

99

25/Jan



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**"COLABORACION AL ESTUDIO DE LA RELACION
TINTA-PAPEL EN LA IMPRESION OFFSET"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
JUAN MARTIN REBOLLO GARDUÑO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





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 está 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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: PROF. JOAQUIN PALACIOS ALQUISIRA

VOCAL: PROF. JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA

SECRETARIO: PROF. ARNULFO GERMAN ROMERO USCANGA

1er. SUPLENTE: PROF. LUIS DEL REY OSCAR JIMENEZ VELA

2o. SUPLENTE: PROF. ANTONIO GUADALUPE MEDINA LOPEZ



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

BANCO DE MEXICO

FABRICA DE BILLETES

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD E INVESTIGACION

SUSTENTANTE:

JUAN MARTIN REBOLLO GARDUÑO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Martín Rebollo Garduño'.

ASESOR:

(M.C.) ARNULFO GERMAN ROMERO USCANGA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arnulfo German Romero USCANGA'.

A DIOS:

Doy gracias por haberme permitido alcanzar esta meta tan importante en mi vida y por todo lo que me ha dado.

A mis padres:

Tomás y Artemia con respeto, cariño y gratitud por la esperanza que depositaron en mí.

A mi querida y admirable esposa:

Eva por todo su apoyo, comprensión y cariño que han sido base de mis logros.

A mis pequeñas y dulces hijas:

Gaby y Ana Karen por quienes vivo mi ilusión del mañana.

A mis hermanos:

Liliana, Ana María, Tomás, Leticia, Guadalupe, Jesús, Francisco Javier, José Antonio, Javier y Claudia con especial afecto.

A la memoria de mis abuelitos:

Ramón, Mateo, Juana y aquellos seres queridos que se han ido, a los cuales recordaré siempre.

A todos mis familiares y seres queridos que me han impulsado con sus palabras de aliento y apoyo.

Al Arquitecto Germán Sánchez García Cano por todas las facilidades brindadas en la realización de mi tesis.

A mis amigos y compañeros de trabajo con los que he convivido.

A mi querida facultad en la que forje un sueño hecho realidad.

Al M. en C.:

Arnulfo Germán Romero Uscanga con respeto e infinita gratitud por su invaluable apoyo, paciencia, dedicación y atenciones brindadas en la realización de mi tesis.

Al Químico:

Evaristo Santiago Gerge con inmenso agradecimiento por todas sus innumerables atenciones, intervenciones y apoyo bibliográfico de las que fuí objeto.

A la Ing. Químico:

Gloria Izquierdo Estrada con profundo agradecimiento y respeto por sus muy nutritivas e importantes participaciones, así como apoyo bibliográfico recibidos.

A la Q.F.B.:

Irma Flores Camacho por su tiempo, atenciones y comentarios tan valiosos de gran valor en el desarrollo de mi trabajo de tesis.

A mis amigos y compañeros de laboratorio:

Alejandra Rodas, Elsa Atilano, Ofelia Méndez, Patricia Gutiérrez, Martín Martínez, Pedro Medina y Ruben Sotero por haberme brindado su amistad y auxilio en el desempeño de éste proyecto.

A la Fábrica de Billetes del Banco de México y personal que en el labora por todas las facilidades otorgadas para la realización de mi tesis.

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION	1
1.0/ ANTECEDENTES Y OBJETIVO	1
2.0/ SISTEMAS DE IMPRESION	2
2.1/ Sistema de Impresión Tipográfico (Letterpress)	3
2.2/ Sistema de Impresión de Calcográfico (Intaglio o rotograbado)	7
2.3/ Sistema de Impresión Flexográfico	12
2.4/ Sistema de Impresión Offset Seco	16
3.0/ CARACTERISTICAS DE TINTA Y PAPEL	21
3.1/ La Tinta	21
3.2/ El Papel	25
4.0/ TRANSFERENCIA DE LA TINTA AL PAPEL	35
CAPITULO II PARTE EXPERIMENTAL	40
1.0/ DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DEL PAPEL	40
1.1/ Determinación del Peso Base (Gramaje)	40
1.2/ Determinación del Espesor	41
1.3/ Determinación de la Opacidad	41
1.4/ Determinación de la Lisura	43
1.5/ Determinación de la Porosidad	44

2.0/ DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE LA TINTA	45
2.1/ Determinación del Tack	45
2.2/ Determinación de la Viscosidad	46
3.0/ DETERMINACION DEL FACTOR DE SEPARACION O COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE TINTA	48
4.0/ DETERMINACION DE DENSIDAD OPTICA	52
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSION	54
CAPITULO IV CONCLUSIONES	112
ANEXO	115
BIBLIOGRAFIA	117

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.0/ ANTECEDENTES Y OBJETIVO.

En la actualidad, las diversas ramas de las industrias editorial, publicitaria, así como la que se encarga de impresión de documentos de seguridad, requieren de distintos tipos de impresión, tales como offset, calcografía, flexografía o tipografía. Cada uno de estos sistemas de impresión requiere de tintas con diferentes características, debido al sistema de transferencia, pero que deben ser depositadas en el mismo papel.

Hasta la fecha los procesos de impresión se han desarrollado de manera pragmática, sin que exista un control estricto de las variables que intervienen, sin embargo las nuevas tecnologías y la evolución de dichos procesos requieren, cada vez más, de investigación aplicada en el campo de las artes gráficas.

Existen esfuerzos por parte de algunas instituciones para estudiar científicamente los procesos de impresión, tal es el caso de la Graphic Arts Technical Foundation, la Universidad de Lehigh, la Universidad de Clemson en Estados Unidos, así como la Universidad de Lovaina en Bélgica.

La Fábrica de Billetes del Banco de México cuenta, dentro de la Superintendencia de Ingeniería Industrial, con el Departamento de Control de Calidad e Investigación, el cual tiene entre sus funciones realizar investigación aplicada, orientada a mejorar los procesos que intervienen en la impresión de diversos documentos de alta seguridad y

que una de sus principales preocupaciones es el estudio del fenómeno de transferencia y retención de tinta en el papel, para cada uno de los pasos de impresión utilizados.

Debido a que se cuenta con papeles que presentan formulaciones y propiedades diferentes, y a que también las tintas poseen varias propiedades según el tipo de impresión, realizar un estudio de las propiedades óptimas para cada tipo de tinta que se utiliza, resultaría un proyecto muy amplio. Por ello, en el presente trabajo el objetivo se limita a estudiar las relaciones entre la Tinta y el Papel únicamente en el proceso de impresión Offset utilizado en diversas ramas de las artes gráficas.

Las variables que se estudian por parte del papel son la porosidad y la lisura, y en cuanto a la tinta se consideran su tack y viscosidad.

2.0/ SISTEMAS DE IMPRESION. (1, 2, 3)

En todo sistema de impresión, no importando el principio en que se basa, existen 4 componentes básicos comunes: **la prensa**, la cual es el medio mecánico para transferir una imagen; **la plancha**, que proporciona dicha imagen; **el papel** (o sustrato), que es el vehículo en el que se deposita esa imagen y **la tinta** que es la conexión esencial que enlaza a todos los componentes mencionados y hace visible la imagen.

Entre los procesos comerciales de impresión más utilizados se tienen los siguientes:

- Tipográfico o Letterpress
- Calcográfico, Intaglio o Rotograbado

- Flexográfico
- Litográfico u Offset

Dentro de cada uno de estos tipos de impresión, se han desarrollado varias modificaciones, de acuerdo al equipo utilizado o en la superficie sobre la cual se aplican las tintas.

2.1/ SISTEMA DE IMPRESION TIPOGRAFICO (LETTERPRESS). (2,4)

El proceso tipográfico o Letterpress es una de las formas más antiguas de impresión, consiste en fabricar un caracter, relieve o imagen tal como serían producidas por un buen escultor. Se utilizaron alto y bajo relieve durante muchos años hasta la invención revolucionaria de Gutenberg que creó un tipo movable, lo que hizo posible la impresión que nosotros conocemos hoy en día.

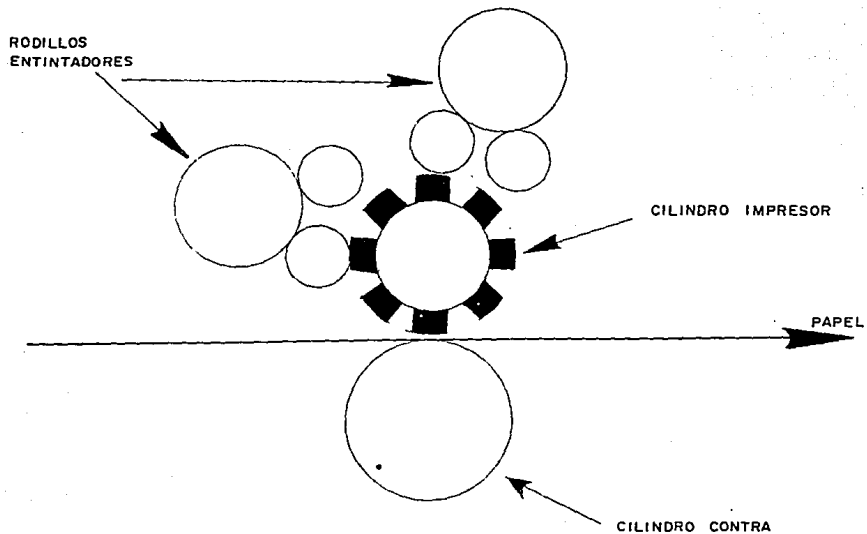
Hoy la tipografía ha sido desplazada por el offset, el cual además de tener mejor calidad de impresión y contar con operaciones de preparación de textos y procesamientos de imágenes automatizadas, presenta una mayor economía.

(FIGURA 1)

En la Tipografía la plancha de impresión está constituida por caracteres cuando se trata de un texto, por clichés tipográficos cuando se desea imprimir ilustraciones, o bien por ambos a la vez.

SISTEMA DE IMPRESION TIPOGRAFICO

FIGURA 1



El conjunto está compuesto generalmente de metal y algunas ocasiones de plástico. La imagen impresora está constituida por la dimensión de los caracteres y por los trazos y los puntos de trama de los clichés. La tinta se deposita mediante rodillos entintadores, que ruedan en su superficie, sobre la imagen impresora. Cuando el rodillo con tinta pasa sobre el cliché de trama, deposita la tinta en la superficie de los puntos de ésta. Estos rodillos están provistos de un revestimiento de caucho o de plástico que posee flexibilidad, de manera que no rueden rígidamente en la superficie de la plancha, y puedan tender a hacer penetrar ligeramente la tinta sobre los bordes de los elementos del relieve.

La hoja de papel se aplica entonces contra la plancha entintada, este contacto tampoco es rígido, ya que el cilindro que apoya la hoja de papel está cubierto de un revestimiento, constituido por un conjunto de hojas de papel o de plástico, de este modo cuando la presión se transmite al papel, éste se pone en contacto con la plancha de una manera enérgica, pero suficientemente suave.

El problema principal que presenta la tipografía consiste en que la tinta tiene tendencia a salirse de la superficie plana y a derramarse sobre los flancos de los huecos. Cuando el papel llega al contacto con el cliché, la presión a la cual está sometido hace que recoja, no solamente una parte de la tinta superficial, sino también una parte de la tinta que ha resbalado por los flancos.

Por otra parte, la tinta depositada por los rodillos entintadores sobre la plancha de impresión tipográfica no se transfiere completamente al papel, sino que una parte de ella queda sobre la plancha.

Dado el sistema de relieve y traspaso directo de la tinta al papel en esta técnica de impresión, las características importantes con las que se debe contar, además de la regularidad de superficie y limpieza continua, son las siguientes:

- Resistencia Superficial del Papel.- Suficiente para que el papel pueda resistir el alto tack* (adherencia) de las tintas que esta técnica requiere y así evitar el desprendimiento de fibras ("polveo").

- Satinado o Lisura del Papel.- Aunque no de una manera crítica en este tipo de impresión, es una variable a considerar ya que entre menos tersa es la superficie de un papel, la apariencia de los sólidos y sobre todo los semitonos es muy pobre y abierta.

- Compresibilidad y Resiliencia del Papel.- Es una característica deseable para lograr arranques más eficientes; sin embargo estas variables son difíciles de medir y controlar.

- Receptividad de Tinta por el Papel.- Los papeles recubiertos presentan por su mismo acabado una mejor afinidad para la tinta; esto es algo muy importante, ya que el secado, repinte y falta de anclaje de las tintas se ven afectadas fuertemente por la retención de tinta que presente un papel.

* Tack es una medida de la adherencia de las tintas a los rodillos de entintaje, se define como la fuerza necesaria por unidad de área para romper una película de tinta.

Tipo de Tintas.- Con respecto a las tintas empleadas en este proceso éstas son pastas en las cuales el tack puede variar considerablemente dependiendo de la naturaleza de la tinta y de la velocidad de impresión. Los vehículos de estas tintas son aceites o barnices que generalmente contienen resinas que secan por oxidación, con excepción de la tinta de periódico, la cual consiste en un pigmento dispersado en aceite mineral y secante.

2.2/ SISTEMA DE IMPRESION DE CALCOGRAFICO (INTAGLIO O ROTOGRAFADO). (1,2,4)

El proceso de impresión de grabado o intaglio es específicamente diferente de los otros métodos de impresión debido a que en su diseño las figuras que van a ser impresas quedan en bajorrelieve en la placa impresora, los surcos se llenan con tinta, la cual mediante presión se transfiere al papel.

El tamaño de las celdillas de grabado, puede ser tan fino como se pueda, variando en profundidad y anchura, de modo que se controle la cantidad de tinta conveniente para lograr las graduaciones de tono que la reproducción requiera.

Cabe señalar que este procedimiento se deriva de la antigua talla dulce; la reproducción de las imágenes se efectúa a partir de elementos impresores en hueco, de ahí que a esta técnica se le llame también huecograbado.

Este sistema de impresión es un proceso fotomecánico. La forma de impresión se graba manual o químicamente.

En el proceso Calcográfico más clásico, los huecos de la forma tienen todos la misma superficie, pero profundidades diferentes. El espesor de la tinta transmitida a el papel que se Imprimirá será variable y función del volumen de los alveólos grabados. Esto dará al Impreso su aspecto de modelado continuo, casi fotográfico.

La diferencia fundamental del hueco (en el que la tonalidad se obtiene por una variación del espesor de la tinta) con la tipografía y offset, es que en estos últimos procedimientos, la película de tinta tiene siempre el mismo espesor.

(FIGURA 2)

En este procedimiento la superficie Impresora está constituida por huecos establecidos en la plancha de impresión, cuyo resto es una superficie lisa.

La plancha de impresión es un cilindro, grabado mediante un ataque químico, de tal forma que el hueco obtenido está en función de la densidad del cliché fotográfico que contiene la imagen a reproducir.

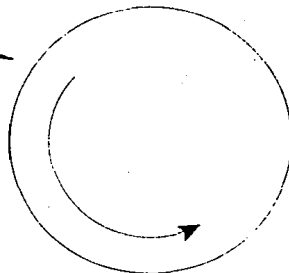
El cilindro de impresión se pone en contacto con rodillos de entintaje de modo que la tinta se reparte en los huecos. La superficie se limpia con una racleta y después la tinta se transfiere al papel por contacto directo con el cilindro en la parte superior de éste mientras está apoyado fuertemente por un cilindro de contra-presión.

El papel absorbe la tinta de los alveólos. Dado que el cilindro gira, la tinta no queda repartida por igual sobre toda la superficie del alveólo.

SISTEMA DE IMPRESION DE ROTOGABADO

FIGURA 2

CILINDRO
CONTRA-PRESION



PAPEL

RODILLOS
ENTINTADORES



CILINDRO
D·E
GRABADO

TINTERO 1

TINTERO 2

TINTERO 3

CUCHILLA
O RACLETA

La raqueta se apoya fuertemente contra el cilindro, de modo que su arista no penetre en los huecos; para ello, es necesario que esté sostenida contra la superficie del cilindro impresor. La impresión se efectúa sobre máquinas en las que se puede realizar un contacto directo entre el cilindro y el papel, que se presenta según los casos, en hojas o en bobinas.

Existen pues dos tipos de máquinas: las prensas de hojas, poco comunes, y las rotativas, que son las más utilizadas.

La cantidad de tinta transferida al papel varía sobre la superficie de la imagen. Cada alveólo tiene su propia profundidad, y por consecuencia, la cantidad de tinta contenida, varía de un alveólo a otro.

A diferencia de los sistemas tipográfico y offset (relieve y planográfico), en el sistema de intaglio o rotograbado, la cantidad de tinta a imprimir está en función del número de celdas por unidad de área de los cilindros y por su profundidad, lo que le da a este sistema ciertas características que deberán cumplir los papeles para su buen funcionamiento. A continuación se citan las más importantes de ellas:

- Estabilidad Dimensional.- Es un factor muy importante, ya que las presiones a que se somete el papel son muy altas, lo que provoca una deformación del papel. Un papel entre más contenido mineral tenga en su constitución, más estabilidad dimensional tendrá.

- Satinado o Lisura.- Sobre todo en papeles recubiertos es un factor muy importante para lograr un buen llenado de las tintas en las plastas y una buena nitidez de la Impresión para las zonas de semitonos.

- Compresibilidad.- Es otro factor importante del papel, ya que es necesario que el papel quede perfectamente en contacto con el cilindro de grabado; así al ser compresible el papel sacará correctamente la tinta de los alveólos.

- Rápida Absorción de la Tinta.- Para este proceso es necesario una absorción de tinta rápida en el papel, ya que inmediatamente después de haber sido impreso, se somete al contacto con otras hojas, lo que puede provocar repintes.

En cuanto al aspecto de las tintas calcográficas, éstas tienen igualmente formulaciones diferentes según la naturaleza del soporte a imprimir: papel satinado, estucado, cartón, celofán o plástico, según la utilización que se le dé al impreso pero todas son fluidos y de secado rápido por evaporación del disolvente, y deben poseer las mismas cualidades:

- Baja viscosidad y débil adhesión para que puedan llenar perfectamente los alveólos de la forma, permitir una buena eliminación de ésta por la cuchilla, y favorecer la toma de la tinta por el papel.

- Cohesión para resistir la fuerza centrífuga y conservar de este modo una perfecta homogeneidad.

- Secado rápido para evitar el estado pegajoso; no debe permitirse ningún reblandecimiento del barniz al calor con los dispositivos de secado.

2.3/ SISTEMA DE IMPRESION FLEXOGRAFICO. (1, 3, 4)

La flexografía es una variante de la tipografía. Esta se imprime sobre rotativas y las planchas de impresión están constituidas por unos clichés cilíndricos de caucho o de plástico.

Se utilizan tintas muy fluidas que secan muy rápido, lo que genera problemas muy diferentes de los de tipografía.

Originalmente, el proceso se utilizó para impresión de bolsas de papel, pero la flexografía subsecuentemente demostró una adaptabilidad para la impresión de casi todos los materiales de empaque.

El desarrollo de la flexografía ha sido sumamente rápido en las últimas tres décadas con la introducción de muchas películas plásticas, tales como poliolefinas, poliestireno, poliéster y otros donde las tintas flexo de de secado rápido se adaptan bien por ser superficies no porosas.

Las tintas flexográficas han jugado un papel importante en este desarrollo por su adaptabilidad a diferentes sustratos, bajo olor residual, y compatibilidad con laminación de adhesivos, además de permitir impresiones multicolor a altas velocidades.

