

PROGRAMA DE COMPUTACION PARA EL CALCULO  
DE FORMULACIONES DE PINTURA

ING. QUIM. JUAN J. CAPRARI\* Y TCO. QUIM. JORGE F. MEDA

- \* Responsable del Area Propiedades Protectoras de Películas de Pinturas del CIDEPINT y Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

---

## SUMMARY\*

---

The formulation of paints requires calculations which, though simple enough from a mathematical point of view, can be quite complicated when a large number of formulations are involved demanding multiple operations and use of table references. When carried out manually, accuracy is always in doubt, so that frequent checks must be made in order to avoid propagation of error throughout the calculation.

With the introduction of small computers this task can now be performed in a rapid and orderly manner, with a considerable saving of time and the complete certainty of the results.

This paper deals with a programme which allows to make easily the calculations for paint formulation, applicable both to laboratory research or to bulk production.

Starting with the enter of data, this programme admits the employment of three options: a) conversion to volume of formulations entered in terms of weight; b) the adjustment of a formulation to a certain PVC (pigment volume concentration) and solids in volume required, keeping the relation between the raw materials of each group; c) make replacements of one compound by another in defined steps, maintaining at the same time a third component as a given percentage of the compound to be substituted.

Any of these choices may be exercised operating on a common matrix, since entry and outlet operations respond to a standard. In this way it is possible to obtain, with a basic programme structure, enlargements to other operations that may be required.

The physical constants of the compounds as soon as their function in the paint are to be found on external file, making not necessary enter them as data.

Since a large number of compounds may be handled it was necessary to select an adequate file scanning system. In this case 250 compounds are involved and exists the possibility of enlarging this number as also of cancelling some of those which are no longer used.

The three best known scanning methods are discussed (Sequential exploration, Binary exploration and Amble's algorithms) adopting finally the last one as it proves the more efficient.

In all cases the computer programme prints out the compounds divided into four groups (pigments, binders, solvents and additives) specifying the function of the compound within each group. The results are expressed by weight and by volume for the paint

and the dry film, being the weights normalized to 100 in all cases. Finally some paint data were printed out, such as PVC, solids by volume, pigment/binder ratio (by weight and by volume), density (assuming no interactions) and yield in terms of hiding power.

The programme has been described in BASIC language, usable with minicomputers of 24 Kbytes central memory which may be considered standard equipment in research laboratories and in the industry.

(\*) Caprari, J. J. & Meda, J. F.- Computation programme for paint formulation and calculation. CIDEPINT-Anales, 1981, 29-55.

---

## INTRODUCCION

---

La formulación de pinturas requiere un proceso de cálculo, que si bien es sencillo desde el punto de vista matemático (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>), en la práctica y cuando debe realizarse sobre un gran número de formulaciones, resulta complicado, dado que exige muchas operaciones y consulta de tablas. Esta tarea realizada manualmente se vuelve también insegura y requiere verificaciones, ya que normalmente los errores se van propagando por el cálculo.

Con el desarrollo de los pequeños computadores de tercera generación, el cálculo puede realizarse en forma muy rápida y ordenada, lográndose un ahorro de tiempo considerable y una seguridad absoluta en los resultados.

A partir del ingreso de datos, este programa admite el uso de tres opciones, que permiten respectivamente: *transformar a volumen formulaciones ingresadas en peso; ajustar una formulación a un determinado PVC y contenido de sólidos en volumen, conservando la relación entre los ingredientes de cada grupo y realizar sustituciones de un compuesto por otro en etapas definidas, a la vez que se mantiene un tercer componente como un porcentaje dado del compuesto a reemplazar.*

Las opciones citadas pueden efectuarse operando sobre matrices comunes a cualquiera de ellas, ya que las operaciones de entrada y salida están ajustadas a un patrón. Esta situación permite, sobre una estructura básica de programa, realizar ampliaciones a otras operaciones que se puedan necesitar. Otra consideración que se efectuó, es que los requerimientos de memoria central se encuentren dentro de las posibilidades de las minicomputadoras, por lo que el programa descrito no supera los 16 kbytes de memoria usuario.

---

## DESARROLLO DEL PROGRAMA

---

### CLASIFICACION DE COMPUESTOS

El esquema básico de clasificación de compuestos adoptado, comprende la división de los mismos en cuatro grandes grupos, que se relacionan con su función en la pintura. Cada uno de es-

tos grupos está dividido en sub-clases que corresponden a una caracterización más específica (tabla I).

Dado que el total de sub-clases se ha fijado en 14, cualquier componente debe ser encasillado en alguna de estas categorías. Para que se respete este esquema al ser archivados los datos, éstos deben contener: el *nombre del compuesto*, su *categoría* y su *densidad*, de tal manera que, ingresando el nombre, el programa pueda extraer del archivo la densidad y la categoría correspondiente y por lo tanto ser reconocido como perteneciente a una clase y dentro de ella a una determinada sub-clase. La densidad será utilizada posteriormente en los cálculos.

Una consideración especial debe hacerse en el sentido de que algunos compuestos pueden presentar más de un modo de actuar, hecho muy común dentro de los disolventes, donde casi cualquiera puede ser considerado, según las características de la formulación, como disolvente propiamente dicho o como diluyente.

Este caso particular se soluciona introduciendo el compuesto en el archivo dos veces: una con el nombre solo, que es así reconocido como perteneciente a la sub-clase disolventes (tabla II, A-58) y otra con el nombre seguido de la sigla DIL que indica al programa que debe considerarse como diluyente (tabla II, A-108); esta partícula será eliminada en la etapa de impresión.

Otro caso de dualidad de acción sería el del óxido de cinc, que puede considerarse como un pigmento cubriente, como un anticorrosivo o como un tóxico de refuerzo (en pinturas antifouling) por lo que al introducir los datos debe hacerse como óxido de cinc CA o como óxido de cinc TOX. También estas palabras serán eliminadas, luego de su reconocimiento, por la rutina de impresión.

#### IMPRESION DE DATOS

En su comienzo el programa requiere se le informe la fecha y la designación del producto a formular, emitiendo el encabezamiento y requiriendo la introducción de datos (tipo y cantidad de cada componente) sin exigir para ello un determinado orden. A medida que ingresa cada dato es localizado en el archivo, obteniéndose la densidad y la categoría, que son almacenadas en las correspondientes variables (alfanumérica la primera y numérica las dos restantes).

