UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

CONTROL DE INTERFASES EN OLEODUCTOS DE PRODUCTOS POR CAMBIOS DE COLOR

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
QUIMICA

TESIS QUE PRESENTA LA ALUMNA

GLORIA SERMENT CABRERO

PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

MEXICO, D. F. 1953.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

665.5 (04)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS.

CONTROL DE INTERFASES EN OELODUCTOS DE PRODUCTOS POR CAMBIOS DE COLOR.

Tesis que presenta la alumna
GLORIA SERMENT CABRERO
para obtener el título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO.

QUIMICA

México, D. F. 1953.

Dedico este trabajo a:

Mis padres y hermanos.

A mis Maestros y compañeros.

A Petróleos Mexicanos.

INTRODUCCION CON DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

TEORIA

DATOS EXPERIMENTALES Y CALCULOS.

ANALISIS DE LOS PRODUCTOS Y DE SUS MEZCLAS

FORMULAS QUIMICAS DE SU COMPOSICION

METODOS PARA LA DETERMINACION DE INTERFASES

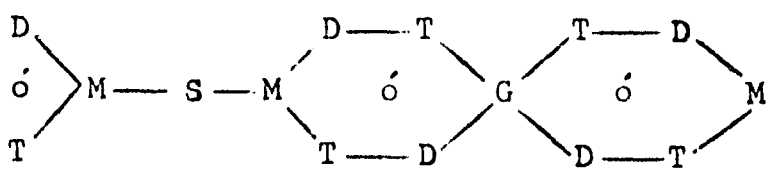
BIBLIOGRAFIA.

I N T R O D U C C I O N

El proceso económico del transporte de los productos elaborados en las Refinerías de Petróleo, comprende, en la actualidad, la construcción de oleoductos por los cuales circularán unos después de otros, productos refinados y semirefinados, para obtener un máximo de rendimiento de dichos oleoductos. El bombeo de estos productos, debido a la turbulencia de flujo y a que no hay ningún medio de separación entre ellos, da como resultado que se contaminen mutuamente.

Los productos puros, a los que llamaremos fases, están separados por una interfase de productos contaminados que se deben recibir en el tanque de la fase a la que causen menor daño. Para poder hacer el cambio de tanque, ya sea al principio o al fin de una interfase, es indispensable poder determinar el momento de su llegada a la terminal de bombeo, así como el momento en que principia a fluir la fase siguiente.

De acuerdo con ésto, la secuencia en que serán bombeadas las fases en el oleoducto de productos es:



donde:

T E O R I A .

El ojo humano es el receptor que capta la forma de energía radiante que el cerebro interpreta como una sensación de luz. La descripción de esta energía radiante pertenece a la Física; el estudio de la reacción del mecanismo visual a la Psicofísica; y la interpretación de la forma en que afecta al consciente, a la Psicología. Esto hace que el lenguaje de la Colorimetría tenga términos equivalentes en las ciencias citadas, por lo que a continuación aparecen estos términos:

" TABLA A "

	FISICA	PSICOFISICA	PSICOLOGIA	
	ESTIMULO VISUAL	LUZ	SENSACION VISUAL	PERCEPCION VISUAL
SENTIDO DE PROPAGACION	ENERGIA RADIANTE COMPOSICION ESPECTRAL	ENERGIA LUMINOSA COLOR	SENSACION DE COLOR	
	CARACTERISTICAS DE LA ENERGIA RADIANTE	CARACTERISTICAS DE LA LUZ-COLOR	ATRIBUTOS DE LA SENSACION DE COLOR	FORMAS CORRESPONDIENTES DE LA APARIENCIA
	(1) FLUJO RADIANTE	(1) FLUJO LUMINOSO	(1) BRILLANTE	ABERTURA (1 - 5)
DE LA FUENTE	(A) RADIANCIA	(A) LUMINANCIA		ILUMINANTE (1 - 8)
A LA SUPERFICIE	(B) IRRADIANCIA	(B) ILUMINANCIA		ILUMINACION (1 - 3)
DE LA SUPERFICIE	(C) REFLECTANCIA RADIANTE	(C) REFLECTANCIA LUMINOSA		FORMA DE OBJETO: SUPERFICIE (1 - 11)
A TRAVES DE LA SUPERFICIE	(D) TRANSMITANCIA RADIANTE	(D) TRANSMITANCIA LUMINOSA		VOLUMEN (1 - 9)
				ATRIBUTOS DE LA FORMA DE APARIENCIA
	DISTRIBUCION ESPECTRAL	CROMATICIDAD	CROMACIDAD	(1) BRILLANTEZ O CLARIDAD (2) MATIZ (3) SATURACION (4) TAMAÑO (5) FORMA (6) LOCALIZACION (7) FLUCTUACION (8) CENTELLEO (9) TRANSPARIENCIA
	COMPOSICION ESPECTRAL RELATIVA, CALIDAD	(2) LONGITUD DE ONDA DOMINANTE O COMPLEMENTARIA	(2) MATIZ	
	PUREZA RADIANTE	(3) PUREZA	(3) SATURACION	(10) ESPLENDOR (11) LUSTRE

S = Supermexolina

M = Mexolina

D = Diáfano

T = Tractomex

G = Gasóleo

Por lo tanto los componentes de las interfases son:

1.- Supermexolina y Mexolina

2.- Mexolina y Diáfano.

3.- Mexolina y Tractomex.

4.- Diáfano y Tractomex.

5.- Diáfano y Gasóleo.

6.- Tractomex y Gasóleo.

En la actualidad, se emplean en diferentes países, varios métodos para determinan los extremos de las interfases; unos resultan excesivamente costosos y otros no son aplicables a este problema.

Este trabajo describe métodos que permiten la determinación de una interfase, con un dos porciento de error máximo, y da las bases para la construcción de un aparato fotoeléctrico que puede indicar el momento en que hay que hacer un cambio de tanque, o bien hacer el cambio a través de sistemas electromagnéticos que actúen sobre válvulas automáticas.

Para poder hacer inteligible un trabajo basado en Colorimetría; ciencia cuyos principios y terminología son tan poco conocidos, ha sido necesario describir en detalle esos principios, su teoría y el lenguaje que le es propio.

Ya se ha dicho que para que resulte comprensible un trabajo basado en la Colorimetría, es necesario empezar por describir sus principios fundamentales y así, ahora se empieza por definir y explicar lo que es color y luz blanca.

Color es sólamente un concepto psicofísico, obtenido al evaluar un estímulo físico em términos de un observador normal capaz de reaccionar de un modo único a matiz, saturación y brillantez.

Esta definición, es la dada por la Optical Society of América en su informe de 1944 y está basada en el estímulo psicofísico provocado por la forma de energía radiante que se llama luz y de la cual un observador se percata a través de las sensaciones visuales, al estimularse la retina del ojo.

La luz está compuesta de fotones, cada uno vibrando a una sola y característica frecuencia y propagándose de la fuente a una velocidad cercana a 300,000 Km/seg. El ojo como receptor de esta energía es solamente sensible a los fotones que vibran con frecuencias entre 430 y 750 billones de ciclos por segundo.

Estos límites de sensibilidad se expresan generalmente en longitud de onda (λ) y no en frecuencia. La longitud de onda se calcula simplemente dividiendo la velocidad de propagación (c) entre la frecuencia (f) y expresando el resultado en milimicras (mμ), que es una unidad igual a una mil millonésima de metro. En esta unidad los límites de sensibilidad del ojo como receptor de energía radiante caen entre 400 y 700 mμ.

La luz blanca, es decir, la luz del sol más la luz de un cielo sin nubes, consta de fotones vibrando a todas las longitudes de onda comprendidas dentro de esos límites. Por lo tanto, de acuerdo con la definición anterior, la luz blanca no es color ya que no tiene matiz, y su saturación, como se verá más adelante, es

igual a cero. Sobre esta base tampoco el gris y el negro son colores, sino fenómenos mentales cuya presencia indica brillanteces menores que no son provocadas por la calidad de la luz en sí. El aspecto externo de superficies grises o negras, se concibe estableciendo comparación con una superficie de menor brillantez que exista realmente, o de la cual se tenga un concepto mental bien definido.

Si se hace pasar luz blanca a través de un prisma o de una rejilla, la luz se descompone, en el primer caso por refracción, en el segundo por difracción, y entonces se ven colores cuya frecuencia está dentro de los límites de sensibilidad del ojo, es decir entre 400 y 700 mμ, y al conjunto de los cuales se les dá el nombre de espectro visible. Entonces, dividiendo esas frecuencias en bandas espectrales distinguibles entre sí como sensaciones distintas y dándoles las nomenclaturas comunes de color se tiene que:

El violeta	cae	entre	400	y	450	mμ
El azul	"	"	450	y	500	mμ
El verde	"	"	500	y	570	mμ
El amarillo	"	"	570	y	590	mμ
El anaranjado		"	590	y	610	mμ
El rojo	"	"	610	y	700	mμ

Al hacer pasar la luz blanca por el prisma o por la rejilla lo que se ha logrado es obtener un análisis de la radiación visible. De lo anterior se llega a la conclusión que el ojo no es un instrumento capaz de analizar esta forma de energía, sino solamente de integrar el efecto de una serie de radiaciones, distintas entre sí, por su longitud de onda, en un fenómeno mental de luz.

Si se hacen pasar las radiaciones que transmite el filtro Wratton 25 A y que tienen longitudes de onda entre 600 y 700 mμ

a la mitad del campo de un instrumento para igualar colores, se verá un rojo. Si a la otra mitad del campo se manda un color espectral puro, con una longitud de onda de 810 mμ, se verá que las dos sensaciones son exactamente iguales. Lo que se ha hecho en este caso es igualar la sensación monocromática de 610 mμ, con una serie de lingitudes de onda en la zona espectral roja.

La mezcla de una o más radiaciones de color, da pues lugar a un tercer color, distinto de los que lo provocan y en el cual no se pueden distinguir las radiaciones originales. Los trabajos experimentales de Thomas Young y más tarde de James Clerk Maxwell demostraron que si se toman solamente tres bandas monocromáticas, ampliamente separadas en el espectro, y se proyectan una sobre otra, en proporciones adecuadas, es posible igualar la apariencia mental de cualquier otra parte del espectro. Los resultados de esta aseveración se pueden resumir como sigue:

1o.- La mezcla de luces de dos longitudes de onda producirá una tercera que cae entre las dos en el espectro, exceptuando en sus extremos, donde se forman una serie de morados relacionados con el extremo de longitudes de onda corta en la región de los violetas. La longitud de onda de la luz que se iguala, varía con la intensidad relativa de las dos longitudes de onda escogidas, siendo continua de una a la otra en porcentajes que varían entre cero y cien.

2o.- Existe una serie de pares de luz monocromática que al mezclarse entre sí producen luz blanca. A estos pares se les llama longitudes de onda complementarias.

3o.- No existen pares de longitudes de onda complementarias para la parte central del espectro donde está la región

de los verdes.

4o.- Se puede igualar cualquier color del espectro con luz de una sola longitud de onda más luz blanca, con excepción de los morados y "magentas" que no existen en el espectro.

5o.- Los colores que no pueden ser igualados con luz monocromática más luz blanca, pueden dar luz blanca por la adición de alguna banda de la región verde del espectro de la cual son complementariod.

Las aseveraciones hechas en los cinco puntos anteriores dan lugar a la ecuación que liga los colores.

$$mX + nY + pZ + qD = 0$$

donde:

m, n, p y q son constantes que pueden tener valores negativos, positivos o bien ser cero, pero no todos ellos pueden ser cero simultáneamente; y X, Y, Z y D son colores. Esto quiere decir que es posible igualar cualquier color por una combinación de los otros tres. Experimentalmente esto se puede llevar a cabo haciendo pasar a la mitad del campo fotométrico de un instrumento para igualar colores, una unidad del color X, mientras que a la otra mitad se pasan n/m unidades de color Y, p/m unidades de color Z y q/m unidades del color D. Si alguno de los coeficientes en la ecuación resulta negativo, entonces estos colores se añaden al color X y la mezcla se equilibra con los colores remanentes.

Ya se ha dicho que la luz blanca es la luz del sol más la luz de un cielo sin nubes, también se ha indicado que está compuesta de fotones que vibran con longitudes de onda entre 400 y 700 mμ sin embargo, esta descripción resulta inadecuada para la discusión que sigue y es indispensable decir que las especificaciones de esta

energía radiante, son el resultado de un acuerdo tomado en 1931 por los representantes de varias naciones, que formaron el grupo llamado International Commissión On Illumination, en los Estados Unidos de Norteamerica, y Commission Internationale D'Eclairage, en Inglaterra y en el continente Europeo. Este comité definió las especificaciones de tres luces blancas: la del denominado iluminante C, que es la norma para la Colorimetría, que iguala a la luz del sol más la luz de un cielo sin nubes, y que se ha empleado en los cálculos de este trabajo; la del iluminante B que iguala la luz promedio del sol de medio día y por último, la del iluminante A que representa una luz de tungsteno en atmósfera de gas inerte.

Las especificaciones de estas luces están dadas fijando la energía relativa que contienen en cada longitud de onda, desde 400 hasta 700 mμ. Estas especificaciones aparecen en el Hand Book of Colorimetry de A. C. Hardy.

Es evidente que resulta imposible estimular el ojo de un observador a una luz de calidad espectral conocida y esperar que pueda describir la sensación que percibe, así como tampoco podría describir la sensación de un pinchazo de alfiler. Lo que el observador sí podría hacer, es decir, por ejemplo, que la sensación del pinchazo le recuerda la sensación del contacto con un objeto caliente. Esta analogía sugirió a varios investigadores la posibilidad de evaluar el color empleando ciertos "estímulos primarios" básicos, que fueron denominados X, Y, y Z, y se conocen con el nombre de "valores triestrimulares". El procedimiento experimental para llevar a cabo esta evaluación consistió en hacer pasar a la mitad del campo fotométrico de un instrumento para igualar colores, una serie de luces monocromáticas de longitudes de onda entre 400 y 700 mμ, e igualar el otro campo tomando los colores espectrales con -

longitudes de onda de 460, 530 y 650 mμ que se escogieron arbitrariamente, o bien, la luz transmitida por filtros azul, verde y rojo. La cantidad relativa que se requirió de cada uno de estos colores espectrales, o de cada una de las luces transmitidas por estos filtros, dió los valores triestimulares para la luz monocromática de una longitud de onda definida.

La sensibilidad respectiva del ojo humano varía con cada longitud de onda, aproximándose a cero en 400 y 700 mμ y teniendo un máximo en 556 mμ, es decir, en la región verde. (Hand Book of Colorimetry of A. C. Hardy.)

La sensibilidad del ojo es solamente válida a los niveles de flujo luminoso que se pueden describir como comunes y que tienen cantidades de energía de 0.2 a 2,000 bujías por pie cuadrado aproximadamente; entre estos niveles la visión recibe el nombre de "fototópica".

