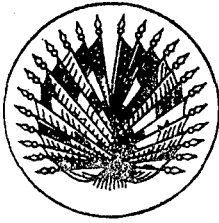


05.7832



COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR Y  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA



**CURSO LATINOAMERICANO DE CAPACITACION  
PARA LA PROSPECCION Y EXPLORACION  
DE YACIMIENTOS URANIFEROS**

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| C.N.E.A. Biblioteca   |             |
| ARCHIVO PUBLICACIONES |             |
| NO<br>1               | AÑO<br>1978 |

CNEA-AC-23/78

IV. METODOS DE EXPLORACION FISICA

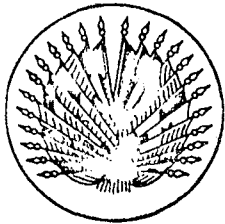
2. PERFILAJE GAMMA Y CORRESPONDENCIA

GAMMA /  $U_3O_8$

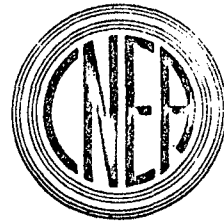
HUGO OLSEN

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

BUENOS AIRES  
OCTUBRE 1978



COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR Y  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA



## CURSO LATINOAMERICANO DE CAPACITACION PARA LA PROSPECCION Y EXPLORACION DE YACIMIENTOS URANIFEROS

CONFERENCIA IV-2

CORRESPONDENCIA RADIOACTIVIDAD/TENOR

Comisión Nacional de Energía Atómica

HUGO - OLSEN

### 1- INTRODUCCION

Es un hecho conocido que los valores de radioactividad natural de una roca están ligados al contenido de  $K^{40}$ -Uranio y/o Torio presente en la misma siendo proporcionales a dicho contenido.

Con los contadores comunmente en uso utilizados/ ya sea para perfilaje de sondeos, medición de frentes mineralizados o de medición de producción de una mina, el espectro de energías medidas varía generalmente de 0,4 Mev a 3-4 Mev abarcando / las energías típicas correspondientes al K (1,46 Mev) Uranio (1,76 Mev) y Torio (2,62 Mev) son los contadores llamados de  $\gamma$  total, / diferenciándose de los espectrómetros mediante los cuales es posible discernir las energías típicas o características de cada / uno de los elementos ya señalados.

La relación radioactividad-contenido uranio que / es la que nos interesa a fin de evaluar adecuadamente el tenor / de un estrato perfilado o de una masa de mineral medida, no es / una relación funcional, significando esto que para un valor de- / terminado de radioactividad medido no corresponde un único valor / de U contenido y viceversa es decir que con determinado instru- / mento no es posible decir por ejemplo 3000 cuentas por segundo / luego esta muestra contiene 1 Kg. por tonelada de  $U_3O_8$ .

#### IV-2-2

Los factores salientes que determinan que la relación radioactividad tenor en U no sea de carácter funcional son los siguientes:

a) Presencia de otros elementos radioactivos aparte del uranio siendo los más conspicuos el K y el Th.

b) Estado de equilibrio del mineral. Es decir cuando se pretende determinar el uranio  $U_{238} - U_{235}$  de una masa mineral, en condiciones de medición en campaña se lo realiza mediante el registro de la radiación  $\gamma$  que emite esa masa de mineral (normalmente no se mide con equipos de campaña ni  $\alpha$  ni  $\beta$ ). La radiación medida depende de la cantidad de Ra226 (radio) presente y principalmente de sus productos de decaimiento (hijas radioactivas) Pb 214 y Bi 214 siendo el Uranio 238 un mínimo contribuyente a la radiación  $\gamma$  presente. El Uranio contribuye aproximadamente con un 2% de la radiación registrada y el Ra y sus hijas (principalmente Bi 214 y Pb 214 con el 98% restante).

Por consiguiente si nosotros queremos saber cuanto Uranio existe (en forma cuantitativa) midiendo cuanta radiación  $\gamma$  emite la masa mineral tenemos que estar seguros que la relación  $U_{238}/Ra_{226}$  permanezca constante. Ahora bien el  $U_{238}$  alcanza en un período de aproximadamente 1.000.000 de años el estado de equilibrio en el cual se crean tantas hijas radioactivas como se desintegran, siempre que no actúen elementos o procesos geoquímicos que hagan desaparecer del sistema, átomos de la cadena de desintegración.

Es decir si el sistema permanece indisturbado habrá una cantidad de átomos de radio constante para una cantidad dada de  $U_{238}$  (Un átomo de radio 226 por 2,77 millones de átomos de  $U_{238}$ ). En ese caso si midiéramos la radioactividad podríamos determinar exactamente el U contenido (si no actuaran otros de los factores que aquí se analizan).

c) Condiciones intrínsecas al proceso de medición es decir no repetitividad de las condiciones en las que se realiza la medición radimétrica.

Sobre todo en el caso del perfilaje del sondeo / existen varios factores que alteran las condiciones standar en/ que se deberían medir la radioactividad, todas en general ineludibles y que afectan la proporcionalidad U/ra deseada.

1- Instrumentación de características desiguales/

#### IV-2-3

originadas por una selección no apropiada de los componentes // electrónicos no siendo posible construir conjuntos de tubos geiger o de fotomultiplicadores que respondan igual al variado espectro energético gamma que se mide.

Las buenas fábricas de instrumental descartan un // amplio porcentaje de detectores (geiger-tubos fotomultiplicadores) a fin de asegurar la calidad del instrumento final lanzado al mercado y aun así no se logra una exacta igualdad instrumental.

2- Condiciones de perfilaje del pozo diversas como ser distinto diámetro del pozo, densidad de la inyección, // aire, densidad de la roca mineralizada, entubado etc. que significan una mayor o menor absorción del fenómeno radioactivo determinando lecturas no semejantes a igualdad de las restantes condiciones.

3- En caso de perfilaje discontinuo (el que se realiza tomando lecturas cada x cms y no de registro continuo en el cual se realiza una medición con velocidad uniforme de la sonda) pequeñas variaciones de la posición de la sonda originan lecturas, ligeramente diferentes, sobre todo en los equipos de detección a cristal de centelleo.

