

Control de Alineamientos, Niveles y Estimaciones en la Cortina de la Presa "La Angostura"

POR LOS INGS. SANTIAGO AVALOS G. Y MANUEL ANAYA Y S.

Los métodos topográficos empleados en la presa de La Angostura, se concretan a aquellas operaciones topográficas comunes que, además de la rapidez en su ejecución dan la suficiente aproximación para controlar los siguientes trabajos de construcción:

1. Trazo de excavaciones.
2. Estimación de excavaciones.
3. Trazo y alineamiento de formas.
4. Estimación del concreto y materiales ahogados en él.

En general, todas las operaciones topográficas, fueron auxiliadas por una red de triangulación de segundo orden que cubre todo el sitio de la cortina y que está ligada con otra triangulación que abarca las zonas más importantes adyacentes al cañón.

A continuación, se indican los métodos topográficos empleados en los diferentes lugares de la obra.

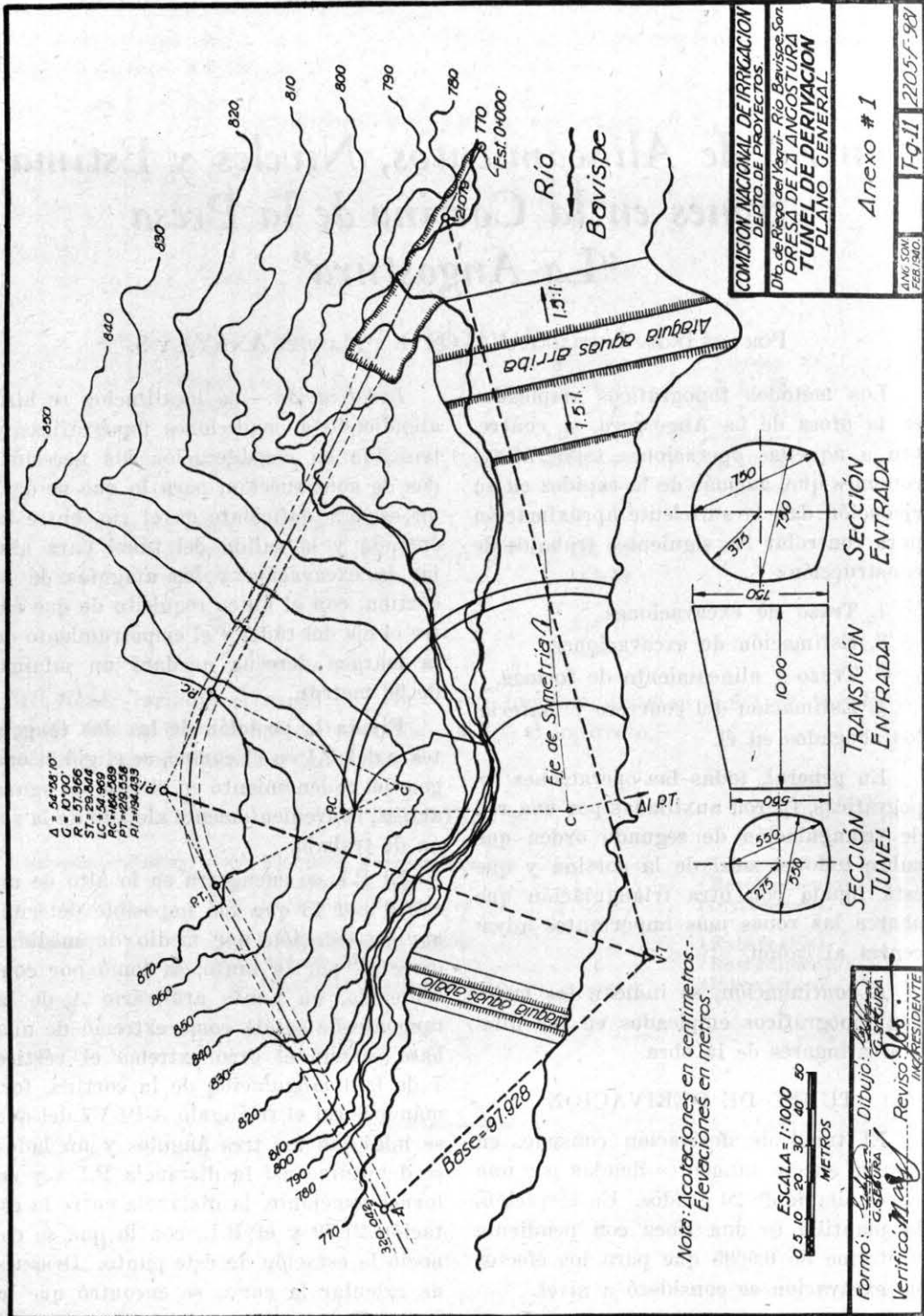
TUNEL DE DERIVACION

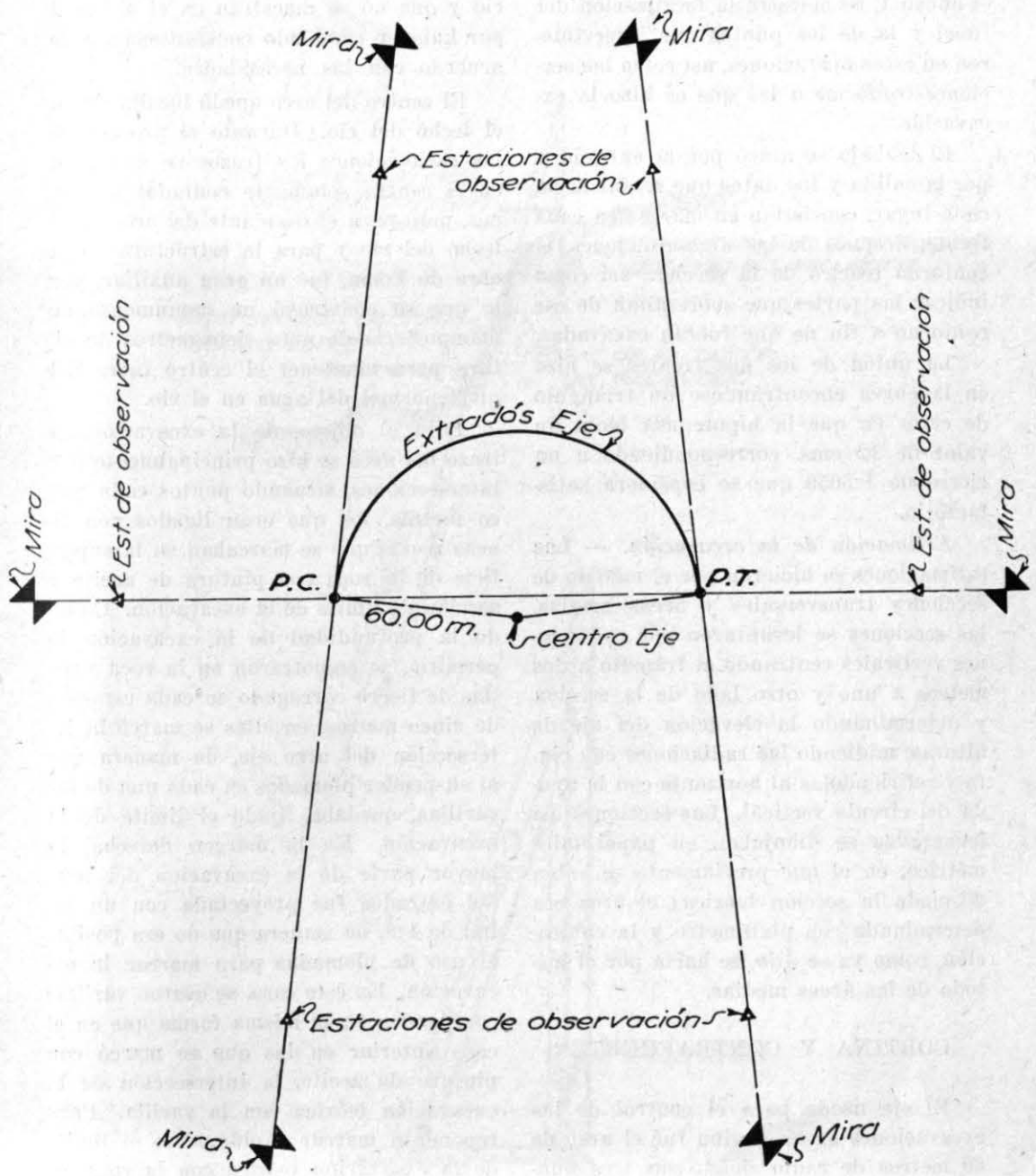
El tunel de derivación consiste, en planta, en dos tangentes ligadas por una curva simple de 20 grados. En elevación, la plantilla es una línea con pendiente uniforme de 0.0005 que para los efectos de excavación se consideró a nivel.

