

1-1-2008

# Valoración de las alteraciones en visión cromática en los trabajadores del sector de lavanderías de las localidades de Suba y Usaquén

Angie Viviana Carranza Plazas  
*Universidad de La Salle*

Nathalia María Montes González  
*Universidad de La Salle*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

---

## Citación recomendada

Carranza Plazas, A. V., & Montes González, N. M. (2008). Valoración de las alteraciones en visión cromática en los trabajadores del sector de lavanderías de las localidades de Suba y Usaquén. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/98>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE OPTOMETRÍA  
VALORACIÓN DE LAS ALTERACIONES EN VISIÓN  
CROMÁTICA EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE  
LAVANDERIAS DE LAS LOCALIDADES DE SUBA Y USAQUEN**

**ESTUDIANTES  
ANGIE VIVIANA CARRANZA PLAZAS  
NATHALIA MARIA MONTES GONZALEZ**

**BOGOTÁ DC  
2008**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE OPTOMETRÍA  
VALORACIÓN DE LAS ALTERACIONES EN VISIÓN  
CROMÁTICA Y EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE  
LAVANDERIAS DE LAS LOCALIDADES DE SUBA Y USAQUEN**

**ESTUDIANTES  
ANGIE VIVIANA CARRANZA PLAZAS  
NATHALIA MARIA MONTES GONZALEZ**

**DIRECTOR  
DOCTORA INGRID ASTRID JIMENEZ BARBOSA**

**BOGOTÁ DC  
2008**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

## **DEDICATORIAS**

Les dedicamos nuestro trabajo de grado a Dios y a nuestros padres por habernos dado la oportunidad de convertirnos en profesionales.

A la Universidad de la Salle, facultad de optometría, sus docentes y todos aquellos que intervienen en el proceso de formación, por darnos las herramientas necesarias y los conocimientos para convertirnos hoy en las personas que somos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la doctora Ingrid Astrid Jiménez Barbosa por su inmensa colaboración y paciencia para la realización de esta investigación.

A nuestras compañeras de trabajo, quienes con sus aportes hicieron posible culminar esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Lista de tablas	7
2. Lista de figuras	8
3. Resumen de la investigación	9
4. Introducción	11
5. Marco teórico	13
5.1 Fotoquímica de la retina	13
5.2 El color	21
5.3 Farnsworth D-15	24
5.4 Antecedentes	28
6. Materiales y métodos	30
7. Resultados	33
8. Discusión	36
9. Conclusiones	38
10. Recomendaciones	39
11. Bibliografía	40
12. Anexo	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Prueba de homogeneidad marginal	Pág. 34
--	------------



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Conos y bastones	14
Figura 2. Contactos sinápticos en la retina	15
Figura 3. Curva de adaptación a la oscuridad	18
Figura 4. Absorción de la luz y longitud de onda	20
Figura 5. Distribución de conos en la retina	20
Figura 6. Diagrama de anotación farsworth D-15	25
Figura 7. Resultado normal	26
Figura 8. Alteración en el eje azul amarillo	27
Figura 9. Alteración en ambos ejes	27

## RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN

Dada la importancia que tiene la salud ocupacional en el desempeño laboral de una persona en la actualidad, se realizó este estudio, enfocado en los problemas visuales en trabajadores de lavanderías industriales adquiridos debido a este oficio, en la ciudad de Bogotá.

Esta investigación se deriva del estudio proveniente de la Doctora Ingrid Jimenez, titulado "VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO OCUPACIONALES Y EFECTO SOBRE LAS ALTERACIONES OCULARES Y VISUALES EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LAVANDERIAS EN USAQUEN Y SUBA"

***Síntesis del problema*** Las lavanderías de tipo industrial, por el manejo de químicos como el percloro-etileno y el tetracloro-etileno, pueden causar intoxicaciones en el sistema nervioso, siendo la retina el primer tejido en manifestarlo, causando alteraciones visuales a nivel de la discriminación del color, debido a su continua exposición a solventes orgánicos por más de ocho horas de trabajo.

***Objetivo general*** Determinar los cambios que se producen a nivel de la visión cromática debido al uso y exposición a sustancias químicas en las lavanderías, evaluándolo antes y después de la jornada de trabajo, y al mes siguiente para comprobar que las alteraciones son ocasionadas por dichas sustancias.

### **Específicos**

Identificar las principales alteraciones visuales producidas por la exposición a los solventes químicos de los trabajadores por

medio de pruebas de visión cromática (test farnworth-Munsell 100 y el panel D-15)

Relacionar los cambios a nivel visual encontrados al inicio, al final de cada jornada y al mes.

***Materiales y métodos*** Se analizó una muestra de 40 trabajadores de lavanderías localizadas en las localidades de Usaqué y Suba. En cada trabajador se determinaron las posibles alteraciones oculares y visuales que se asocian a la exposición al percloro-etileno, exsol, jabones y blanqueadores, mediante la técnica de farnsworth D15 de visión cromática que se realizara antes y después de la jornada laboral con una siguiente muestra al mes.

### ***Resultados y conclusiones***

Del 100% de la muestra se encontró que el 20% de pacientes tenían alteración de la visión de color, con predominancia de tritanomalia en un 60 % del total de pacientes alterados, lo cual nos muestra que la toxicidad por el percloro-etileno se centra en los tritaconos encargados de captar el espectro visible de luz azul.

**Palabras claves:** retina, toxicidad, percloro-etileno, alteraciones del color.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se deriva del estudio proveniente de la Doctora Ingrid Jimenez, titulado “VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO OCUPACIONALES Y EFECTO SOBRE LAS ALTERACIONES OCULARES Y VISUALES EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LAVANDERIAS EN USAQUEN Y SUBA”

Es importante la evaluación y análisis de la situación visual y ocular de estos trabajadores, quienes pueden presentar alteraciones visuales ya que al intoxicarse el sistema nervioso, la retina se ve directamente afectada a nivel de las células que la conforman, específicamente los conos, causando problemas en la discriminación del color, debido a su continua exposición a solventes orgánicos por más de 8 horas de trabajo. En estudios realizados en Alemania, Japón e Italia se encontró en trabajadores de lavanderías con exposición prolongada a estos químicos, dificultad para discriminar los colores azules y amarillos en mayor porcentaje que los verdes y rojos al exponerse a estireno.

