

No se ha tropezado en la perforación con dificultades excepcionales; sin embargo, en unos sitios las condiciones naturales del terreno, y en otros los hundimientos producidos por antiguas labores de una mina de carbón allí existente, han sido causa de desprendimientos que han hecho el avance lento y penoso y han obligado a aumentar hasta un metro el espesor del revestimiento de hormigón, que normalmente es de 50 cm.

Se llevan también bastante adelantadas las excavaciones y revestimientos de los amplios canales de acceso al desagüe de fondo y a la toma de aguas, y asimismo se han ejecutado importantes volúmenes de excavaciones y hormigón en la obra final de descarga.

La cantidad total gastada en las obras hidráulicas

hasta el mes de abril asciende a 2 792 704 pesetas.

Como obras complementarias de las hidráulicas figuran algunas variantes de ferrocarril y carreteras afectadas por el embalse. De ferrocarril habrá que construir unos treinta kilómetros de vía de un metro; los trabajos todavía no han empezado, pero se espera comenzarlos muy en breve.

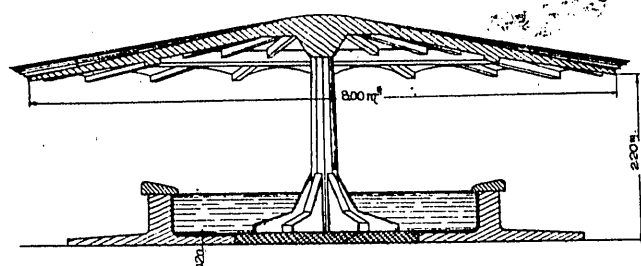
Las variantes de carretera comprenden las de Reinosa a Las Rozas, Reinosa a Cabañas de Virtus y Las Rozas a Cilleruelo, con una longitud total a construir de unos 35 km. Se trabaja en las dos primeras, que están bastante adelantadas.

La cantidad invertida en las diversas obras complementarias hasta el mes de abril asciende a pesetas 905 780,15.

José GONZÁLEZ LACASA
Ingeniero de Caminos

Un paraguas de hormigón armado en Oviedo, o el ojo clínico del ingeniero

Presiento el gesto indefinido del lector ante el desconcertante título de este artículo, que inevitablemente le llevará al recuerdo de la efígie de Muñoz Seca... Ya sé que el título se las trae; pero también puedo afirmar en descargo de mi conciencia que está puesto con toda honradez, y que, a diferencia de los



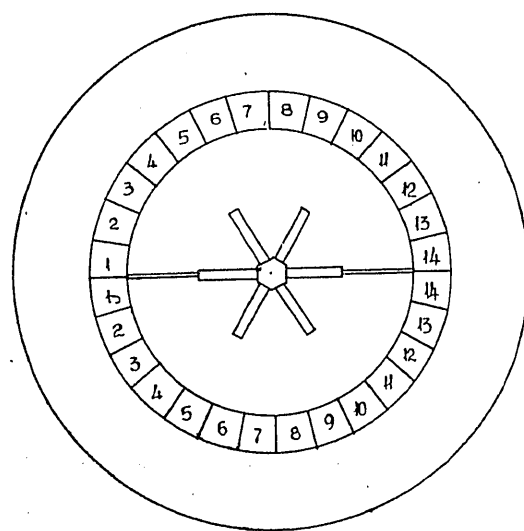
Corte y proyección vertical

que acostumbra a usar el regocijante autor, no hay otro que con más precisión indique lo que va a venir después... Indulgencia, lector; indulgencia para lo que va a venir después..., ya que sólo a título de ameno pasatiempo escribimos este artículo para la REVISTA. Porque somos de parecer (conviene dar una explicación) que en este mundo no es preciso tomar las cosas tan en serio, por considerar muy saludable que de vez en cuando dejemos a nuestro ánimo que se expanda libremente, para que pueda buscar, en la frivolidad oculta que todas las cosas de esta vida poseen en grado suficiente, un momento de goce espiritual, tan necesario para él. Y el tiempo no se pierde. De lo frívolo a lo serio no hay más que un paso, y como el ingenio no está reñido con lo primero, resulta que a veces se desprenden sabrosas enseñanzas. Esta obrita, ligera, pero tratada con el mimo singular que requiere todo lo frívolo, pone de manifiesto con maravillosa claridad la admirable docilidad constructiva del hormigón armado.