Localización.—La localización se hizo atendiendo a condiciones topográficas y teniendo en consideración las necesidades de construcción, para lo que se dejó un espacio suficiente en el río, entre la entrada y la salida del túnel para alojar la excavación y las ataguías de la cortina, con el único requisito de que entre el eje del túnel y el empotramiento de la margen, derecha quedará un mínimo de 50 metros.

Fijada la posición de las dos tangentes y del P.I en el campo, se eligió el origen del cadenamamiento en el lado de aguas arriba, convenientemente alejado de la zona de trabajo.

El P.I. se encuentra en lo alto de un cantil por lo que fué imposible determinar su estación por medio de medidas directas, por lo tanto, se tomó por conveniencia, un punto arbitrario A de la tangente de salida como extremo de una base, siendo el otro extremo el vértice 7 de la triangulación de la cortina, formándose así el triángulo A-PI-V7 del que se midieron los tres ángulos y un lado; se determinó así la distancia P.I-A y en forma semejante, la distancia entre la estación 21.79 y el P.I., con lo que se conoció la estación de este punto. Después de calcular la curva se encontró que la





ANEXO No. 2
 ANGOSTURA, SON. FEB. 1900
 Dib. y calcó: M.M. Cabrera

estación del punto A era la 320.042. En el anexo 1, se muestra la localización del túnel y la de los puntos que intervinieron en estas operaciones, así como las secciones conforme a las que se hizo la excavación.

El trabajo se atacó por la entrada y por la salida y los datos que se daban en cada lugar, consistían en marcar en cada frente, después de las dinamitaciones, el contorno teórico de la sección, así como indicar las partes que sobresalían de ese contorno a fin de que fueran excavadas.

La unión de los dos frentes se hizo en la curva encontrándose un triángulo de error en que la hipotenusa tenía un valor de 12 cms. correspondiendo a un cierre de 1:5050 que se considera satisfactorio.

Estimación de la excavación. — Las estimaciones se hicieron por el método de secciones transversales y áreas medias, las secciones se levantaron por radiaciones verticales centrandose el tránsito a dos metros a uno y otro lado de la sección y determinando la elevación del eje de alturas, midiendo las radiaciones con cinta y refiriéndolas al horizonte con la ayuda del círculo vertical. Las secciones así levantadas se dibujaban en papel milimétrico, en el que previamente se había dibujado la sección teórica; el área era determinada con planímetro y la cubicación, como ya se dijo, se hacía por el método de las áreas medias.

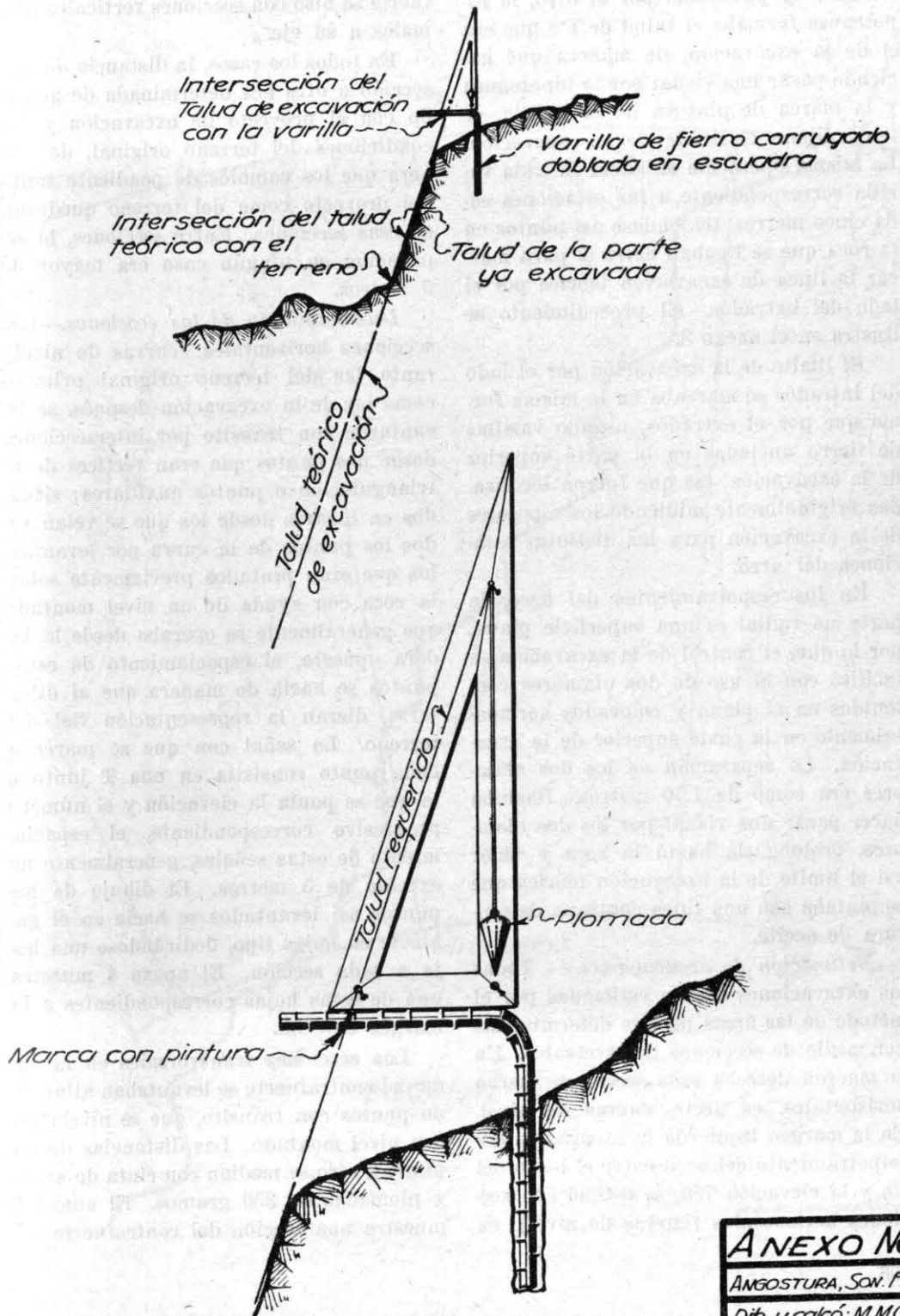
CORTINA Y CONTRAFUERTE

El eje usado para el control de las excavaciones de la cortina fué el arco de 60 metros de radio siendo sus tres puntos principales el P.C, el P.T y el centro, de los cuales se referenciaron perfectamente el P.C y el P.T como se muestra en el anexo 2, habiéndose colocado esas referencias convenientemente alejadas de los objetivos de construcción. Otros sistemas de referencias más cercanas fueron

colocadas para usarse en el trabajo diario y que no se muestran en el anexo 2 por haberse cambiado constantemente de acuerdo con las necesidades.

El centro del arco quedó localizado en el lecho del río. Durante el proceso de las excavaciones los trazos se apoyaron en el centro solamente contadas ocasiones, pero para el desplante del arco en el lecho del río y para la estructura de la obra de Toma, fué un gran auxiliar, por lo que se construyó un monumento de mampostería de unos siete metros de altura para mantener el centro fuera del nivel normal del agua en el río.