Dado que los cambios en la visión cromática a causa del tetracloro etileno no han sido estudiados ampliamente y se encuentran muy pocos estudios, se realizó esta investigación con el propósito de dar un aporte a la salud visual y ocupacional en el área de lavanderías industriales en Colombia con el objetivo principal de determinar las alteraciones visuales en cuanto a visión cromática y al inicio y al final de la jornada laboral en trabajadores de lavanderías ubicadas específicamente en las localidades de

Usaquén y Suba, debido a la exposición a sustancias químicas utilizadas en dichas empresas, evaluándolos antes y después la jornada laboral como primera toma y al mes siguiente para identificar los cambios en cada una de las muestras, como segunda toma.

## MARCO TEORICO

Para poder comprender a totalidad los cambios de visión cromática producidos por exposición a las sustancias tóxicas en cuestión se deben analizar detalladamente las células de la retina que intervienen en el proceso de visión cromática y la explicación del funcionamiento del test utilizado en este estudio.

### **Fotoquímica de la retina**

La retina se compone de 2 capas en general: 1. el epitelio pigmentario, 2. capa sensitiva de la retina en donde se encuentran las células fotorreceptoras, sus conexiones sinápticas y soporte glial. Los extremos terminales de conos y bastones y los ápices de las células del epitelio pigmentario están embebidos en la matriz fotorreceptora.

Específicamente la retina esta conformada por seis tipos de neuronas, las cuales son:

Células fotorreceptoras: conos y bastones, células horizontales, células bipolares, células amacrinas, células interplexiformes y células ganglionares.

Los conos son células responsables de la visión en condiciones de alta luminosidad, es decir, visión fotópica. Se encuentran situados en la fovea, que es el área de mayor sensibilidad de la retina y su número va disminuyendo hacia la retina periférica. Los bastones

en cambio son células encargadas de la visión con baja luminosidad, es decir, visión escotópica.

El segmento externo de cada cono y cada bastón contiene entre 700 y 1000 discos de membrana plasmática que incluyen pigmentos fotosensibles.

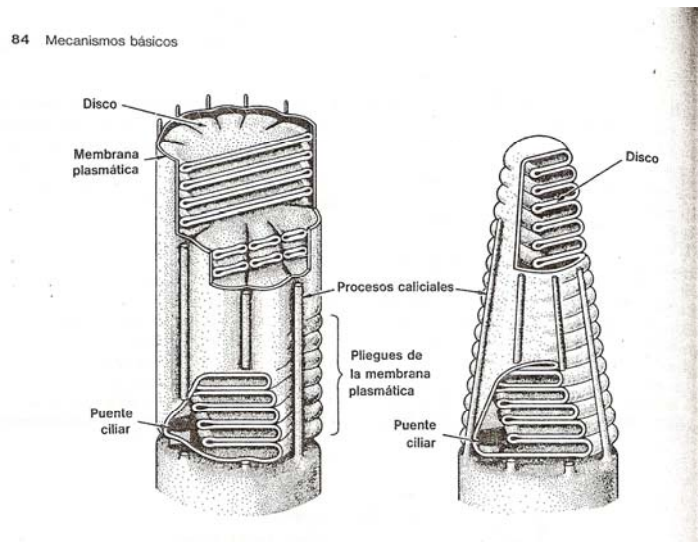


Figura 1. Conos y Bastones

Los discos de los bastones flotan libremente y están rodeados de la membrana plasmática, mientras que los discos de los conos son continuación de la membrana plasmática. El segmento interno de cada fotorreceptor contiene una densa concentración de mitocondrias intracelulares que sintetizan los nuevos discos del segmento externo.

Los axones de los conos y los bastones hacen sinapsis con las células horizontales y bipolares en la capa plexiforme externa. Las células horizontales conectan los fotorreceptores, principalmente los bastones, entre sí. Los axones de las células bipolares establecen sinapsis con las células amacrinas y con dendritas de las células ganglionares en la capa plexiforme interna. Los axones

de las células ganglionares se unen para formar el nervio óptico y se extienden hasta el cerebro.

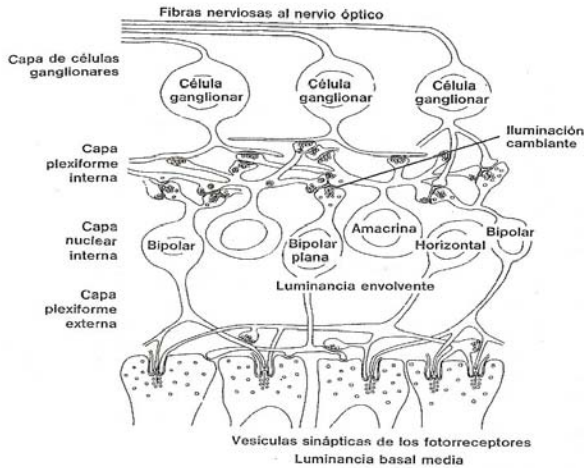


FIG 2-16

Figura 2 Contactos sinápticos en la retina.

La retina sensitiva humana contiene unos 100 millones de bastones y 6 de conos. El disco óptico no contiene fotorreceptores y es por eso que es una mancha ciega en el campo visual. La fovea contiene aproximadamente 200,000 conos/mm<sup>2</sup>. El resto de la retina contiene unos 5000 conos/mm<sup>2</sup>. la densidad máxima de los bastones se encuentra a unos 3mm de la fovea donde hay unos 150000 conos/mm<sup>2</sup> y luego cae menos abruptamente que la población de conos hasta 35000 bastones/mm<sup>2</sup> en la periferia temporal y unos 60000 en la periferia nasal.

La fotoquímica de la visión sucede cuando una parte del espectro electromagnético que constituye la luz (de 400 a 700nm) es absorbido por el pigmento de los discos fotorreceptores retinianos se inicia un potencial eléctrico gradual. Alternativamente, la energía electromagnética transfiere su oscilación a una molécula



foto pigmentaria con la que comparte la misma frecuencia natural produciendo un cambio en su forma. El potencial es amplificado y modulado en las capas internas de la retina y es propagado hasta el cerebro. Para permitir una estimulación continuada se debe renovar constantemente el pigmento de los discos fotorreceptores. Para que se interrumpa el estímulo debe cesar simultáneamente la reacción química que inicia el impulso nervioso.