(FIGURA 3)

El sistema flexográfico básicamente es similar a la impresión tipográfica de tipo rotativo, con la diferencia de que usa, como superficie de impresión, un relieve hecho de material flexible para transferir una tinta de la imagen al sustrato. Al ser flexible esta superficie es capaz de transferir una buena imagen aún en sustratos ásperos. La tinta está contenida en un conducto y se deposita en forma de una película delgada mediante el uso de dos rodillos. El primer rodillo llamado conducto o rodillo fuente puede ser de metal, de goma o de caucho y se monta en un conducto sumergido en parte en la tinta; este rodillo gira normalmente a más baja velocidad que el segundo rodillo, el cual recibe el nombre de forma, molde o rodillo de transferencia. Este segundo rodillo puede estar hecho de goma, de caucho o bien de metal pero no de el mismo material que el rodillo fuente.

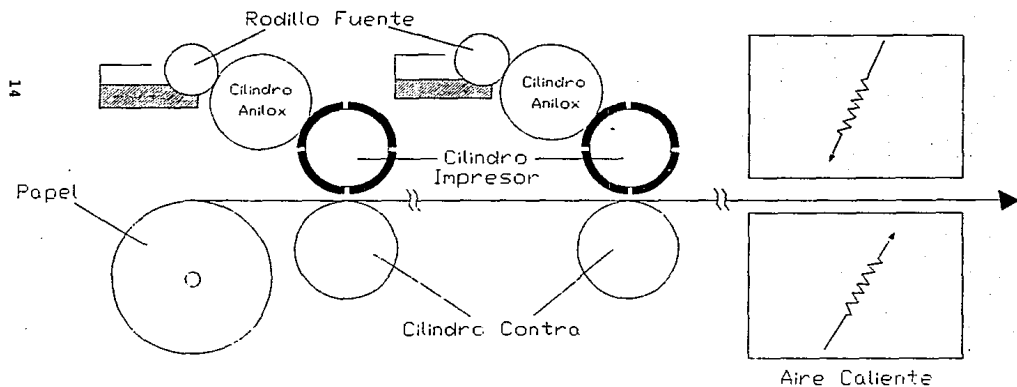
En una prensa moderna el rodillo de transferencia es un anilox grabado en metal o en cerámica, apropiado para adaptarse con una técnica de enrasado para un mejor control del espesor de película de la tinta. Originalmente la presión entre estos dos rodillos fué el único medio de medición del espesor de película.

La película controlada de tinta se transfiere por contacto a la plancha o rodillo estéreo, el cual por turno transfiere la tinta de la imagen al sustrato húmedo que está sostenido contra un cilindro de impresión normalmente hecho de goma o de caucho.

Las mejoras logradas mediante el control en la película de la tinta transportada, han transformado el proceso en los años recientes. El uso de rodillos grabados, de arrastre y enrase invertido, la habilidad para variar el radio de rotación del conducto y del

SISTEMA DE IMPRESION DE FLEXOGRAFIA

FIGURA 3



rodillo de transferencia, además de la ingeniería refinada, han mejorado el control de registro para prensas pila y el uso de máquinas de impresión céntrica ha contribuido a hacer de la flexografía una técnica muy utilizada.

En general las mejoras en diseño, particularmente aquellas que afectan la aplicación de la tinta y su secado, permiten al fabricante de tinta ampliar su selección de materiales que imprimirán para el proceso y así incrementar las posibilidades de fabricación de tintas adecuadas para sustratos difíciles con propiedades de resistencia mayor.

Por otra parte, las tintas de flexografía son químicamente diferentes de las tintas que pasta, utilizadas en tipografía y en la litografía, ya que son de baja viscosidad y secan por evaporación del disolvente, absorción dentro del sustrato y/o polimerización. Hay dos diferentes tipos de tintas flexográficas: las tintas base agua y con disolventes.

Las tintas base agua se usan en papeles absorbentes, tales como kraft o papel de peso ligero.

Las tintas con disolventes se utilizan en películas tales como celofán, polietileno o polipropileno; también pueden usarse en algunos sustratos de papel. Su característica fundamental es el tener por disolvente un alcohol, que es el único líquido volátil barato que no tiene acción sobre los clichés de caucho.

Dentro de las propiedades importantes que debe tener una tinta flexográfica se encuentran: fluidez, viscosidad controlada, tack, intensidad de color y composición entre otras.

En cuanto al tipo y características de papel requeridas para este sistema de impresión, es necesario citar que esta impresión es para todo tipo de papeles y otros materiales como telas, plásticos y materiales que se utilizan para envoltura y empaque flexible principalmente.

2.4/ SISTEMA DE IMPRESION OFFSET SECO. (1, 2, 4)

En la práctica comercial la mayor parte de la impresión litográfica se efectúa por mediante un proceso offset, esto es, con transferencia de la imagen de la plancha a un rodillo intermedio o mantilla y de allí al sustrato que va a ser impreso, ello hace que en este caso se trate de un proceso planográfico.

(FIGURA 4)

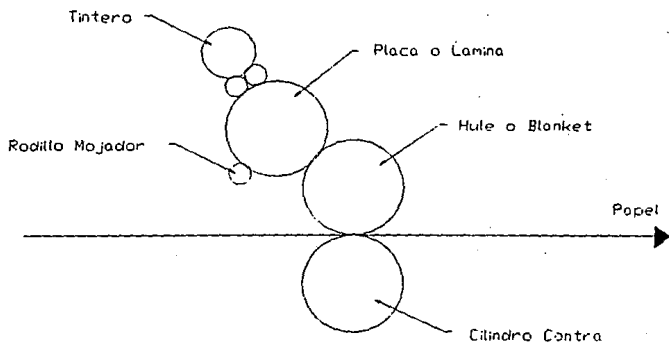
La impresión offset tuvo un desarrollo lento e incierto en la primera mitad de el siglo XX, pero la tendencia cambió bruscamente conforme se dispuso de planchas de alta calidad durante y después de la Segunda Guerra Mundial.

Con planchas mejoradas, la formulación de las tintas offset también evolucionó. Los formuladores pueden ahora trabajar con una buena transferencia en la prensa, brillo y secado rápido.

Una ventaja del proceso offset es que permite rápida y fácilmente cambios de plancha, ya sea entre dos períodos de operación o durante ésta.

SISTEMA DE IMPRESION OFFSET SECO

FIGURA 4



Al igual que en el caso de la impresión calcográfica, las prensas de impresión offset se construyen en 2 tipos básicos, aquellas en las cuales se imprimen hojas y aquellas en las cuales se imprimen rollos de papel en forma continua.

Es necesario mencionar que dentro de el sistema de impresión offset existen 2 modalidades: la impresión en húmedo y la impresión en seco. En esta última no participa el agua, con ello existen diferencias en cuanto al sistema de impresión a las tintas y al papel a emplearse en este proceso.

En offset, un trabajo de calidad exigirá un papel relativamente duro y homogéneo, las fibras y las partículas de carga no deben desprenderse bajo el efecto de succión de la mantilla, la humedad que el papel absorbe debe tener la menor influencia posible sobre su cohesión y sobre sus dimensiones; por éstas razones, el papel offset es el que normalmente esta más encolado y tratado superficialmente.

Por lo anterior, el offset representa un procedimiento muy flexible y que permite reproducciones de grandes formatos.

Por otro lado las principales diferencias entre el offset o litografía y la tipografía son: el uso de agua (para offset húmedo o webb offset), necesitando tintas con mayor tack y el uso de mantillas. Estas características imponen restricciones especiales a los papeles creados para el offset.

Así tenemos que la resistencia superficial y lisura de un papel, que para la tipografía no son características críticas, para este sistema sí lo son:

- Resistencia Superficial.- El uso de tintas de mayor tack que la tipografía y el uso de mantillas, hacen que los papeles para offset sean desde un 25 hasta un 125% más resistentes en su superficie dado el contacto total del papel con la mantilla en el momento de su impresión, de ahí la poca tolerancia de un papel a soltar pequeñas partículas tanto de fibra, como de polvo.

- Contenido de Humedad.- Es importante que en la realización de impresiones como, la offset seco el papel esté previamente acondicionado, ya que si la diferencia entre la humedad relativa del papel y la del ambiente es mayor de un 10% se provocarán arrugado en la máquina por la deformación del papel tanto por la absorción, como la eliminación de humedad en el ambiente.

- Rigidez.- Esta viene a jugar un aspecto importante en este sistema de impresión, ya que ayuda a la separación del papel de la mantilla una vez que ha sido impreso. Para el sistema offset en hoja, es por tanto recomendable alimentar el papel con el sentido de la fibra paralelo al eje de los cilindros, además de ayudar a la estabilidad dimensional del papel en este proceso.

- Capacidad de Absorción.- Además de lo anterior el papel debe tener capacidad de absorción de las tintas y de los vehículos, lisura ya que una mayor lisura implica un mayor contacto entre la forma y el papel y por lo tanto es más fácil obtener una impresión perfectamente homogénea.

- Compresibilidad.- La compresibilidad es otro elemento importante ya que permite un mejor contacto con la forma entintada bajo la presión ejercida, en el momento de la impresión.

- Porosidad.- La porosidad es importante, ya que cuanto mayor sea ésta más grande es la cantidad de tinta fijada inmediatamente en el papel por efecto de la capilaridad.

En cuanto a las tintas para este sistema con planchas en relieve, no se emplean rodillos húmedos. Por esto la tinta no es necesario que sea resistente al agua. Se pueden emplear tintas offset normales, tintas tipográficas, incluyendo las tintas resistentes a la humedad, y aún tintas acuosas de color.

No obstante, atendiendo a las cualidades del trabajo, las tintas para offset seco deben tener un color lo suficientemente fuerte para que puedan imprimirse plenamente a fin de evitar el rellenado de los semitonos durante el trabajo. Además sus vehículos no deben tener ninguna acción sobre los rodillos y mantillas.

También es importante citar aquellas propiedades reológicas de la tinta a controlar en su aplicación en lo que respecta a éste sistema de impresión como son: viscosidad, tack, rigidez y fluidez ya que cada una influirá notablemente en que tan reproducible sea obtenida una impresión así como su calidad.

Hoy en día existen diferentes tipos de tintas offset. Unas difieren de otras principalmente en la composición de sus vehículos y en su proceso de secado.

El papel elegido, la calidad de la impresión, el tipo de máquina así como el empleo final del producto impreso, determinan el tipo de tinta necesaria.

3.0/ CARACTERISTICAS DE TINTA Y PAPEL

3.1/ LA TINTA

Concepto de tinta de impresión. (2,5)

Una tinta de impresión es esencialmente una mezcla íntima de pigmentos, aceites, barnices, agentes secantes y frecuentemente de compuestos grasos o ceras así como de otros aditivos.

Las tintas offset como las otras constan principalmente de pigmento dispersado en un barniz llamado vehículo. El pigmento da a la película de tinta impresora tanto color como consistencia, mientras que el vehículo da fluidez a la tinta, de modo que pueda distribuirse mediante los rodillos entintadores y aplicarse apropiadamente a la plancha.

El pigmento, responsable del color es también el responsable de muchas de las propiedades que se pueden exigir a un impreso y del costo final de la tinta.

El vehículo debe secarse o solidificarse para unir el pigmento a la superficie de impresión. El secado puede ser por evaporación del disolvente, por precipitación, por oxidación y polimerización generalmente ayudada por secantes metálicos, o mediante una combinación de éstos procesos.

Una formulación típica de una tinta offset es la siguiente: (1)

	(%)
Pigmento negro	20.0
Pigmento azul	2.0
Barniz de secado por oxidación ^a	70.0
Pasta Antioxidante ^b	2.0
Aceite de linaza	<u>6.0</u>
	100.0

^a Basado en ester de rosina modificada en aceite de linaza.

^b Hidroxitolueno butilado disuelto en resinas de petróleo.

Las variables que influyen en el comportamiento reológico de las tintas y que tendrán una importancia decisiva durante su posterior aplicación en la máquina de impresión son la Viscosidad y el Tack.

Viscosidad. (2, 6)

La viscosidad es la resistencia que ofrece la tinta a deslizarse entre capas. Este deslizamiento encuentra una resistencia mecánica fuerte en el caso de líquidos espesos, y ligera en líquidos móviles.

Dicho de otra forma la viscosidad es la facultad que tienen los diversos componentes de moverse unos con respecto a otros. Apoyándonos en la definición concreta de tinta: mezcla íntima y homogénea de partículas sólidas (pigmento) y de un líquido llamado vehículo (o barniz). Cuanto más fácilmente se mueve el conjunto de estos componentes, tanto más débil es la viscosidad.

Por otra parte cabe señalar que la temperatura tiene una influencia importante sobre la viscosidad, a mayor temperatura, mayor será también la movilidad de las

moléculas que constituyen el vehículo. Un aumento de 1 grado centígrado puede disminuir la viscosidad en un 10%, por lo cual es evidente que durante su medición se debe tener un cuidado especial asegurándose de que la temperatura sea constante.

En impresión, la viscosidad de una tinta a velocidad de impresión determina como se puede alimentar, distribuir y transferir de rodillo a rodillo. Si es demasiado corta tiende a depositarse. Si es demasiado larga, forma excesiva cantidad de hilos que pueden salir de los rodillos para quedar volando o formar nieblas (velos).

Es importante mencionar que el fenómeno de tixotropía se observa en todas las tintas. Cuando están inmóviles, aumentan su viscosidad y aseguran su estructura. Cuando están sometidas a un esfuerzo o están en movimiento, disminuyen su viscosidad.

Asimismo la viscosidad de los fluidos heterogéneos debe ser estudiada bajo dos aspectos: el primero concierne a las características reológicas que afectan a la aplicación (dosificación, transferencia, adhesividad, etc.), y el segundo concierne a la penetración o movimiento por los espacios capilares y responde a la viscosidad de la porción de fluido que penetra, la cual normalmente corresponde en gran parte a los vehículos y aglutinantes en disolución.

La viscosidad tiene como unidad de medición el Poise ($\text{g cm}^{-1}\text{-seg}^{-1}$) aunque en algunos métodos se utiliza el Pascal segundo (Pa.s.), que corresponde a 10 Poises.

Tack. (2, 7, 8)

El tack de una tinta, es la resistencia o dificultad que ofrece ésta a romperse entre capas; y es una función de la cohesión interna, aunque algunos autores por facilidad de entendimiento lo definen como una medida de pegajosidad de la tinta.

El tack interviene en el momento de la separación de la tinta que se produce en varios lugares de la máquina: en la distribución entre cada pareja de rodillos, entre los entintadores y la plancha, entre la plancha y la mantilla y entre la mantilla y el papel.

En su control influyen la velocidad de impresión, el espesor de la tinta, la superficie de contacto, la temperatura y también la composición de los rodillos. Si se aumenta el espesor de la película de la tinta, el tack puede disminuir (la fuerza necesaria para dividirla crece extraordinariamente al disminuir dicho espesor). Aumentando la temperatura disminuye el tack y viceversa. Finalmente, cuanto más rápido sea la velocidad de separación, mayor será el tack.

El tack es una propiedad importante de las tintas offset puesto que determina si la tinta arrancará o no la superficie del papel, llegará apropiadamente en la impresión multicolor húmeda, o se podrán imprimir líneas agudas y finas, o semitonos.

En la impresión, si el tack de la tinta es mayor que el de cohesión de la superficie del papel, el papel resultará arrancado, agrietado o doblado.

Las tintas offset deberían tener tanto tack como fuera posible pero sin llegar nunca a la rotura del papel ni producir acabados indeseables tales como granulado o

"piel de naranja"; cuanto más tack tenga la tinta, más finas y limpias serán las líneas y semitonos, y menos tendencia tendrá a absorber agua o disgregarse y emulsionarse con ella. No obstante, una tinta de mucho tack puede dar una impresión poco sólida, por lo que se debe buscar un equilibrio.

La tinta para trabajar con prensas a altas velocidades debe ser menos tirante que la que trabaja en prensas a bajas velocidades.

El tack de una tinta puede disminuirse sin disminuir su cuerpo añadiéndole una pasta suavizante. Una tinta con un tack fuera de lo normal provoca el arrancado, sobre todo a grandes velocidades o a bajas temperaturas. Asimismo cuanto más absorbente sea el papel, mayor será el tack. Esto sucede porque algunos vehículos de la tinta penetran en el papel y dejan la película de la tinta menos fluida.

Dada la definición de tack, su unidad de medición es dina-seg/cm², aunque frecuentemente se expresa como unidades de tack.

3.2/ EL PAPEL

Concepto de Papel. (2)

El papel está constituido principalmente por fibras de celulosa, agregados minerales y aglutinantes que han sido recubiertos con más aglutinantes y sustancias minerales. Por su estructura el papel es un cuerpo poroso heterogéneo que contiene una proporción más o menos elevada de espacios vacíos.

Dentro de las propiedades que se consideran como elementales y que intervienen en el sistema de impresión offset están las siguientes:

- Peso Base (Gramaje)
- Espesor
- Opacidad
- Porosidad+
- Lisura +

Las marcadas con + serán decisivas en la obtención de resultados aunque también las otras propiedades influyen pero no tan notablemente como éstas.

Peso Base (Gramaje). (9)

El peso es la especificación más comunmente practicada en el papel. Porque el papel se emplea en forma de hojas y el área es más importante que el volumen, el peso del papel es expresado por unidad de área en vez de unidad de volumen como es el caso de la mayoría de los otros materiales.

El peso del papel se expresa como gramos por metro cuadrado en el sistema métrico y es llamado Gramaje.

El peso afecta todas las propiedades físicas y muchas de las propiedades ópticas y eléctricas.

La uniformidad en el peso es algo también importante, sin embargo cuando el peso varía de una hoja a otra no es posible hacer arreglos entre las hojas y esto fomenta problemas. Por ejemplo una variación en peso puede causar un falso registro cuando se imprime.

De más alta importancia es la relación entre peso y costo del papel. Aunque el papel usado es en base a su área, más el papel es por lo general evaluado en peso.

El peso más bajo del papel, es el costo más bajo por unidad de área. Por lo tanto el cliente ordena el peso más bajo del papel que abastecerá las otras propiedades necesitadas.

Dentro de los factores que afectan a el Peso Base (Gramaje) están los siguientes:

- 1.- Variaciones en áreas relativamente amplias de un metro cuadrado o más.
- 2.- Rayas gruesas y ligeras en el papel.
- 3.- Variaciones en pequeñas distancias relativas causadas por remolinos.
- 4.- Diferencias entre manchas muy cerradas a la vez, lo cual es normalmente considerado como una variación en la formación.

Espesor. (9)

El espesor del papel se mide con un micrómetro que consta de dos superficies circulares colocadas en forma paralela y que están separadas una cierta distancia, el papel es colocado sobre la superficie inferior y al hacer contacto la superficie superior

sobre éste se produce una pequeña diferencia en presión ya que como se sabe el papel es compresible, y esta diferencia da una diferencia en espesor.

El espesor afecta casi todas las propiedades físicas, ópticas y eléctricas del papel.

Para papeles de impresión la presión ejercida en el proceso de impresión se ve afectada por el espesor, y si el espesor varía, la presión también variará.

Las unidades comunmente empleadas en la medición de espesor son milímetros y micras.

Opacidad. (8, 9, 10)

La opacidad del papel es su cualidad de ocultar la impresión de su cara posterior, o de las láminas que están en contacto con ella.

La falta de opacidad es la transparencia que reduce el contraste y disminuye la calidad de la impresión.

La opacidad es una propiedad tanto más deseada cuanto más numerosos resultan los trabajos en colores. Reside en la reflexión difusa cuyos rayos luminosos incidentes, son difundidos por parte del papel, lo cual es debido a su estructura porosa ópticamente heterogénea, que caracteriza la mayor parte de los materiales celulósicos empleados para la impresión.