Es, por lo tanto, este trabajo como un ejercicio práctico que podría ponerse a los alumnos de la Escuela para familiarizarse con el hormigón armado y para ir formando lo que podría llamarse *el ojo clínico*

del ingeniero, al cual ojo le damos tal importancia que todo proyectista debe poseerlo en cantidad suficiente para que de golpe y con poco error pueda fijar las dimensiones de los elementos estructurales que luego el cálculo comprobatorio precisaría. Ya sé que en esta materia estamos completamente de acuerdo con nuestra Escuela, y que en las clases de trabajos gráficos es esto, en gran parte, lo que se pretende inculcar a los alumnos, preparándoles para este adiestramiento de la vista, y de tanta utilidad, que hasta me atrevería a proponer la creación de una sección con un gran letrero, para que no dejase lugar a dudas acerca del objeto de los ejercicios, que dijese: *Clase del ojo clínico del ingeniero*.

Recibimos el encargo de proyectar una cubierta



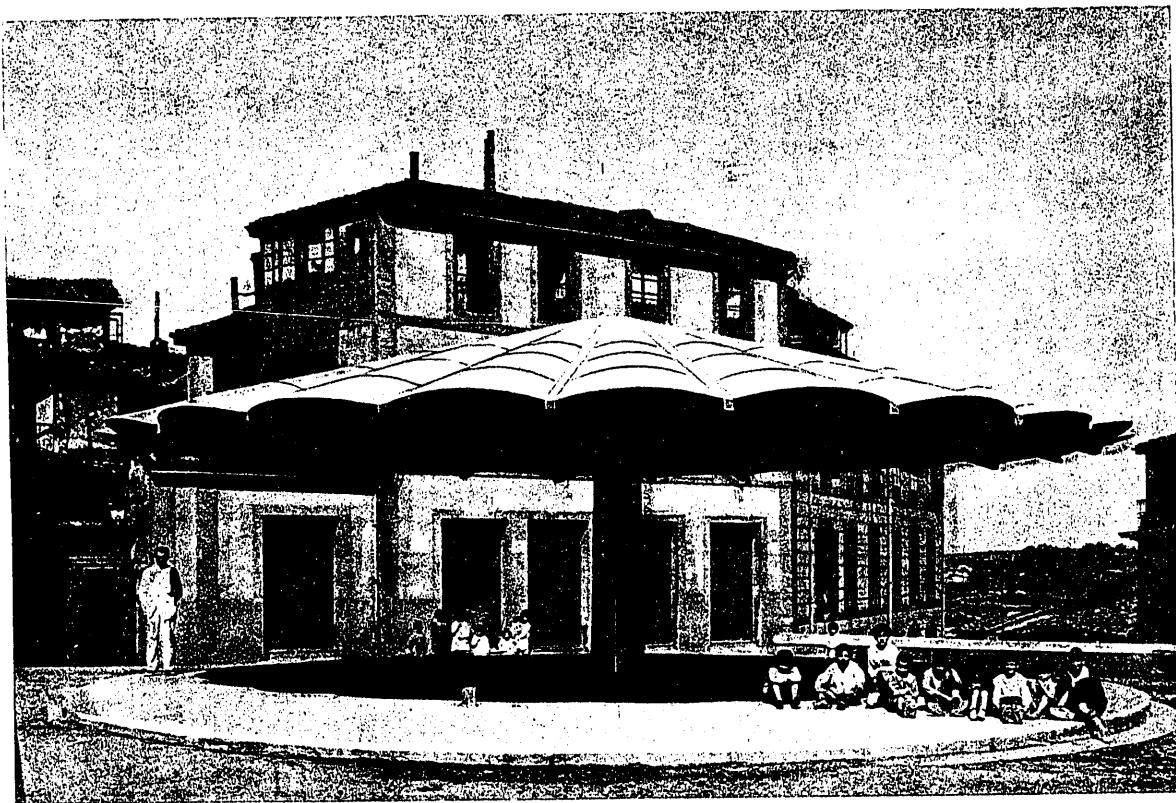
Planta

para la creación de un pequeño mercado, destinado exclusivamente a la venta de leche, que resguardase a las lecheras y al marfileño líquido del agua que por estas tierras con tanta prodigalidad nos cae del cielo. No quería nuestro alcalde que sucediese a las leche-