Para el objeto, de la excavación, el trazo del arco se hizo principalmente por intersecciones, situando puntos cada cinco metros, los que eran ligados con líneas rectas que se marcaban en la superficie de la roca con pintura de aceite y servían de límite de la excavación. Cuando la profundidad de la excavación lo permitió, se empotraron en la roca varillas de fierro corrugado en cada estación de cinco metros, en ellas se marcó la intersección del arco eje, de manera que al suspender plomadas en cada una de las varillas, quedaba fijado el límite de la excavación. En la margen derecha, la mayor parte de la excavación del lado del extradós fué proyectada con un talud de 1:8, de manera que no era posible el uso de plomadas para marcar la excavación. En este caso, se usaron varillas corrugadas en la misma forma que en el caso anterior en las que se marcó con pintura de aceite, la intersección de la excavación teórica con la varilla. Para reponer o marcar rápidamente el límite de la excavación teórica con la roca, se usó una escuadra de madera de dos centímetros de grueso, de 1.20 metros en un cateto y en el otro de 0.20 metros. En uno de los costados de la escuadra se pusieron tres clavos delgados que sobresalían unos tres centímetros cada uno y que eran los vértices de un triángulo rec-



ANEXO No. 3
 ANGOSTURA, SON. FEB. 9/00
 Dib. y calcó: M.M. Cabrera

tángulo en el que los catetos medían 1.00 metro y 0.125 metros; en esta forma, cuando el cateto mayor se ponía vertical, suspendiendo una plomada de uno de sus extremos y pasándolo por el otro, la hipotenusa formaba el talud de 1:8 que era el de la excavación, de manera que haciendo pasar una visual por la hipotenusa y la marca de pintura de la varilla, se tenía fijado el límite de la excavación. La misma operación se hacía en cada varilla correspondiente a las estaciones cada cinco metros, teniéndose así puntos en la roca que se ligaban entre sí para marcar la línea de excavación teórica por el lado del extradós. El procedimiento se ilustra en el anexo 3.

El límite de la excavación por el lado del intradós se marcaba en la misma forma que por el extradós, usando varillas de fierro ancladas en la parte superior de la excavación, las que fueron localizadas originalmente midiendo los espesores de la excavación para las distintas estaciones del arco.

En los empotramientos del arco, la parte no radial es una superficie plana, por lo que, el control de la excavación se facilitó con el uso de dos alambres contenidos en el plano y colocados horizontalmente en la parte superior de la excavación. La separación de los dos alambres era como de 1.50 metros. Bastaba hacer pasar una visual por los dos alambres, prolongarla hasta la roca y tener así el límite de la excavación teórica que se pintaba con una línea continua de pintura de aceite.

Estimación de excavaciones. — Todas las excavaciones fueron estimadas por el método de las áreas medias determinadas por medio de secciones transversales. En la margen derecha esas secciones fueron horizontales, es decir, curvas de nivel. En la margen izquierda la excavación del empotramiento del arco entre el lecho del río y la elevación 780, se estimó con secciones horizontales (curvas de nivel), en

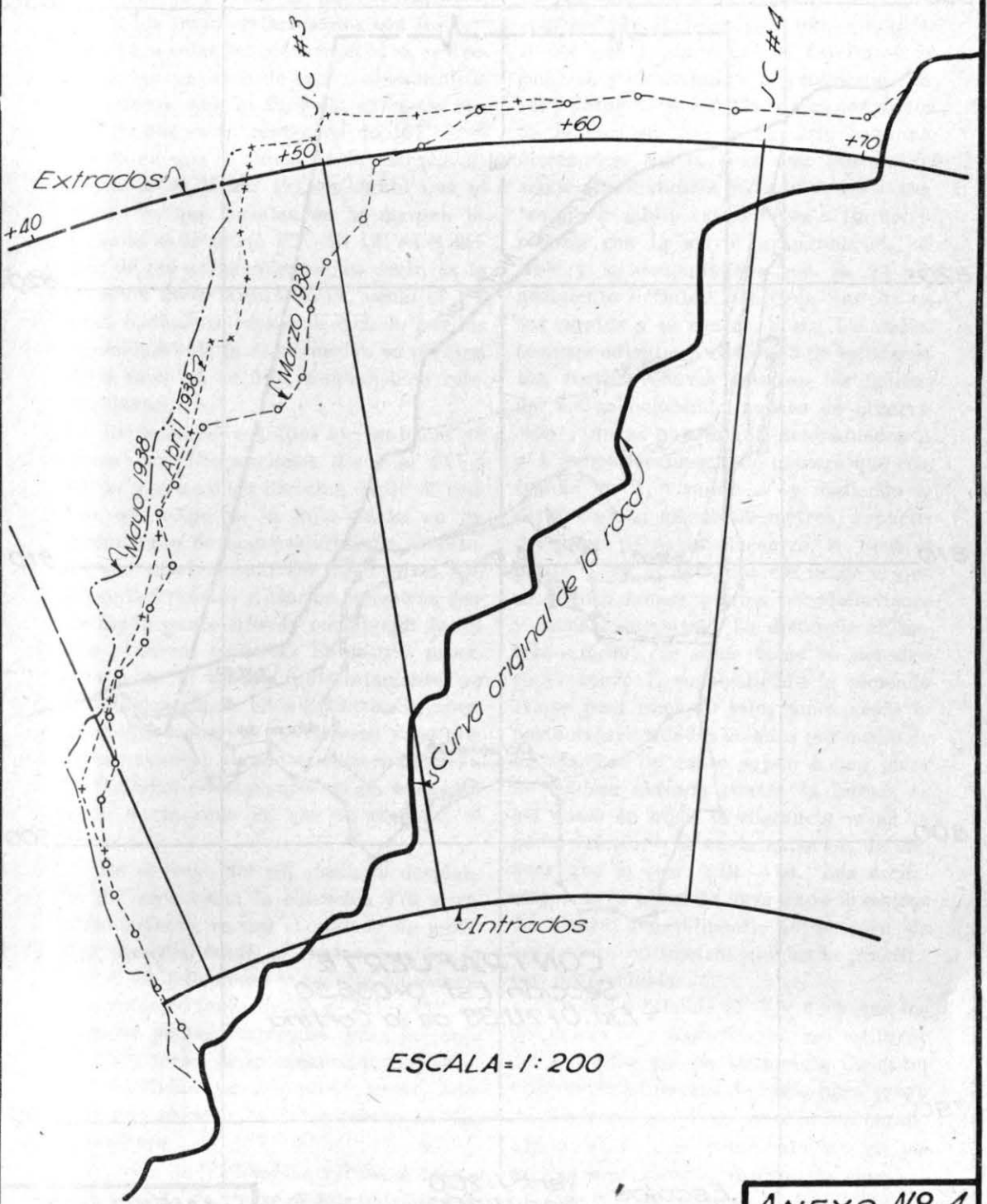
tanto que la parte arriba de esa elevación se estimó con secciones verticales, las que eran radiales hasta la estación 174.88 (P.T del arco). La excavación del contrafuerte se hizo con secciones verticales normales a su eje.

En todos los casos, la distancia de una sección a otra era determinada de acuerdo con el proyecto de excavación y las condiciones del terreno original, de manera que los cambios de pendiente tanto del proyecto como del terreno quedaran en esas secciones. Entre secciones, la separación en ningún caso era mayor de 5 metros.

Levantamiento de las secciones.—Las secciones horizontales (curvas de nivel) tanto las del terreno original primero como las de la excavación después, se levantaron con tránsito por intersecciones desde dos puntos que eran vértices de la triangulación o puntos auxiliares; situados en lugares desde los que se veían todos los puntos de la curva por levantar, los que eran pintados previamente sobre la roca con ayuda de un nivel montado que generalmente se operaba desde la ladera opuesta, el espaciamiento de estos puntos se hacía de manera que al dibujarse, dieran la representación fiel del terreno. La señal con que se marcaba cada punto consistía en una T junto a la que se ponía la elevación y el número progresivo correspondiente, el espaciamiento de estas señales, generalmente no excedía de 5 metros. El dibujo de los puntos así levantados se hacía en el gabinete en hojas tipo, dedicándose una hoja a cada sección. El anexo 4 muestra una de estas hojas correspondientes a la margen derecha.