Para el desarrollo de la visión del color y tener la capacidad de distinguir los colores, hay tres tipos de conos, cada uno de los cuales contiene un pigmento visual distinto. Este pigmento consta de dos porciones, una que es idéntica para todos los tipos de conos llamada 11-cis aldehído de la vitamina A 2, y la otra que es variable para todos, una proteína llamada opsina.

Los conos que son sensibles al rojo contienen eritropsina (luz roja), los que son sensibles al verde contienen cloropsina (luz verde), y los que son sensibles al azul contienen cianopsina (luz azul).

Los bastones a diferencia de los conos contienen rodopsina, que es una proteína la cual es sensible a la luz verde azulada (visión escotópica), correspondiente a longitudes de onda cercanas (500 nm).

Cuando la parte del espectro electromagnética conocida como luz visible (400 a 770nm) es absorbida por el pigmento visual de los conos y bastones, se transmite el impulso nervioso hasta el cerebro produciendo una sensación subjetiva.

Cantidades iguales de energía radiante de diferentes longitudes de onda no producen la misma sensación visual. Así, 0,001 W de luz verde se ve brillante, mientras 0,001W de luz azul se ve débil. Las unidades luminosas expresan la cantidad de energía luminosa radiante en términos de producción de la sensación de brillantez en el observador.

La función de luminosidad fotópica o del cono indica la sensibilidad de un ojo humano adaptado a la luz. Tiene una sensibilidad máxima de 555nm. La función de luminosidad escotópica indica la sensibilidad del ojo adaptado a la oscuridad y tiene una sensibilidad máxima de 507nm (rodopsina). Cuando se ven con luz débil, los objetos coloreados parecen que no tienen color. Según aumenta la iluminación aparece el color en los objetos. Este cambio de visión acromática a cromática refleja el cambio de visión escotópica a fotópica. El cambio en la función de luminosidad se denomina cambio de purkinge.

El aumento de la sensibilidad del ojo para la detección de la luz que ocurre en la oscuridad se llama "adaptación a la oscuridad". La pupila se dilata, y se producen cambios tanto neuronales como bioquímicos en la retina. En la oscuridad, después de la exposición a luz brillante que consume los foto-pigmentos visuales, existe un aumento inicial de 100 veces en la sensibilidad consecutivo a un periodo de tiempo exponencial que alcanza una meseta después de 5 a 9 minutos. Esta fase inicial se atribuye a los pigmentos fotosensibles en los conos. A partir de entonces hay un aumento de 10 x 3 a 10x5 veces en la sensibilidad que sigue a un periodo

de tiempo exponencial más lento, el cual alcanza una meseta a los 30 a 45 minutos.

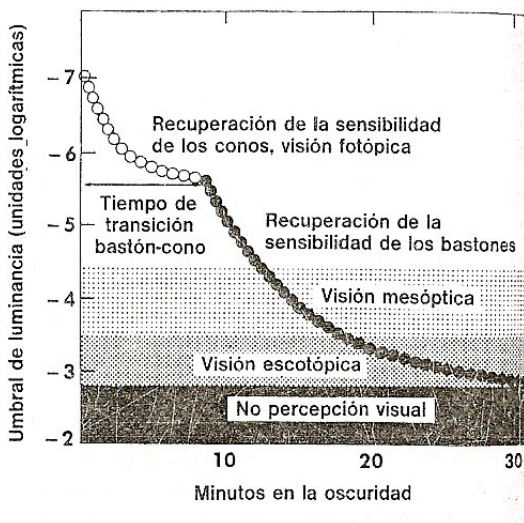


Figura 3. Curva de adaptación a la oscuridad.

Esta segunda fase es atribuida a la regeneración de la rodopsina en los bastones. Además de la regeneración de la rodopsina, los cambios en la inhibición retiniana producen mayor aumento de la sensibilidad. La adaptación a la oscuridad se retrasa si la exposición a la luz brillante es prolongada. Cuando el ojo está completamente adaptado a la oscuridad, la retina es unas 100,000 veces más sensible que cuando está despigmentada por la luz.

La exposición a la luz brillante del ojo adaptado a la oscuridad produce una marcada disminución en la sensibilidad debido a los cambios: 1. un proceso neural, que se completa en unos 0,05 seg., y 2. un proceso más lento, que aparentemente afecta al desacoplamiento del retinal y de la opsina de la rodopsina, que sucede en torno a un minuto. El mecanismo neuronal ocurre independientemente del área de la retina estimulada, mientras que el mecanismo fotoquímico afecta solamente a la región estimulada.

En el ojo adaptado a la luz se consume la rodopsina, se contrae la pupila, hay un desplazamiento de la luminosidad al extremo amarillo rojo del espectro y la concentración de hidrogeno de la retina cambian de 7,3 a 7.

El estímulo para la visión es la porción del espectro electromagnético cuyas longitudes de onda oscilan entre 400 y 700nm. El espectro electromagnético no esta coloreado, pero en humanos estimula los foto-pigmentos contenidos en 3 tipos diferentes de conos. Las señales diferenciales estimuladas por una longitud de onda en particular inicia un impulso nervioso procesado después por los elementos neurales de la retina y el cerebro para percibir el color. La percepción del color depende de la longitud de onda y la intensidad de un estímulo combinados con el nivel de adaptación de la retina. Los tres tipos de conos se especifican en la sensibilidad a las longitudes de onda. Los conos que reaccionan a longitudes de onda largas (L) tienen una sensibilidad máxima de 563nm. Los conos sensibles a longitudes de onda medias (M) tienen una sensibilidad máxima a 535nm. Los conos sensibles a longitudes de onda cortas (S) tienen una sensibilidad máxima de 420nm. Las teorías modernas del color plantean que los conos S indican el color azul, los conos M el color verde y los conos L los colores rojo y amarillo.

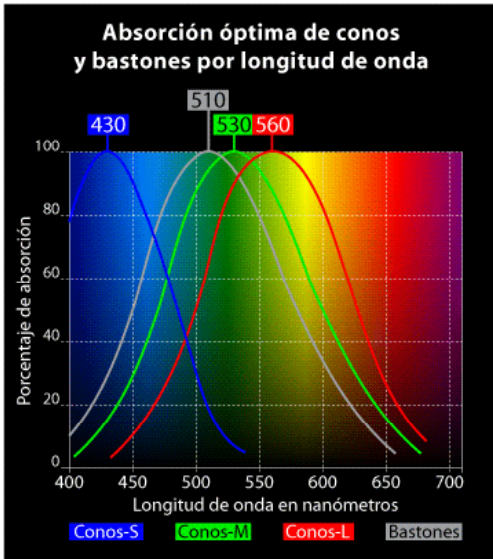


Figura 4. Absorción de la luz y longitud de onda.