Así cuando un haz de luz luminoso que incide sobre una hoja de papel es parcialmente reflejado, parcialmente absorbido y parcialmente transmitido.

La parte de la luz que es especularmente reflejada determina el brillo y la parte de luz que es reflejada difusamente determina el color. La parte de luz que se transmite determina la Opacidad y la Transparencia.

La opacidad se determina por el total de luz transmitida. La transparencia se relaciona con la opacidad, pero difiere en que se determina por la cantidad de luz que es transmitida sin dispersión. Un papel perfectamente opaco es aquel que no permite en lo absoluto el paso de la luz visible.

La opacidad es una propiedad importante en la impresión, en los papeles bond de escritura es por lo general una especificación principal.

La opacidad del papel se mide con la ayuda de un reflectómetro, dotado si es posible de una fuente luminosa correspondiente a la sensibilidad máxima del ojo humano (por interposición del filtro "tristimulus" verde de 521 millicras).

Por otra parte existen muchos factores que afectan la opacidad del papel. En términos de la teoría de Kubelka-Munk, cualquier cosa que incrementa cualquiera de los dos el poder de dispersión o el poder de absorción aumentará la opacidad. Algunos de los más importantes factores a ser considerados son: Peso base (gramaje), densidad aparente, batimiento, humedad de la prensa, calandrado, cantidad de encolante, índice de refracción del encolante, tamaño de partículas del mismo, distribución del encolante en el papel, contacto del encolante con las fibras, color del encolante, presencia de

capas, tipo de fibra, diámetro de fibras, cantidad de desechos de fibras, cantidad de ligninas y otras impurezas en las fibras, presencia de aditivos tales como tintes y pigmentos coloreados, almidón, cera y agentes ligantes, reflectividad del papel, longitud de onda de luz utilizada al medir la opacidad y la geometría del instrumento de medición.

Todas estas variables tienen algún efecto sobre el poder de dispersión o el poder de absorción, por lo tanto, ellos afectan la opacidad.

Lisura. (6, 9, 11)

Es la propiedad que tiene el papel de nivelar sus irregularidades superficiales en las condiciones en que se realice su impresión.

La lisura depende en primer lugar de la estructura superficial del papel, entendiéndose como tal el perfil de una sección transversal de éste. Pero la lisura depende también de la compresibilidad y de la elasticidad del papel, porque lo que interesa son las condiciones en que se encuentra la superficie de la hoja bajo la presión a que esta sometida, en el momento en que está en contacto con la forma impresora.

Cuanto mayor es la lisura, tanto mayor es el contacto entre la forma y el papel y tanto más fácil es obtener una impresión perfectamente homogénea.

La lisura se relaciona con el brillo porque ambos son afectados por el calandreado, pero ambas propiedades no son la misma. Una hoja cubierta de pigmento que no fue calandreada será relativamente lisa pero tendrá menos brillo, mientras que

una hoja no cubierta, con pobre formación y que fue calandreada tendrá muy alto brillo que aquel de la hoja cubierta pero será rugosa.

Para la mayoría de papeles cubiertos de pigmento a nivel de lisura es fuertemente influenciada por el grado de calandreado.

La lisura depende también de la compresibilidad, principalmente de la aspereza del papel y en más pequeña extensión de la capa cubierta de aquel. Así mismo la lisura es relacionada con la apariencia del papel y por regla general se ha dicho que cuando un papel es muy áspero éste es inatractivo para la impresión. Lo mismo sucede en el caso de papeles grumosos, borrosos o mal apretados considerados también no satisfactorios.

Por otro lado cuando existen papeles de alta lisura, éstos tienen una superficie de baja absorción mineral además de que tienen disminuido el tamaño de poro lo cual es debido al incremento del calandreado del papel. Sin embargo la lisura se puede incrementar por la presencia de encolantes.

Dentro de la lisura del papel el factor más importante es el promedio de tamaño de las irregularidades de la superficie, aunque, la distribución y arreglo de las irregularidades son también importantes.

Se puede considerar de principal importancia la propiedad lisura ya que permite el contacto pleno de la superficie del papel con la superficie entintada o la plancha o la mantilla.

Tal propiedad es de primordial interés para la escritura del papel así como para los papeles destinados a impresión.

En cuanto a los factores que afectan la lisura se encuentran los siguientes: el batido de la pulpa incrementa la lisura, el calandreado del papel también incrementa la lisura, lo cual es importante en los papeles de impresión, el relleno mejora la lisura esto por lo general es después del calandreado, la capa de pigmento y el tipo de pulpa, tienen un importante efecto en la lisura.

Cabe señalar que las mediciones de rutina de lisura son normalmente hechas por instrumentos que determinan la velocidad de flujo de aire a través de la superficie del papel. Estos instrumentos están basados en el principio de que el volumen vacío entre el papel y un plano superficial es proporcional a la aspereza del papel; por lo tanto la velocidad de el flujo de aire entre las dos superficies es proporcional al volumen de aire vacío.

La lisura se mide en ml/min. Esto por la definición dada además de ser la unidad de medición comúnmente utilizada.

Porosidad. (9, 12, 13)

La definición del término porosidad la podemos concebir como el tiempo requerido para que un volumen o cantidad de aire bajo presión pase a través de una unidad de área del papel.

El flujo de aire a través del papel es directamente proporcional a la cantidad de poros en el área efectiva de la muestra.

La medición de porosidad como una resistencia del aire es una prueba de control común ya que indica variaciones en estructura y densidad.

El papel es un material poroso con un cierto contenido de aire el cual es debido a: ciertos poros que se extienden totalmente a través de la hoja, huecos unidos únicamente en la superficie y vacíos o espacios de aire que no se encuentran unidos a la superficie.

Los poros en el papel forman un sistema complicado de unión curvo así como canales que varían en diámetro en comparación con las dimensiones de un capilar. El equivalente al radio del capilar no dice en nada acerca del tamaño, forma y distribución de los poros pero es útil para comparación de la porosidad de diferentes papeles. A menudo el volumen de el poro es generalmente expresado como un equivalente al radio del poro que es el radio de un poro sencillo de igual longitud al espesor de la hoja que dió el mismo flujo como el valor promedio para todos los poros en una unidad de área del papel.

La velocidad de flujo es dependiente de la resistencia de aire por el papel así como el tamaño del orificio y la presión de descenso a través del papel aunque esta última es controlada por el instrumento en el cual se realiza la medición de porosidad. Esa presión de descenso es dependiente de la velocidad del flujo de aire. Por lo tanto cuando el tamaño del poro se incrementa éste aumenta la velocidad del flujo de aire y por consiguiente la presión de descenso.

Las mediciones de resistencia del aire son comunmente usadas como una prueba de control para la fabricación de papel a causa de la correlación indirecta entre porosidad, formación y fuerza de el papel. Normalmente, la fuerza es directamente relacionada con porosidad, aunque hay casos donde no lo es, tal como la hidroxietilación de hilazas de algodón, lo cual mejora mucho la fuerza tensora del papel sin disminución de la porosidad.

La porosidad del papel es de importancia para el impresor ya que es directamente relacionada con la capacidad del papel para absorber tintas, adhesivos, barnices, ceras y otras capas. De ahí su interés dentro de la escritura y los papeles de impresión. También es importante en papeles aisladores hechos de fibras de madera, asbestos, o fibras de lana mineral.

Un papel macroporoso presenta en su superficie poros de dimensiones relativamente grandes, que pueden absorber líquidos viscosos. Puesta en contacto con esta clase de papel, la tinta será generalmente absorbida de manera total.

En cambio un papel microporoso tiene en su superficie poros pequeños, que pueden hacer el papel de filtros para el vehículo de la tinta, es decir, que pueden absorber selectivamente fluidos (aceites, disolventes, etc.), dejando en la superficie el pigmento revestido por los constituyentes más complejos (resinas sintéticas, barnices muy polimerizados y otros).

Dentro de los factores que de alguna manera influyen en la porosidad se puede hacer mención de los siguientes: la resistencia al aire del papel se incrementa mucho con un aumento en fracción sólida del papel. Sin embargo, no hay absoluta relación

entre la fracción sólida y resistencia del aire ya que los papeles hechos de diferentes pulpas tienen diferentes resistencias al aire, aún en la misma fracción del sólido. La resistencia al aire generalmente decrece con el aumento de cantidades de resina y encolante; un encolante voluminoso como el CaCO_3 provoca una mayor disminución de resistencia al aire. Se ha sabido también que porcentajes menores de encolantes favorecen el incremento en la resistencia de aire, así como se dice que la compresión del papel en la dirección de la máquina durante su secamiento disminuye la porosidad. El espesor del papel es otro elemento que afecta la porosidad.

Es necesario hacer hincapié en que la porosidad o resistencia al aire son dos términos que se manejan indistintamente de ahí que se empleen ambos en algunas partes de esta redacción.

La porosidad al igual que la lisura tiene unidades de ml/min.

4.0/ TRANSFERENCIA DE LA TINTA AL PAPEL. (13)

El fenómeno que se presenta en toda impresión es la transferencia de la tinta al papel. La cantidad de tinta transferida, y con ello la calidad de la Impresión, están en función de la calidad de la tinta y del papel que se empleen. Por tanto, dicha transferencia depende de la combinación tinta-papel y está cuantificada por medio de un parámetro conocido como COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA, que corresponde a la relación (expresada en porcentaje) de la cantidad de tinta transferida al papel contra la cantidad de tinta depositada inicialmente sobre la plancha de impresión.

Otros modelos para el estudio del reparto de la tinta entre el papel y la forma, recurren a las nociones de FACTOR DE INMOVILIZACION Y FACTOR DE SEPARACION.

El Factor de Inmovilización es la cantidad de tinta que se inmoviliza en y sobre el papel, durante el contacto tinta-papel.

El Factor de Separación es la parte alícuota de tinta libre que queda en el papel después de la separación de la forma y el papel, respecto de toda la tinta libre.

Se pueden determinar los factores de inmovilización y de separación para cada combinación tinta-papel, partiendo de la curva de transferencia del sistema.

La figura No. 5 muestra el proceso de transferencia de la tinta en diferentes tiempos de la impresión.

(FIGURA 5)

Si se indica con:

X = La cantidad de tinta que hay en la matriz antes de la impresión.

Y = La cantidad de tinta transferida al papel.

B = La cantidad de tinta inmovilizada.

L = La cantidad de tinta libre total.

L_p = La cantidad de tinta libre que ha quedado en el papel.

F = El factor de separación o coeficiente de transferencia.

MODELO DE TRANSFERENCIA DE LA TINTA

FIGURA 5

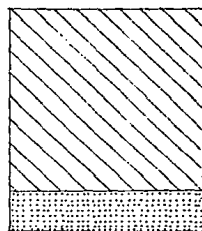
ANTES DE LA IMPRESION



DURANTE LA IMPRESION

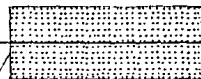


DESPUES DE LA IMPRESION



TINTA LIBRE QUE HA QUEDADO EN LA FORMA .

TINTA LIBRE QUE HA QUEDADO EN EL PAPEL



TINTA INMOVILIZADA

SUPERFICIE DEL PAPEL

TINTA INMOVILIZADA

Por definición se tiene que:

$$F = L_p/L \quad (1.1)$$

de donde:

$$L = X - B \quad (1.2)$$

$$Y = B + L_p \quad (1.3)$$

Si en la ecuación (1.3) se da a L_p el valor deducido de las ecuaciones (1.1) y (1.2), se tiene:

$$Y = B + FL = B + F(X - B) = B + FX - FB$$

y factorizando en función de B:

$$Y = FX + B(1 - F) \quad (1.4)$$

La ecuación (1.4) corresponde a la de una línea recta, en donde F es la pendiente de la recta, mientras que $B(1 - F)$ es la ordenada al origen, o sea, la ordenada del punto en que la prolongación de la parte rectilínea de la curva de transferencia se encuentra con el eje de las y .

Si se expresa con q esta ordenada y con (x_1, y_1) las coordenadas de cualquier punto de la parte rectilínea de la curva de transferencia, se obtiene el factor de separación mediante la siguiente expresión:

$$F = (y_1 - q)/x_1 \quad (1.5)$$

finalmente, de la igualdad:

$$q = B(1 - F) \quad (1.6)$$

y se obtiene:

$$B = q/(1 - F) \quad (1.7)$$

Si se introduce en la ecuación (1.7) el valor de F calculado con la ecuación (1.5) se obtiene el factor de inmovilización.

El factor de separación y el de inmovilización, son dos constantes que caracterizan la transferencia de la tinta por encima del entintado crítico. Conociendo B y F, la ecuación de la curva de transferencia por encima del valor de entintado crítico, queda definida y, por tanto, es posible calcular el valor de y para cualquier valor de x.

Ambos factores pueden expresarse en forma porcentual, así:

$$F\% = F \cdot 100 \quad (1.8)$$

y

$$B\% = B \cdot 100 \quad (1.9)$$

En el presente trabajo únicamente se determinó el coeficiente de transferencia (1.8), debido a que el enfoque que se dió a este tema se concretó a estudiar las características de la tinta y el papel así como las condiciones de presión por parte de la unidad impresora bajo las cuales se obtenía una mayor transferencia de tinta al papel.

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL.

En este capítulo se describe la medición de las propiedades de la tinta y del papel que están directamente ligadas con la determinación del coeficiente de transferencia de la tinta, así como el procedimiento utilizado para llegar a la obtención de éste.

Para este estudio se trabajó con 5 muestras de tintas diferentes, a las cuales se les determinaron las propiedades de importancia en la transferencia: Tack y Viscosidad.

Asimismo, se utilizaron 5 tipos de papel, a los cuales se determinaron las siguientes propiedades: Peso Base (Gramaje), Espesor, Opacidad, Lisura y Porosidad.

1.0/ DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DEL PAPEL.

1.1/ DETERMINACION DEL PESO BASE (Gramaje). (14)

En la determinación de esta propiedad se emplearon una balanza de 2 brazos marca Toledo modelo No. 3500 y un metro.

Se seleccionó el tipo de papel a trabajar.

Se tomaron 5 hojas de ese papel y se sujetaron sus extremos con cada una de las pinzas de la balanza procurando que estuvieran fijas y evitando hicieran contacto con algún otro cuerpo que pudiera afectar la lectura de su peso.

Se registró el peso total obtenido por las 5 hojas de ese papel.

A continuación se tomó una de las hojas pesadas y se le determinó su área midiendo su longitud y ancho expresándose ésta en m^2 . Luego se multiplicó por el número de hojas que se pesaron para obtener el área equivalente de las mismas y se determinó el peso base del papel haciendo el cociente del peso total de las hojas y el área obtenida por las mismas, expresándose en $g\cdot m^{-2}$.

1.2/ DETERMINACION DEL ESPESOR. (15)

El instrumento utilizado en la obtención del valor de esta propiedad fue un Micrómetro Electrónico marca "Thwing-Albert" modelo No. 89-II.

Se ajustó automáticamente el "cero", de acuerdo con las instrucciones del equipo.

Se seleccionaron las unidades métricas en la medición del espesor, en milímetros.

Se colocó entonces la muestra en la abertura entre el pie y el yunque y se fue desplazando de extremo a extremo, obteniéndose los valores para diferentes zonas del papel.

Al término de las mediciones el instrumento se puso en la posición "stand-by" para que los resultados estadísticos de la prueba fueran llamados y editados.

Se obtuvieron automáticamente el promedio, desviación estandar, valor mas alto y valor mas bajo de espesor para cada papel.

1.3/ DETERMINACION DE LA OPACIDAD. (16)

El aparato empleado en la obtención del valor de esta propiedad fue un Reflexiómetro Photovolt modelo 670 c.

Esta medición se hizo en 2 etapas.

La primera consistió en la estabilización del equipo, para lograr el ajuste del cero, repitiéndose este ajuste cada vez que se encendió el aparato para nuevas determinaciones.

Se verificó que el ajuste del cero permaneciera estable durante 15 minutos.

La segunda consistió en efectuar las determinaciones, para lo cual se conectó la unidad 610t que contiene un filtro verde en la parte posterior del instrumento y se dejó calentar durante media hora con la TAPA NEGRA sobre ella.

Se colocó el papel a analizar sobre la superficie de la lámpara disponible para la determinación de opacidad.

Se colocó la placa sobre la unidad de medición dejando al papel intermedio. En estas condiciones se movieron los controles de sensibilidad COARSE-FINE hasta hacer que la escala leyera 100.

Se quitó la placa de enamel y se substituyó por la cavidad negra. Y la escala indicó el valor de opacidad en %.

Para cada 5 mediciones de opacidad se verificó que el equipo no hubiese variado en su sensibilidad, es decir se verificó que no se desajustara en cuanto a su calibración, recalibrándose sólo cuando era necesario.

1.4/ DETERMINACION DE LA LISURA. (17)

El equipo usado en la medición del valor de esta propiedad fue un medidor de lisura y porosidad tipo Bendtsen, marca Anderson y Sørensen modelo 6 No. 2501.

Para calibrar el equipo se colocó el selector de los tubos rotámetros hasta la posición izquierda y con el selector de porosidad y lisura se instaló en esta última posición.

El indicador de lisura luego fue colocado cuidadosamente sobre la placa de vidrio y el rotor, se accionó el compresor y se observó que la lectura en los tubos rotámetros indicara cero.

El papel al ser examinado, se colocó sobre la placa de vidrio-base y el indicador de lisura sobre la superficie del papel.

El indicador fue colocado por la mano levemente sin ninguna presión.

Se encendió el compresor y se observó la lectura en el tubo rotámetro de la primera escala (0-150 ml/min), cambiando a las siguientes (50-500 ml/min) y (300-3000 ml/min) en caso necesario, hasta observar el valor leído en ml/min cuando el flotador del tubo rotámetro se mantenía constante dentro de esa escala.

Los 3 últimos pasos se realizaron para varias zonas de la muestra y se obtuvo un promedio al final.

1.5/ DETERMINACION DE LA POROSIDAD. (18)

El equipo usado en la medición del valor de esta propiedad fue un medidor de porosidad y lisura tipo Bendtsen, marca Anderson y Sørensen modelo 6 No. 2901.

Se posicionó el selector (Lisura-Porosidad) en esta última para permitir el flujo de aire sólo por esa alimentación, y el selector de los tubos rotámetros se ubicó hasta la primera posición de la escala de flujo de aire (0-150 ml/min).

Para calibrar el equipo, se desconectó la manguera de alimentación de flujo de aire para lisura y se conectó el calibrador estandar, el cual se sostuvo en posición horizontal y se accionó el compresor colocando el selector en lisura, observándose la lectura en el tubo rotámetro, ésta dio un flujo de 92 ml/min (valor estandar del calibrador).

Se desconectó el calibrador colocándolo en su envoltura y se reinstaló la manguera de alimentación de aire para lisura al mismo tiempo que se reubicó el selector Lisura-Porosidad en ésta última.

El papel o material al ser examinado se insertó entre los dos planos de el indicador de porosidad, y la esfera se presionó con la punta de los dedos accionándose el compresor hasta la obtención de una lectura constante en el tubo rotámetro, seleccionando la escala de medición.

Se realizaron diversas mediciones a lo largo de la muestra y se obtuvo un promedio de las lecturas.

2.0/ DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE LA TINTA.

2.1/ DETERMINACION DEL TACK. (19)

Para esta prueba se utilizó un equipo Tackoscopio marca Rudolph Meyer, tipo Mav/H. 100/86-15-15.

El control de la temperatura a 25°C en la unidad de rodillos (para el caso de las tintas offset) se realizó mediante un baño termostático.