En la visión llamada "estotópica", donde el flujo luminoso es de solo 0.1 bujías por pie cuadrado, la sensibilidad máxima se desplaza hacia el lado azul del espectro, entre 556 a 416 mμ, pero la forma de la curva de sensibilidad permanece prácticamente igual. A niveles aún más bajos, la sensación de color desaparece porque los elementos centrales de la retina, los "conos", que son los sensibles al color dejan de actuar y solamente operan los "cilindros" que son sensibles a la intensidad luminosa; por este motivo, en estos niveles bajos, todos los objetos aparecen como grises más o menos obscuros, o como negros.

Ha sido necesario hacer mención de la sensibilidad espectral del ojo para poder continuar con la discusión sobre los valores triestimulares. En efecto y puesto que existe un número infinito de estos valores se puede pasar de un sistema a otro con la solu-

ción de las ecuaciones simultáneas:

$$r' = K_1 r + K_2 g + K_3 b \qquad (2)$$

$$g' = K_4 r + K_5 g + K_6 b \qquad (3)$$

$$b' = K_7 r + K_8 g + K_9 b \qquad (4)$$

donde:

r, g, y b son valores triestimulares basados en un sistema de primarios: r' g' y b' son valores triestimulares basados en un nuevo sistema de primarios; y de K1 a K9 son los valores triestimulares de los primarios originales bajo la base de los nuevos primarios, por lo tanto, es indispensable indicar las razones que hubo para escoger los valores que ahora se consideran como tipo.

En primer lugar, en las determinaciones originales se obtuvieron valores triestimulares negativos (Ecuación I) que hacía innecesariamente tediosos los cálculos; en segundo lugar se tomó en cuenta la sensibilidad espectral del ojo haciendo que la función $\bar{y}$ (o Y) correspondiera exactamente a la llamada función de visibilidad, y lograr así que el valor de Y, indicara directamente brillantez relativa, donde el blanco tiene un valor de cien y el negro un valor de cero.

En los valores tristimulares escogidos como tipo, x representa (ó $\bar{x}$ en caso de valores espectrales) la cantidad de un primario morado - rojizo, con una saturación más elevada de la que se puede obtener con este matiz y lo mismo sucede con Y y Z que representan a los primarios verde y azul respectivamente. El valor de los estímulos X, Y y Z para dar los colores espectrales se encuentra en el Handbook of Colorimetry de A. C. Hardy.

A la calidad de un color en términos físicos, se lo llama "distribución espectral" y este término comprende la composición espectral relativa y la pureza de radiación. En Psicología el

término empleado es " c r o m a t i c i d a d " que abarca la longitud de onda dominante o su complementaria y la pureza. Desde el punto de vista psicológico, es decir, de la sensación visual, la calidad está descrita por la palabra "cromacidad" que implica matiz y saturación. Los términos: pureza de radiación , pureza y saturación, serán explicados posteriormente con mayor amplitud, pues forman parte de la especificación de color y se han determinado experimentalmente para los colores de los componentes de cada interfase.

La calidad de color se evalúa definiendo tres cantidades que son:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \qquad (5)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \qquad (6)$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} \qquad (7)$$

De estas cantidades a las que se llaman "coeficientes tricromáticos", sólamente dos son variables independientes supuesto que:

$$x + y + z = 1 \qquad (8)$$

cualesquiera que sean los valores que se den a X, Y y Z .

Por lo tanto, para evaluar la calidad de un color, solamente es necesario dar valores a dos de ellos, y los que se encogen generalmente son x y y . Es evidente que si en lugar de emplear X Y y Z para expresar la especificación de un color, ésta se define con Y, x y y se tiene mayor información. Como un ejemplo práctico, compárense los colores definidos por $X = 15.50$, $Y = 24.19$ y $Z = 22.64$ con $X' = 25.26$, $Y' = 39.42$ y $Z' = 36.89$

Al expresarlos en coeficientes tricromáticos y en Y, la especificación de color será : $Y = 24.19$, $x = 0.2487$ y $y = 0.3881$ comparados con $Y' = 39.42$, $x' = 0.2487$ y $y' = 0.3881$, de lo cual

se ve claramente que los dos colores tienen exactamente la misma calidad y sólo difieren entre sí por su brillantez. Esto desde luego no se notó al emplear valores triestimulares.

Así como es imposible darse cuenta del funcionamiento de una planta sin un diagrama de flujo, también es muy difícil entender la Colorimetría sin tener una forma gráfica para representar la relación que tiene un color con otro. La necesidad de emplear tres coordenados para los valores triestimulares, hace preferible representar la relación de los colores graficando los valores de los coeficientes x y y. A esta representación se le llama "diagrama de cromaticidad" y su gráfica es el límite de los matices y el foco de los colores espectrales. Las propiedades del diagrama de cromaticidad que aparece a colores en la Figura 1 y cuyo original fué obtenido con mezclas de pigmentos, a los cuales se les había determinado previamente los valores de x y y, serán discutidas más adelante. Los colores que aparecen en la Figura 1 no se pueden hacer llegar al foco de los colores espectrales, porque no hay colorantes que den la pureza espectral requerida, por lo cual se han limitado los colores del diagrama hasta donde los colorantes empleados dan un valor real de x y y. La forma de hacer este cálculo es definiendo x, y z por:

$$x = X/R \qquad (9)$$

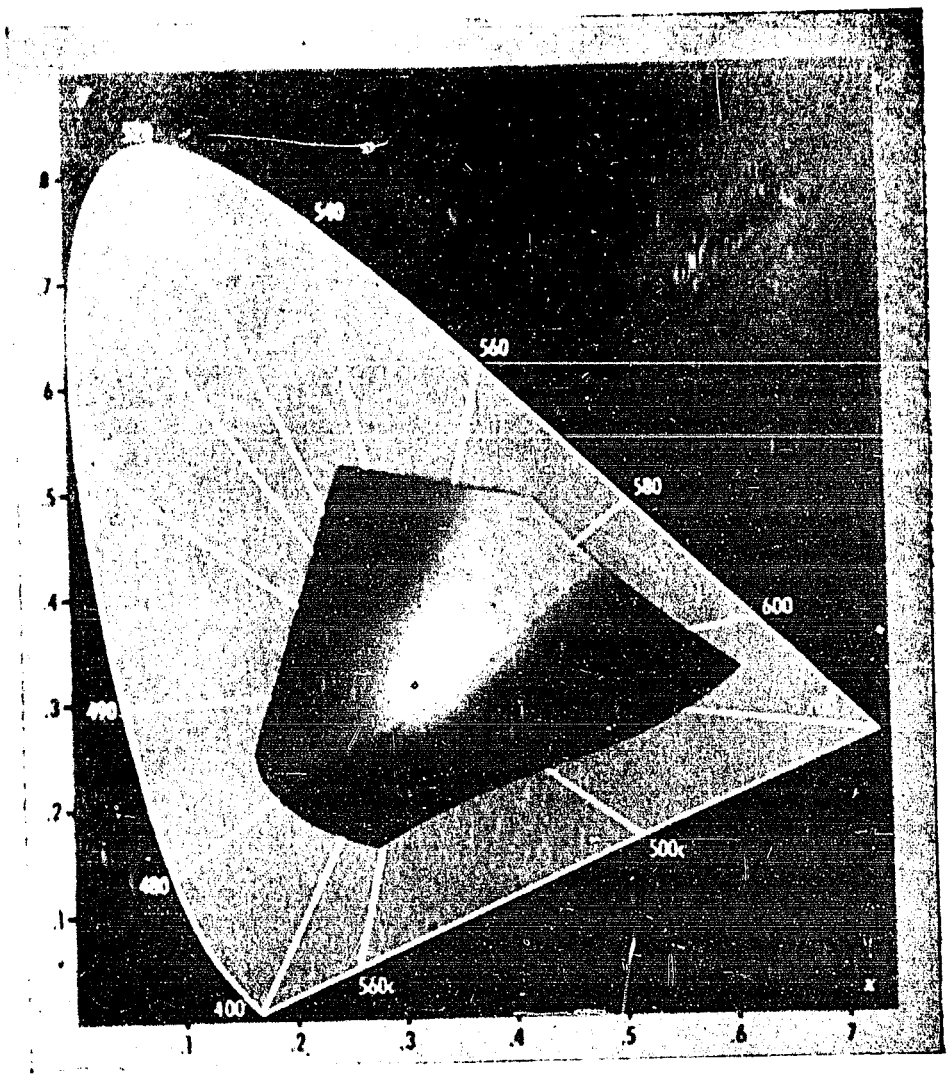
$$y = Y/R \qquad (10)$$

$$z = Z/R \qquad (11)$$

donde:

$$X + Y + Z = R \qquad (12)$$

y como de acuerdo con la ecuación (8) solamente se tienen dos variables independientes, y como Y es el componente que da la expresión numérica de brillantez, entonces, para una longitud de



QUIMICA

onda de 400 mμ se tiene que los valores triestimulares son :

$x = 0.0143$

$y = 0.0004$

$z = 0.0679$

de donde resulta que el valor de R para una longitud de onda de 400 mμ es:

$R = 0.01434 + 0.0004 + 0.0679 = 0.0826$

entonces x, y y z están dadas por:

$x = 0.0143 / 0.0826 = 0.1731$

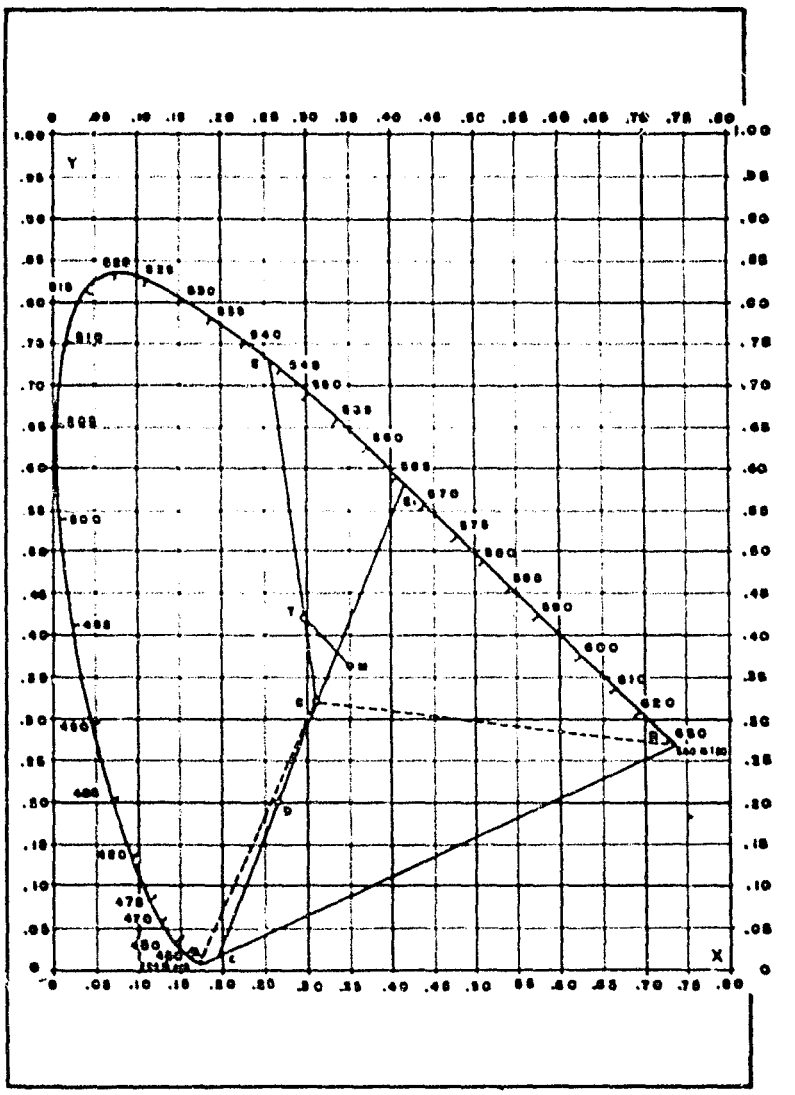
$y = 0.0004 / 0.0826 = 0.0048$

$z = 0.0679 / 0.0826 = 0.8220$

Estos valores de x, y, z son los coeficientes tricromáticos para una luz monocromática con una longitud de onda de 400 mμ y para graficar la curva que representa los colores espectrales, se hace uso de la Tabla IV, calculada en la forma descrita en el párrafo anterior, y que se encuentra en el Hand Book of Colorimetry de A. C. Hardy.

La gráfica del diagrama de cromaticidad es el foco de los colores espectrales, es decir, de los colores puros; por lo tanto esta gráfica representa el cien por ciento de pureza radiante, de pureza y de saturación. El cero por ciento de este atributo está localizado por el punto donde $x = 0.3101$ y $y = 0.3163$ que son coeficientes tricromáticos del iluminante C, el cual como ya se dijo, es una luz blanca.

A lo largo de esta gráfica están los focos que localizan las luces de cada longitud de onda de un extremo a otro del espectro, y cada una de estas luces representa un matíz, que es el factor de calidad más importante de un color y el atributo que hace llamarlo verde o rojo.



BIBLIOTECA DE LA FACULTAD NACIONAL DE QUIMICA
MEXICO

A la cantidad de matiz en un color se le llama saturación, por lo tanto la gráfica que localiza los colores en el diagrama de cromaticidad representa el cien por ciento de la saturación de cada matiz. A medida que la localización de un color se eleja del límite de la gráfica hacia el foco del iluminante C, la cantidad de matiz decrece es decir, el porciento de saturación baja hasta que su foco coincide con el del iluminante C, donde su valor es igual a cero. De lo anterior, ahora ya se puede ver claramente que los términos pureza radiante, pureza y saturación implican la cantidad de luz blanca con que está mezclado un color espectral.

Ahora bien, tomando un ejemplo especificado de dos luces de color, una verde localizada en el punto T y una amarilla en el punto M Gráfica 1, y suponiendo que estas dos luces se mezclan entre sí en todas las proporciones posibles, se encontrará que la localización de las luces resultantes en el diagrama de cromaticidad, caerá siempre sobre la linea recta que une los puntos T y M debido a esta propiedad aditiva del diagrama, así como el hecho de que todos los colores reales se tienen que considerar como mezclas de componentes espectrales en varias proporciones. La localización de cualquier color real debe quedar dentro del área circunscrita por la gráfica del diagrama de cromaticidad, que se obtiene al unir los focos de los colores espectrales. Además, todos los colores que caen dentro de esta área y sobre la línea punteada ACR, se pueden considerar como mezclas del iluminante C y de una luz espectral de cierta longitud de onda. Entonces, si se traza una linea recta desde el foco del iluminante C, que pase por T y se prolongue hasta interceptar la gráfica en E a 543 mμ este punto dará la longitud de onda dominante de T y su pureza quedará expresada por la relación de las distancias OT/CE. A esta relación se lo llama

"pureza de excitación" y queda definida por la ecuación:

$$Pe = \frac{Ys - Yw}{Y\ell - Yw} = \frac{Xs - Xw}{X\ell - Xw} \qquad (.3)$$

donde:

Xs y Ys son los coeficientes tricromáticos de T: Xw y Yw son los coeficientes tricromáticos de C: y $X\ell$ y $Y\ell$ son los coeficientes tricromáticos de E . Consecuentemente la pureza de exicitación es la unidad para cada punto en el límite de los colores reales, es decir, en el foco de los colores espectrales.