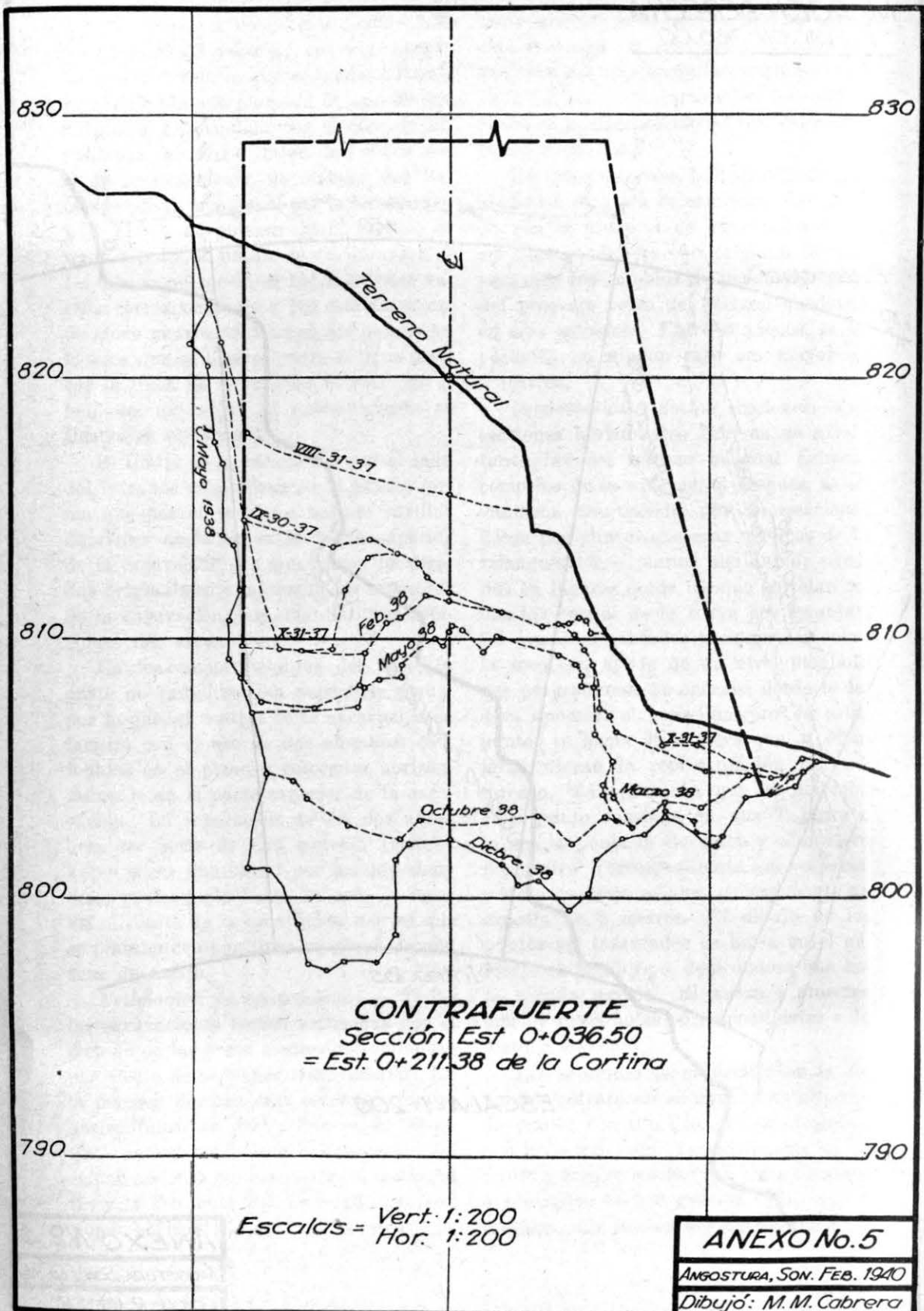
Las secciones transversales en la zona del contrafuerte se levantaban alineando puntos con tránsito, que se nivelaban con nivel montado. Las distancias de un punto a otro se medían con cinta de acero y plomadas de 350 gramos. El anexo 5 muestra una sección del contrafuerte.

MARGEN DERECHA
ELEVACION 765.00



ESCALA=1:200

ANEXO N° 4
ANGOSTURA, SON, FEB. 940
Calkó: R. Mata M.



TRAZO Y ALINEAMIENTO DE FORMAS

Como en el caso de las excavaciones, todos los trazos relacionados con las formas para colar concreto en el arco, se apoyaron en un arco de radio constante de 60 metros, que es llamado extradós eje. El ángulo en el centro es de 167° y el punto en que se inicia en la margen derecha se le llamó PC, en tanto que el punto en que termina en la margen izquierda se le llamó PT. El PC es el origen de los cadenamientos, es decir, es la estación cero. Tanto el PC como el PT eran fácilmente repuestos cuando por las necesidades de la construcción se perdían pues como ya se dijo, estaban bien referenciados.

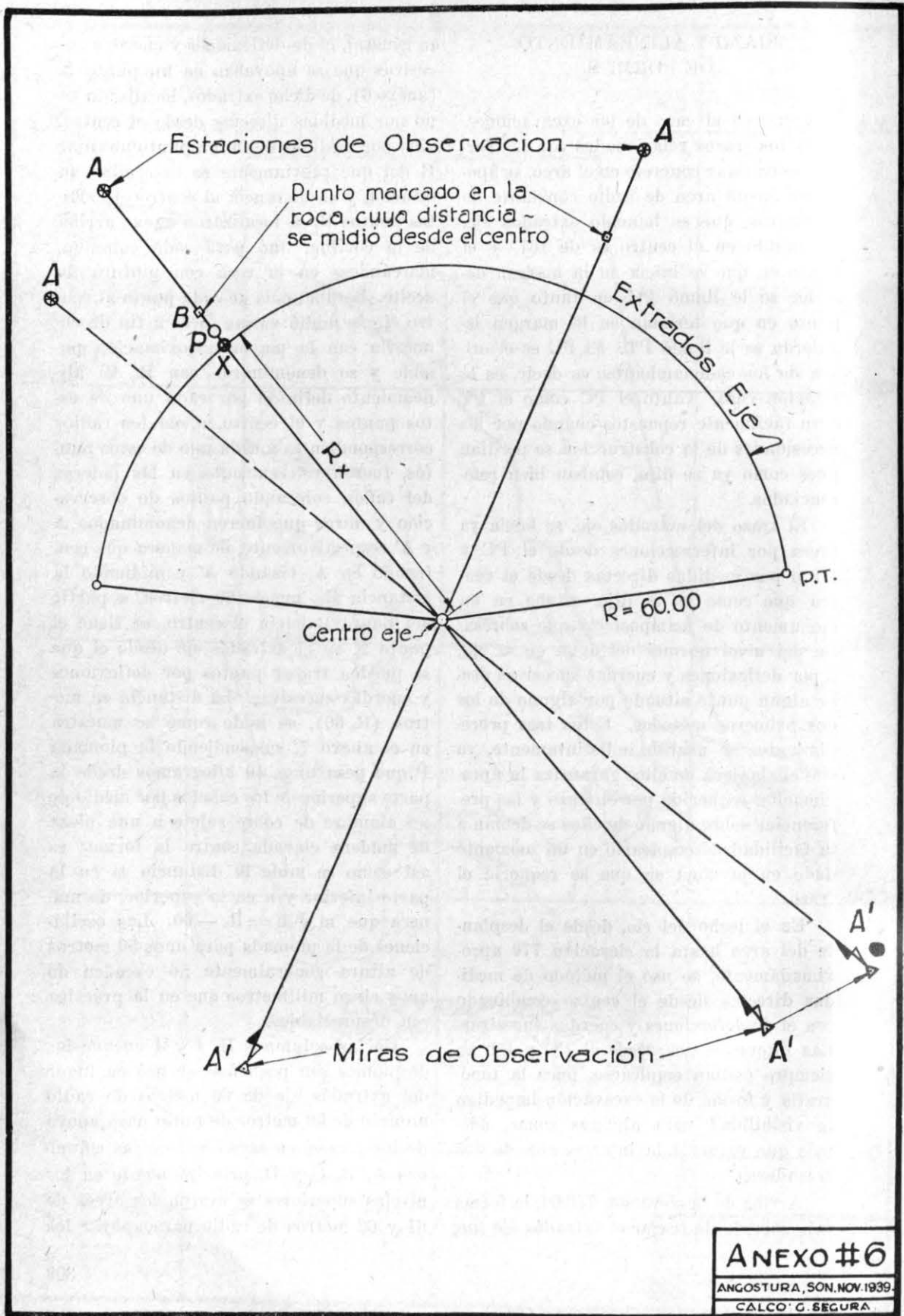
El trazo del extradós eje, se hacía ya fuera por intersecciones desde el PC y PT o por medidas directas desde el centro, que como ya se dijo, estaba en un monumento de mampostería que sobresalía del nivel normal del agua en el río, o por deflexiones y cuerdas sucesivas desde algún punto situado por alguno de los dos primeros métodos. Estos tres procedimientos se usaron indistintamente, ya que cualquiera de ellos garantiza la aproximación requerida por el trazo y las preferencias sobre alguno de ellos se debían a la facilidad de emplearlo en un momento dado en la zona en que se requería el trazo.