Se pesaron con precisión aproximadamente 0.4 g de tinta offset, y ésta se esparció en el rodillo de distribución, encendiéndose la unidad de rodillos.

Se permitió que la tinta adquiriera la temperatura del rodillo metálico durante 1 minuto e inmediatamente se bajó el rodillo de medición.

Se preparó el graficador para la medición: alineando la pluma en donde la carta marca 0. La velocidad de la carta fué de 2 mm por minuto.

Se obtuvo la gráfica correspondiente.

Se procedió a la limpieza de los rodillos: limpiando perfectamente con gasolina blanca y franelas, evitando tocar los rodillos con las manos.

Para obtención del tackoscopio en unidades de tack, en el eje de las ordenadas se leyó el valor de tack (cada subdivisión vale 10 unidades) y en el eje de las abscisas se leyó la velocidad de la carta.

2.2/ DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD. (20)

En esta prueba se utilizó un Viscosímetro de Plato y Cono marca Haake, modelo RV-3, empleando un baño termostático, para fijar la temperatura en 25°C (para el caso de las tintas offset).

Se colocó aproximadamente 0.1 g de tinta sobre el plato y se puso éste en contacto con el cono, sujetándolo con el tornillo.

Se permitió que la tinta adquiriera la temperatura del plato (1 minuto para las tintas offset).

Se preparó el graficador para la medición: alineando el formato de viscosidad y oprimiendo el interruptor de fijamiento de la carta. Se obtuvieron las gráficas correspondientes.

Se permitió que el cono comenzará a girar y terminara la medición a una velocidad angular de 52 r.p.m. lo cual se registró en el formato de viscosidad, y enseguida se accionó el interruptor desacelerador de cono.

A continuación se permitió que la plumilla del registrador regresara a ceros en el formato de viscosidad y se accionó el interruptor desactivador del programador.

Se revisó si los indicadores de la velocidad angular (n) y momento de torsión (s) estaban en cero, y en caso de no ser así se giraba levemente el cono hasta que marcaran cero.

Se oprimió el interruptor de escritura de la plumilla del registrador.

Se desactivó el interruptor desactivador del programador y se activó el interruptor activador del cono.

Nuevamente se permitió que el cono adquiriera la velocidad de 52 r.p.m. y de inmediato se activó el interruptor desacelerador del cono.

Se permitió que la plumilla quedara en ceros en la gráfica (terminándose en este paso el registro de la viscosidad).

Se procedió a la limpieza del plato y cono: aflojándose poco a poco, simultáneamente el plato y el cono de tal manera que se pudiera retirar al mismo tiempo ambas piezas.

Se retiró la muestra de tinta limpiando perfectamente con aceite de lámpara y una franela.

Para la obtención de el valor de viscosidad en pascal-segundo, con el valor de velocidad (n) de 52 r.p.m., se leyó el momento de torsión (s) en el eje de las abscisas del formato de viscosidad.

Con este valor se recurrió a la carta de tabulación de lectura contra viscosidad y se obtuvo directamente el valor de viscosidad en unidades de Pa.s.

3.0/ DETERMINACION DEL FACTOR DE SEPARACION O COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE TINTA. (21)

Los equipos utilizados en esta parte fueron: una unidad de Impresión IGT modelo AIC2-5 Tipo N (FIGURA 6), un cronómetro marca Haste, una balanza electrónica marca Ohaus y una balanza analítica marca Sauter.

Se utilizaron probetas de los diferentes papeles con dimensiones de 35 cm. de longitud por 6 cm. de ancho que fueron previamente equilibradas en una atmósfera de 23°C y 50% de humedad relativa, y cuyo peso se determinó con precisión (denotado como PI).

Se seleccionaron la tinta así como las probetas de papel a trabajar.

Se fijó la presión elegida para esta prueba en la escala superior de presión. Realizando varias pruebas para elegir la presión más adecuada, observándose una independencia de ésta variable con respecto a la transferencia de tinta.

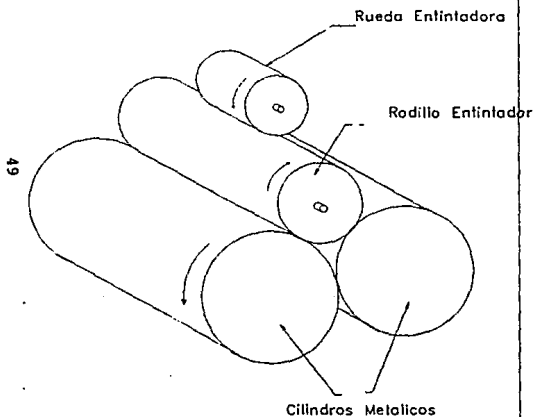
Por ese motivo se decidió utilizar una presión intermedia de 50 Kg-Fuerza.

Se pesó alrededor de 1 gramo de tinta (por cada probeta) en la balanza digital haciendo uso de un papel encerado y se aplicó al rodillo entintador, distribuyéndola de la manera más uniforme posible a todo lo ancho del rodillo.

A continuación se puso en contacto con la parte inferior del dispositivo entintador, y se tomaron 5 minutos de distribución de la tinta con el fin de uniformizarla.

SISTEMA DE IMPRESION EMPLEADO

DISPOSITIVO DE ENTINTADO



UNIDAD DE IMPRESION

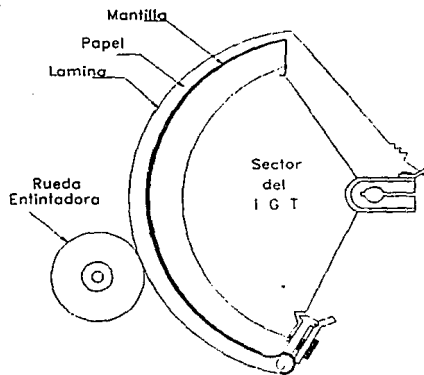


FIGURA 6

Durante el transcurso de los 5 minutos se aprovechó para colocar la probeta de papel sobre el sector circular de la unidad de impresión. Enseguida se pesó la rueda entintadora en la balanza digital y se registró su peso (éste fue el peso de la rueda sin tinta, denotado como P_R) colocándose luego en su soporte, el cual se encontraba levantado y por encima de el dispositivo entintador que continuó batiendo la tinta.

Una vez concluido el tiempo de distribución se bajó el soporte que sostiene a la rueda entintadora haciendo así contacto con el rodillo entintador, y se dejó por espacio de un minuto y al cabo de éste se pesó nuevamente en la balanza digital, anotándose dicho peso (éste fue el peso de la rueda con tinta antes de la impresión y se denotó como W_i).

Se insertó la rueda entintadora en el perno que está al frente de la unidad impresora y de frente al sector circular evitando que pudiera tocar a la tira de papel antes de realizar su impresión.

Se imprimieron las probetas en el equipo y una vez entintadas se pesaron en la balanza analítica registrando su peso el cual se denotó como P_F .

De igual manera se pesó la rueda entintadora y se registró su peso (éste fue el peso de la rueda con tinta después de la impresión y se denotó como W_f).

Se dejó secar la probeta en condiciones ambientales.

Los datos de la prueba se muestran en las tablas 3.3 a 3.7.

A continuación se resumen las equivalencias de los diferentes parámetros determinados:

PR = Peso de la rueda sin tinta antes de la impresión.

WI = Peso de la rueda con tinta antes de la impresión.

Wf = Peso de la rueda con tinta después de la impresión.

TR = Cantidad de tinta en la rueda entintadora obtenida por diferencia de peso de PR y Wi.

PI = Peso de la probeta antes de su impresión.

PF = Peso de la probeta después de su impresión.

DW = Cantidad de tinta depositada en el papel.

Se tiene entonces:

$$TR = WI - PR \quad (2.1)$$

$$DW = PF - PI \quad (2.2)$$

La ecuación (2.2) también se puede expresar en términos de la diferencia en peso de la rueda entintadora de la siguiente manera:

$$DW = WI - Wf \quad (2.3)$$

Sin embargo cabe señalar que para el cálculo del coeficiente de transferencia de la tinta (F) se consideró el valor de DW calculado de la ecuación (2.2) ya que los pesos PI y PF se obtuvieron mediante una balanza analítica con precisión de milésimas de gramos, mientras que los pesos Wi y Wf se obtuvieron de una balanza digital con precisión de décimas de gramos.

Por lo tanto, el coeficiente de transferencia porcentual (F%) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$F\% = (DW/TR) \cdot 100 \quad (2.4)$$

4.0/ DETERMINACION DE DENSIDAD OPTICA. (22)

El aparato utilizado en esta medición fue un Densitómetro de Reflexión marca X-RITE modelo 428.

A fin de corroborar los resultados obtenidos por medio de la determinación de la diferencia en peso, se midió la densidad óptica.

Para lo cual se colocaron las muestras (probetas impresas) en el equipo previamente calibrado.

Al realizar tal medición se consideraron 5 zonas estratégicas de las probetas con el propósito de obtener una lectura promedio, al mismo tiempo que se obtuvieron 3 mediciones de cada zona para lograr una reproducibilidad en los resultados, obteniendo finalmente un promedio de esa tira de papel la cual posteriormente se promedió con las otras 2 probetas de papel del mismo tipo y desde luego que habían sido impresas con la misma tinta.

Con lo anterior se obtuvo finalmente un promedio global de densidad óptica del papel impreso con un tipo de tinta. Esto se hizo para cada tipo de papel y de acuerdo a la tinta empleada en la impresión de éstos.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 3.8 a 3.12.

Asimismo con los valores promedio obtenidos de densidad óptica por tipo de papel se procedió a calcular la relación de las constantes K/S de la ecuación de Kubelka-

Munk (23) que están asociadas con el fenómeno de densidad óptica partiendo para ello de la siguiente definición:

$$D.O. = \log 1/R \quad (2.5)$$

Donde:

D.O. = Densidad óptica

R = Intensidad de luz reflejada/Intensidad de luz reflejada por el blanco del papel.

Con base en la expresión anterior la ecuación de Kubelka-Munk se define de la siguiente manera:

$$K/S = (1-R)^2 / (2R) \quad (2.6)$$

En la ecuación anterior se tiene:

K = Constante de absorción de la luz, asociada al pigmento de la tinta.

S = Constante de difusión de la luz asociada al soporte o papel.

R = Constante de reflexión de la luz, se obtiene despejandola de la ecuación de densidad óptica:

$$R = 1/10^{D.O.} \quad (2.7)$$

Los resultados obtenidos de K/S se muestran en las tablas 3.13 a 3.17 organizadas por tipo de papel y 3.18 a 3.22 por tipo de tinta.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la caracterización de las propiedades de los diferentes tipos de papel y tintas, así como los valores promedio calculados para los coeficientes de transferencia. También se presenta la evaluación de las diferentes tintas con respecto a la ecuación de Kubelka-Munk (2.6) y los cuadros de correlación para cada propiedad determinada.

La tabla 3.1 muestra los resultados de las mediciones promedio de las características de los 5 diferentes tipos de papel.

TABLA 3.1

DATOS PROMEDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS DIFERENTES
PAPELES USADOS EN LA PRUEBA I.G.T.

TIPO DE PAPEL	PESO BASE (g/m ²)	ESPESOR (mm)	OPACIDAD (%)	LISURA (ml/min)	POROSIDAD (ml/min)
PAPEL 1	90.0	0.105	89.6	150.1	101.1
PAPEL 2	92.8	0.137	88.6	942.2	73.5
PAPEL 3	92.5	0.129	93.2	690.5	68.3
PAPEL 4	81.3	0.122	93.3	399.0	94.8
PAPEL 5	91.6	0.125	88.9	727.5	24.2

La tabla 3.2 muestra los resultados de las mediciones promedio de las características de los 5 diferentes tipos de tintas.

TABLA 3.2

DATOS PROMEDIO DE LAS PROPIEDADES REOLOGICAS DE LAS TINTAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA I.G.T.

TINTA	TACK (U.T.)	VISCOSIDAD (Pa.s)
A	214	18.25
B	204	12.40
C	128	10.53
D	154	7.96
E	110	7.25

Las tablas 3.3 a 3.7 presentan los resultados promedio del coeficiente de transferencia (F%) para cada una de las tintas en función del tipo de papel. En todos los casos, la presión de trabajo fue de 50 Kg-F.

TABLA 3.3.

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE TINTA POR TIPO DE PAPEL

TINTA: A	TIPO DE PAPEL	F%
	PAPEL 4	59.9
	PAPEL 5	67.1
	PAPEL 3	69.5
	PAPEL 2	69.8
	PAPEL 1	71.5

TABLA 3.4**COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE TINTA POR TIPO DE PAPEL****TINTA: B**

TIPO DE PAPEL	F%
PAPEL 3	58.8
PAPEL 4	65.1
PAPEL 2	65.1
PAPEL 1	68.6
PAPEL 5	72.0

TABLA 3.5**COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE TINTA POR TIPO DE PAPEL****TINTA: C**

TIPO DE PAPEL	F%
PAPEL 4	68.8
PAPEL 2	72.5
PAPEL 5	78.6
PAPEL 3	80.0
PAPEL 1	83.4

TABLA 3.6**COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE TINTA POR TIPO DE PAPEL****TINTA: D**

TIPO DE PAPEL	F%
PAPEL 3	44.1
PAPEL 5	44.5
PAPEL 4	49.4
PAPEL 2	58.3
PAPEL 1	81.2

TABLA 3.7**COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE TINTA POR TIPO DE PAPEL****TINTA: E**

TIPO DE PAPEL	F%
PAPEL 4	50.7
PAPEL 5	54.5
PAPEL 2	55.1
PAPEL 3	56.7
PAPEL 1	75.5

Las tablas 3.8 a 3.12 presentan los resultados promedio del coeficiente de transferencia promedio (F%) y la Densidad Óptica promedio para cada uno de los papeles en función del tipo de tinta.

TABLA 3.8**COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA Y DENSIDAD OPTICA POR TIPO DE PAPEL****PAPEL: 1**

TINTA	D.O.	F%
A	1.39	71.5
B	1.55	68.6
C	1.30	83.4
D	0.89	81.2
E	1.31	75.5

D.O. = Densidad óptica.

TABLA 3.9**COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA Y DENSIDAD OPTICA POR TIPO DE PAPEL****PAPEL: 2**

TINTA	D.O.	F%
A	1.28	69.8
B	1.42	65.1
C	1.23	72.5
D	0.83	58.3
E	1.26	55.1

TABLA 3.10**COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA Y DENSIDAD OPTICA POR TIPO DE PAPEL****PAPEL: 3**

TINTA	D.O.	F%
A	1.32	69.5
B	1.43	58.8
C	1.23	80.0
D	0.82	44.1
E	1.23	56.7

TABLA 3.11

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA Y DENSIDAD OPTICA POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	D.O.	F%
A	1.28	59.9
B	1.35	65.1
C	1.19	68.8
D	0.79	49.4
E	1.22	50.7

TABLA 3.12

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA Y DENSIDAD OPTICA POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 5

TINTA	D.O.	F%
A	1.38	67.1
B	1.52	72.0
C	1.33	78.6
D	0.84	44.5
E	1.29	54.5

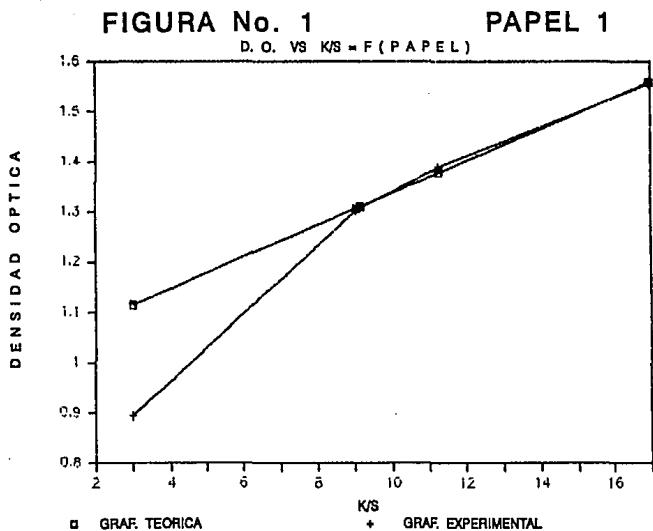
Las tablas 3.13 a 3.17 presentan los resultados calculados para la relación de luz absorbida sobre luz dispersa, utilizando la ecuación de Kubelka-Munk, a partir de las mediciones de densidad óptica, para cada uno de los tipos de papel. Estos resultados se muestran en las figuras 1 a 5.

TABLA 3.13

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE PAPEL

PAPEL: 1

TINTA	D.O.	K/S
D	0.89	2.98
C	1.30	9.06
E	1.31	9.16
A	1.39	11.26
B	1.55	16.95



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

PAPEL: 1

$Y = 0.0317 X + 1.0194$ Coef. correlación (r) 0.9956

Para el Papel 1 se observa que con excepción de la tinta D, existe una concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

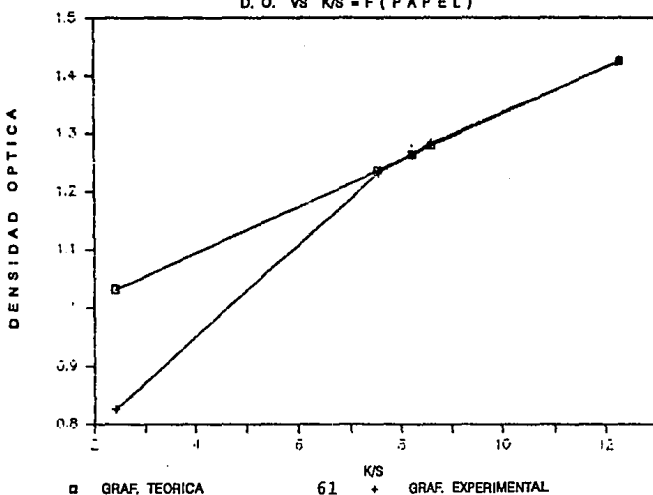
TABLA 3.14

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE PAPEL

PAPEL: 2

TINTA	D.O.	K/S
D	0.83	2.43
C	1.23	7.57
E	1.26	8.22
A	1.28	8.62
B	1.42	12.29

FIGURA No. 2 PAPEL 2
D. O. VS K/S = F (PAPEL)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

PAPEL: 2

$$Y = 0.0398 X + 0.9355$$

Coef.correlación (r)

0.9980

Para el Papel 2 se observa que con excepción de la tinta D, existe una concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

TABLA 3.15

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE PAPEL

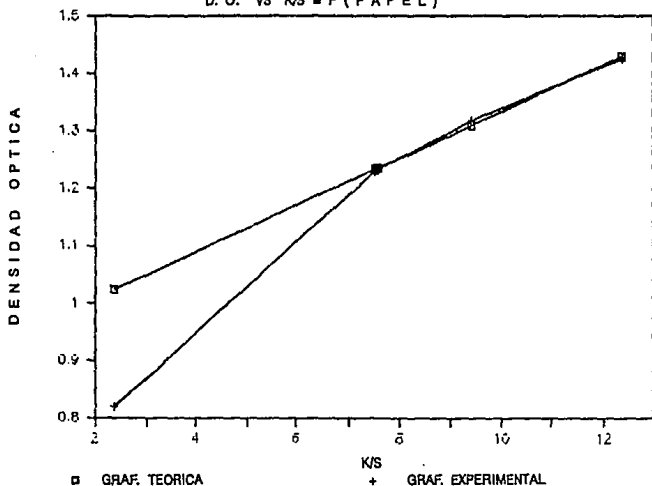
PAPEL: 3

TINTA	D.O.	K/S
D	0.82	2.39
C	1.23	7.52
E	1.23	7.59
A	1.32	9.42
B	1.43	12.37

FIGURA No. 3

PAPEL 3

D. O. VS K/S = F (P A P E L)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

PAPEL: 3

$$Y = 0.0406 X + 0.9275$$

Coef. correlación (r)