Como los conos sensibles a las longitudes de onda más cortas (conos-S) reciben una imagen levemente borrosa, no hace falta que tengan la misma capacidad de resolución espacial que deben tener los otros dos grupos de conos (medios y largos). Por eso, la retina contiene unos 40 conos sensibles a longitudes largas por cada 20 conos-M sensibles a las medias, y la misma proporción de cuarenta conos largos se mantiene para cada uno de los conos sensibles a las longitudes más cortas.

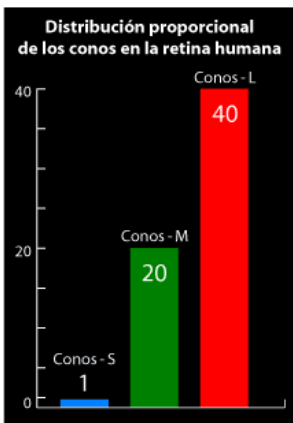


Figura 5. Distribución de conos en la retina

*Extraído de Fisiología del ojo, Adler; the psychophysical measurement of visual function, chapter 8, Wayne A.  
www.gusgsm.com/files/proporcion.gif*

## **COLOR**

Todo color viene descrito por tres atributos: tonalidad, saturación y luminancia o brillo.

**tonalidad**, es la característica del color percibido que describimos como azul, rojo, o púrpura, etc. Los tonos primarios son el azul, el rojo y el verde; Clásicamente la "rueda del color" o "rueda de los colores", se construye con todos los tonos ordenados en un círculo y colocando cada tono entre aquellos más parecidos, así como su complementario en un lugar opuesto. Con ella podemos predecir el color que resultará, cuando dos luces distintas son mezcladas. Hay dos posibilidades básicas:

- Cuando igual cantidad de tonos complementarios o igual cantidad de todas son mezcladas. El resultado es el blanco.
- Cuando tonos no complementarios son mezclados. El color resultante en este caso, está situado entre los dos tonos originales y depende de la cantidad de cada color usado. Por ejemplo, igual cantidad de rojo y verde dan el amarillo, mientras que si hay mayor cantidad de rojo que de verde, resultará el naranja.

**La saturación**, es la pureza o riqueza de un color. Cuando la luz vista por el ojo es toda la misma, decimos que el color está completamente saturado. Cuando más longitudes de onda son añadidas (o luz blanca), el color es más pálido (desaturado), aunque percibamos el mismo tono dominante. Por ejemplo, el rosa es un color desaturado del rojo.

**La luminancia o brillo**, se refiere a la cantidad de luz proveniente de un objeto (el número de fotones de luz que alcanza el ojo). El brillo es nuestra interpretación subjetiva de la luminancia.

Las alteraciones de la visión cromática pueden ser hereditarias (es decir, consecuencia de un desarrollo incompleto del sentido de la visión) o adquiridas (consecuencia de la exposición a ciertas sustancias químicas, secundarias a enfermedades oculares o sistémicas o resultado de un traumatismo craneal).

Dichas alteraciones han sido clasificadas de forma muy diversa por los expertos. A efectos prácticos, centrándonos en las discromatopsias derivadas de la acción de las sustancias químicas sobre la retina y/o el nervio óptico, utilizaremos en esta nota técnica la interpretación de la clasificación de H. Kollner (1912) hecha por Marré (1973):

- a. Defectos en el eje Rojo-Verde: asociados en general con las vías ópticas; de carácter progresivo, interesando todos los colores pero principalmente el rojo y el verde.
- b. Defectos en el eje Amarillo-Azul: de origen retiniano, con tendencia a salvaguardar la visión del rojo y del verde. Puede combinarse con (a) dando lugar a una ceguera total de los colores.

Las principales características de las alteraciones adquiridas, en contraste con las hereditarias, según François J. (1961) y Fletcher R. (1985), quedarían resumidas en el siguiente listado:

- a. Asimétricas: la alteración puede ser monocular.
- b. Pueden acompañarse de otras deficiencias en la esfera visual: agudeza visual, campos visuales, adaptación a la oscuridad...
- c. Se afecta con mayor frecuencia el eje amarillo-azul.
- d. La proporción de afectación según sexo es 1:1
- e. La gravedad de la lesión es variable, dependiendo del grado de exposición.
- f. Puede existir una cromatopsia asociada (visión coloreada de las superficies blancas).

Indudablemente, los test más apropiados para el estudio de las discromatopsias adquiridas son los basados en el sistema desarrollado por A.H. Munsell. Nos referimos a los test "Farnsworth-Munsell 100 Hue" y el "Panel D-15" en sus versiones saturadas y desaturada.



Si el objetivo no es diagnóstico sino que pretender detectar de forma precoz los efectos producidos por sustancias neurotóxicas o controlar colectivos expuestos a las mismas, los test D-15, dadas su simplicidad y rapidez, tanto de realización como de interpretación, son los más adecuados. Es más, en la esfera de las discromatopsias adquiridas, el Panel D-15 en su versión desaturada es el más recomendable, ya que ha demostrado tener una mayor sensibilidad que la versión saturada en la detección de las alteraciones no hereditarias.

### **Descripción farnsworth D-15**

El test D-15 desaturado deriva del saturado. Está compuesto por 16 pastillas de colores escogidas en el atlas de Munsell de forma que los intervalos entre tonos (Hue de Munsell) sean aproximadamente iguales, así como la luminosidad (Value de Munsell) y la saturación (Chroma de Munsell). Las coordenadas Munsell del test son R8/2. Todas las pastillas llevan un número de orden en el reverso: P para la pastilla de referencia y de 1 a 15 para el resto de pastillas.

### **Condiciones de aplicación**

El test se llevará a cabo sobre una mesa de exploración cuya superficie sea negra o gris mate. Se apagará la luz de la sala donde se realice el test, iluminando las pastillas de colores mediante un punto de luz situado a 30cm, tipo C (6700K: mired 149) y de 1150 lux. Se evitarán fluorescentes o lámparas de tungsteno. Si el trabajador es portador de corrección óptica

realizará el test con la misma, salvo que los cristales sean coloreados. En dicho caso se corregirá su déficit visual mediante lentes correctoras no coloreadas. Se explorará cada ojo por separado y se comprobará cualquier alteración repitiendo el test. No existe tiempo límite para la realización del mismo.

