



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL.

**“PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL DEL
TRAMO KM 0+500 AL KM 5+000 DEL NUEVO LIBRAMIENTO DE MORELIA.”**

PRESENTA:

GABRIEL PAUL CONTRERAS SÁNCHEZ.

TESIS.

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

ASESOR:

INGENIERO CIVIL. MARTÍN SÁNCHEZ GONZALEZ

MORELIA, MICHOCANA, AGOSTO DEL 2015.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicada a dios y mi familia, a quienes les agradezco de todo corazón su amor, cariño, comprensión y apoyo.

Agradezco a Dios por permitirme llegar a cumplir una de las metas más importantes de mi vida, acompañada de alegría y la salud de nuestros seres queridos.

A esas personas que han estado conmigo apoyándome a lo largo de mi carrera y que significan mucho para mí, y quiero agradecerles con esta tesis.

RESUMEN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL DE LIBRAMIENTO DE MORELIA.

Para la ejecución de las obras de drenaje transversal del **nuevo libramiento de Morelia**, se podrá observar que habrá procesos constructivos similares y diferentes en la construcción de una alcantarilla.

En la construcción de la bóveda, cajón, tubo de concreto y de lámina galvanizada sus procesos constructivos parecidos son; la excavación, la colocación de la platilla, acero de refuerzo, cimbra, concreto y relleno de protección para las obras de drenaje.

Los procesos constructivos distintos que podemos encontrar en las obras de drenaje transversal son los siguientes:

1. Para la bóveda tendremos la colocación de lámina.
2. Para el cajón el tipo de obra falsa utilizada para colocar la parrilla superior y el armado del acero.
3. Para el tubo concreto la nivelación del terreno con arena y la colocación de la tubería.
4. Para la alcantarilla de acero galvanizado la nivelación del terreno con tepetate y la colocación de la lámina galvanizada.

También podremos examinar los tipos de adictivos utilizados para solucionar problemas presentados en campo, ya sea por el proceso constructivo o por falta de atención.

Palabras claves.

Bóveda, alcantarilla, tubería, cajón y drenaje.

SUMMARY OF THE WORKS OF CROSS DRAIN MORELIA BYPASS. For the implementation of cross drainage works of the new issuance of Morelia, it will be seen to be similar and different construction processes in the construction of a sewer. In the construction of the dome, box, concrete pipe and galvanized sheet construction processes are similar; excavation, placement of the template, rebar, formwork, concrete and protective padding for drainage. The various construction processes that can be found in the cross drainage works are:

1. For the vault we placing sheet
.
2. For drawer type of false work used to place the upper grille and steel reinforced.
3. For the concrete tube, leveling the ground with sand and placing the pipe.
4. Sewer galvanized steel, to hardpan land leveling and placing the galvanized sheet.

We may also consider the types of additive used to solve problems arising in the field, either by the construction process or lack of attention.

Keywords.

Vault, sewer pipe and drainage drawer.

Indice.

1.- Introducción.....	9
2.- Preliminares	11
2.1.- Topografía.	12
2.1.1.- Ubicación de las obras de drenaje	12
2.2.- Despalme.....	14
2.2.1.- Proceso constructivo del despalme.	14
3.- Planos para la construcción de la bóveda del KM 1 + 736.....	16
3.1.- Trazo de la losa de cimentación.	20
3.1.1.- Excavación.	22
3.1.1.1.- Proceso constructivo para la excavación.	22
3.1.2.- Nivelación del terreno.....	24
3.1.3- Plantilla.....	26
3.1.3.1.- Proceso constructivo para la colocación de la plantilla.	26
3.1.4- Estructura de acero.	28
3.1.4.1.- Proceso constructivo para el habilitado y colocación de la estructura de acero.....	28
3.1.5- Cimbra.	34
3.1.5.1.- Proceso constructivo para el habilitado y colocación de la cimbra.....	34
3.1.6.- Concreto.	38
3.1.6.1.- Inspecciones que se realizaron antes de cada colado.....	38
3.1.6.2.- Colocación y vibrado del concreto.	40
3.1.6.3.- Aditivo para las juntas frías del concreto.	43
3.1.6.4.- Curado para el concreto.....	44

3.1.7.- Descimbrado.	45
3.1.7.1.- Proceso constructivo para el descimbrado.....	46
3.1.7.2.- Resanes.	47
3.1.8.- Definición de lámina acero galvanizada.	48
3.1.8.1.- Proceso constructivo para el armado y colocación de la lámina.....	48
3.2.- Trazo de los muros de regreso, aleros y dentellones.	52
3.2.1.- Excavación.	53
3.2.2.- Colocación de la plantilla.....	56
3.2.3.- Habilitado y colocación del acero.....	58
3.2.4.- Colocación de cimbra.	62
3.2.5.- Colocación de concreto.....	64
3.2.5.1.- Demolición.....	64
3.2.6.- Descimbrado.	67
3.3.- Trazo para el zampeado.....	68
3.4.- Relleno para la protección de la obra de drenaje.....	70
3.4.1.- proceso constructivo para el relleno de protección.....	70
4.- Plano para la construcción de la tubería de concreto 2 + 036.....	73
4.1.- Trazo.....	74
4.1.1.- Excavación.	76
4.1.2.- Nivelación con arena.....	77
4.1.3.- Colocación de la tubería.	79
4.1.3.1.-Recomendaciones e inspecciones que se realizaron antes de la colocación de la tubería.....	80
4.2.- Trazo de los cabezotes.	83

4.2.1.- Excavación.	84
4.2.2.- Colocación de la plantilla.....	85
4.2.3.- Habilitado y colocación del acero.....	86
4.2.4.- Colocación de la cimbra.	88
4.2.5.- Colocación del concreto.....	89
4.2.5.1.-Falla de la obra falsa.	89
4.2.6.- Descimbrado.	93
4.3.- Trazo del zampeado.	94
4.3.1.- Excavación.	95
4.3.2.- Habilitado y colocación del acero.....	96
4.3.3.- Colocación de la cimbra en los zampeados.	97
4.3.4.- Colocación del concreto.....	98
4.4.- Relleno de protección para el tubo de concreto.....	99
5.-Planos para la construcción de la alcantarilla del KM 2 + 758.	100
5.1.- Trazo.....	102
5.1.1.- Excavación.	103
5.1.2.-Nivelación del terreno.....	104
5.1.3.-Armado y colocación de lámina.....	106
5.2.- Trazo para los muros cabezales, aleros, dentellones interiores y exteriores.	108
5.2.1.- Excavación.	109
5.2.2.- Colocación de la plantilla.....	110
5.2.3.- habilitado y colocación del cero.	111
5.2.4.- Colocación de la cimbra.	112
5.2.5.- Colocación del concreto.....	113

5.3.- Plantilla de protección.	114
5.3.1.- Malla electro soldada.	114
5.3.2.- Colocación del concreto.	115
5.4.- Relleno de protección para la obras de drenaje.	116
6.- Planos para la construcción del Cajón de concreto 100 + 855.	117
6.1.- Trazo del cajón y aleros.	120
6.1.1.- Excavación.	121
6.1.1.1.- Mejoramiento de terreno.	121
6.1.2.- Colocación de la plantilla.	123
6.1.3.- Habilitado y colocación de la acero para el cajón.	124
6.1.4.- Colocación de la cimbra.	126
6.1.5.- Colocación del concreto.	127
6.1.6.- Descimbrado.	128
6.2.- Colocación de la cimbra de pie derecho.	129
6.2.1.- Colocación del acero para losa superior.	130
6.2.2.- Colocación del concreto para la losa superior.	131
6.3.- Colocación del acero para los aleros y dentellones exteriores.	132
6.3.1.- Colocación de la cimbra.	133
6.3.2.- Colocación del concreto.	134
6.4.- Colocación del zampeado.	135
6.5.- Relleno de protección para la obras de drenaje.	136
7.-Conclusiones y recomendaciones.	137
Bibliografía.	139

1.- Introducción.

En esta tesis se menciona el desarrollo del **proceso constructivo de las obras de drenaje transversal del nuevo libramiento de Morelia del tramo Km 0 + 500 al Km 5 + 000** ubicado en los municipios de Copándaro, Morelia y Pátzcuaro en el estado de Michoacán.

Este se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 101°13' de longitud oeste, a una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Cuitzeo y Huandacareo, al este y sur con Tarímbaro y al oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital del Estado es de 50 km.

La lluvia que cae sobre la superficie de la tierra, una parte escurre inmediatamente reuniéndose en corrientes de agua; otra se evapora y el resto se infiltra en el terreno. Cuando el agua de escurrimiento o de infiltración alcanza la carretera, si no se dispone de los elementos necesarios para conducirla o desviarla, puede ocasionar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o el derrumbe de los taludes, con graves perjuicios para el usuario de la vía y para la economía de la nación.

La función de los drenajes superficiales de una carretera es la de proveer las facilidades necesarias para el paso de aguas de un lado a otro de la vía. Estos son elementos estructurales de gran importancia que reducen la posibilidad de que llegue a quedar inaccesible el camino, provocada por una tormenta extraordinaria.

Para que una carretera tenga un buen drenaje debe evitarse que el agua circule en cantidades excesivas, por la misma destruyendo el pavimento y originando la formación de baches, el prever un buen drenaje es uno de los factores más importantes en el proyecto de una carretera.

Para la ejecución de las obras de drenaje transversal podemos observar los procesos constructivos similares y diferentes. Que se realizaron durante su construcción en el nuevo libramiento de Morelia, para esto se requirió la ayuda de personal calificado, herramienta, materiales, equipos topográficos y mecánicos.

Las carreteras son consideradas vitales en el crecimiento y avance de un país, es precisamente aquí, en estos aspectos, donde se refleja este avance indispensable y necesario para el comercio y turismo, con excelentes vías de comunicación.

En México, el sector transporte es la cuarta actividad generadora de valor agregado bruto, en donde el transporte de carga y pasajeros participa con el 80% del total y debido a esto el diseño, construcción y mantenimiento del sistema carretero es de carácter primordial.

Las figuras encontradas en esta tesis fueron tomadas por el autor y la concesionaria autopista de Michoacán.

2.- Preliminares

Las obras de drenaje transversal son elementos estructurales de gran importancia, que reducen la posibilidad de que llegue a quedar inaccesible el camino, provocada por una tormenta extraordinaria.

Los objetivos primordiales de las alcantarillas transversales son:

Dar una rápida salida al agua que llega de las escorrentías superficiales para que no se acumule y dañe el camino.

Reducir y eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.

Evitar que el agua provoque daños estructurales.

Los tipos de drenajes transversales que podemos encontrar son los siguientes:

1. Viaducto.
2. Puente.
3. Puente- vado.
4. Alcantarilla.
5. Bóveda.
6. Box culvert.
7. Cajón.
8. Tubería de concreto.

Para la construcción de los drenajes transversales, se debe contar con un programa de obra, el cual permite tener un control sobre su ejecución, para poder la entregar en tiempo y forma.

2.1.- Topografía.

Tal como comenta Casanova "la topografía es una disciplina que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre. En otras palabras, se ocupa de estudiar pormenorizadamente los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada" (Casanova, 2002).

La topografía fue la primera actividad de campo para la ejecución de toda obra civil, la cual intervino con el 80% del proceso constructivo para la construcción de las obras de drenaje.

Lo primero que se realizó en campo fue el reconocimiento de las bases de la poligonal de apoyo establecidas, las cuales cuentan con un banco de nivel cada una, este es el principal elemento de control. A partir de estos puntos se ejecutaron los levantamientos, ubicación, trazo y nivelación de las obras.

2.1.1.- Ubicación de las obras de drenaje

Para la ubicación de las obras de drenaje transversal se necesitó la ayuda del equipo de topografía, el cual está compuesto de personal calificado, equipo mecánico, herramienta y material.

El personal que se necesitó fue; un Ing. Topógrafo, auxiliar y varios peones.

El equipo mecánico que se utilizó fue; un GPS top con, estación total sokia 530 y nivel fijo.

Las herramientas que se utilizaron fueron; martillo, cinta de 25m, marro, etc.

El material que se requirió fue; estacas, varillas, pintura, etc.

Después de conocer la poligonal de apoyo el departamento de topografía ubico las obras de drenaje, estas se encuentra localizadas en el **Nuevo Libramiento de Morelia en los km 1 + 736.5, 2 + 036 y 2 + 758**. En la localidad de La Cañada de la Hierba Buena, Mpio. De Copándaro. La del **Km 100 + 855** se encuentra en la localidad de Arrumbaro, Mpio de Copándaro.

2.2.- Despalme.

Tal como comenta la SCT “el despalme es la remoción del material superficial del terreno de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla de la terracería con materia orgánica”(SCT, 2000).

2.2.1.- Proceso constructivo del despalme.

Para ejecutar este proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-01-002/11**.

Las operaciones de limpieza se efectuaron previamente al inicio de los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer otras actividades.

Todo el despalme se colocara fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, para después colocarlo como arroyo en los terraplenes.

Para realizar dicha actividad fue necesaria la ayuda de personal calificado y equipo mecánico.

El personal que se necesito fue; un Ing. Civil, operadores de los equipos y peones.

El equipo mecánico que se utilizo fue; tractor B-R8 CAT y una excavadora 320C CAT.

