



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

"CONTROL TOPOGRAFICÓ APLICADO CON LA
CONSTRUCCION DE LA NUEVA BASILICA DE
GUADALUPE, DE LA CIUDAD DE MEXICO"

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. TOPOGRAFO Y GEODESTA.

POR:

ANDRES RUBEN BENITEZ GODINEZ



MEXICO, D. F.

ENERO DE 1969

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

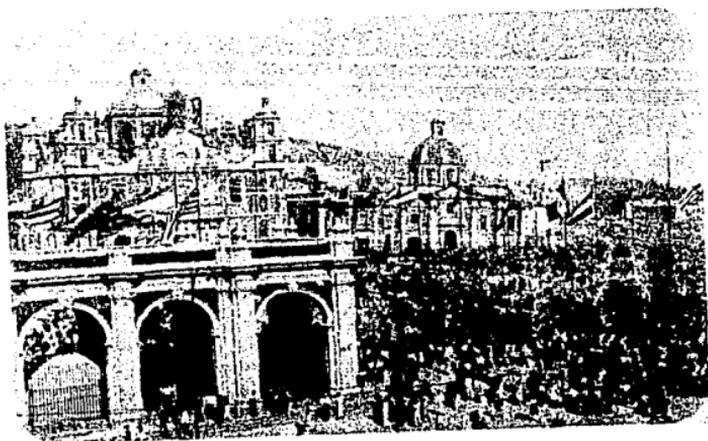
Los antecedentes para la construcción de la nueva Basílica de Guadalupe (la Villa) fueron la resolución a problemas que se presentaron en la antigua Basílica y los de mayor importancia fueron dada la utilización litúrgica de ésta:

- 1.- Ruptura.
- 2.- Visibilidad.
- 3.- Cupo.
- 4.- Estacionamiento.
- 5.- Comercio.

BASILICA DE GUADALUPE



Dasantes el 12 de Diciembre



Fiesta del 12 de Diciembre

1 RUPTURA.

En la parte delantera de la nave principal (norte-sur) de la antigua Basílica de Guadalupe se tenían grietas de 0.20 a - 0.30m de abertura, en algunos puntos de la construcción ocasionadas por la estructura de la misma y el tipo de terreno en -- donde se encuentra alojada y por el tipo de obra. En la construcción del ex-convento de Capuchinas, se tenía un hundimiento hasta de 3 m con respecto a su horizontal de oriente a poniente.

2 VISIBILIDAD.

Por el problema anterior hubo necesidad de reforzar todas las columnas interiores laterales con el recubrimiento de acero y de concreto en forma hexagonal quedaron muy anchas perdiendo su esbeltez, por lo cual los fieles que se colocaban atrás - de ellas perdían el ángulo de visibilidad por la obstrucción - de la perspectiva se perdía la imagen del altar.

3 CUPO.

Con un pueblo de 70 millones de habitantes y un 95% de religiosos católicos, la Basílica es una visita obligada y con una capacidad de 2,500 fieles de cupo, resultaba muy pequeña - para el gran aforo de visitantes nacionales y además de otras partes del mundo.

4. ESTACIONAMIENTO.

Para autos de los visitantes el cual uno de cada ocho habitantes tiene automóvil se creaba un problema de tránsito en esa zona por no contar con estacionamientos de cupo adecuado - propios de la magnitud de la Basílica, para poder bajarse del automóvil y pasar a visitar este lugar.

5. COMERCIO.

Donde existe un gran aforo de visitantes hay por consiguiente actividades de diversa índole, por ejemplo venta de comida, ropa, regalos, artículos religiosos, etc., por lo que habría -- que dotar a la Basílica nueva de una zona comercial.

Estos eran los problemas que había que resolver con una nueva construcción en la que se avocaron a un estudio de mecánica de suelos, diseño y cálculo, etc., dando como resultado - el proyecto de la nueva Basílica.

Resolviendo además de éstos, entre otras cosas, la modernización de la nueva Basílica creando nuevos elementos, eliminando otros y el resultado fue un proyecto en forma de una --- enorme Carpa recordando las primeras misas en el mundo católico hace cerca de 2,000 años.

La antigua Basílica se recimentó y se niveló con pilotes de control y también el ex-convento de capuchinos, quedando éstos nivelados a la altura del atrio de la nueva Basílica, que actualmente funciona, pasando a ser museo litúrgico la antigua Basílica. En la panorámica siguiente se aprecia lo mencionado.



C A P I T U L O I I

TRABAJOS PRELIMINARES

Me correspondió en la Jefatura de Ingeniería Topográfica de la Cía. ECSA, ser el responsable de toda la obra que consto la nueva Basílica: dos estacionamientos, Bautisterio, la antigua Basílica junto al ex-convento de Capuchinas y su capilla, plaza principal, zonas de comercio y calles adyacentes con sus andadores y todo lo referente a la topografía en obras de construcción y que constaba de cálculo de planos estructurales desde la planta, planos arquitectónicos, los que conllevaban el trazado, nivelación y supervisión en la construcción, desde el inicio hasta el final.

Se hizo contacto con el comite pro-construcción de la nueva Basilica de Guadalupe.

Su ubicación en Av. Misterios, Fray Juan de Zumarraga.

Se recibe del comite pro-construcción de la nueva Basilica fisicamente en el terreno de construcción los siguientes datos:

- a.- Ejes radiales.
- b.- Ejes circunferenciales.
- c.- Bancos de nivel fijos y flotantes.
- d.- Se observan maquetas, planos del proyecto de obra y dibujos. (Ver Plano No. 1).

C A P I T U L O I I I

PLANIMETRIA Y CONTROL HORIZONTAL

El orden del trabajo de la topografía es:

- 1.- Delimitación de la zona de trabajo.
- 2.- Excavación.
- 3.- Plantilla.
- 4.- Trazo de ejes.
- 5.- Otros.

Equipo: a.- Humano.
 b.- Material.

3.1 DELIMITACION DE LA ZONA DE TRABAJO.

Se levantaron cotas del terreno natural con una cuadrícula de 5m x 5m, tanto en ejes verticales como horizontales de la zona de construcción de la nueva Basílica para cuantificar el volumen de la excavación (secciones transversales).

Se delimita con un trazo la 1a. zona de excavación y se condicionan las áreas para oficinas, de la compañía constructora y del Comité pro-construcción, almacén y baños, se delimita el lugar para la concretera, que es muy importante su ubicación puesto que durara en el mismo lugar desde el inicio de la obra hasta el final de ésta, las barracas para los obreros, los patios para fierros y carpintería se coloca barda de lamina con ventanas de tela ciclónica como protección de la obra. Se localiza la entrada y circuito para camiones de carga, patio para la varilla, almacen para cemento, cal, sanitarios obreros, tablero de control de luz, agua, comedor obreros, etc.

Se construyen mojoneras para los ejes radiales y ejes circunferenciales en este caso centros, PC, PI, PT, y en el eje de simetría o principal, con sus respectivas referencias.

La nivelación topográfica fue de sumo interés contar con una nivelación topográfica para determinar las cotas de una cu

drícula que incluía el atrio, calles adyacentes, zona de capuchinas y la antigua Basílica a partir de dicho nivel.

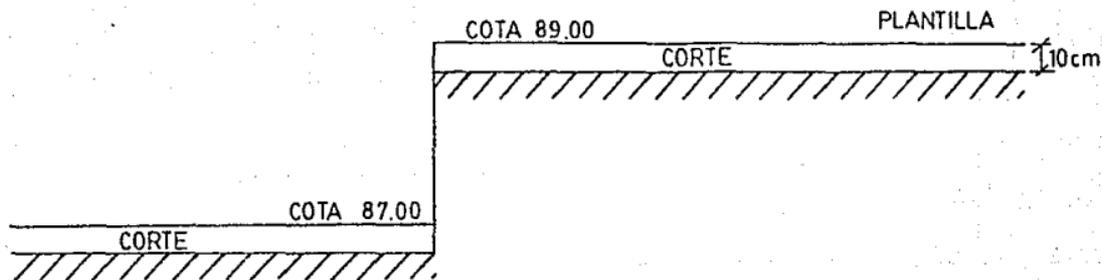
Se empieza a excavar la zona central en donde se alojara una columna principal hasta el nivel de plantilla.