4- Tiempo muerto de los equipos integradores; dado que la desintegración atómica es un fenómeno de características aleatorias, (no se produce el mismo número de desintegraciones en lapso de tiempo equivalente), la medición de la radioactividad / producida, si se la realizara en forma instantánea, daría lugar a oscilaciones variadas del registro, la aguja del instrumento oscilaría violentamente determinando la imposibilidad de efectuar / una lectura de radioactividad, esto es tanto mas notorio cuando / menor sea la radioactividad de la muestra medida. Para evitar esta situación los integradores acumulan los pulsos recibidos como consecuencia de la radioactividad que impacta el detector, durante un tiempo finito tanto mayor cuando el fenómeno medido es mas débil. Este tiempo es lo que se llama constante de tiempo. Ahora bien el instrumento acumula los pulsos recibidos (proporcionales a los eventos radioactivos producidos) y al finalizar el tiempo / envia la información acumulada al instrumento de registro haciendo mover la aguja del amperímetro que acusará una deflexión proporcional a los eventos registrados durante la constante de tiempo del sistema .

Durante el tiempo que se tarda en enviar la infor-

mación al registro el detector esta bloqueado, y al ser puesto / nuevamente en función tarda un tiempo en recuperarse durante todo este tiempo el detector no registra los eventos producidos, a este tiempo se lo llama tiempo muerto que es del orden de los 90 microsegundos para los equipos con detección a tubo geiger y 5 / microsegundos en los buenos equipos a centelleo. Esto causa una / pérdida de información tanto mayor cuanto mayor es el nivel de / radioactividad medido.

Cierto instrumental incorporado al mercado recientemente corrige automáticamente esta pérdida de información.

5- Errores de muestreo, cuarteo y análisis químico, en el proceso de obtención de un valor químico correspondiente / a una radiometría dada.

Como se ve la determinación del contenido de ura- / nio de una masa de mineral, en base a la radioactividad medida / es un fenómeno sujeto a múltiples variables algunas de las cua- / les se pueden controlar minimizando sus efectos y normalizando / las condiciones de operación, mas otras son totalmente incontro- / lables o su control en campaña involucraría un costo adicional / no razonable.

Por lo tanto para cada valor de U contenido hay va- / rias lecturas radiométricas, que oscilan alrededor de un valor / central correcto que desconocemos, es decir es un fenómeno alea- / torio en el cual los valores obtenidos se disponen siguiendo la / curva de Gauss-Laplace, habiéndose demostrado que se ajustan con / mayor exactitud a la curva normal los logaritmos de los valores / obtenidos, es decir la correlación radioactividad/tenor es un // / fenómeno lognormal obedeciendo por lo tanto a las leyes de la es- / tadística y caracterizándose por los parámetros correspondientes / mediana ( $\bar{x}$ ) y varianza ( $\sigma^2$ ).

Teniendo en cuenta ello el CEA. de Francia ha apli- / cado un desarrollo matemático que permite estimar los contenidos / de uranio de las masas mineral en función de la radioactividad / medida, en base a la construcción de una recta de corresponden- / cia radioactividad-tenor ( $ra/t$ ), elaborada con un mínimo de 30 / valores de  $ra$  y  $t$  correspondientes a otros tantos valores de mues- / treo y análisis químico.

Este sistema ha sido utilizado con éxito por CNEA. / durante varios años, en diversas aplicaciones que veremos mas a- / delante.

El procedimiento permite establecer asimismo cual

es el valor del error cometido en la determinación de la ley en base a la radioactividad medida, cifrando un parámetro importante en la estimación de reservas de un cuerpo mineral.

## II- LA RECTA DE CORRESPONDENCIA RADIOACTIVIDAD TENOR

Si nosotros tomamos varias muestras de mineral de volumen uniforme con proporciones variables de uranio contenido (determinado por muestreo y análisis químico) y midiéramos la radioactividad de las mismas, llegaríamos a tener varios pares  $ra/t$ . Si esto lo ploteáramos en un sistema de coordenadas ortogonales tomando por ejemplo  $ra$  en abscisas y  $t$  en ordenadas, lograríamos una nube de puntos mas o menos achatada (elíptica). / Fig. n°1-del Anexo.

Si la relación de  $ra$  con  $t$  hubiere sido una función hubiéramos obtenido una recta de la forma  $ra = a + b.t$ , mas // por lo visto mas arriba la relación entre ambos parámetros es de correlación y no obtendremos sino una nube de puntos, tanto mas próxima a una recta cuanto mas estrecha es la correlación si la correlación es mala la nube se aproxima a ser un círculo. Fig.2 del Anexo 1.

Ahora bien lo que se trata de obtener es para la nube de puntos una recta que represente las condiciones medias de la misma, de tal forma que en lo sucesivo al tener un valor radimétrico de la masa mineral medido en las mismas condiciones originales podamos obtener el valor equivalente de  $U$  ( $eU$ ).

Esta recta se calcula en base a un desarrollo estadístico del cual tenemos un ejemplo práctico en el Anexo 1.

### II.1- Obtención de valores $ra/t$ para el cálculo.

El punto de arranque para su confección es obtener un mínimo de 30 pares de radioactividad-tenor.

Esta es la parte mas difícil, pues hay que eliminar en el proceso de medición de la radioactividad, el mayor // número de factores posibles de caracter aleatorio que influyen / negativamente en lograr una correlación aceptable.

La regla número 1 es estandarizar al máximo todas / las condiciones utilizadas al medir la radioactividad.

Ello involucra:

#### IV-2-6

1°) Tener instrumental estable (que / no varíe termicamente o ante pequeños cambios de tensión de ali-  
mentación de equipo).

2°) Medir la masa de mineral a volumen constante situación que cuando se perfila un sondeo se logra mediante el volumen de detección de la sonda, siempre constante, // mas cuando se mide mena en recipientes, tales como en un camión/ o en vagonetas o skips etc. es menester lograr un volumen cons-  
tante de mineral, es decir las cajas de los camiones deben ser / iguales, las vagonetas ser iguales etc.

3°) Conservar la geometría de medición igual, es decir la forma de la masa mineral y la distancia al de-  
tector se han de conservar constantes en lo posible.

Ademas por otro lado hay que tomar una muestra que represente adecuadamente a la masa de mineral medida/

En el caso de perfilaje de sondeos, la mejor muestra es un testigo del tramo mineralizado con una recu-  
peración del 100%.

En realidad cuando un detector mide la radioactividad en una perforación, esta captando las radiaciones/  
provenientes del mineral contenido en un cilindro de 45cms. de ra-  
dio que circunda la sonda pero el 90% de la radiación incidente /  
proveniente de los 23cms. alrededor del elemento de detección. Al  
tomar como muestra el testigo, este representará a la masa de mi-  
neral medida tanto mejor cuanto mas isotropa sea la distribución/  
del uranio en la formación.