En el área del diagrama bajo la linea punteada ACR están localizados los morados, y para lograr el concepto de longitud de onda dominante, se tiene que recurrir a un artificio basado en el principio de que "el complementario de un color siempre está en el lado opuesto al foco del iluminante". Así pues, el complementario del morado D es un verde de 566.5 mμ, localizado en N_1, y la longitud de onda dominante del morado D se escribe 566.5 c y cae en el punto c sobre la linea AR. La letra c se escribe después de la longitud de onda para distinguirla de su complementaria.

La pureza de excitación de los colores, bajo la línea punteada ACR, está definida por una ecuación de transformación donde se ha eliminado Ys :

$$Pe = \frac{Xw\ Pc}{Y\ell - Pe\ (Y\ell - Yw)} \qquad (14)$$

El concepto de pureza también resulta inaplicable para estos colores morados y se tiene que recurrir al artificio de unir por una linea recta los focos de los colores espectrales, con longitudes de onda de 400 y 700 mμ , y decir que esta linea es el foco de los morados que tienen cien porciento de pureza.

Se habrá notado que en esta explicación se ha representado un color verde con la letra T, un amarillo con M y un morado con

la D. Estas letras significan Tractomex, Mexolina y Diáfano y los puntos en que están localizados sobre el diagrama de cromaticidad han sido determinados experimentalmente.

Hasta ahora, al hablar de color, se ha tratado exclusivamente de luces y toda la explicación sobre la formación de un color a partir de otros, no resulta válida si se trata de pigmentos d colorantes, Para formar un color a partir de otros, existen dos sistemas: el llamado aditivo, que es el que se ha estudiado y el substractivo, que implica la formación de colores por eliminación de uno o varios de ellos, y que consiste en quitar al iluminante reflejado o transmitido, alguna de las longitudes de onda que lo forman. En este sistema no existen los primarios sino complementarios cuyo papel es el de producir absorciones de regiones específicas de la reflectancia o transmitencia radiante, y como en el caso de los primarios, la mezcla de los complementarios, dan lugar a la formación de colores, existiendo un número infinito de ellos cuyas mezclas pueden igualar a un gran número de los colores conocidos.

Así como una mezcla adecuada de los colores primarios da luz blanca, una mezcla similar de colores complementarios, produce negro. Los nombres técnicos qonque se conocen estos complementarios son: "cyan", "magenta" y amarillo. El cyan es un color que absorbe el rojo, el magenta el verde y el amarillo, el azul. Debido a esta propiedad tienen el nombre genérico de "menos colores" y cada uno recibe el nombre específico de "menos rojo", "menos verde" y "menos azul" respectivamente.

Supuesto que cada uno de los colores complementarios absorbe una región primaria, se puede considerar como formado por las dos zonas primarias reflejadas. Por lo tanto, la composición de cada complementario es:

Cyan (- Rojo) = verde + azul.

Magenta (- Verde) = Azul + Rojo.

Amarillo (- Azul) = Verde + Rojo.

y ahora, haciendo una suma algebraica de cada una de las zonas primarias, se puede deducir que colores se producen al mezclar --- dos complementarios. Asi, en el caso del cyan y magenta se tiene - que:

Cyan = 1 Verde + 1 azul

Magenta = 1 Rojo + 1 Azul

Cyan + Magenta = 1 Verde + 1 Rojo + 2 Azul

pero como:

1 Verde + 1 Rojo = 1 Amarillo

y este último es menos Azul, queda entonces:

Cyan + Magenta = - Azul + 2 Azul = 1 Azul

en el caso de Cyan y Amarillo tenemos que:

Cyan = 1 Verde + 1 Azul

Amarillo = 1 Verde + 1 Rojo

Cyan + Amarillo = + 2 Verde + 1 Azul + 1 Rojo

pero como:

1 Azul + Rojo = 1 Magenta

y este último es menos Verde, entonces:

Cyan + Amarillo = - 1 Verde + 2 Verde = 1 Verde

y por último, en el caso de Magenta y Amarillo.

Magenta = 1 Azul + 1 Rojo

Amarillo = 1 Verde + 1 Rojo

Magenta + Amarillo = 1 Azul + 1 Verde + 2 Rojo

pero como:

1 Azul + 1 Verde = 1 Cyan

y este último es menos Rojo, entonces:

Magenta + Amarillo = 1 Rojo + 2 Rojo = Rojo.

No es necesario tener datos espectrofotométricos para computar el resultado de una mezcla aditiva , ya que sí se tienen dos rayos de luz cuyos valores triestimulares son: X_1, Y_1, Z_1 y X_2, Y_2, Z_2 y estos rayos se proyectan simultáneamente en la misma pantalla blanca, los valores triestimulares de la mezcla serán :

$$X = X_1 + X_2 \qquad (15)$$

$$Y = Y_1 + Y_2 \qquad (16)$$

$$Z = Z_1 + Z_2 \qquad (17)$$

Y si el color de los rayos ha sido especificado en términos de Y_1, x_1, y_1 y de Y_2, x_2, y_2, la brillantez y cromaticidad de la mezcla se pueden calcular de acuerdo con:

$$Y = Y_1 + Y_2 \qquad (18)$$

$$x = \frac{m_1 \; x_1 + m_2 \; x_2}{m_1 + m_2} \qquad (19)$$

$$y = \frac{m_1 \; y_1 + m_2 \; y_2}{m_1 + m_2} \qquad (20)$$

donde:

$$m_1 = Y_1/y_1 \qquad (22)$$

$$m_2 = Y_2/y_2 \qquad (22)$$

Al examinar estas ecuaciones se puede notar, que cualquiera que sea la proporción en que se mezclen los dos colores, los coeficientes tricromáticos de la mezcla x y y son siempre tales, que el punto determinado en el diagrama de cromaticidad caerá en una línea recta que une los puntos x_1, y_1 y x_2, y_2. Esta es la confirmación matemática de lo dicho en párrafos anteriores.

Para poder computar el resultado de mezclas substractivas es necesario recurrir a datos espectrofotométricos, Asi pues, si se tienen dos materiales homogéneos tales como dos filtros o dos celdas que contengan líquidos transparentes coloridos y éstos son

colocados en serie en el mismo rayo de luz, el factor de transmisión de la combinación, en cualquier longitud de onda, es igual al producto de sus factores individuales de transmisión: por lo tanto, si se conocen las características de transmisión de dos o más materiales, se puede calcular la transmisión resultante.

Los resultados se pueden también graficar en una escala de densidad óptica. Esta propiedad, así como la opacidad y la transmisión, están relacionadas como sigue:

La transmisión $T = I_t / I_o$ (23)

La opacidad $O = I_o / I_t$ (24)

La densidad óptica $D = \log O = \log (1/T)$ (25)

Donde:

I_t es la transmitancia radiante

I_o es la irradiancia.

y por la última ecuación, la densidad óptica de dos o más materiales, es una propiedad aditiva a cualquier longitud de onda.

En el caso de dos o más soluciones coloradas puestas en la misma celda, la curva espectral de transmisión se obtiene multiplicando los factores de transmisión de cada componente a cada longitud de onda. Es necesario corregir los factores de transmisión determinados experimentalmente por pérdidas de concentración que resultan de la dilución mutua de los componentes. Las correcciones por pérdidas de transmisión y reflexión, se hacen midiendo la transmisión de la celda, con un líquido tipo, incolor, a cada longitud de onda. La corrección por diferencias de concentración debida a la dilución mutua de los componentes, se obtiene empleando la ley de Beer, la cual establece, que: si o es la concentración de un colorante, el factor de transmisión para una muestra de

espesor constante es igual a:

$$\tau = t_1^{o} \qquad (26)$$

donde

τ_1 es el factor de transmisión de la solución a unidad de --- concentración.

Para el diseño de ciertos filtros hay que tomar en cuenta --- que dos componentes con longitudes de onda complementarias bajo -- el iluminante C, no resultan en general complementarias bajo otro- iluminante; sin embargo, hay pares de "complementarios físicos", - cuya mezcla no es selectiva con respecto a longitud de onda. Al -- considerar un colorante cuyo factor de transmisión es T_1, donde -- este valor es una función de la longitud de onda, y al hacer una - mezcla de proporciones iguales con otro colorante cuyo factor de - transmisión es:

$$\tau_2 = C - \tau_1 \qquad (27)$$

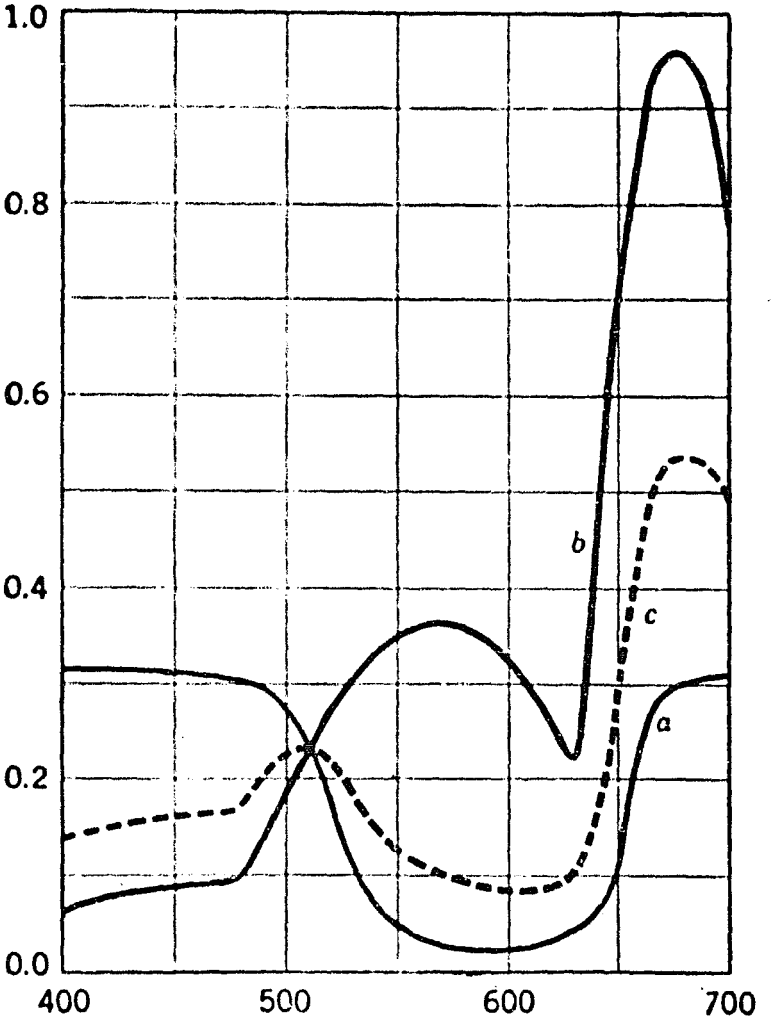
donde:

C es cualquier constante que hace a τ_2 siempre mayor de cero y menor de uno y supuesto que los colorantes están mezclados en proporciones iguales, el factor de transmisión de la mezcla resulta ser:

$$\tau = 1/2\ \tau_1 + 1/2\ C - 1/2\ \tau_1 = 1/2\ C \qquad (28)$$

por lo tanto, esta mezcla iguala a un gris no selectivo con - un factor de transmisión uniforme igual a 1/2 de C sea cual fuere- el tipo de iluminación. La explicación anterior resulta innecesa-- ria pues, como ya se dijo, la meta final de este trabajo es el --- diseño de un instrumento capaz de determinar los extremos de una - interfase, lo que se consigue diseñando filtros de transmisión es- pectral apropiada a los colores de cada fase y a la sensibilidad - espectral de un sistema fotoeléctrico.

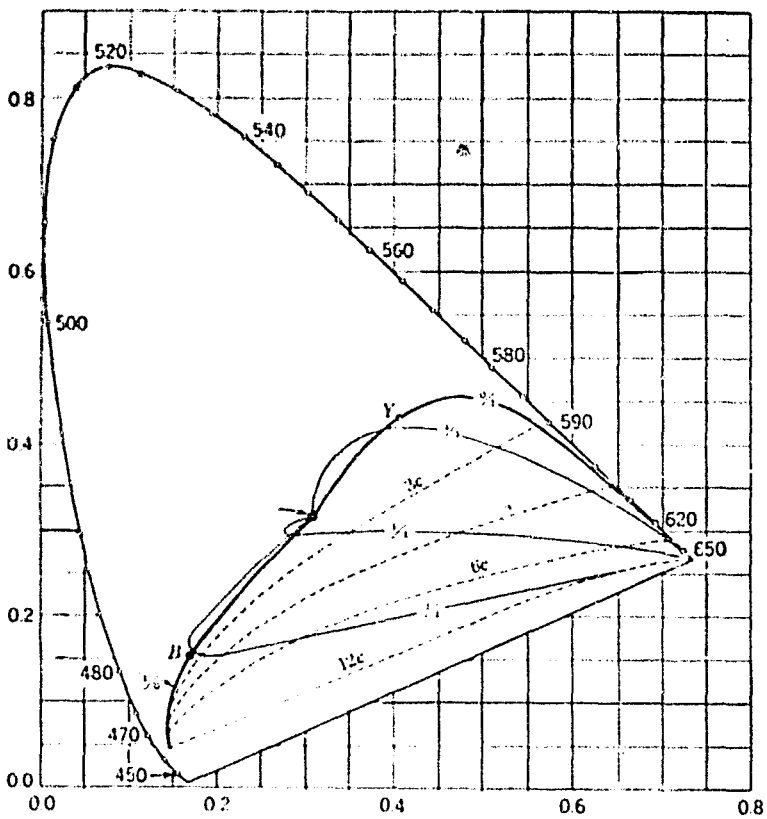
El problema de determinar los extremos de una interfase es un caso especial de Colorimetría en el que intervienen mezclas específicas de pares de Colorantes. La luz que dejan pasar dos o más colorantes que actúan simultáneamente o sucesivamente, se pueden describir apropiadamente en términos físicos, diciendo que consiste del remanente de la luz de la fuente, después que cada uno de los colorantes ha substraído energía de acuerdo con su absorción específica, es decir, de la relación de distribución espectral de la irradiancia y de la transmitancia radiante. Sin embargo, es esencial no perder de vista el hecho de que casi no existe relación entre el color de una mezcla y el color de los colorantes que lo producen En teoría cuando menos, es posible tener un color de cualquier matiz que también tenga fijada arbitrariamente, en cualquier longitud de onda una energía relativa: por lo tanto, es posible diseñar curvas de transmisión espectral para dos colorantes, de manera que cada uno de ellos tenga cualquier color deseado y al mismo tiempo produzca transmisiones idénticas a una longitud de onda dada. En esta forma se puede hacer que dos colorantes que den dos matices cualesquiera produzcan un tercer matiz al ser mezclados. Esta generalización, tan amplia, solamente se refiere a matiz, es decir, a longitud de onda dominate y su aplicación resulta válida para un sin número de colores, siempre que el valor de la tramsmitancia radiante no sea importante . La transmitancia de las curvas a y b en la Gráfica 2 representan características espectrofotométricas calculadas para dos colorantes en solución y en concentraciones que se pueden tomar arbitrariamente como la unidad. A la unidad de concentración, cada colorante transmite individualmente ciertas cantidades de luz azul y amarilla de iluminante, que son complementarias, es decir, cuando la luz que se les hace pasar proviene



BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
QUIMICA

del iluminante C en intensidades iguales, la transmitancia radiante iguala en cromaticidad al iluminante C. A primera vista esto parece indicar lógicamente que mezclas de estos colorantes en las mismas proporciones, pero en diferentes concentraciones, darán una serie de soludiones, pero en diferentes concentraciones, darán una serie de soluciones neutras, es decir, con el punto de cromaticidad localizado sobre el iluminante C y con diferencias en su valor de densidad. Sin embargo, este no es el caso y su comportamiento cromático está ilustrado por el diagrama de la Gráfica 3.