El trabajo que se realizara es cortar una capa materia vegetativa y arcilla comprendida en el sitio, de 30 cm en corte y 40cm en terraplén sobre eje de construcción.



Figura 2.1.- Despalme en las obras de drenaje.

En la **figura 2.1.-** Se puede observar como la excavadora realizaba la limpieza de las obras de drenaje. Los materiales encontrados en la actividad fueron; árboles, cualquier tipo de vegetación e incluyendo arcilla.



Figura 2.1.1.- Despalme en el eje de construcción.

En la **figura 2.1.1.-** Se puede ver como el tractor retiro del eje de construcción el despalme, encontrando arcilla, vegetación e incluyendo materia inerte comprendida en el sitio.



Figura 2.1.2.- Despalme.

En la **figura 2.1.2.-** Se visualiza como trabajan en conjunto los equipos mecánicos, para desalojar la materia orgánica y arcilla encontrada en eje de construcción y de las obras de drenaje.

3.- Planos para la construcción de la bóveda del KM 1 + 736.

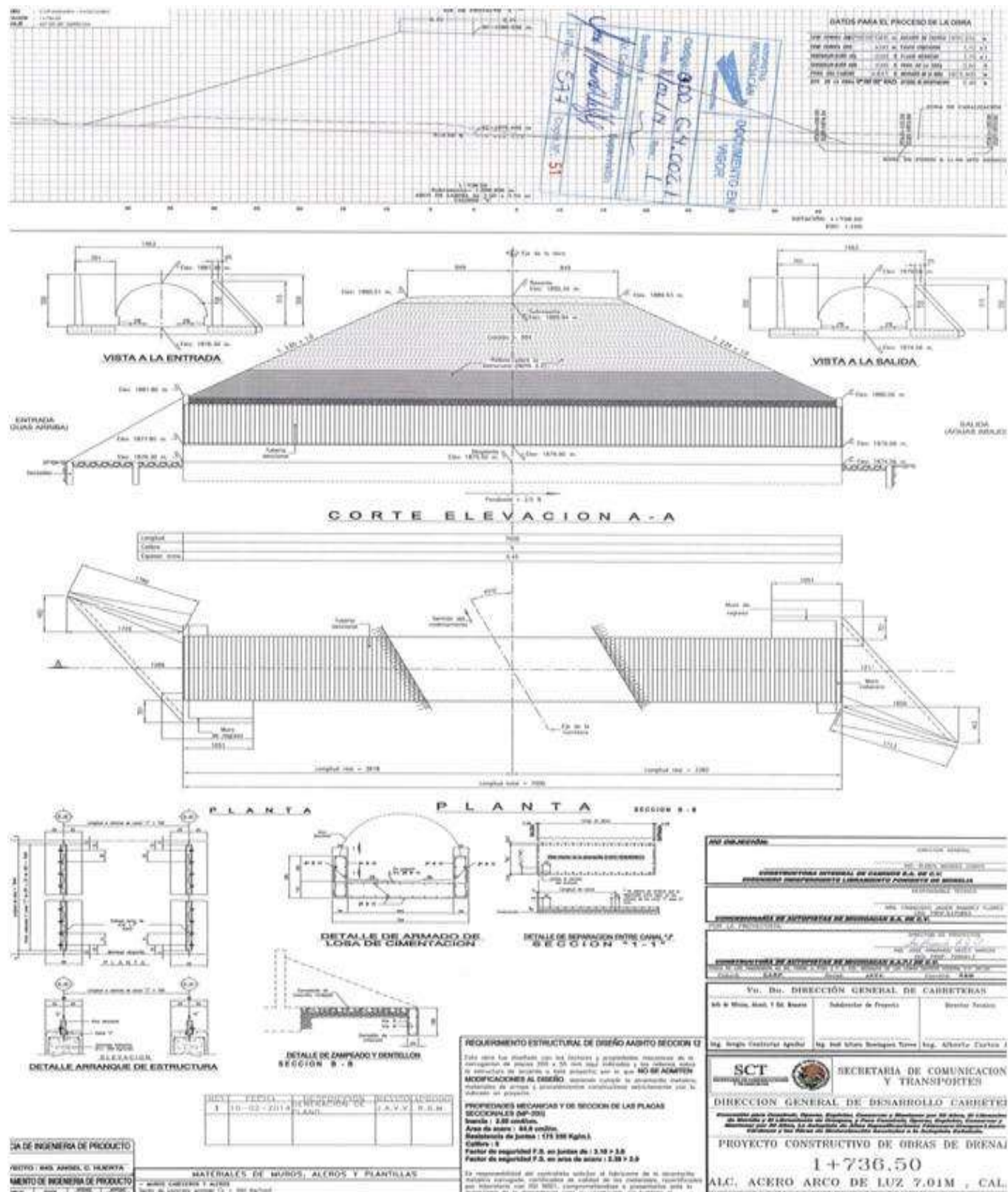


Figura 3.- Plano para la construcción de la bóveda, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

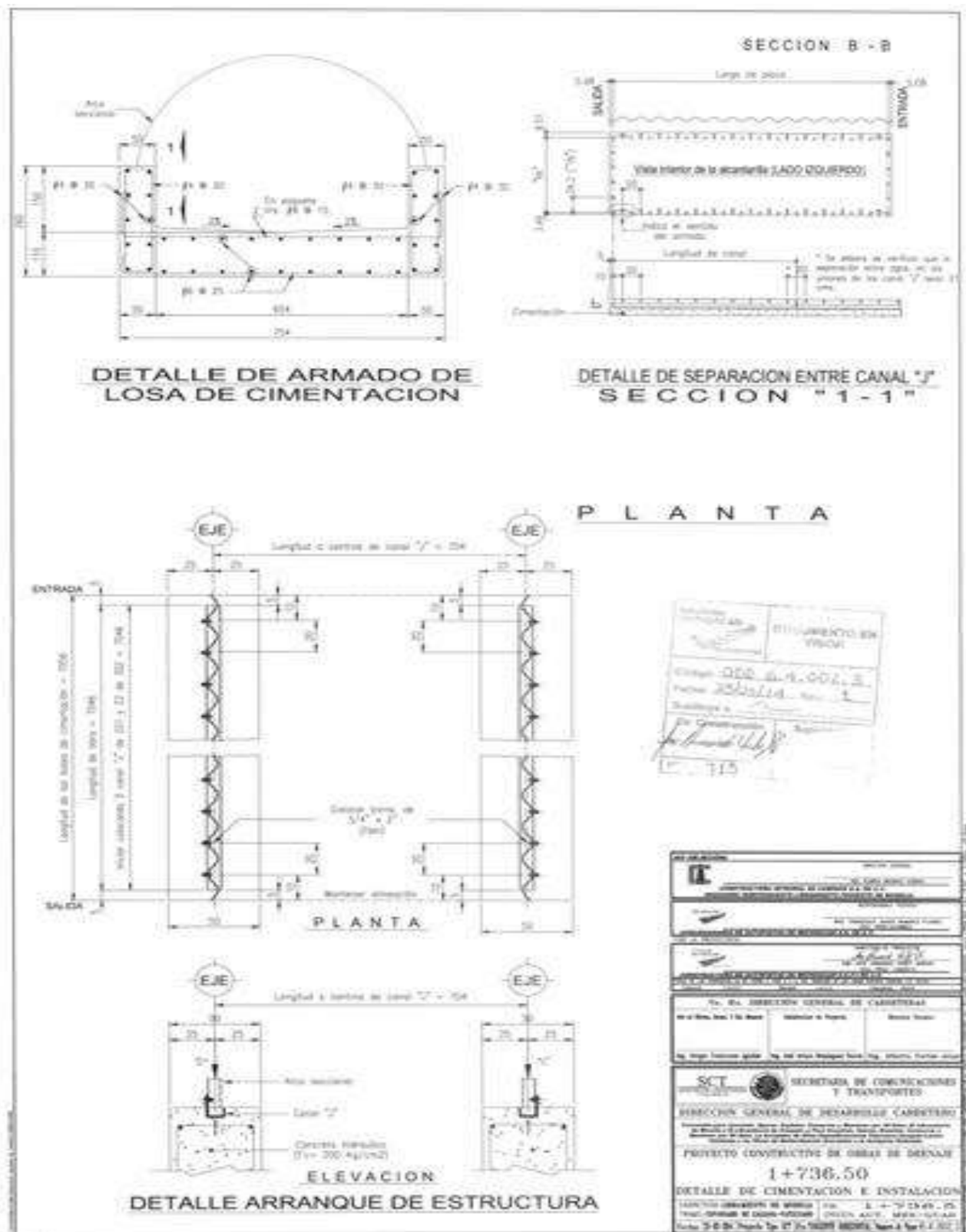
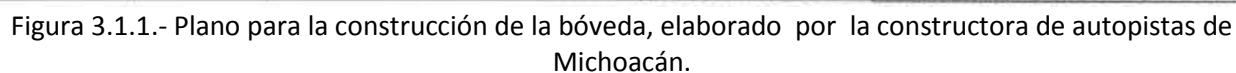


Figura 3.1.- Plano para la construcción de la bóveda, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.



- **Definición de bóveda.**

Tal como comenta Orlando "las bóvedas son elementos en arco utilizados desde la antigüedad que soportan grandes rellenos y cargas amplias. Estas son fabricadas de concreto y lámina de acero corrugado, de diferentes diámetros y espesores (calibre), las cuales se arman en el sitio para formar una abovedada"(Orlando, 2014).

Las bóvedas metálicas, son más fáciles y rápidas de colocar que las de concreto y por tanto más económicas, sin embargo, la durabilidad es menor, debido a que son atacadas por el agua, que de acuerdo con su composición química, puede oxidarlas y destruirlas en un breve tiempo.

3.1.- Trazo de la losa de cimentación.

Tal como comenta Casanova “en el ámbito de la construcción, el trazo es el proceso que consiste en la colocación de las dimensiones que tendrá una obra” (Casanova, 2002).

Una vez ejecutada la limpieza sobre el eje de construcción y las obras de drenaje, se realizó el trazó de la losa de cimentación para la bóveda, para dar comienzo con la excavación y nivelación del terreno.

Para el trazó de la losa de cimentación fue necesaria la ayuda del equipo de topografía, estos necesitaron la ayuda del plano, para realizar las delimitaciones de la obra, y así, poder dejar las marcas necesarias en cada punto de referencia, tanto vertical como horizontal, que se tomaran en cuenta, estos se colocaran las veces que fueron necesarias.

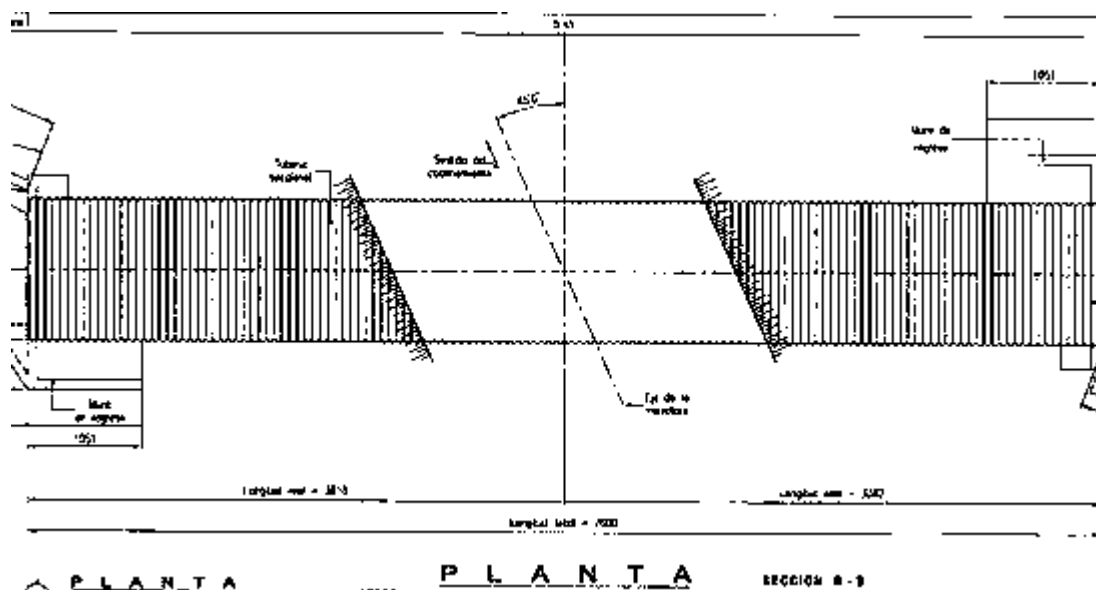
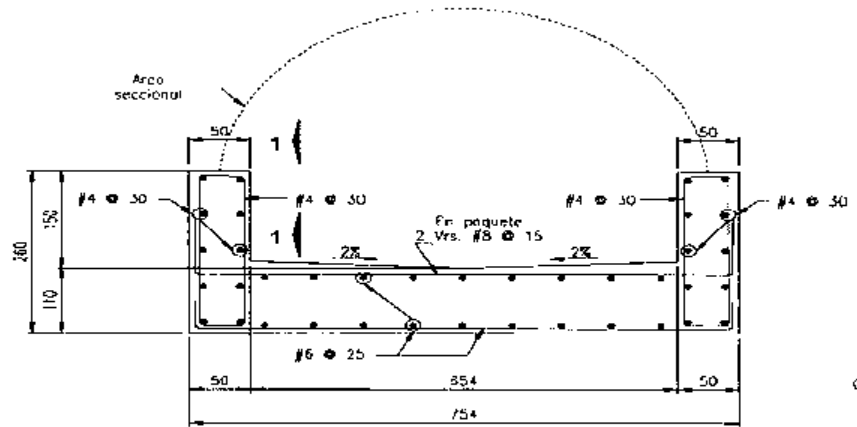


Figura 3.1.2.- Plano para el trazo de la losa de cimentación longitudinalmente, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.