ras lo que a cierto tabernero bilbaíno, al que un conocido gobernador impúsole fuerte multa por vender agua contaminada...

vinimos que lo más apropiado para tapar a las lecheras era un paraguas...

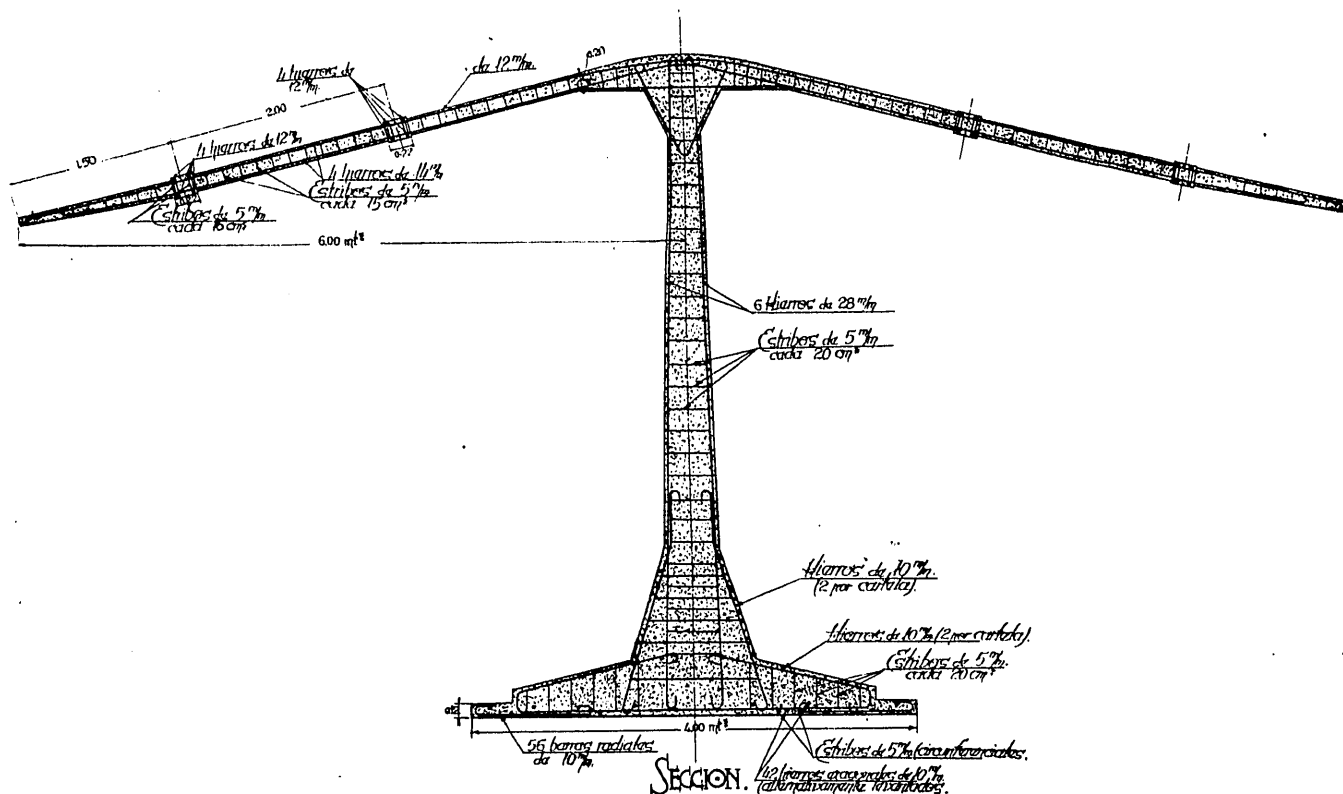
Y ahí está el paraguas. ¡El paraguas mayor del