Dichos datos completan tres matrices de 14 filas (una para cada categoría) por 4 columnas (máximo número de compuestos de cada categoría), conteniendo cada una de ellas los valores como  $A_{ij}$  (nombre del compuesto),  $B_{ij}$  (cantidades) y  $C_{ij}$  (volúmenes calculados), donde los subíndices  $i$  y  $j$  identifican respectivamente la categoría y el número del compuesto dentro de esa categoría. En

variables separadas se almacenan la suma de pesos y volúmenes y el número de compuesto de cada categoría, datos que pueden ser requeridos por el cálculo.

El diagrama de flujo que describe el procedimiento, es reproducido en la fig. 1.

## ARCHIVOS

Dado que el número de compuestos puede llegar a ser relativamente grande, es necesaria una organización adecuada de búsqueda en los archivos. En este caso se trabaja con aproximadamente 250 compuestos y debe existir la posibilidad de ampliar el número de éstos e ir cancelando algunos que han dejado de utilizarse. Es decir, que se debe contar con un sistema dinámico y que reúna la condición de que el acceso a un dato del archivo se realice con la mayor eficiencia posible.

Los sistemas de gestión de archivos han sido un campo de gran interés en el ámbito de la computación, ya que el hecho de encontrarse los datos en un soporte externo ("floppy disk" en el caso descrito) significa que se debe depender para la búsqueda de un sistema electromecánico. Por lo tanto, el acceso a un dato del archivo es mucho más lento que los procesos que se realizan en la memoria central. Como consecuencia de lo mencionado precedentemente, los algoritmos de ordenamiento y búsqueda han recibido un gran impulso desde las primeras épocas de la computación.

Una acertada revisión del desarrollo de estos métodos fue realizada por Knuth <sup>(3)</sup>, quien ejemplifica el caso de menor eficiencia, donde los datos se encuentran en forma desordenada y la búsqueda debe realizarse de manera *secuencial*, es decir desde el primer dato hasta el deseado; en este caso la búsqueda promedio representa la media aritmética de los valores almacenados.

Utilizando un método más eficiente, el de la *exploración binaria*, es posible acelerar el proceso ya que se tienen los datos ordenados alfabéticamente y se accede al centro del archivo, determinándose si el valor buscado es anterior o posterior al centro y nuevamente se busca en la mitad correspondiente, continuando el proceso hasta encontrar la palabra buscada o cerciorarse de que no se encuentra en el archivo.

En este caso el número promedio de accesos al archivo (N) está dado por la fórmula:

$$N = k - \{(2^k - k - 1)/n\}$$

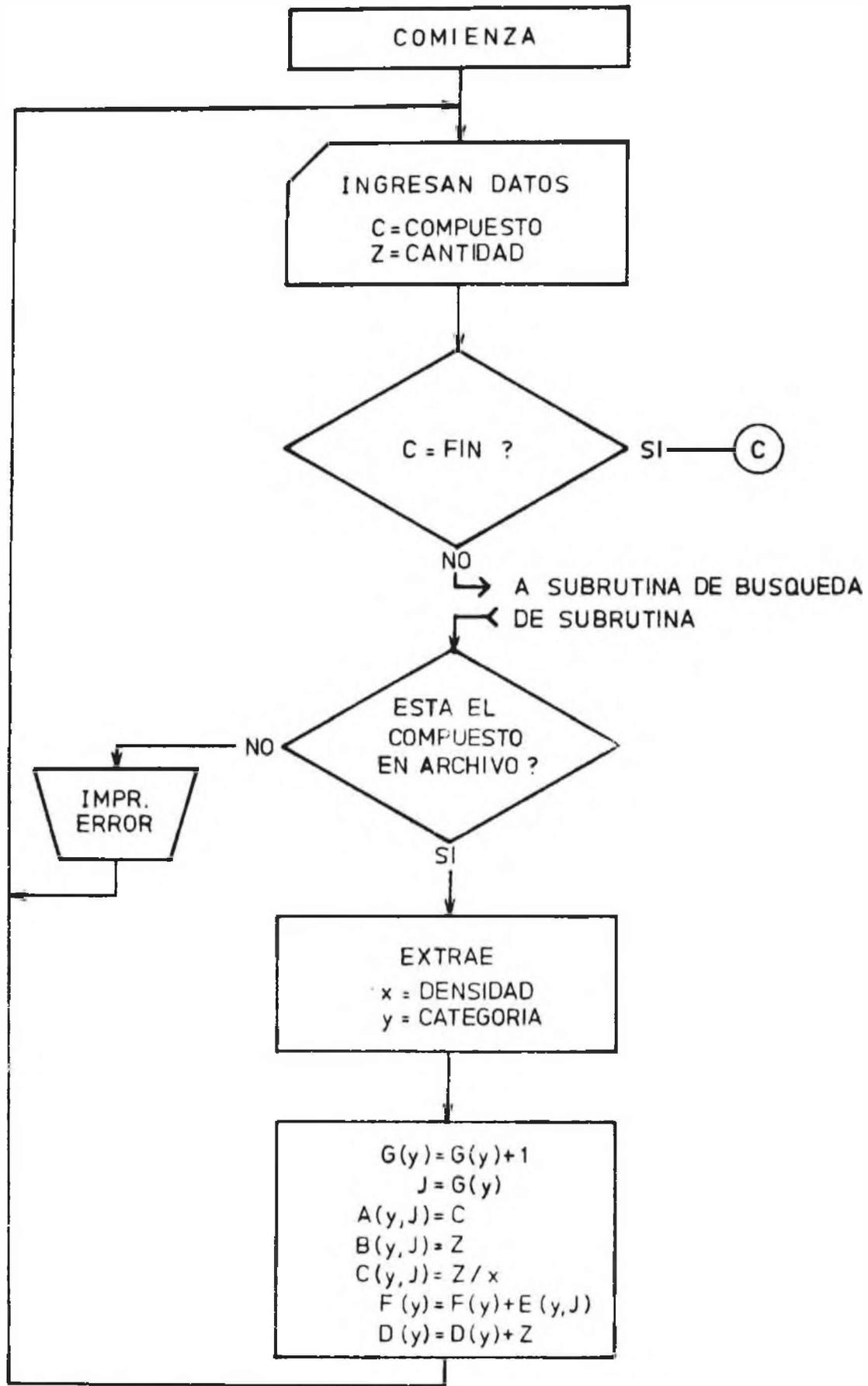


Figura 1.- Diagrama de flujo correspondiente al ingreso de datos

donde  $k$  representa el número de comparaciones para el caso más desfavorable. Ya que en cada acceso al archivo se desecha la mitad del mismo,  $k$  será el mínimo exponente entero tal que  $2^k > n$ . Como  $n$  es el tamaño de la tabla, cuando su valor es grande la exploración binaria es significativamente superior a la exploración secuencial.