0.9966

Al igual que en los casos anteriores, para el Papel 3 también se observa que con excepción de la tinta D, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

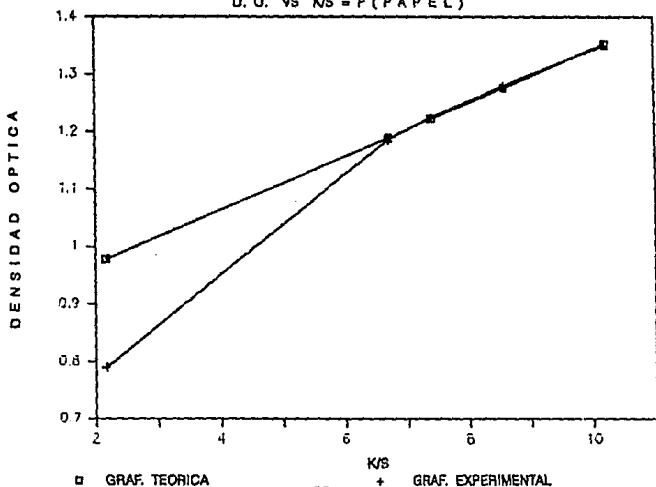
TABLA 3.16

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	D.O.	K/S
D	0.79	2.17
C	1.19	6.70
E	1.22	7.42
A	1.28	8.57
B	1.35	10.20

FIGURA No. 4 PAPER 4
D. O. VS K/S = F (PAPER)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

PAPEL: 4

$$Y = 0.0465 X + 0.8776$$

Coef. correlación (r)

0.9970

Al igual que en los casos anteriores, para el Papel 4 se observa que con excepción de la tinta D, también existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

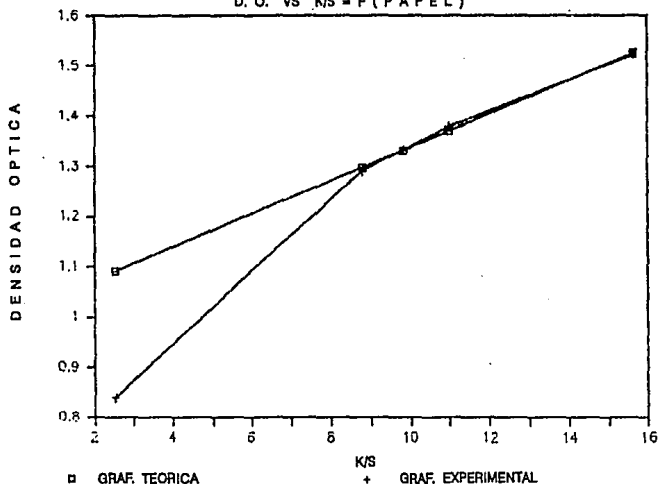
TABLA 3.17

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE PAPEL

PAPEL: 5

TINTA	D.O.	K/S
D	0.84	2.52
E	1.29	8.77
C	1.33	9.80
A	1.38	10.98
B	1.52	15.63

FIGURA No. 5 PAPEL 5
D. O. VS K/S = F (PAPEL)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

PAPEL: 5

$$Y = 0.0331 X + 1.0067 \quad \text{Coef. correlación (r)} \quad 0.9955$$

Al igual que en los casos anteriores, para el Papel 5 se observa que con excepción de la tinta D, también existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

En todos los tipos de papel la Densidad Optica de la tinta D presentó divergencias con respecto a la calculada teóricamente.

Las tablas 3.18 a 3.22 presentan los resultados calculados para la relación de luz absorbida sobre luz dispersa, utilizando la ecuación de Kubelka-Munk, a partir de las mediciones de densidad óptica, para cada uno de los tipos de tinta. Estos resultados se muestran en las figuras 6 a 10.

TABLA 3.18

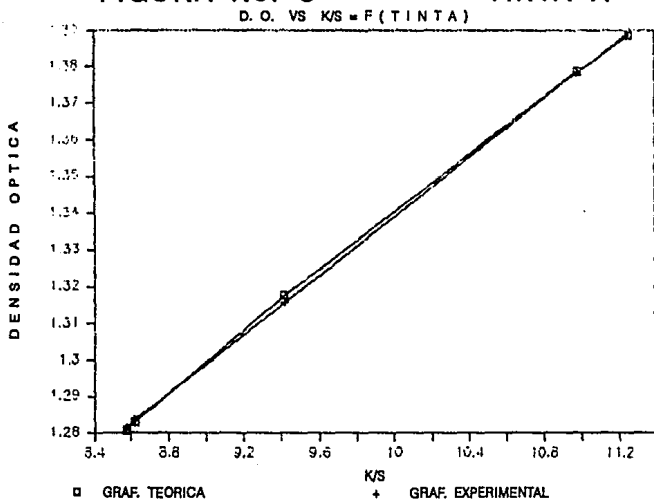
OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE TINTA

TINTA: A

TIPO DE PAPEL	D.O.	K/S
PAPEL 4	1,28	8,57
PAPEL 2	1,28	8,62
PAPEL 3	1,32	9,42
PAPEL 5	1,38	10,98
PAPEL 1	1,39	11,26

FIGURA No. 6

TINTA A



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

TINTA: A

$$Y = 0.0402 X + 0.9373$$

Coef. correlación (r)

0.9994

Se observa que para la tinta A, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

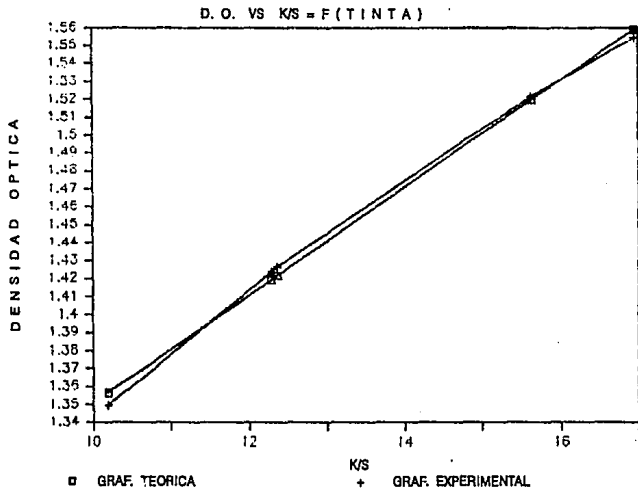
TABLA 3.19

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE TINTA

TINTA: B

TIPO DE PAPEL	D.O.	K/S
PAPEL 4	1.35	10.20
PAPEL 2	1.42	12.29
PAPEL 3	1.43	12.37
PAPEL 5	1.52	15.63
PAPEL 1	1.55	16.95

FIGURA No. 7 TINTA B



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

TINTA: B

$$Y = 0.0301 X + 1.0497$$

Coef. correlación (r)

0.9956

Se observa que para la tinta B, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

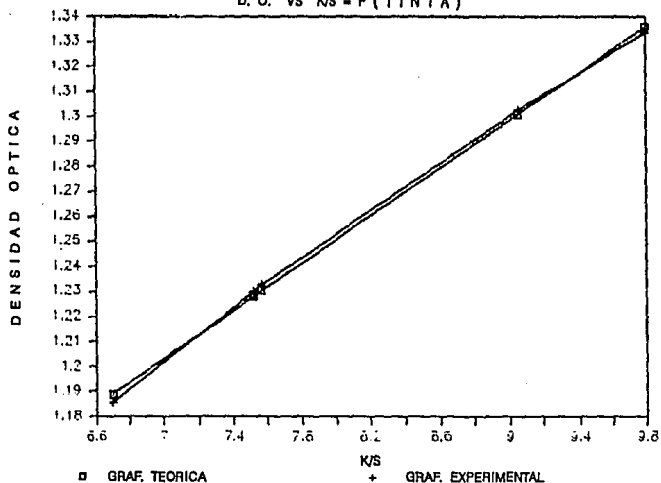
TABLA 3.20

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE TINTA

TINTA: C

TIPO DE PAPEL	D.O.	K/S
PAPEL 4	1.19	6.70
PAPEL 3	1.23	7.52
PAPEL 2	1.23	7.57
PAPEL 1	1.30	9.06
PAPEL 5	1.33	9.80

FIGURA No. 8 TINTA C
D. O. VS K/S - F(TINTA)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

TINTA: C

$$Y = 0.0474 X + 0.8717$$

Coef. correlación (r)

0.9979

Se observa que para la tinta C, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

TABLA 3.21

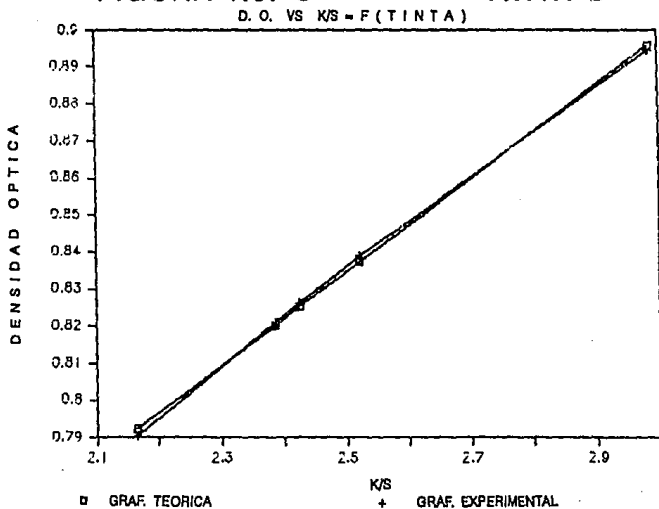
OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE TINTA

TINTA: D

TIPO DE PAPEL	D.O.	K/S
PAPEL 4	0.79	2.17
PAPEL 3	0.82	2.39
PAPEL 2	0.83	2.43
PAPEL 5	0.84	2.52
PAPEL 1	0.89	2.98

FIGURA No. 9

TINTA D



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

TINTA: D

$$Y = 0.1261 X + 0.5194$$

Coef. correlación (r)

0.9983

Se observa que para la tinta D, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente. La tinta D resulta congruente consigo misma, cuestión que no ocurre al compararla contra otras.

TABLA 3.22

OBTENCION DE VALORES DE K/S EN FUNCION DEL TIPO DE TINTA

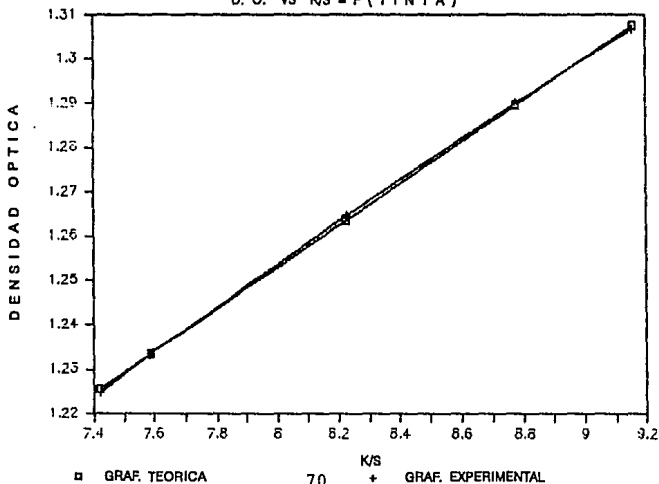
TINTA: E

TIPO DE PAPEL	D.O.	K/S
PAPEL 4	1.22	7.42
PAPEL 3	1.23	7.59
PAPEL 2	1.26	8.22
PAPEL 5	1.29	8.77
PAPEL 1	1.31	9.16

FIGURA No. 10

TINTA E

D. O. VS K/S = F(TINTA)



REGRESION LINEAL DE D.O. VS K/S

TINTA: E

$$Y = 0.04723 X + 0.8748$$

Coef. correlación (r)

0.9994

Se observa que para la tinta E, existe concordancia entre los datos experimentales con los calculados teóricamente.

En general, por tipo de tinta todas presentaron concordancia entre los datos experimentales con respecto a los calculados teóricamente.

Las tablas 3.23 a 3.27 presentan los resultados de densidad óptica para cada tinta, en función de la porosidad de los diferentes tipos de papel.

TABLA 3.23

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIVERSOS PAPELES

TINTA: A

TIPO DE PAPEL	D.O.	POROSIDAD (ml/min)
PAPEL 5	1.38	24.2
PAPEL 3	1.32	68.3
PAPEL 2	1.28	73.5
PAPEL 4	1.28	94.8
PAPEL 1	1.39	101.1

FIGURA No. 11

TINTA A

D. O. = F (POROSIDAD)

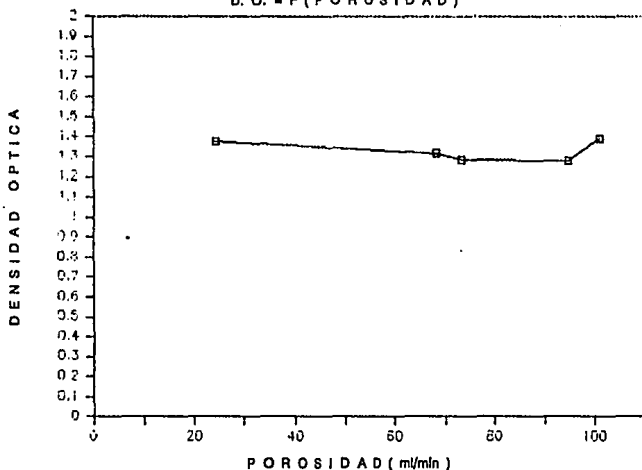


TABLA 3.24

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIVERSOS PAPELES

TINTA: B

TIPO DE PAPEL	D.O.	POROSIDAD (ml/mín)
PAPEL 5	1.52	24.2
PAPEL 3	1.43	68.3
PAPEL 2	1.42	73.5
PAPEL 4	1.35	94.8
PAPEL 1	1.55	101.1

FIGURA No. 12

TINTA B

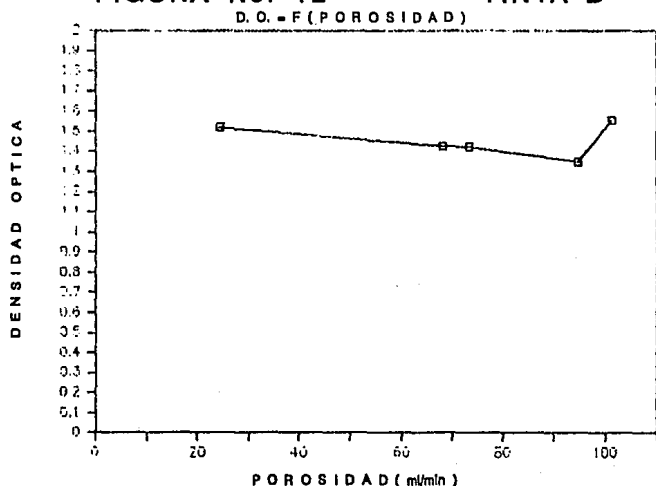


TABLA 3.25

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIVERSOS
PAPELES

TINTA: C

TIPO DE PAPEL	D.O.	POROSIDAD (ml/min)
PAPEL 5	1.33	24.2
PAPEL 3	1.23	68.3
PAPEL 2	1.23	73.5
PAPEL 4	1.19	94.8
PAPEL 1	1.30	101.1

FIGURA No. 13

TINTA C

D. O. = F (POROSIDAD)

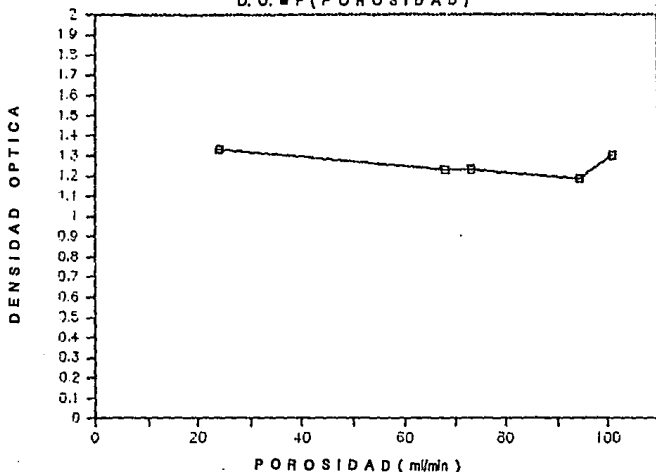


TABLA 3.26

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIVERSOS PAPELES

TINTA: D

TIPO DE PAPEL	D.O.	POROSIDAD (ml/min)
PAPEL 5	0.84	24.2
PAPEL 3	0.82	68.3
PAPEL 2	0.83	73.5
PAPEL 4	0.79	94.8
PAPEL 1	0.89	101.1

FIGURA No. 14

TINTA D

$D.O. = F(\text{POROSIDAD})$

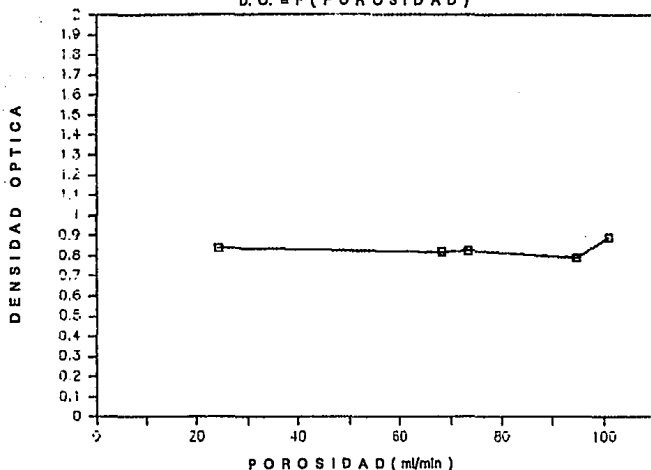


TABLA 3.27

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIVERSOS PAPELES

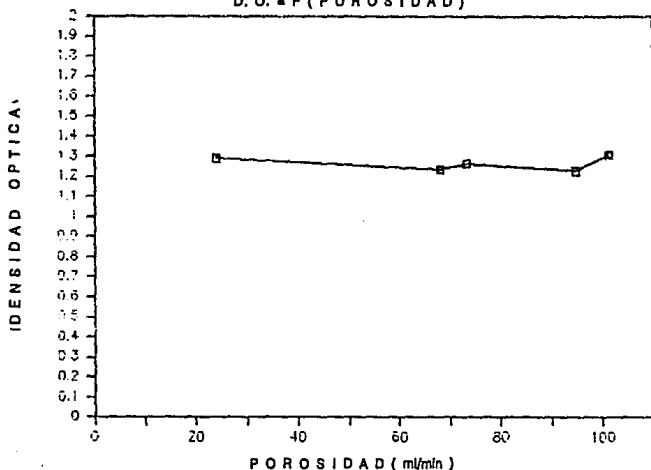
TINTA: E

TIPO DE PAPEL	D.O.	POROSIDAD (ml/min)
PAPEL 5	1.29	24.2
PAPEL 3	1.23	68.3
PAPEL 2	1.26	73.5
PAPEL 4	1.22	94.8
PAPEL 1	1.31	101.1

FIGURA No. 15

TINTA E

D.O. = F (POROSIDAD)



Se observa un comportamiento similar de las mediciones de Densidad Óptica, en todas las tintas, con respecto a la porosidad, mostrando una tendencia de variable independiente, con excepción del papel de mayor porosidad (101.1), en donde todas las tintas mostraron una mayor densidad óptica.