Los ejes radiales están numerados del 1 al 25 y los ejes circunferenciales se utilizan con letras mayúsculas y minúsculas A, B, C, a, b, c, etc., del alfabeto. Estos ejes nos van a servir para trazar la losa de cimentación y encima de ella las trabes de dos tipos de eje: trabes de 0.50 y 0.75m. de ancho y 2.00m de peralte.

La zona de construcción se divide en dos partes de excavación dividida por 2 ejes radiales, el 7 y de un eje circunferencial la que nos dará dos niveles de desplante con diferencia de 2.00 m una más arriba que la otra en el tramo natural de excavación.

Al llegar al nivel de plantilla se cuela esta y sobre de ella se arma, se cimbra y se cuela la losa de cimentación, sobre de esta se trazan todos los ejes radiales y circunferenciales para que se puedan armar. Se traza la posición de diferentes elementos de apoyo a la construcción como son los pozos de bombeo de agua de 15m x 90 de diámetro hincado en el terreno para encontrar el nivel freático, con exactitud pues no debe de -

TERRENO NATURAL



REGISTRO

Trabajo _____ Observador _____
 Lugar _____ Fecha _____ Aparato _____

P.O.	+	Cota Aparato	Lecturas (-) BN y PL	Puntos (-)	Cotas
BN1	2.950	52.950			50,000
0				2.668	50,282
1				2.391	50.559
2				1.955	50.995
3				1.447	51.503
4				1.582	51.368
PL1	1.666	54.224	0.392		52.558
5			(-)	0.590	53.634
6				0.591	53.633
7				0.912	53.312
8				1.235	52.989
ect.				ect.	
PL2			3.699		50.525
BN2					Cota BN2

Anotaciones en la 1ª posición del aparato.

Anotaciones en la 2ª posición - del aparato

Σ (+)

Σ (-)

CURVA C

$R = 46.80 \text{ m}$

31.20

PAÑO EXTERIOR

$A = 20^\circ$

$A/2 = 10^\circ$

$L.C. = 46.80 \times 20 \times K = 16.336$

$Dm = 10 / 16.336 = 0.6121449 \times 2 = 1^\circ 13' 27''.443 = 2m$

$Dm = 1^\circ 13' 27''.443 - 2m$

$1^\circ 13' 27''.443$

$2^\circ 26' 54.886 - 4m$

$1^\circ 13' 27.443$

$3^\circ 40' 22.324 - 6m$

$1^\circ 13' 27.443$

$4^\circ 53' 49.772 - 8m$

$1^\circ 13' 27.443$

$6^\circ 7' 17.215 - 10m$

$1^\circ 13' 27.443$

$7^\circ 20' 44.658 - 12m$

$1^\circ 13' 27.443$

$8^\circ 34' 12.101 - 14m$

$1^\circ 13' 27.443$

$9^\circ 47' 39.544 - 16m$

$12' 20.450$

$9^\circ 59' 59.994 - 16.336m$

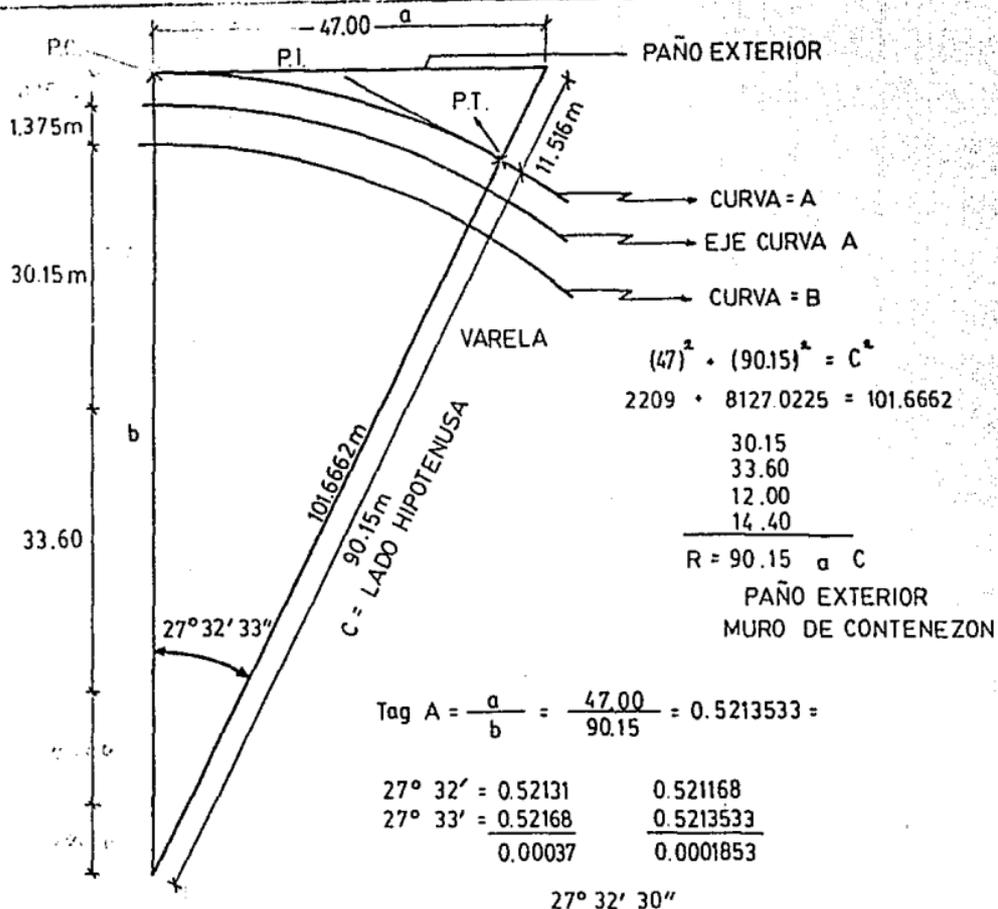
0.336
 $\times Dm$

A / 2 

traslaparse con otro elemento como podrían ser las coordenadas de las perforaciones de los pilotes de control, trabes, puntos de control, cimbra o zonas de excavación.

En base a la retícula, la nivelación topográfica y las -- secciones transversales se cuantifica el volumen de la excava-- ción y con ella se pudo saber el número de camiones de carga ne cesarios para mover el producto excavado rumbo al tiradero y pro gramar una ejecución.

Para mejor entendimiento se anexan los registros de campo 1, 2 y 3 correspondientes.

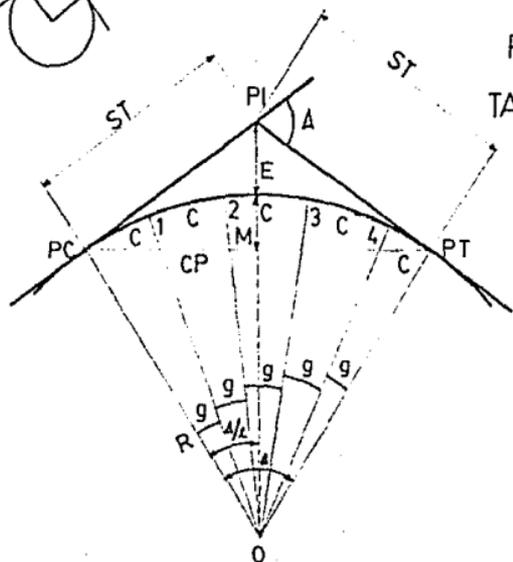


Se trazan los ejes del muro de contención junto con su pendiente para marcar los límites de excavación. Ya sobre la plantilla y en la losa de cimentación las trabes circunferenciales y radiales se trazan 5 líneas que nos servirán para:

Traza de una línea de referencia a 0.10m del paño exterior para supervisar el colado, con módulos de 1.22m. que es lo que mide la cimbra en ambos lados de la trabe. Se traza el paño exterior lado izquierdo en las trabes radiales. Se traza el eje de simetría, el paño exterior lado derecho en las trabes radiales y otra línea de referencia para supervisión del otro paño del colado.