En este diagrama, las lineas gruesas que parten del iluminante C, son focos de cromaticidad de la serie de concentraciones de los colorantes azul y amarillo. Los puntos B y Y son los focos que representan una unidad de concentración para cada uno. Al mezclar volúmenes iguales de las soluciones individuales de colorantes a unidad de concentración, se lograrán soluciones que los contienen en proporciones de 1/1 y los focos de cromaticidad de una serie de concentraciones en esta proporción constante, están indicadas por la línea 1/1, es decir, esta línea representa el foco de los colorantes mezclados en una proporción constante de 1/1, pero variando su concentración. Si una mezcla de 1/1 diera soluciones neutras, la curva no existiría, pues el foco de cromaticidad caería siempre como un punto sobre el iluminante C. Sin embargo, se ve que a medida que la concentración cambia de cero hacia un valor límite, el color de la mezcla con una relación de 1/1, en lugar de dar grises, varía desde el foco del iluminante a través de azul-verdoso y del azul-morado hasta llegar a un rojo muy obscuro, cuando la concentración llega a ser doce veces la unidad. A concentraciones bajas y relaciones de colorantes elevadas, el efecto del colorante que se encuentra en menores concentraciones, puede ser



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
QUIMICA

pequeño y el color de la mezcla caer cerca del que tiene el colo-- rante que domina. Sin embargo, a concentraciones altas la mezcla - de los colorantes puede presentar cromaticidades muy distintas a - la de cualquiera de los componentes. Esta propiedad de las mezclas se ve claramente en el diagrama, donde se han graficado también -- relaciones de mezclas de 1/3 y 3/1.

Si se grafican un número adecuado de focos de cromaticidad de mezclas, en las que se mantiene constante la relación de los colorantes y se varía la concentración, se obtiene una familia de curvas que en la Gráfica 3 se han representado como línea punteadas. Estas curvas dan una idea clara de como cambia el color de las --- mezclas, bajo concentraciones en las cuales los focos de concen-- tración constante para un colorante, y varía hasta llegar al foco- de concentración constante, para el otro colorante dando la serie- completa de los colores que se producirían al girar la relación -- de los dos, a una concentración definida y a través de todos los - valores posibles.

En un diagrama de este tipo, al que se llama "rejilla de un - sistema de colorante" y en el que como se ha visto, han quedado -- graficados focos de cromaticidad para cambios de concentración y - relación de colorantes, se puede notar a primera vista, toda la -- gama de colores que se puede obtener. Basta añadir que las reji--- llas de sistemas de colorantes no están limitadas a dos componentes.

DATOS EXPERIMENTALES Y CALCULOS.

El trabajo experimental colorimétrico consistió en determinar la transmisión de las fases con un Espectrofotómetro Coleman, Modelo 6 A.

Primero se ajustó el cero y se calibró la escala de longitudes de onda (λ) del Espectrofotómetro, empleando un filtro de didimio, que tiene grandes cambios de transmisión comprendidos entre 600 y 620 mμ, La sensibilidad máxima de este filtro está cerca de 610 mμ donde una variación de 1 mμ produce un cambio de transmisión de 1.5 %.

Supuesto que la celda del instrumento provoca pérdidas de energía, debida a reflexión y absorción, se determinó el factor de transmisión de la misma, con tetracloruro de carbono, entre 400 y 700 mμ de 10 en 10 mμ. Este factor se obtuvo en la misma forma para cada una de las fasesa

Entonces, corrigiendo por las pérdidas debida a reflexión y absorción de la celda, el factor de transmisión real de la fase, a una longitud de onda determinada será.

$$\tau = \frac{T}{Tt} \qquad (29)$$

donde:

τ es el factor de transmisión real: T es el porciento de transmisión de la muestra y Tt es el porciento de transmisión de la celda con tetracloruro de carbono.

Así por ejemplo, en la mexolina y para una longitud de onda de 400 mμ, se tiene que: T = 31.9 y Tt = 90.2, por lo cual :

$$\tau = \frac{31.9}{90.2} = 0.354$$

que es factor de transmisión de la mexolina a 400 mμ.

Repitiendo esta misma operación, de 10 en 10 mμ entre 400 - y 700 mμ , se obtienen las curvas de transmisión para cada una de las fases, Gráfica 4, Tabla I.

Los factores de transmisión de las interfases se obtuvieron - por cálculo, y este se hizo considerando la corrección por el cambio de concentración, debido a la dilución mutua de los componentes.

Esta corrección se hace aplicando la Ley de Beer, la cual --- establece que: si c es la concentración de un colorante, el factor de transmisión para una muestra de espesor constante es:

$$\tau = \tau^{c} \qquad (30)$$

donde:

τ_1 es el factor de transmisión a unidad de concentración.

Entonces, en el caso de la interfase supermexolina-mexolina,- donde la composición es 50% de cada una y el porciento de transmisión 31.9 y 18.1 respectivamente, se tiene que:

$$Ts = 31.9^{0.5} = 5.648$$

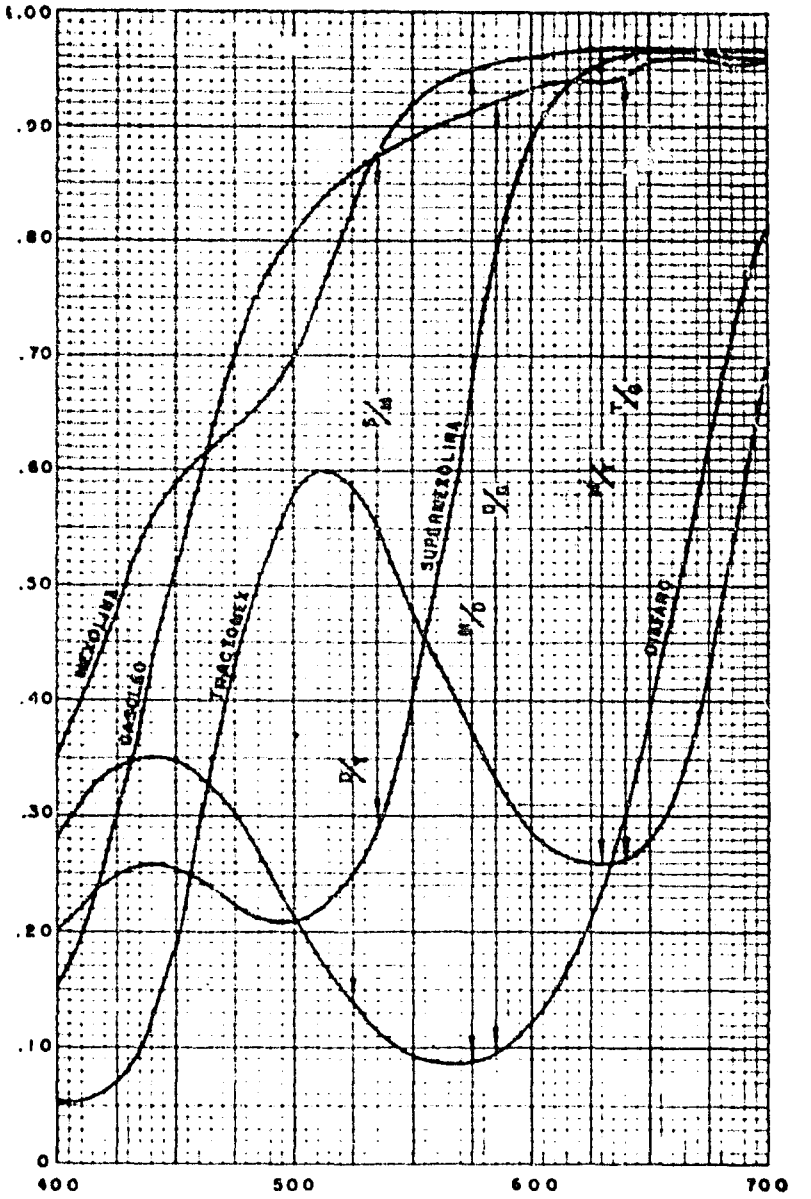
$$Tm = 18.1^{0.5} = 4.254$$

y como ya se dijo que la transmisión de la mezcla es igual al producto de las transmisiones parciales se tendrá:

$$Ts.m = 4.254 \times 5.648 = 24.03$$

y corrigiendo este valor por absorción y reflexión de celda - (Ecuación 29) el factor de transmisión real será:

$$\tau_1 = \frac{Ts.m}{Tt} = \frac{24.03}{90.2} = 0.266$$



BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
NACIONAL DE MEXICO
QUIMICA

TABLA I.

DATOS COLORIMETRICOS Y EXPERIMENTALES ESPECTROFOTOMETRICOS

SUPERMEXOLINA

λ	t	τ	$\tau_{E_C\bar{x}}$	$\tau_{E_C\bar{y}}$	$\tau_{E_C\bar{z}}$
400	18.1	0.201	0.2	0.0	0.9
10	19.9	0.220	0.8	0.0	3.6
20	21.8	0.242	3.2	0.1	15.3
30	22.9	0.254	8.1	0.3	39.6
40	23.2	0.257	10.8	0.7	54.3
450	23.0	0.255	10.6	1.2	56.1
60	22.1	0.245	8.8	1.8	50.3
70	21.4	0.237	5.7	2.7	37.8
80	20.0	0.222	2.6	3.8	22.4
90	18.9	0.208	0.8	5.2	11.7
500	19.0	0.210	0.1	7.6	6.4
10	19.2	0.212	0.2	10.9	3.4
20	21.0	0.231	1.4	15.9	1.8
30	24.0	0.264	4.3	22.3	1.1
40	29.0	0.319	9.5	31.1	0.7
550	36.5	0.401	18.3	42.0	0.4
60	45.9	0.504	31.6	52.8	0.2
70	55.2	0.607	47.3	59.1	0.1
80	65.9	0.725	65.9	61.7	0.1
90	74.0	0.815	78.0	57.5	0.1
600	80.0	0.882	84.0	49.9	0.1
610	83.8	0.926	82.1	41.2	0.0
20	85.3	0.942	70.9	31.6	0.0
30	86.1	0.957	54.1	22.3	0.0

TABLA I (Continuación)

SUPERMEXOLINA.

λ	t.	τ	τ_{ECx}	τ_{Cy}	τ_{ECz}
40	86.9	0.966	38.0	14.8	0.0
650	86.9	0.964	24.1	9.1	0.0
60	86.5	0.966	14.0	5.2	0.0
70	86.2	0.964	7.3	2.7	0.0
80	86.0	0.964	3.8	1.4	0.0
90	85.3	0.960	1.7	0.6	0.0
700	84.9	0.959	0.8	0.3	0.0

X = 688.1

Y = 555.8

Z = 306.4

x = 0.444
y = 0.359

M E X O L I N A.

400	31.9	0.354	0.3	0.0	1.5
10	36.1	0.398	1.4	0.0	6.6
20	41.0	0.455	6.0	0.2	28.8
30	45.9	0.509	16.2	0.7	79.3
40	49.9	0.554	23.4	1.5	117.1
50	52.9	0.586	24.4	2.8	128.8
60	54.9	0.609	21.8	4.5	125.1
70	56.8	0.628	15.2	7.1	100.1
80	58.2	0.646	7.7	11.1	65.1
90	60.2	0.664	2.6	16.7	37.3
500	63.2	0.700	0.4	25.3	21.3
10	67.8	0.748	0.7	38.5	12.1
20	72.8	0.802	4.9	55.2	6.1
30	77.3	0.850	13.8	71.8	3.5

TABLA I (Continuación)

MEXOLINA.

λ	t	τ	$\tau E_C\bar{x}$	$\tau E_C\bar{y}$	$\tau E_C\bar{z}$
40	81.2	0.893	26.5	87.0	1.9
550	83.8	0.921	42.0	96.4	0.8
60	85.1	0.935	58.5	98.0	0.4
70	86.0	0.945	73.7	92.0	0.2
80	86.3	0.949	85.0	80.7	0.1
90	86.9	0.957	91.6	67.5	0.1
600	87.0	0.959	91.4	54.3	0.1
10	87.1	0.962	85.3	42.8	
20	87.1	0.961	72.3	32.3	
30	87.1	0.968	54.7	22.6	
640	87.0	0.967	38.0	14.9	
650	87.2	0.968	24.2	9.1	
60	87.0	0.971	14.1	5.2	
70	87.0	0.973	7.3	2.7	
80	86.6	0.971	3.8	1.4	
90	86.0	0.967	1.8	0.6	
700	85.8	0.969	0.8	0.3	

X = 909.8

Y = 943.2

Z = 736.3

x = 0.351

y = 0.364

B I A F A N O

400	25.2	0.279	0.3	0.0	1.2
10	28.0	0.309	1.0	0.0	5.1

TABLA I (Continuación)

DIAFANO.

