante influencia sobre las funciones orgánicas en los aspectos Psicológicos y Fisiológicos. Por lo tanto es de suma importancia tener en cuenta en la actividad laboral los aspectos señalados y que podemos estudiarlos en:

I - Efectos Psicológicos del Color

Efectos directos: Hacen que un ambiente o un objeto parezcan más alegres o tristes, más ligeros o más pesados, calientes o fríos.

Efectos Secundarios o Indirectos: Tienen su origen en relaciones afectivas del espíritu y en asociaciones subjetivas u objetivas nacidas bajo el efecto del color.

El papel psicológico del color ha de considerarse en relación con la luz. Genéricamente la respuesta al planteo "producción-satisfacción podemos lograrlo en el lenguaje del color.

Puede advertirse que los colores claros son más alegres y los oscuros más tristes y los colores calientes son dinámicos, excitantes, mientras que los fríos son calmantes, sedativos.

Experiencias realizadas con rigor científico, determinaron, los estados emocionales en función de las variaciones de la presión sanguínea, pudiéndose establecer la siguiente regla general: Se considera que los colores deben ser clasificados de acuerdo a su poder dinamógeno en el mismo orden que los colores espectrales, la intensidad de las sensaciones visuales varían como las vibraciones.

Ello explica la progresión del dinamismo provocado por los matices que van desde el violeta, con su sensación de calma hasta el rojo de efectos estimulantes.

También puede aprovecharse el efecto de ilusión óptica que puede extraerse de la combinación de colores.

Estos efectos son tan notorios que pueden utilizarse, para producir la sensación de aumentar o disminuir (aparentemente) la longitud, el ancho o la altura de un recinto.

II - Efectos Fisiológicos del color

Los efectos del color en muchos casos, sobrepasan el plano psicológico entrando a influir en los aspectos fisiológicos. Por ejemplo, el color rojo da sensación de calor, pero así mismo el ser humano siente a su cuerpo agobiado, cansado o excitado, estimulado según las condiciones climáticas reinantes o el acondicionamiento del ambiente.

El rojo no puede ofrecer un ambiente aceptable, por su dinamismo y efecto excitante lo hace demasiado violento.

En cambio si tomamos en cuenta el instinto del ser humano, nos encontramos con que las personas buscan reposo en el marco azul del mar, o en el efecto equilibrante del verde, la naturaleza creó los colores predominantes en los ambientes como los tonos verdes o azules para satisfacer las necesidades de descanso del hombre.

COLORES QUE PRODUCEN EFECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS

ROJO: Penetrante y calorífico, aumenta la tensión muscular, la presión sanguínea y el ritmo respiratorio. Es estimulante mental.

ANARANJADO: Favorece la digestión, acelera el pulso, pero no tiene efecto sobre la presión sanguínea. Es estimulante emotivo.

AMARILLO: Estimulante de la vista y de los nervios. Es estimulante mental. Puede cambiar ciertos estados neuróticos.

VERDE: Baja la tensión sanguínea y dilata los capilares. Se utilizó en tratamientos de enfermedades mentales. Es equilibrador y alivia las neuralgias y jaquecas, puede no convenir a ciertos estados nerviosos.

AZUL: Baja la tensión muscular y la presión sanguínea, calma el pulso y disminuye el ritmo respiratorio. Es emotivo, inspira paz e introspección, y es más sedante que el verde para los individuos nerviosos.

VIOLETA: Actúa sobre el corazón y los pulmones aumentando la resistencia orgánica de éstos.

CONSIDERACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD Y LOS REQUERIMIENTOS DE LAS TAREAS

El sistema de aplicación de colores funcionales deben reducir los riesgos de accidentes y acelerar el uso de dispositivos de seguridad. A fin de evitar confusiones deben emplearse colores reconocidos por entes oficiales normalizados (IRAM).

Deben utilizarse símbolos en combinación con los colores para una mejor identificación de riesgos o peligros por problemas específicos.

Factores de rendimiento: La utilización de colores debe tener también en cuenta el rendimiento de las personas por el mejoramiento de las condiciones visuales.