En el lecho del río, desde el desplante del arco hasta la elevación 770 aproximadamente, se usó el método de medidas directas desde el centro combinado con el de deflexiones y cuerdas sucesivas. Las intersecciones desde el PC y PT no siempre podían emplearse, pues la topografía y forma de la excavación impedían la visibilidad para algunas zonas, además que requería la intervención de dos trazadores.

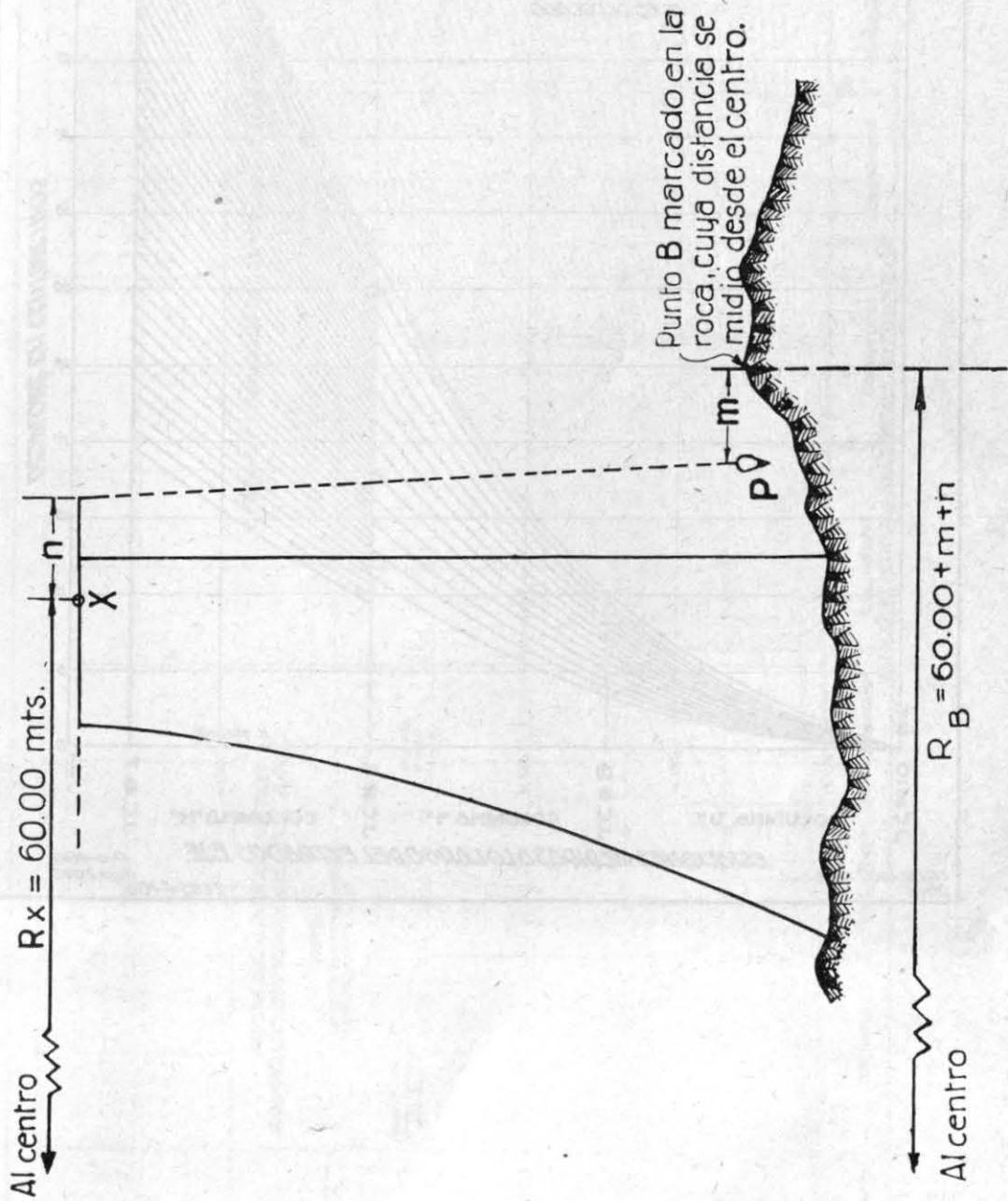
Arriba de la elevación 770.00, la forma más cómoda de trazar el extradós eje fué,