### Realización del test

Las pastillas de colores se dispondrán sobre la mesa en desorden, salvo la pastilla de referencia que se dejará dentro del estuche. Se instruirá al trabajador para que ordene, a partir de la pastilla de referencia, el resto de pastillas por similitud cromática.

### Anotación del test

Se anotará el orden establecido por el trabajador en la hoja de respuestas (ver figura 6) y se establecerá el diagrama resultante.

PANEL D-15 DESATURADO

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
nº HC \_\_\_\_\_

OJO DERECHO

TEST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RETEST															

OJO IZQUIERDO

TEST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RETEST															

DIAGNÓSTICO:

Figura 6. Diagrama de anotación Farnsworth D 15.

## Interpretación del test

El test puede tener una valoración tanto cualitativa como cuantitativa. La primera se basa en la disposición de los errores cometidos según los ejes representados en el diagrama. La segunda básicamente en el cálculo del TCDS (Total Colour Difference Score) y del CCI (Colour Confusion Index) definidos por Bowman K.J. et al (1983).

## Interpretación cualitativa

**Normal:** la visión cromática normal se verá reflejada en el diagrama por un círculo perfecto o por la existencia de un solo error o de varios errores mínimos entre pastillas contiguas (ver figura 7).

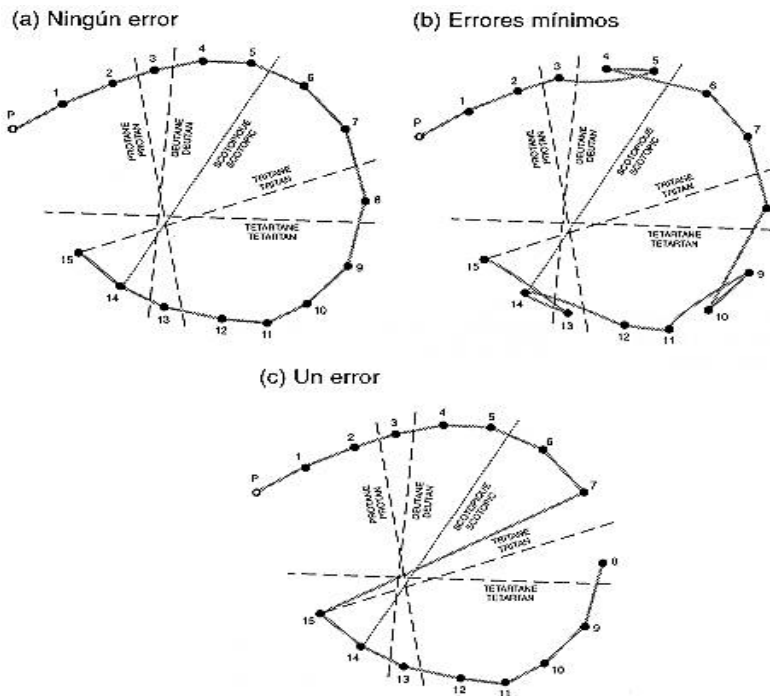


Figura 7: Resultado normal

**Alteración del eje Amarillo-Azul:** el diagrama resultante presentará líneas paralelas a los ejes Tritan (ver figura 8).

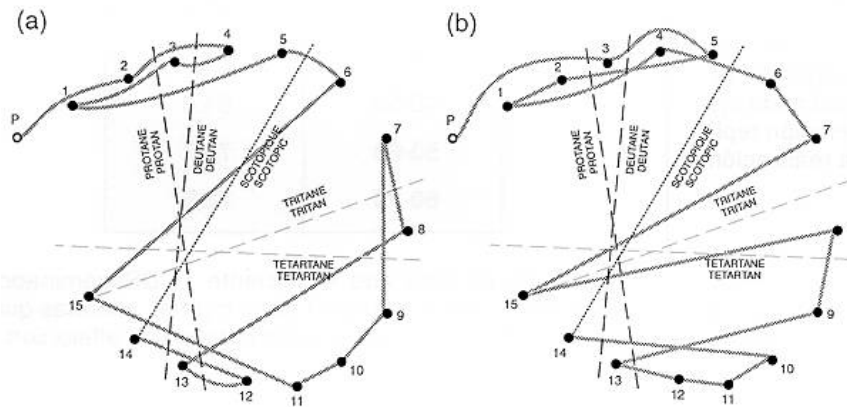


Figura 8. Alteración en el eje azul amarillo

**Alteración de ambos ejes:** el diagrama resultante será una combinación de las dos categorías anteriores (ver figura 9).

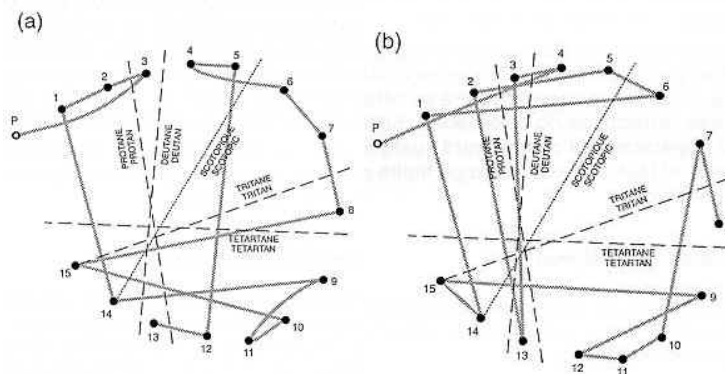


Fig. 9: Alteración en ambos ejes

Extraído de [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_352.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_352.htm)  
 (http://74.125.45.104/search?q=cache:3vHRJnbUy-  
 EJ:www.mtas.es/insht/ntp/ntp\_352.htm+visi%C3%B3n:+M%C2%AA+D

olores+Sol%C3%A9+G%C3%B3mez+CENTRO+NACIONAL+DE+CONDICIONES+DE+TRABAJO&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=co)

## **Antecedentes**

El efecto de los derivados del petróleo y los solventes en la visión cromática ha sido investigado en industrias petroleras y lavanderías a través de estudio de casos controles por el (*Departamento de Optometría de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Kebangsaan Malaysia, Jalan Raja Muda Abdul Aziz, Kuala Lumpur, Malasia, 2004*). En este estudio se evaluó la discriminación al color a través de dos test: Ishihara; Farnsworth Munsell 100 y D-15, encontrándose dificultad para la discriminación en el D-15 a las tonalidades de azul y amarillo en su mayoría, mientras que con el FM 100, no se encontraron variaciones estadísticamente significativas.