Cuando se desea establecer una recta / de correspondencia ra/t. para clasificar el mineral de producción será menester realizar el muestreo de todo el mineral medido, si/  
medimos en vagonetas de 500Kg. de capacidad se muestreará esto, si  
se mide en camiones de 20 toneladas hay que muestrear 20 tonela-  
das.

Lograda la muestra se la enviará para/  
su análisis químico.

#### 11.2- Cálculo de la Recta de Correspondencia ra/t.

Luego que tengamos 30 pares o mas de valores ra/t./ confeccionaremos una tabla como la del anexo 1=2 y calculamos la/  
relación radioactividad tenor (cuarta columna de la misma tabla).

Con los valores de  $t$ ,  $ra$  y  $ra/t$  calcularemos los / parámetros estadísticos de cada uno de ellos (Anexo 1-3 al 8).

Como hemos dicho mas arriba la distribución esta- / dística de los valores  $ra$ ,  $t$  y por consiguiente la relación  $ra/t$  es lognormal, son los logaritmos de los valores los que responden a la ley normal (Gauss-Laplace). Es por ello que en las planillas se clasifican los mismos en clases logarítmicas.

Se calcula

$\gamma_t$  = mediana de los tenores

$\sigma_t^2$  = varianza de los tenores

$\sigma_t$  = desvío tipo de los tenores

$\gamma_{ra}$  = mediana de las radioactividades

$\sigma_{ra}^2$  = varianza de las radioactividades

$\sigma_{ra}$  = desvío tipo de las radioactividades

$\sigma_{ra/t}^2$  = varianza de la relación radioactividad/tenor

A partir de estos valores se calcula: -Anexo 1-10

$r$  = coeficiente de correlación  $ra/t$  valor cercano / a +1 cuando mejor sea la correlación y próximo a 0 cuando la co- / rrelación es mala.

$p$  = pendiente de la recta de correspondencia es la / tangente del ángulo que forma con la horizontal. En la práctica / (Anexo 1-11) se toman a partir del punto de intersección de la / mediana de tenores  $\gamma_t$  y la mediana de radioactividades  $\gamma_{ra}$ , una / distancia horizontal de 10cms. y normalmente a esta recta en su / extremo se toma en cms. el valor de  $p$  multiplicado  $\times 10$ . Unien- / do el punto así logrado con el de intersección ya mencionado se / obtiene la recta de regresión.

$d$  = desplazamiento de la recta de regresión para / obtener la de correlación. en la fórmula de cálculo (Anexo 1-10) / interviene el factor  $Emm$  que es el módulo del papel bilogarít- / mico utilizado en milímetros (en nuestro caso 100mm.).

De la recta de regresión (Anexo 1-11 trazo discon- / tínuo) se pasa a la recta de correlación (trazo continuo) des- / plazando aquella verticalmente la distancia  $d$  en milímetros.

La construcción de la recta se hace en papel bilog

garitmico (x e y logaritmico) a fin de obtener luego los valores t para una radioactividad medida en forma directa. Si lo hiciéramos en papel milimetrado común tendríamos que entrar con el / valor del logaritmo de ra y obtendríamos el logaritmo de t y no t directamente (la correlación es log-normal).

$\sigma_{w_1}$  = cuando nosotros asignamos una ley e/U comete-/ mos un error (en mas o en menos) que estadísticamente depende / de la precisión de la correlación hallada (r). Por lo tanto po- demos cifrar este error; en el caso presentado y al nivel del / 95% ( $2\sigma_{w_1}$ ), el error es de  $\pm 48\%$ .

$\sigma_w$  = Si nosotros estimamos la ley e/U de un número / grande de masas de mineral (por ejemplo una campaña de sondeos, la producción de una mina etc.) el error medio tiende a dismi-/ nuir, el error posible al nivel estadístico del 95% ( $2\sigma_w$ ) esta / dado por esta varianza, en el caso ejemplificado  $\pm 9\%$ .

El primer término de la fórmula que nos da  $\sigma_w^2$  (va- rianza de correlación radimétrica) o sea

$$\sigma_w^2 = \frac{\sigma_i^2 (1-r^2)}{N}$$

Nos permite conocer N (el nú- mero de muestras a obtener) para lograr una precisión determina da.

Suponiendo que querramos obtener una precisión del 8% o sea  $2\sigma_w=0,08$ , luego  $\sigma_w=0,04$  y  $\sigma_w^2=0,0016$ .

Si la varianza de los tenores es  $\sigma_i^2=0.45$  y  $r^2=0.87$  tendríamos

$$= \frac{0,45 \times 0.13}{0,0016} = 36 \text{ muestras.}$$

Es decir que nosotros podremos calcular el número / de muestras que debemos extraer (el número de pares ra/t.) nece- sarios para lograr una precisión deseada.

### 11.3- Actualización de la recta de correspondencia ra/t.

Teniendo en cuenta que normalmente las condiciones/ de equilibrio del mineral varían de un sector explorado o explo-

tado a otro por actuar diversas condiciones geoquímicas, es necesario el reemplazo periódico de las rectas a medida que avanza la exploración o explotación.

Para ello se decide un plazo de actualización de la recta por ejemplo cada 3 meses y con los valores de la precisión que se desee obtener ( $2\sigma_w$ ) y los valores obtenidos de  $\sigma_i$  y  $r$  se estiman cuantos valores  $ra/t$  hay que obtener y por consiguiente cuantos sondeos hay que testigar o cuantas vagonetas hay que muestrear a lo largo de ese período.

En el caso de los sondeos se procurará que los // que se testiguen estén uniformemente distribuidos en el área que se explora o evalúa. Si clasificamos la producción de una mina / se procurará que las vagonetas (o los camiones) muestreados estén distribuidos uniformemente a lo largo de la producción.

Con las rectas en uso se clasifica el mineral, con la nueva recta se reevalúa la producción de los 3 meses anteriores.