Lo mismo se hace con las trabes circunferenciales pero con módulos de 1.22m que es lo que mide la cimbra para que se coloque en cada punto una esquina de la cimbra y no se salga del trazo evitando flechas en la construcción y sin modificar el trazo original del proyecto.

Para todos los trazos anteriores se procede de acuerdo con la figura y registro siguiente.



- Δ = Deflexión
 PI = Punto de Intersección
 PUNTOS DE TANGENCIA { PC = Punto de Comienzo
 PT = Punto de Termino
 R = Radio
 ST = Subtangentes
 C = Cuerda
 G = Grado de la curva: Es el ángulo bajo el cual se ve la cuerda unitaria desde el centro de la curva-- (la cuerda unitaria que normalmente se emplea es de 20m.)
 SC = Subcuerda
 g = Sub-grado
 CP = Cuerda principal, (PC - PT)
 LC = Longitud de la curva, (PC a PT)
 M = Ordenada media
 E = Externa

CURVA A EJE

$R = 51.775m$

$\Delta = 50^\circ$

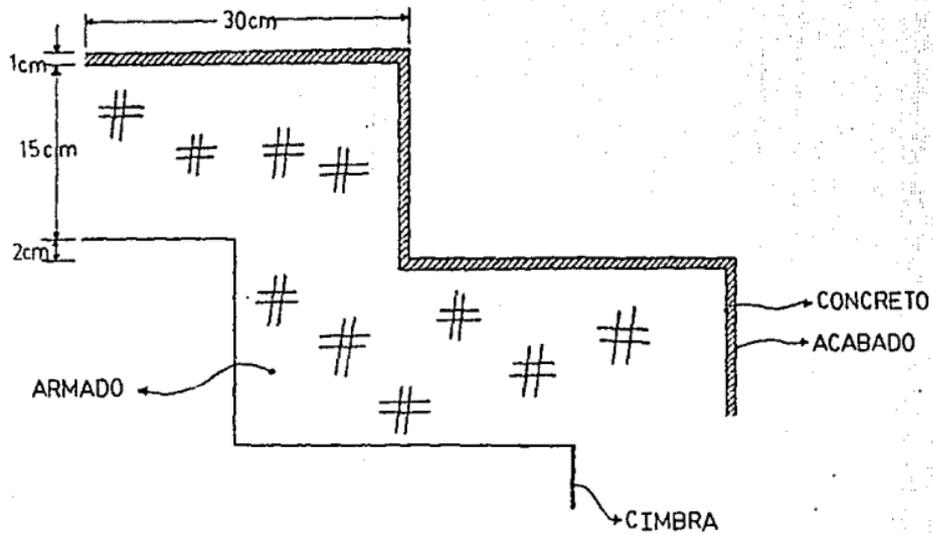
$L.e. = 51.775 \times 50 \times K = 45.18223$

$Dm = \frac{25}{45.18223} = 0.5533148$

1.18223

$\frac{x \text{ Dm}}{1^\circ}$

1° 6' 23"866 — 2m	16° 35' 57"990 — 30m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
2° 12' 47"732 — 4m	17° 42' 21"856 — 32m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
3° 19' 11"598 — 6m	18° 48' 45"722 — 34m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
4° 25' 35"464 — 8m	19° 55' 9"588 — 36m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
5° 31' 59"330 — 10m	21° 1' 33"454 — 38m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
6° 38' 23"196 — 12m	22° 7' 57"320 — 40m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
7° 44' 47"062 — 14m	23° 14' 21"186 — 42m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>1° 6' 23"866</u>
8° 51' 10"928 — 16m	24° 20' 45"052 — 44m
<u>1° 6' 23"866</u>	<u>39' 14"923</u>
9° 57' 34"794 — 18m	24° 59' 59"975 — 45.182m
<u>1° 6' 23"866</u>	
11° 3' 58"660 — 20m	
<u>1° 6' 23"866</u>	
12° 10' 22"526 — 22m	
<u>1° 6' 23"866</u>	
13° 16' 46"392 — 24m	
<u>1° 6' 23"866</u>	
14° 23' 10"258 — 26m	
<u>1° 6' 23"866</u>	
15° 29' 34"124 — 28m	
<u>1° 6' 23"866</u>	
16° 35' 57"990 — 30m	



Ya colados con el cemento fresco se vuelve a trazar el eje radial y circunferencial de la trabe encima de ella, marcando cada punto con pintura.

Se trazas las coordenadas de los pozos de bombeo para instalarlos con exactitud para que no se traslapen con otros elementos que nos servirán para bajar el nivel freático un metro - abajo del nivel de la plantilla y que se irán sellando conforme avance la obra.

Puesto que la pendiente y el ancho son muy importantes se traza la rampa para sacar el producto de excavación con cambios de volteo, se traza la posición de la escalera de acceso a obreros a la obra, pues ésta se excava a 8m de profundidad. Se trazan huellas, peraltes para proporciones en la pared de todo el proceso de una escalera, tanto recta como circular.

Se trazan las coordenadas de registros para inspección, acceso para supervisión de los gatos hidráulicos de los pilotes de control.

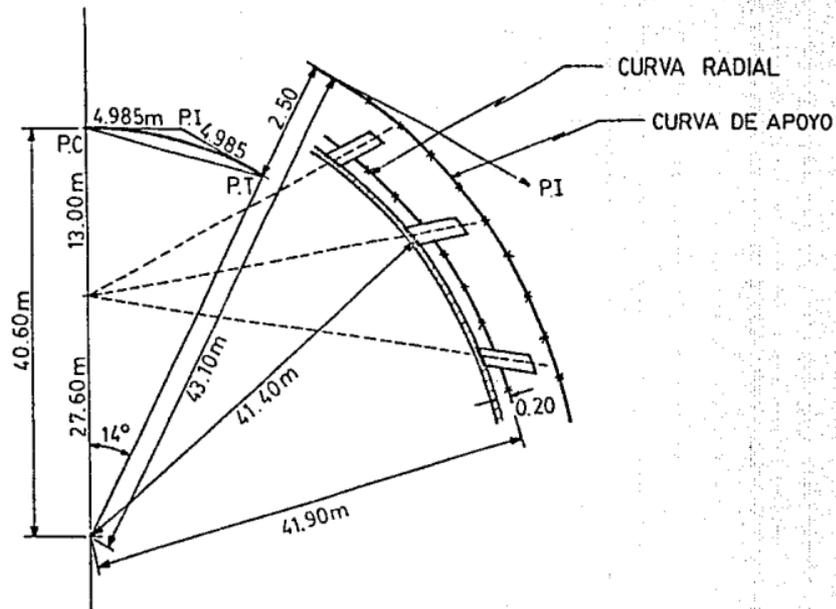
DATOS

$R = 40.60\text{m}$

$ST = 40.60 \times 0.122785 = 4.985071$

$A = 14^\circ$

$ST = ?$



PAÑO EXTERIOR

$R = 50.475$

$\Delta/2 = 12^\circ$

$\Delta/2 = 24^\circ$

$Le = 50.475 \times 24^\circ \times K = 21.143$

Dos traves 25 y 2

$Dm = \frac{12}{21.143} = 0.5675637 \times 2 = 1^\circ 8' 6.458 \text{---}2m$

<u>1° 8' 6.458</u>	2m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>2° 16' 12.916</u>	4m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>3° 24' 19.374</u>	6m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>4° 32' 25.832</u>	8m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>5° 40' 32.290</u>	10m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>6° 48' 38.748</u>	12m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>7° 56' 45.206</u>	14m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>9° 4' 51.664</u>	16m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>10° 12' 58.122</u>	18m
<u>1° 8' 6.458</u>	
<u>11° 21' 4.580</u>	20m
<u>38' 55.411</u>	
<u>11° 59' 59.991</u>	21.143m

$\frac{1.143}{\times Dm}$
1° para el 2

$\Delta/2$ bien

Se dibujan las formas de la cimbra, del acero en el piso para que sirvan de modelo para un corte correcto.

