

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO FUNDACIONES	
Nº	AÑO
1	1983

05.83.01



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

# CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA

“MODULOS DE CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS  
DE PERFILEJE GAMMA TOTAL DE SONDEOS”

BUENOS AIRES – REPUBLICA ARGENTINA

1983

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO

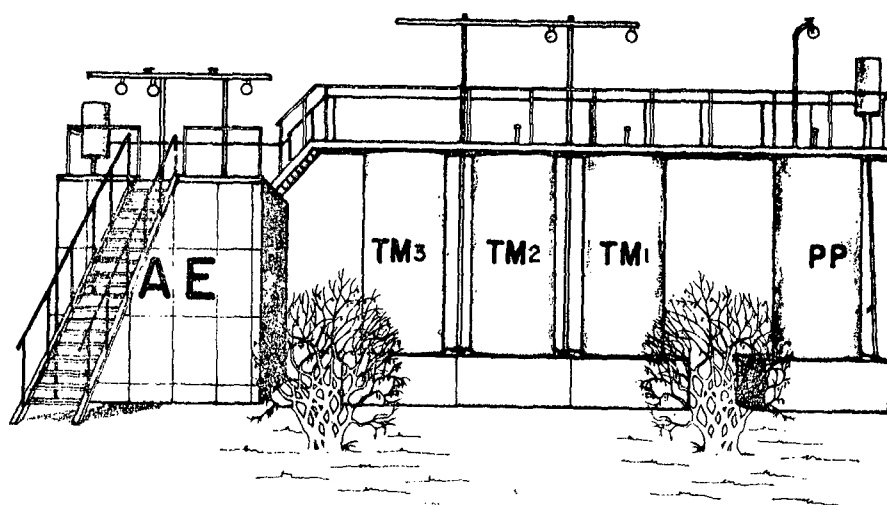
C N E A  
DIRECCION SUMINISTROS NUCLEARES  
GERENCIA EXPLORACION  
CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA

"MODULOS DE CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS  
DE PERFILAJE GAMMA TOTAL DE SONDEOS"

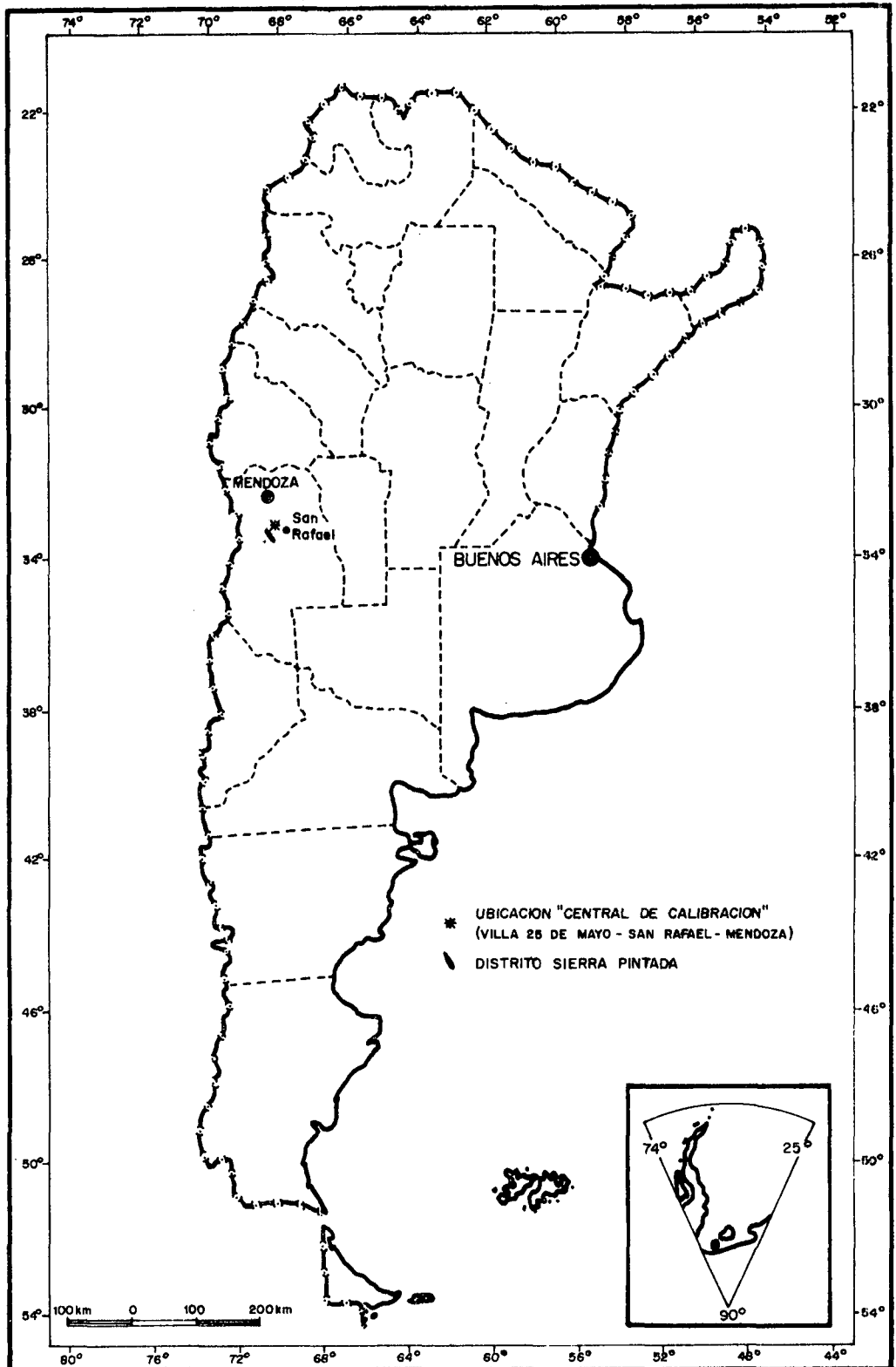
PROYECTO GENERAL: Sr. Francisco J. MUÑIZ

COLABORACIONES: R. LEGRAND - C. SEGOVIA - J. COBO - R. MARTINEZ -  
M. ZAPATA - R. CARDONA - R. CORIA - R. ROMERO Y  
P. ALFONSO

COORDINADOR: Dr. Alberto E. BELLUCO



AÑO 1983



## CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA

### Resumen

La aplicación intensiva de equipos electrónicos para la detección e investigación cuantitativa de minerales radiactivos por radimetría gamma, determinó la necesidad de contar con centros de calibración y control de dichos implementos, a los efectos de establecer una conveniente correspondencia radiactividad/tenor en las mediciones realizadas.

La COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA (CNEA), conciente de la trascendencia del tema, alentó un proyecto tendiente a desarrollar e instalar una "Central de Calibración Radimétrica", elaborado por el Departamento Evaluación de la Gerencia de Exploración, que depende de la Dirección de Suministros Nucleares.

Este folleto es el resultado final de estudios e investigaciones encaminados a evaluar mineralizaciones radiactivas del subsuelo.

Las actuales instalaciones de la Central, ubicadas en la localidad de Villa 25 de Mayo, Depto. San Rafael, de la provincia de Mendoza, integran un conjunto de módulos mineralizados, de volúmenes predeterminados y en los cuales se pretende repetir las condiciones que presenta la naturaleza ante una medición radimétrica, teniendo en cuenta el amplio espectro de factores existentes, tales como concentración, densidad, porosidad, presencia de agua, etc.

Estos módulos forman baterías que permiten operar dentro de una variada serie de circunstancias radimétricas, a saber:

- 1) Modelos de radiactividad gamma total.
- 2) Modelos para espectrometría de radiactividad gamma.
- 3) Modelos para fisión neutrónica.
- 4) Modelos para determinar susceptibilidades magnéticas, densidad, neutrón-neutrón, etc.

La Central de Calibración permite obtener datos para evaluar correctamente los resultados de los programas de exploración radimétrica por sondeos y hacer comparables los valores obtenidos y equivalencias que suministran distintos tipos de equipos electrónicos, imposibles de lograr si no se cuenta con esta clase de instalaciones.

La CNEA presenta este trabajo y ofrece la experiencia adquirida y el funcionamiento de la Central, como aporte de carácter Regional, a nivel Latinoamericano.

RADIOMETRIC CALIBRATION CENTER

ABSTRACT

The intensive application of electronic equipments to the detection and quantitative investigation of radioactive minerals by gamma radiometry, determined the necessity to have calibration and control centers, to establish a convenient radioactivity/concentration relationship in the measurements.

The National Commission of Atomic Energy (CNEA), aware of this need, encouraged a project toward the development and installation of a "Radiometric Calibration Center", elaborated by the Evaluation Department - Management of Exploration -, of the Nuclear Supplies Direction.

This booklet is the final result of the studies toward the evaluation of the underground radioactive mineralizations.

The installations, located in Villa 25 de Mayo, Dpt. of San Rafael, Province of Mendoza, are altogether a group of mineralized modules, of pre-determined sizes and in which the nature conditions, before a dosimetric measurement, is been repeated, taken into account the wide variety of spectrums, such as concentration, density, porosity, water, etc.

These modules form a battery allowing to operate within a series of radiometrics circumstances, such as:

1. Models of total gamma radioactivity;
2. Models for spectrometry of gamma radioactivity;
3. Models for neutronic fission;
4. Models to determinate magnetic susceptibilities, thickness, neutron-neutron, etc.

Through the Calibration Center, information can be obtained to evaluate exactly the results of programmes of radiometric exploration by drilling and compare the relationship between values and equivalencies provided through different electronic equipments, otherwise impossible to be achieved, without these kind of installations.

The CNEA presents this work and offers technological experience achieved during the performance of the Calibration Center, as a regional contribution, at Latin-American level.

"MÓDULOS DE CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS  
DE PERFILAJES GAMMA TOTAL DE SONDEOS"

I. INTRODUCCION

II. ANTECEDENTES

III. DESARROLLO DEL PROYECTO

III.1. Experiencias preliminares

III.2. Descripción del Proyecto

III.3. Fases de ejecución de la Central de Calibración

III.3.1. Selección del área de su ubicación

III.3.2. Instalaciones civiles

III.3.3. Cálculos del material y mineral para el llenado de los módulos

A - Concreto estéril

B - Concreto mineralizado

III.3.4. Metodología para la preparación y llenado de los módulos. Muestreos

A - Secuencia de las operaciones

B - Preparación de las muestras. Determinaciones analíticas

IV. NORMAS PARA LA OPERACION DE LA CENTRAL

IV.1. Consideraciones generales

IV.2. Operaciones de perfilaje de los módulos de Calibración

IV.2.1. Condiciones de ejecución de los perfilajes

IV.2.2. Sistemática de los módulos a perfilar en la Central

IV.3. Interpretación y estimación de los Factores de corrección y calibración del perfilaje gamma

IV.3.1. Planilla de datos básicos para cálculo de Areas y factores varios

IV.3.2. Planilla de estimación de factores de calibración y corrección

IV.4. Documentación a registrar. Distribución

Anexos

"MODULOS DE CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS  
DE PERFILAJE GAMMA TOTAL DE SONDEOS"

I. INTRODUCCION

La utilización intensiva de unidades electrónicas de detección e investigación cuantitativa de minerales radiactivos, impuso la necesidad de contar a nivel mundial, con centros de calibración que permitiesen establecer una correcta correspondencia Ra/Te; conocer las incidencias de otros parámetros sobre esos registros, etc, y determinar el eficaz funcionamiento del instrumental en condiciones normales de operación.

Tales centros se integran con un conjunto de modelos mineralizados de volúmenes predeterminados y en los cuales se pretende imitar, en lo que resulte factible, las condiciones que ofrece la naturaleza ante una medición radimétrica, teniendo en cuenta el amplio espectro de variables existentes, tales como concentración, densidad, porosidad, agua libre, etc.

Dichos modelos conforman grupos que permiten operar dentro de una extensa gama de requerimientos radimétricos:

- 1 - Modelos para radiactividad gamma total.
- 2 - Modelos para espectrometría de radiactividad gamma.
- 3 - Modelos para fisión neutrónica.
- 4 - Modelos varios para determinar susceptibilidad magnética, densidad, neutrón-neutrón, etc.

El conjunto así planificado permite obtener parámetros para una correcta evaluación de los resultados de las exploraciones radimétricas por uranio y también para lograr una comparación fidedigna entre los valores que suministran los distintos tipos de unidades electrónicas, circunstancias virtualmente imposibles de lograr sin contar con este tipo de instalaciones.

II. ANTECEDENTES

La Gerencia de Exploración de la Dirección de Suministros Nucleares de la CNEA, consciente de la trascendencia del tema, aprobó a fines del año 1978 un Proyecto inicial de su Departamento Evaluación, tendiente a comenzar la instalación de una Central de Calibración y Control de equipos radimétricos en la Villa 25 de Mayo - San Rafael - Pcia. de Mendoza.

El proyecto fue identificado como: "Etapa 1<sup>ra</sup>. - Módulos de calibración y control de equipos de perfilaje gamma total de sondeos", de un programa de mayores alcances futuros, cuya implementación cubriría la instalación de los otros módulos para completar investigaciones especiales sobre equipos de perfilaje de sondeos e instrumental de detección para prospección radimétrica de superficie (terrestre y aérea).

El proyecto tuvo como base de elaboración una amplia documentación bibliográfica.

gráfica en la Etapa 1<sup>ra</sup>, según detalle:

- Contribución al contaje gamma total de uranio - John R. Duray.
- Radiometrics Reporting Methods and Calibration in Uranium Exploration - Technical Reports Series N° 174 - IAEA.
- Procedimientos de Calibración para Equipos de Perfilaje gamma. Bendix Field Engineering Corp.
- Logging Calibration Models for Fission Neutron Sondes - Carl J. Koizume - Bendix Field Engineering Corp.

Asimismo se efectuaron consultas personales con el Dr. John R. Duray de la Bendix Field Engineering Corp. - Grand Junction Operations.

La ejecución del proyecto se inició en Octubre de 1979 y su concreción demandó 5 meses de actividades con un equipo mínimo de trabajo de CNEA y un contratista para las obras civiles. El costo estimado de la obra ascendió a la suma de u\$s 7.000,=.

La operación normalizada de la Central se inició en marzo de 1980, procediéndose a la inmediata calibración de todos los equipos de perfilaje gamma de perforaciones de la CNEA. Con ello se logró a partir de esa fecha contar, para cada tipo de instrumento de perfilaje gamma total en uso en el país, con una respuesta normalizada de sus registros, en los distintos programas de sondeos en ejecución a nivel nacional.

A este logro de caracterizar la calibración de los equipos de perfilaje, se sumó una amplia gama de normas interpretativas de sus registros gamma total, a cuyo fin se analizó, evaluó y adecuó, la numerosa documentación existente, en especial la correspondiente a los estudios de Dodd, P. (3); Scott J. (10); y Hallemburg (6), etc.

A esta información se están sumando actualmente nuevas experiencias en un "Módulo de capas múltiples intercambiables" construido en Sede CNEA - Ciudad de Mendoza, donde se realizan ensayos para corroborar empíricamente los parámetros a aplicar en la interpretación de niveles mineralizados radiactivos con potencias menores al "espesor infinito", y la definición interpretativa de los niveles mineralizados complejos (intercalaciones de niveles de leyes muy variables con estériles, etc).

Finalmente se aclara que para todos esos métodos se han elaborado o se encuentran en preparación programas de computación para simplificar la interpretación cuantitativa de los espesores y contenido en uranio que aportan los perfilajes gamma en los sondeos (Métodos de "Dodd" y "Scott", etc).

La implementación interpretativa propuesta posibilita asimismo variar las condiciones y requerimientos de los programas de exploración por sondeos, pues con esta normalización se eliminan casi totalmente los sondeos a "diamantina" y se accede a tecnologías operativas de perforación mucho más simples (percusión o trépano con recuperador de "cutting") y de un costo sensiblemente menor.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### III.1. Experiencias preliminares

Previo a la iniciación del proyecto en sí se realizaron una serie de experiencias tendientes a contar con la práctica necesaria para las operaciones de preparación del concreto mineralizado, y obtener datos indicativos respecto a la dilución del mineral, valores de densidad, humedad, etc, adecuados para estos objetivos.

Para estas experiencias se transportaron a Sede CNEA - Ciudad de Mendoza, desde yacimiento Sierra Pintada - provincia de Mendoza (depósitos de uranio epigénicos en areniscas continentales pérmicas) aproximadamente 1.200 kg de mineral preseleccionado con scintillómetro y molido a un tamaño de aproximadamente 3 milímetros (similar al de una arena gruesa). Sobre este mineral se efectuaron sucesivos cuarteos hasta obtener una muestra representativa final de 5 kg, sobre la cual se cumplieron determinaciones de concentración por vía química y radimétrica; densidad real y aparente, y porosidad. (Planilla de análisis Cuadro 1).

Mediante una hormigonera con capacidad de 500 litros se procedió a la preparación del concreto mineralizado utilizando una relación mineral-cemento de 3 a 1; con él se llenaron dos moldes de 1 metro de diámetro cada uno; en uno de ellos se vació concreto hasta una altura de 35 cm para representar un bloque de volumen semi-infinito (2- $\pi$ ), mientras que en el segundo se llegó hasta los 80 cm para representar en este caso una masa de volumen infinito (4- $\pi$ ). En ambos casos se dejó un orificio central de 115 milímetros de diámetro a lo largo de todo su eje.