### III- APLICACIONES DE LA RECTA DE CORRESPONDENCIA $ra/t$ .

La CNEA ha hecho y hace un amplio uso de esta herramienta, veremos brevemente algunos usos:

a.- Determinación de leyes en  $U_3O_8$  de formaciones geológicas reconocidas con sondeos ya sea en la faz de exploración como en la de evaluación, significando una marcada economía el ahorro en metraje testigado que ello involucra. Se requiere normalmente un 10% de testigo para la obtención de los pares  $ra/t$ .

b.- Determinación del contenido de  $U_3O_8$  de muestras de mineral medidas a volumen constante ya sea provenientes de muestreo en canaleta de frentes mineralizados como de "cutting" de sondeos en los casos donde no sea factible testigar.

c.- Determinación de límites de explotabilidad de los frentes mineros de explotación por uranio.

d.- Clasificación de la producción minera en skips, vagonetas o camiones ya sea en la faz de explotación como en la de exploración por galerías o trincheras.

e.- Determinación de los límites de muestreo (tenor de corte) en frentes explorados.

VI-2-10

f.- Equivalencia de instrumental detector. Se correlacionan/ los valores suministrados por ambos sobre las mismas muestras/ de mineral.

ANEXO I-1

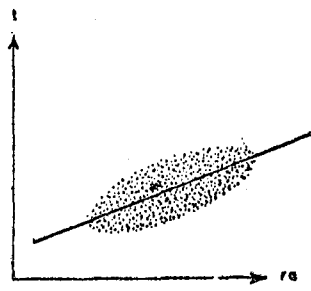


FIG.1

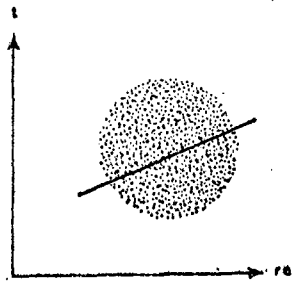


FIG.2

ANEXO 1- 2.  
TABLA DE VALORES PARA LA CONSTRUCCION  
DE LA RECTA DE CORRESPONDENCIA  
RADIMETRIA-TENOR (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)-

| NºDe Muestra | Radioactividad<br>(ra) i/S | Tenor (t)<br>°/° U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> | Relación ra/t<br>(% 1000) |
|--------------|----------------------------|--|---------------------------|
| 1            | 2130                       | 0,86   | 2,47                      |
| 2            | 3280                       | 0,74   | 4,43                      |
| 3            | 8180                       | 2,10   | 3,89                      |
| 4            | 7560                       | 1,60   | 4,72                      |
| 5            | 5530                       | 1,60   | 3,46                      |
| 6            | 6100                       | 1,34   | 4,55                      |
| 7            | 4750                       | 1,48   | 3,21                      |
| 8            | 5600                       | 1,15   | 4,87                      |
| 9            | 4650                       | 1,10   | 4,23                      |
| 10           | 2630                       | 0,53   | 4,96                      |
| 11           | 9800                       | 2,90   | 3,38                      |
| 12           | 1960                       | 0,57   | 3,44                      |
| 13           | 2300                       | 0,64   | 3,59                      |
| 14           | 7400                       | 1,00   | 7,00                      |
| 15           | 8000                       | 2,40   | 3,33                      |
| 16           | 2200                       | 0,61   | 3,60                      |
| 17           | 2300                       | 0,64   | 3,59                      |
| 18           | 2500                       | 0,78   | 3,20                      |
| 19           | 1450                       | 0,45   | 4,33                      |
| 20           | 650                        | 0,16   | 4,06                      |
| 21           | 1300                       | 0,37   | 3,51                      |
| 22           | 1500                       | 0,57   | 2,63                      |
| 23           | 3800                       | 1,10   | 3,45                      |
| 24           | 3100                       | 1,22   | 2,54                      |
| 25           | 1530                       | 0,33   | 3,03                      |
| 26           | 2250                       | 0,39   | 5,77                      |
| 27           | 3650                       | 0,53   | 6,86                      |
| 28           | 2750                       | 0,67   | 4,10                      |
| 29           | 1100                       | 0,32   | 3,44                      |
| 30           | 950                        | 0,24   | 3,96                      |
| 31           | 720                        | 0,21   | 3,43                      |
| 32           | 940                        | 0,26   | 3,61                      |
| 33           | 3750                       | 0,85   | 4,41                      |
| 34           | 2750                       | 1,08   | 2,55                      |
| 35           | 3300                       | 1,05   | 3,14                      |
| 36           | 1700                       | 0,66   | 2,57                      |
| 37           | 1160                       | 0,29   | 4,00                      |
| 38           | 3700                       | 0,63   | 5,87                      |

| NºDe Muestra | Radioactividad<br>(ra) i/S | Tenor (t)<br>°/°° U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> | Relación ra/t.<br>( % 1000) |
|--------------|----------------------------|---|-----------------------------|
| 39           | 2730                       | 0,91  | 3,00                        |
| 40           | 4800                       | 0,88  | 5,45                        |