Ambos métodos simulan formas humanas de consultar tablas o diccionarios, existiendo algoritmos mucho más eficientes. Uno de ellos es el desarrollado por Ambler, que se adoptó en este trabajo y que utiliza la gran capacidad de una computadora para realizar cálculos rápidamente.

Para ello, a cada palabra se le asigna una dirección condensada que surge de la suma del valor numérico de las letras que la componen ( $a = 1, b = 2, c = 3, \dots, z = 26$ ). Por ejemplo, al disolvente metil-etil-cetona (a ubicar dentro del archivo como MEK), se le asigna la dirección condensada 29, que surge de la suma  $13 + 5 + 11$ , valores correspondientes a las letras M, E y K, respectivamente.

Puede darse el caso que exista más de un compuesto cuya dirección condensada tenga dicho valor. En esta situación, el programa auxiliar de gestión de archivo, reordena los compuestos por orden alfabético a partir de la posición 29.

En la tabla II, puede verse parte del archivo. En este caso las direcciones condensadas han sido multiplicadas por 2 con el objeto de tener una mayor cantidad de posiciones libres. Puede notarse que existen varias colisiones (compuestos con igual dirección condensada); el programa de gestión de archivo las ha ordenado alfabéticamente de manera que si se busca *aluminio polvo*, se va a la posición que corresponde a su dirección condensada (48). Se encuentra ésta ocupada por *óxido cuproso*, continuando entonces hacia arriba hasta encontrarlo en la posición (46); obsérvese que el coeficiente de carga del archivo es bajo en la actualidad, ya que existen muchos lugares libres (49 al 57 entre *óxido cuproso* y MEK) y que en 19 palabras sobre 24 hay coincidencia entre su dirección condensada y su posición, por lo que exigen una sola búsqueda. De los 5 restantes, 4 serán ubicados en 2 accesos y 1 (*aluminio polvo*) en 3, por lo que en esta parte del archivo por ej., el promedio de búsquedas positivas es de 1,25 accesos.

Con el objeto de obtener una mayor claridad en lo mencionado precedentemente, se ha hecho imprimir a la computadora por separado, la densidad y la categoría, no obstante que en el archivo se encuentran de la siguiente manera: *óxido cuproso-5,79-3* y el carácter que delimita los tres componentes a separar es el signo (-).

En las posiciones 58 y 108 puede observarse el caso de un compuesto que pertenece, a una u otra clase según su función en la

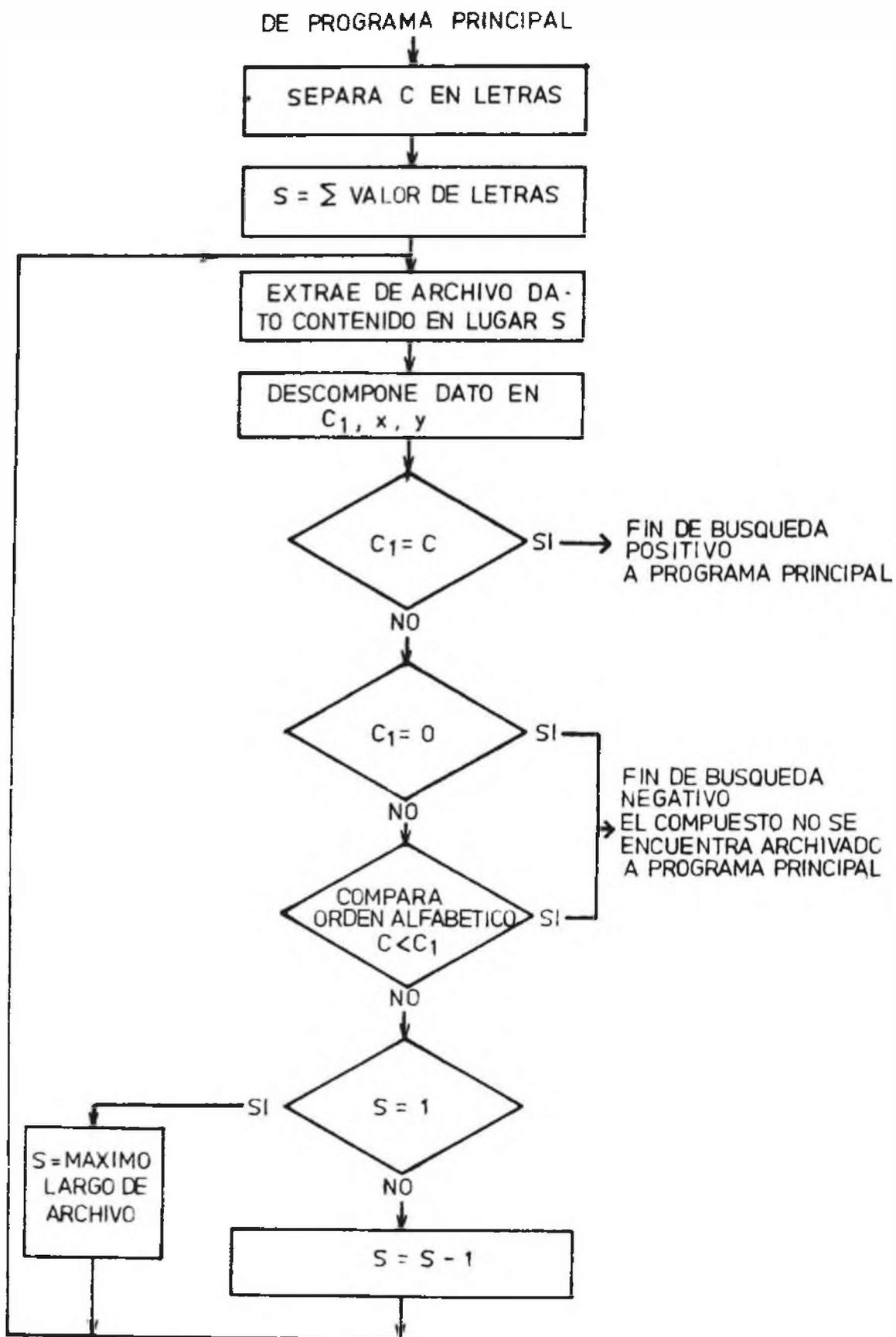


Figura 2.- Diagrama de flujo, del archivo y subrutina de búsqueda

formulación, como se expresó anteriormente.