Mientras se efectuaron las operaciones de llenado se tomaron muestras a intervalos regulares, practicando luego sobre las mismas determinaciones químicas y radimétricas por uranio. (Planilla de análisis 1).

Después de un período de fraguado de aproximadamente 30 días se extrajeron testigos de 25 mm de diámetro por 10-15 cm de largo sobre puntos preestablecidos en la masa de ambos bloques; los testigos fueron sometidos posteriormente a determinaciones analíticas químicas de contenidos en uranio, densidad, etc. (Planilla de análisis 1).

La experiencia e información recogida con estos ensayos sirvieron para adecuar y replantear las distintas fases que integraron el Proyecto final de la Central a instalar -Villa 25 de Mayo- San Rafael, Pcia.de Mendoza.

#### III.2. Descripción del Proyecto

La Central de Calibración en su faz inicial Etapa 1<sup>ra.</sup>, ha sido dotada de modelos de calibración y control de equipos de perfilaje radimétricos gamma total, para investigar y evaluar mineralizaciones radiactivas del subsuelo. Mediante ellos pueden determinarse los distintos factores necesarios para que una unidad de perfilaje calibrada permita definir en el terreno, los parámetros de una mineralización radiactiva por uranio (espesor y contenido en ese elemento).

Las actuales instalaciones de la Central (planos adjuntos 1-2) están

compuestas por 5 módulos de calibración según detalle:

- Cuatro tanques de hierro de 3,65 m de altura por 1,50 m de diámetro cada uno.
- Un "bloque" de concreto de 3,90 m de altura por 1,50 m y 3,72 metros de lado.

Una distribución y características de los módulos están graficadas en plano adjunto N° 1, debiendo destacarse que sus relaciones geométricas y espaciales cubren las exigencias para los objetivos de este tipo de centrales.

Todos los módulos están compuestos de concreto estéril y mineralizado, simulando estratos con esas condiciones.

En efecto, todos los módulos están constituidos por una capa central de concreto mineralizado cuyas dimensiones superan las de espesor y volumen infinito, encerrada entre dos capas de concreto estéril. El conjunto está atravesado por un orificio central, sin entubar, para permitir el paso de la sonda durante el perfilaje, pudiéndose observar además que el mismo se encuentra inclinado con respecto al eje central de los módulos para asegurar el permanente contacto de la sonda con las paredes del pozo, por ser ésta la condición natural en que se encuentra la misma durante la ejecución de un perfilaje normal.

Instalaciones auxiliares de cañerías y válvulas esclusas permiten la inundación con agua o el vaciado de los pozos. Mientras no opera la Central, los módulos se encuentran permanentemente inundados para evitar la pérdida de gas radón y el consiguiente desequilibrio radimétrico.

Mediante las instalaciones de esta Central es factible calcular los siguientes factores, al calibrar cada unidad de perfilaje radimétrico:

a) "Factor K"

Es el primero y más importante de los factores de calibración, aparece como una constante de proporcionalidad en la ecuación:

$$x.h = K.A.$$

donde: x es la ley radimétrica promedio de la zona mineralizada expresada en % $U_3O_8$  en peso; h es el espesor de dicha zona, y A es el área obtenida por integración numérica de las cuentas registradas a lo largo del tramo de la perforación influenciada por la zona mineralizada.

b) "Tiempo muerto"

El "tiempo muerto" puede ser definido como el intervalo de tiempo requerido por el sistema electrónico para detectar y procesar una radiación gamma y durante el cuál el mismo es incapaz de observar cualquier otro evento radiactivo adicional. Como tales eventos son numerosos y además están espaciados al azar en el tiempo, se pueden llegar a producir errores significativos en la interpretación del perfilaje (especialmente cuando existe elevado número de cuentas), si el mismo no se corrige por este factor.

c) "Diámetro del pozo - Factores de agua"

La corrección requerida por variaciones en el diámetro del pozo es muy

pequeña cuando el medio presente es el aire, pero cuando dicho medio está constituido por un material más efectivo para la absorción gamma como es el caso del agua, el efecto de las variaciones en el diámetro del pozo sobre el número de cuentas es muy significativo.

Este hecho establece la necesidad de calcular estos factores de corrección para lograr una correcta interpretación del perfilaje radimétrico.

d) "Factores de entubado"

Una corrección importante del perfilaje gamma también es necesaria cuando la perforación está entubada.

Los "factores de entubado" indican la cantidad de radiación gamma atenuada por efecto de los distintos espesores de entubado que pueden encontrarse en la perforación.

Esquemáticamente, los módulos existentes cumplen específicamente las siguientes funciones:

- "POZO PATRON" (PP) Tanque N° 1: Permite la determinación del factor K.
- "POZOS DE TIEMPO MUERTO" (TM1, TM2, TM3) Tanques 2-3-4: Conjuntamente con el PP son utilizados para determinar el tiempo muerto aparente del equipo de perfilaje que se calibra.
- "BLOQUE" (FAE): Se utiliza para la determinación de los factores de agua y entubado. El bloque encierra cuatro orificios centrales de 60, 115, 170 y 215 mm de diámetro, que llenos con agua o vacíos, permiten calcular los factores de corrección para este elemento sobre diferentes diámetros de los sondeos. Los factores de entubado se calculan ubicando cañerías con paredes de distintos espesores en el orificio de 115 mm.

### III.3. Fases de ejecución de la Central de Calibración

#### III.3.1. Selección del área de su ubicación

La Central de Calibración se ubica en los alrededores de la Villa 25 de Mayo - Provincia de Mendoza, pequeña población de unos 3.000 habitantes emplazada sobre la margen izquierda del Río Diamante. Esta Villa dista 20 km al O.S.O. de la ciudad de San Rafael (cabecera del Departamento homónimo, con 80.000 habitantes y centro de importante desarrollo económico provincial) y 10 km al E.S.E. del Distrito Uranífero Sierra Pintada, que a la fecha posee los principales yacimientos de uranio del país.

La Central de Calibración ocupa aproximadamente la décima parte de la superficie de una hectárea, donde funciona el Centro Operativo San Rafael de la CNEA, responsable de las tareas de prospección-exploración del Distrito Sierra Pintada.

Regionalmente el área de emplazamiento de la Central se corresponde con la unidad geomórfica, conocida localmente como: "planicie aluvial de Los Coroneles". La misma está representada por una superficie de aterramiento correspondiente a la agradación fluvial, aportada por el Río Diamante durante el

Neo Pleistoceno, a su salida de los contrafuertes que limitan al Este la Sierra Pintada.

En esa planicie aún poco disectada por la erosión, se ha acumulado sobre el antiguo material de agradación fluvial, una secuencia de bancos de limos, loess y arena, que constituyen los suelos activamente cultivados con viñas, frutales, etc. en el área de la Villa 25 de Mayo, San Rafael, etc. Sobre este suelo con un B.G. de 70 c/s se emplazan las instalaciones de la Central de Calibración.

El clima de la zona es "cálido" a "templado" (Media anual 14°C°) y el régimen de precipitaciones se define como "seco" (Promedio anual 250 mm) con época de máximas durante el verano. La vegetación se clasifica como de tipo espinal con predominio de asociaciones xerófilas arbustivas.

Las condiciones regionales de accesibilidad, clima, etc. y de proximidad a otros centros operativos de CNEA, fundamentaron la selección prioritaria de esta área, para la instalación de la Central de Calibración. La superficie de terreno asignada a la Central permitirá cubrir en etapas posteriores la instalación de otros módulos (calibración equipos manuales, gamma total, espectro métricos, etc.).

### III.3.2. Instalaciones civiles

En el predio donde se ubica la Central se emplazan a su vez las instalaciones civiles del Centro Operativo San Rafael de CNEA consistentes básicamente en Oficinas Técnicas y algunos laboratorios (Electrónica, estudios de cutting, etc) de apoyo a la actividad de exploración por uranio que se cumple en el Distrito Sierra Pintada.

Esas instalaciones sirven a su vez de apoyo a la Central de Calibración, a la que se ha cedido una Oficina Técnica de archivo y análisis de toda la documentación que como norma se elabora para cada equipo de perfilaje que se calibre y/o controla en la Central.

### III.3.3. Cálculos del material y mineral para el llenado de los módulos

Se transcriben los resultados de los cálculos efectuados para optimizar las proporciones de los componentes (arena, cemento, mineral, agua) con que se debieron preparar los morteros para el llenado de los módulos.

Los concretos deben simular los parámetros físicos de las rocas portadoras del mineral en la naturaleza y de los niveles estériles que supra o infra yacen a ese mineral. En este caso se ha adoptado como módulo de referencia, el de las areniscas clásticas continentales (fluviales, marginales, eólicas, etc) medianamente cementadas, por constituir uno de los principales modelos metalogénicos de uranio en el país.

Estos cálculos permiten tener acondicionadas, con anticipación al llenado de los módulos, las proporciones de los distintos componentes a utilizar en los hormigones.

Dichas operaciones incluyen en especial, la preparación de los volúmenes de mineral con leyes perfectamente controladas para cada módulo. Ello permite lograr las mezclas que originen los niveles de "concretos mineralizados", con las leyes finales necesarias para calcular los factores de calibración y/o corrección de los perfilajes gamma.

#### A - Concreto estéril

Este material debe servir para la construcción en cada módulo de los "niveles estériles" que sobre e infrayacen a los "niveles mineralizados".

La selección del material para elaborar el concreto debe tener en cuenta sus parámetros físicos (densidad, porosidad, etc), contenidos de minerales radiactivos, etc., a fin de poder efectuar las mezclas que proporcionen un concreto con características físicas semejantes al de las rocas estériles que encierran los niveles mineralizados. Estos cálculos incluyen asimismo la estimación de los volúmenes necesarios de los materiales seleccionados, a fin de preparar las mezclas para el llenado de cada módulo.

#### A - 1. Estimación de las proporciones del "concreto estéril"

Para este cálculo se partió de la "fórmula de proporciones" que utiliza el Colorado Highway Department(\*) como norma para sus caminos de concreto, el que acorde a los parámetros físicos de sus componentes, establece la siguiente participación:

PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO	ARENA	GRAVA	CEMENTO	AGUA
	722,108 k	1.070,871 k	340.905 k	189.114 k

La arena y grava seleccionadas para nuestra Central acusaron algunos parámetros físicos distintos a los del Colorado Highway Department, según detalle:

DEPEN- DENCIA	A R E N A			G R A V A			OBSERVACIONES
	δ Aparen. gr/cm <sup>3</sup>	δ Real gr/cm <sup>3</sup>	Porosid. %	δ Aparente	δ Real	Porosid. %	
Mat.Sel. Col.High way Dep.	1,54	2,30	33	1,41	2,35	40	
Mat.Sel. Cent.25 May.CNEA	1,76	2,62	33	1,52	2,55	40	Planilla Anál lisis Adj. Nº 1

Esta circunstancia determinó que se procediera a ajustar la participación de estos materiales en la preparación del hormigón estéril para nuestra Central, según detalle:

(\*) De EE.UU.

PARA 1 m <sup>3</sup> DE "CONCRETO ESTERIL"	ARENA K	GRAVA K	CEMENTO K	AGUA L
	827	1.196	341	189

Cabe mencionar que el análisis geoquímico por uranio total de este material acusó:

Para la arena : 1,73 p.p.m. Uranio total

Para la grava : 1,70 p.p.m. Uranio total

Para el cemento: 2,77 p.p.m. Uranio total

A - 2. Estimación del volumen y proporciones de material estéril, para el llenado de los "módulos-tanques". (PP. ; TM-1 ; TM-2 y TM-3 )

Estos cálculos se hicieron para conocer la cantidad de cada componente que debía participar en la preparación del "hormigón estéril" con que se llenarían los niveles correspondientes en cada módulo-tanque.

Se estimó en primer lugar las necesidades para el llenado de un nivel estéril según:

$$\text{volumen de un nivel: } \pi \cdot r^2 \cdot h = 3.1416 \cdot 0.75^2 \cdot 120 = 2,12 \text{ m}^3$$

Se adicionó a este cálculo un 10% (para cubrir posibles déficits) con lo que se llegó a un valor final de 2,33 m<sup>3</sup>.

Para lograr ese volumen de concreto o el correspondiente al llenado de los 8 niveles estériles (2 por cada módulo-tanque) se requerirían los siguientes volúmenes y proporciones del material estéril seleccionado:

HORMIGON A PREPARAR	PROPORCIONES DEL MATERIAL ESTERIL SELECCIONADO					
	ARENA		GRAVA		CEMENTO	AGUA
	m <sup>3</sup>	K	m <sup>3</sup>	K	K	L
Para un nivel estéril 2,33 m <sup>3</sup>	1,14	2.000	1,84	2.800	800	440
Para 8 niveles estériles 18,64 m <sup>3</sup>	9,12	16.000	14,72	22.400	6.400	3.520

A - 3. Estimación del volumen y proporciones de material estéril para el llenado del "Bloque F.A.E."

También en este caso se comenzó por estimar el volumen necesario para llenar "un nivel estéril" según detalle:

$$\text{Volumen de una capa: } 1,50 \text{ m} \times 3,72 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} = 6,7 \text{ m}^3$$

Se adicionó por imprevistos un 10% llegando la cifra final a 7,4 m<sup>3</sup>.

A su vez las proporciones de los materiales seleccionados para componer ese volumen de concreto estéril totalizaron para un nivel, y para los dos niveles que integran el Bloque, los siguientes valores:

HORMIGON A PREPARAR	PROPORCIONES DEL MATERIAL ESTERIL SELECCIONADO					
	ARENA		GRAVA		CEMENTO	AGUA
	m <sup>3</sup>	K	m <sup>3</sup>	K	K	L
1 NIVEL 7,4 m <sup>3</sup>	3,48	6.120	5,8	8.850	2.520	1.400
2 NIVELES 14,8 m <sup>3</sup>	6,96	12.240	11,6	17.700	5.040	2.800

A - 4. Síntesis de las necesidades totales de material estéril

Resumiendo los valores anteriores tendríamos que el volumen total de "niveles estériles" a llenar totalizarían 33,44 m<sup>3</sup> y que las proporciones del material seleccionado que debe prepararse para cubrir ese requerimiento (incluyendo un 10% imprevisto) sería de:

HORMIGON A PREPARAR	PROPORCIONES DEL MATERIAL ESTERIL SELECCIONADO					
	ARENA		GRAVA		CEMENTO	AGUA
	m <sup>3</sup>	K	m <sup>3</sup>	K	K	L
4 Tanques 8 Niveles 18,64 m <sup>3</sup>	9,12	16.000	14,72	22.400	6.400	3.520
Bloq. FAE: 2 Niveles 14,8 m <sup>3</sup>	6,96	12.240	11,60	17.700	5.040	2.800
TOTALES: 33,44 m <sup>3</sup>	16,08	28.240	26,32	40.100	11.440	6.320

B - Concreto mineralizado

Se lo utiliza para llenar el "nivel mineralizado" previsto en cada módulo de calibración. También en este caso se debe buscar que el concreto mineral se asemeje lo más posible en sus parámetros físicos (densidad, porosidad, etc) a los niveles mineralizados en la naturaleza. A su vez el "nivel mineralizado" de cada módulo debe alcanzar un contenido aproximado en  $U_3O_8$  a fin de posibilitar los cálculos de los diferentes factores de corrección de los perfiles gamma total, según detalle:

- Módulo Pozo Patrón-PP : Ley del "nivel mineralizado": 2,00%  $U_3O_8$
- " Tiempo Muerto 1-TM-1 : " " " : 4,00 " "
- " " " 2-TM-2 : " " " : 10,00 " "
- " " " 3-TM-3 : " " " : 20,00 " "
- " Bloque - FAE. : " " " : 2,00 " "

B - 1. Estimación de las proporciones del "concreto mineralizado"

La fórmula a utilizar es la misma que la empleada en los cálculos del "concreto estéril", pero en este caso se incorpora al hormigón el mineral necesario para obtener en cada módulo la ley deseada, retirando su equivalente en arena estéril.

Esta relación de reemplazo directo (mineral-arena) se establece por cuanto el mineral a utilizar, molido a 3 mm acusó un valor de  $1,75 \text{ gr/cm}^3$ , cifra similar a la registrada para la arena seleccionada ( $1,76 \text{ gr/cm}^3$ ).

Las proporciones para que este hormigón dé el concreto mineralizado deseado son:

PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO MINERALIZADO	ARENA Y/O MINERAL K	CEMENTO K	AGUA L
		1.750	400

B - 2. Estimación del volumen y proporciones del material necesario para el llenado de los niveles mineralizados de los Módulos tanques

El volumen del "nivel mineralizado" es similar al de cada nivel estéril o sea  $2,12 \text{ m}^3$ , pero en este caso se prefirió cubrir probables imprevistos, adicionando a ese valor un 15%, con lo cual se llegó a una cifra de  $2,5 \text{ m}^3$ .