| DEPENDENCIA DEL PATAGONIA YACIMIENTO LOS ADOBES Estudiado el: 30/8/78 |                                |   |                      |    |                   | Muestra             |               |               |
|---|--------------------------------|---|----------------------|----|-------------------|---------------------|---------------|---------------|
| Objeto del estudio: RECTA DE CORRESPONDENCIA r.a./t...                |                                |   |                      |    |                   | Tipo: TESTIGO       |               |               |
| Dato estudiado: t. (% a. U. S. O. a.)                                 |                                |   |                      |    |                   | por: H. O. Volumen: |               |               |
| Clase log   | NUMERO DE INDIVIDUOS POR CLASE | % | Frecuencia acumulada | n  | Límite inferior x | Log x               | n log x       | $\sum \log x$ |
| 0,1   |                                |   |                      |    | 0,079             | -1,1                |               |               |
| 0,126   |                                |   |                      |    | 0,1               | -1,0                |               |               |
| 0,158   |                                |   |                      |    | 0,126             | -0,9                |               |               |
| 0,190   | (20)                           |   | 40                   | 1  | 0,158             | -0,8                | -0,8          | 0,64          |
| 0,251   | (30-31)                        |   | 39                   | 2  | 0,199             | -0,7                | -1,4          | 0,98          |
| 0,316   | (32-37)                        |   | 37                   | 2  | 0,251             | -0,6                | -1,2          | 0,72          |
| 0,398   | (21-25-26-29)                  |   | 35                   | 4  | 0,316             | -0,5                | -2,0          | 1,00          |
| 0,501   | (19)                           |   | 31                   | 1  | 0,398             | -0,4                | -0,4          | 0,16          |
| 0,631   | (10-12-16-22-27-38)            |   | 30                   | 6  | 0,501             | -0,3                | -1,8          | 0,54          |
| 0,794   | (2-13-17-18-28-36)             |   | 24                   | 6  | 0,631             | -0,2                | -1,2          | 0,24          |
| 1,0   | (1-33-39-40)                   |   | 18                   | 4  | 0,794             | -0,1                | -0,4          | 0,04          |
| 1,26  | (8-9-14-23-24-34-35)           |   | 14                   | 7  | 1,0               | 0,0                 | -9,2          |               |
| 1,58  | (6-7)                          |   | 7                    | 2  | 1,26              | 0,1                 | 0,2           | 0,02          |
| 1,99  | (4-5)                          |   | 5                    | 2  | 1,58              | 0,2                 | 0,4           | 0,08          |
| 2,51  | (3-15)                         |   | 3                    | 2  | 1,99              | 0,3                 | 0,6           | 0,18          |
| 3,16  | (11)                           |   | 1                    | 1  | 2,51              | 0,4                 | 0,4           | 0,16          |
| 3,98  |                                |   |                      |    | 3,16              | 0,5                 |               |               |
| 5,01  |                                |   |                      |    | 3,98              | 0,6                 |               |               |
| 6,31  |                                |   |                      |    | 5,01              | 0,7                 |               |               |
| 7,94  |                                |   |                      |    | 6,31              | 0,8                 |               |               |
| 10,0  |                                |   |                      |    | 7,94              | 0,9                 |               |               |
| 12,6  |                                |   |                      |    | 10,0              | 1,0                 |               |               |
| 15,8  |                                |   |                      |    | 12,6              | 1,1                 |               |               |
| 19,9  |                                |   |                      |    | 15,8              | 1,2                 |               |               |
| 25,1  |                                |   |                      |    | 19,9              | 1,3                 |               |               |
| 31,6  |                                |   |                      |    | 25,1              | 1,4                 |               |               |
| 39,8  |                                |   |                      |    | 31,6              | 1,5                 |               |               |
| 50,1  |                                |   |                      |    | 39,8              | 1,6                 |               |               |
| 63,1  |                                |   |                      |    | 50,1              | 1,7                 |               |               |
| 79,4  |                                |   |                      |    | 63,1              | 1,8                 |               |               |
| 100   |                                |   |                      |    | 79,4              | 1,9                 |               |               |
|   |                                |   |                      |    | 100               | 2,0                 | +1,8          |               |
|   |                                |   |                      | 40 |                   |                     | -7,40         | 4,76          |
|   |                                |   |                      | N  |                   |                     | $\sum \log x$ | $\sum \log x$ |

Formulario No 31 - 1-78

Mediana  $\gamma$

$$\frac{\sum n \log x}{N} = \frac{-7,40}{40} = \frac{-0,185}{+0,06} = \log G$$

antilog  $-0,135 = \text{antilog } 1,865$

|                    |
|--------------------|
| $\gamma_t = 0,733$ |
|--------------------|

Varianza  $\sigma^2$

$$\frac{\sum n \overline{\log x}^2}{N \log G^2} = \frac{4,76}{3,39} \quad \downarrow \quad N = 40 = 0,08475 \quad 5,3 =$$

|                     |
|---------------------|
| $\sigma_t^2 = 0,45$ |
| $\sigma_t = 0,67$   |

Desvío tipo  $\sigma$

$m_a =$

|            |
|------------|
| $m_a =$    |
| $m_{ap} =$ |

Media aritmética

en el caso de la ley: media aritmética ponderada:

$$\frac{m'_{bx}}{m'_b}$$

A. Cálculo del coeficiente de dispersión absoluto  $\alpha$  (Fórmula de Matheron-Wijs)

$$\sigma^2 = 3 \alpha \text{Log} \frac{D}{d}$$

D = equivalente lineal del volumen del yacimiento #  $A + B + \frac{C}{2} =$   
d = equivalente lineal del volumen de la muestra #  $a + b + \frac{c}{2} =$   
C y c son las dimensiones más pequeñas.

$$\therefore \alpha = \frac{\sigma^2}{3 \text{Log} \frac{D}{d}}$$

1. Varianzas de muestreo

- a) de canaletas (por exceso):  $\sigma_u^2 = \frac{\sigma^2}{N} + \frac{\sigma^4}{2N^2}$
- b) de correspondencia radimétrica:  $\sigma_w^2 = \frac{2 \sigma_y^2 (1 - r^2) + \sigma_y^4 (1 - r^4)}{2n}$

|                |
|----------------|
| $\sigma_u^2 =$ |
|----------------|

$\sigma_y^2$  = Varianza de las leyes de las vagonetas, skips, etc.  
n = Número de vagonetas.  
r = Coeficiente de correlación Radioactividad-Ley.

|                |
|----------------|
| $\sigma_w^2 =$ |
|----------------|

- c) de cuarteo:  $\sigma_q^2 = \left( \frac{1}{P'} - \frac{1}{P} \right) C d^3$  (fórmula de Gy)

P' = Peso de la muestra.  
P = Peso del lote a muestrear.  
C = Parámetro de muestreo.  
d = Diámetro del tamiz que retiene 5-10 % de los productos a la granulometría de P.

Varianza global:  $\sigma_q^2 = \sigma_{q_1}^2 + \sigma_{q_2}^2 + \dots + \sigma_{q_n}^2 = \sum \sigma_{q_i}^2$