### SISTEMA DE BUSQUEDA

El sistema de búsqueda es inverso, es decir se obtiene la dirección condensada de la palabra a ubicar; si esa dirección está vacía, la palabra no se encuentra en el archivo; si está llena se realiza la comparación. En caso de que no coincida con la palabra buscada, se va a la posición anterior y así sucesivamente. La búsqueda termina positivamente con la ubicación de la palabra requerida, o negativamente, por encontrar una palabra de orden alfabético menor o un espacio en blanco. En el caso de una búsqueda infructuosa, el número promedio de sondeos (3) es:

$$1 + \{n/m + n(n-1)/m^2 + n(n-1)(n-2)/m^3 + \dots\}/2$$

Este número es siempre menor que  $\{1 + 1/(1-\alpha)\}/2$ , donde el coeficiente de carga  $\alpha = n/m$  (siendo  $n$  el número de datos y  $m$  el número total de lugares disponibles en el archivo). Esto asegura que, con un coeficiente de carga igual a 0,8, se tendrá que efectuar en promedio menos de tres búsquedas, independientemente del tamaño  $n$ . Lógicamente el programa trabaja sobre un archivo ya ordenado según el algoritmo descrito y solamente utiliza la subrutina de búsqueda. Por lo tanto, todo lo que se refiera a la gestión de este archivo, ya sea el ingreso de nuevos compuestos o la cancelación de alguno existente, debe realizarse mediante un programa auxiliar.

Cada palabra tiene tres componentes que son: el *nombre del compuesto*, la *densidad* y el *número de la categoría* a que pertenece. Cada componente está delimitado por un caracter que permite a la computadora su separación; ésta, una vez que ha ubicado el compuesto por la primera componente (nombre) extrae la segunda y tercera (densidad y categoría) y las ingresa como constantes numéricas, para ser usadas en el programa.

El diagrama de flujo correspondiente a la subrutina de búsqueda puede verse en la fig. 2.

---

### CALCULOS

---

Completadas las matrices, se puede requerir del programa la

realización de alguna de las opciones de cálculo establecidas.

a) *Transformación a volumen de formulaciones ingresadas en peso*

Esta opción requiere una sola operación, que es multiplicar la segunda y tercera matriz (que contienen respectivamente los pesos ingresados y los volúmenes correspondientes) por 100 dividido por un número igual a la suma de los pesos ingresados. De esta manera, los pesos quedan normalizados al 100 por ciento y los volúmenes son los correspondientes a dichos pesos.

Esta operación la realiza la rutina de impresión.

b) *Ajuste de formulaciones a una concentración de pigmentos en volumen (PVC) y sólidos en volumen (SV) dados*

En este caso interesa no sólo ajustar la formulación a una concentración de pigmento en volumen (PVC) y a unos sólidos en volumen (SV) especificados, sino también mantener una determinada relación de peso entre los componentes de cada clase. Los aditivos, en razón de la forma de cálculo adoptada, se introducen como la correspondiente fracción del peso total de sólidos.

c) *Ajuste de la concentración de pigmento en volumen (PVC)*

Para realizar el ajuste de la concentración de pigmento en volumen (PVC), se multiplican los pesos y volúmenes de los compuestos pertenecientes a las clases pigmento (I) y ligante (II) en las matrices correspondientes, por las constantes dimensionales  $K_I$  y  $K_{II}$  respectivamente.

El peso total de las clases citadas será el siguiente:

$$WP = K_I \sum_{j=1}^n wp_j \qquad WL = K_{II} \sum_{j=1}^n wl_j$$

donde:

$WP$  = peso total de pigmentos correspondientes al nuevo PVC

$wp_j$  = peso individual de los pigmentos ingresados

$WL$  = peso total de ligante correspondiente al nuevo PVC

$wl_j$  = peso de cada uno de los componentes del ligante ingresados

$n$  = número de componentes considerados.

El valor de las constantes  $K_I$  y  $K_{II}$  se calcula mediante las fórmulas:

$$K_I = \frac{PVC}{V_{Pi}} \cdot 1 \text{ cm}^3$$

$$K_{II} = \frac{(1 - PVC)}{V_{Li}} \cdot 1 \text{ cm}^3$$

donde  $V_{Pi}$  = volumen total de los pigmentos ingresados

$V_{Li}$  = volumen total de los componentes del ligante ingresados.

Debe aclararse que el valor de PVC utilizado está como fracción y que la multiplicación por  $1 \text{ cm}^3$  se realiza al efecto de hacer adimensional la constante.