DETALLE DE ARMADO DE LOSA DE CIMENTACION

Figura 3.1.3- Plano para el trazo de la losa de cimentación transversal, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En las **figuras 3.1.2 y 3.1.3.-** se puede observar las dimensiones de la obra longitudinalmente y transversalmente. También se realizó la colocación del trazo para la losa de cimentación, colocándoles sus niveles para realizar la excavación, debido a que los muros de regreso, cabezales y aleros se deben realizar después de la colocación de la lámina.

3.1.1.- Excavación.

Tal como comenta la SCT "la excavación es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en su forma mecánica con excavadoras o tractores en su defecto, y cuyo objetivo consiste en alcanzar el nivel propuesto en el plano"(SCT, www.imt.mx, 2011).

3.1.1.1.- Proceso constructivo para la excavación.

La excavación se realizó por medios mecánicos debido a la dimensión de la obra. Para realizar este proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-01-007/11**.

Para realizar dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado, herramienta, equipo de topografía y mecánico.

El personal que se necesitó fue; Ing. Civil, topógrafo, operadores de los equipos mecánicos y peones.

El equipo mecánico utilizado fue una excavadora 320C CAT.

La herramienta utilizada fue un flexo metro y martillo.



Figura 3.1.4.- Excavación para la losa de cimentación de la bóveda.

En la **figura 3.1.4.-** podemos observar que al momento de efectuar dicha actividad con la excavadora no surgieron problemas, pero durante la excavación se encontraron dos tipos de materiales, en los primeros 50cm se encontró un tipo A (arcilla negra) y después fue tipo B (subrasante) hasta llegar a nivel de desplante.

La arcilla excavada fue colocada de lado derecho de la obra, para después poder la retirar del sitio, para dicha actividad fue necesaria la ayuda del tractor, para ubicarla antes de la terminación del derecho de vía. Para después utilizarlo como arroyo en los terraplenes.

El material tipo B se colocó de lado izquierdo, para ser utilizado en el terraplén y para la nivelación de la obra.

Estando piso de desplante se le informo al departamento de topografía que se presentara en la losa de cimentación, para ver en qué nivel se encontraba la bóveda, para ver si es necesario que se le realizarle un afine.

3.1.2.- Nivelación del terreno.

Una vez informado el equipo de topografía, este se presentó, el cual reviso el terreno, este se encontró en algunas partes a bajo del nivel de desplante, para esto se le colocaron trompos a cada 5m, para colocar un material con características de subrasante.

Para realizar dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado, material, equipo mecánico y topografía.

El personal que se utilizo fue; Ing. Civil, topógrafo, operadores del equipo mecánico y peones.

El equipo mecánico que se necesito fue; una excavadora 320C CAT y rodillo CS-583D CAT.

El material utilizado fue el excavado, para esto laboratorio ya había realizado las pruebas de materiales, este cumple con las características de material subrasante y con las especificaciones de proyecto.

Una vez colocado el material, a este se le coloco un poco de agua para que obtenga la húmeda optima, y así obtener una compactación al 95%.

Una vez dejado a nivel de desplante y compactado el terreno se le informo a laboratorio, para que aplicara las pruebas de materiales, las aplicaron, las cuales cumplía con norma establecida **SCT**. Por medio de bitácora laboratorio y supervisión libero el terreno, para proseguir con la construcción de la obra.



Figura 3.1.5.- Nivelación del terreno.

En la **figura 3.1.5.-** Se puede observar que al terreno se encuentra nivelado, compactado y libre de materia orgánica. Además colocaron el trazó losa cimentación delimitándolo con polines y colocando varillas a cada 10m con el nivel de terminación de plantilla.

3.1.3- Plantilla.

Tal como comenta Sánchez "la plantilla es una capa de concreto pobre, el cual se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero, esta protege a la losa de cimentación, para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc."(Sánchez, 2004).

Para la colocación de la plantilla se utilizó un concreto de $f_c' = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un grosor de 10 cm.

3.1.3.1.- Proceso constructivo para la colocación de la plantilla.

Para la bóveda se analizaron los volúmenes de mortero que se tienen, estos son bastante grandes, el cual no se puede ejecutar en sitio, debido a la pérdida de tiempo, calidad del material, no se cuenta con todo el personal suficiente y equipo dosificación para su ejecución en campo, para esto se consideró un concreto prefabricado.

Este fue suministrado por medio de la concretara de Cemex, esta cumple todo el equipo necesario, para la dosificación y transporte del material, sin tener contra tiempos, para la ejecución de la obra.

Para realizar dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado, equipo mecánico y herramienta.

El personal necesario fue; Ing. Civil, operadores de maquinaria de traslado, maestros albañiles y peones.

El equipo mecánico que se utilizó fue; revolvedor de concreto

La herramienta que se requirió fue; palas, reglas, avión, etc.



Figura 3.1.6.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 3.1.6.-** Se observa la colocación del mortero, este fue a tiro directo de la revolvedora hacia el área de la losa de cimentación.



Figura 3.1.7.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 3.1.7.-** Se visualiza como el personal realizo la distribución uniforme de la mezcla en la losa de cimentación, esta se ejecutó en forma continua sin interrupciones hasta terminar con elemento programado.

Una vez colocada las plantilla esta cumple varias funciones que son las siguientes:

1. Una es proteger el concreto y acero de materiales que puedan disminuir su resistencia.
2. Protegerla a la estructura de la erosión, sedimentación y etc.
3. Para nivelar la zona de construcción.

3.1.4- Estructura de acero.

Tal como comenta Guedez "el acero de refuerzo, también llamado ferralla, es un importante material para la industria de la construcción, utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Por su importancia en las edificaciones, (la calidad de estos productos debe ser comprobada). Los productos de acero de refuerzo deben cumplir con ciertas normas que exige su verificación de su resistencia, ductilidad, dimensiones, y límites físicos o químicos de la materia prima utilizada en su fabricación" (Guedez, 2014)

Podemos definir la estructura de acero de refuerzo como el conjunto de operaciones de corte, habilitado, armado y colocación. De acuerdo con su posición en que se encuentra marcado en los planos estructurales.

3.1.4.1.- Proceso constructivo para el habilitado y colocación de la estructura de acero.

Es muy importante conocer los planos estructurales, esto irá en función de saber las características del acero, por ejemplo, los diámetros, las medidas y otras propiedades; hasta la posición en que las varillas van a ubicarse en los diferentes elementos, para ello es importante saber interpretar correctamente los planos.

El acero fue suministrado por medio de la fabricadora San Luis, la cual surtirá todo tipo de varilla según su diámetro, calidad, resistencia, etc.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-004/02**.

Para realizar las actividades de los cortes, habilitado, armado y colocación se necesitó personal calificado y su herramienta.

El personal que se necesitó fue; Ing. Civil, varios maestros fierreros y peones.

La herramienta que se utilizó fueron varios amarradores, grifas, tubos, cortadora, etc.

Para la losa de cimentación se analizaron los diferentes tipos de cortes que se

presentaron en las estructura, para tener control y ahorro del acero.

- **Corte.**

Para esto se presentó un problema con el corte de losa de cimentación, este fue con la parrilla superior, la barra de 1" tenía bastante desperdicio. Para esto se le realizó una propuesta a la supervisión, se le propuso realizar diferentes tipos de cortes para la barra de 1", esta se analizó, la cual se autorizó porque no se encontró ningún riesgo en la estructura.

LOSA DE CIMENTACION				
ELEMENTO	DIAMETRO	PIEZA	N. PIEZAS	LONGITUD(m)
MURO	4	A	468.00	6.00
LOSA DE CIMENTACION INFERIOR	6	B	234.00	8.50
LOSA DE CIMENTACION SUPERIOR	8	C	622.00	9.00
			310.00	6.00
			310.00	3.00
			310.00	2.02
SOPORTES ESTRUCTURALES	6	D	345.00	3.50
	8		160.00	3.00

Figura 3.1.8.- Cortes para el acero.

En la **figura 3.1.8.**-Se pueden observar las distancias y n. piezas que cortaron los fierros para realizar el habilitado del acero.

- **Habilitado.**

Para esto se habilitaran todas las varillas cortadas, pero se presentaron dos detalles extras, estos consisten en doblar el canal donde se colocara la lámina y el otro detalle son los soportes estructurales, los cuales se realizaron con varilla de 3/4".

Después de tener en cuenta los detalles, se efectuaran los dobleces de las varillas y canales, con sus ángulos y longitudes especificados en los planos estructurales.

Para realizar el habilitado necesitaron hacer su propio patio de maniobras.



Figura 3.1.9.- Habilitado del acero.

En la **figura 3.1.9.-** Podemos observar como construyeron su propio patio de maniobras y como realizaron el habilitado del acero utilizando un tubo, grifas y el banco.

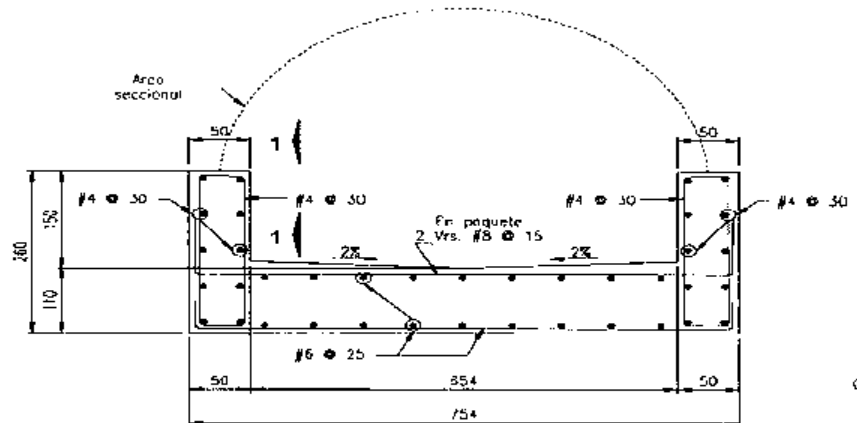


Figura 3.1.10.- Habilitado del canal.

En la **figura 3.1.10.-** Podemos ver como se realizó el habilitado del canal, utilizando una llave para su doblez.

- **Armado.**

Para realizar el armado de la losa de cimentación, se le informo al equipo de topografía que realizara el trazo de la misma.



DETALLE DE ARMADO DE LOSA DE CIMENTACION

Figura 3.1.11.- Plano para el armado de la losa de cimentación, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 3.1.11.-** Se puede observar el tipo de armado que se realizó para la losa de cimentación.



Figura 3.1.12.- Armado del acero.

En la **figura 3.1.12.-** Se puede ver como se realizó el armado de parrilla inferior, utilizaron piedras y pollos, para separar la plantilla del acero, para cumplir con el recubrimiento.



Figura 3.1.13.- Armado del acero.

En la **figura 3.1.13.-** Se puede visualizar como se realizaron el armado de la losa de cimentación en partes.

- **Colocación.**



Figura 3.1.14.- Colocación del acero.

En la **figura 3.1.14.-** Se muestra la colocación y separación de los soportes estructurales, los cuales se colocaron longitudinalmente a cada 1m, pero para las filas transversales se colocaron dos filas una de 5 y la otra de 4, para colocar la parrilla superior.



Figura 3.1.15.- Colocación del acero.

En la **figura 3.1.15.-** Se puede visualizar el detalle, para la colocación de la parrilla superior, se sabía que la varilla una 1" tenía bastante desperdicio, para esto su colocación fue diferente, primero se colocó un paquete completo como lo marca el plano, después se instaló el segundo su armado fue una pieza completa y la otra fue en partes de 6m y 3m considerando su traslape, para el tercero se colocó de lado contrario pero fue el mismo armado que el segundo juego.



Figura 3.1.16.- Colocación del acero.

En la **figura 3.1.16.-** Se puede observar la colocación total de las varillas para los muros, parrilla inferior y superior. Estos fueron revestidos en su totalidad con alambre. También se alineó el acero para colocar la obra falsa y pueda recibir el concreto, teniendo en cuenta la separación del recubrimiento.

3.1.5- Cimbra.

Tal como comenta González "se puede definir como cimbra a la estructura que sirve para soportar el concreto y el acero de refuerzo de los elementos estructurales, su uso es provisional, de ahí su nombre de Obra Falsa"; pues se ocupa únicamente mientras que el concreto adquiere la resistencia necesaria, para sustentarse por sí mismo"(Gonzalez, 1999).

3.1.5.1.- Proceso constructivo para el habilitado y colocación de la cimbra.

Para este tipo de cimbra el acabado obtenido es el denominado acabado aparente, es decir, que al descimbrar el concreto este estará liso siendo éste su acabado final.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-011/00**.

Para la colocación de la obra falsa estará bajo las especificaciones del proyecto; así mismo el tipo, tamaño, calidad y resistencia de los materiales.