Los cambios en la visión cromática después de dos años de seguimiento a trabajadores expuestos a percloroetileno en Modena Italia, mostró que hubo una disminución leve a la discriminación cromática del azul y amarillo, dependiente de las concentraciones de solvente y los horarios de trabajo, así sea a bajas dosis y horarios cortos pueden generarse cambios, se comprobó que los cambios así sean leves en la discriminación al color por percloroetileno son irreversibles. (*Gobba F, Righi E, Fantuzzi G, Predieri G, Cavazzuti L, Aggazzotti G. 2000*)

Un estudio de casos y controles realizado en el Departamento de Ciencias Ambientales y la Escuela de Medicina de la Universidad de Tohoku de Sendai Japón, mostró los cambios en la visión

cromática de trabajadores expuestos a solventes hacia las tonalidades de azul y amarillo, pero también algunos cambios en las tonalidades del rojo y el verde. ( *Nakatsuka H, Watanabe T, Takeuchi Y, Hisanaga N, Shibata E, Suzuki H, Huang MY, Chen Z, Qu QS, Ikeda M., 2001*).

El percloroetileno es un líquido incoloro, no inflamable que tiene un olor dulce, parecido al del éter. También se llama percloroetileno, tetracloroetileno, tetracloroetileno, PCE, o PERC. La fórmula química del percloroetileno es  $C_2Cl_4$ .

El percloroetileno es un producto de manufactura química que se usa sobre todo para el lavado en seco de textiles y para desgrasar metales. También se usa en la fabricación de otras sustancias químicas, incluidos clorofluorocarbonos, y revestimientos de caucho; como fluido aislante y gas refrigerante en transformadores eléctricos; y como agente para estregar, aplicación y retirada de material gelatinoso de textiles. Es un ingrediente de productos en aerosol, jabones disolventes, tintes de impresión, adhesivos, sellantes, removedores de pintura, recubrimientos de papel, tratamiento de cueros, limpiadores, pulidores, lubricantes y siliconas para automóviles. También es un ingrediente en algunos productos de consumo masivo, como el corrector líquido para máquinas de escribir, adhesivos, quitamanchas, limpiadores para madera y betún para zapatos.

*Extraído de*  
<http://toxtown.nlm.nih.gov/espanol/chemicals.php?id=57>

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del experimento**

Se realizó el examen de Farnsworth D-15 en trabajadores de lavandería por primera vez al inicio de la jornada, de forma monocular, igualmente al final de la jornada del mismo día y la segunda toma al mes siguiente, al inicio y final de la jornada. Para la realización del examen todos los pacientes usaron corrección óptica actualizada y fueron excluidos aquellos que presentaron alteración del color en la primera toma.

### **Muestra y lugar**

Se realizó el estudio con una muestra de 50 pacientes trabajadores de lavanderías industriales en las localidades de Usaquén y Suba, Se excluyeron del estudio todos los trabajadores que presenten alguna alteración en cualquiera de los exámenes antes de la jornada laboral como los pacientes que presenten estrabismos, enfermedades de base como diabetes, hipertensión, síndrome sjôrgen, maculopatías, alteraciones genéticas al color, como deuteranomalía, protanomalía o tritanomalías.

Se visitaron 9 lavanderías, las cuales se encontraban en localizadas en las localidades de Suba y Usaquén. Cada lavandería se visito por lo menos tres veces, la primera visita para pedir la debida autorización y ver en general como estaba compuesta y cuantos trabajadores había, en la segunda visita se procedió a hacer la primera toma de los test antes de haberse iniciado la jornada laboral y ese mismo día al terminar la jornada; y la

tercera visita se llevo a cabo un mes después de la primera, realizando el test al inicio y final de la jornada.

Se encontró que cada lavandería estaba conformada en promedio por 3 a 6 trabajadores, los cuales se desempeñan en labores de lavado y planchado rotando la mayoría de las veces en estos puestos.

### **Técnicas**

Todos los pacientes firmaron un consentimiento (de acuerdo a Helsinky), antes de iniciar el estudio, para ser incluidos dentro del mismo, después de que se les explico en detalle cada uno de los procedimientos que se realizaran y los riesgos potenciales.

Antes de realizar el test a cada paciente se le realizó toma de agudeza visual con optotipo de snellen (números y letras) a 3 metros, compensando la distancia en medidas de pies.

Refracción estática a 50 cm, subjetivo y afinación para que el resultado encontrado fuera con el máximo de visión del paciente. Los pacientes diagnosticados con ambliopía, estrabismo o con cambios en el fondo de ojo fueron excluidos de la muestra.

El test D-15 está compuesto por 16 pastillas de colores escogidas en el atlas de Munsell de forma que los intervalos entre tonos (Hue de Munsell) sean aproximadamente iguales, así como la luminosidad (Value de Munsell) y la saturación (Chroma de Munsell). Las coordenadas Munsell del test son R8/2.



Todas las pastillas llevan un número de orden en el reverso: P para la pastilla de referencia y de 1 a 15 para el resto de pastillas.

El test se llevó a cabo sobre una mesa de exploración cuya superficie debía negra o gris mate. Se realizó el test en un salón con iluminación media, iluminando las pastillas de colores mediante un punto de luz situado a 30cm, tipo C (6700K: mired 149) y de 1150 lux. Se exploró cada ojo por separado y se comprobó cualquier alteración repitiendo el test. No se tuvo tiempo límite para la realización del mismo.

El método estadístico que se utilizó fue la prueba de homogeneidad marginal.

## RESULTADOS

Mediante la realización del test Farnsworth D-15 se encontró en algunos de los pacientes alteraciones de tipo cromático las cuales no estaban presentes en la primera toma, y que evidencian el daño causado por las sustancias químicas ya nombradas, en las células retínales encargadas de la visión del color (conos).

Se evaluaron 50 pacientes de los cuales 29 eran mujeres y 11 hombres con edades entre 18 y 40 años quienes trabajaban en el área de lavado y plancha. Del total de la muestra se encontró que 17 pacientes resultaron con alteración al color, 11 mujeres y 6 hombres. De estos 17 pacientes 10 trabajan 8 horas diarias y los 7 restantes trabajan 12 horas diarias.