Las proporciones de los distintos componentes, para alcanzar ese volumen bajo las condiciones del "concreto mineral" requerido, se distribuyeron así:

PARA INTEGRAR 2,5 m <sup>3</sup> DE HORMIGON	ARENA Y/O MINERAL K	CEMENTO K	AGUA L
		4.375	1.000

Las leyes en  $U_3O_8$  de los minerales a utilizar en el hormigón, para alcanzar los tenores preestablecidos en cada módulo, se calculan en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Ley a utilizar} = \frac{\text{Ley deseada}}{\text{Peso mineral}} \cdot (\text{Peso arena} + \text{Peso cemento})$$

De acuerdo a esta fórmula, la mezcla de la fracción arena-mineral o el mineral solo, deben incorporarse al preparar el hormigón de los distintos módulos, con los siguientes tenores aproximados en  $U_3O_8$ :

- Módulo Pozo Patrón: 2,46%  $U_3O_8$  (para un concreto de 2%  $U_3O_8$ )
- " T. Muerto 1: 4,9 " " " " " " 4 " "
- " T. Muerto 2: 12,3 " " " " " " 10 " "
- " T. Muerto 3: 24,6 " " " " " " 20 " "

B - 3. Estimación del volumen y proporciones del material necesario para el llenado del nivel mineralizado del Bloque FAE

El volumen del "nivel mineralizado" es de 6,7 m<sup>3</sup>, es decir igual al de las capas estériles del "bloque". A ese volumen se adicionan por imprevistos un 15% con lo que se llega a una cifra final de 7,7 m<sup>3</sup>.

Las proporciones de los componentes para integrar ese volumen de hormigón, se corresponden con:

PARA INTEGRAR 7,7 m <sup>3</sup> DE HORMIGON	ARENA Y/O MINERAL K	CEMENTO K	AGUA L
	13.475	3.080	2.195

Utilizando la misma fórmula anterior para obtener la ley deseada en este nivel, se llega a que la mezcla arena-mineral o el mineral solo, deben incorporarse al preparar este hormigón con una ley aproximada de 2,4%  $U_3O_8$  a fin de obtener en el concreto final un tenor de 2%  $U_3O_8$ .

B - 4. Síntesis de las necesidades totales de mineral

Las cantidades finales de mineral, leyes necesarias, como así la de los otros componentes para integrar el hormigón requerido para llenar todos los "niveles mineralizados" de la Central, quedan así resumidos:

MODULO DE LA CENTRAL	VOLUMEN NIVEL MINERALIZ. m <sup>3</sup>	Requerimientos : mezcla arena - mineral o mineral (+ 15 % imprevistos)			CEMENTO K	AGUA L
		Volumen m <sup>3</sup>	Peso kg	Ley Aprox. % U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>		
POZO PATRON PP	2,12	2,5	4.450	2,4	1.000	712
TIEMPO MUERTO 1 TM-1	2,12	2,5	4.450	4,9	1.000	712
TIEMPO MUERTO 2 TM-2	2,12	2,5	4.450	12,3	1.000	712
TIEMPO MUERTO 3 TM-3	2,12	2,5	4.450	24,6	1.000	712
BLOQUE FAE	6,69	7,7	13.500	2,4	3.080	2.195
TOTALES:	15,17	17,7	31.300	- -	7.080	5.043

B - 5. Selección y preparación del mineral para los módulos

Acorde a los requerimientos del cuadro del Item III-3-3 B-4, se procedió a preparar el mineral proveniente de la explotación de la Cantera Tigre III (Dto. Sierra Pintada), según detalle:

A- Se separaron cinco (5) camionadas de mineral (9.000 kg peso aproximado c/una) clasificadas en el túnel radimétrico del Yacimiento, dentro de la operación de rutina con que el Control Geológico de esa explotación, selecciona y contabiliza la producción de mina.

Las leyes promedio de ese mineral, según recta de correspondencia ra/te del túnel, oscilaban en un 3% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, siendo posible prever un incremento de ese tenor mediante una selección manual visual (es notoria la relación: óxidos hemáticos-uranio) y/o radimétrica (Scintillómetro SPP2 colimado) de los trozos mayores a los afalares, los que constituían más del 70% del volumen total.

Para la selección radimétrica se tuvieron en cuenta los registros del instrumento, una escala tentativa de correlación ra/te (radiactividad/tenor) y una compensación aproximada por la heterogeneidad de los volúmenes que se medían. Ello permitió clasificar 4 categorías de mineral con tonelajes y leyes estimadas según detalle:

CATEGORIA	TONEL.ESTIM. T.	% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Estim.	MINERAL PREVIS. CUBRIR REQUERIM.
1	5	8 %	Módulo "TM-2 "
2	5	5 %	Módulo "TM-1 "
3	15	3 %	Bloque "FAE "
4	5	3,5 %	Módulo " PP "

Surgió en esta instancia la dificultad que se encontraría para seleccionar el mineral de ley aproximada 24,6% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> que requería el módulo "T.M. 3". El llenado de este módulo quedó así en suspenso hasta que la explotación en Sierra Pintada acceda a sectores con niveles altamente mineralizados.

Esta circunstancia no limita los alcances inmediatos de la Central pues con los dos módulos de "tiempo muerto", el "pozo patrón" y el "Bloque F.A. E." es posible llegar a calcular los principales factores de corrección del per filaje gamma total.

Cada partida del mineral seleccionado fue tratada en la Planta de Muestreo de Sierra Pintada a fin de prepararlas para su participación en el mortero mineralizado y, paralelamente, proceder a sus correspondientes muestreos. Estas operaciones incluyeron:

- Peso de cada partida de mineral.
- Chancado de las mismas por separado en trituradora a mandíbulas.
- Molienda de cada partida en molino de rolos hasta llegar a tamaño de 3 mm procediendo simultáneamente a su muestreo.
- Acopio de cada partida en tambores de 200 litros los que pesados e identificados fueron trasladados a Villa 25 de Mayo para realizar los dosajes de cada mortero mineralizado.

Las cifras finales de esta operación dieron estos resultados:

MINERAL MOLIDO	CANTIDAD		% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (Químico)	PREVISTO PARA MORTERO MIN. MODULO
	Tamb.200 lts.	Peso k		
Categ. 1	16	5.200	7,93	TM-2
Categ. 2	16	5.040	4,38	TM-1
Categ. 3	49	15.700	3,00	Bloque F A E.
Categ. 4	16	5.200	3,75	Pozo Patrón

#### B - 6. Cálculo definitivo de las proporciones para preparar los concretos mineralizados

En función de las cantidades y leyes de los minerales preparados, según cuadro anterior, se hicieron las estimaciones finales para obtener los concretos

mineralizados previstos para cada uno de los módulos.

Para calcular las leyes y proporciones de materiales se utilizó la misma fórmula ya expuesta en el Item III-3-3-B-2:

$$\text{Ley mineral a usar} = \frac{\text{Ley deseada}}{\text{Peso Mineral}} \times (\text{Peso Arena} + \text{Cemento})$$

Los resultados de esos cálculos se exponen en el siguiente cuadro:

MODULO	Min.Disponible		Proporciones para el concreto mineralizado						
	Peso k	% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Mineral k	% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Arena k	Cemento k	Agua l	Ley % U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	
P.P.	5.200	3,75	2.866	2,4	1.509	1.000	712	2,00	
T M-1	5.040	4,38	4.375	4,9	-	1.000	712	3,57	
T M-2	5.200	7,93	4.375	12,3	-	1.000	712	6,45	
FAE	Comp. 1	15.700	4.375		-	1.000	712		
	Comp. 2		3,00	5.425	2,4	-	1.240	884	2,00
	Comp. 3			3.675		-	840	598	

Un análisis de los valores del cuadro anterior permiten destacar que:

- Para elaborar el nivel mineralizado en el módulo PP. y dado que el mineral disponible tenía una ley muy superior (3,75% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) a la prevista para el concreto (2% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), se realizó la mezcla correspondiente de mineral y arena según fórmula de proporcionalidad ya expuesta.
- Para la preparación de los niveles de los módulos TM-1 y TM-2 y dado que el mineral disponible tenía una ley inferior (4,30 y 7,9% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) a la necesaria, éste no se mezcló con arena o grasa y el concreto se elaboró sólo con mineral y cemento.
- El nivel mineralizado del Bloque FAE se concibió ejecutar por razones coyunturales de operación (volumen de la hormigonera disponible en esos momentos), en tres operaciones, llenando en cada una de ellas uno de los 3 sectores en que fue dividido el nivel mineralizado del Bloque.

#### III.3.4. Metodología para la preparación y llenado de los módulos. Muestreos

##### A - Secuencias de las operaciones

Las figuras y las fotografías adjuntas destacan los detalles correspondientes a la preparación de las bases (excavaciones, enrejado de hierro del 8, hormigón, etc) sobre las que luego se montaron los 4 Módulos cilíndricos y se preparó el encofrado para construir el Bloque FAE.

Para el llenado de los módulos se contó con una motohormigonera sobre camión de 3,5 m<sup>3</sup> y una cinta transportadora de 12 m de largo y 0,50 m de ancho, la que podía trabajar con la pendiente necesaria para elevar los morteros hasta la boca de los módulos tanques.

Antes de iniciar el llenado de los módulos, los áridos, el cemento y el mineral para elaborar los morteros, se distribuyeron adecuadamente sobre una planchada de hormigón de 100 m<sup>2</sup> construida en proximidad de los módulos, para las maniobras de mezclas, etc, de los mismos.

Las operaciones de llenado de los módulos se realizaron en cuatro etapas, según detalle:

Etapa 1: En su transcurso se cumplimentaron:

- a) La ubicación en cada módulo de los tubos que generarían los orificios que simularán los sondeos en los concretos.
- b) La elaboración del mortero estéril en hormigonera de 500 litros con las proporciones de los componentes previstos según Item A-4.
- c) El llenado de los niveles estériles inferiores de todos los módulos, con un muestreo sistemático del mortero. Se sacaron tres muestras de aproximadamente 1 litro cada una de cada módulo.

Durante esta operación se debe girar y levantar parcialmente el tubo (previamente engrasado) antes del fragüe total del mortero.

La superficie de estos concretos estériles deben ser horizontalizadas al máximo dado que en el paso siguiente, ellas representarán el piso del nivel mineralizado.

- d) Dejar el hormigón en proceso de fragüe durante 15 días.

Etapa 2: Cubrió la ejecución de:

- a) La mezcla en seco en la hormigonera de 3,5 m<sup>3</sup>, en los distintos componentes calculados para cada concreto mineralizado según cuadro de Item III-3-3 B-6.

Esta operación se prolongó en cada caso por una hora, logrando así una adecuada homogeneización de la mezcla.

- b) La preparación del mortero mineralizado de cada módulo, agregando el agua calculada a la mezcla anterior y manteniendo en homogeneización esta nueva mezcla en la hormigonera de 3,5 m<sup>3</sup>, durante 30 minutos.
- c) El llenado de cada módulo con el mortero correspondiente a la preparación ejecutada según 2 a-b.

Esta operación se cumplió volcando el mortero sobre la cinta transportadora, que lo elevaba y volcaba hasta la boca de cada módulo.

Sobre la cinta se realizó un muestreo de mortero a intervalos regulares mediante obtención simultánea de muestras en envases de vidrio de 170 cm<sup>3</sup> y en

envases de plástico de 1.000 cm<sup>3</sup>.

El número de muestras obtenidas respondió al programa originalmente previsto para cada módulo, según detalle:

M O D U L O	Nº DE MUESTRAS	
	En envase vidrio 170 cm <sup>3</sup>	En envase plástico 1.000 cm <sup>3</sup>
Pozo Patrón	44	44
Tiempo Muerto 1	15	15
Tiempo Muerto 2	15	15
Bloque FAE :	--	--
Sector 1	10	10
Sector 2	10	10
Sector 3	10	10
TOTALES:	104	104

Como es notorio se buscó obtener un mayor número de muestras del P.P. atento al amplio programa analítico previsto ejecutar sobre las mismas.

Durante el llenado del nivel mineralizado del P.P. se realizó un estricto control del espesor del mismo (1,20 m), atento a la importancia de este parámetro para fijar el valor del factor K.

El entubado que generaba el orificio central se levantó, al igual que en la operación anterior sobre el nivel estéril, durante la ejecución del nivel mineralizado.

d) Dejar el hormigón en proceso de fragüe durante 20 días.

Etapa 3: Repitió las fases b-c y d de la Etapa 1 llenando los niveles estériles superiores de cada módulo. En esta operación los tubos moldes fueron extraídos totalmente.

Etapa 4:

- a) Se colocaron las tapas-cierres de los módulos-tanques.
- b) Se completaron las instalaciones de agua según detalles de los planos adjuntos a fin de inundar o desagotar los módulos según necesidades.
- c) Se instalaron las escaleras, plataformas, etc.

- d) Se hicieron las pruebas finales a fin de verificar las instalaciones y se dió la aprobación correspondiente, para iniciar la operación de esta 1<sup>ra</sup>. Etapa de la Central.

B - Preparación de las muestras. Determinaciones analíticas

B - 1. Preparación de las muestras

Las muestras que se tomaron durante el proceso de llenado de los módulos los tuvieron distintos tratamientos preparatorios y determinaciones analíticas, acorde a los objetivos que se perseguía en cada caso, según el siguiente detalle:

Muestras en envases de vidrio de 170 cm<sup>3</sup>

- 1º- Numeración de frascos y tapas y pesada de los mismos.
- 2º- Toma de las muestras con presión uniforme.
- 3º- Dejar fraguar en frasco abierto durante 30 días.
- 4º- Cerrar herméticamente el frasco y dejar reposar 2-3 horas.
- 5º- Pesar.
- 6º- Realizar análisis radimétrico.
- 7º- Dejar reposar 23 días para regeneración de radón.
- 8º- Realizar nuevo análisis radimétrico ídem a 6º.
- 9º- Cálculo del coeficiente de emanación de radón:

$$e = \frac{(8) - (6)}{(8)}$$

Muestras en envases de plástico de 1.000 cm<sup>3</sup>

- 1º- Numeración de los envases.
- 2º- Toma de las muestras con presión uniforme.
- 3º- Dejar fraguar durante 30 días.
- 4º- Desprender del envase y cortar la muestra en sentido longitudinal, en dos secciones (con disco de diamante, etc).
- 5º- Conservar una sección para archivo.  
En la sección restante efectuar:
- 6º- Determinación de densidad.
- 7º- Moler a malla 10 = 4 mm (Screen Mesh U.S. Series).
- 8º- Pesar.
- 9º- Dejar secar a 110°C durante 12 horas.
- 10º- Pesar.
- 11º- Calcular % de humedad, según

$$H = \frac{\text{Diferencia de peso}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- 12º- Moler a malla 28 (Screen Mesh U.S. Series)
- 13º- Destinar una fracción a análisis químico.
- 14º- Encerrar la fracción restante en frascos de 170 cm<sup>3</sup> previamente cerrados con sus tapas correspondientes y repetir las secuencias establecidas para los mismos a partir del punto 4.

#### B - 2. Determinaciones analíticas efectuadas

Además de los estudios radimétricos, etc, ya mencionados en el ítem anterior, se realizaron una serie de análisis químicos sobre las muestras según detalle:

- Análisis de una muestra de 70 gr del mineral original en la Gerencia de Aplicaciones - División de Ingeniería(\*), para comprobar el estado de equilibrio del mineral.
- Determinaciones físico-químicas sobre el total de las muestras, en el Laboratorio Analítico del Departamento Regional Cuyo - CNEA.
- Análisis simultáneos de las 44 muestras correspondientes al pp., en los Laboratorios Analíticos de Regional Cuyo, Centro y Sede Central a fin de determinar contenido de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> por método químico.

Los resultados de todos los ensayos y análisis efectuados, han quedado registrados en las distintas planillas y cuadros que se exponen en el Capítulo Anexo: "Ensayos físicos y análisis de los materiales y mineral utilizado en los concretos".

#### IV. NORMAS PARA LA OPERACION DE LA CENTRAL

##### IV.1. Consideraciones generales

La Central funcionará bajo la dirección de un agente responsable de todas las operaciones de Control y calibración de los equipos de perfilaje que se envíen a la misma, como así del mantenimiento de sus instalaciones.

Las operaciones de Control y calibración de los equipos se hará en un todo de acuerdo a las normas y uso de planillas, cuadros, etc, que permitan contar con un archivo actualizado de parámetros, factores, etc., de cada equipo que pase por la Central.

Se establece que todo equipo de perfilaje debe ser controlado por lo menos una vez por año en la Central, para su verificación, ratificando o rectificando sus parámetros de calibración. En el caso de que un equipo haya sido sometido a reparaciones o modificaciones electrónicas (cambio de tubos fotomultiplicadores, cristales, etc), será obligatorio antes de reanudar su uso, que pase por la Central a fin de establecer sus nuevos factores y parámetros de calibración.

---

(\*) Dependencia de la CNEA

#### IV.2. Operaciones de perfilaje de los módulos de calibración

Todo equipo de perfilaje que pase por la Central, deberá seguir la siguiente secuencia de normas y ordenamiento de operaciones, para su control y calibración:

##### IV.2.1. Condiciones de ejecución de los perfilajes

Durante el proceso de ejecución del perfilaje de control, etc. de cada equipo, se deberá verificar que se cumplan las siguientes condiciones:

- a- Que la sonda haga contacto con la pared del sondeo mientras se efectúa el perfilaje.
- b- Que el perfilaje se efectúe a una determinada velocidad variable entre 1 a 1,5 metro por minuto.
- c- Que se utilice una Constante de Tiempo adecuada; generalmente se aconseja la de 1 segundo, a fin de no introducir distorsiones en la curva del registro.
- d- Mantener una escala vertical adecuada para el registro gráfico, la que se estima en 0,20 m de perfilaje por centímetro del registro.
- e- Realizar el perfilaje de todos los módulos desde el fondo de los mismos hacia superficie.