En la colocación de la cimbra se presentó un detalle, este especifica que la losa de cimentación y muros se debe colocar el concreto monolíticamente, pero por la dimensiones del proyecto, no se cuenta con la suficiente tarimas para la colocación total de la obra falsa.

Para esto se le realizó una propuesta a la supervisión, se propuso que se colara en cuatro colados la losa de cimentación y muros, esta fue estudiada, una vez aprobada se prosiguió con el habilitado de la cimbra.

- **Habilitado.**

Para realizar el habilitado de la obra falsa se requirió la ayuda de personal calificado, herramienta y materiales.

El personal que se necesitó fueron; Ing. Civil, maestros carpinteros de obra y varios peones.

La herramienta que se utilizó fue martillos, sierras, plomos, etc.

Los materiales que se requirieron fueron; polines, barrotes, triplay de 19mm, alambrón, clavos de 4" y 2½", etc.

Las tarimas que se fueron habilitando se les aplicaron una capa de aceite quemado y diésel, a la parte que está en contacto con el concreto, antes de cada uno de sus usos.

- **Armado.**

Teniendo las suficientes tarimas habilitadas se decidió realizar el primer armado de la obra falsa, teniendo en cuenta que se presentaran 4 armados, en diferentes tiempos, éstos fueron plomeados, verificadas que cumpla con su recubrimiento del acero, reforzadas con polines, con el fin de tener mayor estabilidad, que no existan riego que falle por el volumen y no tener problemas que se desalineé los muros al momento de colocar el concreto.

Otros detalles que se presentaron fueron; que se debe colocar un canal en el centro de los muros para recibir el arco luz, además se debe colocar la pendiente de bombeo para la escorrentía del arroyo.

- **Colocación.**



Figura 3.1.17.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 3.1.17.-** Se puede ver que colocaron toda la obra falsa para el primer colado de concreto, además se le coloco la pendiente de bombeo para la escorrentía del arroyo.



Figura 3.1.18.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 3.1.18.-** Se visualiza como se reforzaron las tarimas con polines a cada 30cm, esta también fue apuntalada a cada 1m, para que no se desalineen los muros al momento de recibir la mezcla.



Figura 3.1.19.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 3.1.19.-** Se observa como colocaron el canal en el centro de los muros para recibir la lámina.



Figura 3.1.20.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 3.1.20.-** Se puede visualizar que se ejecutó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente, para la colocación de las obras falsas restantes, canales y los bombeos para la escorrentía.

3.1.6.- Concreto.

Tal como comenta Sánchez “el concreto es la mezcla de piedras y mortero conocida también como hormigón. Cabe destacar que el mortero, por otra parte, es la mezcla de cemento, arena y agua. Este es un material muy frecuente en la construcción ya que tiene la capacidad de resistir grandes esfuerzos de compresión. Sin embargo, no se desempeña bien ante otros tipos de esfuerzos, como la flexión o la tracción. Por lo tanto, el concreto suele utilizarse en conjunto con el acero, en un compuesto que recibe el nombre de hormigón armado”(Sánchez, www.scribd.com, 2015)

Para losa de cimentación y muros se colocó un concreto de $f_c' 200 \text{ kg/cm}^2$. Antes de iniciar con cada colado se realizó una revisión general de todos los elementos por colar.

3.1.6.1.- Inspecciones que se realizaron antes de cada colado.

Antes de cada colado, se realizaron las siguientes inspecciones, para evitar que se encuentre contaminado la parte donde se colocara el concreto.

También se tiene en cuenta que habrá juntas de construcción por la colocación de un concreto fresco hacia uno ya endurecido.

Tal como dice la norma se revisó lo siguiente antes de cada colado:

- Que la plantilla, acero y la cimbra cumpla con la calidad requerida por el proyecto.
- Que el acero de refuerzo cumpla con el procedimiento de habilitado y colocación de las varillas.
- Que la plantilla quede limpia de arcilla, limos, agua, aceites, grasa o partículas extrañas.
- Que se tenga el suficiente equipo de dosificación, vibradores y transporte. Que estos se encuentren en óptimas condiciones de operación antes de cada colado.

- Que el personal destinado a la colocación del concreto sea el adecuado, suficiente y capacitado.
- Que la instalación de elementos ahogados en el concreto cumplan con su ubicación y especificación indicada en los planos de construcción.
- También se inspeccionaron las juntas frías que se presentaron, para evitar una mala unión, poder ligar correctamente el concreto fresco con otro ya endurecido por efectos del proceso de fraguado, la junta de construcción correspondiente se tratará en toda su superficie, de tal manera que quede exenta de materiales sueltos o mal adheridos, así como también de la lechada o mortero superficial, con objeto de lograr una superficie rugosa sana.
- Las juntas de construcción estuvieron limpias, libres de lodo, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la liga entre el concreto endurecido y el concreto fresco.(SCT, www.imt.mx, 2001).

3.1.6.2.- Colocación y vibrado del concreto.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-006/01**.

Para la colocación y vibrado del concreto, se podrá observar en las imágenes como se realizó su proceso constructivo para su instalación.



Figura 3.1.21.- Prueba de revenimiento para el concreto.

En la **figura 3.1.21.-** Podemos observar que antes de cada colado, se realizaron pruebas del revenimiento para el concreto, por parte de laboratorio, con esta prueba se obtiene la relación agua-cemento, si se agregó el material pétreo correspondiente a proyecto y el tipo de aditivo para un fraguado rápido, Para poder recibirlo en obra.



Figura 3.1.22.- Colocación y vibrado del concreto.

En la **figura 3.1.22.-** Podemos visualizar como la pluma coloca en capas el concreto dentro de la losa de cimentación y muros.



Figura 3.1.23.- Colocación y vibrado del concreto.

En la **figura 3.1.23.-** Se puede ver como descargan el concreto en velocidad moderada, para evitar la segregación de la mezcla, que permita que el concreto fluya fácilmente, para que este se penetre en los espacios entre varillas y cimbra. También realizo un buen vibrado, para asegurar una adecuada consolidación de cada capa de concreto antes de recibir la siguiente.



Figura 3.1.24.- Colocación y vibrado del concreto.

En la **figura 3.1.24.-** Se observa cómo se realizó la colocación total del concreto para el primer colado de la losa de cimentación y muros, este se ejecutó de forma continua y sin interrupciones, hasta terminar totalmente con lo programada. Además se le realizó un pulido al concreto para el cavado final de la losa de cimentación.



Figura 3.1.25.- Colocación y vibrado del concreto.

En la **figura 3.1.25.-** Podemos ver que se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente, para los colados restantes de la losa de cimentación.

3.1.6.3.- Aditivo para las juntas frías del concreto.



Figura 3.1.26.- Junta fría.

En la **figura 3.1.26.-** Se puede observar cómo se trató cada junta fría que se presentó, se revisó que la unión estuviera limpia de aceite, para tener una colocación adecuada del aditivo y no tener problemas de segregación de los materiales en las uniones. Para unir el concreto fresco con uno ya endurecido se utilizó este tipo de aditivo llamado **sikaswell s-2**.

También se visualiza que el aditivo funcionó adecuadamente porque no se presentó ningún caso de segregación en las uniones de las juntas frías.

3.1.6.4.- Curado para el concreto.



Figura 3.1.27.- Curado para el concreto.

En la **figura 3.1.27.-** Se observa el tipo de curado que se realizó para el concreto, fue el de colocar un plástico para evitar que este pierda la humedad durante su fraguado, evitar posibles grietas y además para evitar que durante las primeras horas no afecte el agua de lluvia si se presentara o algún otro agente deteriore el concreto.

Una vez iniciado el fraguado en cualquier superficie ya terminada, no se puede transitar sobre ella o que se altere de alguna manera su estado de reposo durante un término mínimo de 24 horas.

3.1.7.- Descimbrado.

Tal como comenta Cortes "el descimbrado es desmontar la cimbra o material que se utiliza para sostener y cargar el concreto de una construcción. Por lo general las cimbras son de materiales compuestos por madera que organizados en conjunto sostienen las construcción de la obras" (Cortes, 2003)

Para determinar el tiempo que debe durar la cimbra colocada en los diferentes elementos se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Para la determinación del tiempo que deben permanecer colocadas las obras falsas, depende del carácter de la estructura, de las condiciones climáticas, del tipo de cemento y curado, empleando el uso de aditivos que aceleren o retarden el fraguado del concreto.
- Para la remoción de la cimbra podrá iniciarse cuando se demuestre que el concreto ha alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas permanentes y extraordinarias, generadas por la obra a que quedará sujeta la estructura mediante la prueba de ruptura, de los cilindros tomados durante el colado.
- Cualquier defecto que se encontró en la superficie del concreto se corrigió lo más pronto posible después del descimbrado.
- No se permitió descimbrar aquellas estructuras que no estén apuntaladas adecuadamente, para soportar cargas durante la construcción que excedan a las de diseño (SCT, www.imt.mx, 2001).

3.1.7.1.- Proceso constructivo para el descimbrado.



Figura 3.1.28.- Descimbrado.

En la **figura 3.1.28.-** Se puede observar cómo se realizó la remoción de las obras falsas que se presentaron en la losa de cimentación, sin dañar las superficies del concreto recién colado.



Figura 3.1.29.- Descimbrado.

En la **figura 3.1.29.-** Se puede visualizar el retiro total de la obra falsa y el acabado final de la losa de cimentación.

3.1.7.2.- Resanes.

Una vez retirada la obra falsa se realizó una inspección a toda la losa de cimentación. Para ver qué tipos de defectos se presentaron, estos fueron huecos y agujeros, los cuales fueron resanados después del retiro total de las tarimas.

Para los resanes se utilizó una mezcla con mayor resistencia que el concreto usado, omitiendo el agregado pétreo y agregándole el aditivo en el mortero.

Las reparaciones realizadas en la losa de cimentación obtuvieron una excelente unión entre el concreto fresco con el ya endurecido, en el cual no se visualizó su junta fría.

3.1.8.- Definición de lámina acero galvanizada.

Tal como comenta Pepeinga “se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco; en el caso del presente proyecto serán únicamente circulares.

Este trabajo consistió en el suministro, armado y colocación de lámina de acero corrugado galvanizada, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La lámina tendrá el tamaño, tipo, diseño y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por la Supervisión. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Esto también comprende de la construcción de las conexiones con los cabezales. (Pepeinga, 2011).

Para el suministro de la lámina se realizó por medio de la industria Trinity, la cual, se encarga de la fabricación y distribución del material prefabricado, esta nos garantiza la calidad de sus materiales para la construcción de la obra.

3.1.8.1.- Proceso constructivo para el armado y colocación de la lámina.

Para su instalación se seguirán con las recomendaciones del fabricante respecto a las uniones, para asegurar la resistencia a la infiltración del agua y materiales de relleno.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-001/00**.

Para el armado y colocación de la lámina se necesitó la ayuda de personal calificado, equipo mecánico, herramientas y material.

El personal calificado que se utilizó fueron maestros plomeros de obra, operadores del

equipo mecánico y peones.

Los equipos mecánicos que se utilizaron fueron una excavadora 320C, retroexcavadora y una grúa de carga.

La herramienta que se necesitó para la colocación fueron dos barras de acero elaboradas como S, cuñas, manera les, matracas y llaves.

El material que se requirió fueron; andamios, tuercas, tornillos, láminas de 9N y 12N.

- **Armado de lámina de acero galvanizado.**

El armado que se realizó fue el indicado por el fabricante para poder garantizar la calidad de sus materiales.

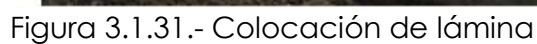
El tipo armado que recomendó el fabricante fueron de dos tipos, para no tener problemas con los traslapes, el primer armado que se realizó fue colocar primero de lado izquierdo una lámina de 9N y tres de 12N para tener un armado de 4 conexiones. Después se realizó lo mismo para el segundo pero este ejecuto de lado derecho.



Figura 3.1.30.- Armado de lámina galvanizada

En la **figura 3.1.30.-** Podemos observar que se siguió el armado propuesto por el fabricante hasta la instalación total de la lámina, también se puede ver que los traslapes de lámina no coincidieron en ningún punto en forma longitudinal.

- **Colocación de lámina galvanizada.**



•



En las **figura 3.1.32.-** Se puede observar cómo fueron colocados los tornillos según sea su posición en la lámina o traslape, así se puede garantizar la calidad de los materiales, pero en algunos agujeros no coincidieron en la colocaciones de las láminas y se tuvo que abrir con una cuña.



Figura 3.1.33.- Colocación de lámina.

En la **figura 3.1.33.-** Se visualiza cómo trabajan en conjunto el personal, equipo mecánico, materiales y herramientas. Para tener una adecuada colocación de las lamias galvanizadas hasta su instalación total.



Figura 3.1.34.- Colocación de lámina.

En las **figura 3.1.34.-** Se visualiza la colocación total de las láminas para la bóveda.

Durante la instalación de la lámina, también se realiza va en conjunto con la construcción de los muros de regreso, cabezales y aleros.

3.2.- Trazo de los muros de regreso, aleros y dentellones.

Para el trazo de los muros de regreso, aleros y dentellones se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación.