Vista general

Como no se disponía más que de cuatro mil pesetas para tales fines, empezamos a estudiar a fondo tan

mundol... y a precio sin competencia. Ya podemos estar tranquilos. Estamos a tono con estos tiempos

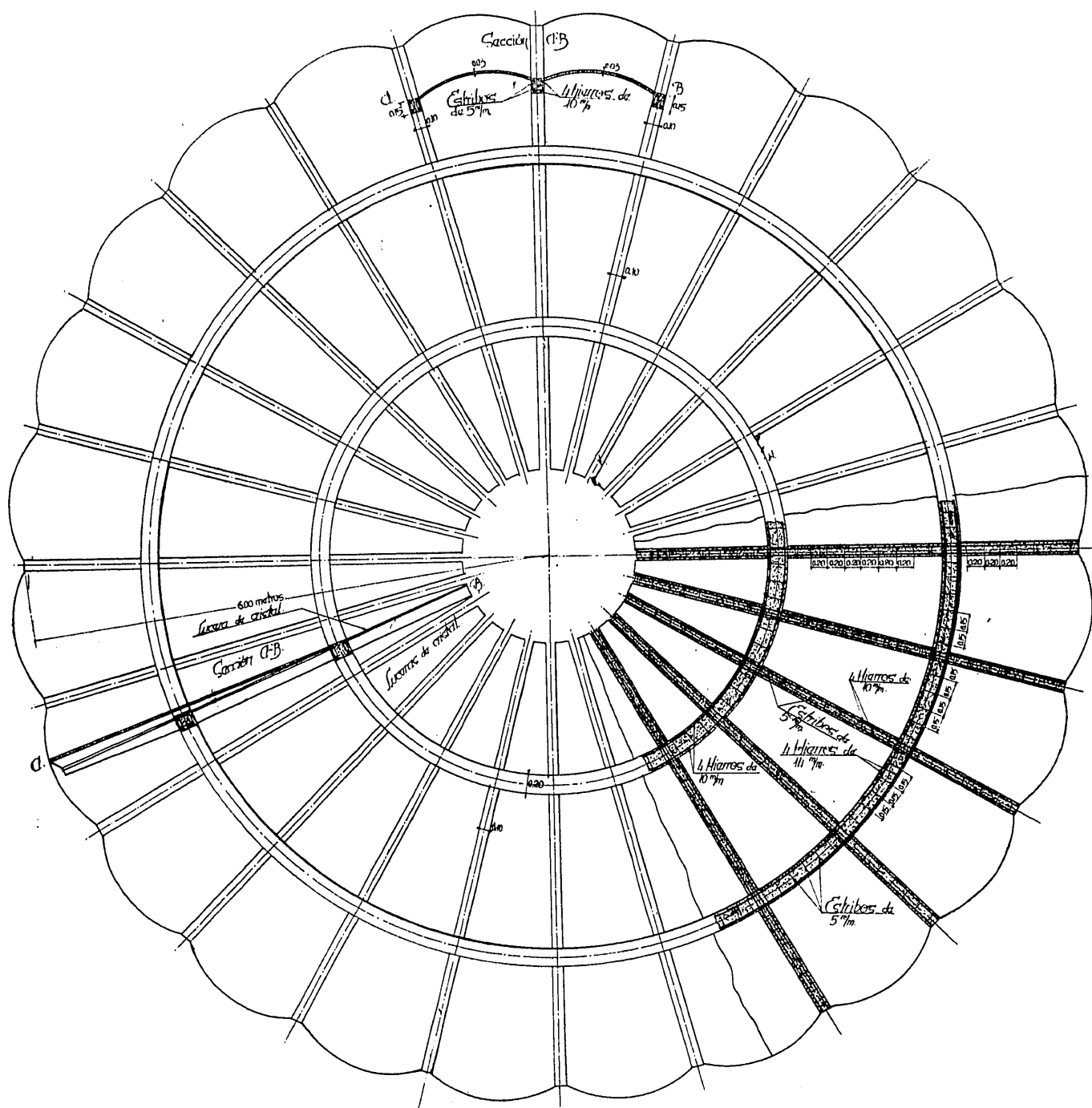


trascendental problema, con el natural optimismo alentador que siempre nos acompaña, y por fin con-

