

Visión y trabajo

*Vision et travail
Vision and work*

Redactor:

Alfredo Álvarez Valdivia
Ingeniero industrial

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
VÁLIDA		

1. AGUDEZA VISUAL

La agudeza visual es la habilidad para discriminar los pequeños detalles. Es el grado de aptitud del ojo para percibir los detalles espaciales medidos mediante el ángulo bajo el cual son vistos de forma tal que cuanto más pequeño sea este ángulo, mejor será la agudeza visual. La agudeza es el parámetro visual más habitual que se emplea para evaluar la habilidad visual y, aunque puede ser muy importante para determinar la aptitud para realizar tareas, no debe utilizarse de forma exclusiva.

La figura 1 muestra el significado del ángulo de visualización o tamaño angular. Sea *h* la altura del objeto que se visualiza (generalmente un carácter en las pruebas de agudeza visual) y *d* la distancia horizontal con respecto al ojo. El ángulo α al que subtiende dicho objeto; es decir, su tamaño angular, viene dado en radianes y en minutos de arco por las siguientes expresiones:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{h}{d} \right) \qquad \alpha = 60 \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \arctg \left(\frac{h}{d} \right)$$

Ángulo en radianes

Ángulo en minutos de arco

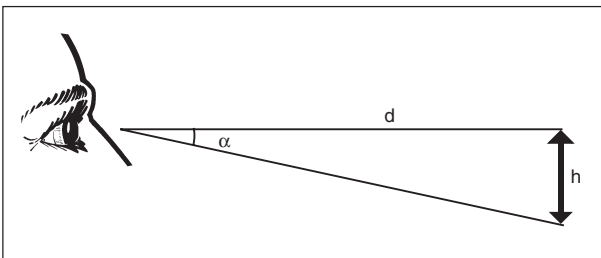


Figura 1. Tamaño angular

Para medir la agudeza visual se utilizan los optotipos o paneles de letras, de acuerdo al método desarrollado por el oftalmólogo holandés Herman Snellen (1834-1908) en el 1862.

Dicho método consiste en presentar filas de letras estandarizadas en tamaños decrecientes para determinar el tamaño angular más pequeño al que la persona puede identificar las letras. Estas letras, cuyo diseño se

ajusta a unas normas de tamaño, grosor y separación, se ordenan en líneas con una reducción gradual en su tamaño. En cada línea se indica la distancia a la que las letras o los símbolos pueden ser identificadas claramente por una persona con visión normal. La figura 2 muestra un optotipo típico.

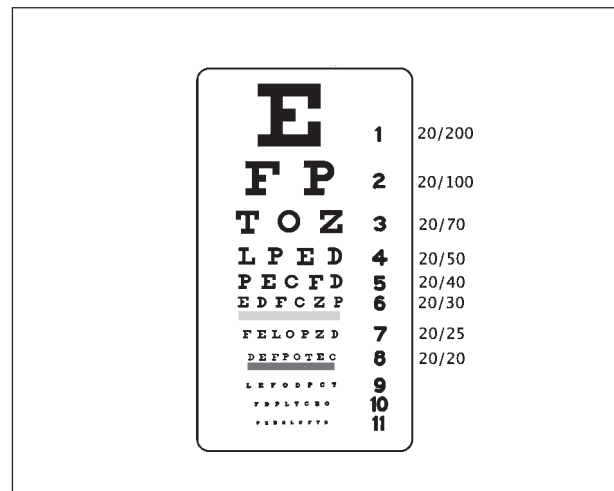


Figura 2. Ejemplo de optotipo con los valores de agudeza visual para cada línea de caracteres

La agudeza visual se determina en cada ojo por separado y con la mejor corrección de gafas o lentes de contacto que requiera la persona. El valor de agudeza visual, según el método de Snellen, consiste en una fracción en la que el numerador es la distancia de prueba entre la persona y el optotipo y el denominador indica la distancia a la que la línea más pequeña correctamente identificada subtiende 5' (5 minutos de arco).