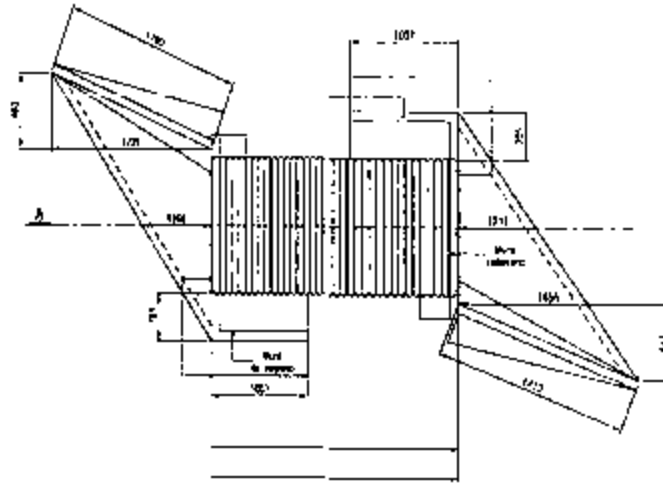


Figura 3.2.- Plano para el trazo de los muros de regreso aleros y dentellones, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 3.2.-** Podemos observar que el equipo de topografía colocó los trazos de los muros de regreso, aleros y dentellones.

3.2.1.- Excavación.

Para la excavación de los muros de regreso, aleros y dentellones se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación.



Figura 3.2.1.- Nivelación del terreno.

En la **figura 3.2.1.-** Podemos observar que el terreno de aguas arriba se encontraba ya compactado y nivelado, el cual ya se había liberado por medio de bitácora por parte de laboratorio y supervisión. Para poder colocar la plantilla de dichos elementos, pero surgió un problema inesperado se presentó una tormenta en el transcurso de la tarde y noche, la cual por el tiempo que duro presento bastante escorrentía de agua superficial y subterránea.



Figura 3.2.2.- Daños por precipitación.

En la **figura 3.2.2.-** Podemos visualizar como la tormenta realizo daños al terreno y cimbra dejándolo deteriorado para su uso, entonces laboratorio y supervisión colocaron en la bitácora dichos acontecimientos.



Figura 3.2.3.- Protección para la obra.

En la **figura 3.2.3.-** Se puede ver que se realizó una protección en la parte donde se colocara las plantillas, colocando cárcamos en la parte de aguas abajo del muro de regreso y alero, para la parte del medio del arroyo se instalando un canal.

Una vez colocada la protección, se observó en qué estado se encontraba el terreno, este encontró con una humedad óptima la parte del alero y para la parte más larga del muro de regreso, estos se compactaron y se nivelaron, para después ser liberado por laboratorio y supervisión por medio de bitácora.

Pero para la parte más corta del muro de regreso no paso la prueba el terreno este se encontraba bastante saturado, para esto laboratorio propuso que se retira una capa de 30cm y se colocara material del mismo tipo pero en óptimas condiciones, este se colocó, se compacto, se nivelo y se fronterizo, para dejarlo preparado para la colocación de la plantilla.

Para esto al día siguiente se volvió a presentar el mismo detalle en el muro de regreso, la escorrentía que se presentaba era subterránea, para solucionar el problema, se propusieron dos soluciones colocar un suelo cementante o material de filtro.



Figura 3.2.4.- Saturación del terreno.

En la **figura 3.2.4.-** Podemos observar cómo se hallaba el terreno, este se encontraba bastante saturado, para ello laboratorio propuso que se colocara un material de filtro, para esto se realizó una excavación de 60cm, para colocar dos tipos de materiales, en la primera capa de 30cm se utilizó un material tipo " C" y la segunda fue material tipo "B".



Figura 3.2.5.- Nivelación del terreno.

En la **figura 3.2.5.-** Podemos observar como realizo el retiro material saturado y como se colocó otro, pero en óptimas condiciones. Dejando compactado y nivelado el terreno, para dar paso a la colocación de la plantilla.

Para los muros de regreso y alero aguas abajo surgió el mismo detalle de la **figura 3.2.3.-** Pero en vez de colocar un canal, se realizó una excavación porque el terreno se encontraba casi a nivel, para proteger el terreno donde se colocaran dichos elementos, los cuales fueron afinados y fronteriza dos para colocar su plantilla.

3.2.2.- Colocación de la plantilla.

Para la colocación de las plantillas de los muros de regreso, aleros y dentellones se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación.



Figura 3.2.6.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 3.2.6.-** Se puede observar la colocación de las plantillas, pero en la parte corta del muro de regreso de aguas arriba no se colocó totalmente el mortero, debido al detalle ya descrito anteriormente en la excavación.

Para la colocación del concreto en la parte del muro de regreso, se utilizó un mortero hecho en sitio, debido a que su colocación se realizó el mismo día que libero laboratorio, y como su volumen es muy pequeño saldrá más costoso si lo surte la concretara que si se realiza en campo.



Figura 3.2.7.- Mortero hecho en sitio.

En la **figura 3.2.7.-** Podemos observar como realizo el mortero pobre de $f_c' 100 \text{ kg/cm}^2$ hecho en sitio, utilizando las proporciones correspondiente de arena, grava, cemento y agua.



Figura 3.2.8.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 3.2.8.-** Se visualiza la colocación total de la plantilla del muro de regreso de aguas arriba.

3.2.3.- Habilitado y colocación del acero.

Para la colocación del acero para los muros de regreso, cabecales, aleros y dentellones exteriores se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente en la losa de cimentación.

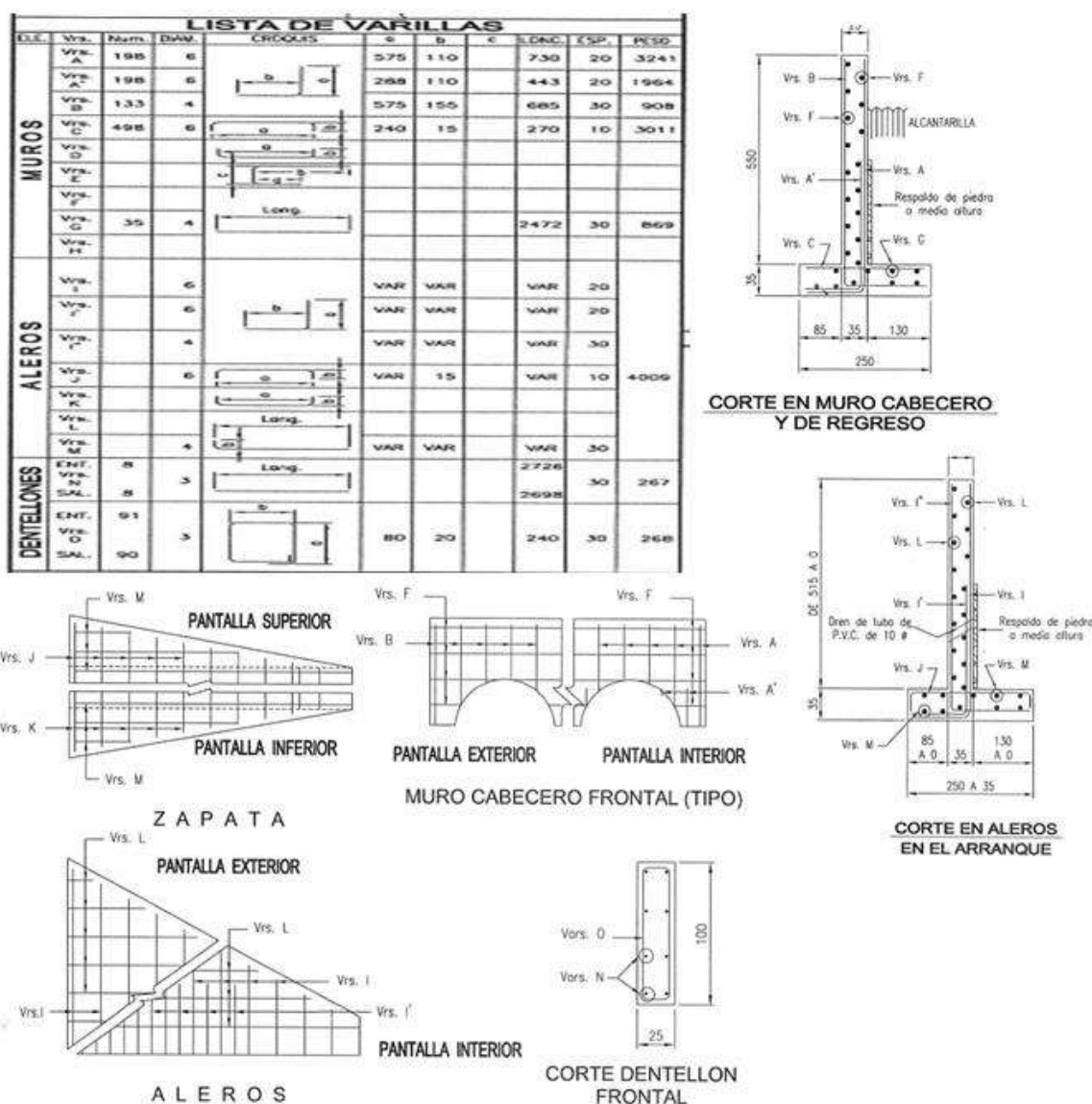


Figura 3.2.9.- Plano para el armado de los muros de regreso, aleros y dentellones, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 3.2.9.-** Podemos observar el tipo de habilitado y armado del acero para los muros de regreso, aleros y dentellones.



Figura 3.2.10.- Colocación del acero.

En las **figura 3.2.10.-** Podemos ver como realizaron el mismo proceso constructivo para la colocación del acero ya descrito anteriormente, pero para esto se presentó un detalle, no se dejaron las barbas de las varillas para unir la losa de cimentación con los muros de regreso y aleros.

Para solucionar el problema se utilizó un aditivo llamado **sikadur-32 gel**, para poder anclar unas varillas dentro de los muros de la losa de cimentación. Este aditivo fue examinado por el departamento de control de calidad y fue aceptado para poderse aplicar.

Para el anclaje de las varillas se necesitó personal calificado y herramienta.

Personal que se necesitó fue un fierro de obra.

La herramienta que se utilizó fue un taladro y broca de 3/4".



Figura 3.2.11.- Colocación de las barbas.

En la **figura 3.2.11.-** Se observan como realizaron las perforaciones en los muros de la losa de cimentación a cada 30cm, para las zapatas se realizó a cada 25cm para poder unir los muros de regreso y aleros.



Figura 3.2.12.- Colocación de las barbas.

En la **figura 3.2.12.-** Podemos ver como aplican el aditivo en las perforaciones, para poder colocar las barbas y que este realice su función adecuadamente.



Figura 3.2.13.- Colocación de las barbas.

En la **figura 3.2.13.-** Se visualiza como realizaron la colocación de las varillas dentro de la losa de cimentación.

3.2.4.- Colocación de cimbra.

Para la colocación de la obra falsa de los muros de regreso, cabezales, aleros y dentellones exteriores, se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente, y la misma propuesta para colocarla la losa de cimentación, pero se presentó un detalle con una tormenta en el alero de aguas arriba.



Figura 3.2.14.- Limpieza para la obra falsa.

En la **figura 3.2.14.-** Se puede observar cómo se realizó la limpieza a la obra falsa, debido a que horas antes se presentó una tormenta, esta arrastro sedimentos introduciendo arcilla a la cimbra, esta fue retirada con agua agregando un cárcamo para introducir las aguas desalojadas con dichos materiales.



Figura 3.215.- Colocación de la cimbra.

En las **figura 3.2.15.-** podemos visualizar la colocación total de todas las obras falsas, la única diferencia con la losa de cimentación y muros, fue que esta realizo por trepados.

3.2.5.- Colocación de concreto.

Para la colocación del concreto 200 kg/cm² para los muros de regreso, cabezales, aleros y dentellones exteriores se realizó el mismo proceso constructivo, y la misma propuesta para colocarlo que en la losa de cimentación, pero para el muro de regreso aguas arriba, se presentó un detalle, se colocó un concreto de resistencia menor para el primer trepado, debido a una desatención cuando revisó la remisión.

Para esto se descimbro al momento de darse cuenta que el concreto colocado no era de la resistencia pedida, pero para esto ya el concreto estaba fraguando en algunas partes, el cual no se pudo retirar por completo.

3.2.5.1.- Demolición.

Tal como comenta instituto de la tecnología “la demolición es el proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir de manera planificada un edificio o construcción en pie. La demolición es exactamente lo opuesto a la construcción, el proceso mediante el cual se edifica. La demolición también se distingue de otras acciones como el derrumbe ya que es un proceso programado y planificado de acuerdo a las necesidades y cuidados específicos de cada caso. Normalmente, el proceso de demolición implica tener en cuenta elementos de seguridad, salubridad y otros. Además, la demolición puede realizarse con diferentes objetivos: construir nuevas edificaciones, liberar el espacio para hacer espacios verdes, eliminar construcciones antiguas y peligrosas, etc. Todas ellas son parte de lo que se conoce como urbanismo o planificación urbana”(Tecnologia, 2008).

Entonces se tuvo que realizar dicha actividad corriendo todos los cargos por medio de la concretara de Cemex.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-013/00**.

Para realizar dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado, equipo mecánico y herramientas.

El personal que se necesitó fueron maestros albañiles y peones.