|                |
|----------------|
| $\sigma_q^2 =$ |
|----------------|

| DEPENDENCIA DEL PATAGONIA YACIMIENTO LOS ADOBES Estudiado el: 30/8/78 |  |   |                      |    |                   | Muestra       |               |          |      |
|---|--|---|----------------------|----|-------------------|---------------|---------------|----------|------|
| Objeto del estudio: RESTA DE CORRESPONDENCIA ra./t.                   |  |   |                      |    |                   | Tipo: TESTIGO |               |          |      |
| Dato estudiado: ra. (% 1.000)   |  |   |                      |    |                   | por: H. O.    |               |          |      |
| Clase log   | NUMERO DE INDIVIDUOS POR CLASE                                   | % | Frecuencia acumulada | n  | Límite inferior x | Log x         | $\sum \log x$ | $\sum x$ |      |
| 0,1   |  |   |                      |    | 0,079             | -1,1          |               |          |      |
| 0,126   |  |   |                      |    | 0,1               | -1,0          |               |          |      |
| 0,158   |  |   |                      |    | 0,126             | -0,9          |               |          |      |
| 0,190   |  |   |                      |    | 0,158             | -0,8          |               |          |      |
| 0,251   |  |   |                      |    | 0,190             | -0,7          |               |          |      |
| 0,316   |  |   |                      |    | 0,251             | -0,6          |               |          |      |
| 0,398   |  |   |                      |    | 0,316             | -0,5          |               |          |      |
| 0,501   |  |   |                      |    | 0,398             | -0,4          |               |          |      |
| 0,631   |  |   |                      |    | 0,501             | -0,3          |               |          |      |
| 0,681   | <input type="checkbox"/> (20 - 31)                               |   |                      | 40 | 2                 | 0,681         | -0,2          | -0,4     | 0,08 |
| 0,794   | <input type="checkbox"/> (30 - 32)                               |   |                      | 38 | 2                 | 0,794         | -0,1          | -0,2     | 0,02 |
| 1,0   | <input type="checkbox"/> (29 - 37)                               |   |                      | 36 | 2                 | 1,0           | 0,0           | -0,6     |      |
| 1,26  | <input type="checkbox"/> (21 - 22 - 25)                          |   |                      | 34 | 3                 | 1,26          | 0,1           | 0,3      | 0,03 |
| 1,58  | <input type="checkbox"/> (12 - 19 - 36)                          |   |                      | 31 | 3                 | 1,58          | 0,2           | 0,6      | 0,12 |
| 1,99  | <input checked="" type="checkbox"/> (1 - 13 - 16 - 17 - 18 - 26) |   |                      | 28 | 6                 | 1,99          | 0,3           | 1,8      | 0,54 |
| 2,51  | <input checked="" type="checkbox"/> (10 - 24 - 28 - 34 - 39)     |   |                      | 22 | 5                 | 2,51          | 0,4           | 2,0      | 0,80 |
| 3,16  | <input checked="" type="checkbox"/> (2 - 23 - 27 - 33 - 35 - 38) |   |                      | 17 | 6                 | 3,16          | 0,5           | 3,0      | 1,50 |
| 3,98  | <input type="checkbox"/> (7 - 9 - 40)                            |   |                      | 11 | 3                 | 3,98          | 0,6           | 1,8      | 1,08 |
| 5,01  | <input type="checkbox"/> (5 - 6 - 8)                             |   |                      | 8  | 3                 | 5,01          | 0,7           | 2,1      | 1,47 |
| 6,31  | <input type="checkbox"/> (4 - 14)                                |   |                      | 5  | 2                 | 6,31          | 0,8           | 1,6      | 1,28 |
| 7,94  | <input type="checkbox"/> (3 - 11 - 15)                           |   |                      | 3  | 3                 | 7,94          | 0,9           | 2,7      | 2,43 |
| 10,0  |  |   |                      |    |                   | 10,0          | 1,0           |          |      |
| 12,0  |  |   |                      |    |                   | 12,0          | 1,1           |          |      |
| 15,8  |  |   |                      |    |                   | 15,8          | 1,2           |          |      |
| 19,9  |  |   |                      |    |                   | 19,9          | 1,3           |          |      |
| 25,1  |  |   |                      |    |                   | 25,1          | 1,4           |          |      |
| 31,6  |  |   |                      |    |                   | 31,6          | 1,5           |          |      |
| 39,8  |  |   |                      |    |                   | 39,8          | 1,6           |          |      |
| 50,1  |  |   |                      |    |                   | 50,1          | 1,7           |          |      |
| 63,1  |  |   |                      |    |                   | 63,1          | 1,8           |          |      |
| 79,4  |  |   |                      |    |                   | 79,4          | 1,9           |          |      |
| 100   |  |   |                      |    |                   | 100           | 2,0           | +15,90   |      |
|   |  |   |                      | 40 |                   |               | +15,30        | 9,35     |      |
| N: Número de muestras ponderadas.                                     |  |   |                      | N  |                   |               | $\sum \log x$ | $\sum x$ |      |
| N': Número de muestras no ponderadas.                                 |  |   |                      |    |                   |               | $\sum \log x$ | $\sum x$ |      |

Formulario N° 31 - 1278

Mediana  $\gamma$

$$\frac{\sum n \log x}{N} = \frac{15,30}{40} = \frac{0,382}{+ 0,05} = \log G$$

antilog      0,432

|                           |
|---------------------------|
| $\gamma = 2,703$<br>$r_a$ |
|---------------------------|

Varianza  $\sigma^2$

$$\frac{\sum n \log^2 x}{N \log^2 G} = \frac{\sum n \log x \cdot \log G}{N \log G} = \frac{9,35}{3,51} ; \frac{N}{40} = 0,08775 \quad 5,8 =$$

|                        |
|------------------------|
| $\sigma^2_{ra} = 0,46$ |
| $\sigma_{ra} = 0,68$   |

Desvío tipo  $\sigma$

Media aritmética

$m_p =$

en el caso de la ley: media aritmética ponderada:  $\frac{m'_{bx}}{m'_h}$

|            |
|------------|
| $m_a =$    |
| $m_{ap} =$ |

A. Cálculo del coeficiente de dispersión absoluto  $\alpha$  (Fórmula de Matheron-Wijs)

$$\sigma^2 = 3 \alpha \text{Log} \frac{D}{d}$$

D = equivalente lineal del volumen del yacimiento #  $A + B + \frac{C}{2} =$   
d = equivalente lineal del volumen de la muestra #  $a + b + \frac{c}{2} =$   
C y c son las dimensiones más pequeñas.

$$\therefore \alpha = \frac{\sigma^2}{3 \text{Log} \frac{D}{d}}$$

1. Varianzas de muestreo

- a) de canaletas (por exceso):  $\sigma^2_u = \frac{\sigma^2}{N} + \frac{\sigma^4}{2N^2}$
- b) de correspondencia radimétrica:  $\sigma^2_w = \frac{2 \sigma^2_y (1 - r^2) + \sigma^4_y (1 - r^4)}{2n}$

|                |
|----------------|
| $\sigma^2_u =$ |
|----------------|

$\sigma^2_y$  = Varianza de las leyes de las vagonetas, skips, etc.

n = Número de vagonetas.

r = Coeficiente de correlación Radiactividad-Ley.

|                |
|----------------|
| $\sigma^2_w =$ |
|----------------|

- e) de cuarteo:  $\sigma^2_q = \left( \frac{1}{P'} - \frac{1}{P} \right) C d^3$  (fórmula de Gy)

P' = Peso de la muestra.

P = Peso del lote a muestrear.