Las tablas 3.28 a 3.32 presentan los resultados de densidad óptica para cada tinta, en función de la lisura de los diferentes tipos de papel.

TABLA 3.28

**RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA LISURA DE DIVERSOS
PAPELES**

TINTA: A

TIPO DE PAPEL	D.O.	LISURA (ml/min)
PAPEL 1	1.39	150.1
PAPEL 4	1.28	399.0
PAPEL 3	1.32	690.5
PAPEL 5	1.38	727.5
PAPEL 2	1.28	942.2

FIGURA No. 16

TINTA A

D. O. = F (LISURA)

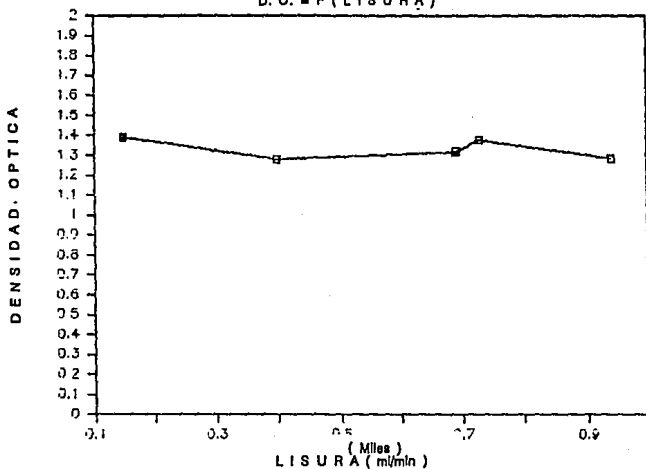


TABLA 3.29

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA LISURA DE DIVERSOS
PAPELES

TINTA: B

TIPO DE PAPEL	D.O.	LISURA (ml/min)
PAPEL 1	1.55	150.1
PAPEL 4	1.35	399.0
PAPEL 3	1.43	690.5
PAPEL 5	1.52	727.5
PAPEL 2	1.42	942.2

FIGURA No. 17 TINTA B
D. O. = F (LISURA)

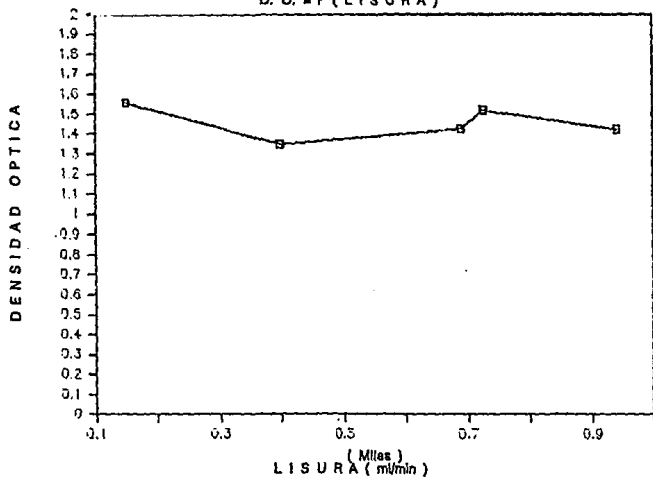


TABLA 3.30

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA LISURA DE DIVERSOS
PAPELES

TINTA: C

TIPO DE PAPEL	D.O.	LISURA (ml/min)
PAPEL 1	1.30	150.1
PAPEL 4	1.19	399.0
PAPEL 3	1.23	690.5
PAPEL 5	1.33	727.5
PAPEL 2	1.23	942.2

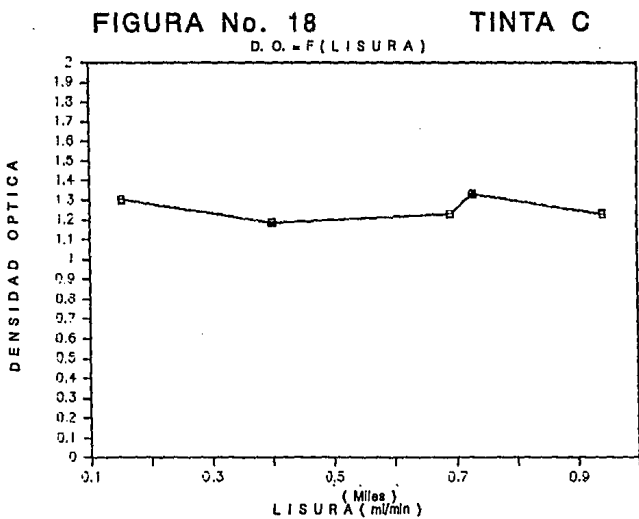


TABLA 3.31

RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA LISURA DE DIVERSOS
PAPELES

TINTA: D

TIPO DE PAPEL	D.O.	LISURA (ml/min)
PAPEL 1	0.89	150.1
PAPEL 4	0.79	399.0
PAPEL 3	0.82	690.5
PAPEL 5	0.84	727.5
PAPEL 2	0.83	942.2

FIGURA No. 19

TINTA D

D. O. = F (LISURA)

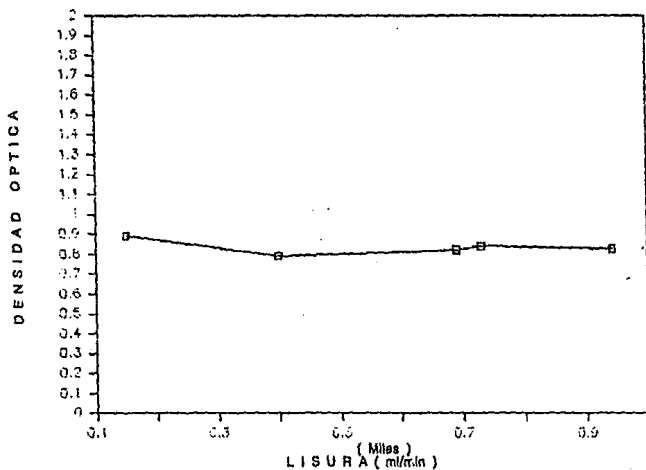


TABLA 3.32

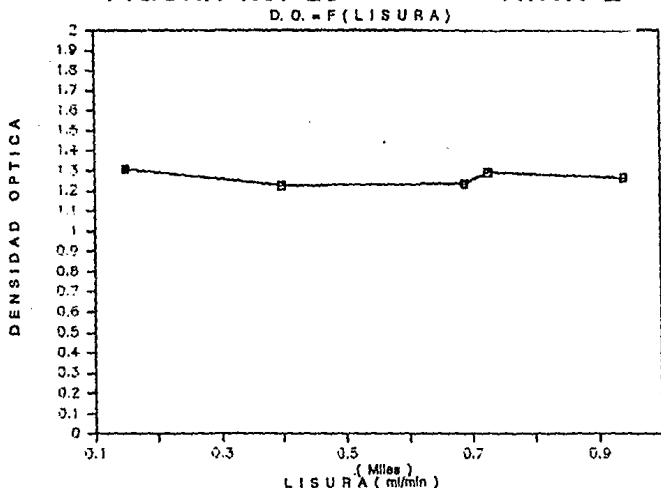
RELACION DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA LISURA DE DIVERSOS PAPELES

TINTA: E

TIPO DE PAPEL	D.O.	LISURA (ml/min)
PAPEL 1	1.31	150.1
PAPEL 4	1.22	399.0
PAPEL 3	1.23	690.5
PAPEL 5	1.29	727.5
PAPEL 2	1.26	942.2

FIGURA No. 20

TINTA E



Al igual que en el caso de la porosidad, se observa también un comportamiento similar de las mediciones de Densidad Óptica en todas las tintas, con respecto a la lisura, mostrando una tendencia de variable independiente, con excepción del papel 5 que presenta una lisura de 727.5, en donde todas las tintas mostraron ligeramente una mayor densidad óptica.

Las tablas 3.33 a 3.37 presentan los resultados de densidad óptica para cada papel, en función de la viscosidad de los diferentes tipos de tinta.

TABLA 3.33

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 1

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	D.O.
E	7.25	1.31
D	7.96	0.89
C	10.53	1.30
B	12.40	1.55
A	18.25	1.39

FIGURA No. 21 **PAPEL 1**
D. O. = F(VISCOSIDAD)

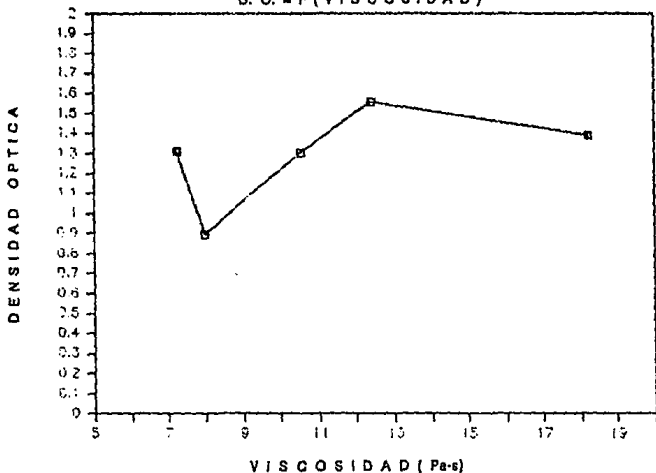


TABLA 3.34

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 2

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	D.O.
E	7.25	1.26
D	7.96	0.83
C	10.53	1.23
B	12.40	1.42
A	18.25	1.28

FIGURA No. 22 **PAPEL 2**
D. O. = F (VISCOSIDAD)

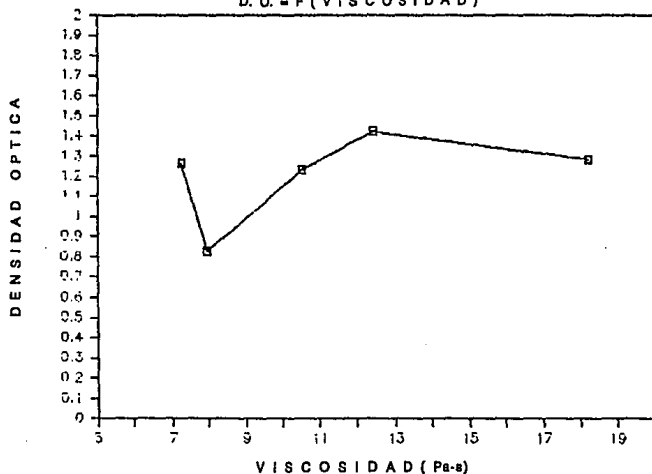


TABLA 3.35

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 3

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	D.O.
E	7.25	1.23
D	7.96	0.82
C	10.53	1.23
B	12.40	1.43
A	18.25	1.32

FIGURA No. 23 PAPEL 3

D. O. = F (VISCOSIDAD)

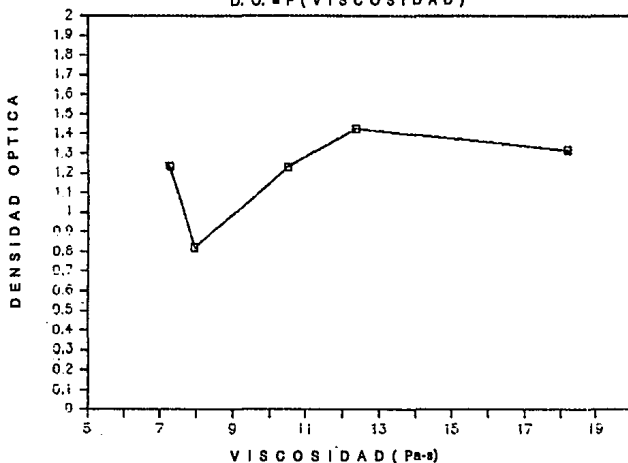


TABLA 3.36

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	D.O.
E	7.25	1.22
D	7.96	0.79
C	10.53	1.19
B	12.40	1.35
A	18.25	1.28

FIGURA No. 24 PAPEL 4
D.O. = F (VISCOSIDAD)

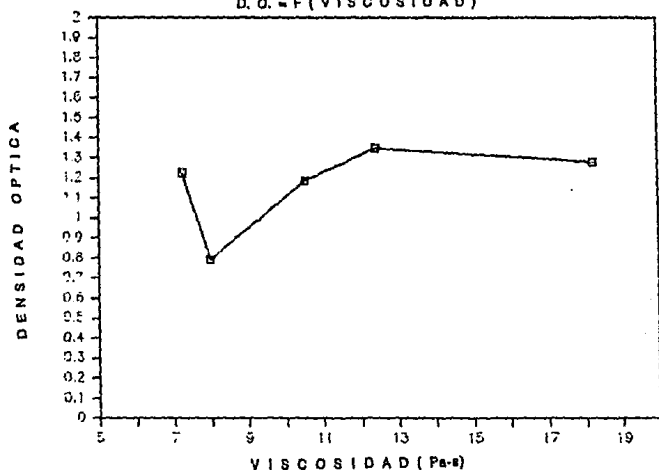


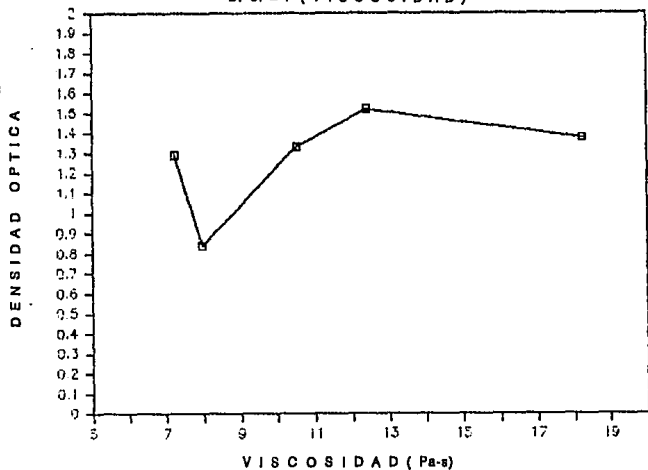
TABLA 3.37

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 5

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	D.O.
E	7.25	1.29
D	7.96	0.84
C	10.53	1.33
B	12.40	1.52
A	18.25	1.38

FIGURA No. 25 **PAPEL 5**
 $D.O. = F(VISCOSIDAD)$



Se observa la misma tendencia de las gráficas en todos los tipos de papel, lo que demuestra una independencia del sustrato. Sin embargo a partir de los resultados, es posible afirmar que existe una Densidad Óptica mínima en la tinta D (viscosidad de 7.96) y que al aumentar la viscosidad tiende a existir un incremento en la Densidad Óptica hasta lograr una estabilidad a partir de 12.4 Pa.s.

Las tablas 3.38 a 3.42 presentan los resultados de densidad óptica para cada papel, en función del tack de los diferentes tipos de tinta.

TABLA 3.38

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 1

TINTA	TACK (U.T.)	D.O.
E	110	1.31
C	128	1.30
D	154	0.89
B	204	1.55
A	214	1.39

FIGURA No. 26

PAPEL 1

D. O. = F (TACK)

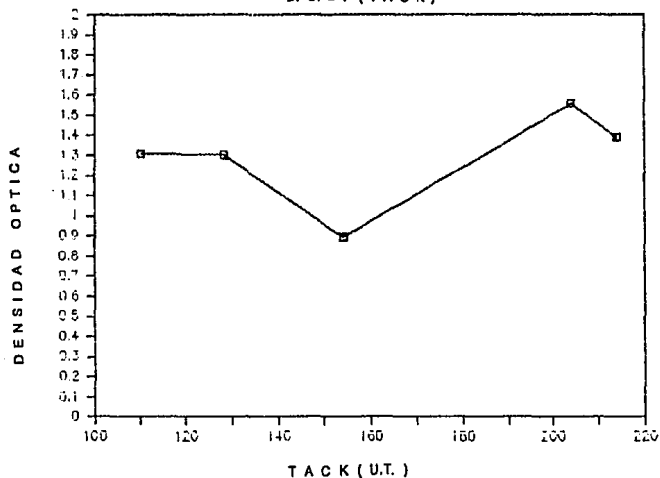


TABLA 3.39

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 2

TINTA	TACK (U.T.)	D.O.
E	110	1.26
C	128	1.23
D	154	0.83
B	204	1.42
A	214	1.28

FIGURA No. 27 PAPEL 2
D. O. = F (TACK)

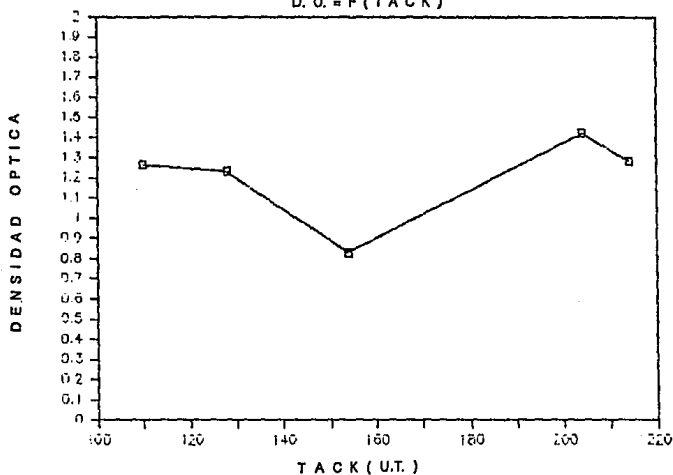


TABLA 3.40

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 3

TINTA	TACK (U.T.)	D.O.
E	110	1.23
C	128	1.23
D	154	0.82
B	204	1.43
A	214	1.32

FIGURA No. 28

PAPEL 3

D. O. = F (TACK)

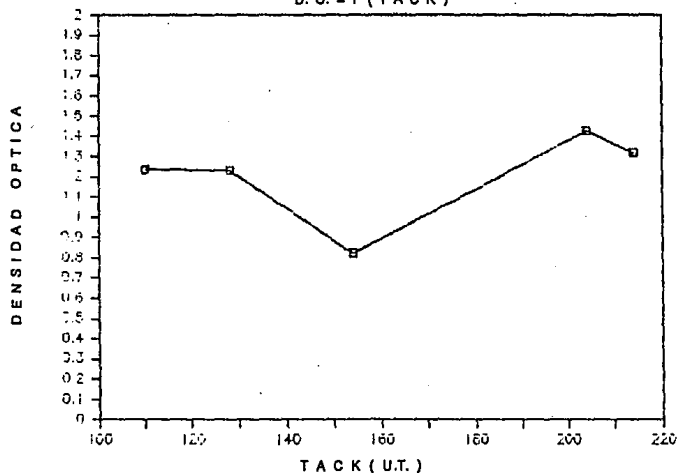


TABLA 3.41

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	TACK (U.T.)	D.O.
E	110	1.22
C	128	1.19
D	154	0.79
B	204	1.35
A	214	1.28

FIGURA No. 29

PAPEL 4

D. O. = F (TACK)

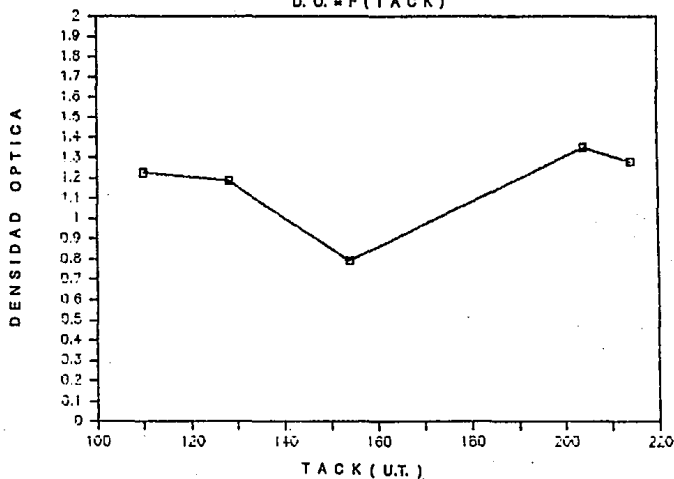


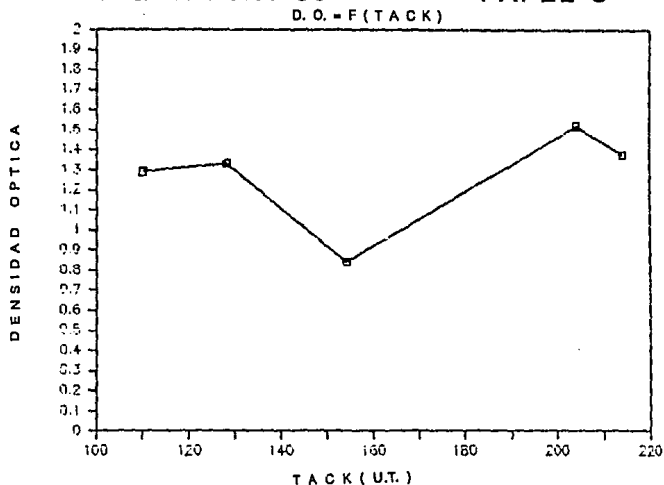
TABLA 3.42

RELACION DE DATOS DE DENSIDAD OPTICA EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS EMPLEADAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 5

TINTA	TACK (U.T.)	D.O.
E	110	1.29
C	128	1.33
D	154	0.84
B	204	1.52
A	214	1.38

FIGURA No. 30 PAPEL 5



De nueva cuenta se observa la misma tendencia en las gráficas anteriores, con un mínimo para la tinta D. Se puede concluir que el tipo de sustrato es independiente, pero en este caso el Tack de la tinta sí influye en la transferencia.