Los volúmenes totales de pigmentos y componentes del ligante correspondientes a los pesos citados precedentemente son:

$$V_P = PVC \cdot 1 \text{ cm}^3$$

$$V_L = (1 - PVC) \cdot 1 \text{ cm}^3$$

Como la clase aditivos debe ser un porcentaje del peso total de sólidos y éstos fueron ingresados como fracciones de peso, debe mantenerse la siguiente condición:

$$W = W_{Pi} + W_L + W \cdot K_{III}$$

donde  $W$  es el peso total de la fórmula luego del ajuste del PVC y  $K_{III}$  será:

$$K_{III} = - \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{1 \text{ g}}$$

Como  $a_j$  representa las fracciones de peso de aditivos ingresados, entonces el peso total de la clase aditivos ( $W_A$ ) estará dado por:

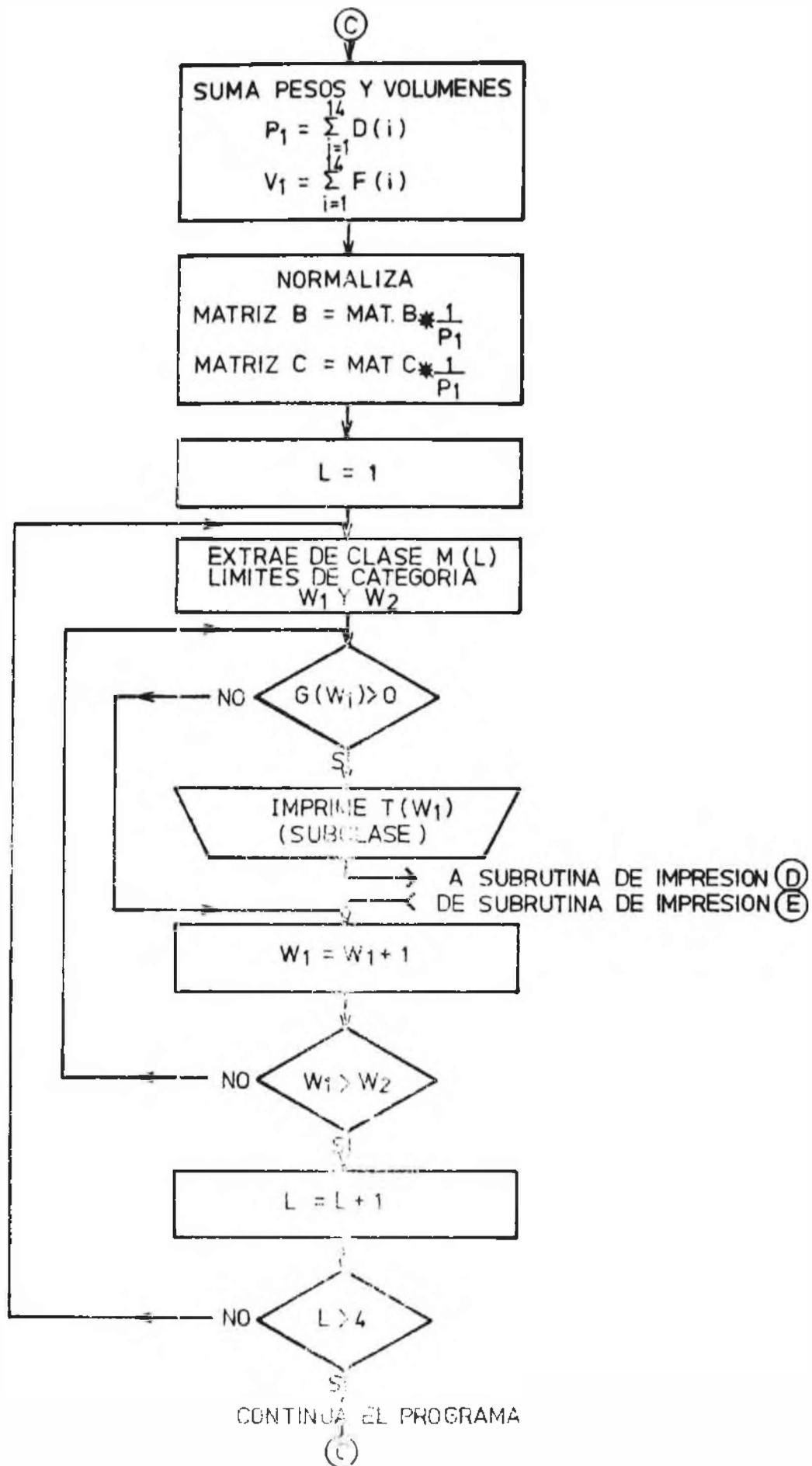


Figura 3.- Diagrama de flujo correspondiente a la opción de transformación a volumen de formulaciones ingresadas en peso

$$W_A = \frac{W_p + W_L}{1 - K_{IV}} - (W_p + W_L)$$

Para que la suma total del peso de aditivos sea la que se indica en la fórmula anterior y cada aditivo tenga el volumen correspondiente a dicho peso, se multiplica en ambas matrices (pesos y volúmenes) cada aditivo por  $K_{IV}$

$$K_{IV} = \frac{W_A}{\sum_{j=1}^n a_j}$$

El ajuste de los sólidos en volumen (SV) se realiza multiplicando en las dos matrices los sólidos (pigmentos, ligantes y aditivos), por la constante  $K_V$ :

$$K_V = \frac{SV}{V_p + V_L + V_A} \cdot 1 \text{ cm}^3$$

donde SV es la fracción de sólidos en volumen.

La clase disolventes debe ser multiplicada por  $K_{IV}$ , teniendo en cuenta que  $vd_j$  es el volumen correspondiente al peso ingresado de cada componente de esta clase:

$$K_{IV} = \frac{(1 - SV)}{\sum_{j=1}^n vd_j}$$

Obviamente en el programa, las ecuaciones presentadas están combinadas de tal manera que el cálculo se realiza en menos etapas.

d) *Variaciones en la concentración de compuestos dentro de una serie de fórmulas*

En este caso se requiere reemplazar un determinado peso de un compuesto por otro, en etapas prefijadas, disponiéndose de la alternativa de que un tercero sea un porcentaje fijo del compuesto considerado en primer término.