Se traza la zona de trabajo y la zona de colado.

Los procedimientos para el trazo para coordenadas de los puntos considerados quedan clasificados en el registro y figura siguiente.

En cada curva de cada elemento de la construcción se trazan referencias para que en cualquier momento se vuelvan a trazar correctamente. (Ver ejemplo de trazo de referencias)

Se trazaron ejes en las calles de Montevideo, Calzada de los Misterios, Fray Juan de Zumarraga y se colocaron mojoneras para verificar con los de la obra en ese momento de construcción y posteriormente en los demás niveles.

Dentro de la obra se trazaron y se marcaron visiblemente con toda exactitud todas las distancias, áreas de circunferencia con sus respectivas referencias porque dada la dinámica de la obra estos se pierden, se destruyen con mucha facilidad y hay que restituirles inmediatamente ya que en la obra existe movimiento de obreros, carpinteros, fierreros, albañiles, etc., se coloca material cerca de una zona donde se va a colar cerca hay cimbrado, descimbrado, también influyen el Sol, la lluvia, el lodo, agua del desalojo del nivel freático, material por sacar de la obra, etc.

Se va trazando las zonas de transición, es decir, conforme avanza la obra se deben de estudiar todos los planos, calcular todas las curvas, las distancias, los ángulos, los traslapes, las escaleras, las rampas, los registros, las ventanas, -- los accesos, es decir, toda la obra desde el corte del terreno hasta el acabado, en dado caso que exista algún error en los -- planos corregirlos de tal manera que se empieza a trazar un plano del proyecto original y termina la obra un poco diferente --

Con referencias y con ejes, los ejes radiales se trazan-

las columnas de la 1 a la 25, las cuales tienen de 4 a 12 pilotes de control. Estas columnas se alojanban en 2 curvas excéntricas y en las cuales se trazaba el eje de la columna, las -- coordenadas de los pilotes de control, los paños en las cuatro caras y referencias para supervisar ya colados, también se trazo la colocación del fierro y de la cimbra.

Se trazan las preparaciones para los elementos hidráulicos mecánicos, eléctricos y demás que conlleva la obra.

Se traza una perpendicular con el eje de simetría en el núcleo central.

En cada zona se supervisa el colado tanto en trazo como cotas de nivel para observar si estan dentro de las tolerancias y corregir cuando es necesario ya sea por mala colocación del acero o movimiento del lugar, que le corresponde a la cimbra - según el trazo.

Se traza y se encala como los mpos de fut-bol llaneros los limites de las zonas de trabajo, de excavación los ejes de las trabes tanto radiales como circunferenciales para poder -- observar físicamente por donde van a pasar según el plano, físicamente, ya que esto nos servira para algunos fines específicos como por ejemplo acarreo de material, preparaciones, acero, cimbra.

En algunas zonas se puede empezar con el acabado, es decir, se puede colocar el distinto material que recubrirá la obra totalmente y que será de diferentes materiales, por ejemplo: para el piso en las capillas, mármol en el presbiterio, mosaico en el atrio de la Basilica, precolados de concreto, --ventanería con módulos de vidrio de plomo, caoba en el altar principal, pino tratado contra fuego en los cuales hubo necesidad de trazar todo lo referente a ejes, centros, cotas, coordenadas, paños interiores y exteriores, referencias para corroborar la colocación del acabado.

Las curvas de todos estos elementos son bien cerradas de punto a punto, podría ser de 0.20m, es decir, conforme es el tamaño del elemento es como se ajusta el trazo de la curva, como dije anteriormente existen muchos obstáculos dentro de la obra por la dinámica de la construcción, los cuales hay que -- salvar para poder trazar con precaución todos esos puntos en la zona donde se esta trabajando. Se tiene que volver a trazar la zona del muro de contención para poder rellenar la parte que se colo.

Los trazos de todos y cada uno de los elementos no deben de correrse de sus coordenadas pues sí lo hacen nos causan obs-trucción en la siguiente fase de la obra, así es que deben de estar correctamente trazados.

$$R = 43.10 \times 20 \times K = 15.044744$$

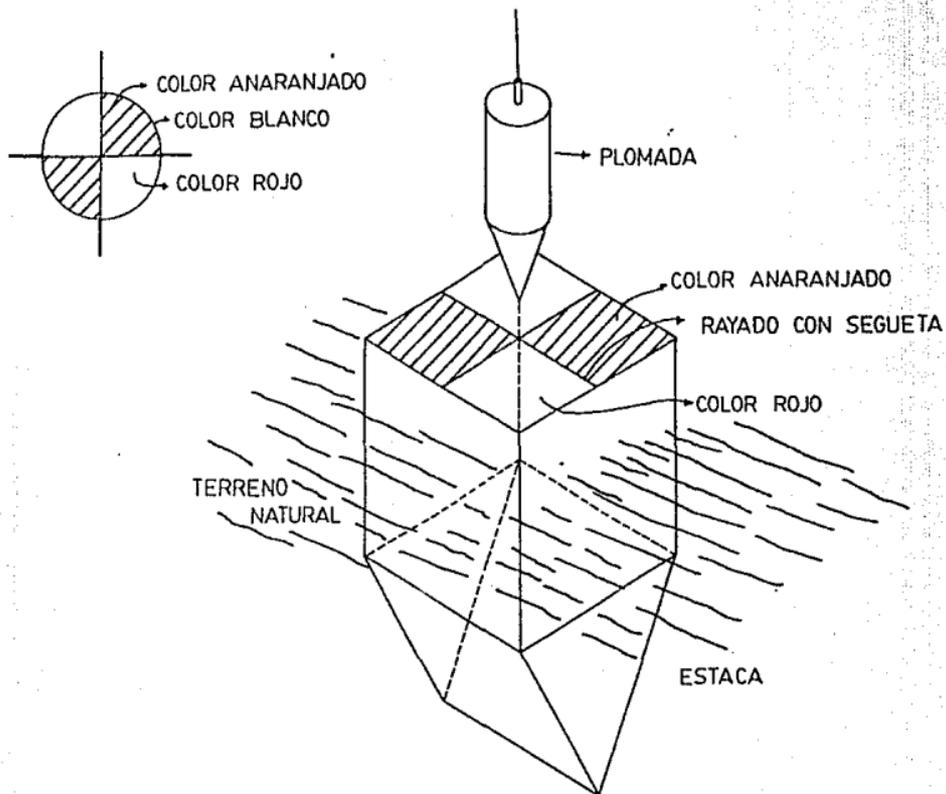
$$Dm = \frac{10}{15.044744} = 0.6646839$$

	39	52.862	—1m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
1°	19	45.724	—2m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
1°	59	38.586	—3m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
2°	39	31.448	—4m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
3°	19	24.310	—5m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
3°	59	17.172	—6m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
4°	39	10.034	—7m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
5°	19	2.896	—8m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
5°	58	55.758	—9m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
6°	38	48.620	—10m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
7°	18	41.482	—11m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
7°	58	34.344	—12m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
8°	38	27.206	—13m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
9°	18	20.068	—14m
	<u>39</u>	<u>52.862</u>	
9°	58	12.930	—15m

9°	58	12.930	—15m
	<u>1</u>	<u>47.066</u>	
9°	59	59.996	—15.044m.

A continuación se ve el cálculo de los elementos de una curva, su implementación en el terreno y su análisis para uno de los casos mencionados.

PUNTO EN LA PLANTILLA, TRABE, COLUMNA ETC.



Los puntos se marcan con tránsito, con 2 puntos lineales y una medida a plomo sobre la línea que une a estos puntos, lo que nos dará un tercero y que será el punto definitivo, si es ^{En} un terreno natural entonces se clava una estaca que es de madera, o pedazo de varilla pequeño, si se estaca se trazan los dos puntos colineales y se traza una línea sobre la estaca uniendo esos dos puntos y luego con la cinta y el punto anterior y la medida exacta se encuentra un tercer punto que es la coordenada que deseamos trazar y se le coloca un clavo sobre la estaca.