C = Parámetro de muestreo.

d = Diámetro del tamiz que retiene 5-10 % de los productos a la granulometría de P.

Varianza global:  $\sigma^2_0 = \sigma^2_{q1} + \sigma^2_{q2} + \dots + \sigma^2_{qn} = \sum \sigma^2_{qi}$

|                |
|----------------|
| $\sigma^2_q =$ |
|----------------|

| DEPENDENCIA DEL PATAGONIA YACIMIENTO LOS ADOBES Estudiado el: 30/8/78 |  |   |                      |    |                   | Muestra       |         |           |
|---|--|---|----------------------|----|-------------------|---------------|---------|-----------|
| Objeto del estudio: RECTA DE CORRESPONDENCIA rg./t...                 |  |   |                      |    |                   | Tipo: TESTIGO |         |           |
| Dato estudiado: rg./t. (% 1000)                                       |  |   |                      |    |                   | por: H. O.    |         |           |
| Clase log   | NUMERO DE INDIVIDUOS POR CLASE   | % | Frecuencia acumulada | n  | Límite inferior x | Log x         | n log x | n log x   |
| 0,1   |  |   |                      |    | 0,079             | -1,1          |         |           |
| 0,126   |  |   |                      |    | 0,1               | -1,0          |         |           |
| 0,158   |  |   |                      |    | 0,120             | -0,9          |         |           |
| 0,190   |  |   |                      |    | 0,158             | -0,8          |         |           |
| 0,251   |  |   |                      |    | 0,109             | -0,7          |         |           |
| 0,316   |  |   |                      |    | 0,251             | -0,6          |         |           |
| 0,388   |  |   |                      |    | 0,316             | -0,6          |         |           |
| 0,501   |  |   |                      |    | 0,388             | -0,4          |         |           |
| 0,631   |  |   |                      |    | 0,501             | -0,3          |         |           |
| 0,794   |  |   |                      |    | 0,631             | -0,2          |         |           |
| 1,0   |  |   |                      |    | 0,794             | -0,1          |         |           |
| 1,20  |  |   |                      |    | 1,0               | 0,0           |         |           |
| 1,58  |  |   |                      |    | 1,20              | 0,1           |         |           |
| 1,90  |  |   |                      |    | 1,58              | 0,2           |         |           |
| 2,51  | (1)  |   | 40                   | 1  | 1,90              | 0,3           | 0,3     | 0,09      |
| 3,16  | <input checked="" type="checkbox"/> (22-24-25-34-35-36-39)   |   | 39                   | 7  | 2,51              | 0,4           | 2,8     | 1,12      |
| 3,98  | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> (3-5-7-11-12-13-15-16-17-18-21-23-29-30-31-32) |   | 32                   | 16 | 3,16              | 0,5           | 8,0     | 4,00      |
| 5,01  | <input checked="" type="checkbox"/> (2-4-6-8-9-10-19-20-28-33-37)  |   | 16                   | 11 | 3,98              | 0,6           | 6,6     | 3,96      |
| 6,31  | <input type="checkbox"/> (26-38-40)  |   | 5                    | 3  | 5,01              | 0,7           | 2,1     | 1,47      |
| 7,94  | <input type="checkbox"/> (14-27)   |   | 2                    | 2  | 6,31              | 0,8           | 1,6     | 1,28      |
| 10,0  |  |   |                      |    | 7,94              | 0,9           |         |           |
| 12,0  |  |   |                      |    | 10,0              | 1,0           |         |           |
| 15,8  |  |   |                      |    | 12,0              | 1,1           |         |           |
| 19,9  |  |   |                      |    | 15,8              | 1,2           |         |           |
| 25,1  |  |   |                      |    | 19,9              | 1,3           |         |           |
| 31,6  |  |   |                      |    | 25,1              | 1,4           |         |           |
| 39,8  |  |   |                      |    | 31,6              | 1,5           |         |           |
| 50,1  |  |   |                      |    | 39,8              | 1,6           |         |           |
| 63,1  |  |   |                      |    | 50,1              | 1,7           |         |           |
| 79,4  |  |   |                      |    | 63,1              | 1,8           |         |           |
| 100   |  |   |                      |    | 79,4              | 1,9           |         |           |
|   |  |   |                      |    | 100               | 2,0           | +       |           |
|   |  |   |                      | 40 |                   |               | 21,40   | 11,92     |
| N: Número de muestras ponderadas.                                     |  |   |                      | N  |                   |               | Σ log x | Σ n log x |
| N': Número de muestras no ponderadas.                                 |  |   |                      |    |                   |               |         |           |

Formulario N° 31 - 1-78

Mediana  $\gamma$

$$\frac{\sum n \log x}{N} = \frac{21,40}{40} = \frac{0,535}{+ 0,005} = \log G$$

antilog      0,585

|                           |
|---------------------------|
| $\gamma = 3,84$<br>$ra/t$ |
|---------------------------|

Varianza  $\sigma^2$

$$\frac{\sum n \log^2 x}{N \log^2 G} = \frac{11,82}{0,47} = \frac{11,45}{0,47} \cdot \frac{N}{40} = 0,0117 \quad 5,8 =$$

|                              |
|------------------------------|
| $\sigma^2 = 0,062$<br>$ra/t$ |
| $\sigma = 0,25$<br>$ra/t$    |

Desvío tipo  $\sigma$

Media aritmética

en el caso de la ley: media aritmética ponderada:

$$\frac{m'_{bs}}{m'_b}$$

|            |
|------------|
| $m_a =$    |
| $m_{ap} =$ |

A. Cálculo del coeficiente de dispersión absoluto  $\alpha$  (Fórmula de Matheron-Wijs)

$$\sigma^2 = 8 \alpha \text{Log} \frac{D}{d}$$

$D =$  equivalente lineal del volumen del yacimiento #  $A + B + \frac{C}{2} =$   
 $d =$  equivalente lineal del volumen de la muestra #  $a + b + \frac{c}{2} =$   
 $C$  y  $c$  son las dimensiones más pequeñas.

$$\therefore \alpha = \frac{\sigma^2}{8 \text{Log} \frac{D}{d}}$$

1. Varianzas de muestreo

- a) de canaletas (por exceso):  $\sigma_u^2 = \frac{\sigma^2}{N} + \frac{\sigma^4}{2N^2}$
- b) de correspondencia radimétrica:  $\sigma_w^2 = \frac{2\sigma^2(1-r^2) + \sigma^4(1-r^4)}{2n}$

|                |
|----------------|
| $\sigma_u^2 =$ |
|----------------|

$\sigma_y^2 =$  Varianza de las leyes de las vagonetas, skips, etc.  
 $n =$  Número de vagonetas,  
 $r =$  Coeficiente de correlación Radiactividad-Ley.

|                |
|----------------|
| $\sigma_w^2 =$ |
|----------------|

- c) de cuarteo:  $\sigma_q^2 = \left( \frac{1}{P'} - \frac{1}{P} \right) C d^3$  (fórmula de Oy)

$P' =$  Peso de la muestra.  
 $P =$  Peso del lote a muestrear.  
 $C =$  Parámetro de muestreo.  
 $d =$  Diámetro del tamiz que retiene 5-10 % de los productos a la granulometría de P.