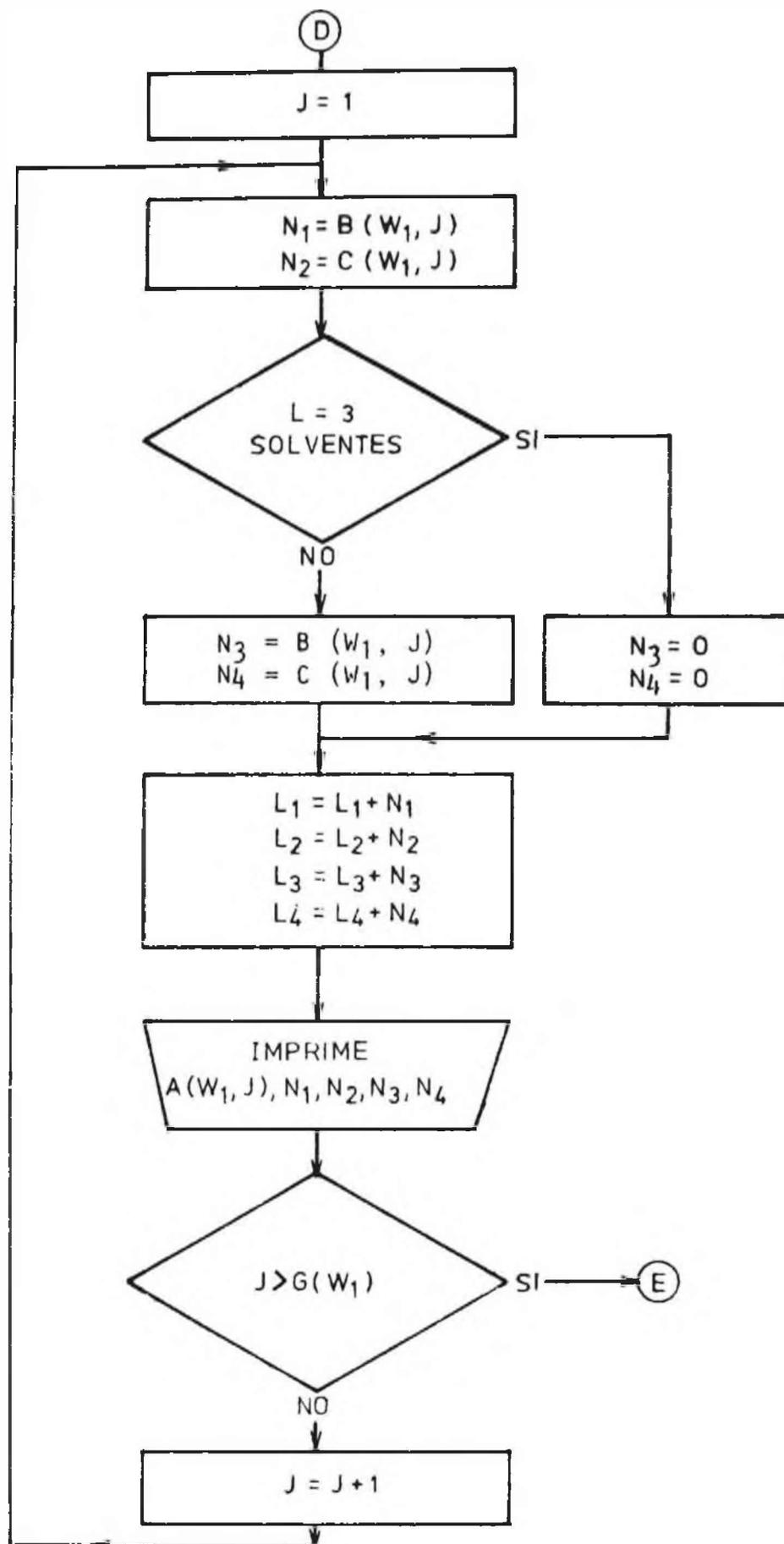


Figura 4.- Diagrama de flujo correspondiente a la subrutina de impresión

---

## EJEMPLOS DE APLICACION

---

Este programa puede ser aplicado a tres formas de realizar una formulación: a título de ejemplo se presenta cada una de estas tres variantes, aplicadas a los mismos datos iniciales.

Sea una pintura anticorrosiva vinílica de la siguiente composición:

COMPUESTO	CANTIDAD (kg)
Tetroxicromato de cinc.....	8,0
Tiza.....	0,9
Oxido férrico.....	0,9
Resina VAGH.....	14,3
Fosfato de tricresilo.....	1,4
Metil etil cetona.....	32,1
Tolueno.....	21,9
Aceite de pino.....	0,4

Los compuestos fueron ingresados como:

Tetroxicromato de cinc.....	TETROXI CINC
Tiza.....	TIZA
Oxido férrico.....	OXIDO FERRICO
Resina VAGH.....	VAGH
Fosfato de tricresilo.....	FOS.TRI.CRES.
Metil etil cetona.....	MEK
Tolueno.....	TOLUENO DIL
Aceite de pino.....	ACEITE DE PINO

Si bien el ingreso de datos se realiza en este orden, pudo haberse utilizado cualquier otro, ya que la secuencia de impresión posterior, es independiente de la forma de introducción. Como puede observarse la suma total es distinta de 100, ya que el ajuste a dicho valor lo realiza el programa.

Empleando la opción de *transformación de formulaciones ingresadas en peso a volumen*, la salida de máquina puede ser vista en la tabla III. Nótese que la impresión se realiza por clases y subclases y que la subrutina correspondiente ha quitado la palabra DIL,

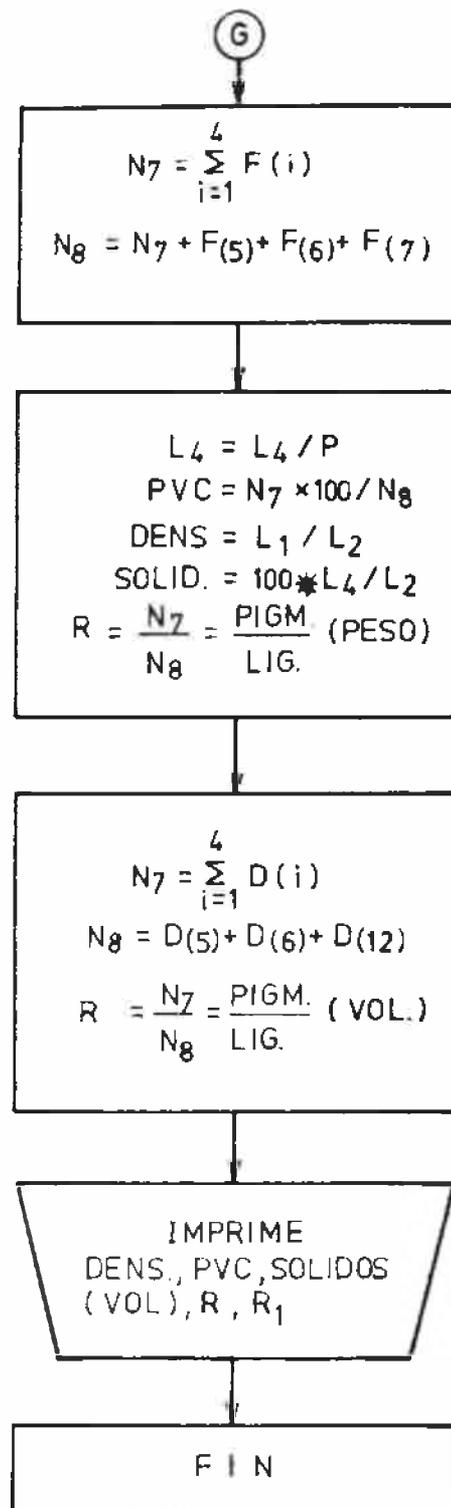


Figura 5.- Diagrama de flujo correspondiente a la obtención e impresión de parámetros de la formulación