Este rayado de líneas se hace con segeta y se pintan de colores los puntos para saber de que trazo se trata, se hace una simbología de líneas radiales, circunferenciales, paños, etc.

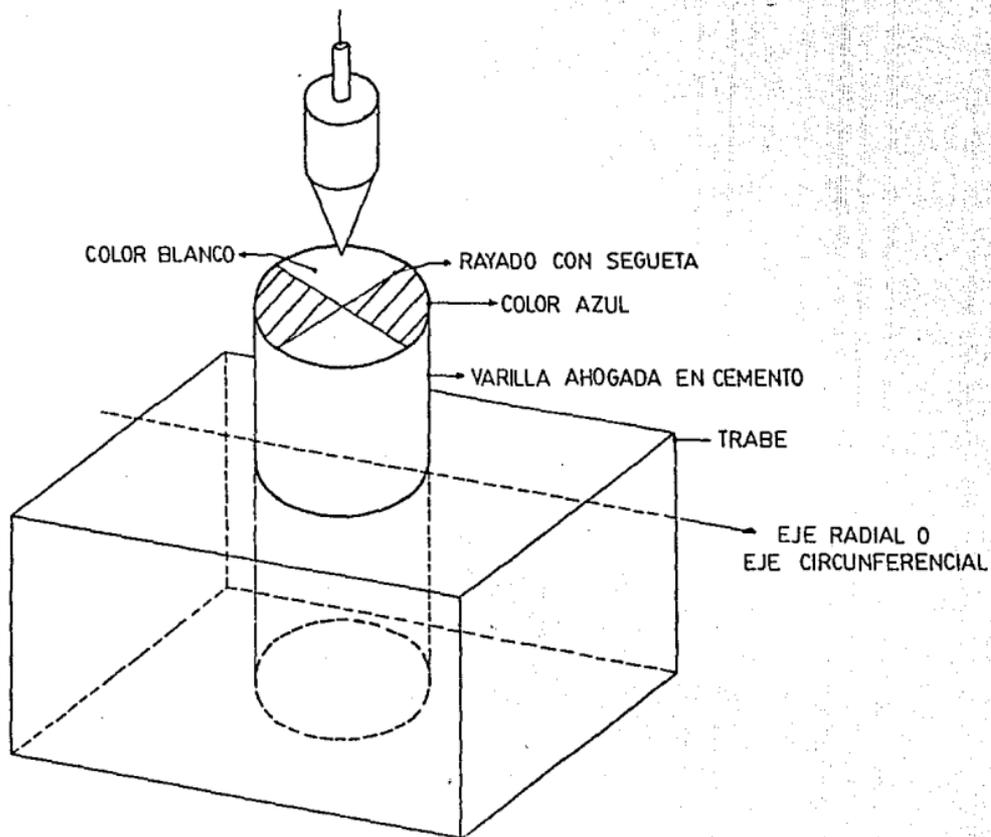
Otros rrazos con los que se hacen en el piso y que sirven de modelo para cortar varilla y doblarla, para darle la forma a los elementos que lleva la superestructura. También se dibujan moldes para la cimbra o cualquier otro elemento de la obra y que lo utilicen los maestros de los fierreros y los carpinteros, y los sub-contratistas.

Las columnas van enmarcadas por circunferencias excéntricas con una separación constante de 60 cms. en el eje principal de diferente radio y cada uno de ellos con un número de pilotes de control que van desde 4 pilotes hasta 8.

Los pilotes de control se marcan con sus coordenadas de cada columna en el terreno natural para su perforación, colocación e hincado con una tolerancia de inclinación, se marcan las zonas de trabajo para que las maquinas no esten sobre la obra sino que deben de estar sobre el terreno natural. En la losa de cimentación se deja una preparación que consiste en un cilindro al tamaño del peralte de la losa, para que quede un hueco y por ese agujero pueda pasar el pilote de control, éste se descubre un metro la varilla y se entrama a la losa y sobre la cabeza de los pilotes se coloca el gato que nos va a dar el nivel moviendo esa parte de la losa de cimentación .

Conforme avanza la obra las zonas que servían para una determinada función se quitan y se cambian a puntos de la obra -- colada, así por ejemplo sí el comedor o las barracas estorban entonces se cambian a otro lugar y se le da la utilización a ese lugar.

Con estos ejemplos nos damos cuenta que oficinas, almacenes, baños, barracas, etc., se acondicionan en cualquier otro lugar de la obra aunque si se cambian en varias ocasiones, con-



forme las necesidades se presentan.

Uno de los problemas en trazo es que los puntos que se -
instalan se destruyen con mucha facilidad y hay que reponerlos
de inmediato para no parar el proceso de la obra. Para esto -
se vuelven a calcular nuevos puntos y se trazan con las refe--
rencias existentes, por ejemplo sí en una trabe radial o cir-
cunferencial o cualquier otro elemento está colado hasta deter-
minada parte que no es la total sino una fracción, entonces a
partir de este colado se procede a trazar su continuación de -
la curva radial, muro, etc.

Otra forma es cuando el cemento está fresco sobre éste -
se empiezan a trazar puntos que quedan fijos al ahogarlos en -
el concreto por ejemplo con clavos, varillas, etc. y además es-
tos puntos se encierran con una cruz trazada en el concreto y
una circunferencia bien visible y a colores: amarillo, rojo,
anaranjado, azul. (Ver figura ilustrativa siguiente)



Vista aérea de la Basílica de Guadalupe

C A P I T U L O I V

ALTIMETRIA O CONTROL VERTICAL

4.1 BANCO DE ATZACOALCO.

El Banco de Atzacocalco está referido al Nivel Medio del Mar (Datum), a partir del cual se traza una nivelación hasta atrás de la antigua Basílica en la parte rocosa y con ella se marcaron dos Bancos de nivel (Ver Registro de Campo A), En este trabajo se utilizó uno que de la elevación solamente utilizamos las centenas, es decir nivel 89, 100, etc., sin considerar en el trazo los 2 mil que no se acotan ni se toman en cuenta en las operaciones de nivel. Con este nivel se corrió la nivelación para los bancos flotantes, éstos fueron los niveles -

que entregó el Comité Pro-Construcción de la Nueva Basílica y con ellos nivelamos toda la obra (Ver Registro de Campo B).

Para comenzar la obra se niveló una cuadrícula de 5 m x 5 m en el terreno natural para cuantificar el volumen y empezar a excavar por zonas, según se aprecia en el Registro C y hoja de calculo correspondientes.

Los bancos flotantes fueron construidos con madera y colados hudiendo en ellos una varilla marcando el nivel inicial antes de excavar, construir, etc. y que nos iban a servir como testigos durante la obra para observar cambios de nivel dentro de la obra y en zonas y construcciones adyacentes, y dentro de la obra los hundimientos y bufamientos tanto en la excavación como en el desarrollo de la construcción y el bombeo de agua producto del nivel freático.

Se instalan por coordenadas pozos de bombeo de agua de 0.90m de diámetro por 15m de altura para depósito de agua proveniente del nivel freático y después bombearla con bombas Yucuzzi hasta un metro por debajo de los dos niveles en que se dividió la obra de la nueva Basílica y que era de 2m. la diferencia de la cota de corte para alojar la plantilla.

Una de las maneras de trazar la cota de corte en la excava--

ción de esta manera las maquinas excavadoras tenían una referencia para ir cortando el terreno y quedar exactamente al nivel trazado. En el armado de la losa se colocan varillas fuera de ella con un nivel de referencia repartiendo éstos en toda la parte de losa por colar que nos servirán como referencia para corroborar su nivel.