Se debe suministrar una iluminación adecuada al objetivo visual y de los elementos inmediatos a ellos.

Reforzar los contrastes en el objetivo visual propiamente dicho y reforzar la luminosidad propia del objetivo visual.

Factores de fatiga: Para ayudar a reducir la fatiga visual y la fatiga física resultante se debe:

- Evitar niveles inadecuados de iluminación.
- Eliminar el deslumbramiento directo o por reflexión.
- Evitar las ilusiones de color indeseables.
- Evitar la monotonía

Los colores de seguridad se establecen para identificar lugares y objetos a los efectos de prevenir accidentes en las actividades humanas desarrolladas en las instalaciones de la empresa.

NORMA IRAM	10 005 - Parte I	Diciembre 1982
------------	------------------	----------------

TABLA I
COLORES DE SEGURIDAD Y COLORES DE CONTRASTE

Color de Seguridad	Significado	Ejemplo de Aplicación	Color de Contraste (si fuese requerido)	Color del Símbolo
Rojo	Pararse, detenerse Prohibición	Señales de detención Dispositivos de parada de emergencia Señales de prohibición	Blanco	Negro
	Este color se utiliza además para los equipos contra incendio y su ubicación (ver IRAM 10 005 - Parte II)			
Amarillo	Precaución, advertencia	Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante; etc.) Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.)	Negro	Negro
Verde	Condiciones seguras	Indicación rutas de escape. Salidas de emergencia. Duchas de emergencia. Estaciones de rescate o de primeros auxilios, etc.	Blanco	Blanco
Azul	Obligatoriedad	Obligatoriedad de usar equipos de protección personal (máscaras, cascos, etc.)	Blanco	Blanco

ESPECIFICACIÓN DE LOS COLORES DE SEGURIDAD Y DE CONTRASTE**TABLA II**

COLOR DE SEGURIDAD	DESIGNACIÓN SEGÚN NORMA IRAM-DEF D I 054
Amarillo	05-1-040 (Brillante)
	05-3-090 (Fluorescente)
	05-2-040 (Semimate)
	05-3-040 (Mate)
Azul	08-1-070 (Brillante)
	08-2-070 (Semimate)
Blanco	11-1-010 (Brillante)
	11-2-010 (Semimate)
	11-3-010 (Mate)
Negro	11-1-060 (Brillante)
	11-2-070 (Semimate)
	11-3-070 (Mate)
Verde	01-1-160 (Brillante)
	01-3-150 (Mate)
Rojo	03-1-050 (Brillante)
Nota: Se recomienda el uso de tonos mates o semimates. Cuando la reflexión no dificulte la visión podrán usarse tonos brillantes.	

Quando se requiera podrán utilizarse señales retrorreflectoras, en cuyo caso las láminas reflectoras cumplirán la norma IRAM 10 033, debiendo seleccionarse los colores según la gama que establece la misma.

Tabla de colores y símbolos mas usuales

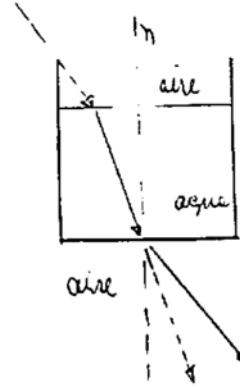
COLOR	SIGNIFICADO	SIMBOLO
Amarillo y negro	Señala obstáculos	Franjas en diagonal alternadas amarillo y negro
Anaranjado	Señala peligro	Triángulo o flecha
Verde	Señala elementos de Seguridad y Primeros auxilios	Cruz verde
Rojo	Señala elementos de protección contra incendios	Cuadrado Luz Roja (especialmente en salidas de emergencia)
Azul	Recomienda precaución	Círculo
Blanco	Tránsito - Lugares que deben quedar libres	Franjas-Flechas
Gris o negro	Elementos de orden y limpieza	Estrellas

Refracción de la luz

La refracción de la luz es el fenómeno físico en que un rayo de luz al atravesar una superficie de separación entre dos medios transparentes, se desvía de su dirección primitiva.