Se considera agudeza visual normal aquella que identifica correctamente los caracteres que subtienden 5', que está considerado el límite de resolución de la visión humana. Por lo tanto, una medida de 20/20 indica que la agudeza se ha medido con un gráfico situado a una distancia de 20 pies (numerador), y que la línea más pequeña que se ha identificado correctamente está compuesta por caracteres que subtienden 5' a 20 pies (denominador). Una medida de 20/60 indica que la agudeza

se ha medido con un gráfico a 20 pies y que la línea más pequeña que se ha identificado subtiende 5' a una distancia de 60 pies. Otra forma de interpretar este último resultado de 20/60 es que los caracteres más pequeños leídos a 20 pies son tres veces más grandes que los que corresponden a una agudeza de 20/20.

Una persona con una agudeza visual de 20/20 indica que tiene una visión normal medida con optotipos a una distancia de 20 pies. Es decir, puede ver claramente a 20 pies los objetos que normalmente corresponden verse a dicha distancia. Sin embargo, si la agudeza visual es de 20/100 quiere decir que ve a una distancia de 20 pies lo que una persona con agudeza visual normal puede ver a 100 pies.

Estos valores también pueden expresarse en una escala fraccionaria decimal. Así, la agudeza considerada normal de 20/20, pasa a ser 6/6 ya que 6 metros equivalen, aproximadamente, a 20 pies. En la siguiente tabla se muestra la equivalencia entre ambas escalas fraccionarias y la pérdida de visión aproximada, en dioptrías, ya que dicho valor varía ligeramente según el estudio al que se haga referencia.

Escala pies	Escala metros	Dioptrías
20/20	6/6	
20/25	6/7.5	
20/40	6/12	
20/50	6/15	-1.00
20/80	6/24	-1.50
20/100	6/30	-2.00
20/160	6/48	
20/200	6/60	-2.50
20/400	6/120	-4.00

Tabla 1. Equivalencia entre las escalas fraccionarias en pies y metros de agudeza visual y la pérdida de visión en dioptrías.

La agudeza visual debe medirse tanto de lejos, a una distancia de 6 m, como de cerca, a una distancia de 35 cm. En este último caso se utilizan optotipos modificados y adaptados a dicha distancia de visualización.

Es importante tener en cuenta que para determinar si existe una buena visión deben conocerse otros aspectos además de la agudeza visual, tales como el campo visual, la percepción de la profundidad, la capacidad para enfocar a cortas distancias, la percepción de los colores, etc.

2. DEFECTOS VISUALES REFRACTIVOS

Los defectos visuales refractivos son errores en el enfoque de la luz que llega al ojo y son causa frecuente de una disminución en la agudeza visual. En la actualidad, se cree que dichos defectos están causados tanto por factores genéticos como por factores ambientales.

Se denomina ojo emétrope u ópticamente normal cuando en estado de reposo (sin utilizar el mecanismo de acomodación), los rayos de luz que llegan paralelos al globo ocular convergen en un punto determinado de la retina, donde forman la imagen correspondiente.

Por el contrario, la ametropía es todo aquel trastorno de la refracción en el que estando el globo ocular en reposo (sin acomodación), los rayos luminosos no convergen en un punto de la retina, sino que lo hacen delante o detrás de ésta. Se distinguen dos tipos de ametropía:

- **Esférica:** cuando existe un exceso o un defecto de potencia de convergencia con respecto a la longitud del globo ocular. La miopía y la hipermetropía son ejemplos típicos de ametropías esféricas.
- **Cilíndrica:** cuando el exceso o defecto de potencia se da sólo a lo largo de un meridiano. El ejemplo más habitual es el astigmatismo.

Acomodación

Para poder enfocar un objeto cercano en la retina el ojo necesita aumentar el poder de convergencia. Esto se consigue contrayendo el músculo ciliar para, de esta forma, aumentar la curvatura del cristalino. Esta contracción es la que proporciona una mayor capacidad refractiva y recibe el nombre de acomodación.

La capacidad refractiva se mide en dioptrías (D) y es el inverso de la distancia focal (la distancia al objeto) en metros. Es decir, si el objeto está situado a 40 cm. enfrente de los ojos esto representa una acomodación de 2.5 D (1/0.4).