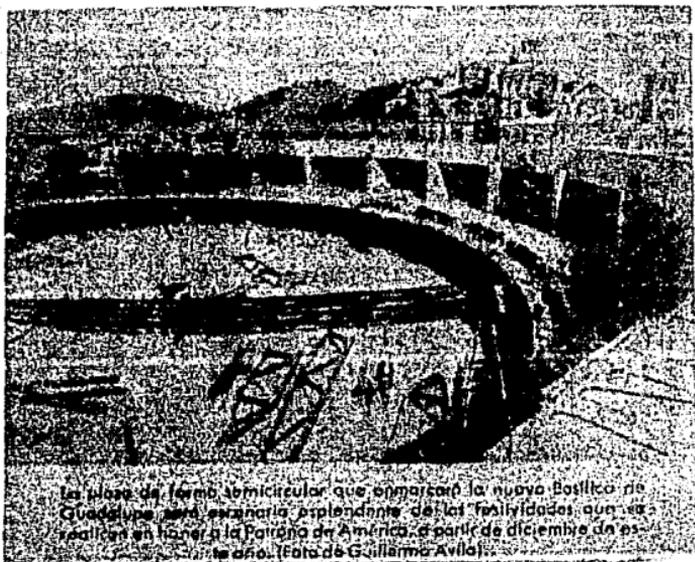
Cuando se arma la superestructura y la cimbra se marca con una línea continua todo el nivel de la trabe sobre el fierro y sobre la cimbra.

Se proyectan y colocan bancos de nivel interno para el control de la obra, mediante una nivelación diferencial como la anteriormente descrita, se pasa su ubicación a los planos y a partir de dichos elementos proyectamos y hacemos el control en varios puntos del desarrollo de la misma. Y cuando estos niveles se corren hacia el banco atrás de la Basílica nos servirán para observar los hundimientos y hundimientos de la obra.

Todo este registro se lleva en una libreta y en papel métrico exagerando la escala vertical de cada zona.

Se hace un levantamiento del nivel de los piezómetros que son 3 principales a 40m de profundidad alrededor de la obra, fuera del muro de contención y un piezómetro en cada pozo de bombeo de los cuales son 30, con los cuales nos cercioraremos del nivel --

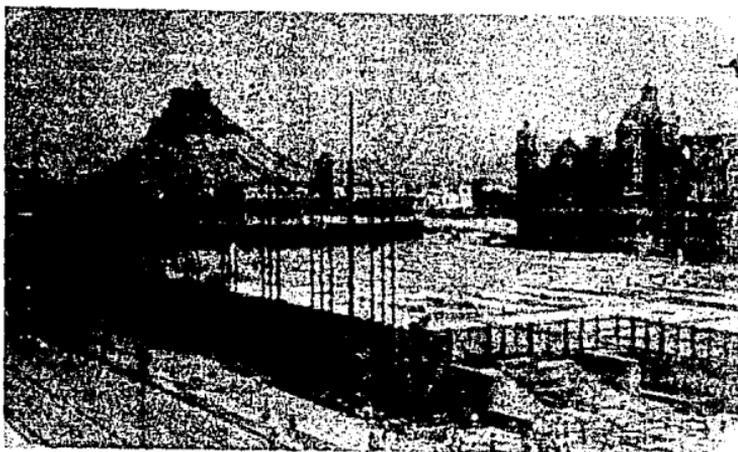
freático y corroborar que el nivel se encuentra un metro por c
bajo del nivel de la plantilla de desplante que es lo que nos -
sirve de apoyo para iniciar todo el conjunto de la construcción



Las bases de forma abnrcircular que enmarcarán la nueva Basílica de
Guadalupe, será escenario esplendente de las festividades que se
realizan en honor a la Patrona de América a partir de diciembre de es-
te año. (Foto de Guillermo Avila).

Se cuantifica el volumen de excavación por secciones y con
ella saber el numero de camiones que se necesitan para su movi-
miento de traslado a la zona de tiradero y calcular su flujo en
tiempo y distancia y se programen.

Se dan las cotas del muro de contención. En las rampas y
escaleras hay que marcar todos los niveles por ejemplo en una -
rampa se marca el nivel en todas las etapas tanto en la superes-
tructura para las preparaciones como en la cimbra para su colado y



Atrio de la Basílica de Guadalupe

también para la supervisión. En las escaleras tanto rectas como circulares se hace lo mismo, se traza el nivel en la superestructura para las preparaciones y en el concreto se dibuja todo lo referente al acero, las barbas la cimbra, el concreto y finalmente también el acabado para dar una idea general de como va a quedar desde el inicio hasta el final de la obra.

Se marcan las alturas de puertas, ventanas, accesos, etc., con los bancos de nivel interior de la obra. Hay que dibujar totalmente el proceso de colado y el traslape en todos los sentidos de elemento en construcción y uno ó dos niveles superiores para tener las preparaciones marcadas, y observar físicamente como va quedando ese elemento en particular dentro del proceso de la obra.

Se dan los niveles de los trazos de diferentes elementos y todo lo referente a ella como son preparaciones hidráulicas, material eléctrico, etc.

Se supervisa con elementos ahogados y que tienen marcado el nivel tanto de losa, trabes, etc., midiendo y observando la tolerancia de cada colado para corregir inmediatamente por movimiento de cimbra o mala colocación, supervisión, etc.

Se dá la pendiente de los ductos del hidráulico y preparación de demas tuberías como PVC y dejarlos indicados.

Se marca el nivel de una zona colada y se sellan los pozos marcando su nivel para medir su recuperación de nivel freático, después de haber estado bombeando agua.

Se corre una nivelación del banco de otros de la Antigua - Basílica a los bancos de nivel interiores y observar la diferencia tanto física como en la gráfica.

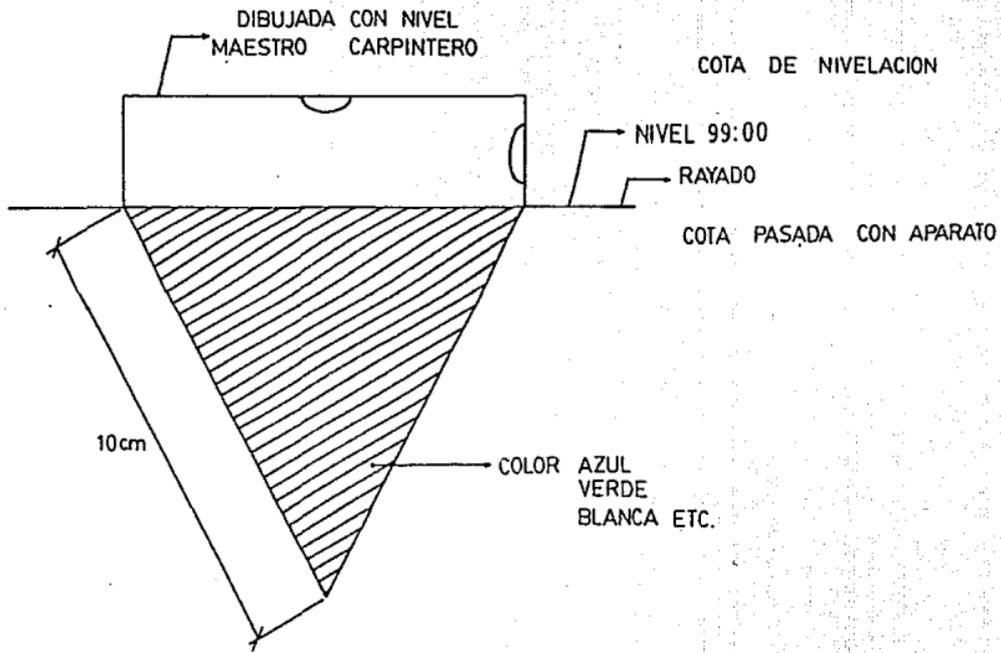
Se corre una nivelación diferencial con los bancos flotantes y observamos su comportamiento de la obra.