El tiempo que llevan laborando estos pacientes varia entre 6 meses y 5 años de esta forma: 5 trabajadores llevan 7 meses trabajando, 2 trabajadores llevan 9 meses, 8 trabajadores llevan 2 años y otros 2 trabajadores llevan mas de 4 años trabajando en las lavanderías.

De estos 17 pacientes 2 presentaron protanopia, otros 3 presentaron deuteranopia y 12 tritanopia.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>PROTANE</b>	<b>DEUTANE</b>	<b>TRITANE</b>	<b>NORMAL</b>

## Prueba de homogeneidad marginal

Prueba no paramétrica para dos variables ordinales relacionadas. Esta prueba es una extensión de la prueba de McNemar para respuestas binarias a las respuestas multinominales. Contrasta los cambios de respuesta utilizando una distribución Chi-cuadrado. Es útil para detectar cambios en las respuestas debidos a la intervención experimental en los diseños antes-después.

**Tabla 1. Prueba de homogeneidad marginal**

Prueba de homogeneidad marginal	
	FR1 y FR2
Valores distintos	4
Casos no diagonales	13
Estadístico de HM observado	34,000
Media del estadístico HM	35,000
Desviación típica del estadístico de HM	1,871
Estadístico de HM tipificado	-,535
Sig. asintót. (bilateral)	,593

Se supone una hipótesis nula  $H_0$ : Hay homogeneidad marginal vs.  $H_a$ : No hay homogeneidad marginal. Si se compara el valor-p del estadístico HM (0.593) con un nivel de significancia de 5%, no hay evidencia para rechazar  $H_0$ . Por lo anterior se supone que hay homogeneidad en las respuestas de cada categoría de farnsworth, en la toma al inicio y al final de la jornada.

El resultado de la prueba era lo que se esperaba al analizar los porcentajes por categoría. Tanto la categoría Protane como Deutane tuvieron un 5% de los trabajadores; mientras que tritane

tuvo 28% (12 casos) al inicio de la jornada de la segunda toma y un 33% (14 casos) al final de la misma, y la categoría normal presentó 27 casos al inicio de la jornada (63%) y 25 al final (58%).

La tritanopia es una disfunción visual en la cual hay carencia de sensibilidad al color azul, se produce, cuando los tritaconos que captan la porción del espectro visible de luz azul, presentan inactividad.

## DISCUSION

Se han realizado estudios acerca del daño visual a nivel de la retina en trabajadores de lavandería, que están expuestos a las soluciones químicas nombradas anteriormente. Estos estudios no abarcan la totalidad de la gravedad, realizando únicamente una serie de teorías y cuestionamientos acerca de este problema.

El estudio realizado por *Jalan Raja Muda Abdul Aziz, Kuala Lumpur, Malasia, 2004* por el departamento de optometría utilizó también el test Farnsworth Munsell D-15 y 100 para detectar alteraciones en trabajadores de lavandería, el cual encontró alteraciones en los conos azules y amarillos por exposición a los químicos evaluado con el Farnsworth Munsell D-15 teniendo en común la alteración en conos azules con esta investigación, pero no encontraron alteraciones en el D-100, test que no fue utilizado en la muestra; sin embargo no especifican si se realizó al mismo grupo de personas.

En el estudio de *Gobba F, Righi E, Fantuzzi G, Predieri G, Cavazzuti L, Aggazzotti G. 2000* Modena Italia se concluyó durante dos años que la exposición a estos químicos causaban alteración en los conos azules sin importar el tiempo ni la concentración de la exposición al químico y son irreversibles, coincidiendo con esta investigación en los hallazgos de prevalencia en tritanopia.

En el estudio realizado en el Departamento de Ciencias Ambientales y la Escuela de Medicina de la Universidad de Tohoku de Sendai Japón por *Nakatsuka H, Watanabe T, Takeuchi Y, Hisanaga N, Shibata E, Suzuki H, Huang MY, Chen Z, Qu QS, Ikeda M., 2001*, se evidenciaron cambios en la visión cromática de trabajadores expuestos a solventes hacia las tonalidades de azul y amarillo, pero también algunos cambios en las tonalidades del rojo y el verde, encontrándose similitudes con esta investigación ya que no solo hubo hallazgos de tritanopia sino de deutane y protane pero en menor proporción.

## **CONCLUSIONES**

1. Según esta investigación se encontraron alteraciones en la visión cromática por exposición a los solventes químicos analizados, afectando principalmente los conos azules encargados de captar las longitudes de onda de 500 a 430nm, correspondientes a tritano.
2. Del 100% de la muestra el 20% de pacientes tenían alteración de la visión de color, se encontró alteración en la categoría protane y deutane en un 5% y se evidencia predominancia de tritano en un 60 % del total de pacientes alterados.
3. En los dos casos en los cuales se presento un cambio de anomalía al inicio y luego al final de la jornada, se analiza que puede ser ocasionada porque el químico utilizado en el proceso, afecta conos retinianos diferentes.

## Recomendaciones

Es importante implementar una campaña de prevención y de diagnóstico precoz, divulgando dentro del medio de las lavanderías la importancia ocupacional que conlleva esta patología adquirida en el medio de trabajo, para así mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

Por medio de esta investigación se puede fomentar un plan de prevención tanto en los trabajadores de lavanderías como en los dueños de estos establecimientos para que se tenga en cuenta la salud y calidad de vida del trabajador realizando periódicamente exámenes que permitan el diagnóstico precoz de la toxicidad retiniana.

Teniendo en cuenta que se producen alteraciones al color por la exposición a los químicos, conviene contrastar estos resultados con el electroretinograma y potencial visual evocado.



## BIBLIOGRAFIA

ADLER, Francis Heed. Physiology of the eye. Clinica application. Tird edition. Chapter 20 color vision. The C.V Mosby Company S.T Louis 1959.

NEWELL, Frank W. Oftalmología. Fundamentos y conceptos. Séptima Edición. Mosby 1992, Capítulo 2 página 82 – 94.