Se denomina amplitud de acomodación a la máxima capacidad de convergencia. Para medirla se desplaza lentamente un objeto hacia el ojo y se anota la distancia a la que el sujeto percibe que la imagen se vuelve borrosa. El inverso de esta distancia es la amplitud de acomodación, medida en dioptrías. La amplitud de acomodación decrece con la edad (NTP 348) tal y como se muestra en la tabla 2. Algunos trabajadores tienen amplitudes que son reducidas en comparación con los valores que se esperan a su edad, causando a menudo trastornos oculares.

La amplitud de acomodación es un valor extremo y, si bien representa el umbral a partir del cual aparece la visión borrosa, no es recomendable trabajar durante lar-

Edad	Amplitud de acomodación (D) y distancia de acomodación (cm)	Distancia recomendada (cm)
10	14 / 7.1	14.3
15	12 / 8.3	16.7
20	10 / 10.0	20.0
25	8,5 / 11.8	23.5
30	7 / 14.3	28.6
35	5,5 / 18.2	36.4
40	4,5 / 22.2	44.4
45	3,5 / 28.6	57.1
50	2,5 / 40.0	80.0
55	1,8 / 57.1	114.3
60	1 / 100.0	200.0
65	0,5 / 200.0	400.0
70	0,3 / 400.0	800.0
75	0 / ∞	∞

Tabla 2. Amplitud de acomodación y distancia mínima recomendada en función de la edad

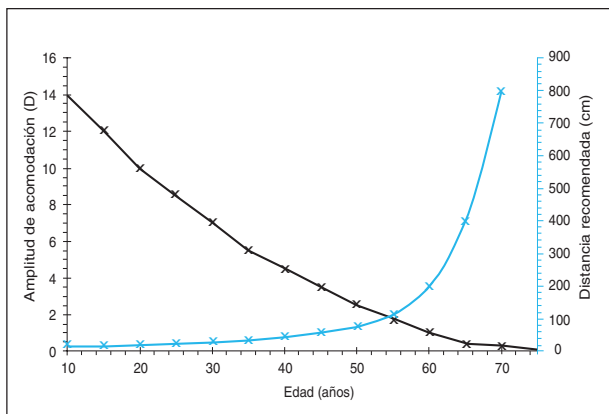


Figura 3. Evolución de la amplitud de acomodación (en dioptrías) y la distancia de acomodación (en centímetros) en función de la edad.

gos períodos de tiempo a dichas distancias. En general, se considera que las personas pueden mantener aproximadamente el 50% de su amplitud máxima de acomodación sin que aparezca fatiga visual. Por eso se recomienda que la distancia de visualización no sea menor que la correspondiente a la mitad de la máxima acomodación. Por ejemplo, una persona con una acomodación máxima de 4 D no debería trabajar a distancias inferiores a 50 cm. Esta distancia es la curva que aparece representada como distancia recomendada en la figura 3.

Cuando no se adopta una distancia de visualización adecuada, se puede producir una anomalía en la relación acomodación/convergencia. Dichas anomalías pueden generar estrés sobre la visión binocular, que a su vez es producido por la fatiga visual. Esto sucede en todos los defectos refractivos no corregidos.

El concepto de distancia de acomodación representa el valor más cercano al que un trabajador puede acercar un objeto y mantenerlo enfocado sin ningún tipo de ayuda oftalmológica, de forma que se pueda realizar la tarea correspondiente sin que aparezca fatiga ocular. Aunque algunas personas jóvenes son capaces de trabajar de forma continua a distancias de 4-5 D (unos 25-20 cm), la mayoría no pueden trabajar a distancias tan pequeñas, especialmente aquellas personas mayores de 30 años.

En general, cuando la distancia de visualización es menor de 30 cm de forma continuada en un trabajo, entonces se recomienda utilizar lupas o lentes de aumento.

Miopía

La condición de miopía o visión corta se muestra en la figura 4. La imagen de un objeto lejano se forma enfrente de la retina porque el ojo tiene demasiada capacidad refractiva o porque el ojo es más largo de lo normal (forma elipsoidal). Los rayos de luz no se detienen donde se forma la imagen sino que continúan hasta alcanzar la retina de forma que están desenfocados y por eso la imagen se ve borrosa. Como se muestra en la figura 4 la miopía se corrige con una lente divergente (lente negativa).