##### IV.2.2. Sistemática de los módulos a perfilar en la Central

Todo equipo de perfilaje a controlar o calibrar deberá perfilar en registro gamma total, los siguientes módulos:

###### a- Sobre el módulo Pozo Patrón " PP. ":

Este módulo deberá ser perfilado 3 veces por cada equipo a fin de verificar si la curva del registro mantiene los valores de sus deflexiones. Este perfilaje es de fundamental importancia, pues de él se obtendrá el factor K. de calibración del equipo.

###### b- Sobre los módulos de Tiempo Muerto " TM-1 y TM-2 ":

Estos módulos se deberán perfilar 2 veces cada uno a fin de corroborar la normalidad de sus respectivos registros.

###### c- Sobre el módulo Factores Agua y Entubado, "Bloque FAE" :

Este módulo posee cuatro orificios con los siguientes diámetros: 60 mm; 170 mm y 215 mm.

Esta condición posibilita calcular los factores de corrección por agua para distintos diámetros de sondeo, a cuyo fin se debe proceder en cada orificio a:

- Llenarlo de agua; bajar en el mismo la sonda del equipo a calibrar hasta obtener la máxima lectura dejándola en esta posición un período de tiempo suficien

te para la integración de sus máximos valores. Dejando la sonda en esta posición se deben abrir las válvulas para desalojar el agua del orificio y después de un intervalo de tiempo, se obtendrá el nuevo registro del orificio lleno de aire. Las relaciones de los registros obtenidos con los orificios llenos de aire y agua, darán los "factores de corrección por agua" en varios diámetros.

Finalmente, con estos datos es posible construir una curva de corrección de este factor para cada equipo de perfilaje.

Sobre este mismo módulo se obtienen los factores de corrección por entubado, siguiendo esta técnica:

- Sobre el orificio de 115 mm de diámetro, se realizarán sucesivos registros con el mismo lleno de aire y luego con distintos entubados que posean diferentes espesores de sus cañerías.

Las relaciones entre el máximo número de cuentas con el pozo no entubado, y el máximo del pozo entubado constituirán los denominados: "Factores de entubado".

### VI.3. Interpretación y estimación de los factores de corrección y calibración del perfilaje gamma

Para el registro de los datos y ejecución de los distintos cálculos para estimar los factores de corrección y calibración de todo equipo de perfilaje se utilizarán las planillas adjuntas de: "Datos básicos para cálculos de Areas y Factores de corrección" y "Estimación de factores de calibración". (Planilla I-A y I-B).

#### IV.3.1. Planilla de Datos básicos para Cálculo de Areas y Factores Varios.

Esta planilla (I-A) reúne la siguiente información básica:

Casillero 1: Datos sobre procedencia del equipo a calibrar; fecha de calibración, operador e intérprete de los datos de los perfilajes de calibración.

Casillero 2: Identificación del equipo a calibrar.

Casillero 3: Parámetros de constantes con las que se efectuó el perfilaje.

Casillero 4: Perfilaje Pozo Patrón PP.. En este casillero se transcribirán los valores digitales correspondientes al cálculo del Area(A de Casillero 4) de la curva obtenida con el registro analógico. Existen dos métodos para el cálculo de dicha área y consecuentemente dos cuadros de valores digitales a obtener de la curva analógica, a saber:

A- Método del "Area total": Esta técnica para el cálculo del Area de la curva anómala del registro del PP. cubre los siguientes pasos:

- a. Se deben localizar y registrar los sucesivos valores designados como "n1"; "n2"; etc. sobre la curva anómala, en posiciones equiva-

lentes a intervalos de 10 cm del registro. El primero y el último valor "n" aparecen en los flancos de la curva "anómala" donde la intensidad de la radiación gamma ha decrecido a un nivel constante aproximado al "back-ground".

- b. Los valores "n" son corregidos por "tiempo muerto", utilizando la ecuación:

$$N = \frac{n}{1-nt}$$

En donde:

N = Valor corregido

n = Valor registrado (c/s, etc)

t = "Tiempo muerto" aparente del equipo en segundos

Los valores N así corregidos, son adicionados para obtener el Area total (A).

- B - Método del Factor de Cola: Esta metodología cubre a su vez los siguientes pasos:

- Se debe comenzar por localizar y luego registrar el valor de la amplitud media de las curvas analógicas, punto que es reconocido sobre el flanco superior como primer valor final  $E_1$ .
- Desde allí y con intervalos de 10 cm sobre la vertical se irán localizando y registrando sucesivos puntos intermedios que se designarán  $n_1$ ;  $n_2$ ; etc.
- El segundo valor final  $E_2$  se localizará y registrará en el primer punto del último intervalo de 10 cm que rebase o coincida con la amplitud media del flanco inferior de la curva.
- Los valores finales de  $E_1$ ;  $E_2$  y los intermedios  $n_1$ ;  $n_2$ ; etc, deben ser corregidos por el "tiempo muerto" del equipo, aplicando la fórmula ya conocida:

$$N = \frac{n}{1-nt}$$

- Para obtener el Area total (A) con esta técnica, el área es dividida en dos sectores: el "Area Central", que cubre la zona que va desde la semi amplitud de la curva (puntos  $E_1$  y  $E_2$ ), hasta la máxima deflexión de la misma; y dos "áreas de cola", que abarcan desde los puntos de semi amplitud superior e inferior hasta el "back-ground" de la curva.

El valor de las dos "áreas de cola" se obtiene adicionando los valores corregidos  $E_1$  y  $E_2$  y multiplicando esa suma por el "factor de cola", el que ha sido calculado en 1,50.

El valor del "área central" se obtiene sumando los registros  $N_1$ ;  $N_2$ ; etc, corregidos.

Finalmente el "área total" se obtiene sumando los valores de las

"áreas de cola" y los del "área Central".

El valor del Area (A) obtenido por uno y otro método servirá en definitiva para obtener el factor K de calibración a partir de la fórmula básica  $hx = K.A$ , en donde (h = espesor mineralizado del modelo PP; x = ley %  $U_3O_8$  en el modelo PP y A = Area de la curva anómala que registra el equipo en el perfilaje del PP).

Casillero 5: Datos de los Pozos.

En él se dejan consignados los parámetros registrados en los distintos módulos de la Central de Calibración con referencia a sus leyes en  $U_3O_8$ , espesores mineralizados, etc.

Casillero 6: Datos para los factores de "tiempo muerto".

Se registrarán los valores máximos que registra el equipo de perfilaje a calibrar en los módulos de PP, TM-1, TM-2 y TM-3.

Casillero 7: Datos para los "factores de agua".

En este caso se registrarán para cada orificio o "sondeo" del Bloque FAE, los valores máximos que acusa el equipo en el "sondeo" lleno de agua o aire.

Casillero 8: Datos para factores de entubado.

Se registrará en el "sondeo" de 155 mm del Bloque FAE los varios valores de máximos registros con entubados de espesor variable de 1, 2, 3, 4 mm, etc.

#### IV.3.2. Planilla de estimación de factores de calibración y corrección

Esta Planilla (I-B) sirve para realizar los cálculos de los distintos factores de corrección y calibración del equipo que se controla y para registrar esos valores según detalle:

Casillero 1: Reitera la información correspondiente a procedencia e identificación del equipo de perfilaje que se controla.

Casillero 2: Deja establecido las relaciones de las leyes entre los distintos módulos de la Central, para aplicar las mismas en las distintas ecuaciones de los cálculos de Tiempo muerto.

Casillero 3: Factores de tiempo muerto. Destaca la fórmula y parámetros que intervienen en este cálculo y deja abierto los casilleros para registrar los valores que resulten de su aplicación en el equipo que se controla.

Para calcular estos parámetros se deben estimar los máximos registros de los módulos PP; TM-1; TM-2 y TM-3. Utilizando los valores pico de dos módulos a la vez, se pueden calcular seis valores de tiempo muerto aparente, mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$t = \frac{B - A.R}{BA(1-R)} \quad \text{donde}$$

t = Tiempo muerto aparente.

B = Valor mínimo (en N° de cuentas, etc).

A = Valor máximo (en N° de cuentas, etc).

R = Relación Leyes de Pozos (baja/alta) =  $\frac{\% \text{Ley mínima (en } \% \text{U}_3\text{O}_8)}{\% \text{Ley máxima}}$

1 = Unidad

El valor mínimo corresponde al pico determinado en el módulo que con tiene el nivel mineralizado de ley más baja y el valor máximo al que se obtiene en el modelo de ley más alta. La misma aclaración vale para la definición de los conceptos de leyes mínimas y máximas.

Casillero 4: Factores de agua. Permite registrar los valores máximos de los sondeos del Bloque FAE con agua y aire y establecer la relación entre esos valores (CPS. máximo aire  $\%$  CPS. máximo agua), a fin de obtener los factores de corrección de este elemento para el equipo que se calibre. Con esos valores es factible también construir una curva que registre ese factor para otros diámetros de sondeos a perfilar.

Los factores de agua obtenidos de los modelos de 60, 115, 170 y 215 milímetros deben constituir en forma bastante aproximada una curva para parabólica. Si no fuese así, significaría que se debe haber introducido un error en los ensayos, por lo que se deberán repetir los mismos. En general los datos del factor de agua, deben repetirse con una precisión del 1%.

Casillero 5: Factores de entubado. Registra, al igual que en el caso anterior, los valores máximos del "sondeo de 115 mm  $\emptyset$ " del Bloque FAE., sin entubado y con entubados de distintos espesores de cañería. Las relaciones entre esos registros fijan los valores de estos "factores de atenuación" en el equipo bajo control.

Los factores de entubado obtenidos del modelo de 115 milímetros deben constituir, volcados en un sistema de coordenadas, una línea recta. Si uno de los puntos cae fuera de la recta, la correspondiente determinación de ese factor de entubado en particular, debe ser repetida.

Casillero 6: "Factor K". Permite estimar el más importante parámetro de la Central: el "factor de Calibración" de cada equipo de perfilaje evaluado a partir del registro del PP. El cálculo del mismo resulta de la fórmula básica  $hx = K A$ , donde: hx es el producto del espesor y ley en  $\text{U}_3\text{O}_8$  del nivel mineralizado en el PP; A es el "área" anómala de la curva (calculada por "área total" o "factor de cola") y K el "factor de calibración".

Acorde a esta fórmula y al hecho de que el PP está lleno de agua (el "área" debe corregirse por el "factor de agua"), el cálculo de K se obtendrá de:

$$K = \frac{h \cdot x}{A} \quad A. \text{ (Factor Agua 115 mm)}$$

La técnica para el cálculo del área (A) registrada en el Perfilaje del PP, ya fue descripta al tratar la planilla I-A, caso 4.

En previsión de que pudiesen producirse algunos errores con los cálculos descriptos, es posible chequear el valor K obtenido mediante la estimación de un "factor K de pico". A tal fin se utiliza el valor máximo de cuentas obtenido en el perfilaje del P. P. en la siguiente ecuación:

$$K = \frac{x}{10 \cdot N}$$

donde: x es el tenor del P P y N es el valor máximo del perfilaje corregido por tiempo muerto.

El valor del factor K obtenido por el método del "valor pico" debe concordar con el factor K determinado por el método del área en el orden del 3 1/2%. Si la diferencia es mayor las causas de error pueden ser las siguientes: 1) Error matemático, 2) La constante de tiempo ha sido excedida, 3) El sistema de medición de profundidad no es preciso.

La corrección por factor de agua debe ser hecha sobre los datos obtenidos en el modelo lleno de agua de manera de poder obtener el factor K pico para el pozo con aire.

Para una mejor interpretación del llenado de los formularios descriptos, se acompaña un ejemplo completo de registro y estimación de los factores de calibración y corrección de un equipo de perfilaje G.O.I. en el Capítulo de los Anexos adjuntos.

#### IV.4. Documentación a registrar. Distribución

Todo equipo de perfilaje enviado a la Central para su calibración deberá seguir la frecuencia de operaciones descriptas, las que quedarán documentadas en las planillas I-A y I-B.

El Responsable de la Central hará las operaciones de control de los resultados, y elaborará las curvas, rectas, etc, correspondientes a cada uno de los factores que se calculen para el equipo a calibrar.

De toda esta documentación se deberán elaborar cuatro (4) ejemplares los que serán distribuidos según detalle:

- . Original, para su entrega al usuario, previendo que el mismo lo incorpore a la Carpeta Historial de Control y Calibración del equipo.
- . Copia 1ª., para ser retenida en el Archivo de la Central de Calibración.

- . Copia 2ª., para su envío a la Sección Perfilaje del Dpto. Evaluación. El Jefe de esta Sección verificará esta documentación y mantendrá un 2do. archivo de la misma, siendo a su vez el Responsable del periódico envío de los equipos para su Control.
- . Copia 3ra., para su envío a la División Exploración y Desarrollo del Dpto. Evaluación, donde se realizan todos los ensayos, estudios y análisis referidos a la aplicación de factores de corrección y calibración de los equipos y a la interpretación de sus correspondientes perfilajes.



Dependencia: ①	EQUIPO:
Ubicación:	SONDA:
Observaciones:	

② RELACION DE LEYES ENTRE POZOS (BAJA/ALTA)(R)						
Pozos	TM2/TM3	TM1/TM3	PP/TM3	TM1/TM2	PP/TM2	PP/TM1
(R)				0.540	0.244	0.453

FACTORES DE TIEMPO MUERTO ③						
$l = \frac{B-A.R}{BA(1-R)}$		B= CPS Pozo baja ley		t= Tiempo muerto		
		A= CPS Pozo alta ley		n= CPS observadas		
$N = \frac{n}{1-nt}$		R= Relación leyes (B/A)		N= CPS corregidas		
l	TM2/TM3	TM1/TM3	PP/TM3	TM1/TM2	PP/TM2	PP/TM1
(1)						
t (promedio)=						

FACTORES DE AGUA (Corregido por t) ④				
∅ Pozo (mm.)	215	170	115	60
CPS máx. aire				
CPS máx. agua				
Rel.CPS máx. Aire/Agua				

FACTORES DE ENTUBADO (Corregido por t) ⑤					
Espesor tubo (mm.)	1	2	3	4	5
CPS máx. S/Tubo					
CPS máx. C/Tubo					
Rel.CPS máx. S/Tubo/C/Tubo					

FACTOR K ⑥	
$K \text{ (aire)} = \frac{x.h}{A.(\text{Factor agua})} = \frac{1.84365}{(115\text{mm.})} = \boxed{\phantom{000}}$	K.CPS máx.(en PP)= Constante =

Operador

Intérprete

CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA  
Villa 25 de Mayo - Dpto. San Rafael - Pcia. de Mendoza

E T A P A 1a.

"MODULOS DE CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS  
DE PERFILAJE GAMMA TOTAL DE SONDEOS"

A N E X O

ENSAYOS FISICOS Y ANALISIS DE LOS MATERIALES  
Y MINERAL UTILIZADO EN LOS CONCRETOS

EXPERIENCIAS PRELIMINARES  
ENSAYOS FISICO-QUIMICOS - MUESTRAS DEL MINERAL Y CONCRETO MINERALIZADO DE MODULOS

Nº	Muestras	Determinaciones Físicas				Análisis % U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Rad. Qco.	Observaciones
		Aparente gr/cm <sup>3</sup>	Real gr/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Humedad %		
1	Muestra A - Mineral Sa. Pintada - Tigre III, para elaborar concreto.	1,75	2,50	30	-	2,40 2,41	Radimetría sobre frascos cerrados con recuperación de equilibrio
2.1	Idem anterior	-	-	-	-	2,43	
2.2	"	-	-	-	-	2,26	
2.3	"	-	-	-	-	2,41	
2.4	"	-	-	-	-	2,20	
2.5	"	-	-	-	-	2,38	
2.6	"	-	-	-	-	2,41	
2.7	"	-	-	-	-	2,41	
2.8	"	-	-	-	-	2,40	
2.9	"	-	-	-	-	2,40	
2.10	"	-	-	-	-	2,43	
3.1	Muestra de Concreto - llenado Módulo semi infinito.	-	-	-	-	1,90 1,87	
3.2	Idem para Módulo infinito.	-	-	-	-	1,90 1,77	
3.3	"	-	-	-	-	1,85 1,81	
4.1	Muestra Concreto - Módulo semi infinito.	-	-	-	-	1,91	Radimetría sobre frascos cerrados con recuperación de equilibrio
4.2	"	-	-	-	-	1,75	
4.3	"	-	-	-	-	1,92	
4.4	"	-	-	-	-	1,89	
4.5	"	-	-	-	-	1,91	
4.6	"	-	-	-	-	1,73	
4.7	"	-	-	-	-	1,89	
4.8	"	-	-	-	-	1,76	
4.9	"	-	-	-	-	1,71	
4.10	"	-	-	-	-	1,78	
4.11	"	-	-	-	-	1,74	
4.12	"	-	-	-	-	1,90	
4.13	"	-	-	-	-	1,82	
5.1	Testigo extraído del Módulo de volumen semi infinito.	-	2,00	-	6,71	1,90 2,03	
5.2	"	-	2,08	-	8,30	1,80 2,09	
5.3	"	-	2,06	-	6,88	1,80 2,00	
5.4	"	-	2,09	-	8,73	1,90 1,95	
6.1	Testigo extraído del Módulo de volumen infinito.	-	2,04	-	14,71	1,80 1,86	
6.2	"	-	2,06	-	13,25	1,80 1,86	
6.3	"	-	2,07	-	13,76	1,80 1,75	

ANALISIS POR ACTIVACION

Objeto: Estudio de equilibrio radiactivo en la familia del Uranio  
 Muestra: mineral . . . Procedencia: Sierra Pintada Fecha: 6/12/79 . . . Analista: C. GOMEZ  
 Técnica: Medición de actividad natural por espectrometría gamma con detector de alta resolución

PREPARACION DE LA MUESTRA:

Antes de irradiación: Las muestras fueron pesadas y selladas en recipientes de plástico p/medición  
 Después de irradiación: No fueron irradiadas

METODO DE ACTIVACION:

Standards: Se utilizaron standards MBL N° 74 (U: 0,1%) en equilibrio radiactivo entre  $U^{238}$  y  $Ra^{226}$

INSTRUMENTACION:

Detector: Princeton Gamma Tech . . . Tipo: Ge (Li) coaxil . . . Resolución: 2,3 Kev . . . Tamaño: 70 cm<sup>3</sup>  
 Analizador: Hewlett Packard . . . Tipo: 4096 canales . . . Características: -  
 Computador: Hewlett Packard . . . Tipo: 9810 A . . . Programa usado: Cálculo de áreas (Covell) concentración, error y corrección por decaimiento

RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES EFECTUADAS EN MUESTRAS:

Muestra N°	Elementos	Resultados
Sierra Pintada	$Ra^{226}$ (p.p.m.)	$(6,8 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$

Expresión de los resultados y sus errores:  $Ra^{226}$ , calculado como promedio de los picos de 295 Kev y 352 Kev del  $Pb^{214}$  y el de 609 Kev del  $Bi^{214}$  hijas del  $Ra^{226}$ .