Se corre una nivelación de la obra con respecto a las construcciones existentes como son la Antigua Basílica, Capuchinas, los arcos y calles adyacentes como la Av. de los Misterios -----

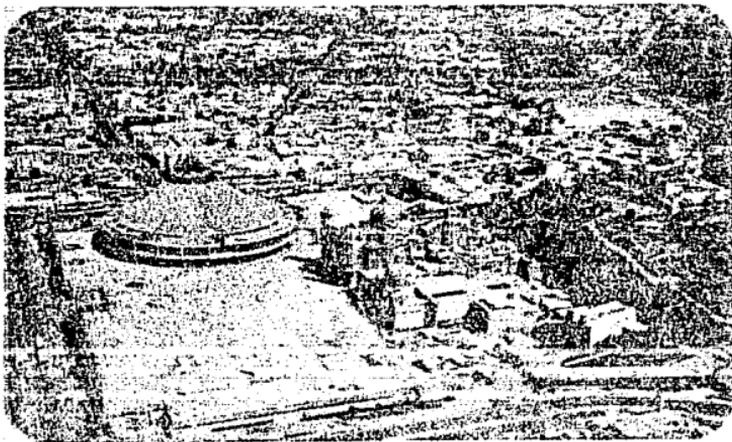
Fray Juan de Zumarraga y de Montevideo.

En 1974 los estudios del subsuelo que el Comité Pro-Construcción de la Nueva Basílica de Santa María de Guadalupe A.C. inicio los trabajos preliminares para estudiar el subsuelo de la zona donde se ubicaría la Nueva Basílica en 1975 en febrero, cuyo eje Oriente Poniente coincide con la Av. Montevideo y el área es de $10,000\text{m}^2$ cuyo movimiento con el tiempo, los movimientos diferenciales durante la construcción y el futuro, tanto la resistencia y deformabilidad de los suelos y el nivel freático de estos sondeos es detectado a 2.3m y 3.2m de profundidad. Las presiones efectivas que sirven para calcular expansiones y hundimientos y capacidad de carga de cimientos profundos.

La simbología de la nivelación dentro de la obra son triángulos equiláteros de 10cm por lado, los cuales en una de sus caras se marca a la altura de la cota con un nivel de maestro carpintero cuando dos de sus puntos nivelados y deben ser de colores azul, blanco, anaranjado, verde y se dibujan sobre el concreto, otros serán una línea que marque el tipo de material que debe de ir en ^{esa} línea, la otra manera será estacas con un triángulo o varillas con pintura alrededor de la varilla y marcando el nivel de la pintura hacia abajo y perteneciente a la liga que se corre en cada nivelación ya sea interna dentro de la obra o con el banco interior atrás de la Basílica. Los triángulos también son del tamaño que permita el elemento que se trata



de nivelar, las varillas pueden ser ahogados en la tierra o en el concreto habrá casos que sean tablas de 5x1x30cm. y los triángulos que se llaman palomas en el argot de la construcción sirven en muros, trabes, cimbra, acero, pozos de bombeo, piezometros, etc.



Vista aérea de la Basílica de Guadalupe

C A P I T U L O V

COORDINACION Y SUPERVISION GENERAL

Al excavar se colocan referencias un metro arriba de la cota de excavación, de tal manera que al ir cortando el terreno se mide lo que falta por excavar hasta llegar a la cota deseada que va a ser la cota de plantilla que es el inicio de la construcción.

Como mencione anteriormente en los pozos de bombeo se mide la cota del nivel freático el cual debe ir un poco abajo de cote de excavación del terreno natural.

Es muy importante supervisar los trazos de cada elemento de construcción como por ejemplo pilotes de control que deben de ir en sus coordenadas correctas en un total de la obra de 377.

Pozos de bombeo de agua del nivel freático en un total de 30 pozos.

Registros en varios puntos de la losa horizontalmente y registros por donde pueda caber una persona y poder inspeccionar el interior de las celdas verticales.

Las columnas de la Número 1 a la número 25 con diferentes pilotes de 4 a 12 por columna y que iran alojadas entre 2 curvas excéntricas y ejes circunferenciales al eje radial.

Las trabes que seran de diferente ancho 0.50m y 0.75m, y en los dos niveles principales en que se dividió la obra con un peralte de 2.00m, todas las curvas y trazos lineales en cada una de estas trabes en las que en cada una de ellas y en cada tramo que se iba construyendo habia necesidad de trazar referencias para que después de colados se pudieran supervisar como habia quedado finalmente el colado y supervisar si estaban dentro de la tolerancia ó habia necesidad de corregir los defectos del colado, tanto en el trazo de planimetría como el trazo de altimetría.

Por la cantidad que conlleva una obra de esta magnitud y el caos que se forma por la cantidad de personal de construcción y de todas las áreas y el material que se mueve dentro y fuera de ella, se le ordena a cada brigada de topografía trabajar en su zona y no cambiarse en ningún momento pues conocen perfectamente todos los puntos de trazo que existen en su zona, esto es importantísimo porque por ejemplo si le pregunto a una de las brigadas en donde esta el P.C. de determinada curva, entonces ellos la señalan donde se encuentra y nos damos cuenta que en ese punto hay material, tiene cemento, arriba del punto se encuentra con una excavación, etc., es decir, es valiosísima la ayuda que brindan los jefes de brigada como un cadenero, puesto que asi como este caso sucede en mil puntos de la obra o más.

Entonces ya localizados los puntos donde podemos empezar -- nuevamente a trazar uno puede dedicarse a calcular viendo en -- donde hay que trazar y desde donde se puede calcular una curva, una seccion de curva, un paño, una cota, etc., es decir, se puede trazar donde se necesite en cualquier etapa de la construcción.

Conforme va avanzando la obra hay necesidad de ir creando brigadas nuevas, entonces hay que contratarlos y utilizarlos ya sea trazando y/o nivelando. De tal manera que una brigada que se compone de un ingeniero topógrafo con tres cadeneros, pudien-

do en algunas ocasiones trabajar con 2 cadeneros en determinadas circunstancias que no son recomendables, lo que se recomienda es que siempre sean 3 cadeneros para efectuar con precisión un trabajo que se les encomiende.

Hay ocasiones que se trazan puntos de nivel y de trazo que sirven en un determinado momento y que luego se destruyen, por ejemplo una zona de excavación, en la cimbra, en el concreto, ya sea que se tapan, se quitan, se rompe, etc., o sea que nada más sirven en un momento dado entonces estos deben de hacerse con mucho cuidado y hay que supervisar personalmente este trabajo como todos los puntos de todas las brigadas conforme avanza la obra.

Se tiene que ir dibujando toda la obra, cada uno de los elementos para calcular los ángulos, las alturas, los peraites, calcular las curvas con los radios que vienen marcados en el plano, es decir, con todos los demás niveles, es decir, con todos los planos tanto estructurales como de perspectiva y de acabado al dibujar a una escala menor y con las calculos obtenidos nos damos cuenta de los errores que vimos en el plano que se llama "machote" y del que es necesario sacar otro plano que se llama "revisión" y que en algunos son tantas revisiones que algunos llegan a la revisión 25 como por ejemplo el de cimentación, los demás se cambian un dato, dos, tres, etc. Es decir, es muy importante estudiar los planos conforme van llegando cotejarlos y

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

calcular y dibujar todos los elementos del mismo para así éstos datos llevarlos a la práctica en la obra.

Los frentes como se llaman las secciones de obra y que en cada uno de ellos hay un jefe de frente, hay que estar en contacto con ellos pues conforme va creciendo la obra aumentan los jefes de frente y llega un momento que son como 20 o 30 jefes de frente y a todos hay que darles trazo y nivel y después supervisar si no se han equivocado sobre todo los que llegan después -- de que la obra ya lleva un año o más, por lo que no conocen nada de la obra y con el aspecto que presenta o sea la dinámica como se trabaja en obras de esta magnitud hay que asesorarlos en todo lo que se pueda.