Cuando el objeto se acerca al ojo la imagen se va haciendo menos borrosa, hasta que llega un punto en que puede verse claramente. El inverso de esta distancia en metros es la magnitud de miopía en dioptrías. Para diferenciar las dioptrías de un ojo miope de las dioptrías de un ojo hipermetrope, las primeras se dan como valores negativos mientras que las últimas se dan como valores positivos

Las causas más habituales que pueden provocar miopía son un agrandamiento del ojo, cambios en la curvatura de la córnea o del cristalino y los factores genéticos.

La miopía sin corregir reduce la agudeza visual pero raramente es causa de síntomas oculares como la fatiga visual. Es por esto que algunas personas miopes prefieren no utilizar corrección oftalmológica para tareas de corta distancia.

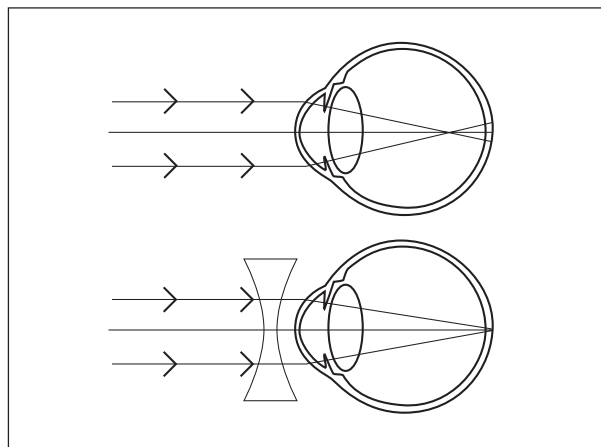


Figura 4. Miopía y su corrección con una lente divergente.

Las personas con una gran miopía, generalmente -8 D o más, tienen un riesgo elevado de sufrir desprendimientos de retina. Por ello, es mejor que esas personas no realicen tareas que conlleven riesgos de sufrir golpes (traumatismo craneal), sacudidas y movimientos bruscos de la cabeza. Es más, existen algunas profesiones que, en función del país, limitan los valores máximos de miopía para la admisión de los aspirantes (por ejemplo, fuerzas armadas, pilotos de aviación, cuerpo de bomberos, cuerpo de policía...)

Hipermetropía

La condición de hipermetropía o visión larga se muestra en la figura 5. En este caso, la capacidad refractiva del ojo es demasiado débil o el ojo es demasiado corto (oblongo). Un objeto distante queda enfocado por detrás de la retina. La retina intercepta los rayos de luz antes de que la imagen se forme y por eso el objeto se ve desenfocado y borroso. La hipermetropía se corrige con lentes convergentes (lentes positivas).

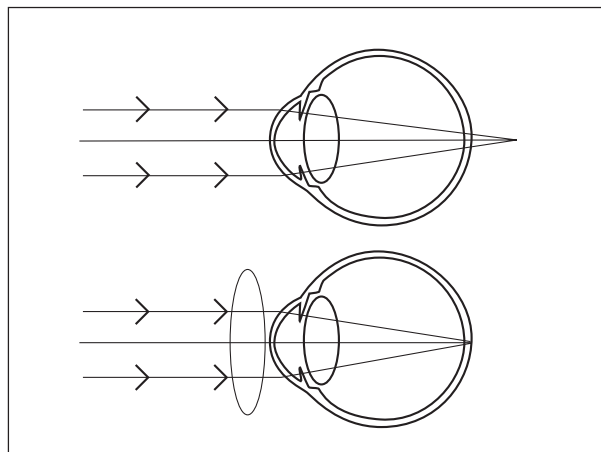


Figura 5. Hipermetropía y su corrección con una lente convergente

Un hipermetrope con una adecuada capacidad refractiva puede realizar un esfuerzo de acomodación para aumentar la convergencia y, por lo tanto, poder observar objetos distantes de forma clara. Sin embargo, si el hipermetrope no tiene suficiente capacidad refractiva (dicha capacidad disminuye con la edad) entonces no podrá ver los objetos distantes de forma clara.