La concentración teórica de  $Ra^{226}$ , suponiendo equilibrio radioactivo entre los miembros de la familia y de acuerdo a los datos obtenidos para uranio y torio empleando análisis por activación.

Informe N° 1: . . .  
 Elementos  $Ra^{226}$  (p.p.m.)  
 Procedencia de la muestra: Sierra Pintada  
 Resultado:  $(7,46 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$

Al error consignado, habría que adicionarle el error gral. del método, que es del orden del 10%.

CUADRO 2

CUADRO DE IDENTIFICACION DE MUESTRAS  
OBTENIDAS EN LOS MODULOS:

FACTOR DE AGUA Y ENTUBADO (FAE)      POZOS DE TIEMPO MUERTO (TM)      POZO PATRON

Sector N° 1			Sector N° 2			Sector N° 3			N° 1			N° 2			N° 3			(PP)					
Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Hormigón Mineralizado	Estéril
Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado	Hormigón Mineralizado
Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Hormigón Mineralizado	Estéril

CALCULO DE PROPORCIONES PARA EL HORMIGON MINERALIZADO

Secciones	Ley del mineral Disponible (% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Ley Calculada (% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Dosificación de Hormigón			
			Mineral (Kg.)	Cemento (Kg.)	Agua (Kg.)	Arena (Kg.)
FAE - Sector N°1	3,00	2,44	4375	1000	712	-
FAE - Sector N°2	3,00	2,44	5425	1240	884	-
FAE - Sector N°3	3,00	2,44	3675	840	598	-
TM - N°1	4,38	3,57	4375	1000	712	-
TM - N°2	7,93	6,45	4375	1000	712	-
TM - N°3	-	-	-	-	-	-
PP.	3,75	2,00	2866	1000	712	1509

BLOQUE PARA FACTOR AGUA Y ENTUBADO  
(FAE)

"ANALISIS DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS  
EN LA PREPARACION DEL BLOQUE FAE."

- 1 - Determinaciones Físicas sobre los Concretos.
- 2 - Análisis Radimétricos con Muestras NO estabilizadas.
- 3 - Análisis Radimétricos con Muestras estabilizadas.
- 4 - Análisis Químicos.

BLOQUE F.A.E.

DETERMINACIONES FISICAS SOBRE CONCRETOS MINERALIZADOS Y ESTERILES

(MUESTRAS GRANDES - Aprox. 2 kg - Volumen 973 cc)

LUGAR Y FECHA	CONCRETOS	MUESTRA N°	D E N S I D A D %		AGUA %
			en seco	en húmedo	
SECTOR N° 1 12/12/79	Concreto Mineralizado	11	1,90	-	-
	" "	12	1,86	2,00	9,89
	" "	13	1,86	-	-
	" "	14	1,84	-	-
	" "	15	1,85	-	-
	" "	16	1,84	-	-
	" "	17	1,81	2,00	9,85
	" "	18	1,82	-	-
	" "	19	1,85	-	-
	" "	20	1,85	2,00	10,30
		PROMEDIO	-	1,85	2,01
	ESTERIL INFERIOR	S/Muestra	-	-	-
	ESTERIL SUPERIOR	-	2,21	2,31	4,36

SECTOR N° 2 11/12/79	Concreto Mineralizado	36	1,89	-	-
	" "	37	1,89	2,10	10,87
	" "	38	1,88	-	-
	" "	39	1,87	-	-
	" "	40	1,90	-	-
	" "	41	1,87	2,09	10,61
	" "	42	1,87	-	-
	" "	43	1,88	-	-
	" "	44	1,87	-	-
	" "	45	1,87	2,09	10,61
		PROMEDIO	-	1,88	2,09
	ESTERIL INFERIOR	-	2,07	2,20	6,11
	ESTERIL SUPERIOR	-	2,14	2,26	5,23

SECTOR N° 3 12/12/79	Concreto Mineralizado	1	1,87	1,06	10,27
	" "	2	1,85	-	-
	" "	3	1,84	-	-
	" "	4	1,88	-	-
	" "	5	1,84	2,07	11,17
	" "	6	1,86	-	-
	" "	7	1,85	-	-
	" "	8	1,85	-	-
	" "	9	1,86	-	-
	" "	10	1,84	2,07	11,17
		PROMEDIO	-	1,85	2,07
	ESTERIL INFERIOR	-	2,18	2,31	5,48
	ESTERIL SUPERIOR	-	2,18	2,29	5,74

BLOQUE F.A.E.

ANALISIS RADIMETRICO CON MUESTRAS NO ESTABILIZADAS

SECTOR N° 1

(Fecha de análisis: 16/1/80)

EFECTO CERO			
γ total - 3795	U - 90		
K - 199	Th- 33		

MUESTRA N°	LECTURA DE MUESTRAS (c/minuto)				CUENTAS/MINUTO (Netas)				PESO DE LA MUESTRA	CUENTAS/ MINUTO/100 grs			
	γ total	K	U	Th	γ total	K	U	Th		γ total	K	U	Th
11	11228	591	612	54	7433	392	522	21	330,2	2251	119	158	6
12	11792	613	624	60	7997	414	534	27	327,9	2422	125	162	8
13	11387	600	596	49	7592	401	506	16	324,9	2299	121	153	5
14	11520	581	613	52	7725	382	523	19	330,0	2339	116	158	6
15	11275	612	595	56	7480	413	505	23	329,5	2265	125	153	7
16	11070	575	599	54	7275	376	509	21	335,8	2203	114	154	6
17	11407	621	615	57	7612	422	525	24	338,2	2305	128	159	7
18	11280	587	588	54	7485	388	498	21	334,1	2267	118	151	6
19	11395	601	603	61	7600	402	513	28	335,6	2302	122	155	8
20	11677	604	629	54	7682	405	539	21	339,2	2387	123	163	6
PROMEDIO	11403	598	607	55	7608	399	517	22	332,5	2304	121	157	7

SECTOR N° 2

(Fecha de análisis: 17/1/80)

EFECTO CERO			
γ total - 3847	U - 90		
K - 206	Th- 35		

36	11982	601	666	44	8135	395	561	9	347,2	2343	114	162	3
37	11438	566	633	52	7591	360	528	17	346,1	2193	104	153	5
38	11842	602	660	52	7995	395	555	17	346,7	2306	114	160	5
39	11772	606	654	44	7925	400	549	9	346,7	2286	115	158	3
40	11442	586	601	56	7595	380	496	21	342,2	2278	111	145	6
41	11698	599	645	51	7851	393	540	16	341,0	2302	115	158	5
42	11645	580	638	50	7798	374	533	15	343,3	2271	109	155	5
43	11680	608	623	51	7833	402	518	16	343,3	2280	117	151	5
44	11270	594	613	48	7423	388	508	13	339,0	2290	114	150	4
45	11585	601	632	55	7738	395	527	20	341,6	2265	116	154	6
PROMEDIO	11635	594	636	50	7788	388	532	15	343,7	2272	113	155	5

SECTOR N° 3

(Fecha de análisis: 16/1/80)

EFECTO CERO			
γ total - 3795	U - 90		
K - 199	Th- 33		

1	12380	642	681	54	8585	443	591	21	328,8	2611	135	180	6
2	12115	627	668	50	8320	428	576	17	336,3	2474	127	172	5
3	12220	624	678	47	8425	425	588	14	331,2	2544	128	178	4
4	11960	622	655	56	8165	423	565	23	331,0	2467	128	171	7
5	12298	640	674	52	8503	441	584	19	327,7	2595	135	178	6
6	12347	634	676	55	8552	435	588	22	329,1	2599	132	179	7
7	12105	620	665	53	8310	421	575	20	330,6	2514	127	174	6
8	12392	614	685	49	8597	415	595	16	332,5	2586	125	179	5
9	12405	627	690	59	8610	428	608	26	329,8	2611	130	184	8
10	12310	630	672	54	8515	439	582	21	334,5	2546	131	174	6
PROMEDIO	12253	629	675	53	8458	430	585	20	331,1	2555	130	177	6

EQUIPO: Espectrómetro Geométrics GR - 40 con detector GFX - 21.

BLOQUE F.A.E.

ANALISIS RADIMETRICOS CON MUESTRAS ESTABILIZADAS

SECTOR N° 1

(Fecha de análisis 8/2/80)

EFFECTO CERO			
$\gamma$ total - 3376	U - 56		
K - 177	Th-28		

Tiempo de recuperación de equilibrio: 23 días

MUESTRA N°	LECTURA DE MUESTRAS (c/minuto)				CUENTAS/MINUTO (NETAS)				PESO DE LA MUESTRA	CUENTAS/MINUTO/ 100 gr			
	$\gamma$ total	K	U	Th	$\gamma$ total	K	U	Th		$\gamma$ total	K	U	Th
11	13225	667	755	51	9840	490	699	23	330,2	2983	148	212	7
12	13540	699	737	60	10164	522	681	32	327,9	3100	159	206	10
13	13035	669	740	56	9659	492	684	28	324,9	2973	151	211	9
14	13285	709	725	57	9909	532	669	29	330,0	3003	161	203	9
15	13225	724	756	58	9849	547	700	30	329,5	2989	166	212	9
16	12998	694	698	70	9622	517	638	42	335,8	2865	154	190	13
17	13310	699	740	60	9934	522	684	32	338,2	2937	154	202	9
18	13213	718	697	65	9837	541	641	37	334,1	2944	162	192	11
19	13088	706	740	54	9712	529	684	26	335,6	2894	158	204	8
20	13250	689	740	60	9874	512	684	32	339,2	2911	151	202	9
PROMEDIO	13217	697	733	59	9841	520	677	31	332,5	2960	156	204	9

SECTOR N° 2

(Fecha de análisis: 11/2/80)

EFFECTO CERO			
$\gamma$ total - 3880	U - 90		
K - 195	Th-33		

Tiempo de recuperación de equilibrio: 25 días

36	15278	829	816	62	11398	634	726	29	347,2	3283	183	209	8
37	14775	779	799	70	10895	684	709	37	346,1	3148	169	205	11
38	14663	751	857	58	10783	556	767	25	346,7	3110	160	221	7
39	14820	758	829	55	10940	563	739	22	346,7	3155	162	213	6
40	14535	757	822	63	10655	562	732	30	342,2	3117	164	214	9
41	14553	762	824	57	10673	567	734	24	341,0	3130	166	215	7
42	14575	764	830	61	10695	569	740	28	343,3	3115	166	216	8
43	14800	789	831	70	10920	594	741	37	343,3	3181	173	216	11
44	14568	770	833	73	10688	575	743	40	339,0	3153	170	219	12
45	14748	763	805	70	10868	568	715	37	341,6	3182	166	209	11
PROMEDIO	14732	772	825	64	10852	577	735	31	343,7	3157	168	214	9

SECTOR N° 3

(Fecha de análisis: 8/2/80)

EFFECTO CERO			
$\gamma$ total - 3376	U - 56		
K - 177	Th-28		

Tiempo de recuperación de equilibrio: 23 días

1	14695	734	841	57	11319	557	785	29	328,8	3443	169	239	9
2	14768	731	854	57	11392	554	798	29	336,3	3387	165	237	9
3	14555	744	837	57	11179	567	781	29	331,2	3375	171	236	9
4	14485	753	831	57	11109	576	775	29	331,0	3356	174	234	9
5	14830	768	853	65	11454	591	797	37	327,7	3495	180	243	11
6	15013	794	869	65	11637	617	813	37	329,1	3536	187	247	11
7	14680	776	798	63	11304	599	742	35	330,6	3419	181	224	11
8	14825	815	820	70	11449	638	764	42	332,5	3443	192	230	13
9	15055	805	847	72	11679	628	791	44	329,8	3541	190	240	13
10	14560	707	843	53	11184	530	787	25	334,5	3344	158	235	7
PROMEDIO	14747	763	839	62	11371	586	783	34	331,1	3434	177	237	10

Equipo: Espectrómetro Geométrico GR - 40 con detector GPX - 21.

BLOQUE FAE.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMANACION (Coef. e)

(Cálculo sobre valores promedio)

FAE.	γ Total			U		
	Inicial	Final	Coef. e	Inicial	Final	Coef. e
Sector 1	2304	2960	0,22	157	204	0,23
Sector 2	2272	3157	0,28	155	214	0,28
Sector 3	2555	3434	0,26	177	237	0,25

ANALISIS QUIMICOS - METODO: D.B.M.-ESPECTROFOTOMETRIA

FAE.	Nº Muestra	%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Media Aritmética	Mediana	Desviación Típica
Sector 1	11	1,97			
	12	1,97			
	13	1,94			
	14	1,91			
	15	1,88			
	16	1,91			
	17	1,91			
	18	2,16			
	19	1,75			
	20	2,03	1,94	1,93	0,1
Sector 2	36	2,16			
	37	2,03			
	38	2,16			
	39	2,06			
	40	2,31			
	41	2,09			
	42	2,09			
	43	2,06			
	44	2,09			
	45	2,09	2,11	2,09	0,076
Sector 3	1	2,47			
	2	2,28			
	3	2,34			
	4	2,47			
	5	2,31			
	6	2,39			
	7	2,39			
	8	2,39			
	9	2,33			
	10	2,33	2,37	2,37	0,061

"MODULOS" PARA SECCIONES DE TIEMPO MUERTO  
(TM)

"ANALISIS DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN LA  
PREPARACION DE MODULOS DE TIEMPO MUERTO"

- 1 - Determinaciones Físicas sobre los Concretos.
- 2 - Análisis Radimétricos con Muestras NO estabilizadas.
- 3 - Análisis Radimétricos con Muestras estabilizadas.
- 4 - Análisis Químicos.

MODULOS TIEMPO MUERTO (TM)

DETERMINACIONES FISICAS SOBRE CONCRETOS MINERALIZADOS Y ESTERILES

(Muestras Grandes - Aprox. 2 Kg.- Volumen 973 cc.)