El equipo mecánico que se utilizó fue un roto martillo, martillo eléctrico y generador.

La herramienta utilizada fue martillo, cincel y varas.



Figura 3.2.16.- Demolición del muro de regreso de aguas arriba.

En la **figura 3.2.16.-** Se puede observar que se ejecutó la demolición total del muro de regreso de aguas arriba, dejando lo preparado para la colocación total del acero y cimbra. Para poder proseguir con la colocación total del muro de regreso.



Figura 3.2.17.- Colocación del concreto.

En la **figura 3.2.17.-**Podemos visualizar la colocación total del concretopara los muros de regreso, aleros, cabezales y dentellonesdespués del inconveniente presentado.

3.2.6.- Descimbrado.

Para el descimbrado de los muros de regreso, cabezales, aleros y dentellones exteriores se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito en la losa de cimentación.



Figura 3.2.18.- Descimbrado de los muros de regreso, aleros, cabezales y dentellones.

En la **figura 3.2.18.-** Se puede observar que se realizó el descimbrado total de los muros de regreso, aleros, cabezales y dentellones exteriores teniendo cuidado de no fracturar el concreto recién colado siendo este su acabado final.



Figura 3.3.1.- Colocación del zampeado.

En las **figura 3.3.1.-** Se puede ver como se realizó la colocación del concreto y la distribución de la piedra para el zampeado. Dejando así el acabado final para la bóveda.

3.4.- Relleno para la protección de la obra de drenaje.

Tal como comenta la SCT "los materiales que se empleen en el relleno de las excavaciones para estructuras o en las obras de drenaje para su protección serán preferentemente aquellos que provengan de las mismas excavaciones. De no ser aceptable el material de la excavación para la formación del relleno que se compactara al 95%, se deberá utilizar material de préstamo que cumpla con la calidad de subrasante de acuerdo a las normas de calidad de la SCT. Cuando el proyecto, no fije el tipo de dren, para los rellenos que cubra las caras posteriores de los muros, se harán de tal manera que una capa de material pétreo funcione como dren y quede en contacto con la superficie cubierta de la estructura"(SCT, www.imt.mx, 2000).

3.4.1.- proceso constructivo para el relleno de protección.

El relleno de protección de la obras de drenaje, se realizó en capas de espesores no mayores a 20cm, colocándolas tanto al eje transversal de la estructura como a su eje longitudinal, proporcionando al material la humedad adecuada para su compactación.

No se permitió el paso de equipo pesado sobre las alcantarillas o cualquier otra estructura hasta que tenga el colchón mínimo fijado en el proyecto (60 cm.).

Para la ejecución de dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado, equipo mecánico, herramienta y materiales.

El personal que se necesitó fueron; operadores del equipo mecánico y peones.

El equipo utilizado fue tractor B-R8, excavadora 320C, retroexcavadora, compactador, pipa de agua y bailarinas.

La herramienta utilizada fue palas, rastrillos y caretillas.

El material utilizado fue material tipo B y tepetate.



Figura 3.4.- Colocación del relleno de protección.

En la **figura 3.4.-** Podemos observar cómo trabajan en conjunto el equipo mecánico y el personal, colocando capas de 20cm, para el relleno de protección de la obra.



Figura 3.4.1.- Colocación del relleno de protección.

En la **figura 3.4.1.-** Podemos visualizar como se colocaron dos tipos de materiales para el relleno de protección de la bóveda.

[illegible]

Página 73

- **Definición de tubería de concreto.**

Tal como comenta la SCT "la tubería de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin refuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y es viajada" (SCT, www.imt.mx, 2000).

4.1.- Trazo.

Para el trazo de la tubería de concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, pero surgió un inconveniente, el cual se le informo a la supervisión antes de ejecutar dicha actividad.

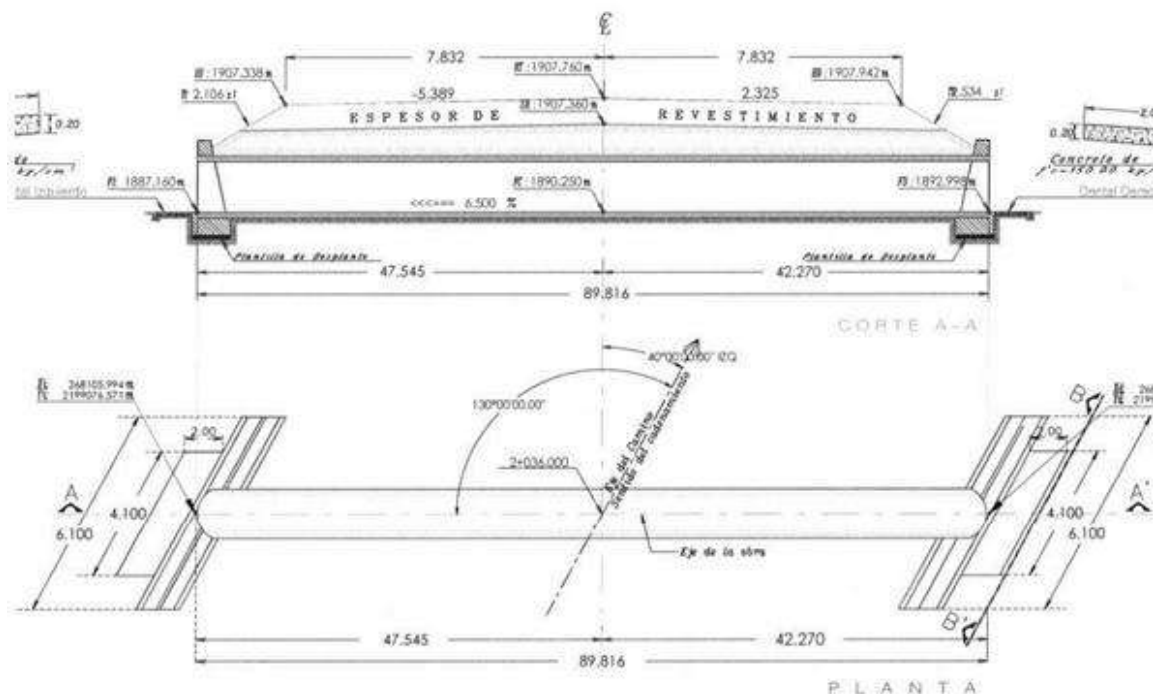


Figura 4.1.- Plano para el trazo de la tubería de concreto, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 4.1.-** Se puede observar las dimensiones de la obra, pero para su trazo surgió un detalle, este fue con la colocación de la tubería concreto, esto afecta la excavación, esta no cumple con la distancia transversal marcada en proyecto, debido a los tubos suministrados miden 2.44m de largo, la nota dice que se colocaran 36 tubos, los cual no cumple la distancia esta fue de 87.84m.

Para esto supervisión deberá decidir si se a larga o se reduce la otra, la cual estará bajo su responsabilidad.

Después de analizar el detalle, se decidió colocar un tubo extrapara cumplir con la longitud marcada en proyecto. Para esto la longitud de la tubería fue de 90.28m.

4.1.1.- Excavación.

Para la excavación de la tubería de concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 4.1.1.- Excavación del tubo de concreto.

En la **figura 4.1.1.-** Se puede observar que la excavación de la obra se realizó con dos distintos equipos mecánicos, debido a los materiales encontrados, primero se encontró uno tipo B, después se halló uno de tipo C y la excavadora no pudo realizar la actividad. Para esto se necesitó la ayuda del tractor, para dejar a nivel de desplante el terreno.

4.1.2.- Nivelación con arena.

La nivelación del terreno con arena cumple con algunas funciones con la tubería estas son las siguientes:

1. Darle un buen descanso a la tubería cuando está sometida a compresión.
2. Evitar que el tubo de concreto se dañe por materiales gruesos.
3. Garantizar el nivel de desplante.

Para la colocación de la cama de arena se necesitó personal calificado, el equipo de topografía y herramienta.

El personal utilizado fue un Ing. Topógrafo, maestro albañil y peones.

La herramienta utilizada fue una palas y carretillas.



Figura 4.1.2.- Nivelación del terreno.

En la **figura 4.1.2.**-Se puede observar que el terreno se entregó nivelado y compactado para la colocación de la arena.



Figura 4.1.3.- Colocación de la tira-línea.

En la **figura 4.1.3.**-Podemos visualizar que el equipo de topografía coloco una tira-línea para la colocación de la arena.



Figura 4.1.4.- Colocación de la cama de arena.

En la **Figura 4.1.4.**- Se puede ver como realizaron la colocación de la arena sobre la tira-línea, para cumplir con el nivel de desplante de la tubería.

4.1.3.- Colocación de la tubería.

Para la colocación de la tubería de concreto se coordinó con el pedido del material, con la finalidad de evitar traslados y manejos innecesarios.

Los tubos de concreto fueron suministrados por medio de la fabricadora tubeco, la cual se encarga de la fabricación y distribución del material prefabricado, esta nos garantiza la calidad de sus materiales para la construcción de la obra.

Una vez llegada la tubería a la obra esta se inspecciono que llegara en buenas condiciones, para poder la recibir en la obra, identificando que el tubo de concreto no presente posibles fracturas, grietas o desportilladuras, si se presentara alguna de estas anomalías tendrá como consecuencia de no ser colocado en la obra y de ser rechazada en tal caso.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-002/00**.

Para realizar la descarga y la colocación de los tubos de concreto se necesitó la ayuda de personal calificado, equipo mecánico y herramienta.

El personal que se necesito fue un Ing. Civil, sobrestante, operador del equipo mecánico y varios peones.

El equipo mecánico utilizado fue una excavadora 320C CAT.

La herramienta utilizada fue una barra de acero y una cadena.



Figura 4.1.5.- Recibiendo la tubería.

En la **figura 4.1.5.-** Podemos visualizar que se realizó una identificación a la tubería, para saber si esta presenta alguna anomalía para poder la rechazar ante de su colocación en la obra. Una vez revisados se ejecutó su descarga.

Para las ligas flexibles que no son cementadas al tubo, incluyendo los compuestos de lubricación de las uniones, se almacenaron en un lugar fresco y seco, para ser distribuidos conforme se fueron requiriendo. Los empaques se conservaron áreas limpias, y fuera del contacto con aceite, grasa, calor excesivo y fuera de los rayos directos del sol.

4.1.3.1.-Recomendaciones e inspecciones que se realizaron antes de la colocación de la tubería.

Antes de la colocación del tubo de 1,22m de Ø llevan a cabo las siguientes revisiones para cumplir con la calidad y especificaciones de proyecto:

- Se revisó que la colocación de la cama arena en la obra cumpla con el nivel y pendiente marcada en proyecto.
- Después reviso que la caja tenga alineamiento correcto, para iniciar con la colocación de la tubería de aguas abajo para terminar aguas arriba.
- También se debe cuidar que los machos (espigas), hembras (campanas) y la liga de hule estén libres de suciedad o cualquier objeto que pueda interferir en el desempeño de la unión.
- Se revisó que colocara la liga sobre la espiga y que este bien asentada de forma homogénea.
- Lo que se utilizó como lubricante fue manteca vegetal (INCA) en las partes de la espiga, campana y liga, para garantizar que la unión y conexión no tengan problemas en la colocación.
- Para la colocación de la tubería es obligatorio que la espiga este en dirección aguas abajo y la campana este aguas arriba.(SCT, www.imt.mx, 2000).

Para instalación del tubo de concreto se seguirán las recomendaciones del fabricante respecto a las uniones, para asegurar la resistencia a la infiltración del agua, materiales de relleno y la ex filtración del agua pluvial.



Figura 4.1.6.- Colocación de la tubería.

En la **figura 4.1.6.-** Se puede observar la colocación del primer tubo, el cual no surgieron problemas al momento de su instalación, de pues se alineo y se dejó apuntalado para no tener problemas con el nivel de la obra.



Figura 4.1.7.- Colocación de la tubería.

En la **figura 4.1.7.-** Se puede visualizar cómo se colocó el lubricante en la campana, liga y espiga para realizar una conexión apropiada.



Figura 4.1.8.- Colocación de la tubería.

En la **figura 4.1.8.-** Se puede ver como se colocó el segundo tubo de concreto, este se dejó rozando la campana del primero, para empujarlo cuidadosamente y no dañarlo, y así tener una adecuada conexión, se realizó el mismo proceso para toda la instalación de la tubería.



Figura 4.1.9.- Colocación de la tubería.

En la **figura 4.1.9.-** Se puede observar la colocación de toda la tubería, para dar paso a la colocación de la plantilla y nivelación de los cabezotes.

4.2.- Trazo de los cabezotes.

Para el trazo de los cabezotes se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.