Esta situación es incluso peor para objetos cercanos. Es decir, cuando se tiene una distancia de visión corta que sobrepasa la capacidad refractiva de la persona, aparece la visión borrosa y el disconfort visual.

La hipermetropía sin corregir puede ser una fuente significativa de disconfort visual, especialmente para trabajadores con tareas con demandas visuales elevadas. Esto es debido a que el ojo hipermetrope debe realizar un esfuerzo de acomodación excesivo para poder ver de cerca con claridad, causando la aparición de fatiga visual y estrés visual. Es por ello que debe evitarse, en la medida de lo posible, trabajar con distancias de visualización cortas que impliquen elevadas demandas visuales.

Astigmatismo

El astigmatismo es un defecto refractivo en el que la capacidad del ojo es diferente para los distintos meridianos u orientaciones del plano de luz que entra en el ojo. Se trata de un defecto refractivo bastante común que afecta, en promedio, a una de cada tres personas, aunque existen diferencias en función de la raza. Además, su prevalencia aumenta con la edad.

Aunque es posible no ser consciente de un grado de astigmatismo pequeño, cuando se da a un nivel mayor reduce la agudeza visual y puede causar visión borrosa a cualquier distancia y fatiga visual. Por este motivo, aunque no se perciba ningún síntoma y sobre todo en la infancia, es posible pasar un examen de agudeza visual sin que se detecte la presencia de astigmatismo. Por ello, en dicho colectivo, es muy importante que en este caso, se realice una revisión oftalmológica para diagnosticar su posible presencia.

Adicionalmente, el astigmatismo puede coexistir con la miopía y la hipermetropía, incluso es posible que un meridiano sea hipermetrope y que otro sea miope. De hecho, se estima que un 40% de las personas que utilizan algún tipo de corrección oftalmológica presentan astigmatismo.

Presbicia

A pesar de que la presbicia no es en realidad un defecto refractivo en el sentido estricto, se la considera como tal, en virtud de que su corrección se realiza por medio de lentes. El cristalino sufre, con la edad, una pérdida de su capacidad de acomodación, dificultando a las personas una correcta visión cercana. Es decir, cuando una persona tiene presbicia, no puede ver nitidamente su trabajo de cerca.

Se lo conoce vulgarmente como «vista cansada». Los trabajadores empiezan a tener problemas a distancias de 40–50 cm entre los 40 y 45 años. El síntoma principal es la visión borrosa de forma intermitente, aunque también puede darse estrés ocular.

La presbicia puede corregirse, habitualmente, con lentes convergentes. La graduación de las lentes depende de la capacidad de acomodación y la distancia a la que se debe trabajar. A partir de los 60 años, la capacidad de acomodación se ha reducido a prácticamente cero y la graduación debe estar basada en la distancia de visualización requerida.

Los síntomas más habituales son dolores de cabeza, fatiga visual, dificultad para ver de cerca y alejamiento de la lectura de los ojos para ver mejor.

3. ÁNGULOS Y DISTANCIAS VISUALES

Cuando el sistema visual debe fijar un objeto situado en la periferia, los ojos giran de forma que la imagen del objeto se sitúe en la parte central de la retina. Los ángulos máximos de dicha rotación ocular en la dirección vertical son 42° (con un rango de 33° a 56°) hacia arriba y de 50° (con un rango de 33° a 62°) hacia abajo. En la dirección horizontal el ángulo máximo de rotación lateral es, aproximadamente, 55° (con un rango de 45 a 65°).

Sin embargo, los ojos raras veces alcanzan dichos extremos. Son valores posibles pero resultan incómodos, por lo que generalmente no se sobrepasan los 35° o 40° en cualquiera de las rotaciones mencionadas.

El mecanismo para visualizar un objeto se inicia mediante un movimiento de los ojos para centrar el objeto en la retina e, inmediatamente, se sigue un giro de cabeza. En el estado final (una vez la imagen ha sido centrada en la retina), existe una mayor contribución al giro por parte de la cabeza que de los ojos. Metafóricamente puede decirse que «los ojos guían el cuerpo». Este hecho puede observarse en el gráfico de la figura 6, que muestra el ángulo de rotación inicial y final del ojo al fijar un estímulo lateral (en la dirección horizontal) situado a diferentes ángulos.