de la fiebre loca de batir records mundiales. Todos son buenos. ¡Qué más da que se trate de rascacielos, que

de puentes, que de paraguas... El caso es hacer algo MÁS GRANDE de lo que han hecho hasta la fecha nuestros semejantes. Ya cayó el *record* de los paraguas. ¿Nos pertenecerá por mucho tiempo? No lo sabemos. Todo dependerá de que algún fabricante súbdito de Maciá se sienta picado en su amor propio y se lance a la lucha para la reconquista del codiciado galardón, y pensando seguramente en los que se abren... (La pa-

La tela del paraguas es género catalán; son bovedillas de Uralita de un centímetro de espesor, material que se presta a un sin fin de aplicaciones. Este sistema original de cubierta, completamente racional, por su economía, resistencia y ligereza, que ha sido la seria enseñanza de este pasatiempo, lo estamos empleando en el gran mercado cubierto de Pola de Siero y en el *Stadium* de Oviedo, actualmente en



Planta de la cubierta

labra abrir la empleamos aquí sin malicia alguna.)

No vamos a hacer comentarios de la obra. Ahí están los planos y fotografías. Solamente advertiremos, y tal vez parecerá paradójico, que este paraguas no tiene las varillas-tornapuntas de los auténticos, lo cual dió lugar a muy pintorescos comentarios, pues la gente aseguraba que tenía que cerrarse y que el viento tenía que volverlo...

construcción, gracias al cual resultó económicamente factible la ejecución de un gran voladizo de 15 m, sin apoyos intermedios, para cubrir la tribuna de preferencia.

Siendo el paraguas el símbolo de la cubierta, una de las muchas aplicaciones que puede tener tan lógica y cándida disposición es la de cubrir los pequeños lavaderos rurales (en un Ayuntamiento hay que

proyectar de todo), que se construyen ya circulares, puesto que ninguna razón existe para hacerlos rectangulares, que adolecen de los inconvenientes de la pérdida de espacios en las esquinas. Del centro del vaso emerge el paraguas protector. Véanse los dibujos, que son los correspondientes a un modelo de lavadero reglamentario en el concejo.

Como es natural, la obra se sometió a diferentes pruebas, llevando, además, en su haber la de dos años de existencia, durante los cuales ha soportado la violencia de varios vendavales. Aquéllas consistieron en colgar pesos de las extremidades de las varillas correspondientes a medio paraguas, siguiendo con dos flexímetros las deformaciones habidas. Esta prueba, como se comprenderá, es la más desfavorable para la estructura. Se colocaron primeramente sacos de 60 kg, con lo cual se obtuvieron flechas máximas positivas y negativas sensiblemente iguales con relación al diámetro de separación de la zona cargada. La flecha máxima fué de 5 mm. A continuación se puso un saco más por varilla, es decir, un peso de 120 kg. La flecha máxima obtenida resultó ser de 8,5 mm, perfectamente admisible. En todo momento pudo comprobarse el excelente estado elástico de la estructura, recobrando con oscilaciones de 0,5 mm su posición primitiva.