Entonces debe de existir una perfecta coordinación con el jefe de frente, puesto que es el responsable de su zona, además debe ser constante y exacta dado que la obra avanza con mucha rapidez y no se puede dejar nada al azar por la cantidad, repito, de datos que se manejan y que son muchos, por ejemplo donde se puede atacar terracería, concreto, acabado, colocar material, marcar zonas de trabajo, pozos de bombeo, pilotaje, cimbrado, colocación de acero, maquinaria, luz, agua, piso, tránsito vehicular, piso para peatones, zona de comedor, improvisar almacenes, oficinas, estacionamientos, máquinas paradas, grúa, perforadora que se mueven constantemente piloteadora, etc., es decir que no se debe de trabajar en ningún momento una zona con otra zona.

5.1 COORDINACION.

La coordinación es de especial interés en obras de esta magnitud y eran 2 grupos de suma importancia con los que había que coordinarse:

1o.- Con todo el equipo humano de la Compañía ECSA, que era la encargada de la construcción y que se conformaba de:

- 1)Superintendente general.
- 2)Superintendente de la Basílica.
- 3)Jefes de Obra.
- 4)Jefes de Frente.
- 5)Maestro carpintero (cimbra)
- 6)Maestro Fierro (armado)
- 7)Subcontratistas.

Comite Pro-construcción:

Jefe del Comité

Coordinador de la Obra

Supervisores de obra

Supervisión de Topografía

La obra se dividió en tres zonas:

- 1.- La Nueva Basílica.
- 2.- Estacionamiento Mayor.

3.- Estacionamiento menor.

Cada zona se dividio en frentes:

1. BASILICA.

- a) Jefe de frente de plaza principal.
- b) Presbiterio.
- c) Capillas.
- d) Superestructura.
- e) techo.
- f) Concreteira, etc.

2. ESTACIONAMIENTO MAYOR.

- a) Superestructura.
- b) Cajones, accesos, etc.

3. ESTACIONAMIENTO MENOR.

- a) Superestructura.
- b) Cajones, accesos, etc.

Subcontratistas:

- 1. Vitral, vidrio de plomo.
- 2. Lámparas.
- 3. Altar principal caoba.
- 4. Superestructura.
- 5. Mármol de Carrera blanco y de Santo Tomás.
- 6. Parquet.

7.- Plafond de pino tratado contra el fuego.

8.- Tragaluz.

Brigada de Topograffa:

10 Brigadas de topograffa distribuidos en toda la obra.

Equipo:

Transitos, niveles, estadales, mazos, plumadas, cintas métricas, escuadras, hilo, lapices, aguarras, pinturas, pinceles, brochas, estopa, escobas, cepillos, palos, picos, nivel de maestro carpintero, seguetas, cascos, guantes, mecates, cinturones, alambre, cemento, cal, pinzas de corte, marros, martillos, clavos, clavos para cemento, pedazos de varilla, pedazos de madera, petróleo, antorchas para iluminación de noche, focos, lamparas, extensión de cable de luz, cucharas de albañil, cajas de herramienta, caseta para guardar ropa y equipo.

C A P I T U L O V I

C O N C L U S I O N E S

Se observa que al finalizar la obra como resultado de las experiencias que de ella se tomaron, se puede decir lo siguiente.

Por ejemplo en una obra de esta magnitud, la topografía fue de valiosísima importancia ya que en toda ella hubo necesidad de controlarla geométricamente empleando un buen número de brigadas para asignarlas a cada posición del proyecto, por lo que se concluye que en obras de construcción como esta deben -- prácticamente trazarse y nivelarse totalmente.

Por lo que cuando se esta trazando sobre el tramo o zona

observamos que en el proyecto existen cambios los que hay que calcular y dibujar tanto en el plano como en el terreno.

El contacto con todos los demás constructores cada área debe de ser constante.

Es de una importancia coordinarse con las demás encargados de todos los arcos en que se subdivide la obra para poder corregir, supervisar el área y la etapa de la obra que se está realizando, por lo que con cada uno de ellos será diferente la posición. Como persona y como técnico y que hubo necesidad de ir resolviendo en el momento preciso que se estaba -- construyendo, de tal manera que el resultado siempre fue positivo, tanto de manera personal como de la obra.

Con lo que respecta a las brigadas de topografía de la compañía hubo necesidad de hacer cambios sobre la marcha ya que el ausentismo de los trabajadores es notorio y por lo consiguiente había la necesidad de que con varias brigadas se hiciera más prioridad en ese momento, por lo que se concluye -- que el manejo de brigadas se hiciera una y que esta use atacara al trabajo que tenía más prioridad en ese momento, por lo que se concluye que el manejo de brigadas de topografía en una obra civil es muy importante. Lleva una supervisión total --

observamos que en el proyecto existen cambios los que hay que calcular y dibujar tanto en el plano como en el terreno.

El contacto con todos los demás constructores cada área debe de ser constante.

Es de una importancia coordinarse con las demás encargados de todos los arcos en que se subdivide la obra para poder corregir, supervisar el área y la etapa de la obra que se está realizando, por lo que con cada uno de ellos será diferente la posición. Como persona y como técnico y que hubo necesidad de ir resolviendo en el momento preciso que se estaba -- construyendo, de tal manera que el resultado siempre fue positivo, tanto de manera personal como de la obra.

Con lo que respecta a las brigadas de topografía de la compañía hubo necesidad de hacer cambios sobre la marcha ya que el ausentismo de los trabajadores es notorio y por lo siguiente había la necesidad de que con varias brigadas se hiciera más prioridad en ese momento, por lo que se concluye -- que el manejo de brigadas se hiciera una y que esta use atacara al trabajo que tenía más prioridad en ese momento, por lo que se concluye que el manejo de brigadas de topografía en una obra civil es muy importante. Lleva una supervisión total --

corregirlos en el campo y trazarlos posteriormente con los datos correctos, modificando enseguida el plano original, fue de suma importancia hacer esto porque en los planos originales era diferente a los del campo.

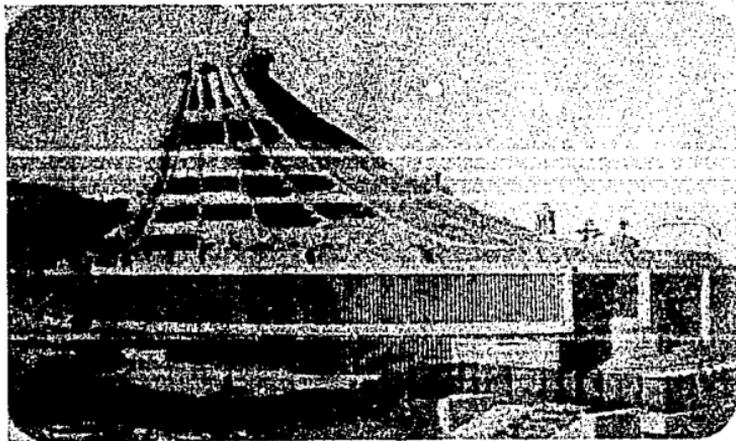
Es muy importante el criterio del constructor por lo que el coordinarse con ellos en cada momento de la obra da como resultado una serie de cambios tanto de trazo como de nivel, así es que el contacto es imprescindible para el buen funcionamiento del personal en la obra y que además por ser muy grandes estas obras existen muchos jefes de frente, jefes de obra, superintendentes y que con todos hay que trazar, nivelar y supervisar correctamente.

Para finalizar se cubrieron todos los objetivos a los que se atacaba la obra que era primordialmente, visibilidad, cupo de fieles, estacionamientos y zonas de comercio. Con respecto a la topografía siempre hubo trazo y nivelación con tiempo anticipado, sin errores visibles, todos los trazos, magnífica coordinación con los constructores, subcontratistas y se entregó en el tiempo convenido la obra.

Con el equipo topográfico tanto humano como material se fue desintegrando conforme se ha terminado la obra y el cual se transfería a otras obras, para continuar trazando y nive--

lando a diferentes obras en el Distrito Federal y partes de la República Mexicana.

Hoy funciona la Nueva Basílica de Guadalupe en toda su magnitud y se observa que fue una obra bien diseñada, construida, trazada, nivelada y acatada conforme a lo que se había planeado. Pudiendo ser observada en su majestuosidad en la siguiente fotografía.



Nueva Basílica de Guadalupe