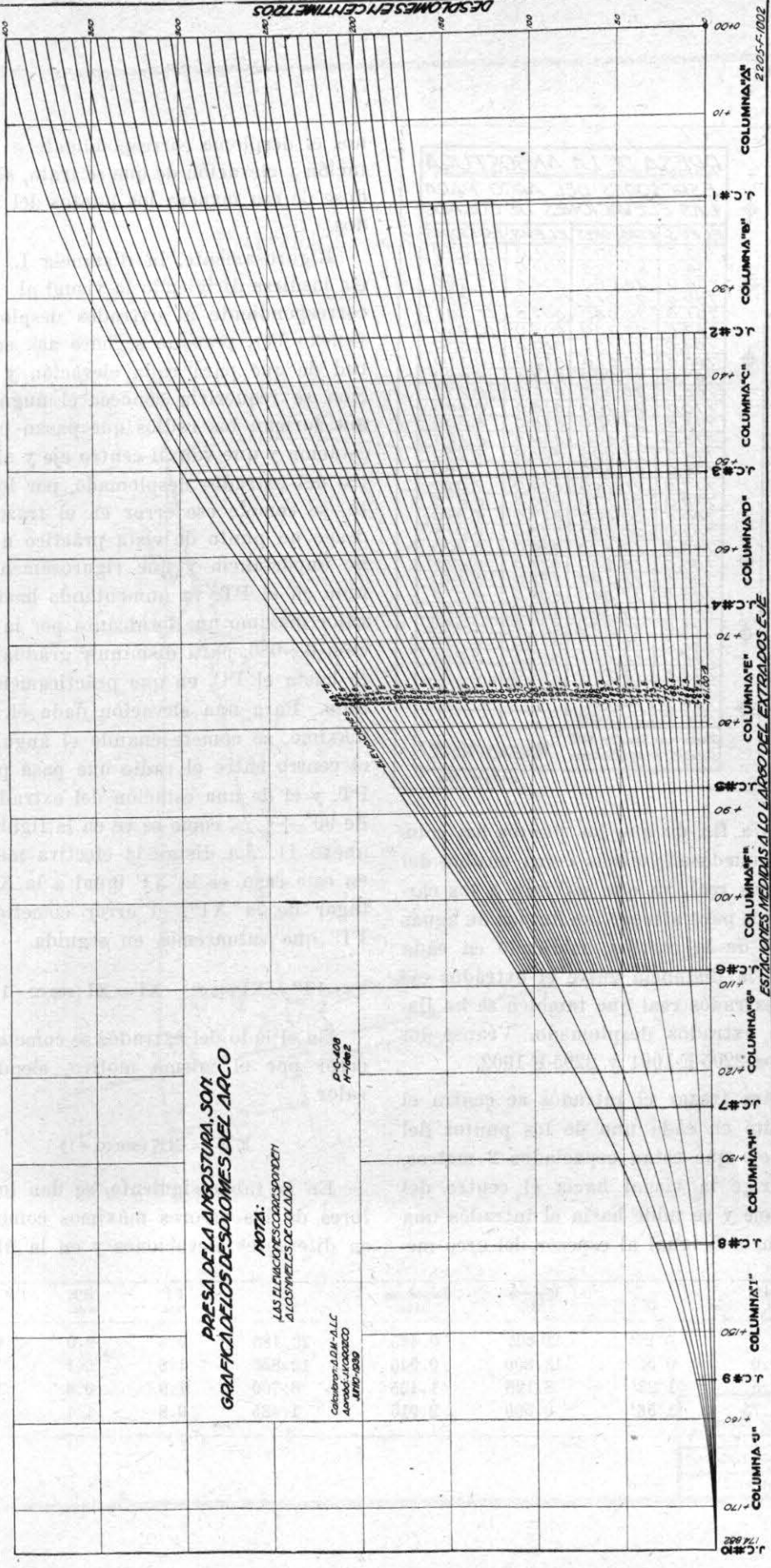
en general, el de deflexiones y cuerdas sucesivas que se apoyaban en un punto X (anexo 6), de dicho extradós, localizado ya no por medidas directas desde el centro, sino por medidas desde un punto auxiliar B del que previamente se determinó su estación y su distancia al centro eje. Estos puntos B, se localizaron aguas arriba de la cortina, uno para cada columna, marcándose en la roca con pintura de aceite. La distancia de cada punto al centro eje se midió varias veces a fin de conocerla con la mayor aproximación posible y se denominaron con R_b . El alineamiento definido por cada uno de estos puntos y el centro, o sea los radios correspondientes a cada uno de estos puntos, fueron referenciados en las laderas del cañón colocando puntos de observación y miras que fueron denominados A y A' respectivamente, de manera que centrando en A, visando A' y midiendo la distancia R_b , menos 60 metros, a partir del punto B hacia el centro, se tiene el punto X en el extradós eje desde el que se pueden trazar puntos por deflexiones y cuerdas sucesivas. La distancia en metros ($R_b - 60$), se mide como se muestra en el anexo 7, suspendiendo la plomada P que pesa unos 10 kilogramos desde la parte superior de los colados por medio de un alambre de cobre sujeto a una pieza de madera clavada contra la forma; es así como se mide la distancia m en la parte inferior y n en la superior, de manera que $m + n = R_b - 60$. Las oscilaciones de la plomada para unos 50 metros de altura generalmente no exceden de unos cinco milímetros que en la práctica son despreciables.

En las columnas H, I y J en que los desplomes son pequeños, se usó en lugar del extradós eje de 60 metros de radio un arco de 59 metros de radio para apoyo de los trazos, en tanto que en las columnas A, B, C y D, principalmente en los niveles superiores se usaron los arcos de 61 y 62 metros de radio para apoyar los



ANEXO #6
 ANGOSTURA, SON, NOV. 1939.
 CALCO' G. SEGURA





**PRESA DE LA ANGSTURA, SON
GRAFICACIONES DE LOS DESPLOMES DEL ARCO**

NOTA:
LAS ELIPSEES CORRESPONDEN
A LOS PIVOTES DE COLADO

P-0-408
N-1062

Calculos: A.D.M.-A.L.C.
Aprobado: Aprobado
1810-009

J.C.#10 +170 COLUMNA "10"
J.C.#9 +160 COLUMNA "9"
J.C.#8 +150 COLUMNA "8"
J.C.#7 +120 COLUMNA "7"
J.C.#6 +110 COLUMNA "6"
J.C.#5 +100 COLUMNA "5"
J.C.#4 +90 COLUMNA "4"
J.C.#3 +80 COLUMNA "3"
J.C.#2 +70 COLUMNA "2"
J.C.#1 +60 COLUMNA "1"
ESTACIONES MEDIDAS A LO LARGO DEL EXTRADO EJE

PRESA DE LA ANGOSTURA			
ESPESORES DEL ARCO PARA LAS ELEVACIONES DE COLADO			
ELEVS.	ESPESORES	ELEVS.	ESPESORES
755.0	31.000	801.5	13.270
756.5	30.325	803.0	12.770
758.0	29.660	804.5	12.295
759.5	29.015	806.0	11.830
761.0	28.380	807.5	11.385
762.5	27.750	809.0	10.960
764.0	27.130	810.5	10.550
765.5	26.515	812.0	10.110
767.0	25.900	813.5	9.680
768.5	25.300	815.0	9.270
770.0	24.700	816.5	8.880
771.5	24.100	818.0	8.500
773.0	23.500	819.5	8.125
774.5	22.905	821.0	7.750
776.0	22.320	822.5	7.380
777.5	21.740	824.0	7.020
779.0	21.170	825.5	6.675
780.5	20.605	827.0	6.340
782.0	20.030	828.5	6.015
783.5	19.475	830.0	5.700
785.0	18.930	831.5	5.415
786.5	18.390	833.0	5.140
788.0	17.860	834.5	4.875
789.5	17.360	836.0	4.620
791.0	16.850	837.5	4.380
792.5	16.325	839.0	4.150
794.0	15.800	840.5	3.925
795.5	15.280	842.0	3.710
797.0	14.770	843.75	3.500
798.5	14.265		
800.0	13.800		

ANGOSTURA, SON. FEB. 1940.
Dibujo: M. M. Cabrera. **ANEXO No. 10**
2205-F-908

trazos a fin de que los puntos así colocados quedasen lo más cerca posible del extradós real, ya que servirán a los carpinteros para alinear las formas de aguas arriba de la cortina, midiendo en cada punto la distancia entre el extradós eje y el extradós real que también se ha llamado extradós desplomado. Véanse los Planos 2205-F-1001 y 2205-F-1002.

Para trazar el intradós se centra el tránsito en cada uno de los puntos del arco eje que están espaciados 2 metros, se dirige la visual hacia el centro del arco eje y se mide hacia el intradós una distancia L igual al espesor del arco me-

nos el desplome correspondiente a la estación y elevación de que se trata, situándose de esa manera los puntos del intradós.

Rigurosamente, la distancia L , debería medirse dirigiendo la visual al centro correspondiente al extradós desplomado (anexo 11), pero no se hace así, en virtud de que para cada elevación y estación se requeriría conocer el ángulo que forman los radios que pasan por la estación y que van al centro eje y al centro del extradós desplomado, por lo tanto, se comete ese error en el trazo que desde un punto de vista práctico no tiene importancia y que rigurosamente es nulo en el PT, va aumentando hasta un valor máximo que lo alcanza por la estación 0+080, para disminuir gradualmente hasta el PC, en que prácticamente es nulo. Para una elevación dada el error máximo, se comete cuando el ángulo en el centro entre el radio que pasa por el PT, y el de una estación del extradós es de $90^\circ + \frac{\alpha}{2}$, como se ve en la figura del anexo-11. La distancia efectiva medida, en este caso, es la XI' igual a la XI, en lugar de la XI'', el error cometido es I'I'' que valuaremos en seguida.