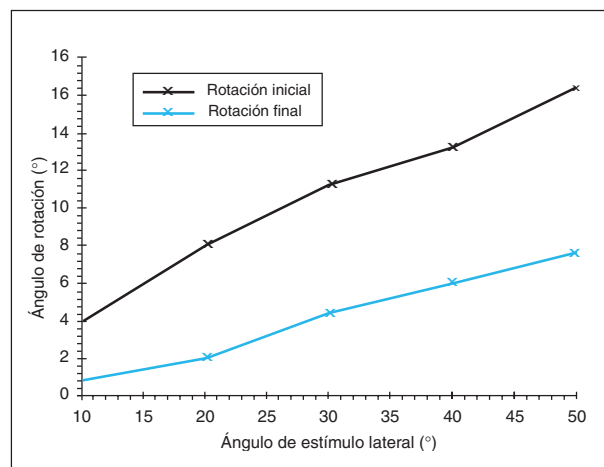


Figura 6. Rotación inicial y final del ojo para diferentes posiciones de un estímulo lateral

Debido a esta preferencia a usar la cabeza más que los ojos, las personas suelen modificar la postura corporal para que los ojos puedan tomar una posición cómoda al enfocar un objeto situado en la periferia. En el caso extremo de tener que fijar un objeto periférico durante un período largo de tiempo, la postura forzada puede ser causa de problemas posturales.

El campo visual de ambos ojos se muestra en el gráfico de la figura 7. Se observa que el campo visual conjunto de ambos ojos es mayor que los campos de ambos ojos por separado. En promedio, el campo abarcado con un solo ojo es entre el 53 y el 78% menor que el que se obtiene conjuntamente. Una forma de compensar este menor campo periférico consiste en mover más la cabeza.

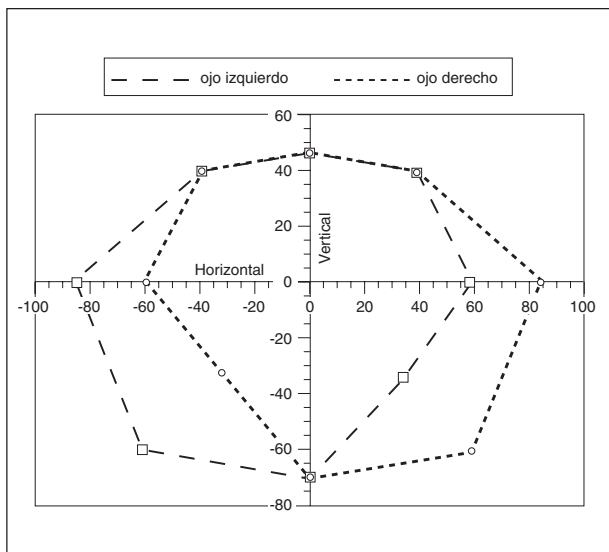


Figura 7. Campos visuales del ojo derecho e izquierdo

En la UNE-EN 61310-1 se establecen las zonas del campo visual recomendadas y aceptables, en los planos horizontal y vertical, para la detección de las señales visuales. Dichas recomendaciones se muestran en forma esquemática en la figura 8.

Distancia de visualización

El concepto de posición ocular de descanso viene definido por aquella situación en la que no existen estímulos

en el campo visual (por ejemplo, en una habitación a oscuras) y, por lo tanto, los ojos adoptan un estado que depende del tono muscular de los ojos. Este estado se denomina posición de descanso anatómica o posición tónica.

Es razonable suponer que la distancia más cómoda respecto a un estímulo visual de cualquier tipo es aquella que se corresponde con el estado tónico de los músculos oculares, ya que este estado es el que adoptan los ojos sin ningún tipo de esfuerzo. En promedio, la posición tónica de los ojos corresponde a una distancia de convergencia de 1 m. Por ejemplo, en el caso de las pantallas de visualización, existen estudios en los que se ha permitido a los individuos ajustar la distancia de la pantalla hasta la posición más cómoda (presumiblemente la posición tónica de los músculos oculares), adoptando distancias de visualización comprendidas entre los 75 y los 90 cm, valores muy similares a la distancia de convergencia en posición tónica.