Lugar y Fecha	Concretos	Muestra N°	D e n s i d a d %		Agua %
			En seco	En húmedo	
TM-1 14/12/79	Concreto Mineralizado	46	1,92	-	-
	" "	47	1,92	2,12	9,95
	" "	48	1,92	-	-
	" "	49	1,91	-	-
	" "	50	1,94	-	-
	" "	51	1,88	-	-
	" "	52	1,87	-	-
	" "	53	1,87	2,11	10,95
	" "	54	1,88	-	-
	" "	55	1,87	-	-
	" "	56	1,88	-	-
	" "	57	1,89	-	-
	" "	58	1,90	-	-
	" "	59	1,93	-	-
	" "	60	1,89	2,11	10,98
	Promedio	-	1,90	2,11	10,61
	Estéril Inferior	-	2,17	2,30	5,59
	Estéril Superior	-	2,26	2,36	4,01
TM-2 11/12/79	Concreto Mineralizado	21	1,95	-	-
	" "	22	1,96	-	-
	" "	23	1,97	2,16	8,57
	" "	24	1,95	-	-
	" "	25	1,94	-	-
	" "	26	1,97	-	-
	" "	27	1,98	-	-
	" "	28	1,93	2,14	9,02
	" "	29	1,95	-	-
	" "	30	1,96	-	-
	" "	31	1,92	-	-
	" "	32	1,94	-	-
	" "	33	1,91	-	-
	" "	34	1,92	-	-
	" "	35	1,89	2,10	9,85
	Promedio	-	1,94	2,13	9,15
	Estéril Inferior	-	2,01	2,11	4,87
	Estéril Superior	-	2,20	2,32	5,01
TM-3	Estéril Inferior	-	2,19	2,29	4,04
	Estéril Superior	no hay muestra	-	-	-

MODULOS TM.  
ANALISIS RADIMETRICOS CON MUESTRAS NO ESTABILIZADAS  
TIEMPO MUERTO N° 1

Efecto Cero

$\gamma$ total - 3999	U - 100
K - 203	Th - 35

(Fecha de análisis: 21/1/80)

Muestra N°	Lectura de Muestras (c/minuto)				Cuentas/minuto (netas)				Peso de la Muestra	Cuentas/minuto/100grs.			
	total	K	U	Th	$\gamma$ total	K	U	Th		$\gamma$ total	K	U	Th
46	18210	940	1045	79	14210	737	945	44	344,9	4120	214	274	13
47	18702	1010	1075	80	14703	807	975	45	349,9	4202	231	279	13
48	18400	987	1040	78	14401	784	940	43	349,2	4124	225	269	12
49	18575	1007	1079	79	14576	804	979	44	351,6	4146	229	278	13
50	18575	1007	1079	79	14576	804	979	44	351,6	4146	229	278	13
51	18205	934	1082	71	14206	731	982	36	347,8	4085	210	202	10
52	18232	942	1088	71	14233	739	988	36	343,8	4140	215	287	10
53	18070	940	1058	64	14071	737	958	29	344,0	4090	214	278	8
54	18002	956	1054	72	14003	753	954	37	344,7	4062	218	277	11
55	17865	923	1020	71	13866	720	920	36	342,8	4045	210	268	11
56	17947	937	1041	78	13948	734	941	43	345,4	4038	213	272	12
57	18032	952	1055	74	14033	749	955	39	341,5	4109	219	280	11
58	18125	958	1074	70	14126	755	974	35	345,5	4089	219	282	10
59	18100	966	1046	77	14101	763	946	42	346,1	4074	220	273	12
60	18087	989	1031	71	14088	786	931	36	343,8	4098	229	271	10
Promedio	18184	961	1055	74	14185	758	955	39	345,4	4107	219	271	11

TIEMPO MUERTO N° 2

Efecto Cero

$\gamma$ total - 3999	U - 100
K - 203	Th - 35

(Fecha de análisis: 21/1/80)

21	34190	1812	2126	120	30191	1609	2026	85	347,7	8683	463	583	24
22	34570	1838	2093	131	30571	1635	1993	96	346,0	8835	473	576	28
23	34305	1858	2064	129	30306	1665	1954	94	349,8	8664	476	561	27
24	33620	1761	2130	113	29621	1558	2030	78	351,3	8432	444	578	22
25	34125	1804	2179	104	30126	1601	2079	69	343,6	8768	466	605	20
26	33090	1773	2056	122	29091	1570	1956	87	339,1	8579	463	577	26
27	33830	1782	2080	122	29831	1579	1980	87	348,4	8562	453	568	25
28	33840	1765	2160	120	29841	1562	2060	85	347,1	8597	450	593	24
29	34495	1792	2151	117	30496	1589	2051	82	344,9	8842	461	595	24
30	34365	1945	2139	122	30366	1742	2039	87	347,3	8743	502	587	25
31	34505	1814	2103	125	30506	1611	2003	90	346,0	8817	466	579	26
32	34355	1881	2116	147	30356	1678	2016	112	337,1	9005	498	598	33
33	34400	1863	2217	116	30401	1660	2117	81	347,5	8748	478	609	23
34	33275	1760	2052	108	29276	1557	1952	73	345,2	8481	451	565	21
35	33490	1799	2106	118	29491	1596	2006	83	344,3	8566	464	583	24
Promedio	34030	1817	2118	121	30031	1614	2018	86	345,7	8688	467	584	25

Equipo: Espectrómetro Geometrics GR - 40 con detector GPX - 21.

CUADRO 9

MODULOS TM.  
ANALISIS RADIMETRICOS CON MUESTRAS ESTABILIZADAS  
TIEMPO MUERTO Nº 1

Efecto Cero	
$\gamma$ total - 3870	U - 93
K - 216	Th - 34

(Fecha de análisis: 13/2/80)

Tiempo de recuperación de equilibrio: 23 días

Muestra Nº	Lectura de Muestras (c/minuto)				Cuentas/minuto (netas)				Peso de la Muestra	Cuentas/minuto/100gr.			
	$\gamma$ total	K	U	Th	$\gamma$ total	K	U	Th		$\gamma$ total	K	U	Th
46	23100	1195	1433	75	19230	979	1340	41	344,9	5576	284	389	12
47	23300	1209	1434	77	19430	993	1341	43	349,9	5553	284	383	12
48	23448	1233	1441	88	19578	1017	1348	54	349,2	5607	291	386	15
49	23503	1279	1455	86	19633	1063	1362	52	340,3	5769	312	388	15
50	23398	1250	1429	95	19528	1034	1336	61	351,6	5554	294	380	17
51	23560	1295	1403	93	19690	1079	1310	59	347,8	5661	310	377	17
52	23483	1277	1409	98	19613	1061	1316	64	343,8	5705	309	383	19
53	22733	1159	1362	88	18863	943	1269	54	344,0	5483	274	369	16
54	23045	1205	1399	75	19175	989	1306	41	344,7	5563	287	379	12
55	22845	1202	1439	94	18975	986	1346	60	342,8	5535	288	392	18
56	23305	1238	1415	87	19435	1022	1322	53	345,4	5627	296	383	15
57	23243	1251	1414	85	19373	1035	1321	51	341,5	5673	303	387	15
58	23428	1250	1431	94	19558	1034	1338	60	345,5	5661	299	387	17
59	23525	1249	1428	93	19655	1033	1335	59	346,1	5679	298	386	17
60	23390	1268	1426	99	19520	1052	1333	65	343,8	5678	306	388	19
Promedio	23287	1237	1421	88	19417	1021	1328	54	345,4	5622	296	384	16

TIEMPO MUERTO Nº 2

Efecto Cero	
$\gamma$ total - 3780	U - 93
K - 216	Th - 34

(Fecha de análisis: 13/2/80)

Tiempo de recuperación de equilibrio: 23 días

21	37550	1949	2410	123	33770	1733	2317	89	347,7	9712	498	666	26
22	38100	2002	2403	137	34320	1786	2310	103	346,0	9919	516	668	30
23	37845	2027	2458	127	34065	1811	2365	93	349,8	9738	518	676	27
24	37160	1990	2339	131	33380	1774	2246	97	351,3	9502	505	639	28
25	38600	2069	2432	133	34820	1853	2339	99	343,6	10134	539	681	29
26	37145	2085	2281	123	33365	1869	2188	89	339,1	9839	551	645	26
27	36655	1854	2392	96	32875	1638	2299	62	348,4	9436	470	660	18
28	37050	1871	2337	97	33270	1655	2244	63	347,1	9585	480	647	18
29	37525	1939	2390	104	33745	1723	2297	70	344,9	9784	500	666	20
30	37815	1912	2372	100	34035	1696	2279	66	347,3	9780	488	656	19
31	37575	1950	2441	117	33795	1734	2348	83	346,0	9767	501	679	24
32	37300	1923	2463	100	33520	1707	2370	66	337,1	9944	506	703	20
33	36515	1879	2360	117	32735	1663	2267	83	347,5	9420	479	652	24
34	36755	1896	2366	129	32975	1680	2273	95	345,2	9552	487	658	28
35	36600	1912	2337	108	32820	1696	2244	74	344,3	9532	493	652	21
Promedio	37346	1951	2385	116	33566	1735	2292	82	345,7	9710	502	663	24

Equipo: Espectrómetro Geometrics GR - 40 con detector GPX - 21.

MODULOS DE TIEMPO MUERTO  
CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMANACION (Coef. e)

(Cálculo sobre valores promedio)

	$\gamma$ Total			U		
	Inicial	Final	Coef. e	Inicial	Final	Coef. e
TM-1	4.107	5.620	0,27	271	384	0,29
TM-2	8.688	9.710	0,11	584	663	0,12

ANALISIS QUIMICOS - METODO: D.B.M.- ESPECTROFOTOMETRIA

TM.	Nº Muestra	%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Media Aritmética	Mediana	Desviación Típica
TM-1	46	3,34	3,38	3,34	0,1646
	47	3,16			
	48	3,34			
	49	3,25			
	50	3,31			
	51	3,31			
	52	3,34			
	53	3,44			
	54	3,34			
	55	3,25			
	56	3,53			
	57	3,34			
	58	3,38			
	59	3,88			
60	3,44				

TM-2	61	6,25	6,26	6,25	0,04263
	62	6,25			
	63	6,25			
	64	6,38			
	65	6,25			
	66	6,13			
	67	6,62			
	68	6,31			
	69	6,25			
	70	6,06			
	71	6,25			
	72	6,38			
	73	6,13			
	74	6,31			
75	6,13				

"MODULO" PARA POZO PATRON

(PP)

"ANALISIS DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN LA  
PREPARACION DE MODULOS DEL POZO PATRON"

- 1 - Determinaciones Físicas sobre los Concretos.
- 2 - Análisis Radimétricos con Muestras NO estabilizadas.
- 3 - Análisis Radimétricos con Muestras estabilizadas.
- 4 - Análisis Químicos.

MODULO POZO PATRON

DETERMINACIONES FISICAS SOBRE CONCRETOS MINERALIZADOS Y ESTERILES

(Muestras Grandes - Aprox. 2 Kg.- Volumen 973 cc.)

Lugar y Fecha	Concretos	Muestra N°	Densidad gr/cm <sup>3</sup>		Agua %
			en seco	en húmedo	
P.P. 14/12/79	Concreto Mineralizado	61	2,00	-	-
	" "	62	1,97	-	-
	" "	63	1,94	2,12	10,18
	" "	64	1,93	-	-
	" "	65	1,93	-	-
	" "	66	1,93	2,12	9,96
	" "	67	1,94	-	-
	" "	68	1,96	-	-
	" "	69	1,92	-	-
	" "	70	1,95	-	-
	" "	71	1,92	-	-
	" "	72	1,93	2,12	10,06
	" "	73	1,92	-	-
	" "	74	1,94	-	-
	" "	75	1,96	-	-
	" "	76	1,94	-	-
	" "	77	1,92	-	-
	" "	78	1,92	-	10,00
	" "	79	1,92	-	-
	" "	80	1,86	-	-
	" "	81	1,95	2,13	10,27
	" "	82	1,94	-	-
	" "	83	1,92	-	-
	" "	84	1,92	-	10,00
	" "	85	1,92	-	-
	" "	86	1,94	-	-
	" "	87	1,94	2,11	9,83
	" "	88	1,92	-	-
	" "	89	1,95	-	-
	" "	90	1,93	2,12	9,83
	" "	91	1,89	-	-
	" "	92	1,89	-	-
	" "	93	1,89	-	-
	" "	94	1,91	-	-
	" "	95	1,94	-	-
	" "	96	1,92	2,11	10,88
	" "	97	1,93	-	-
	" "	98	1,90	-	-
	" "	99	1,93	-	-
	" "	100	1,91	-	-
	" "	101	1,89	-	-
	" "	102	1,91	2,11	10,37
	" "	103	1,87	-	-
	" "	104	1,93	-	-
	Promedio	-	1,93	2,12	10,16
	Estéril Inferior	-	2,13	2,24	4,74
	Estéril Superior	-	2,16	2,26	4,33

ANALISIS RADIMETRICOS CON MUESTRAS NO ESTABILIZADAS

Efecto Cero	
$\gamma$ total	- 3773
K	- 200
U	- 87
Th	- 34

POZO PATRON (P.P.)

(Fecha de análisis 23/1/80 y 24/1/80)

MUESTRA Nº	LECTURA DE MUESTRAS (c/minuto)				CUENTAS/MINUTO (NETAS)				PESO DE LA MUESTRA	CUENTAS/MINUTO/ 100 grs			
	$\gamma$ total	Potasio	Uranio	Torio	$\gamma$ total	K	U	Th		$\gamma$ total	K	U	Th
61	10351	543	523	53	6578	343	436	19	342,2	1922	100	127	6
62	10308	553	520	54	6535	353	433	20	341,1	1916	103	127	6
63	10143	536	502	57	6370	336	415	23	342,3	1861	96	121	7
64	10227	538	518	49	6454	338	431	15	341,6	1889	99	126	4
65	10022	525	516	50	6249	325	429	16	340,1	1837	96	126	5
66	10143	540	533	46	6370	340	446	12	344,8	1847	99	129	3
67	9966	523	513	48	6193	323	426	14	343,8	1801	94	124	4
68	10157	508	530	46	6384	308	443	12	343,9	1856	90	129	3
69	10353	542	534	53	6580	342	447	19	343,5	1916	100	130	6
70	10093	539	509	52	6320	339	422	18	340,9	1854	99	124	5
71	10287	537	524	49	6514	337	438	15	342,1	1904	99	128	4
72	10405	556	508	56	6632	356	421	22	343,6	1930	104	123	6
73	10646	563	545	55	6873	363	458	21	346,3	1985	105	132	6
74	10226	536	504	60	6453	336	417	26	343,5	1879	98	121	8
75	10406	557	511	55	6633	357	424	21	342,6	1936	104	124	6
76	10245	536	532	47	6472	336	445	13	345,3	1874	97	129	4
77	9997	535	496	46	6224	335	409	12	348,9	1784	96	117	3
78	10258	549	518	57	6485	349	431	23	348,8	1859	100	124	7
79	10015	528	498	57	6242	328	411	23	341,7	1827	96	120	7
80	9917	518	484	52	6144	318	397	18	344,5	1783	92	115	5
81	10202	532	529	48	6429	332	445	14	352,9	1822	94	126	4
82	10187	539	520	56	6414	339	433	22	343,6	1867	99	126	6
83	10157	538	505	50	6384	338	418	16	351,6	1816	96	119	5
84	10302	549	518	54	6529	349	431	20	353,4	1847	99	122	6
85	9818	504	515	45	6045	304	428	11	345,0	1752	88	124	3
86	9888	515	509	46	6115	315	422	12	342,0	1788	92	123	4
87	10022	517	497	47	6249	317	410	13	350,9	1781	90	117	4
88	10053	517	526	52	6280	317	439	18	345,0	1820	92	127	5
89	10020	508	495	48	6247	308	408	14	351,5	1777	88	116	4
90	10147	549	516	50	6374	349	429	16	348,1	1831	100	123	5
91	10302	531	524	49	6529	331	437	15	345,9	1888	96	126	4
92	10225	561	512	49	6452	361	425	15	345,3	1869	105	123	4
93	10325	555	524	54	6552	355	437	20	343,0	1910	104	127	6
94	10230	515	538	47	6457	315	451	13	347,2	1860	91	130	4
95	10129	520	522	49	6356	320	435	15	348,6	1823	92	125	4
96	10172	533	542	52	6399	333	455	18	344,4	1858	97	132	5
97	10310	543	530	48	6537	343	443	14	345,3	1893	99	128	4
98	10085	521	525	52	6312	321	438	18	343,0	1840	94	128	5
99	10148	539	534	50	6375	339	447	16	344,4	1851	98	130	5
100	10122	527	506	54	6349	327	419	20	343,6	1848	95	122	6
101	10260	530	524	51	6487	330	437	17	345,3	1879	96	127	5
102	10137	523	510	52	6364	323	423	18	343,4	1853	94	123	5
103	10125	520	498	56	6352	320	411	22	345,6	1838	93	119	6
104	10240	566	527	50	6467	366	440	16	346,4	1867	106	127	5
PROMEDIO	10177	534	517	51	6404	334	430	17	345,2	1855	97	125	5

CUADRO 13

ANALISIS RADIMETRICOS CON MUESTRAS ESTABILIZADAS

EFFECTO CERO	
ytotal	- 3900
K	- 198
U	- 99
Th	- 34

PCZO PATRON (P.P.)-(FECHA DE ANALISIS: 17 y.18/2/80)

Tiempo de recuperaci3n de equilibrio: 25 y 26 d1as

MUESTRA Nº	LECTURA DE MUESTRAS (c/minuto)				CUENTAS/MINUTO (NETAS)				PESO DE LA MUESTRA	CUENTAS/MINUTO/100 grs			
	ytotal	Potasio	Uranio	Torio	ytotal	K	U	Th		ytotal	K	U	Th
61	12915	670	727	49	9015	472	628	15	342,2	2634	138	184	4
62	12828	672	719	56	8928	474	620	22	341,1	2617	139	182	6
63	12683	666	701	60	8783	468	602	26	342,3	2566	137	176	4
64	12852	675	694	62	8952	477	595	28	341,6	2621	140	174	8
65	12690	642	696	58	8790	444	597	24	340,1	2585	131	176	7
66	13012	671	721	57	9112	473	622	23	344,8	2643	137	180	7
67	12632	656	716	56	8732	458	617	22	343,8	2540	133	179	6
68	12848	686	685	53	8948	488	586	19	343,9	2602	142	170	6
69	13295	709	737	61	9395	511	638	27	343,5	2735	149	186	8
70	13075	685	692	64	9175	487	593	30	340,9	2691	143	174	9
71	12777	647	722	55	8877	449	623	21	342,1	2595	131	132	6
72	12952	672	719	59	9052	474	620	25	343,6	2634	138	180	7
73	13408	701	758	58	9508	503	659	24	346,3	2746	145	190	7
74	12683	670	709	58	8783	472	610	24	343,5	2557	137	178	7
75	12665	667	689	60	8765	469	590	26	342,6	2558	137	172	8
76	11033	569	572	49	7133	371	473	15	345,3	2066	107	137	4
77	12808	682	694	63	8908	484	595	29	348,9	2553	139	171	8
78	12838	688	685	60	8938	490	586	26	348,8	2563	140	168	7
79	12475	655	689	56	8575	457	590	22	341,1	2514	134	173	6
80	12600	659	667	52	8700	461	568	18	344,5	2525	134	165	5
81	12830	662	708	54	8930	464	609	20	352,9	2530	131	173	6
82	12757	680	690	56	8857	482	591	22	343,6	2578	140	172	6
83	12843	668	717	58	8943	470	618	24	351,6	2544	134	176	7
84	12208	632	672	60	8308	434	573	26	353,4	2351	123	162	7
85	12572	658	684	61	8672	460	585	27	345,0	2514	133	170	8
86	12782	693	685	55	8882	495	586	21	342,0	2597	145	171	6
87	12768	661	720	57	8868	463	621	23	350,9	2527	132	177	7
88	12668	636	708	57	8768	438	609	23	345,0	2541	127	177	7
89	12678	676	683	56	8778	478	584	22	351,5	2497	136	166	6
90	12797	641	739	53	8897	443	640	19	348,1	2556	127	184	5
91	12736	660	718	49	8837	462	619	15	345,9	2555	134	179	4
92	12540	668	700	56	8640	470	601	22	345,3	2502	136	174	6
93	12830	668	714	54	8930	470	615	20	343,0	2604	137	179	6
94	12813	671	697	59	8913	473	598	25	347,2	2567	136	172	7
95	12937	697	718	59	9037	499	619	25	348,6	2592	143	178	7
96	12855	686	711	53	8955	488	612	19	344,4	2600	142	178	6
97	12695	668	693	59	8795	470	594	25	345,3	2547	136	172	7
98	12817	680	684	60	8917	482	585	26	343,0	2600	141	171	8
99	12435	663	680	54	8585	465	581	20	344,4	2478	135	169	6
100	12393	631	678	51	8490	433	579	17	343,6	2471	126	169	5
101	12378	661	696	58	8478	463	597	14	345,3	2455	134	173	7
102	12366	653	684	53	8466	455	585	19	343,4	2465	113	170	6
103	12466	669	676	57	8566	471	577	23	345,6	2479	136	167	7
104	12868	671	709	60	8968	473	610	26	346,4	2589	137	176	8
PROMEDIO	12707	666	699	57	8807	468	600	23	345,2	2551	136	174	7

CUADRO 14

MODULO POZO PATRON

(PP.)

CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMANACION (Coef. e)

(Cálculo sobre valores promedio)

	$\gamma$ Total			U		
	Inicial	Final	Coef. e	Inicial	Final	Coef. e
PP.	1855	2551	0,27	125	174	0,28

ANALISIS QUIMICOS - METODO: D.B.M.- ESPECTROFOTOMETRIA

PP.	Nº Muestra	% $U_3O_8$	Media Aritmética	Mediana	Desviación Típica
	61	1,53			
	62	1,58			
	63	1,52			
	64	1,58			
	65	1,47			
	66	1,50			
	67	1,53			
	68	1,52			
	69	1,50			
	70	1,49			
	71	1,49			
	72	1,42			
	73	1,52			
	74	1,48			
	75	1,50			
	76	1,50			
	77	1,38			
	78	1,46			
	79	1,52			
	80	1,47			
	81	1,50			
	82	1,59			
	83	1,41			
PP.	84	1,49			
	85	1,53			
	86	1,53			
	87	1,64			
	88	1,50			
	89	1,50			
	90	1,47			
	91	1,77			
	92	1,63			
	93	1,59			
	94	1,53			
	95	1,47			
	96	1,59			
	97	1,61			
	98	1,53			
	99	1,56			
	100	1,59			
	101	1,56			
	102	1,59			
	103	1,55			
	104	1,47	1,53	1,52	0,0676

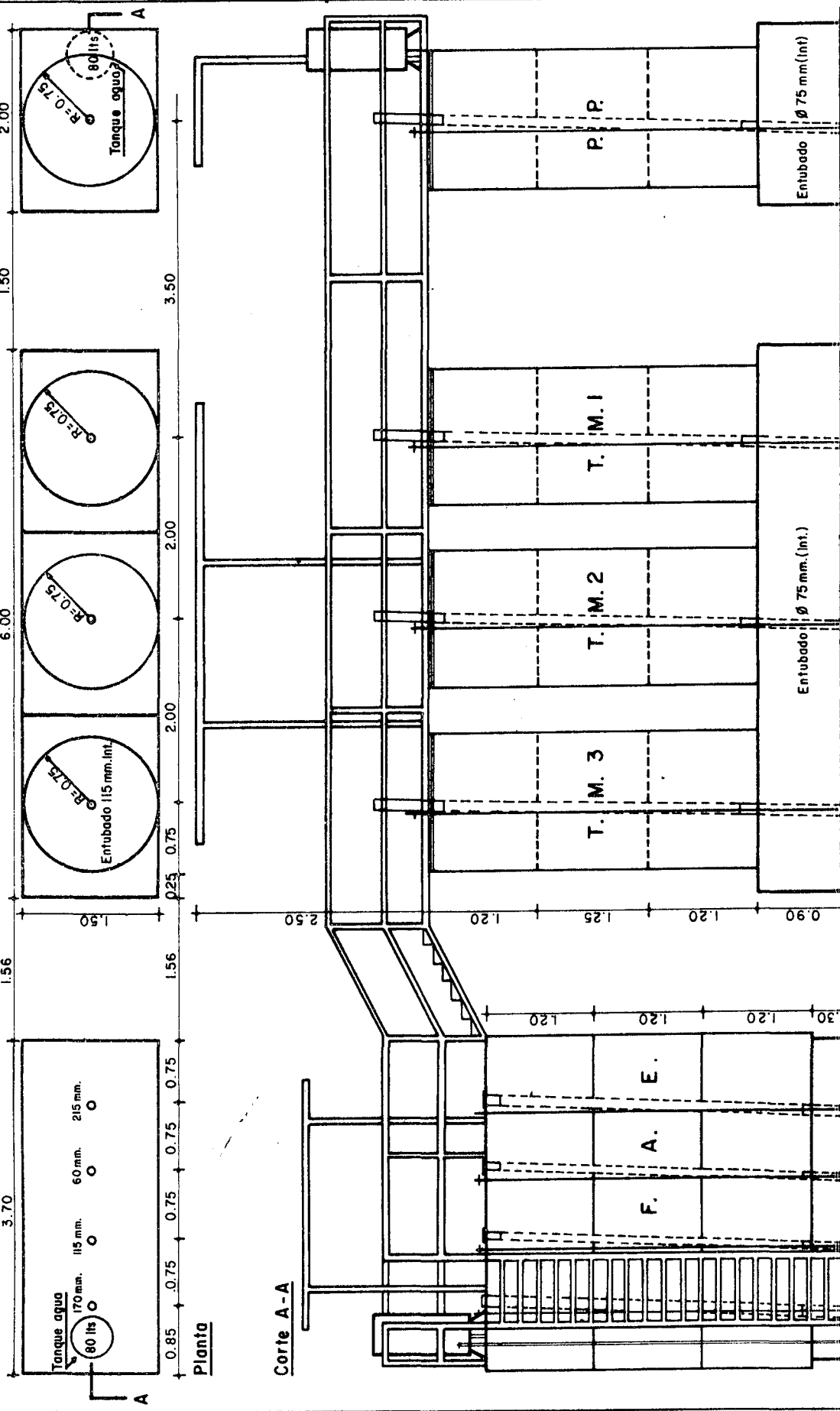
CONCLUSIONES FINALES SOBRE CONTROLES FISICOS Y QUIMICOS

REALIZADOS SOBRE MUESTRAS DE FACTOR AGUA Y ENTUBADO (FAE) - TIEMPO MUERTO 1 Y 2 (TM-1 - TM-2) Y POZO PATRON (PP.)

Controles	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Tiempo Muerto N° 1	Tiempo Muerto N°2	Pozo Patrón
- Densidad (en seco) en Kg./dm <sup>3</sup>	1,85	1,88	1,85	1,90	1,94	1,93
- Densidad (en húmedo) en Kg./dm <sup>3</sup>	2,01	2,09	2,07	2,11	2,13	2,12
- Agua absorbida (%)	10,00	10,70	10,90	10,60	9,20	10,06
- <u>Análisis Radimétricos</u> en c/min./100 gr. Muestras NO estabilizadas						
- Gamma total	2304	2272	2555	4107	8688	1855
- Potasio	121	113	130	219	467	97
- Uranio	157	155	177	271	584	125
- Torio	7	5	6	11	25	5
- <u>Análisis Radimétricos</u> en c/min./100 gr. Muestras en equilibrio						
- Gamma total	2960	3157	3434	5622	9710	2551
- Potasio	156	168	177	296	502	136
- Uranio	204	214	237	384	663	174
- Torio	9	9	10	16	24	7
- Coeficientes de emanación ( sobre Uranio)	0,23	0,28	0,25	0,29	0,12	0,28
- <u>Análisis Radimétricos</u> Corregidos por factor de transformación F. (%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	1,79	1,88	2,08	3,38	5,83	1,53
- <u>Análisis Químicos (promedio). Método DBM. - Espectrofotometría (%U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)</u>	1,94	2,11	2,37	3,38	6,26	1,53

PLANIMETRIA Y SECUENCIA DE CONSTRUCCION  
DE LA CENTRAL DE CALIBRACION

PLANTA Y CORTE MODULOS CENTRAL CALIBRACION - PERFILAJE GAMMA - VILLA 25 DE MAYO - PROVINCIA DE MENDOZA

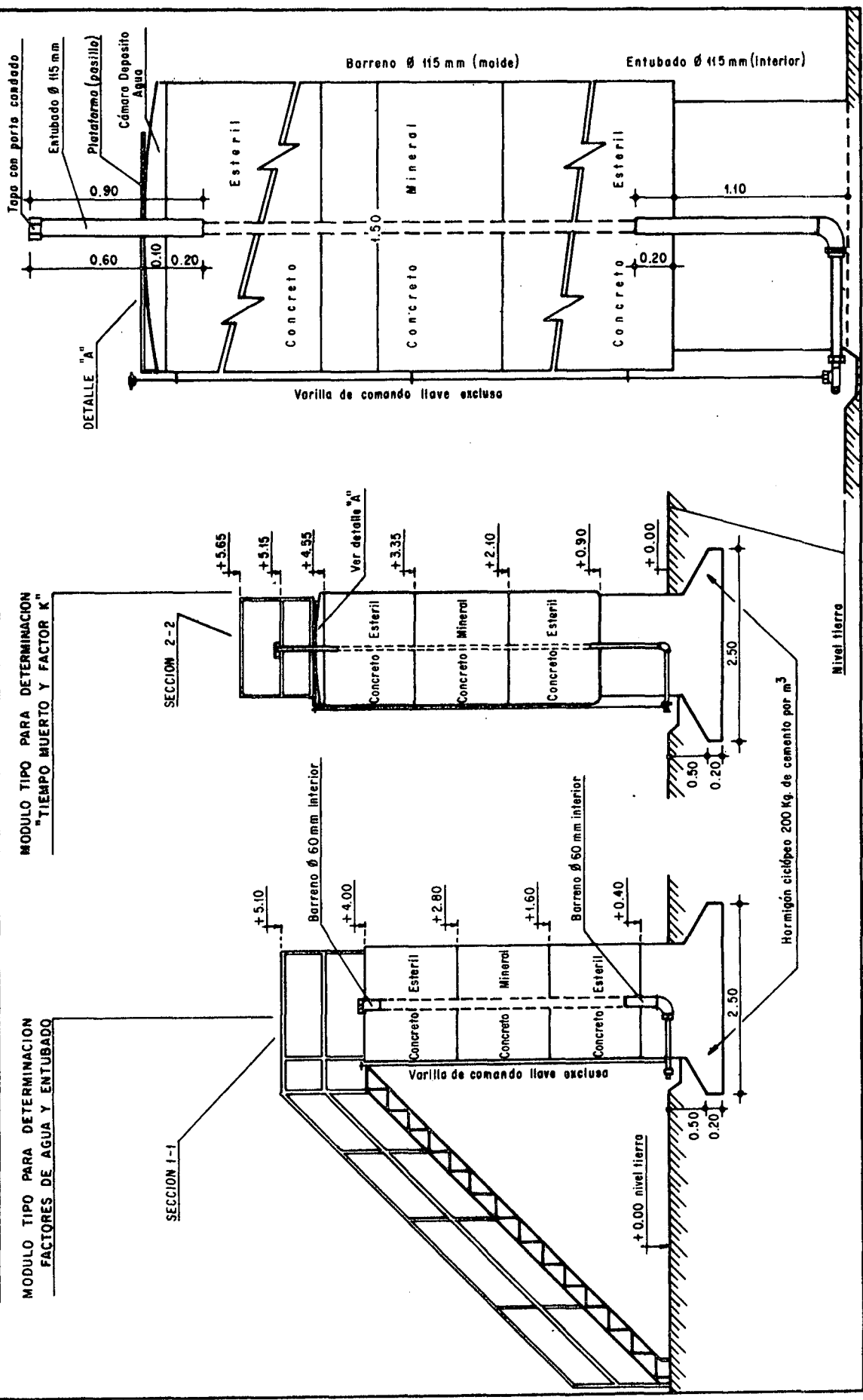


DETERMINACION FACTORES DE AGUA Y ENTUBADO  
 DETERMINACION DE TIEMPO MUERTO  
 DETERMINACION FACTOR "K"

**SECCION TRANSVERSAL MODULOS CENTRAL CALIBRACION - PERFILEJE GAMMA - VILLA 25 DE MAYO - PCIA. DE MENDOZA**

MODULO TIPO PARA DETERMINACION  
FACTORES DE AGUA Y ENTUBADO

MODULO TIPO PARA DETERMINACION  
"TIEMPO MUERTO Y FACTOR K"