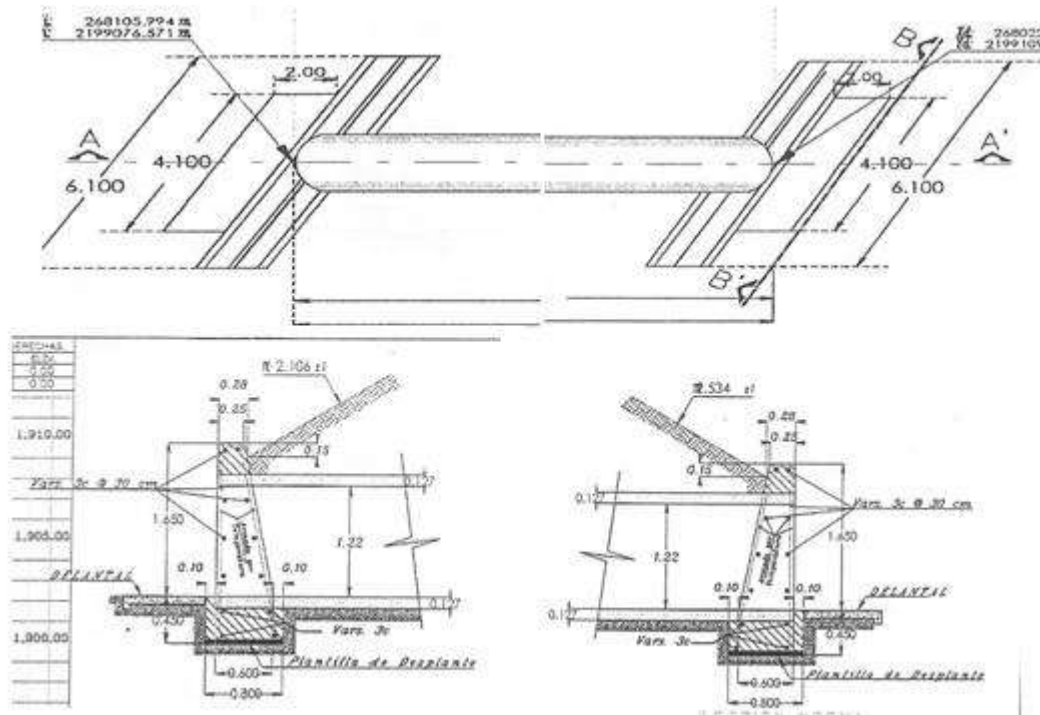


Figura 4.2.- Plano para el trazo de los cabezotes, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 4.2.-** Podemos observar el trazo que se realizó para los muros cabezotes.

4.2.1.- Excavación.

Para la excavación de los muros cabecales se realizó manualmente debido a las dimensiones de la obra y facilidad de ella.

Para realizar dicha actividad se necesitó la ayuda de personal calificado y herramienta y equipo mecánico.

El personal que se necesito fue un maestro albañil y varios peones.

La herramienta que se utilizo fue pico y pala.

Equipo mecánico utilizado fue una bailarina.



Figura 4.2.1.- Nivelación del terreno.

En la **figura 4.2.1.-** Podemos observar que el terreno se le realizo la excavación, nivelación y su compactación.

4.2.2.- Colocación de la plantilla.

Para la colocación de la plantilla se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en el muro de regreso de aguas arriba en la bóveda, utilizando concreto de $f_c' 100 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 4.2.2.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 4.2.2.-** Podemos ver como se realizó el proceso de fabricación del mortero en sitio y la colocación total de las plantillas.

4.2.3.- Habilitado y colocación del acero.

Para el habilitado y colocación del acero se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.

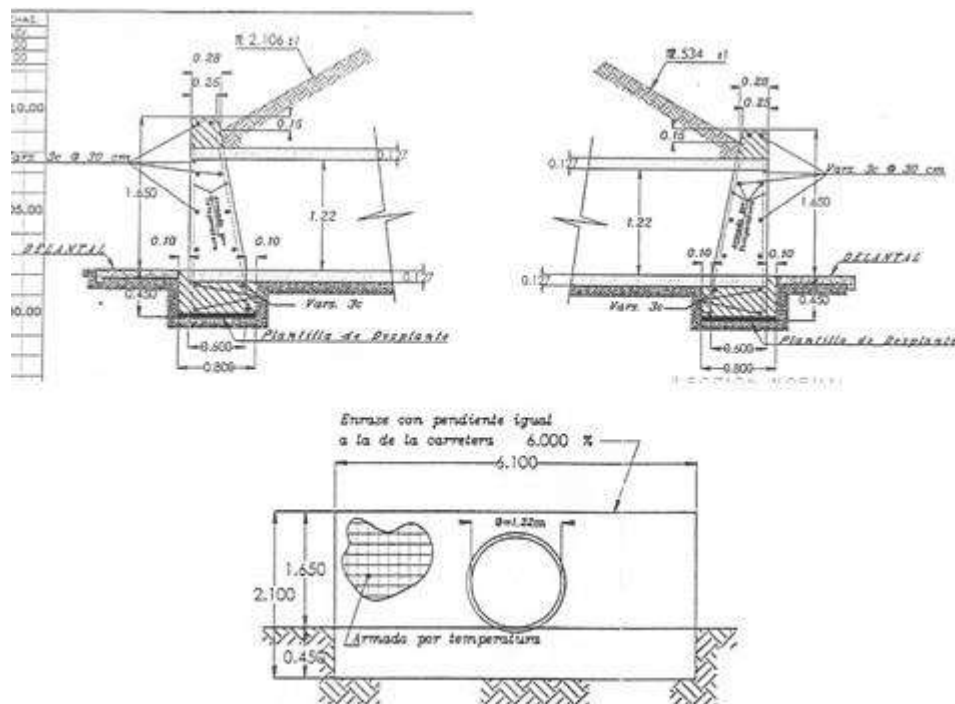


Figura 4.2.3.- Plano para el habilitado y armado del acero de los muros cabezotes, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 4.2.3.-** Podemos ver el tipo de habilitado y armado que se realizó para el acero de los muros cabezales.



Figura 4.2.4.- Colocación del acero.

En la **figura 4.2.4.-** Podemos observar el armado y colocación total del acero.

4.2.4.- Colocación de la cimbra.

Para el habilitado y colocación de la cimbra se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, pero se presentaron dos detalles para colocar dicha obra falsa.

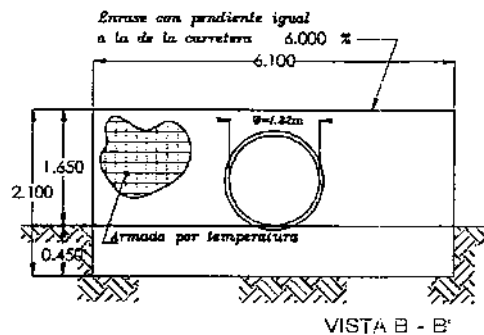


Figura 4.2.5.- Plano del habilitado de la cimbra para los cabezotes, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 4.2.5.-** Podemos ver los dos detalles, el primero que se presentó fue sobre la pendiente de terminación de concreto para los cabezotes, y el segundo es con el corte del círculo para colocar la obra falsa en la tubería.



Figura 4.2.6.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 4.2.6.-** Se puede visualizar que se realizó la colocación total de la cimbra para los cabezotes.

4.2.5.- Colocación del concreto.

Para la colocación del concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, la resistencia de la mezcla es de $f_c' 150 \text{ kg/cm}^2$, pero al momento de colocarlo surgió un detalle se nos abrió la obra falsa.

4.2.5.1.-Falla de la obra falsa.



Figura 4.2.7.- Pruebas de revenimiento.

En la **figura 4.2.7.-** Se puede observar que se realizaron pruebas de revenimiento para el mortero, por parte del laboratorio dependiente e independiente, los cuales al momento de aplicar dicha prueba les dio un promedio de 22cm. Para dicha mezcla se pidió de 14 cm, por norma lo máximo y lo mínimo son $\pm 3.5 \text{ cm}$, lo cual no cumple la prueba.

Para esto se les informo a la supervisión y al independiente que el mortero no se puede colocar, porque este no paso la prueba, pero ellos no hicieron caso a dicha advertencia, y optaron por colocar el concreto.



Figura 4.2.8.- Colocación del mortero.

En la **figura 4.2.8.**-Podemos ver como colocaron el mortero en los cabezotes de aguas arriba y abajo.



Figura 2.9.- Falla de la cimbra.

En la **figura 4.2.9.-** Se puede observar la falla de la obra falsa, esto pasó por haber recibido un concreto demasiado bajo en su revenimiento y la obra falsa no tenía buena estanqueidad, al momento de vibrar la mezcla se presentó la fuerza hidrostáticas y como era bastante grande, esta empezó abrir la obra falsa. Al momento de observar lo ocurrido, se decidió a descimbrar dichos elementos.



Figura 4.2.10.- Limpieza del acero.

En la **figura 4.2.10.-** Se puede visualizar cómo se realizó la limpieza de las varillas en dichas obras, lo único que se pudo rescatar fue el concreto que se colocó en las zapatas.

Después dicho inconveniente al día siguiente se decidió descimbrar las zapatas y cimbrar de nuevo los muros cabezotes.



Figura 4.2.11.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 4.2.11.-** Se puede ver que se realizó la colocación total de nuevo la obra falsa de los cabezotes, para colocar de nuevo el concreto.



Figura 4.2.12.- Colocación del concreto.

En la **figura 4.2.12.-** Se puede observar la colocación total del concreto para dichos cabezotes.

4.2.6.- Descimbrado.

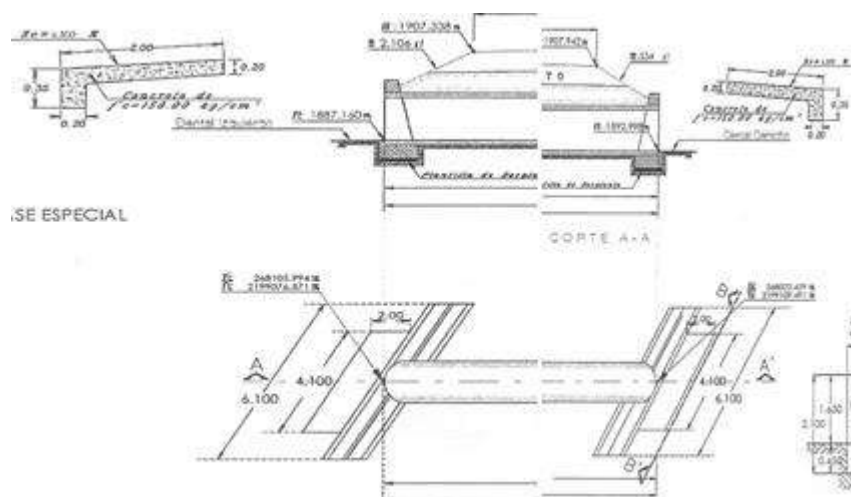
Para el descimbrado se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 4.2.13.- Descimbrado.

En las **figura 4.2.13.-** Podemos ver como realizaron el descimbrado y resanaron las partes donde se presentó la segregación. Siendo este su acabado final.

Para el trazo de los zampeados se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito en la losa de cimentación de la bóveda.



En la **figura 4.3.-** Podemos observar el trazo que se realizó para los zampeados.

4.3.1.- Excavación.

Para la excavación de los zampeados se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito en los cabezotes del tubo de concreto.



Figura 4.3.1.- Nivelación del terreno.

En las **figura 4.3.1.-** Podemos observar que el personal entrego el terreno nivelado y compactado para poder colocar la malla electro soldada.

4.3.2.- Habilitado y colocación del acero.

Para la colocación de este elemento de llevar una malla electro soldada, la cual fue cortada según el des viaje que de llevar.

Para su corte se necesitó personal calificado y herramienta.

El personal que se necesito fue maestro fierrero.

La herramienta que se utilizo fue unas cizallas.



Figura 4.3.2.- Colocación de la malla electro soldada.

En la **figura 4.3.2.-** Se puede ver como realizaron la colocación de la malla, colocando piedras y pollos para poder separarlo del terreno.

4.3.3.- Colocación de la cimbra en los zampeados.

Para la colocación de la cimbra se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 4.3.3.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 4.3.3.-** Podemos observar la colocación total de la cimbra para los zampeados.

4.3.4.- Colocación del concreto.

Para la colocación del concreto de $f_c' 150 \text{ kg/cm}^2$, se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente, en la losa de cimentación de la bóveda sin incluir piedras.



Figura 4.3.4.- Colocación del concreto.

En la **figura 4.3.4.-**Podemos observar la colocación total del concreto, teniendo así el cavado final del tubo de concreto.

4.4.- Relleno de protección para el tubo de concreto.

Para el relleno de protección se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la bóveda, pero para esta protección nada más se colocara tepetate.



Figura 4.4.- Colocación del relleno de protección.

En la **figura 4.4.-** Podemos observar el relleno de protección para el acabado final de la obra de tubo de concreto.

5.- Planos para la construcción de la alcantarilla del KM 2 + 758.