Esta prueba se dió por convincente, pues la acción del viento, dadas las condiciones del lugar de emplazamiento, nunca podría originar esfuerzos superiores a los de la prueba. Sin embargo, quisimos todavía someter el paraguas a un postrer suplicio, aún más refinado, que los agentes naturales difícilmente podrían conseguir: el de someter a fuerte torsión el pie. Bastó el esfuerzo de un hombre, ejerciendo una presión tangencial sobre el extremo de una varilla, procurando hábilmente acompañar sus movimientos con los de oscilación de la estructura, llegando a obtener desplazamientos circunferenciales de 30 mm en dichas extremidades, siendo perfectamente apreciable a simple vista la torsión del pie, pues siendo de 300 mm su diámetro en el cuello, un punto de su superficie en este lugar sufriría una oscilación

$$\frac{30 \times 150}{r} = 0,75 \text{ mm}$$

$$r = 600$$

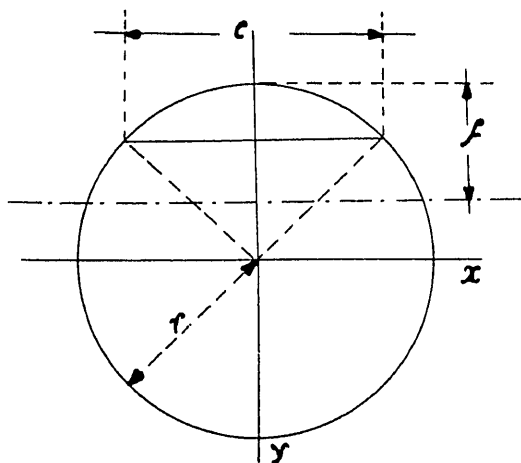
Esto confirma lo que desde luego todos estamos cansados de saber: el admirable comportamiento elástico del hormigón armado; aunque sí, rara vez, puesto de manifiesto y visto tan palpablemente como en el caso presente. Ver para creer...

I. SÁNCHEZ DEL RÍO
Ingeniero de Caminos

Determinación del momento de inercia de una sección circular maciza de hormigón armado

Ni en los manuales, ni en los tratados de Mecánica que he podido consultar se encuentra el momento de inercia objeto del presente estudio; y aunque es muy posible que la correspondiente expresión analítica haya sido determinada, no me ha sido posible encontrarla; por lo que, teniendo necesidad de hacer uso de ella en diversos proyectos, la he deducido por un procedimiento infinitesimal y por otro procedimiento finito.

Primer procedimiento.—La ecuación de la circunfe-



rencia de radio r referida a dos ejes ortogonales pasando por su centro es $x^2 + y^2 = r^2$.

La cuerda de la circunferencia está dada por la expresión $c = 2x = 2\sqrt{r^2 - y^2}$.

Momento estático del hormigón comprimido respecto a la fibra neutra. Designando por f la profundidad de la fibra neutra, resulta la expresión

$$\int_{r-f}^r c \cdot dy \cdot (y - (r-f)); \quad y = r \cos \frac{\alpha}{2}; \quad dy = -\frac{1}{2} r \sin \frac{\alpha}{2} d\alpha$$

$$\int_{r-f}^r c \cdot (y - (r-f)) \cdot dy = -r^2 \int_{r-f}^r (r \cos \frac{\alpha}{2} - (r-f)) \sin^2 \frac{\alpha}{2} d\alpha$$

$$\int_{r-f}^r c \cdot (y - (r-f)) dy = -r^2 \int_{r-f}^r \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} d\alpha +$$

$$+ r^2(r-f) \int_{r-f}^r \sin^2 \frac{\alpha}{2} d\alpha$$

$$\int \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} d\alpha; \quad \sin \frac{\alpha}{2} = u$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} \frac{d\alpha}{2} = du, \quad du = \frac{2du}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\int \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} d\alpha = 2 \int u^2 du = \frac{2}{3} u^3 + k_1 = \frac{2}{3} \sin^3 \frac{\alpha}{2} + k_1$$

$$\int \sin^2 \frac{\alpha}{2} d\alpha = 2 \int \sin^2 \frac{\alpha}{2} \frac{d\alpha}{2} = -$$

$$- 2 \left[\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \int \left(1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) \frac{d\alpha}{2} \right]$$

$$2 \int \sin^2 \frac{\alpha}{2} d\alpha = - 2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\int \sin^2 \frac{\alpha}{2} d\alpha = - \left(\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) + k_2$$