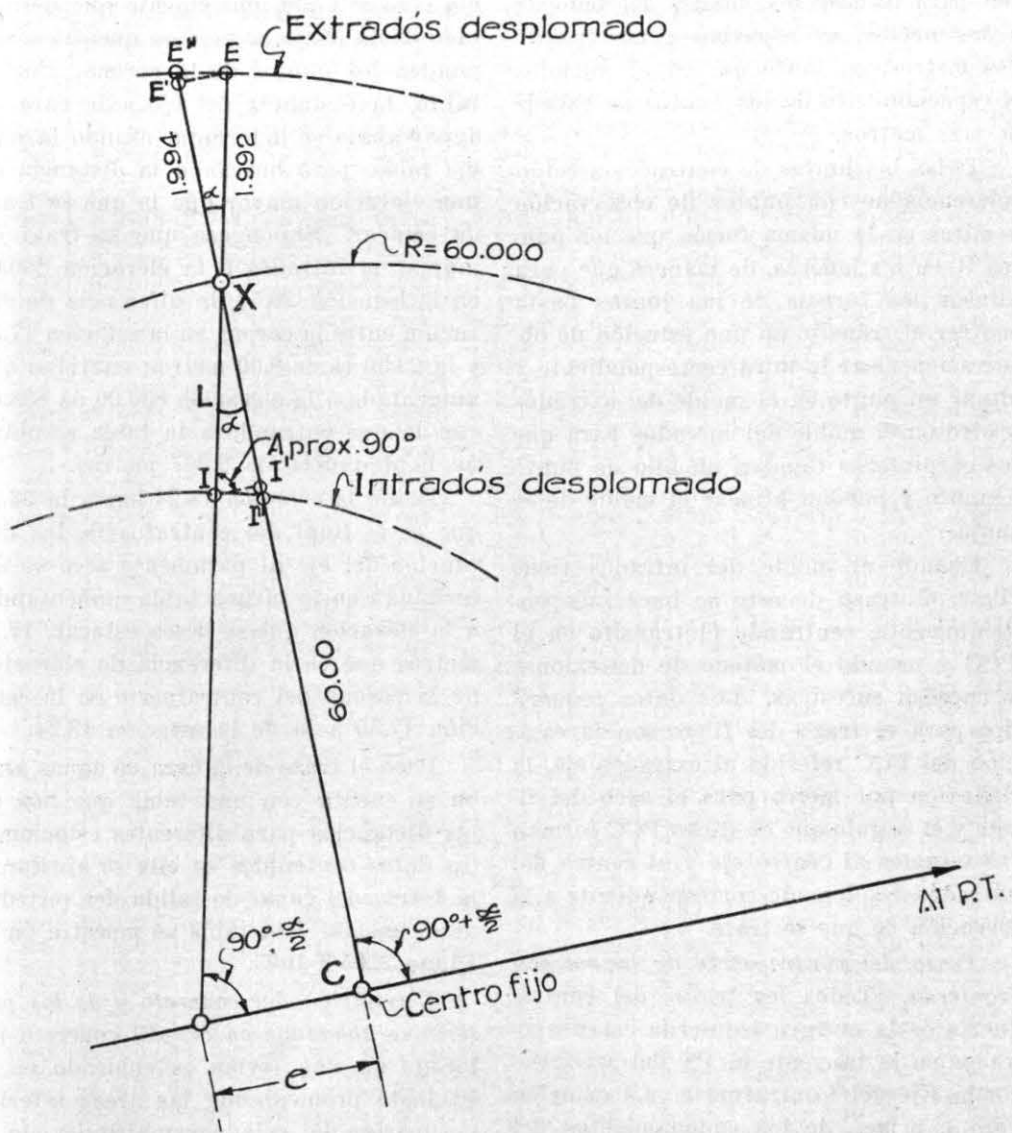
$$I'I'' = XI \sec \alpha - XI = XI (\sec \alpha - 1)$$

En el lado del extradós se comete otro error por el mismo motivo, siendo su valor

$$E'E'' = XE (\sec \alpha - 1)$$

En la tabla siguiente, se dan los valores de los errores máximos cometidos en diferentes elevaciones y en la última

Elevación Mts.	α	Espesor Mts.	Desplome Mts.	L Mts.	I'I'' mm.	E'E'' mm.	I'I''+E'E'' mm.
780.5	0°27'	20.605	0.425	20.180	0.6	0.0	0.6
800.0	0°55'	13.800	0.945	12.855	1.5	0.1	1.6
819.5	1°22'	8.125	1.425	6.700	1.9	0.4	2.3
843.75	1°56'	3.500	2.015	1.485	0.8	1.1	1.9



ANEXO #11
 ANGOSTURA, SON. NOV. 1939
 CALCO G. SEGURA.

columna la suma de los errores cometidos en el intradós y en el extradós, que como puede verse es despreciable.

Los puntos del extradós eje que sirven para alinear los moldes del lado de aguas arriba, se espacian generalmente dos metros, en tanto que en el intradós el espaciamiento de los puntos no excede de tres metros.

Todas las juntas de contracción están referenciadas con puntos de observación y miras en la misma forma que los puntos B, en las laderas, de manera que para alinear las formas de las juntas basta centrar el tránsito en una estación de observación visar la mira correspondiente y situar un punto en el molde del extradós y otro en el molde del intradós para que los carpinteros tiendan un hilo de punto a punto y puedan alinear el molde de la junta.

Cuando el molde del intradós tiene filete, el trazo de este se hace independientemente, centrando el tránsito en el PCC y usando el método de deflexiones y cuerdas sucesivas. Los datos requeridos para el trazo del filete son la estación del PCC referida al extradós eje, la deflexión por metro para el arco del filete y el ángulo que en dicho PCC forman las visuales al centro eje y al centro del extradós desplomado correspondiente a la elevación de que se trate.

Trazo del contrafuerte de la margen izquierda.—Todos los trazos del contrafuerte de la margen izquierda están apoyados en la tangente al PT del arco, llamada Eje del Contrafuerte. La estación cero u origen de los cadenamientos del contrafuerte está precisamente en el PT del arco.

De la estación cero a la estación 17.50 metros, la cara de aguas abajo del contrafuerte es paralela al eje, por lo que, su trazo se reduce a medir las distancias correspondientes a la elevación de que se trata y las cuales figuran en la tabla mostrada en el anexo 12.

De la estación 17.50 a la estación 43.24 la corona del contrafuerte tiene un talud de $1\frac{1}{2}:1$ y el perfil de la cara de aguas abajo es el mismo que el del tramo cero a 17.50, únicamente que desalocado hacia abajo de manera que se corresponden los puntos de la corona. Por lo tanto, la distancia del eje a la cara de aguas abajo se determina usando la misma tabla, pero buscando la distancia en una elevación mayor que la que se trata de estacar. Supóngase que se trata de marcar el intradós a la elevación 830.00 en la estación 29.50, la diferencia de elevación entre la corona en la estación 17.50 y la 29.50 es de 8.00 metros, cantidad que aumentada a la elevación 830.00 dá 838.00 con la que entrando a la tabla se obtiene la distancia de 6.957 metros.

Desde la estación 43.24 hasta la 53.13 que es el final del contrafuerte, las distancias del eje al paramento seco se determinan en la misma tabla aumentando, a la elevación que se desea estacar, 17.16 metros que es la diferencia de elevación de la corona del contrafuerte en la estación 17.50 a la de la estación 43.24.

Para el trazo de la cara de aguas arriba se cuenta con una tabla que nos da las distancias para diferentes estaciones, los datos contenidos en ella se ajustan a la forma del canal de salida del vertedor de demasías. Esa tabla se muestra en el Plano 2205-F-1003.

Estimación del concreto y de los materiales ahogados en él.—El concreto colocado en una forma es cubicado en el gabinete promediando las áreas inferior y superior del colado y multiplicando el área media por la altura real del colado la que se obtiene nivelando las superficies del concreto después de cada colado y antes de que se inicie la preparación de esa superficie para recibir el siguiente colado. Los volúmenes así obtenidos se comparan con los calculados en la planta mezcladora que siempre son superiores, la diferencia representa el volumen

CONTRAFUERTE

Distancias del C. L. al paramento seco. Elev. Corona 843.75. Ancho 6.00.