que indicó al programa su inclusión en la subclase DILUYENTE, y MEK sin ninguna indicación, fue incluida en la categoría DISOLVENTE, ya que cualquiera de los compuestos citados puede ser incluido en una u otra clase según su función en la formulación. Otra característica aunque no ya técnica sino de presentación es que la subrutina coloca en plural los títulos o subtítulos que contengan más de un compuesto.

---

#### AJUSTE A UN PVC Y SV REQUERIDOS

---

Siempre trabajando con los mismos datos se requirió que la formulación anterior, que presentaba un PVC de 19,6 y SV igual a 18,29 fuera ajustada a PVC 30 y SV 25, conservando las relaciones originales entre los componentes de cada clase y que los aditivos representen el mismo porcentaje del total de sólidos. Los nuevos datos ingresados son sólo el PVC y SV.

La salida de máquina se muestra en la figura 3; si bien el PVC y SV deben ser los requeridos, no obstante, los valores han sido calculados posteriormente al ciclo de impresión, ya que no tiene mayor sentido anular esta parte del programa cuando se utiliza esta opción.

---

#### VARIACION DE COMPUESTOS DENTRO DE UNA SERIE DE FORMULAS

---

En este caso, luego del ingreso de datos, debe disponerse de la siguiente información: nombre del compuesto a reemplazar, nombre del compuesto reemplazante, por ciento de compuesto que se quiere reemplazar cada vez, número de veces que se quiere realizar la operación y si se requiere, nombre de un tercer compuesto y porcentaje en que debe encontrarse respecto del primero. Con esta información las matrices con su subrutina de impresión, forman parte de un ciclo iterativo que se reitera el número de veces indicado y donde cada vez se realizan los reemplazos requeridos y se imprimen los resultados correspondientes.

Aplicando esta opción a los datos del ejemplo, la computadora solicita:

- a) nombre del compuesto a reemplazar; se indica TETROXI CINC;
- b) nombre del compuesto reemplazante; se ingresa TIZA;
- c) porcentaje en que se harán los reemplazos; dato ingresado: 10
- d) número de veces que se quiere realizar la operación; dato ingresado: 3;
- e) nombre de un tercer compuesto; OXIDO FERRICO;
- f) porcentaje en el que debe mantenerse respecto al primero: 100.

Se realizan así los reemplazos requeridos dando lugar a las tres fórmulas que se presentan en las tablas IV, V y VI

---

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

---

1. Williams D. M. and Bacchetta V. L.- Journal of Paint Technology, 39, n° 508, 267 (1967).
2. Philadelphia Society for Paint Technology.- J. of P. Tech., 41, n° 528, Jan (1969).
3. Knuth D. E.- Investigación y Ciencia, n° 9, Jun (1977).

T A B L A I

Clase	Subclase	Categoría
PIGMENTO I	cubriente	1
	extendedor	2
	tóxico	3
	anticorrosivo	4
LIGANTE II	aceite	5
	resina	6
	plastificante	7
SOLVENTE III	disolvente	8
	diluyente	9
ADITIVO IV	humectante	10
	gelante	11
	secante	12
	emulsionante	13
	aditivos varios	14

TABLA II. PARTE DEL ARCHIVO

38	38	BIOXIDO TITANIO	3.900	4
46	48	ALUMINIO POLVO	2.700	4
47	48	CASTOR OIL DESH.2-3	0.950	4
49	48	OXIDO CUPROSO	5.790	4
50	58	MEK	0.806	7
59	60	AGUA	1.000	7
56	66	DIDP	0.960	12
57	68	PR 217	1.165	5
58	68	VAGD	1.390	5
70	70	MIBK	0.902	7
72	72	OXIDO DE ANTIMONIO	5.750	12
76	76	VRGH	1.360	5
78	78	UMDR	1.350	5
80	80	AMDM-2	1.300	5
81	82	AMDM-2	1.350	5
82	82	UMCO	1.240	5
88	88	LMS 4500	1.290	5
89	88	AR 5 LM	1.073	5
89	88	SOJA	0.924	5
89	82	UMCH	1.360	5
94	94	UYHH	1.360	5
102	102	BARITA	4.450	10
109	109	MEK DIL	0.806	10
110	110	AGUA DIL	1.000	10

Referencias: A-dirección de archivo; B-dirección condensada;  
C-compuesto; D-densidad; E-categoría

TABLA III. TRANSFORMACION DE FORMULACIONES INGRESADAS DE PESOS A VOLUMENES

♦♦♦CIDEPINT♦♦♦

DESIGNACION	ANTICORROSIVA VINILICA		PELICULA	
	Peso	Volumen	Peso	Volumen
<b>PIGMENTOS</b> *****				
Extendedores				
OXIDO FERRICO	1.12	0.22	3.45	0.68
TIZA Anticorrosivo	1.12	0.41	3.45	1.29
TETROXI CINC	10.04	2.93	30.92	8.73
<b>LIGANTES</b> *****				
Resina				
VAGH Plastificante	17.92	12.99	55.23	39.73
FOS. TRI. OPES.	1.75	1.32	5.40	4.06
<b>SOLVENTES</b> *****				
Disolvente				
MEK	40.10	49.76	0.00	0.00
Diluyente				
TOLUENO	27.45	31.59	0.00	0.00
<b>ADITIVO</b> *****				
Adit. Varios				
ACEITE DE PINO	0.50	0.54	1.55	1.66
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>99.56</b>	<b>100.00</b>	<b>56.14</b>