Varianza global:  $\sigma_0^2 = \sigma_u^2 + \sigma_w^2 + \dots + \sigma_q^2 = \sum \sigma_i^2$

|                |
|----------------|
| $\sigma_0^2 =$ |
|----------------|

2. Varianzas de estimación

a) de filón reconectado por galerías en dirección:  $\sigma_v^2 = c \frac{\pi S}{2 L^2}$

|                |
|----------------|
| $\sigma_v^2 =$ |
|----------------|

b) de sondeos:  $\sigma_v^2 = \frac{\sigma_h^2 - \sigma_s^2 - \frac{3a}{2}}{N}$

|                |
|----------------|
| $\sigma_v^2 =$ |
|----------------|

$\sigma_h^2$  = Varianza logarítmica de los sondeos en el yacimiento.

$\sigma_s^2$  = Varianza logarítmica de las zonas de influencia en el yacimiento.

N = Número de sondeos.

c) de "amas": ley de la "section" (ver 2 a).  
ley de la "tranche" (ver ábaco).

Varianza de estimación  $\sigma_E^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 + \sigma_w^2$

|                |
|----------------|
| $\sigma_E^2 =$ |
| $\sigma_E =$   |
| $2 \sigma_E =$ |

Desvío de estimación: .....

A. Precisión al nivel de certidumbre de 68 %  $\pm \sigma_E$

Si  $\sigma_E$  es grande

Si  $\sigma_E$  es pequeño

Máximo =  $m \cdot e^{+\sigma_E}$  =

Máximo =  $m \cdot (1 + \sigma_E)$  =

Mínimo =  $m \cdot e^{-\sigma_E}$  =

Mínimo =  $m \cdot (1 - \sigma_E)$  =

B. Precisión al nivel de certidumbre de 95 %  $\pm 2 \sigma_E$

Si  $2 \sigma_E$  es grande

Si  $2 \sigma_E$  es pequeño

Máximo =  $m \cdot e^{+2\sigma_E}$

Máximo =  $m \cdot (1 + 2 \sigma_E)$

Mínimo =  $m \cdot e^{-2\sigma_E}$

Mínimo =  $m \cdot (1 - 2 \sigma_E)$

C. Construcción de una recta de correspondencia de y en x

$$r = \frac{\sigma_y^2 + \sigma_x^2 - \sigma_{y/x}^2}{2 \sigma_y \sigma_x} = \boxed{\phantom{0}}$$

$P = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r$ , pendiente de la recta sobre papel bilog.  $\boxed{\phantom{0}}$

La recta de regresión (R) pasa por el punto A (Log  $y_1$ , Log  $x_1$ ).

La recta de correspondencia (C) está trasladada hacia arriba de:

$$d = \frac{0,434 (1 - r^2) \sigma_y^2}{2} \quad E^{mm}, \text{ siendo E el módulo del papel bilog.}$$

Precisión de la recta de correlación según  $1 b = 2 \sigma_w$  (al nivel de certidumbre 95 %) =  $\boxed{\phantom{0}}$

CALCULO DE LA RECTA DE CORRESPONDENCIA ra/t.

Valores para el cálculo

$$\begin{aligned} \delta_t &= 0,733 \text{ ‰} & \delta_{ra} &= 2703 \text{ i/S} & \sigma_{ra/t}^2 &= 0,062 \\ \sigma_t^2 &= 0,45 & \sigma_{ra}^2 &= 0,46 \\ \sigma_t &= 0,67 & \sigma_{ra} &= 0,68 \\ n &= 40 \end{aligned}$$

Coefficiente de correlación r.

$$r = \frac{\sigma_y^2 + \sigma_x^2 - \sigma_{y/x}^2}{2 \sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{0,45 + 0,46 - 0,062}{2 \cdot 0,68 \cdot 0,67} = \frac{0,848}{0,911} = 0,931$$

$$r^2 = 0,867 \quad r^4 = 0,751$$

Pendiente de la recta p.

$$p = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \times r = \frac{0,67}{0,68} \times 0,931 = 0,92$$

Desplazamiento recta regresión d.

$$\begin{aligned} d &= \frac{0,434 (1-r^2) \sigma_y^2}{2} \times \text{Emm.} \\ &= 0,217 (1-0,867) \cdot 0,45 \times 100 = \\ &= 0,217 \times 0,133 \times 45 = 1,29 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Precisión de la recta de correspondencia ra/t.

Precisión en la determinación de la ley de una muestra

$$\sigma_{w_1} = (1-r^2) \sigma_t^2 = (1-0,867) \cdot 0,45 = 0,0598$$

$$\begin{aligned} \sigma_{w_1} &= 0,244 \quad \text{o sea } 24\% \text{ o al nivel de precisión del } 95\% \\ &= 48\% \end{aligned}$$

Precisión en la determinación de la ley de n muestras

ANEXO I- 10.

$$\sigma_w^2 = \frac{2 \sigma_t^2 (1-r^2) + \sigma_t^4 (1-r^4)}{2n} = \frac{2 \times 0,45 (1-0,867) + 0,20 (1-0,751)}{80}$$

$$= \frac{0,90 \times 0,133 + 0,20 \times 0,224}{80} = \frac{0,119 + 0,0448}{80} = \frac{0,164}{80} = 0,00205$$

$$\sigma_w = 0,0452$$

$$2\sigma_w = 0,0905 \text{ equivalente al } 9\%.$$

Es decir utilizando la recta en muchas determinaciones hay la probabilidad de cometer un error promedio del 9%.-

RECTA DE CORRESPONDENCIA  $\rho_d/t$  PARA EQUIPO PERFILEJE  $\infty$  NUCLEAR N° 264.330 - AGOSTO 1978