ELEV.	0.0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
843	6.107	6.092	6.076	6.061	6.045	6.030	6.018	6.006		
842	6.262	6.246	6.231	6.216	6.200	6.185	6.169	6.154	6.138	6.123
841	6.426	6.410	6.393	6.377	6.360	6.344	6.328	6.311	6.295	6.278
840	6.595	6.578	6.560	6.543	6.525	6.508	6.492	6.475	6.459	6.442
839	6.770	6.753	6.735	6.717	6.700	6.683	6.665	6.648	6.630	6.613
838	6.957	6.938	6.919	6.901	6.882	6.863	6.845	6.826	6.807	6.789
837	7.150	7.130	7.110	7.090	7.070	7.050	7.031	7.013	6.994	6.975
836	7.350	7.330	7.310	7.290	7.270	7.250	7.230	7.210	7.190	7.170
835	7.563	7.542	7.520	7.499	7.478	7.457	7.435	7.414	7.393	7.371
834	7.783	7.761	7.738	7.715	7.693	7.670	7.649	7.627	7.606	7.585
833	8.010	7.987	7.965	7.942	7.919	7.897	7.874	7.851	7.829	7.806
832	8.250	8.226	8.202	8.178	8.154	8.130	8.106	8.082	8.058	8.034
831	8.493	8.469	8.444	8.419	8.395	8.370	8.346	8.322	8.298	8.274
830	8.740	8.715	8.691	8.666	8.641	8.617	8.592	8.567	8.543	8.518
829	9.013	8.986	8.959	8.931	8.904	8.877	8.849	8.822	8.795	8.767
828	9.287	9.259	9.232	9.205	9.177	9.150	9.123	9.095	9.068	9.041
827	9.560	9.533	9.505	9.478	9.451	9.423	9.396	9.369	9.341	9.314
826	9.840	9.812	9.784	9.756	9.728	9.700	9.672	9.644	9.616	9.588
825	10.123	10.095	10.066	10.037	10.009	9.980	9.952	9.924	9.896	9.868
824	10.410	10.381	10.353	10.324	10.295	10.277	10.238	10.209	10.181	10.151
823	10.704	10.674	10.645	10.616	10.586	10.557	10.528	10.498	10.469	10.440
822	11.000	10.970	10.940	10.910	10.880	10.850	10.821	10.791	10.762	10.733
821	11.300	11.270	11.240	11.210	11.180	11.150	11.120	11.090	11.060	11.030
820	11.620	11.588	11.556	11.524	11.492	11.460	11.428	11.036	11.364	11.332
819	11.940	11.908	11.876	11.844	11.812	11.780	11.748	11.716	11.684	11.652
818	12.260	12.228	12.196	12.164	12.132	12.100	12.068	12.036	12.004	11.972
817	12.587	12.554	12.521	12.489	12.456	12.423	12.391	12.358	12.325	12.293
816	12.917	12.883	12.850	12.817	12.783	12.750	12.717	12.685	12.652	12.619
815	13.250	13.217	13.183	13.150	13.117	13.083	13.050	13.017	12.983	12.950
814	13.590	13.556	13.522	13.488	13.454	13.420	13.386	13.352	13.318	13.284
813	13.934	13.899	13.865	13.830	13.796	13.760	13.726	13.692	13.658	13.624
812	14.280	14.245	14.211	14.176	14.142	14.107	14.072	14.038	14.003	13.969
811	14.640	14.604	14.568	14.532	14.496	14.460	14.424	14.388	14.352	14.316
810	15.000	14.967	14.931	14.894	14.858	14.820	14.784	14.748	14.712	14.676
809	15.370	15.333	15.297	15.260	15.224	15.187	15.150	15.114	15.077	15.041
808	15.730	15.694	15.658	15.622	15.586	15.550	15.514	15.478	15.442	15.406
807	16.097	16.060	16.022	15.985	15.948	15.910	15.874	15.838	15.802	15.766
806	16.470	16.433	16.395	16.358	16.321	16.284	16.246	16.209	16.172	16.134
805	16.850	16.812	16.774	16.736	16.698	16.660	16.622	16.584	16.546	16.508
804	17.237	17.198	17.158	17.119	17.080	17.040	17.002	16.964	16.926	16.888
803	17.630	17.591	17.551	17.512	17.473	17.434	17.394	17.355	17.316	17.276
802	18.037	17.996	17.956	17.915	17.875	17.834	17.793	17.753	17.712	17.672
801	18.450	18.408	18.366	18.324	18.282	18.240	18.199	18.159	18.118	18.078
800	18.870	18.828	18.786	18.744	18.702	18.660	18.618	18.576	18.534	18.492
799	19.283	19.242	19.201	19.159	19.118	19.076	19.035	18.994	18.953	18.911
798	19.700	19.658	19.616	19.574	19.532	19.490	19.449	19.407	19.366	19.325
797	20.120	20.078	20.036	19.994	19.952	19.910	19.868	19.826	19.784	19.742
796	20.547	20.504	20.461	20.418	20.376	20.333	20.291	20.248	20.205	20.163
795	20.977	20.933	20.890	20.846	20.803	20.760	20.717	20.674	20.632	20.589
794	21.410	21.367	21.323	21.280	21.236	21.193	21.150	21.107	21.063	21.020
793	21.850	21.806	21.762	21.718	21.674	21.630	21.586	21.542	21.498	21.454
792	22.270	22.230	22.190	22.150	22.110	22.070	22.026	21.982	21.938	21.894
791	22.670	22.630	22.590	22.550	22.510	22.470	22.430	22.390	22.350	22.310
790	23.130	23.075	23.030	22.985	22.940	22.895	22.850	22.805	22.760	22.715

- ANEXO NUM. 12 -

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION

PRESA DE LA ANGOSTURA, SON.

REGISTRO DEL TRABAJO DE PREPARACION DEL
COLADO EN: *Columna "D". - Elev. 761.00-762.5*

Fechas: Principio *3 Febrero 1939* Fin *6 Febrero 1939.*
 Líneas por: *S.A.G.* Revisó: *S.A.G.*
 Niveles por: *S.A.G.* Revisó: *S.A.G.*
 Aprobó los trazos: *M.A.S.* Inspección final: *S.A.G.-M.A.S.*

NOTAS:

MATERIALES EMBEBIDOS EN EL CONCRETO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	Tomado por:	OBSERVACIONES
INYECTADO ROCA:				
Tubo fierro galv.-----	m.l.	—		<i>Los tubos de $\phi 2''$ corresponden al colector del pozo de inspección. - Su altura llega hasta la elev. 764.00 aprox.</i>
" " "-----	"	—		
" " "-----	"	—		
" " "-----	"	—		
DRENAJE ROCA:				
Tubo fierro galv. $\phi 2\frac{1}{2}''$ -----	m.l.	7.75		
" " "-----	"			
DRENAJE DEL CONCRETO:				
Tubo fierro galv.-----	m.l.			
" " "-----	"			
Tubo concreto poroso-----	"			
" " ordinario-----	"			
ENFRIAMIENTO CONCRETO:				
Serpentines de 1"-----	m.l.	187.93		
JUNTAS CONTRACCION:				
Sello de cobre-----	m.l.	—		
Tubo fierro galv. $\phi 1/2''$ -----	"	3.18		
" " " $\phi 2''$ -----	"	12.20		
" " "-----	"			
Tapas-bocas-----	pzas.	12		
TUBOS TERMOMETRO:				
Tubo fierro galv.-----	m.l.			
ACERO DE REFUERZO:				
Diámetro-----	Kgs.			
"-----	"			
SUPERFICIE FORMAS:	m ²	20.77		

dé concreto desperdiciado por el picado y generalmente no excede del 3%. Cuando el colado se hace contra la roca de la cimentación, se levantan las suficientes secciones transversales o curvas de nivel a fin de tener la cubicación con la mayor aproximación posible. Las áreas se determinan con planímetro y la cubicación se hace por el método de las áreas medias.

Los materiales ahogados en el concreto se miden en cada colado y se ano-

tan en el lugar correspondiente en una forma especial (P-i-286), en la que también figuran los datos que corresponden a la columna de que se trata, elevación, etcétera, etc. Los datos contenidos en estas formas se pasan a una hoja en la que figuran todos los datos del mes, de manera que haciendo una simple suma, se tiene todo el trabajo ejecutado en la cortina durante el mes (anexo 15).

La Angostura, Son., febrero de 1940.