Al pasar a un medio más denso el rayo luminoso se quiebra acercándose a la normal.



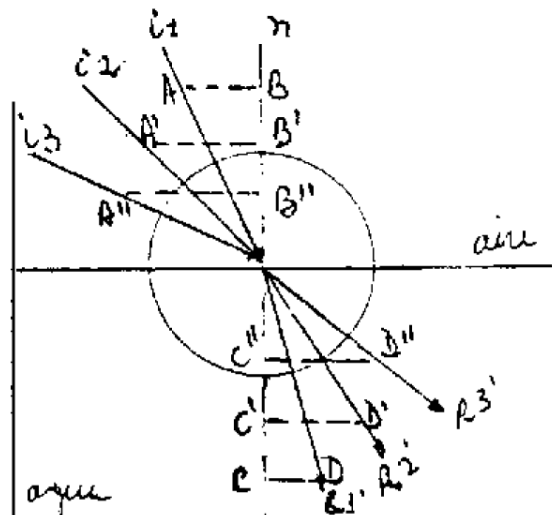
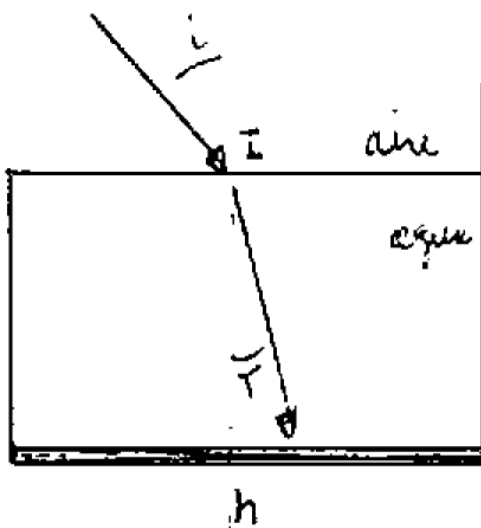
Al pasar a un medio menos denso, el rayo luminoso se quiebra alejándose de la normal.

Leyes de la refracción

El rayo que llega a una superficie recibe el nombre de rayo INCIDENTE, y el rayo desviado, rayo REFRACTADO, el ángulo de incidencia con la normal, **ÁNGULO DE INCIDENCIA**, el que forma el ángulo refractado con la normal, **ÁNGULO DE REFRACCION**.

Primera ley; El rayo incidente, el rayo refractado y la normal, están en el mismo plano, llamado **PLANO DE INCIDENCIA**.

Segunda ley: El cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es constante y se llama **índice de refracción** de la segunda sustancia respecto a la primera.



Comprobación de la 2da ley:

Si sumergimos un disco en agua hasta la mitad, de modo que su plano sea perpendicular a la superficie del agua y hacemos incidir en un mismo punto I tres rayos que pasen rozando la superficie del disco, veremos que a cada rayo incidente le corresponde un rayo refractado y que a mayor ángulo de incidencia, le corresponde un mayor ángulo de refracción.

Índices de refracción

El índice de refracción de una sustancia, respecto a otra, se llama INDICE RELATIVO. En cambio si se considera un rayo de luz que incide sobre una sustancia desde el vacío se llama INDICE ABSOLUTO.

El índice de refracción del vacío por lo tanto se considera cm índice 1. En consecuencia, los índices de refracción varían según la sustancia de que se trate.

Factor de utilización (u) de algunas luminarias	Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Techo						
				75 %		50 %		30 %		
				50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 + 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17
			0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
			0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
			0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
mixta 	difusores 	0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
			0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
			0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
			0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
directa 	reflejadores de haz amplio 	0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
			0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
			0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
			0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
directa 	reflejadores de haz medio 	0,50 + 0,70 0,70 + 0,90 0,90 + 1,10 1,10 + 1,40 1,40 + 1,75 1,75 + 2,25 2,25 + 2,75 2,75 + 3,50 3,50 + 4,50 4,50 + 6,50	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
			0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
			0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
			0,53	0,50	0,47	0,52	0,50	0,47	0,48	0,46