*NORTON, Thomas. The psychophysical measurement of visual function, chapter 8 color vision, Wayne A. Editorial Botterworth Heinrmann 2002.*

*Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals, Gobba F, Cavalleri A, Cattedra di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Igienistiche, Università di Modena e Reggio Emilia, 41100 (MO) Modena, Italy. f.gobba@unimore.it*

*Lomax RB, Ridgway P, Meldrum M, Field Operations Directorate CSD1, Health and Safety Executive, Bootle, Merseyside, UK.  
[richard.lomax@hse.gsi.gov.uk](mailto:richard.lomax@hse.gsi.gov.uk)*

*[www.gusgsm.com/files/proporcion.gif](http://www.gusgsm.com/files/proporcion.gif)*

*[http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_352.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_352.htm)  
(<http://74.125.45.104/search?q=cache:3vHRJnbUy-EJ:www.mtas.es/insht/ntp/ntp.co>)*

## Anexo

### 1. FORMATO HISTORIA CLINICA

Historia Clínica

***‘VALORACION DE LOS FACTORES DE RIESGO OCUPACIONALES Y EFECTO SOBRE LAS ALTERACIONES OCULARES Y VISUALES EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LAVANDERIAS EN USAQUEN Y SUBA’***

#### Datos Personales

Nombre Completo: \_\_\_\_\_

Documento identificación: \_\_\_\_\_

Edad:

18-23 años	24-29 años	30-35 años	36-41 años	42-47 años
------------	------------	------------	------------	------------

Dirección: \_\_\_\_\_

Sexo 

M	F
---	---

Teléfono Casa: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

Nombre de lavandería: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo: 

Lavado	Planchado
--------	-----------

Tiempo que lleva laborando: 

< 1 año	1-2 años	3-4 años	5 años
---------	----------	----------	--------

#### CUESTIONARIO DE MURUBE

Sintomatología

Puntaje

1. Enrojecimiento ocular	
2. Borde de párpados inflamados	
3. Escamas o costras en párpados	
4. Párpados pegados al levantarse	
5. Secreciones (legañas)	
6. Sequedad de ojo	
7. Sensación de arenilla	
8. Sensación de cuerpo extraño	
9. Ardor/Quemazón	
10. Picor	
11. Malestar de Ojos	
12. Dolor Agudo (pinchazos en los ojos)	
13. Lagrimeo	
14. Ojos llorosos	
15. Sensibilidad a la luz (fotofobia)	
16. Visión borrosa transitoria que mejora con el parpadeo	
17. Cansancio de ojos o párpados	
18. Sensación de pesadez ocular o palpebral	

Cada uno de estos síntomas se clasificará según la gravedad que tuvo durante la última semana según la siguiente escala

- 0: No tiene ese síntoma.
- 1: Pocas veces tiene ese síntoma.
- 2: A veces tiene ese síntoma pero no le molesta.
- 3: Frecuentemente tiene ese síntoma, le molesta, pero no interfiere en sus actividades.
- 4: Frecuentemente tiene ese síntoma, le molesta e interfiere en sus actividades.

Puntaje Total de Cuestionario \_\_\_\_\_  
Tiempo de la Sintomatología \_\_\_\_\_

Anamnesis

Signos y síntomas:

SIGNOS	SÍNTOMAS
Ojo rojo	Ardor ocular
Fotofobia	Cefalea
	Visión borrosa
	Visión borrosa
	Lagrimeo
	Dolor ocular
	<visión próxima
	<Visión lejana

Antecedentes: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Agudeza Visual

Test: \_\_\_\_\_

SC Lejos	SC cerca	CC lejos	CC Cerca
OD	OD	OD	OD
OI	OI	OI	OI
AO	AO	AO	AO

Oftalmoscopia

OD	normal	anormal
OI	normal	anormal

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Test Adicionales: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Visión Cromática

Test:

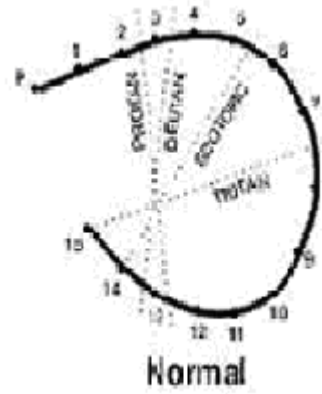
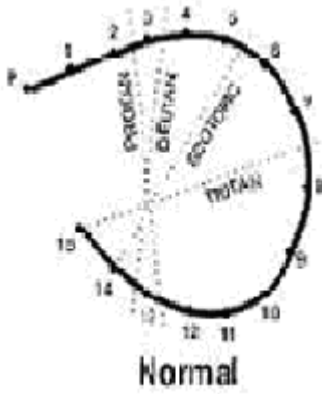
INICIO DE LA JORNADA

TEST:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

TEST

RETEST



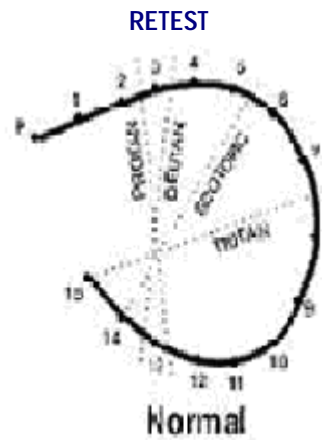
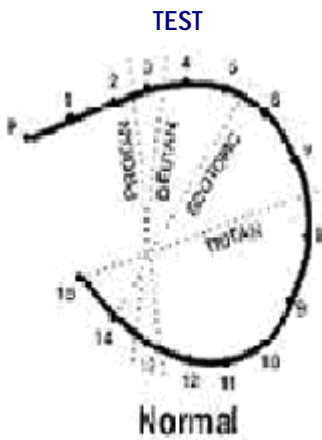
**FINAL DE LA JORNADA**

TEST:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

RETEST:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



Primera toma

Schirmer (toma en 5 sg) BUT

OD: \_\_\_\_\_

OI: \_\_\_\_\_

Primera toma

Schirmer (toma en 5 sg) BUT

OD: \_\_\_\_\_

OI: \_\_\_\_\_

**CITOLOGIA DE IMPRESION**

**RESULTADOS:**

OD	Se toma	No se toma
OI	Se toma	No se toma

---

---

**Ⓢ CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo \_\_\_\_\_ con C.C. \_\_\_\_\_ Certifico que he sido informado sobre mi participación como caso clínico en el estudio "VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO OCUPACIONALES Y EFECTO SOBRE LAS ALTERACIONES OCULARES Y VISUALES EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LAVANDERIAS EN USAQUEN Y SUBA" que conozco los riesgos posibles de los procedimientos no invasivos y que acepto participar en el.

Firma \_\_\_\_\_ C.C. \_\_\_\_\_

---

C.C Paciente

---

C.C Examinador