λ	t	τ	$\tau_{E_C\bar{x}}$	$\tau_{E_C\bar{y}}$	$\tau_{E_C\bar{z}}$
20	30.0	0.333	4.4	0.1	21.0
30	31.1	0.345	11.0	0.5	53.7
40	31.8	0.353	14.9	1.0	74.5
450	31.3	0.347	14.5	1.6	76.1
60	30.4	0.337	12.1	2.5	69.1
70	28.5	0.315	7.6	3.5	50.2
80	26.0	0.289	3.3	5.0	29.0
90	23.0	0.255	1.0	6.4	14.3
500	19.8	0.219	0.0	7.9	6.7
10	16.5	0.182	0.0	9.4	2.9
20	13.9	0.153	0.9	10.5	1.2
30	11.4	0.125	2.0	10.6	0.5
40	9.9	0.108	3.2	10.5	0.2
550	8.5	0.093	4.2	9.7	0.0
60	8.0	0.087	5.5	9.1	
70	7.9	0.087	6.8	8.5	
80	8.2	0.090	8.5	7.7	
90	9.2	0.101	9.7	7.1	
600	11.0	0.121	11.5	6.8	
10	13.1	0.145	12.9	6.4	
20	16.8	0.185	13.9	6.2	
30	21.0	0.233	13.2	5.4	
640	26.8	0.298	11.7	4.6	
650	33.9	0.376	9.4	3.5	
60	42.1	0.470	6.8	2.5	
70	50.6	0.565	4.3	1.6	

TABLA I.

DIAFANO. (Continuación)

λ	t	τ	$\tau E_C\bar{x}$	$\tau E_C\bar{y}$	$\tau E_C\bar{z}$
80	59.0	0.661	2.6	0.9	
90	66.0	0.742	1.4	0.5	
700	71.5	0.808	0.7	0.3	

X = 199.3

Y = 150.3

Z = 405.7

x = 0.264

y = 0.199

TRACTOMEX.

400	4.9	0.054	0.0	0.0	0.2
10	4.9	0.054	0.2	0.0	0.9
20	5.2	0.058	0.8	0.0	3.7
30	7.1	0.079	2.5	0.1	12.3
40	11.1	0.123	5.2	0.3	26.0
450	17.0	0.188	7.8	0.9	41.3
60	25.0	0.277	9.9	2.0	56.9
70	33.7	0.373	9.0	4.2	59.5
80	41.4	0.459	5.4	7.9	46.2
90	47.6	0.525	2.0	13.2	29.5
500	52.0	0.516	0.3	20.9	17.6
10	54.2	0.598	0.6	30.8	9.7
20	54.1	0.596	3.7	41.0	4.5
30	52.2	0.574	9.3	48.5	2.4
40	48.2	0.530	15.7	51.6	1.1

TABLA I. (Continuación)

TRACTOMEX.

λ	t	τ	$\tau E_C\bar{x}$	$\tau E_C\bar{y}$	$\tau E_C\bar{z}$
550	44.1	0.485	22.1	50.8	0.4
60	40.0	0.440	27.5	46.1	0.2
70	36.0	0.396	30.9	38.6	0.1
80	32.1	0.353	31.6	30.0	0.1
90	28.5	0.314	30.0	22.2	
600	26.0	0.287	27.3	16.2	
10	24.3	0.269	23.8	12.0	
20	23.8	0.263	19.8	8.8	
30	23.2	0.258	14.6	6.0	
640	23.5	0.261	10.3	4.0	
650	25.6	0.275	6.9	3.0	
60	28.0	0.313	4.5	1.7	
70	34.0	0.380	2.9	1.0	
80	41.9	0.470	1.8	0.7	
90	50.9	0.573	1.0	0.4	
700	60.5	0.684	0.6	0.2	

X = 328.0

Y = 463.1

Z = 312.6

x = 0.297

y = 0.420

DIESEL.

400	14.0	0.155	0.1	0.0	0.7
10	17.0	0.188	0.7	0.0	3.1

TABLA I (Continuación.)

DIESEL.

λ	t	τ	$\tau E_C\bar{x}$	$\tau E_C\bar{y}$	$\tau E_C\bar{z}$
20	23.0	0.255	3.4	0.1	16.2
30	30.0	0.333	10.6	0.4	51.9
40	38.0	0.422	17.8	1.2	89.2
450	46.0	0.510	21.3	2.4	112.1
60	54.1	0.600	21.5	4.4	123.3
70	60.0	0.664	16.1	7.5	105.9
80	67.0	0.744	8.8	12.8	74.9
90	70.0	0.773	3.0	19.4	43.4
500	73.1	0.810	0.4	29.3	24.7
10	75.4	0.831	0.8	42.8	13.4
20	77.1	0.848	5.2	58.3	6.4
30	79.0	0.869	14.1	73.4	3.6
40	80.0	0.880	26.1	85.7	1.8
550	81.0	0.890	40.6	93.2	0.8
60	82.0	0.901	56.4	94.4	0.4
70	82.9	0.911	71.0	88.7	0.2
80	83.3	0.916	82.1	77.9	0.1
90	84.0	0.925	88.5	65.3	0.1
600	84.5	0.932	88.8	52.8	0.1
10	85.0	0.939	83.2	41.8	
20	84.9	0.937	70.5	31.5	
30	84.7	0.941	53.2	21.9	
640	85.8	0.953	37.5	14.6	
650	85.9	0.950	23.8	9.0	
60	86.0	0.960	13.9	5.1	
70	85.8	0.960	7.2	2.6	

TABLA I (Continuación)

DIESEL

λ	t	τ	$\tau E_C\bar{x}$	$\tau E_C\bar{y}$	$\tau E_C\bar{z}$
80	85.6	0.962	3.8	1.4	
90	85.2	0.958	1.7	0.6	
700	85.0	0.960	0.8	0.3	

X = 872.9

Y = 938.8

Z = 672.3

x = 0.351

y = 0.378

Las coordenadas que dan la localización de las fases en el diagrama de cromaticidad, se determinaron multiplicando el factor de transmisión de cada una de las longitudes de onda consideradas, por los correspondientes valores triestimulares del iluminante C, obteniéndose los productos X, Y y Z donde:

$$X = \sum_{400}^{160} \tau E_C x \qquad (30)$$

$$Y = \sum_{400}^{700} \tau E_C y \qquad (31)$$

$$Z = \sum_{400}^{700} \tau E_C z \qquad (32)$$

y aplicando las ecuaciones (5) y (6) se llega a los valores de las coordenadas cartesianas.

La función de brillantez Y, que en este caso es la medida del porciento de transmitancia radiante, se obtiene relacionando la transmición de un vidrio teórico, cuyo factor de transmisión es la unidad a todas las longitudes de onda y que tiene un valor de Y = 1079, con la transmisión de cada fase, de acuerdo con la ecuación:

$$tr = \frac{Yf}{1079} \times 100 \qquad (33)$$

en donde:

tr es igual a la transmisión relativa expresada en porciento y Yf es igual al valor correspondiente para cada fase.

Los datos colorimétricos de cada una de las fases se dan en la Tabla II en donde :

λ es longitud de onda en mμ: t factor de transmisión determinado experimentalmente : τ factor de transmisión corregido por la absorción y reflexión de la celda : $\tau_{EC\bar{x}}$, $\tau_{EC\bar{y}}$, $\tau_{EC\bar{z}}$ son los productos del factor de transmisión por los valores triestimulares del iluminante C; X, Y, y Z son los valores resultantes : --

x y y coeficientes tricromáticos.

Los valores de cromaticidad, transmitancia, longitud de onda dominante o longitud de onda complementaria, saturación y transmisión relativa de las interfases, se encuentran agrupados en la --- Tabla II.

TABLA II

DATOS COLORIMETRICOS

SUPERMEXOLINA-MEXOLINA

		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	tr
% Supermexolina en Mexolina	0	0.351	0.364	943.0	576.0	23.8	87.4
	1	0.352	0.364	938.7	576.0	23.8	87.0
	2	0.353	0.364	935.5	576.0	23.8	86.7
	3	0.354	0.364	931.2	576.0	23.8	86.3
	4	0.355	0.364	927.9	577.0	25.0	86.0
	5	0.356	0.364	923.6	577.0	25.0	85.0
	6	0.537	0.364	919.3	578.0	25.5	85.2
	7	0.358	0.364	916.1	578.0	25.8	84.9
	8	0.358	0.364	911.8	578.0	25.8	84.5
	9	0.359	0.364	908.5	578.0	26.0	84.2
	10	0.360	0.364	904.2	578.[illegible]	26.0	83.8
	20	0.370	0.363	865.4	581.0	30.0	80.2
	30	0.379	0.363	826.5	583.0	31.0	76.6
	40	0.388	0.362	787.7	585.0	33.0	73.0
	50	0.398	0.362	749.9	587.0	36.0	69.5
	60	0.407	0.361	711.1	588.5	38.0	65.9
	70	0.416	0.361	672.2	589.5	40.0	62.3
	80	0.425	0.360	633.4	591.0	42.0	58.7
	90	0.435	0.360	594.5	592.0	45.0	55.1
	91	0.436	0.359	590.2	592.0	45.0	54.7
	92	0.437	0.359	587.0	592.0	45.8	54.4
	93	0.437	0.359	582.7	592.0	45.8	54.0
	94	0.438	0.359	579.4	592.5	45.9	53.7
	95	0.439	0.359	575.1	592.5	46.0	53.3

TABLA II (Continuación)

SUPERMEXOLINA - MEXOLINA

		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	tr
% Supermexolina en Mexolina	96	0.440	0.359	570.8	593.0	46.0	52.9
	97	0.441	0.359	567.6	593.0	46.1	52.6
	98	0.442	0.359	563.2	593.0	46.5	52.2
	99	0.443	0.359	560.0	593.0	47.0	51.9
	100	0.444	0.359	555.7	593.0	47.2	51.5

MEXOLINA-DIAFANO

% Mexolina en Diafano.	0	0.264	0.199	150.0	566.0c	38.4	13.9
	1	0.265	0.201	157.5	566.0c	38.0	14.6
	2	0.266	0.202	166.2	565.5c	37.8	15.4
	3	0.267	0.204	173.7	565.5c	37.0	16.1
	4	0.267	0.206	181.3	566.0c	36.2	16.8
	5	0.268	0.207	189.9	565.8c	36.0	17.6
	6	0.269	0.209	197.5	565.8c	35.6	18.5
	7	0.270	0.211	205.0	565.5c	35.0	19.0
	8	0.271	0.212	213.6	565.5c	34.8	19.8
	9	0.272	0.214	221.2	565.3c	34.0	20.5
	10	0.273	0.216	229.8	565.0c	33.8	21.3
	20	0.282	0.232	308.6	564.0c	28.6	28.6
	30	0.291	0.249	388.4	563.0c	23.8	36.0
	40	0.298	0.265	467.2	558.0c	19.4	43.3
	50	0.307	0.281	547.1	556.0c	13.8	50.7
	60	0.317	0.299	625.8	520.0c	8.2	58.0
	70	0.326	0.317	705.7	620.0	4.0	65.4
	80	0.333	0.331	784.4	584.0	10.0	72.7
	90	0.343	0.349	864.3	578.0	17.8	80.1
	91	0.343	0.349	871.8	578.0	17.8	80.8

		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	Tr
% Mexolina en Diá ano.	92	0.344	0.351	879.4	577.5	18.2	81.5
	93	0.345	0.352	888.0	577.0	19.0	82.3
	94	0.346	0.354	895.6	576.5	20.0	83.0
	95	0.347	0.356	903.1	576.5	20.0	83.7
	96	0.348	0.357	911.8	576.5	21.0	84.5
	97	0.348	0.359	919.3	576.0	21.8	85.2
	98	0.349	0.361	926.9	575.5	22.2	85.9
	99	0.350	0.362	935.5	575.5	22.8	86.7
	100	0.351	0.364	943.0	576.0	23.8	87.4

MEXOLINA'- TRACTOMEX

% Mexolina en Tractomex	0	0.297	0.420	462.9	544.0	24.8	42.9
	1	0.298	0.419	467.2	544.0	24.7	43.3
	2	0.298	0.419	472.6	544.0	24.7	43.8
	3	0.299	0.418	476.9	544.0	24.6	44.2
	4	0.299	0.418	482.3	544.0	24.6	44.7
	5	0.300	0.417	486.6	545.5	24.6	45.1
	6	0.300	0.417	492.0	545.5	24.6	45.6
	7	0.301	0.416	496.3	546.0	24.5	46.0
	8	0.301	0.416	501.7	546.0	24.5	46.5
	9	0.302	0.415	506.1	546.2	24.5	46.9
	10	0.302	0.414	511.4	546.2	24.5	47.4
	20	0.308	0.409	558.9	550.0	24.5	51.8
	30	0.313	0.403	607,5	552.5	24.0	56.3
	40	0.319	0.398	655.0	556.0	24.2	60.7
	50	0.324	0.392	703.5	559.6	24.0	65.2
	60	0.329	0.386	751.0	562.0	23.9	69.6
	70	0.335	0.381	799.5	566.0	24.0	74.1
	80	0.340	0.375	847.0	569.0	23.8	78.5

TABLA II (Continuación)

		x	y	Y	λDominante	% Pureza	Tr
% Diáfano en Tractomex	90	0.346	0.370	895.6	572.2	24.0	83.0
	91	0.346	0.369	899.9	572.4	23.8	83.4
	92	0.347	0.368	904.2	573.0	23.9	83.8
	93	0.347	0.368	909.6	573.0	23.9	84.3
	94	0.348	0.367	913.9	573.8	23.8	84.7
	95	0.348	0.367	919.3	573.8	23.8	85.2
	96	0.349	0.366	923.6	574.0	23.8	85.6
	97	0.349	0.366	929.0	574.0	23.8	86.1
	98	0.350	0.365	933.1	575.0	23.8	86.5
	99	0.350	0.365	938.7	575.0	23.8	87.0
	100	0.351	0.364	943.0	576.0	23.8	87.4

DIAFANO - TRACTOMEX

% Diáfano en Tractomex	0	0.297	0.420	462.9	543.0	24.8	42.9
	1	0.297	0.418	459.7	543.6	24.4	42.6
	2	0.296	0.416	456.4	543.0	23.8	42.3
	3	0.296	0.413	453.2	542.2	23.0	42.0
	4	0.296	0.411	449.9	542.0	22.2	41.7
	5	0.295	0.409	447.8	541.1	21.8	41.5
	6	0.295	0.407	444.5	540.4	21.0	41.2
	7	0.295	0.405	441.3	540.2	20.4	40.9
	8	0.294	0.402	438.1	540.0	19.6	40.6
	9	0.294	0.400	434.8	539.8	19.0	40.3
	10	0.294	0.398	431.6	539.5	18.6	40.0
	20	0.290	0.376	400.3	528.0	12.0	37.1
	30	0.287	0.354	369.0	514.0	8.0	34.2
	40	0.284	0.332	337.7	498.0	8.8	31.3
	50	0.281	0.310	306.4	488.0	11.6	28.4

TABLA II (continuación)