PARAMETROS DE ESTA FORMULACION  
 P.U.C. % = 19.6  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (U/U) = 1/0.24  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/P) = 1/0.62  
 DENSIDAD (PINTURA HUMEDA) g/cc = 1.00  
 SOLIDOS (EN VOLUMEN) % = 19.29

TABLA IV. AJUSTE A UN PVC Y SOLIDOS EN VOLUMEN REQUERIDOS

♦♦♦♦CIDEPINT♦♦♦♦

DESIGNACION*	PINTURA		PELICULA	
	Peso	Volumen	Peso	Volumen
<b>PIGMENTOS</b> *****				
Extendedores				
OXIDO FERRICO	2.89	0.41	4.70	0.92
YIZA	2.89	0.77	4.70	1.74
Anticorrosivo				
TETROXI CINC	18.70	5.28	42.07	11.98
<b>LIGANTES</b> *****				
Resina				
URACN	19.04	17.69	42.91	38.88
Plastificante				
FOS. TRI. CRES.	1.85	1.40	4.18	3.14
<b>SOLVENTES</b> *****				
Disolvente				
MEK	32.97	40.91	0.00	0.00
Diluyente				
TOLUENO	22.57	25.97	0.00	0.00
<b>ADITIVO</b> *****				
Adit. Manios				
ACEITE DE PINO	0.89	0.77	1.54	1.65
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>89.15</b>	<b>100.00</b>	<b>58.13</b>

PARAMETROS DE ESTA FORMULACION  
 P.M.C. % = 30  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (M/L) = 1:0.43  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/P) = 1:1.09  
 DENSIDAD (PINTURA HUMEDA) g/cc = 1.12  
 SOLIDOS (EN VOLUMEN) % = 24.99

TABLA V. SUSTITUCION DE COMPUESTOS EN ETAPAS. PRIMERA ETAPA

\*\*\*\*CIDEPINT\*\*\*\*

DESIGNACION: ANTICORROSIVA VINILICA

	PINTURA		PELICULA	
	Peso	Volumen	Peso	Volumen
<b>PIGMENTOS</b> *****				
Extendedores				
OXIDO FERRICO	2.96	0.58	9.13	1.90
TIZA anticorrosivo	2.96	1.10	9.13	3.38
TETROXI CINC	6.36	1.79	19.57	5.35
<b>LIGANTES</b> *****				
Resina				
VAGH Plastificante	17.92	12.89	55.23	39.74
FOS. TRI. CRES.	1.75	1.32	5.39	4.06
<b>SOLVENTES</b> *****				
Disolvente				
MEK	40.10	49.76	0.00	0.00
Diluyente				
TOLUENO	27.45	31.59	0.00	0.00
<b>ADITIVO</b> *****				
Adit. Varios				
ACEITE DE PINO	0.50	0.53	1.54	1.65
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>99.55</b>	<b>100.00</b>	<b>55.16</b>

**PARAMETROS DE ESTA FORMULACION**

P.M.C. % = 19.5

RELACION PIGMENTO/LIGANTE (V/V) = 1/0.24

RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/P) = 1/0.62

DENSIDAD (PINTURA HUMEDA) g/cc = 1.00

SOLIDOS (EN VOLUMEN) % = 18.29

TABLA VI. SUSTITUCION DE COMPUESTOS EN ETAPAS. SEGUNDA ETAPA

\*\*\*\*\*CIDEPINT\*\*\*\*\*

DESIGNACION	ANTICORROSIVA VINILICA		PELICULA	
	Peso	Volumen	Peso	Volumen
<b>PIGMENTOS</b> =====				
<b>Extendedores</b> -----				
OXIDO FERRICO	2.35	0.46	7.24	1.42
TIZA Anticorrosivo	2.35	0.87	7.24	2.68
TETROXI CINC	7.58	2.14	23.35	6.60
<b>LIGANTES</b> =====				
<b>Resina</b> -----				
MAGH Plastificante	17.92	12.99	55.24	39.74
FOS. TRI. CRES.	1.75	1.32	5.39	4.06
<b>SOLVENTES</b> =====				
<b>Disolvente</b> -----				
MEK	40.10	49.76	0.00	0.00
<b>Diluyente</b> -----				
TOLUENO	27.45	31.59	0.00	0.00
<b>ADITIVO</b> =====				
<b>Adit. Varios</b> -----				
ACEITE DE PINO	0.50	0.57	1.54	1.65
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>99.56</b>	<b>100.00</b>	<b>56.15</b>

PARAMETROS DE ESTA FORMULACION  
 P.M.C. % = 19.6  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/L) = 110.24  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/P) = 110.62  
 DENSIDAD (PINTURA HUMEDA) g/cc = 1.100  
 SOLIDOS (EN VOLUMEN) % = 18.29

TABLA VII. SUSTITUCION DE COMPUESTOS EN ETAPAS. TERCERA ETAPA

\*\*\*\*CIDEPINT\*\*\*\*

DESIGNACION	PINTURA		PELICULA	
	Peso	Volumen	Peso	Volumen
<b>PIGMENTOS</b> *****				
Extendedores				
OXIDO FERRICO	1.74	0.34	5.34	1.05
TIZA anticorrosiva	1.74	0.64	5.34	1.98
TETROXI CINC	8.80	2.49	27.15	7.67
<b>LIGANTES</b> *****				
Resina				
UAGH Plastificante	17.92	12.99	55.24	39.74
FOS. TRI. CRES.	1.75	1.32	5.39	4.06
<b>SOLVENTES</b> *****				
Disolvente				
MEK	40.10	42.76	0.00	0.00
Diluyente				
TOLUENO	27.45	31.59	0.00	0.00
<b>ADITIVO</b> *****				
Adit. Varios				
ACEITE DE PINO	0.50	0.53	1.54	1.63
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>99.56</b>	<b>100.00</b>	<b>56.15</b>

PARAMETROS DE ESTA FORMULACION  
 P.V.C. % = 19.6  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (U/W) = 1/0.24  
 RELACION PIGMENTO/LIGANTE (P/P) = 1/0.63  
 DENSIDAD (PINTURA HUMEDA) g/cc = 1.00  
 SOLIDOS (EN VOLUMEN) % = 18.26