Las tablas 3.43 a 3.47 presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de transferencia para cada papel, en función de la viscosidad de los diferentes tipos de tinta.

TABLA 3.43

**RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS
POR TIPO DE PAPEL**

PAPEL: 1

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	F%
E	7.25	75.5
D	7.96	81.2
C	10.53	83.4
B	12.40	68.6
A	18.25	71.5

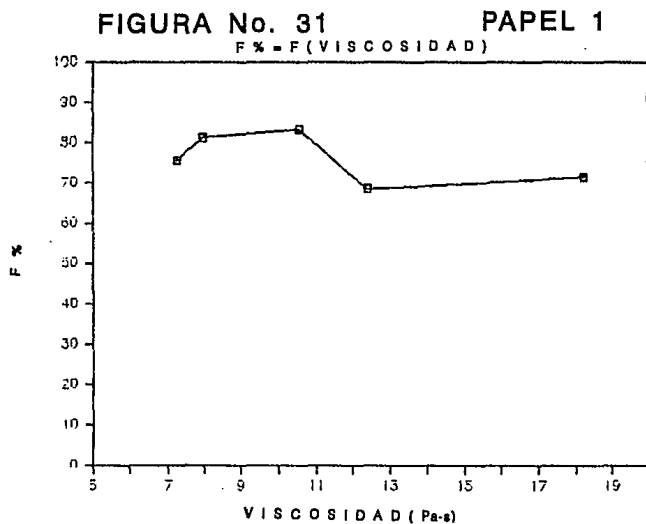


TABLA 3.44

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS
POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 2

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	F%
E	7.25	55.1
D	7.96	58.3
C	10.53	72.5
B	12.40	65.1
A	18.25	69.8

FIGURA No. 32 PAPEL 2
F% = F(VISCOSIDAD)

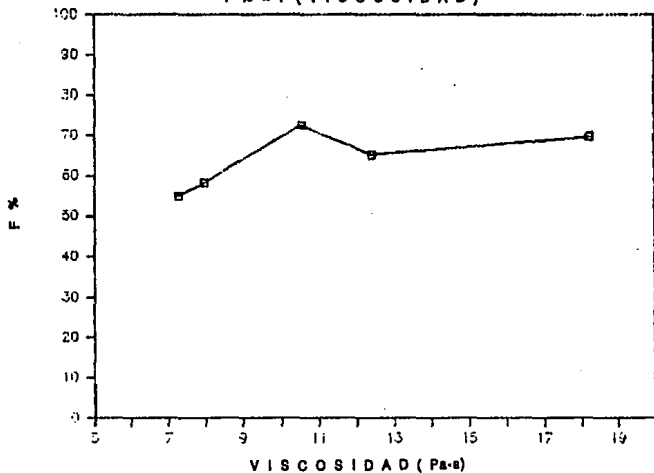


TABLA 3.45

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS
POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 3

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	F%
E	7.25	56.7
D	7.96	44.1
C	10.53	80.0
B	12.40	58.8
A	18.25	69.5

FIGURA No. 33 PAPEL 3
F% = F(VISCOSIDAD)

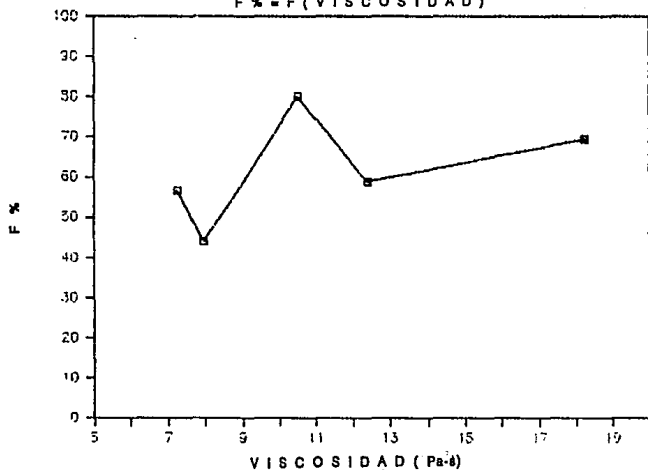


TABLA 3.46

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS
POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	F%
E	7.25	50.7
D	7.96	49.4
C	10.53	68.8
B	12.40	65.1
A	18.25	59.9

FIGURA No. 34

PAPEL 4

$F\% = F(\text{VISCOSIDAD})$

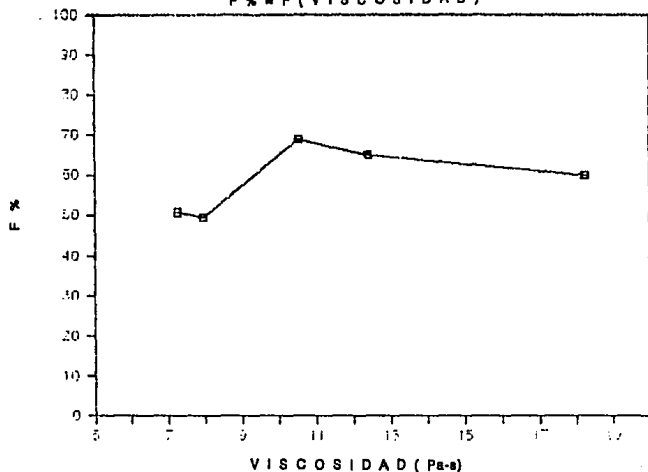


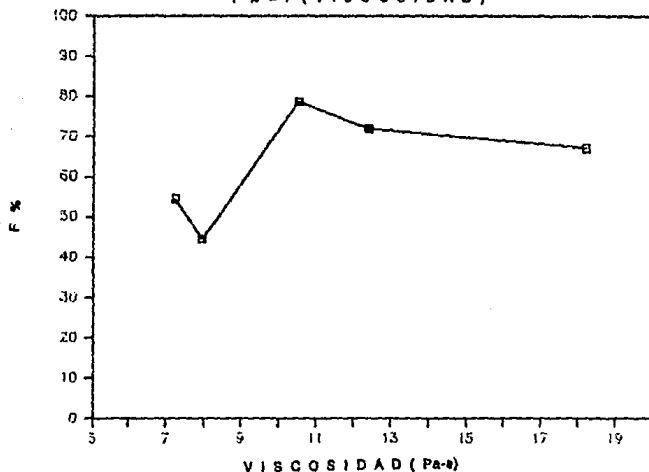
TABLA 3.47

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA VISCOSIDAD DE LAS TINTAS
POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 5

TINTA	VISCOSIDAD (Pa.s)	F%
E	7.25	54.5
D	7.96	44.5
C	10.53	78.6
B	12.40	72.0
A	18.25	67.1

FIGURA No. 35 PAPEL 5
F% = F(VISCOSIDAD)



Se observa de nueva cuenta la misma tendencia de las gráficas para los diferentes tipos de papel, donde la tinta C (viscosidad = 10.53) es la que presenta un mayor coeficiente de transferencia.

Las tablas 3.48 a 3.52 presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de transferencia para cada papel, en función del tack de los diferentes tipos de tinta.

TABLA 3.48

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 1

TINTA	TACK (U.T.)	F%
E	110	75.5
C	128	83.4
D	154	81.2
B	204	68.6
A	214	71.5

FIGURA No. 36

PAPEL 1

$F\% = F(TACK)$

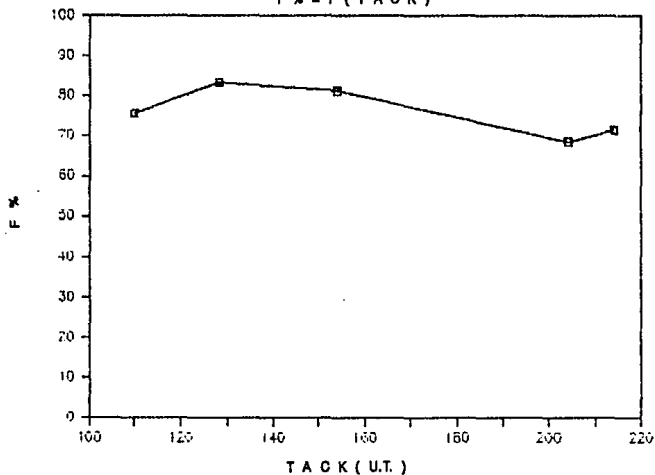


TABLA 3.49

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 2

TINTA	TACK (U.T.)	F%
E	110	55.1
C	128	72.5
D	154	58.3
B	204	65.1
A	214	69.8

FIGURA No. 37

PAPEL 2

$F\% = F(\text{TACK})$

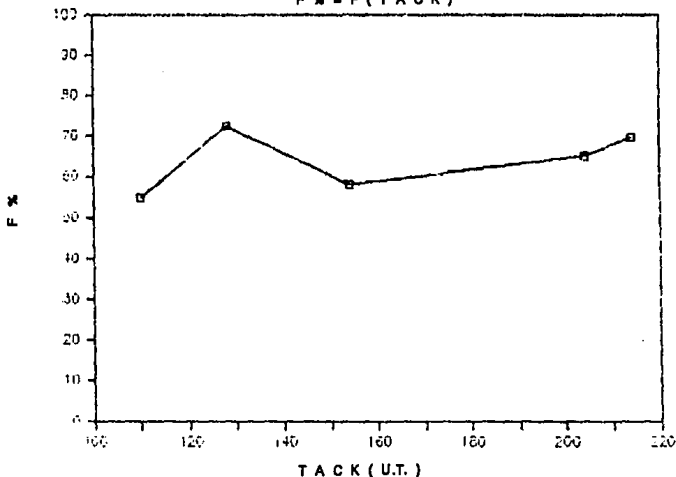


TABLA 3.50

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 3

TINTA	TACK (U.T.)	F%
E	110	56.7
C	128	80.0
D	154	44.1
B	204	58.8
A	214	69.5

FIGURA No. 38

PAPEL 3

$F\% = F(TACK)$

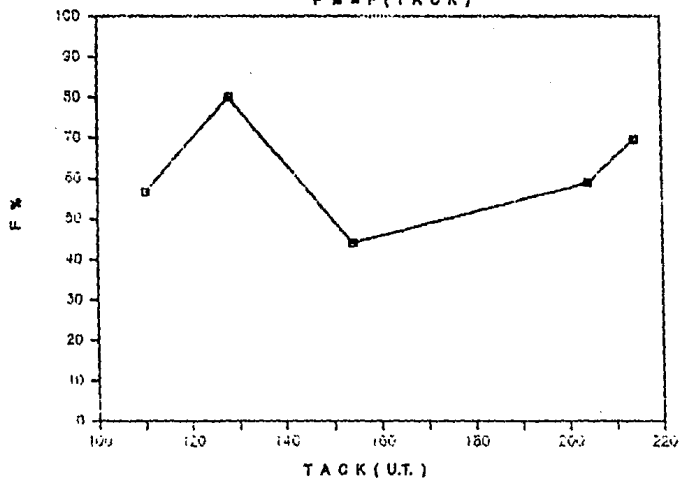


TABLA 3.51

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS POR TIPO DE PAPEL

PAPEL: 4

TINTA	TACK (U.T.)	F%
E	110	50.7
C	128	68.8
D	154	49.4
B	204	65.1
A	214	59.9

FIGURA No. 39

PAPEL 4

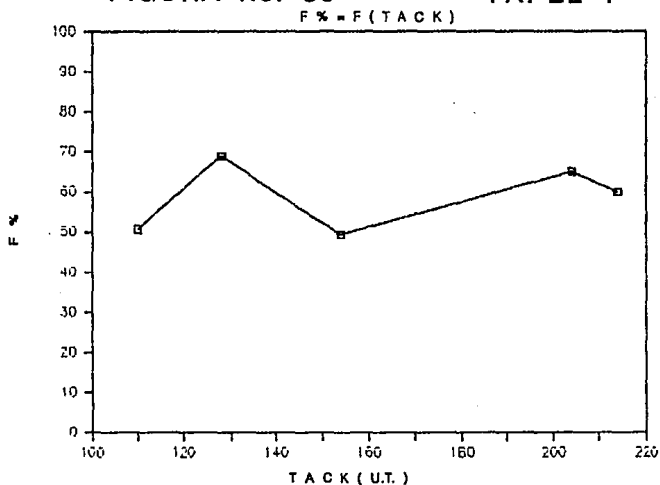


TABLA 3.52

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DEL TACK DE LAS TINTAS POR TIPO DE PAPEL

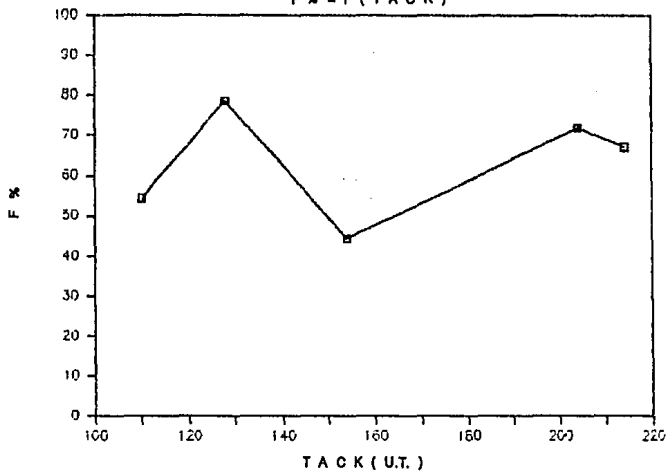
PAPEL: 5

TINTA	TACK (U.T.)	F%
E	110	54.5
C	128	78.6
D	154	44.5
B	204	72.0
A	214	67.1

FIGURA No. 40

PAPEL 5

$F\% = F(\text{TACK})$



Se observa de nueva cuenta la misma tendencia de las gráficas para los diferentes tipos de papel, donde la tinta C (Tack = 128) es la que presenta un mayor coeficiente de transferencia.

Las tablas 3.53 a 3.57 presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de transferencia para cada tinta, en función de la lisura de los diferentes tipos de papel.

TABLA 3.53

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA LISURA DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: A

PAPEL	LISURA (m/min)	F%
PAPEL 1	150.1	71.5
PAPEL 4	399.0	59.9
PAPEL 3	690.5	69.5
PAPEL 5	727.5	67.1
PAPEL 2	942.2	69.8

FIGURA No. 41

TINTA A

$F\% = F(LISURA)$

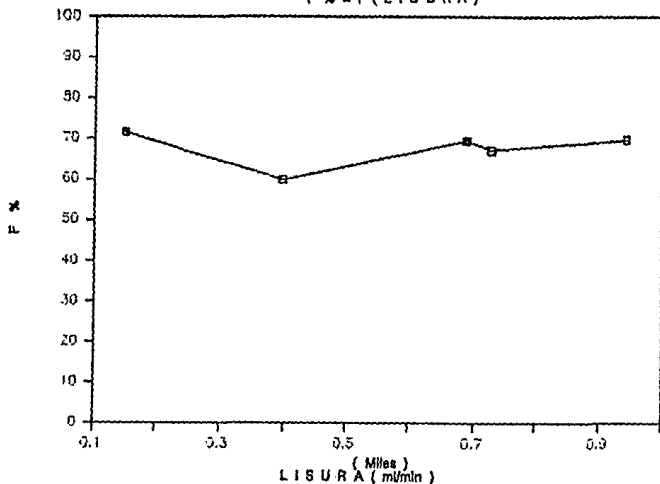


TABLA 3.54

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA LISURA DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: B

PAPEL	LISURA (ml/min)	F%
PAPPEL 1	150.1	68.6
PAPPEL 4	399.0	65.1
PAPPEL 3	690.5	58.8
PAPPEL 5	727.5	72.0
PAPPEL 2	942.2	65.1

FIGURA No. 42

TINTA B

$$F\% = F(LISURA)$$

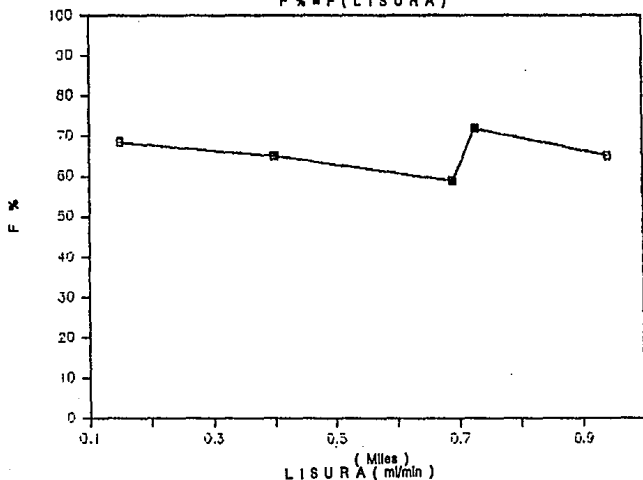


TABLA 3.55

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA LISURA DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: C

PAPEL	LISURA (ml/min)	F%
PAPEL 1	150.1	83.4
PAPEL 4	399.0	68.8
PAPEL 3	690.5	80.0
PAPEL 5	727.5	78.6
PAPEL 2	942.2	72.5

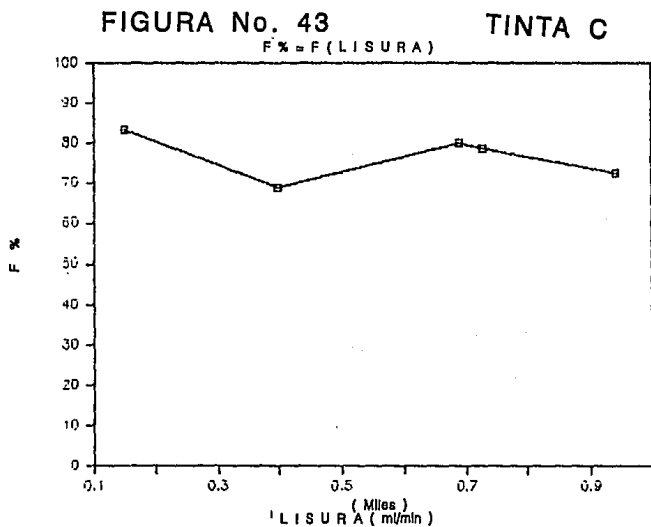


TABLA 3.56

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA LISURA DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: D