% Diáfano en Tractomex		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	Tr
	60	0.277	0.287	275.1	479.0	17.2	25.5
	70	0.274	0.262	243.9	467.0	20.4	22.6
	80	0.271	0.243	212.6	452.0	25.0	19.7
	90	0.267	0.221	181.3	415.0	31.0	16.8
	91	0.267	0.219	178.0	400.0	31.4	16.5
	92	0.267	0.217	174.8	400.0	32.0	16.2
	93	0.266	0.214	171.6	567.5c	33.0	15.9
	94	0.266	0.212	168.3	567.0c	34.0	15.6
	95	0.266	0.210	166.2	567.0c	34.5	15.4
	96	0.265	0.208	162.9	567.0c	35.0	15.1
	97	0.265	0.206	159.7	566.0c	36.0	14.8
	98	0.265	0.203	156.5	566.0c	37.2	14.5
	99	0.264	0.201	153.2	566.0c	38.0	14.2
	100	0.264	0.199	150.0	566.0c	38.4	13.9

DIAFANO - GASOLEO

% Diáfano en Gasoleo							
	0	0.351	0.378	946.3	572.0	27.5	87.7
	1	0.350	0.376	938.7	572.0	26.4	87.0
	2	0.349	0.374	930.1	572.0	26.0	86.2
	3	0.348	0.373	922.5	572.0	25.4	85.5
	4	0.348	0.371	913.9	572.5	24.8	84.7
	5	0.347	0.369	906.4	572.8	24.0	84.0
	6	0.346	0.367	897.7	573.0	23.2	83.2
	7	0.345	0.365	890.2	573.2	22.2	82.5
	8	0.344	0.364	882.6	573.5	21.8	81.8
	9	0.343	0.362	874.0	573.0	20.5	81.0
	10	0.342	0.360	866.4	573.5	20.5	80.3

TABLA II (continuación)

% Diáfano en Tractomex		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	Tr
	60	0.277	0.287	275.1	579.0	17.2	25.5
	70	0.274	0.262	243.9	467.0	20.4	22.6
	80	0.271	0.243	212.6	452.0	25.0	19.7
	90	0.267	0.221	181.3	415.0	31.0	16.8
	91	0.267	0.219	178.0	400.0	31.4	16.5
	92	0.267	0.217	174.8	400.0	32.0	16.2
	93	0.266	0.214	171.6	567.5c	33.0	15.9
	94	0.266	0.212	168.3	567.0c	34.0	15.6
	95	0.266	0.210	166.2	567.0c	34.5	15.4
	96	0.265	0.208	162.9	567.0c	35.0	15.1
	97	0.265	0.206	159.7	566.0c	36.0	14.8
	98	0.265	0.203	156.5	566.0c	37.2	14.5
	99	0.264	0.201	153.2	566.0c	38.0	14.2
	100	0.264	0.199	150.0	566.0c	38.4	13.9

DIAFANO - GASOLEO

% Diáfano en Gasoleo							
	0	0.351	0.378	946.3	572.0	27.5	87.7
	1	0.350	0.376	938.7	572.0	26.4	87.0
	2	0.349	0.374	930.1	572.0	26.0	86.2
	3	0.348	0.373	922.5	572.0	25.4	85.5
	4	0.348	0.371	913.9	572.5	24.8	84.7
	5	0.347	0.369	906.4	572.8	24.0	84.0
	6	0.346	0.367	897.7	573.0	23.2	83.2
	7	0.345	0.365	890.2	573.2	22.2	82.5
	8	0.344	0.364	882.6	573.5	21.8	81.8
	9	0.343	0.362	874.0	573.0	20.5	81.0
	10	0.342	0.360	866.4	573.5	20.5	80.3

TABLA II (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	tr
% Diáfano en Gasóleo	20	0.334	0.342	786.6	576.0	13.6	72.9
	30	0.325	0.324	707.8	600.0	4.5	65.6
	40	0.316	0.306	628.0	514.0c	5.8	58.2
	50	0.308	0.289	548.1	552.0c	11.2	50.8
	60	0.299	0.271	468.3	561.0c	16.0	43.4
	70	0.290	0.253	388.4	564.0c	21.8	36.0
	80	0.281	0.235	309.7	565.0c	27.4	28.7
	90	2.273	0.217	229.8	565.4c	33.0	21.3
	91	0.272	0.215	221.2	565.4c	33.9	20.5
	92	0.271	0.213	213.6	565.6c	34.2	19.8
	93	0.270	0.212	206.1	565.8c	34.4	19.1
	94	0.269	0.210	197.5	565.9c	35.0	18.3
	95	0.268	0.208	189.9	565.9 c	35.9	17.6
	96	0.267	0.206	182.4	565.9c	36.2	16.9
	97	0.267	0.204	173.7	565.8c	37.0	16.1
	98	0.266	0.203	166.2	566.0c	37.6	15.4
	99	0.265	0.201	157.5	566.0c	38.0	14.6
	100	0.264	0.199	150.0	566.0c	38.4	13.9

TRACTOMEX - GASOLEO

% Tractomex en Gasoleo	0	0.352	0.378	946.3	572.0	27.5	87.7
	1	0.350	0.378	940.9	572.0	27.4	87.2
	2	0.350	0.379	936.6	571.8	27.4	86.8
	3	0.349	0.379	932.3	571.2	27.4	86.4
	4	0.349	0.380	926.9	571.0	27.4	85.9
	5	0.348	0.380	922.5	570.8	27.2	85.5
	6	0.348	0.381	917.2	570.5	27.2	85.0

TABLA II (Continuación)

TRACTOMEX - GASOLEO

		x	y	Y	λ Dominante	% Pureza	tr
% Tractomex en Gasóleo	7	0.347	0.381	912.8	570.0	27.2	84.6
	8	0.347	0.381	907.4	570.0	27.2	84.1
	9	0.346	0.382	903.1	570.0	27.2	83.7
	10	0.346	0.382	897.7	570.0	27.2	83.2
	20	0.340	0.386	849.2	567.0	26.5	78.7
	30	0.335	0.391	801.7	564.0	26.5	74.3
	40	0.329	0.395	753.1	561.5	26.2	69.8
	50	0.324	0.399	704.6	559.0	26.0	65.3
	60	0.319	0.403	656.0	556.0	25.8	60.8
	70	0.313	0.407	607.5	552.5	25.6	56.3
	80	0.308	0.412	560.0	548.0	25.0	51.9
	90	0.302	0.416	511.4	546.5	25.0	47.4
	91	0.302	0.416	506.1	546.5	25.0	46.9
	92	0.301	0.417	501.7	546.0	25.0	46.5
	93	0.301	0.417	496.3	546.0	25.0	46.0
	94	0.300	0.417	492.0	545.6	25.0	45.6
	95	0.300	0.418	486.6	545.5	25.2	45.1
	96	0.299	0.418	482.3	545.0	25.0	44.7
	97	0.299	0.419	476.9	545.0	25.2	44.2
	98	0.298	0.419	472.6	544.0	24.8	43.8
	99	0.298	0.420	467.2	543.0	24.8	43.3
	100	0.297	0.420	462.9	543.0	24.8	42.9

ANALISIS DE LOS PRODUCTOS Y DE SUS MEZCLAS
FORMULAS QUIMICAS DE SU COMPOSICION.

Aún cuando el petróleo está constituído en su mayoría por hidrocarburos, también contiene cantidades variables de substancias con oxígeno, azufre y nitrógeno. El tratamiento principal a que se somete el aceite crudo en las refinerías consiste, por lo general, en una destilación que permite separar diversas fracciones. Las fracciones comerciales que se obtienen en la destilación del petróleo son:

a).- Metano y Etano que se emplean como combustibles al estado gaseoso.

b).- Propano y Butano que se emplean como combustibles y se manejan embotellados al estado licuado.

c).- Iso-pentano, Iso-hexano, Iso-heptano e Iso-octano que se emplean como componentes en la gasolina de aviación.

d).- Nafta base para gasolina de automóvil que puede contener hidrocarburos desde C_4 hasta C_{12}.

e).- Kerosina, que se emplea como combustible para estufas, lámparas y para algunos motores de combustión interna.

f).- Gasóleo, como combustible en hogares de caldera y de máquina Diesel.

g).- Aceites lubricantes con hidrocarburos cuyas mezclas fluctúan desde los más ligeros de 50 segundos de Viscosidad Saybolt Universal y a 37.8°C hasta los más pesados de 200 segudos de viscosidad Saybolt Universal a 98.9°C.

h).- Parafinas.

i).- Vaselinas.

j).- Petróleos Combustibles, que son residuos de la destilación.

k).- Asfaltos.

La gasolina cruda, en México, contiene, propano, butano, iso-butano, y los homólogos superiores hasta los términos en C_{12}. Su refinación se hace mediante el proceso Perco Catalítico en fase gaseosa en el que se emplea como agente catalítico para la reacción, la bauxita, y al final de este tratamiento el contenido de la gasolina en azufre es como máximo, de 0.01 porciento. La gasolina resultante tiene un índice de octano bajo, el que se aumenta mezclándola con gasolinas desintegradas y añadiéndole tetra-etilo de plomo. Así se obtiene la gasolina para motores que se tiñe en amarillo. o en rosa para distinguirla de la gasolina blanca que no es tóxica.

La kerosina se refina mediante el proceso Perco Químico, y ya refinada, endulzada con cloruro cúprico y teñida en morado constituye el petróleo diáfano.

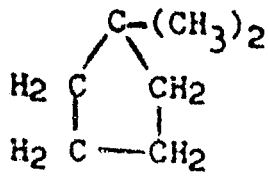
Una kerosina sin endulzar de mal olor y teñida en verde, es lo que se usa con el nombre de " tractomex".

El gasóleo o gas-oil no se refina, sino que se utiliza directamente como combustible para los motores Diesel.

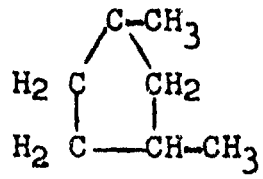
Las gasolinas, están constituídas químicamente, por hidrocarburos parafínicos de cadena abierta, entre ellos se encuentran los doce miembros de cadena normal comprendidos entre el metano y el n-dodecano y diecisiete isómeros ramificados desde el iso-butano hasta los metil nonanos.

Además de los hidrocarburos de cadena abierta, el petróleo crudo contiene cantidades variables de cicloparafinas que se conocen vulgarmente con el nombre de naftenos. Se encuentran entre ellos derivados alquílicos del ciclo pentano y del ciclo hexano estando presentes desde luego, estos dos hidrocarburos fundamentales.

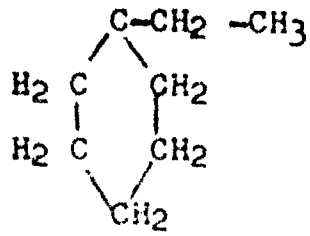
Los ejemplos más tipicos de naftenos son:



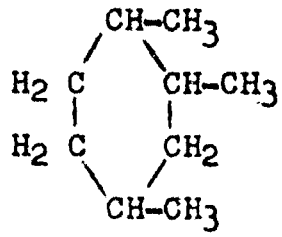
1,1, dimetil ciclopentano



1,3 dimetil ciclopentano



Etil ciclohexano



Trimetil ciclohexano.

Contienen además, los petróleos, gran variedad de compuestos - aromáticos.

Para hacer el análisis de los productos y de sus mezclas se -- utilizaron varios métodos que se encuentran en el "Standards on ---- Petroleum Products and Lubricants de American. Society for Testing - Materials.- Estos métodos fueron:

1.- Peso Específico. A.S.T.M. D 287-39

2.- Destilación Engler. A.S.T.M D 86-46.

3.- Reacción del residuo de la destilación Engler. A.S.T.M. D 910-51 T

4.- Temperatura de Inflamación Tag. Copa Cerrada. A.S.T.M. D 56-51

5.- Corrosión. A.S.T.M. D 130-50T

6.- Goma Preformada. A.S.T.M. D 381-50

7.- Período de Inducción. A.S.T.M. D 525-49

8.- Porciento de Azufre total, Método de la Lámpara A.S.T.M. D 90-50 T

9.- Presión de Vapor Reid. A.S.T.M. D 323-49

10.- Antidetonancia F-2 A.S.T.M. D 357-47

11.- Determinación del Tetraetilo de Plomo. A.S.T.M. D 526-48 T

Además, métodos especiales para:

Azufre Mercaptánico.

Goma Potencial.

Destilación Podbielniak y

Destilación Hypercal.

Estos dos últimos permiten conocer la composición molecular de los productos, utilizándose, la primera, para hidrocarburos ligeros y la segunda, para hidrocarburos pesados.

CARACTERISTICAS DE LA GASOLINA PERCO CATALICA SIN DEPENTANIZAR.

DESTILACION HYPERCAL	PORCIENTO EN VOLUMEN
	590 mm de Hg
ISO-BUTANO	0.2%
BUTANO NORMAL	3.9
ISO-PENTANO	3.5
PENTANO NORMAL	5.8
ISO-HEXANOS	6.0
HEXANO NORMAL	8.6
ISO-HEPTANOS	7.5
HEPTANO NORMAL	6.8
ISOOCTANOS	11.4
OCTANO NORMAL	5.7
NONANOS	16.9
DECANOS	14.5
UNDECANOS	5.2
RESIDUO	2.8
PERDIDA	1.2

CARACTERISTICAS DE LA GASOLINA PERCO CATALITICA SIN DEPENTANIZAR

PESO ESPECIFICA A 20/4°C	0.724
DESTILACION ENGLER A	590 mm de Hg.
TEMPERATURA INICIAL DE EBULLICION	33.0°C
EL 5 % DESTILO A	50.0
EL 10% DESTILO A	59.0
EL 20% DESTILO A	76.0
EL 30% DESTILO A	88.0
EL 40% DESTILO A	103.5
EL 50% DESTILO A	113.5
EL 60% DESTILO A	124.0
EL 70% DESTILO A	136.0
EL 80% DESTILO A	148.0
EL 90% DESTILO A	161.0
EL 95% DESTILO A	171.0
TEMPERATURA FINAL DE EBULLICION	188.0
PORCIENTO RECUPERADO	98.0
PORCIENTO RESIDUO	1.0
PORCIENTO PERDIDA	1.0
PRESION DE VAPOR REID, LIBRAS POR PULGADA CUAD.	6.95
PORCIENTO DE AZUFRE MERCAPTANICO	0.0020
PORCIENTO DE AZUFRE TOTAL	0.0050

CARACTERISTICAS DE LA GASOLINA PERCO CATALITICA SIN DEPENTANIZAR

ANTIDETONANCIA

INDICE DE OCTANO F-1	47.5
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 0.5 ml. DE TEP/GALON)	57.0
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 1.0 ml. DE TEP/GALON)	64.0
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 1.5 ml. DE TEP/GALON)	69.0
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 2.0 ml. DE TEP/GALON)	72.5
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 3.0 ml. DE TEP/GALON)	76.2
INDICE DE OCTANO F-1 (+ 4.0 ml. DE TEP/GALON)	77.0
INDICE DE OCTANO F-2	47.5
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 0.5 ml. DE TEP/GALON)	54.0
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 1.0 ml. DE TEP/GALON)	62.5
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 1.5 ml. DE TEP/GALON)	65.0
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 2.0 ml. DE TEP/GALON)	72.0
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 3.0 ml. DE TEP/GALON)	76.0
INDICE DE OCTANO F-2 (+ 4.0 ml. DE TEP/GALON)	81.0

TABLA III

DATOS EXPERIMENTALES.