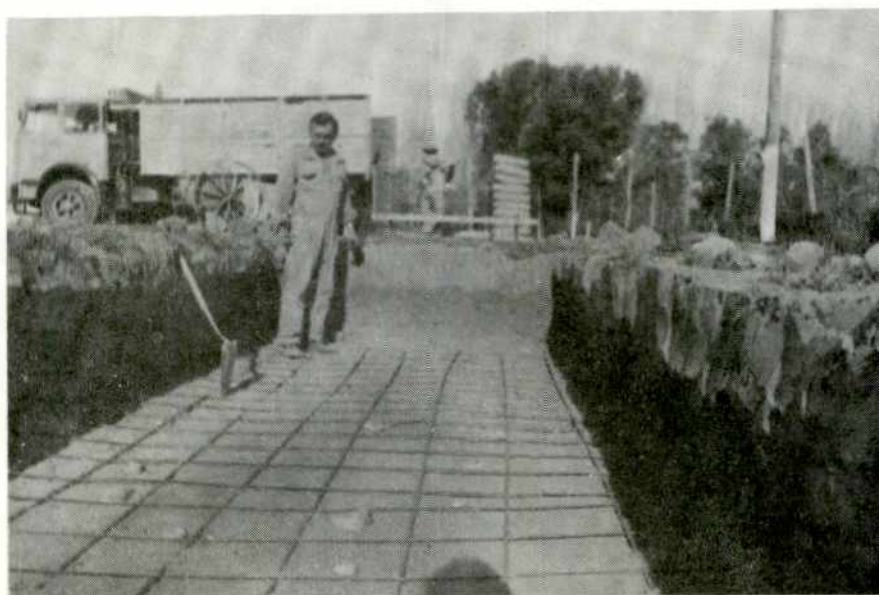
PLANO 2

CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRIA

Villa 25 de Mayo - Dpto. San Rafael - Pcia. de Mendoza



Excavación de Bases

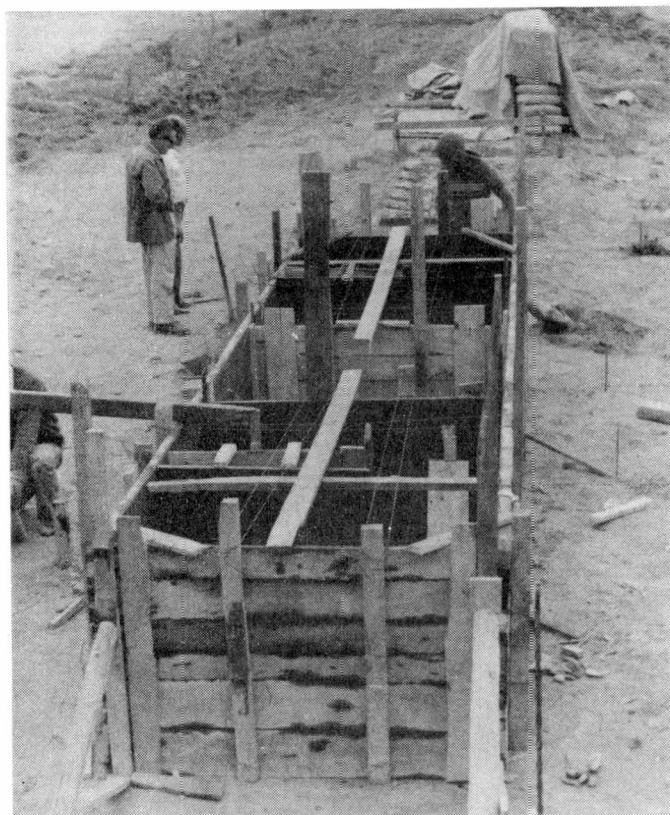


Malla Metálica de Base

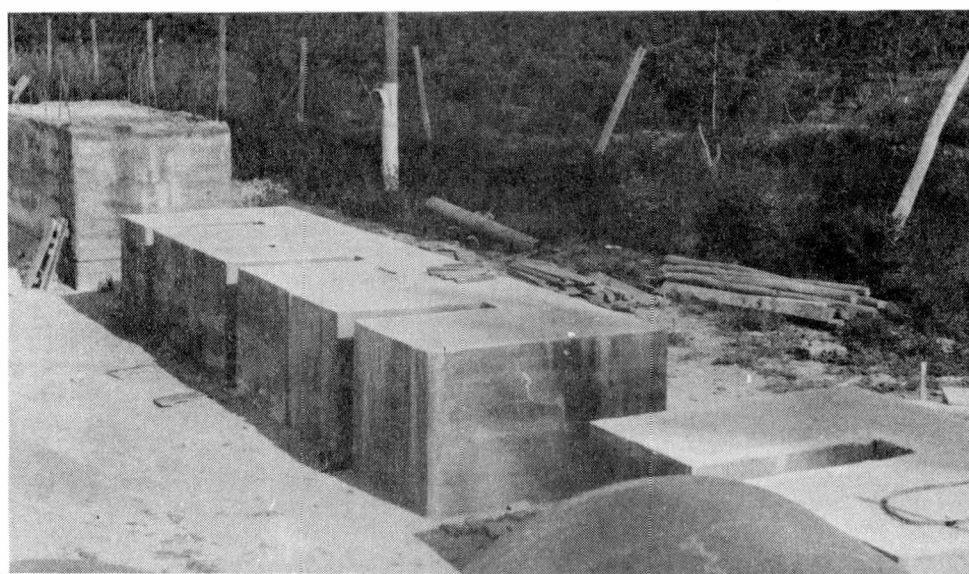
Foto 1

CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRIA

Villa 25 de Mayo - Dpto. San Rafael - Pcia. de Mendoza



Encofrado de Bases sobre nivel

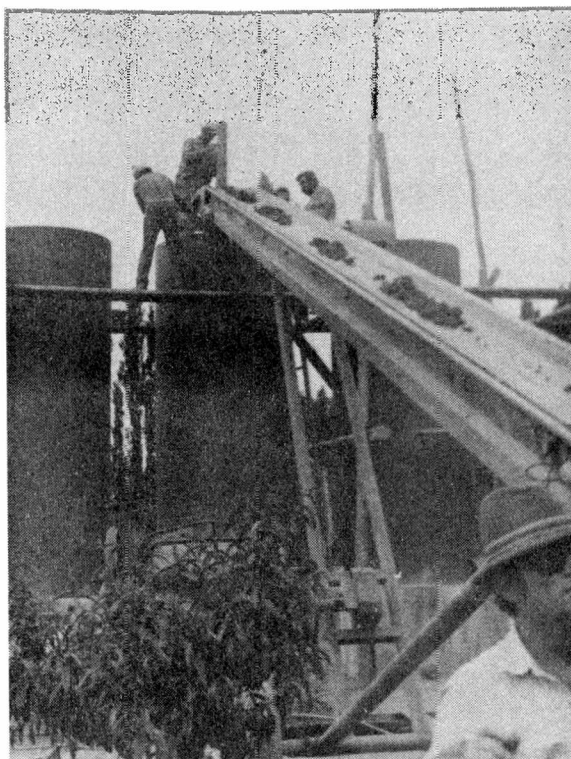


Bases

Foto 2

CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA

Villa 25 de Mayo - Dpto. San Rafael - Pcia. de Mendoza



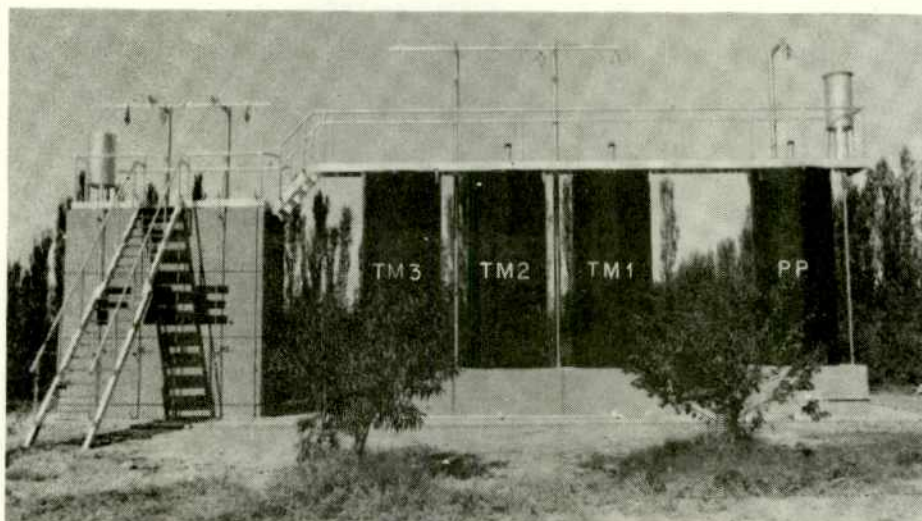
Llenado de  
Módulos con  
cinta  
transportador



Muestreo de  
Concreto  
Mineralizado

CENTRAL DE CALIBRACION RADIMETRICA

Villa 25 de Mayo - Dpto. San Rafael - Pcia. de Mendoza



Vista de frente



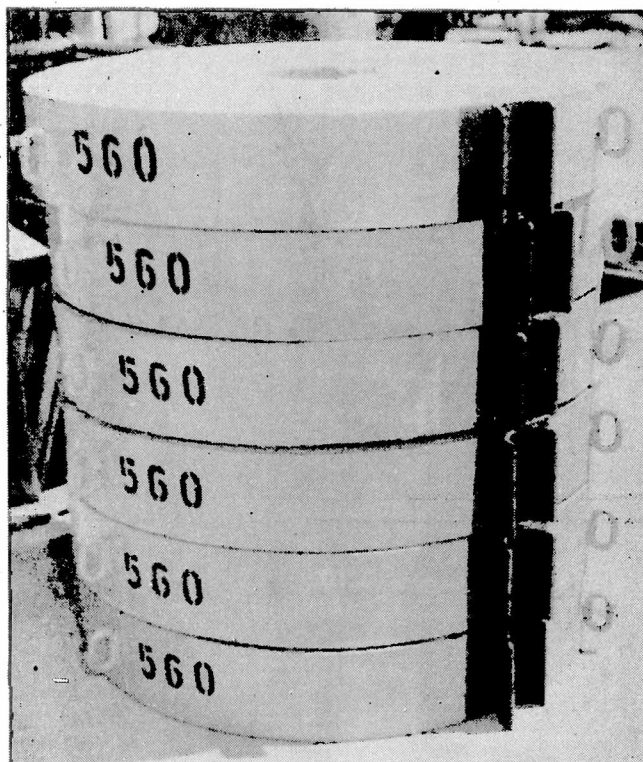
Vista lateral

Foto 4

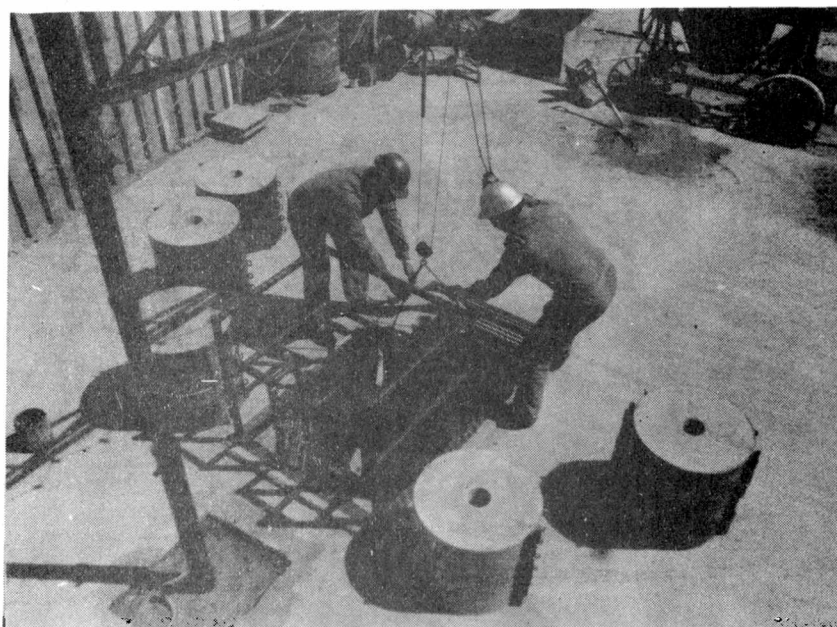
CENTRAL DE EXPERIMENTACION  
OPERACIONES DE INVESTIGACION

CENTRAL DE EXPERIMENTACION RADIMETRICA

Dpto. Godoy Cruz - Pcia. de Mendoza



Unidades Mineralizadas 560 p.p.m.  $U_3O_8$

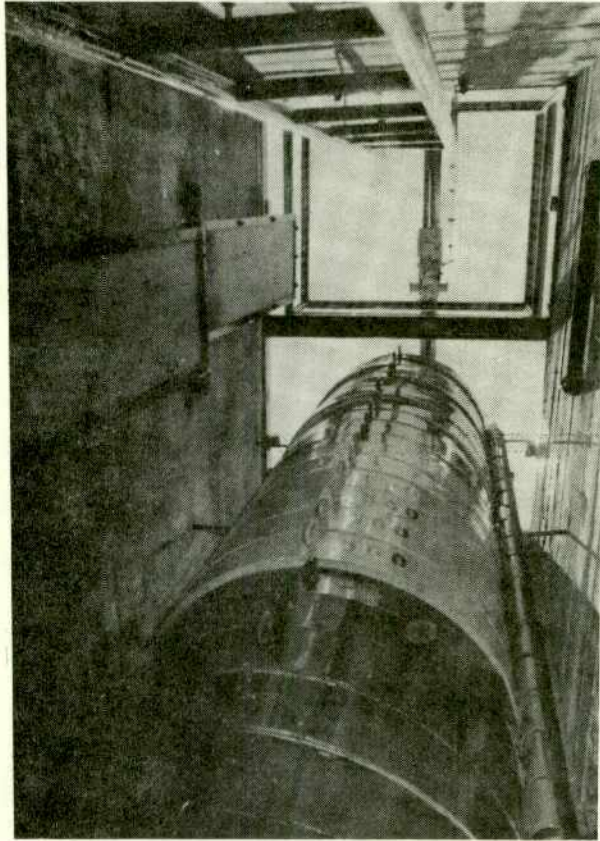


Armado del Sondeo experimental  
con Unidades Mineralizadas

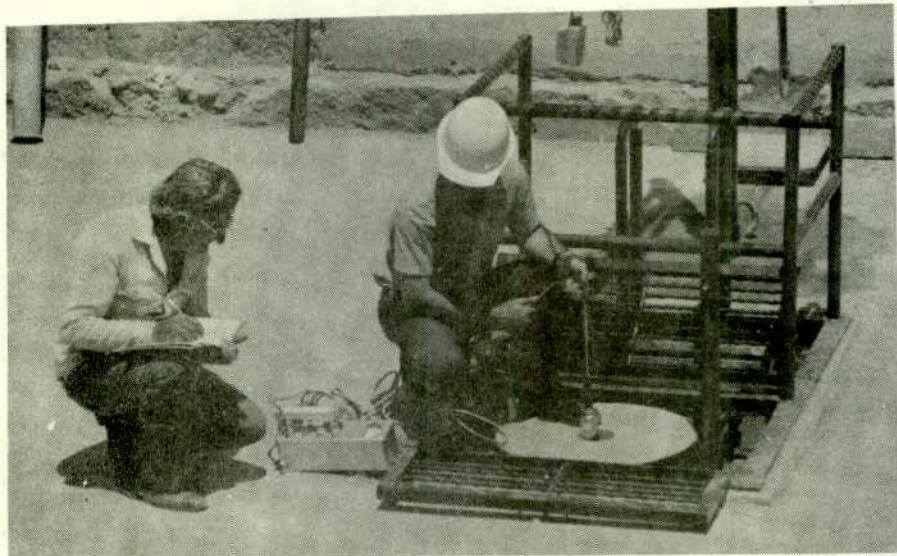
Foto 5

CENTRAL DE EXPERIMENTACION RADIMETRICA

Dpto. Godoy Cruz - Pcia. de Mendoza



Interior Fosa con un Sondeo experimental armado

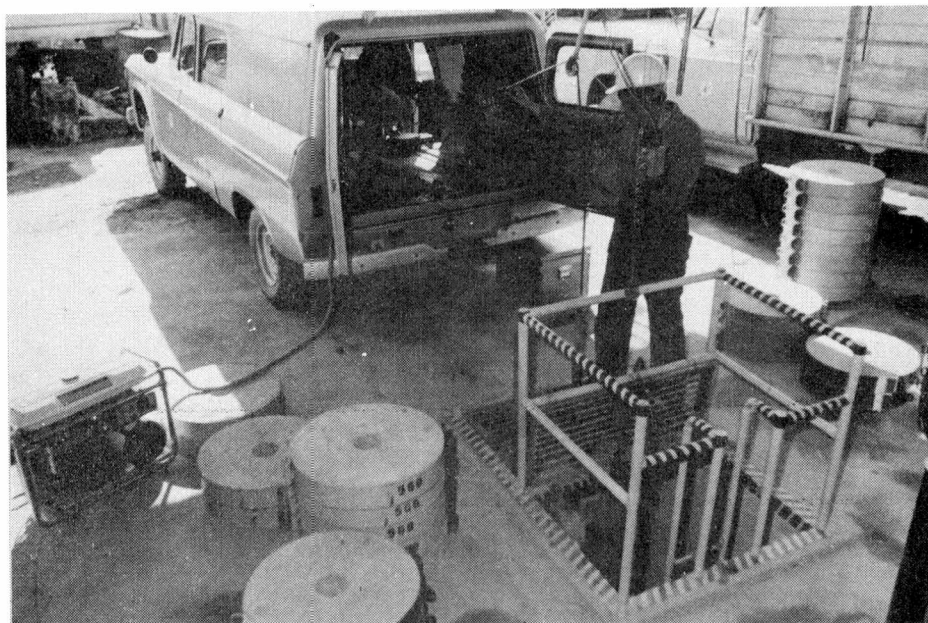


Medición con equipo (IPP 4) a intervalos

Foto 6

CENTRAL DE EXPERIMENTACION RADIMETRICA

Dpto. Godoy Cruz - Pcia. de Mendoza



Equipo de Perfilaje Múltiple - GOI  
(Gamma, Resistividad, S.P.)



Medición con Equipo Múltiple

Foto 7

CUADRO Y PLANILLAS NORMALIZADAS  
PARA LA CALIBRACION DE LOS EQUIPOS DE PERFILAJE



**CNEA**  
 Dirección de Suministros Nucleares  
 Gerencia Exploración  
 Central de Calibración  
 25 de Mayo - San Rafael - Mendoza

(B)

Dependencia: <b>DPTO. REGIONAL CENTRO</b>	EQUIPO: <b>G.O.1 (CORDOBA) Nº 56</b>
Ubicación:	SONDA: <b>08</b>
Observaciones:	

RELACION DE LEYES ENTRE POZOS (BAJA/ALTA)(R)						
Pozos	TM 2/TM3	TM1/TM3	PP/TM3	TM1/TM2	PP/TM2	PP/TM1
(R)				0.540	0.244	0.453

FACTORES DE TIEMPO MUERTO						
$t = \frac{B-A \cdot R}{BA(1-R)}$ $N = \frac{n}{1 - nt}$	B = CPS Pozo baja ley A = CPS Pozo alta ley R = Relación leyes (B/A)	t = Tiempo muerto n = CPS observadas N = CPS corregidas				
	TM2/TM3	TM1/TM3	PP/TM3	TM1/TM2	PP/TM2	PP/TM1
(t)				0,000017	0,000013	0,000006
t (promedio) = 0,000012						

FACTORES DE AGUA (Corregido por t)				
∅ Pozo (mm.)	215	170	115	60
CPS máx. aire	4.981	4.146	4.757	4.757
CPS máx. agua	3.872	3.436	4.202	4.423
Rel. CPS máx. Aire/Agua	1,317	1,207	1,132	1,075

FACTORES DE ENTUBADO (Corregido por t)					
Espesor tubo (mm.)	1	2	3	4	5
CPS máx. S/Tubo					
CPS máx. C/Tubo					
Rel. CPS máx. S/Tubo/C/Tubo					

FACTOR K	
$K_{(aire)} = \frac{\pi \cdot h}{A \cdot (\text{Factor agua})} = \frac{1.84365}{38406 \cdot 1,13} = 0,0000425$	K. CPS máx. (en P.R.) = Constante = <b>0,132</b>

Operador

Intérprete



# CURVA FACTORES DE AGUA

EQUIPO: GOI - Córdoba Nº 56

SONDA: 08