En cuanto a las pantallas de visualización de datos, la norma UNE-EN 29241-3, que establece los requisitos para las pantallas de visualización en trabajos de oficina, recomienda una altura de carácter comprendida entre 20' y 22'. Así mismo, indica que en ningún caso se deberán utilizar alturas inferiores a 16' (de forma que nunca se obtengan distancias de visualización inferiores a 400 mm).

Complementariamente, la norma UNE-EN 894-2, relativa al diseño de dispositivos de información, recomienda que el ángulo de visión debe estar comprendido, preferentemente, entre 18' y 22', aunque considera como aceptables aquellos valores que están en el margen que va de 15' a 18'. Finalmente, afirma que valores inferiores a 15' no son aceptables.

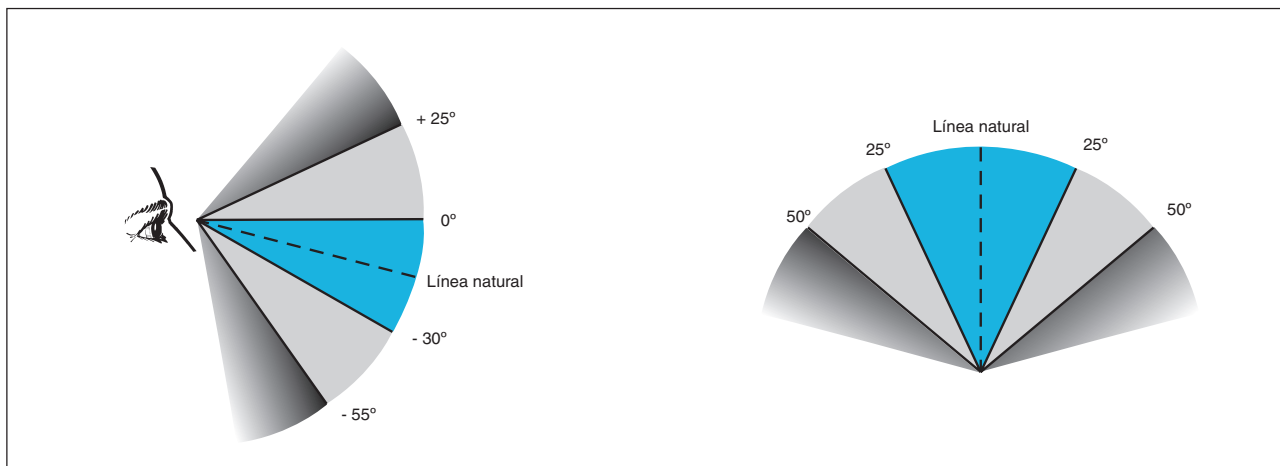


Figura 8. Campo visual para la detección de señales visuales según la UNE-EN 61310-1

BIBLIOGRAFÍA

- (1) DELLEMAN, NICO J. MOTOR BEHAVIOR. EN: DELLEMAN, NICO J.; HASLEGRAVE, CHRISTINE M.; CHAFFIN, DON B. **Working postures and movements. Tools for evaluation and engineering.** Boca Raton, CRC Press, 2004. p. 51-71.
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO **Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.** Madrid, 1998. 54 p.

- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 348: Envejecimiento y trabajo: la visión.
INSHT. 1994.
- (4) JASCHINSKI, WOLFRANG; HEUER, HERBERT. VISION AND EYES. EN: DELLEMAN, NICO J.; HASLEGRAVE, CHRISTINE M.; CHAFFIN, DON B.
Working postures and movements. Tools for evaluation and engineering.
Boca Raton, CRC Press, 2004. p. 73-86.
- (5) SHEEDY, JAMES. VISION AND WORK. EN: MARRAS, WILLIAM S.; KARWOWSKI, WALDEMAR.
Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics.
Boca Raton, CRC Press, 2006. p. 18.1-18.18.
- (6) UNE-EN 29241-3:1994
Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 3: requisitos para las pantallas de visualización de datos.
- (7) UNE-EN 61310-1:1996.
Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles.
- (8) UNE-EN 894-2:1997.
Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: dispositivos de información.