CARACTERISTICAS DE LAS FASES E INTERFASES.

SUPERMEXOLINA - MEXOLINA.

Porciento de S/M	Antidetonancia F-2
100	80.7
95	80.3
90	79.7
80	78.9
70	78.1
60	77.5
50	76.8
40	75.7
30	74.7
20	73.7
10	72.1
5	71.3
0	71.0

Se consideró que la antidetonancia F-2, es la única característica que es necesario determinar a esta interfase

TABLA IV.

MEXOLINA - DIAFANO

Porciento de M/D		100	
Presión en mm. de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición.	36.0 °C	37.4 °C	42.3 °C
El 5 % destiló a:	52.0	53.5	58.6
10	58.0	69.5	64.7
20	68.0	69.6	74.9
30	79.5	81.2	87.0
40	93.0	94.7	100.4
50	105.0	106.8	112.7
60	116.0	117.8	123.9
70	127.0	128.9	135.1
80	138.0	139.9	146.3
90	154.5	156.5	163.2
95	169.0	171.0	177.9
Temperatura final de ebullición	187.0	190.0	196.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		95	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	36.0 °C	37.4 °C	42.3 °C
El 5 % destiló a:	51.0	52.5	57.6

TABLA IV (continuación)

MEXCLINA - DIAFANO

El 10% destiló a:	58.0 °C	59.5 °C	64.7 °C
20	69.0	70.6	75.9
30	81.5	83.2	88.7
40	97.0	98.7	104.5
50	109.0	110.8	118.8
60	121.0	122.9	129.0
70	132.5	134.4	140.7
80	147.0	149.0	155.5
90	166.0	168.1	174.9
95	191.0	193.1	200.4
Temperatura final de ebullición	239.5	241.8	249.9
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D	- - - - - -	90	
Presión en mm de Hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	36.0 °C	37.4 °C	42.3 °C.
El 5 % destiló a:	52.5	54.0	59.1
10	59.0	60.5	65.7
20	70.5	72.1	77.5
30	84.5	86.2	91.7
40	100.0	101.7	107.6
50	113.0	114.8	120.8
60	126.0	127.9	134.1
70	139.0	140.9	147.3

TABLA IV (continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

El 80 % destiló a:	156.0 °C	158.0 °C	164.7 °C
90	185.0	187.1	194.3
95	223.0	225.3	233.0
Temperatura final de ebullición	266.0	268.5	277.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D	- - - - - - - -	80	
Presión en mm de hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	36.0 °C	37.4 °C	42.3 °C
El 5 % destiló a	54.0	55.5	60.6
10	61.5	63.1	68.3
20	76.0	77.6	83.1
30	92.5	93.2	98.9
40	108.0	109.8	115.7
50	122.0	124.5	130.0
60	137.0	138.9	145.5
70	153.0	155.0	161.6
80	176.0	180.0	186.0
90	214.0	216.2	223.8
95	241.0	243.4	251.5
Temperatura final de ebullición	266.0	268.5	277.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		

TABLA IV (continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		70	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	38.0 °C	39.4 °C	44.3 °C
El 5 % destiló a:	56.0	57.5	62.7
10	64.5	66.1	71.5
20	81.5	83.2	88.7
30	100.0	101.7	107.6
40	120.0	121.8	128.0
50	135.0	136.9	143.3
60	153.0	155.0	161.6
70	175.0	177.0	184.1
80	202.0	204.2	211.6
90	237.0	239.3	247.4
95	261.0	263.5	271.9
Temperatura final de ebullición	272.0	274.5	283.1
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		60	
Presión en mm de Hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	40.0 °C	41.4 °C	46.4 °C
El 5 % destiló a:	60.0	61.5	66.8
10	71.0	72.6	78.0

TABLA IV (continuación)

HEXOLINA - DIAFANO

El 20 % destiló a:	92.0 °C	93.7 °C	99.4 °C
30	115.0	116.8	122.9
40	135.0	136.9	143.3
50	156.5	158.5	165.2
60	178.0	180.0	187.1
70	202.5	204.7	212.1
80	227.0	229.3	236.2
90	260.0	262.4	270.8
95	275.0	277.5	286.1
Temperatura final de ebullición	276.0	278.5	287.2
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		50	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	43.0 °C	44.5°C	49.4 °C
El 5 % destiló a :	65.0	66.6	71.9
10	77.5	79.1	84.6
20	100.5	102.3	108.1
30	127.0	128.9	135.1
40	150.0	152.0	158.6
50	173.0	175.2	182.0
60	195.0	197.1	204.5
70	213.0	215.2	222.8
80	232.5	234.8	242.8

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

El 90 % destiló a:	255.5 °C	258.3 °C	266.2 °C
95	273.0	275.5	284.1
Temperatura final de ebullición	280.0	282.5	291.2
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		40	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	45.0 °C	46.5 °C	51.5 °C
El 5 % destiló a :	66.0	67.6	72.9
10	82.5	84.2	89.7
20	115.5	117.3	123.4
30	144.0	146.0	152.4
40	168.0	170.1	176.9
50	185.0	187.1	194.3
60	201.0	203.2	210.6
70	217.0	219.2	226.9
80	233.0	235.3	243.3
90	252.0	254.4	262.7
95	268.0	272.0	279.0
Temperatura final de ebullición	284.0	286.5	295.3
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

Porciento de M/D		30	
Presión en mm de Hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	48.0 °C	49.5 °C	54.5 °C
El 5 % destiló a :	72.0	73.6	79.0
10	92.0	93.7	99.4
20	141.0	143.0	149.[illegible]
30	170.5	172.7	179.5
40	189.0	191.1	198.3
50	205.0	207.2	214.7
60	216.0	218.2	225.9
70	231.0	233.3	241.3
80	245.0	247.4	255.5
90	265.0	267.5	275.9
95	275.0	277.5	286.1
Temperatura final de ebullición	285.0	287.5	295.3
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		

- - - - - - - - - -

Porciento de M/D		20	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de Ebullición	51.0°C	52.5°C	57.6°C
El 5 % destiló a :	65.5	67.1	72.4
10	123.0	124.9	131.0

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

El 20 % destiló a:	167.0 °C	169.1 °C	175.9 °C
30	183.5	185.6	192.8
40	198.0	200.1	207.5
50	207.0	209.2	216.7
60	217.0	219.2	226.9
70	228.0	230.3	238.2
80	247.0	249.4	257.6
90	268.0	270.5	279.0
95	278.0	280.5	289.2
Temperatura final de ebullición	285.0	287.5	295.3
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		10	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de Ebullición	63.0°C	64.6°C	69.8°C
El 5 % destiló a:	128.0	129.9	136.1
10	168.0	170.1	176.9
20	188.0	190.1	197.3
30	198.5	200.6	208.0
40	210.0	212.2	219.8
50	219.0	221.2	228.9
60	229.0	231.3	239.2
70	240.0	242.3	250.4

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

El 80% destiló a:	252.0°C	254.4°C	262.7°C
90	270.0	272.5	281.0
95	280.0	282.5	291.2
Temperatura final de ebullición	286.0	288.6	297.4
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		5	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	72.0°C	73.6 °C	79.0 °C
El 5 % destiló a :	166.0	168.1	174.9
10	179.0	181.0	188.1
20	191.5	193.6	200.9
30	200.0	202.1	209.6
40	207.0	209.2	216.5
50	219.0	221.2	228.9
60	230.0	232.3	240.2
70	242.0	244.4	252.5
80	252.0	254.4	262.7
90	270.0	272.5	281.0
95	280.0	282.5	291.2
Temperatura final de ebullición	286.0	288.6	297.4
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

Por ciento de Pérdida	0.5		
Porciento de M/D		0	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	165.0°C	167.1°C	173.9°C
El 5 % destiló a :	185.5	187.6	194.8
10	191.0	193.1	200.4
20	199.0	201.1	208.5
30	207.0	209.2	216.7
40	214.0	216.2	223.8
50	223.0	225.3	233.0
60	232.0	234.3	242.3
70	240.5	242.8	251.0
80	253.0	255.4	263.7
90	266.0	268.5	277.0
95	281.0	283.5	292.3
Temperatura final de ebullición	288.0	290.6	299.4
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		

TABLA IV (Continuación)

MEXOLINA - DIAFANO

Porciento de M/D	Antidetonancia F-2	Porciento de M/D	Temperatura de inflamación Tag.C.C. en °C		
		Presión en mm de Hg..	590	628	760
100	71.0	10	0.0	0.0	0.0
95	69.4	9	0.0	0.0	0.0
90	68.2	8	6.0	7.3	11.7
80	60.3	7	10.0	11.3	15.7
70	54.5	6	13.0	14.3	18.7
60	47.8	5	18.0	19.3	23.7
50	41.3	4	22.0	23.3	27.7
40	33.7	3	27.0	28.3	32.7
30	25.6	2	37.0	38.3	42.7
20	16.9	1	48.0	49.3	53.7
10	10.2	0	62.0	63.3	67.7
5	6.8				
0	2.6				

TABLA V

MEXOLINA - TRACTOMEX

Por ciento de M/T	Antidetonancia F-2	Porciento de RSH	Prueba Doctor
100	71.0	0.000	
95	68.1	0.001	
90	65.9	0.001	
80	60.1	0.003	Cualquier porcentaje menor de 99% de M/T hace que la prueba Doctor sea positiva.
70	55.5	0.004	
60	46.0	0.005	
50	39.2	0.006	
40	31.9	0.008	
30	22.0	0.009	
20	14.4	0.010	
10	5.2	0.012	
5	1.1	0.012	
0	3.0	0.013	

En esta Tabla se omitieron las destilaciones Engler y las Temperaturas de inflamación de la interfase Mexolina - Tractomex, porque las características de volatilidad e inflamación del Tractomex som iguales a las del Diáfano.

TABLA VI

DIAFANO - TRACTOMEX

Porciento de D/T	Porciento de RSH	Prueba Doctor
100	0.000	
95	0.001	
90	0.001	
80	0.003	Cualquier por-
70	0.004	centaje menor -
60	0.005	de 99 % de D/T-
50	0.006	hace que la ---
40	0.008	prueba Doctor --
30	0.009	sea positiva
20	0.010	
10	0.012	
5	0.012	
0	0.013	

En esta Tabla se omitieron las destilaciones Engler y las Temperaturas de inflamación correspondientes a la interfase Diáfano-Tractomex, porque ambos se elaboran con las mismas características.

TABLA VII

DIAFANO - GASOLEO.

Porciento de D/G		100	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	165.0 °C	167.1 °C	173.9 °C
El 5 % destiló a:	185.5	187.6	194.8
10	191.0	193.1	200.4
20	199.0	201.1	208.5
30	207.0	208.5	217.5
40	214.0	216.2	223.8
50	223.0	225.3	233.0
60	232.0	234.3	242.3
70	240.5	242.9	251.0
80	252.0	254.4	262.7
90	266.0	268.5	277.0
95	276.0	278.5	287.2
Temperatura final de ebullición	288.0	290.6	299.4
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G		95	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	179.0 °C	181.0 °C	188.1 °C
El 5 % destiló a:	193.0	195.1	202.4

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

El 10 % destiló a:	198.0 °C	200.1 °C	207.5 °C
20	206.0	208.2	215.7
30	211.0	213.2	220.8
40	216.0	218.2	225.9
50	224.0	226.3	234.0
60	232.0	234.3	242.3
70	241.0	243.4	251.5
80	251.5	253.9	262.2
90	266.5	269.0	277.5
95	286.0	288.6	287.4
Temperatura final de ebullición	316.0	318.7	328.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
	- - - - - -		
Porciento de D/G		90	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	180.0 °C	182.0 °C	189.2 °C
El 5 % destiló a :	194.0	196.1	203.4
10	198.0	200.1	207.5
20	204.0	206.2	213.6
30	210.0	212.2	219.8
40	217.0	219.2	226.9
50	224.0	226.3	234.0
60	232.0	234.3	242.3

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

El 70% destiló a:	242.0 °C	244.4 °C	252.5 °C
80	254.0	256.4	264.7
90	274.0	276.5	285.1
95	298.0	300.6	309.6
Temperatura final de ebullición	328.0	330.7	340.2
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G	- - - - - - - -	80	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	179.0 °C	181.0 °C	188.1 °C
El 5 % destiló a:	193.0	195.1	202.4
10	197.0	199.1	206.5
20	205.0	207.2	214.7
30	212.0	214.2	221.8
40	220.0	222.2	230.0
50	228.0	230.3	238.2
60	238.0	240.3	248.4
70	251.0	253.4	261.7
80	266.0	268.5	277.0
90	296.0	298.6	307.6
95	320.0	322.7	332.0
Temperatura final de ebullición	344.0	346.8	356.5
Porciento Recuperado	99.0		

TABLA VII (continuación)

DIAFANO - GASOLEO

Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G	- - - - -	70	
Presión en mm de Hg	590	628	760.
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	179.0°C	181.0°C	188.1°C
El 5 % destiló a:	192.0	194.1	201.4
10	200.0	202.1	209.6
20	208.0	210.2	217.7
30	216.0	218.2	225.9
40	226.0	228.3	236.2
50	236.0	238.3	246.4
60	247.0	249.4	257.6
70	263.0	265.5	273.9
80	283.0	285.5	294.3
90	312.0	314.7	323.9
95	333.0	335.8	345.3
Temperatura final de ebullición	354.0	356.9	366.7
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G	- - - - - -	60	
Presión en mm de Hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	180.0 °C	182.0 °C	189.2 °C

TABLA VII (continuación)

DIAFANO -GASCLEO

El 5 % destiló a:	197.0 °C	199.1 °C	206.5 °C
10	204.0	206.2	213.6
20	215.0	217.2	224.9
30	224.5	227.0	234.5
40	236.0	238.3	246.4
50	249.0	251.4	259.6
60	265.0	267.5	275.9
70	283.0	285.5	294.3
80	301.0	303.6	312.7
90	324.0	326.7	336.1
95	340.0	342.8	352.4
Temperatura final de ebullición	361.0	363.9	373.9
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G	- - - - - -	50	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	179.0 °C	181.0 °C	188.1 °C
El 5 % destiló a:	198.0	200.1	207.5
10	207.0	209.2	216.5
20	220.0	222.2	230.0
30	232.0	234.3	242.3
40	245.0	247.4	255.5
50	263.0	265.5	273.9
60	276.0	278.5	287.2

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

El 70% destiló a:	294.0 °C	296.6 °C	305.5 °C
80	311.0	313.7	322.9
90	330.0	332.7	342.2
95	345.0	347.8	357.5
Temperatura final de ebullición	366.0	368.9	379.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G		40	
Presión en mm. de Hg.	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	180.0 °C	182.0 °C	189.2 °C
El 5 % destiló a :	200.0	202.1	209.6
10	209.5	211.7	219.2
20	222.0	224.3	232.0
30	235.0	237.3	245.3
40	247.0	249.4	257.6
50	266.0	268.5	277.0
60	280.0	282.5	291.2
70	300.0	302.6	311.6
80	315.0	317.7	326.9
90	335.0	337.8	347.3
95	350.0	352.8	362.6
Temperatura final de ebullición	370.0	372.9	383.0
Porciento Recuperado	99.0		

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
- - - - - - -			
Presión de D/G		30	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	180.0 °C	182.0 °C	189.2 °C
El 5 % destiló a:	205.0	207.2	214.7
10	218.0	220.2	227.9
20	238.0	240.3	248.4
30	255.0	257.4	265.7
40	275.0	277.5	286.1
30	287.0	289.6	298.4
60	300.0	302.6	311.6
70	311.0	313.7	322.9
80	321.0	323.7	333.1
90	336.0	338.8	348.4
95	348.0	350.8	360.6
Temperatura final de ebullición	369.0	371.9	382.0
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
- - - - - - -			
Porciento de D/G		20	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	187.0 °C	189.1 °C	196.3 °C.