PAPEL	LISURA (ml/min)	F%
PAPEL 1	150.1	81.2
PAPEL 4	399.0	49.4
PAPEL 3	690.5	44.1
PAPEL 5	727.5	44.5
PAPEL 2	942.2	58.3

FIGURA No. 44

TINTA D

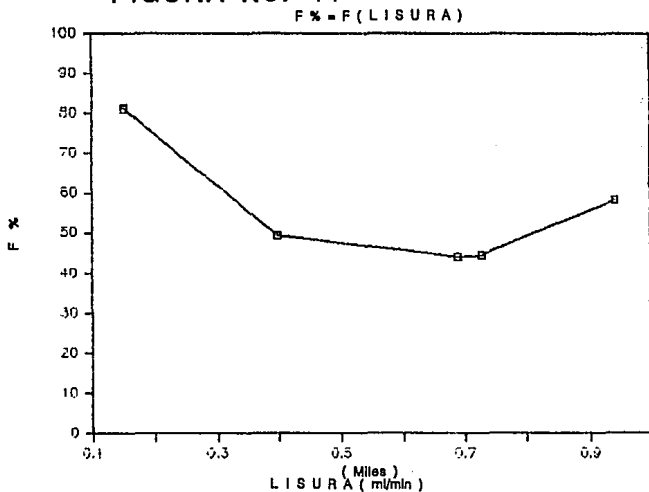


TABLA 3.57

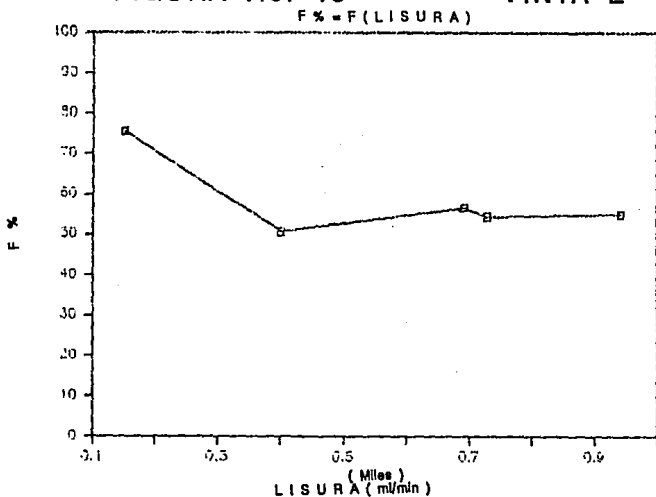
**RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA LISURA DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA**

TINTA: E

PAPEL	LISURA (ml/min)	F%
PAPEL 1	150.1	75.5
PAPEL 4	399.0	50.7
PAPEL 3	690.5	56.7
PAPEL 5	727.5	54.5
PAPEL 2	942.2	55.1

FIGURA No. 45

TINTA E



Al igual que en el caso de las gráficas de Densidad Óptica contra lisura, se observa también un comportamiento similar de las mediciones del Coeficiente de Transferencia en todas las tintas, con respecto a la lisura, mostrando una tendencia de variable independiente, con excepción del papel 1 que presenta una lisura de 150.1, en donde todas las tintas mostraron ligeramente un mayor coeficiente de transferencia.

Las tablas 3.58 a 3.62 presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de transferencia para cada tinta, en función de la porosidad de los diferentes tipos de papel.

TABLA 3.58

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA:A

PAPEL	POROSIDAD (ml/min)	F%
PAPEL 5	24.2	67.1
PAPEL 3	68.3	69.5
PAPEL 2	73.5	69.8
PAPEL 4	94.8	59.9
PAPEL 1	101.1	71.5

FIGURA No. 46 TINTA A
F% = F(POROSIDAD)

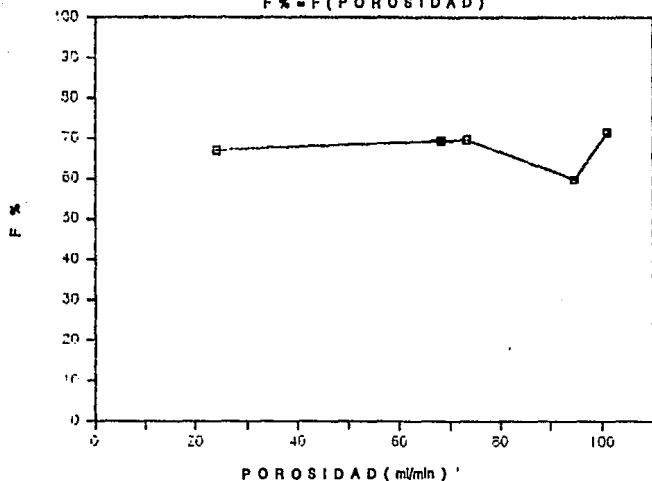


TABLA 3.59

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: B

PAPEL	POROSIDAD (ml/min)	F%
PAPEL 5	24.2	72.0
PAPEL 3	68.3	58.8
PAPEL 2	73.5	65.1
PAPEL 4	94.8	65.1
PAPEL 1	101.1	68.6

FIGURA No. 47 TINTA B
F% = F(POROSIDAD)

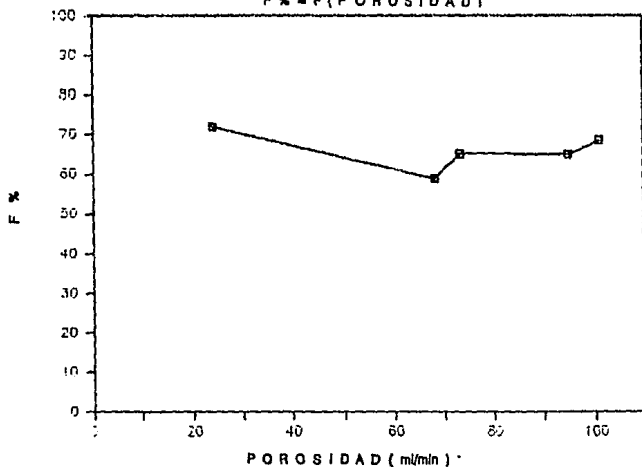


TABLA 3.60

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: C

PAPEL	POROSIDAD (ml/min)	F%
PAPEL 5	24.2	78.6
PAPEL 3	68.3	80.0
PAPEL 2	73.5	72.5
PAPEL 4	94.8	68.8
PAPEL 1	101.1	83.4

FIGURA No. 48 TINTA C

F% = F(POROSIDAD)

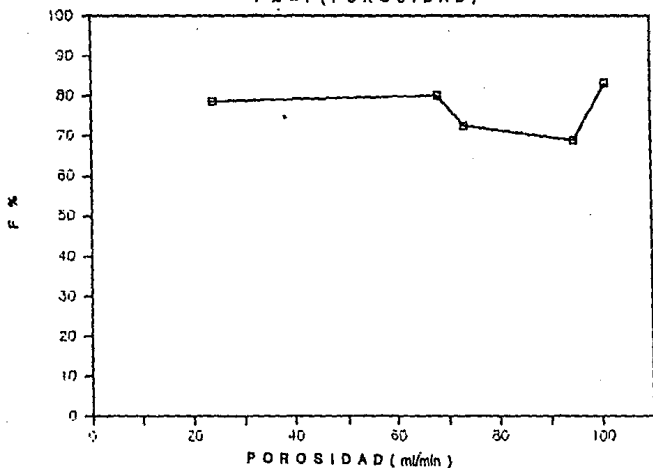


TABLA 3.61

RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA

TINTA: D

PAPEL	POROSIDAD (ml/min)	F%
PAPEL 5	24.2	44.5
PAPEL 3	68.3	44.1
PAPEL 2	73.5	58.3
PAPEL 4	94.8	49.4
PAPEL 1	101.1	81.2

FIGURA No. 49

TINTA D

$F\% = F(\text{POROSIDAD})$

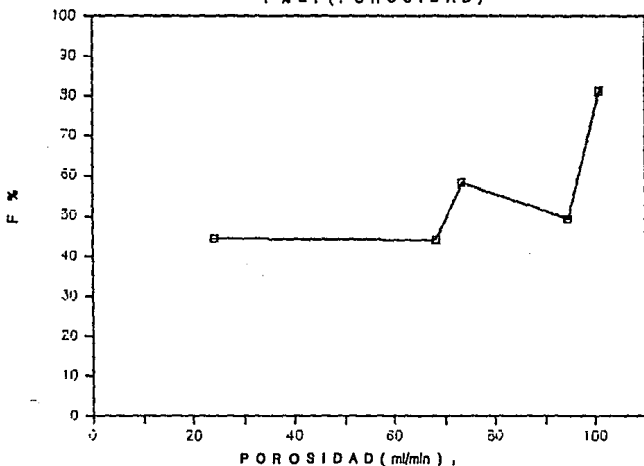


TABLA 3.62

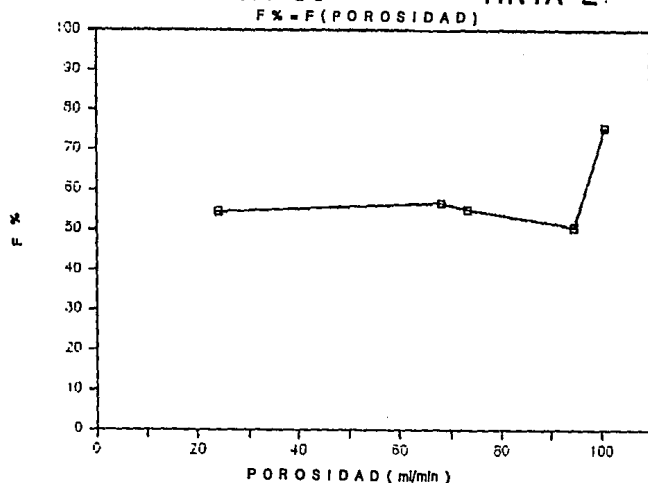
**RELACION DE DATOS DE F% EN FUNCION DE LA POROSIDAD DE DIFERENTES
PAPELES POR TIPO DE TINTA**

TINTA: E

PAPEL	POROSIDAD (ml/min)	F%
PAPEL 5	24.2	54.5
PAPEL 3	68.3	56.7
PAPEL 2	73.5	55.1
PAPEL 4	94.8	50.7
PAPEL 1	101.1	75.5

FIGURA No. 50

TINTA E



A excepción de la tinta B, en todas las otras tintas se puede observar que el Papel Tipo 1, con la mayor porosidad (101.1 ml/min), es el que presenta una mayor retención de la tinta. Al igual que en el caso de las gráficas de Densidad Óptica contra porosidad, se observa un comportamiento similar de las mediciones del Coeficiente de Transferencia en todas las tintas, con respecto a la porosidad, mostrando una tendencia de variable independiente.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Se observó que la cantidad de tinta depositada en los diferentes papeles era la misma al variar la presión entre los rodillos del equipo I.G.T., con lo cual se concluye que en la impresión offset la cantidad de tinta depositada es independiente de la presión.

De acuerdo a lo anterior el resto de los experimentos se realizó con una presión media de 50 Kg-Fuerza.

Por otra parte las tintas con alta y baja viscosidad y tack presentaron menor retención en los diferentes tipos de papel que la tinta con viscosidad y tack medios (10.53 Pa.s. y 128 u. de tack). Como conclusión se recomienda este tipo de características.

En las gráficas de densidad óptica contra k/s se observa que para todos los tipos de papel, la tinta D se sale de la linealidad teórica. Este fenómeno se puede deber a las características de coloración que presentaba la tinta D, que ocasionaba una mayor absorción de la luz visible.

Se observó que los tipos de tintas utilizadas siguen la relación de la ecuación de Kubelka-Munk en cuanto a linealidad, sin embargo es evidente que mientras todas las tintas se mueven en un intervalo de 1.18 a 1.58 de densidad óptica y de 6.6. a 17 en k/s, la tinta D se mueve en unos intervalos de 0.78 a 0.9 de densidad óptica y de 2.1 a 2.9 de k/s además de mostrar una pendiente mucho menor con respecto a las anteriores. Se

determinó la imposibilidad de utilizar los valores de densidad óptica para determinar el coeficiente de transferencia, debido a la no correspondencia.

Con respecto a la densidad óptica para las diferentes tintas en función de la porosidad se observó en todos los casos para intervalos menores a 100 ml/min una independencia y sin embargo cuando la porosidad era superior a 100 ml/min se observó un ligero incremento.

Igualmente en las gráficas de densidad óptica contra lisura del papel se observa en todos los casos el mismo comportamiento y se concluye que la densidad óptica es independiente de la lisura. También se observó una tendencia similar para las gráficas de densidad óptica contra viscosidad en todos los tipos de papel, lo que confirmó la independencia del tipo de sustrato, sin embargo los resultados permiten afirmar que existe una densidad óptica mínima en la tinta D (Viscosidad = 7.96 Pa.s.) y que en el incremento en viscosidad también aumenta la densidad óptica hasta lograr una estabilidad a partir de 12.4 Pa.s.

Igualmente se observó la misma tendencia en las gráficas anteriores, con un mínimo para la tinta D. Se puede concluir que el tipo de sustrato es independiente pero en este caso el tack sí influye en la transferencia.

Se pudo observar que por lo general a mayor lisura (menor flujo de aire) mejor retención de tinta. Sin embargo a partir de un intervalo de 400 ml/min se puede hablar de independencia de transferencia de tinta en función de la lisura.

También se verifica al igual que como se mostró con densidad óptica que en el intervalo de porosidades menores a 100 ml/min la cantidad de tinta retenida muestra una independencia. Sin embargo si la porosidad es mayor de 100 ml/min se observa una mayor cantidad de tinta transferida.

En las determinaciones del coeficiente de transferencia se observó que en todos los casos la tinta C presentó una mayor transferencia, demostrándose nuevamente que el tipo de papel es independiente, pero influyen significativamente las propiedades reológicas de la tinta.

Como conclusión general de este trabajo, se puede resaltar la independencia de la presión y del tipo de papel en la impresión offset así como la importancia del control de la viscosidad y el tack de la tinta para obtener una mejor transferencia.

ANEXO

Equipo utilizado en el trabajo experimental.-

-Medidor de Porosidad y Lisura BENDTSEN Modelo 6 No. 2901 (Anderson y Sørensen) con bomba de pistón Reciprotor.

-Reflexiómetro Modelo 670 C (por Photovolt Corporation), con fuente de luz incandescente provista de un filtro óptico. Una placa de enamel y un forro negro estándar.

-Balanza de 2 brazos Modelo 3600, Marca TOLEDO. (Con capacidad de peso hasta 500 g.).

-Medidor de Espesor Electrónico Modelo II, Marca "THWING-ALBERT".

-Viscosímetro HAAKE Modelo Rotovisko provisto de un baño termostático HAAKE Modelo F-Junior digital con rango de temperatura de -6 hasta 270 °C.

Y una unidad de control o programador HAAKE, un graficador de velocidad x-y Modelo 7010B Marca HEWLETT-PACKARD.

-Aparato Tackoscopio con lector digital (rango de 0-600 unidades de tack) Marca RUDOLPH MEYER, compuesto de un baño termostático de control manual Modelo F-Junior con rango de temperatura de 0 a 200 °C., un graficador de velocidad de valores de tack Test Print b.v. Descartesstraat 117 Modelo 1064ZB.

-Aparato I.G.T. Modelo AIC2-5 Tipo N de velocidad constante y rango de presión de 0 a 100 kg-fuerza o bien de 0 a 1000 N. Integrado de un dispositivo de entintado Tipo AE con 2 cilindros de acero y un rodillo de poliuretano. Y una rueda o disco de impresión de aluminio cubierto de goma o de caucho rojo.

-Balanza Electrónica Digital Modelo 300, Marca OHAUS con capacidad de 300 g. y sensibilidad de 0.01 g.

-Balanza Analítica Modelo No. 414/10, Marca SAUTER con capacidad de 200 g. y sensibilidad 1/10 mg.

-Densitómetro de Reflexión Modelo 428 Marca X-RITE con adaptador de corriente alterna.

BIBLIOGRAFIA

1. The Printing Ink Manual.
Fourth Edition.
Edited by.
Dr. R.H. Leach, Dr. C. Armstrong, J.F. Brown,
M.J. Mackenzie, L. Randall and Dr. H.G. Smith.
V.N.R. International in Association with SBPIM.
2. Relaciones Tinta-Papel.
D. José Colom Pastor.
Instituto Politécnico Superior de Barcelona.
Publicaciones Offset.
3. Printing Ink Handbook.
Fifth Edition.
Compiled by.
Product and Technical Committees National.
Association of Printing Ink Manufactures, Inc.
4. Revista A.T.C.P. (Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa y del Papel, A.C.).
Volumen XXVIII No. 5 Septiembre-Octubre 1988.
5. "Control de Calidad de Tintas para Impresiones de Plásticos".
Mendoza Sandoval Leticia Concepción.
Facultad de Química. U.N.A.M.
1989.
6. Relaciones Tinta-Papel en Tipografía y Offset. 1a. Parte.
Suplemento de Traducciones Técnica Gráfica.
Año 3 No. 5 1985.
7. Relaciones Tinta-Papel (Apuntes de Cátedra).
D. José Colom Pastor.
Instituto Politécnico Superior de Barcelona.
Publicaciones Offset.
8. Tintas para Offset.
Ricardo Casals.
Publicaciones Offset.
9. Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology.
Volumen 3, 3a. Ed.
James P. Casey. Ed.

10. Problemas de Imprimibilidad.
Gerard Martin.
Publicaciones Offset.
11. Pulp and Paper. Chemistry and Chemical Technology.
Volumen 4, 3a. Ed.
James P. Casey. Ed.
12. Instruments and Controls for the Graphic Art Industries.
Robert F. Reed and Douglas R. Stanton.
Graphic Arts Technical Foundation Inc.
1971.
13. Relaciones Tinta-Papel en Tipografía y Offset. 2a. Parte.
Suplemento de Traducciones Técnica Gráfica.
Año 3 No. 5 1985.
14. Técnica del Peso Base del Papel.
Normas TAPPI T-410 OM 83.
15. Técnica del Espesor del Papel.
Normas ANSI/TAPPI T-411 OM 83.
16. Técnica de la Opacidad del Papel.
Normas ANSI/TAPPI T-425 OM 6.
17. Técnica de la Lisura del Papel.
Normas ISO/DIN 2494.
18. Técnica de la Porosidad del Papel.
Normas ATICELCA MC 19.
19. Manual del Tackoscopio Rudolph-Meyer.
Rudolph Meijer's Incorporated.
Amsterdam-Holland.
Brouversgracht 152-154.
20. Manual del Viscosímetro Haake.
Haake Mess-Technik Gmb H u. Co.
Diesels tr.6 D-7500 Karlsruhe 41.
21. Manual de Instrucción del Equipo IGT.
Research Institute For the Printing And
Allied Industries IGT.
3rd Impression, 1979.
22. Manual del Densitómetro X-Rite 42B.
X-Rite, Incorporated.

23. Customer Support Bulletin.
Kim Galloway.
Applied Color System, Inc.
1991.