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

El 5 % destiló a:	217.5 °C	218.7 °C	227.4 °C
10	234.0	236.3	244.3
20	258.0	260.4	268.8
30	275.0	277.5	286.1
40	290.0	292.6	301.4
50	300.0	302.6	311.6
60	311.0	313.7	322.9
70	320.5	323.0	332.5
80	330.0	332.7	342.2
90	345.0	347.8	357.5
95	358.0	360.9	370.8
Temperatura final de ebullición	376.0	379.0	389.2
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
	- - - - -		
Porciento de D/G		10	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	188.0 °C	190.1 °C	197.3 °C
El 5 % destiló a:	230.0	232.3	240.2
10	248.0	250.4	258.6
20	274.0	276.5	285.9
30	289.0	291.6	300.4
40	300.0	302.6	311.6
50	308.0	310.7	319.8

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

El 60 % destiló a:	315.5 °C	317.2 °C	328.0 °C
70	324.0	326.7	336.1
80	333.0	335.8	345.3
90	347.0	349.8	359.6
95	359.0	361.9	371.8
Temperatura final de ebullición	379.0	382.0	392.2
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G		5	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	189.0 °C	191.1 °C	198.3 °C
El 5 % destiló a :	243.5	245.6	254.0
10	259.0	261.4	269.8
20	283.0	285.5	294.3
30	295.0	297.6	306.5
40	304.0	306.6	315.7
50	311.0	313.7	322.9
60	318.0	320.7	330.0
70	326.0	328.7	338.2
80	335.0	337.8	347.3
90	348.5	351.3	361.1
95	361.0	363.9	373.9

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

Temperatura final de ebullición	381.0 °C	384.0 °C	394.3 °C
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		
Porciento de D/G		0	
Presión en mm de Hg	590	628	760
Destilación Engler:			
Temperatura inicial de ebullición	197.0 °C	199.1 °C	206.5 °C
El 5 % destiló a :	255.0	257.4	265.7
10	274.0	276.5	285.1
20	290.0	292.6	301.4
30	300.0	302.6	311.6
40	307.0	309.7	318.8
50	313.5	316.2	325.4
60	320.0	322.7	332.0
70	327.0	329.7	339.2
80	335.0	337.8	347.3
90	348.0	350.8	360.6
95	360.5	362.4	373.4
Temperatura final de ebullición	382.0	385.0	395.3
Porciento Recuperado	99.0		
Porciento de Residuo	0.5		
Porciento de Pérdida	0.5		

TABLA VII (Continuación)

DIAFANO - GASOLEO

Porciento de D/G	Porciento de RSH	Prueba Doctor	Temperatura de Inflamación Tag.C.C. en °C		
		Presión en mm de Hg	590	628	760
100	0.000		62.0	63.0	67.7
95	0.000		64.0	65.3	69.7
90	0.001		65.0	66.7	70.7
80	0.001	Cualquier	66.0	67.3	71.7
70	0.002	porcentu-	68.0	69.3	73.7
60	0.002	je menor-	71.0	72.3	76.7
50	0.003	de 99 % -	72.0	73.3	77.7
40	0.004	de D/G ha	74.0	75.3	79.7
30	0.004	ce que la	75.0	76.3	80.7
20	0.005	prueba --	77.0	78.3	82.7
10	0.005	Doctor -	84.0	85.3	89.7
5	0.006	sea posi-	84.0	85.3	89.7
0	0.006	tiva.	86.0	87.3	91.7

METODOS PARA LA DETERMINACION DE INTERFASES.

Los métodos propuestos para determinar el grado de contaminación de los productos por cambios de color son:

1o.- Uno espectrofotométrico que consiste simplemente en hacer una determinación de transmisión a una longitud de onda específica para cada producto.

2o.- El empleo de un Analizador Diferencial Fotoeléctrico que registra automáticamente el cambio de un producto a otro.

3o.- El empleo de este mismo instrumento dotado de interruptores microlímite actuando sobre relevos magnéticos que operan válvulas automáticas.

1o.- METODO ESPECTROFOTOMETRICO.

Para este método se requiere solamente un espectrofotómetro Coleman Modelo 6 A, equipado con una celda para muestra, un filtro de didimio para calibrar la escala de longitud de onda y una celda con tetracloruro de carbono que servirá como tipo para corregir por pérdidas de reflexión y absorción.

Al emplear este método no es necesario que el color dado a los productos sea siempre exactamente el mismo y por lo tanto, tampoco se requiere que los tanques estén bien mezclados para que su coloración sea homogénea.

En la planta donde se origina el bombeo, por ejemplo, en la Refinería "Ing. A. M. Amor" el laboratorio deberá tomar una muestra de la fase que se está bombeando, inmediatamente antes y después de que se haga el cambio del producto. Al tomar esta segunda muestra es escencial que por la purga de muestreo ya esté influyendo la fase pura.

A estas dos muestras deberá determinárseles el factor de transmisión τ a una longitud de onda específica. Una vez obtenidos los datos anteriores, basta conque el laboratorio los transcriba telefónicamente a cada estación de bombeo, para que ésta, por una simple determinación del factor de transmisión, conozca el grado de contaminación del producto. Esta determinación, que no necesita ser hecha por un técnico, requiere menos de un minuto.

Considerando el caso de la interfase Supermexolina-Mexolina que presenta una diferencia de transmisiones máxima a 535 mμ se tiene que los valores de transmisión y el de corrección por absorción de celda, para dicha longitud de onda son respectivamente:

$$Ts = 26.5$$

$$Tm = 79.2$$

$$Tt = 90.9$$

y aplicando la ecuación (29) se tiene:

$$\tau_s = \frac{26.5}{90.9} = 0.292$$

$$\tau_m = \frac{79.2}{90.9} = 0.871$$

y repitiendo esta operación para cada extremo de la interfase, dados en dos porciento, se obtienen los siguientes datos:

Composición % de S/M	Porciento de Transmisión t	Factor de Transmisión
0	79.2	0.871
2	78.1	0.859
4	77.1	0.848
6	76.0	0.836
8	75.0	0.825

Composición % de S/M	Porciento de Transmisión t	Factor de Transmisión
10	73.9	0.813
90	31.8	0.350
92	30.7	0.337
94	29.7	0.327
96	28.6	0.315
98	27.6	0.304
100	26.5	0.292

Las longitudes de onda en que resulta mayor la diferencia de los factores de transmisión para las interfases restantes deducidas de la Gráfica 4, aparecen a continuación.

Interfase	Longitud de Onda
S/M	535 mμ
M/D	575
M/T	630
D/T	525
D/G	585
T/G	590

2o.- METODO DIFERENCIAL FOTOELECTRICO.

Para este método se requiere el Analizador Diferencial Foto--- eléctrico diseñado por la Sección de Investigación de la Refinería "18 de Marzo" y que consta de:

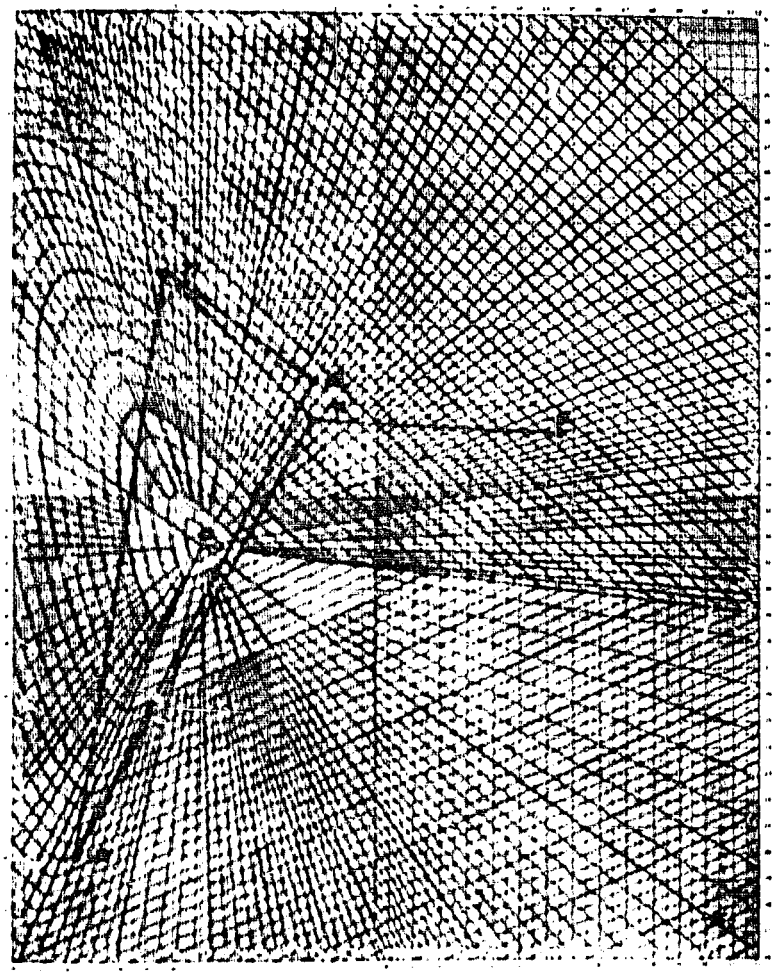
1o.- Un orificio cuya función es establecer una diferencia de- presión entre dos puntos del oleoducto y hacer fluir al producto- por una derivación de dos pulgadas y con la misma velocidad de -- flujo que en el oleoducto y llevarlo al Analizador Diferencial -- Fotoeléctrico propiamente dicho.

2o.- Un sistema fotoeléctrico de dos celdas con polaridades in vertidas que generan un potencial, cuya magnitud depehde del dife- rencial de transmisión permitido a una irradiancia de distribución espectral controlada por un filtro y el producto, y de otra con--- trolada solamente por el producto. Este sistema fotoeléctrico está naturalmente dotado de lámparas excitadoras con controles y esta-- bilizador de voltaje.

3o.- Un sistema de filtros con valores de x y y similares a -- los de los productos, Gráfica 5, y cuyo papel es producir una irra diancia de características espectrales similares a las de la trans mitancia radiante del producto.

4o.- Un Potenciómetro Registrador Electrónico con límites de - escala y sensibilidad variable cuyo papel es registrar la corrien- te generada por las celdas.

El Analizador Diferencial Fotoeléctrico grafica una linea ---- vertical en uno de los extremos de la carta cuando el producto que está fluyendo es una fase pura, y al entrar la interfase hace una- linea casi horizontal cuya inclinación depende de la relación en-- tre la velocidad con que cambia la composición de la interfase y - la velocidad de la carta del Potenciómetro Registrador. Al fluir -



BIBLIOTECA DE LA FACULTAD NACIONAL DE INGENIERIA
MEXICO
QUIMICA

nuevamente una fase pura, la linea de registro vuelve a ser vertical. Por último, es conveniente indicar que por este método no se pueden diferenciar Mexolina y Gasóleo.

B I B L I O G R A F I A.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS.-Standards on Petroleum Products and Lubricants.- 1951.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.- Operating Characteristics of-Hypercal Fractionating Columns.- P. L. Brandt, R. B. Perokins Jr. And L. K. Hadreson (1946)

PETROLEOS MEXICANOS.- Métodos Especiales para Laboratorio.

L. F. FIESER AND M. FIESER.- Tratado de Química Orgánica.- 1948.-

CORTES RUBIOS S.- Determinación y Características de las --- Zonas de Contaminados en el Oleoducto Sala-- manca.- Lagos.- Petróleos Mexicanos, Refinería Ing. A. M. Amor.- 1952.

EASTMAN KODAK CO.- Kodak Color Handbook.- Rochester.- Eastman Kodak Co.- 1950

EASTMAN KODAK CO.- Color Prints with the Kodak Dye Transfer Proceds.-Rochester.- Eastman Kodak Co.- 1950

EVANS, R. M.- An Introduction to Color.- New York.- John - Wiley and Sons, Inc.- 1948.

HARDY, A. C. and PERRIN, F. H.- The Principles of Optics.- - New York.- Mc Graw.- Hill Book Co. Inc.- 1932.

HARDY, A. C. IVES, H. E. and FORSYTHE, W. E.- Measurement of Radiant Energy.- New York.- Mc - Graw - Hill Book Co. Inc. 1937.

HARDY, A. C.- Handbook of Colorimetry.- Cambridge.- The ---- Technology Press.- 1936.

JUDD, D. B.- Color in Business, Science and Industry.- New York.- John Wiley and Sons.- 1950

MEMBERS OF THE STAFF OF THE DEPARMENT OF ELECTRICAL -------- ENGINEERIN OF M. I. T.- Applied Electronics- New York.- John Wiley and Sons Inc.- 1943.

NEW HALL, S. M. and BRENNAN J. G.- Color Terms Report.- Baltimore.- Inter Society Color Council.- 1948.

REITH, T.- Proyecto Oeloducto Salamanca a Lagos y Salamanca a Morelia.- Petróleos Mexicanos.- Ge-- rencia de Refinerías.- 1952.

SEARS, F. W.- Principles of Physics, Vol. III.- Cambridge.- Addison - Wesley Press, Inc.- 1946

WRIGHT, W. D. - The Measurement of Colour.- London.- Adam - Hilger, Ltd.- 1944.-

ZWORYKIN, B. K. and WILSON, E. D. - Photocells and Their --- Application. New York.- John Wiley and Sohs, Inc.- 1932.