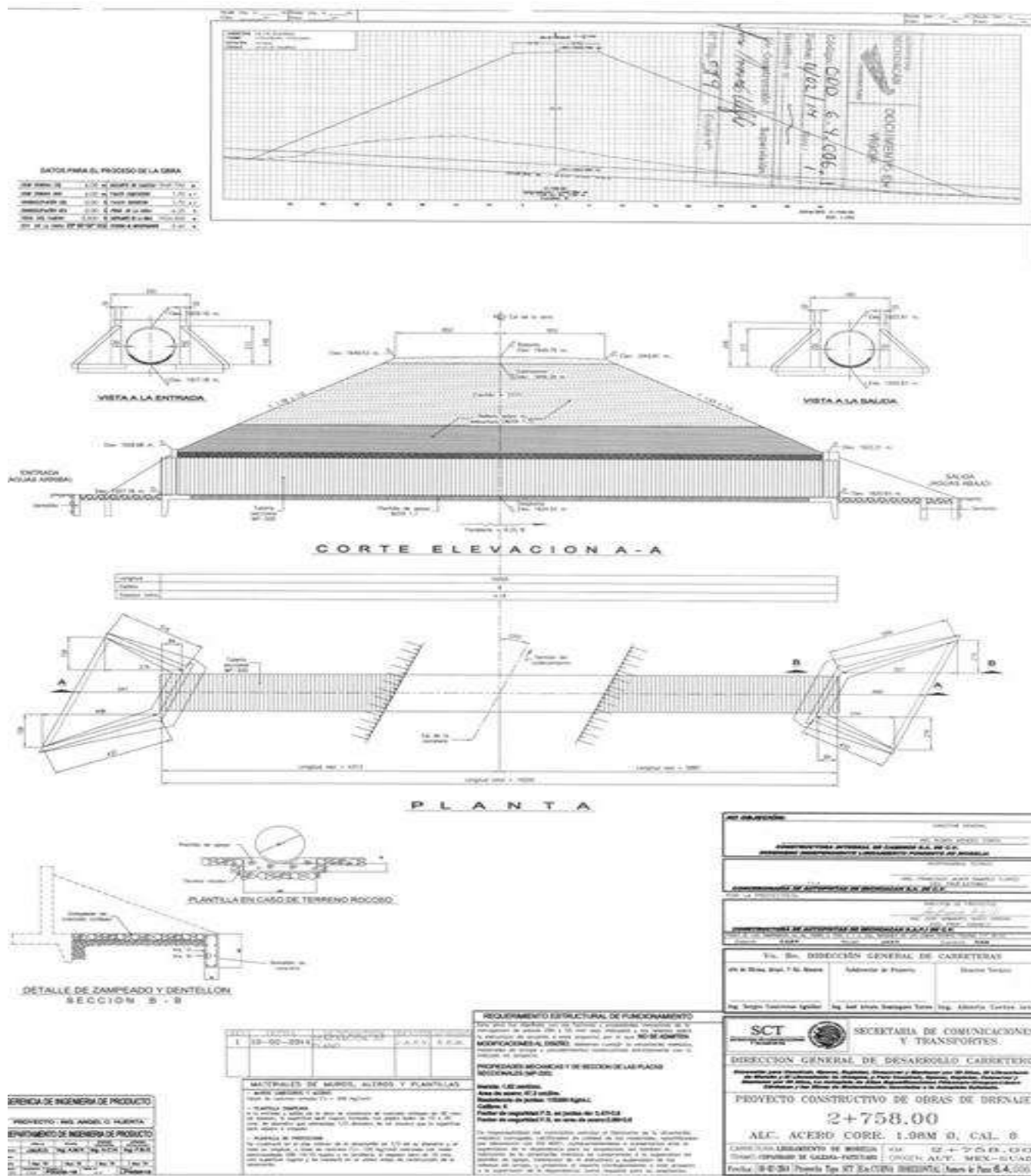


Figura 5.- Plano para la construcción de la tubería de acero, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

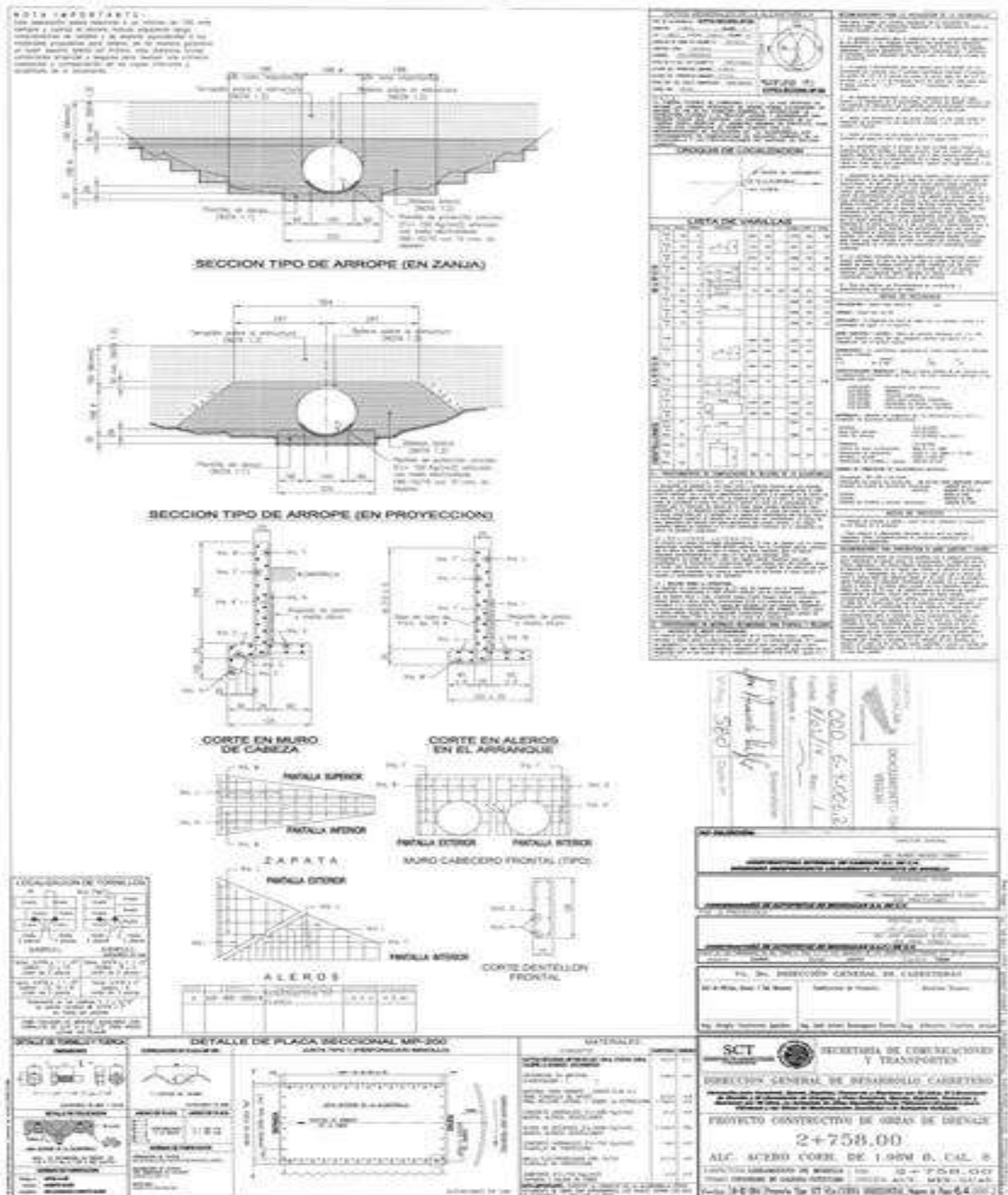


Figura 5.1.- Plano para la construcción de la tubería de acero, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

- **Definición de alcantarilla.**

Tal como comenta la SCT "la alcantarilla es una construcción que permite el paso del agua superficial de un lado a otro de la vía, estas se pueden tener forma circular, rectangular o elíptica. Las cuales pueden ser prefabricadas o construirse en el sitio, a criterio del encargado. Por lo general, aquellas construidas en el sitio tienen forma cuadrada o rectangular, mientras que las prefabricadas son circulares o elípticas" (SCT, www.imt.mx, 2000).

5.1.- Trazo.

Para el trazo de la alcantarilla se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, pero surgió el mismo detalle que en la excavación del tubo de concreto.

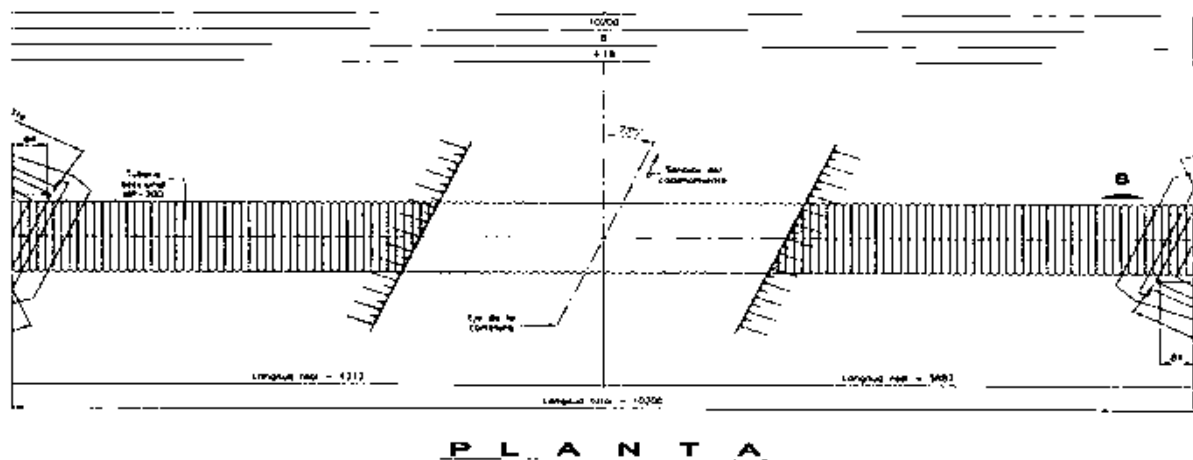


Figura 5.1.1.- Plano para el trazo de lámina de acero, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 5.1.1.-** Podemos ver el trazo que se realizó para la excavación de la alcantarilla.

5.1.1.- Excavación.

Para la excavación se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 5.1.2.- Excavación para la lámina.

En la **figura 5.1.2.-** Podemos observar que durante la excavación, no surgió algún inconveniente. Los materiales encontrados en dicha actividad fueron tipo B y tipo C, para realizar su extracción se utilizó el mismo equipo mecánico que en la tubería de concreto.

5.1.2.-Nivelación del terreno.

Para la nivelación del terreno se siguieron las notas de construcción, esta obliga a realizar un mejoramiento de terreno, para la colocación de la lámina, el material que se debe utilizar tiene las características de subrasante para poderlo compactar a un 95%.

Para realizar dicha actividad se necesitó personal calificado, herramienta, material, equipo de topografía y mecánico.

El personal calificado que se necesito fue Ing. Civil, topógrafo, operadores de los equipos mecánicos y peones.

La herramienta que se requirió fue picos, palas y barras.

El equipo mecánico que se utilizo fue un tractor B-R8 CAT, moto conformadora, rodillo compactador y camiones.

El material que se requirió fue tepetate.



Figura 5.1.3.- Nivelación del terreno.

En la **figura 5.1.3.-** Podemos visualizar la ejecución del mejoramiento del terreno para la colocación de lámina, utilizando el equipo mecánico para compactar el material aun 95%.



Figura 5.1.4.- Afine para la colocación de lámina.

En la **figura 5.1.4.-** Se puede observar como realizaron el afine para la colocación de lámina, el trabajo realizado fue a ser una media luna sobre el eje de instalación.

5.1.3.-Armado y colocación de lámina.

Para la colocación de la lámina se siguieron las recomendaciones del fabricante respecto a las uniones, para asegurar la resistencia a la infiltración del agua y material de relleno.

Para realizar dicho proceso constructivo se aplicó la norma **N-CTR-CAR-1-02-001/00**.

Para realizar dichas actividades se necesitó de personal calificado, herramientas y material.

El personal que se necesitó fueron; Ing. Civil, sobrestante y peones.

La herramienta que se requirió para la colocación fueron; dos barras de acero elaboradas como S, manera les, matracas y llaves de $\frac{3}{4}$.

El material que se utilizó fueron tuercas, tornillos, láminas de 6N y 7N.

- **Armado.**

El armado que se realizó fue el recomendado por el fabricante, este se trata de colocar tres láminas del número 6N (una de 0.60m y dos 1.20m) para la parte inferior, en los costados se colocaron dos láminas de 7n (1.20m) por lado, para la superior se colocaran dos láminas de 6N (una de 60m y la otra de 1.20m). Esto se realizó sucesivamente hasta llegar al final de la tubería aguas arriba, donde se colocara en la parte inferior y superior una lámina de 6N de 0.60m.

- Colocación.



Figura 5.1.5.- Colocación de lámina.

En las **figura 5.1.5.-** Podemos observar la colocación total de la tubería de acero galvanizado, durante su instalación surgieron algunos detalles, sobre los agujeros, estos no coincidieron, los cuales se utilizó una cuña para poder abrir la lámina, y así colocar el tornillo.

5.2.1.- Excavación.

Para la excavación se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la tubería de concreto en los cabezotes.



Figura 5.2.1.- Nivelación del terreno

En la **figura 5.2.1.-** Podemos observar que al terreno se le realizó la excavación, nivelación y su compactación.

5.2.2.- Colocación de la plantilla.

Para la colocación de la plantilla se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en el muro de regreso de aguas arriba de la bóveda, utilizando un concreto de $f_c' 100 \text{ kg/cm}^2$, para la parte de los muros cabecales, aleros, dentellones interiores y exteriores.



Figura 5.2.2.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 5.2.2.-** Se puede observar la colocación total de las plantillas, para los muros cabecales, aleros, dentellones exteriores e interiores.

5.2.3.- habilitado y colocación del cero.

Para la colocación del acero se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.

SECCION TIPO DE ARROPE (EN PROYECCION)

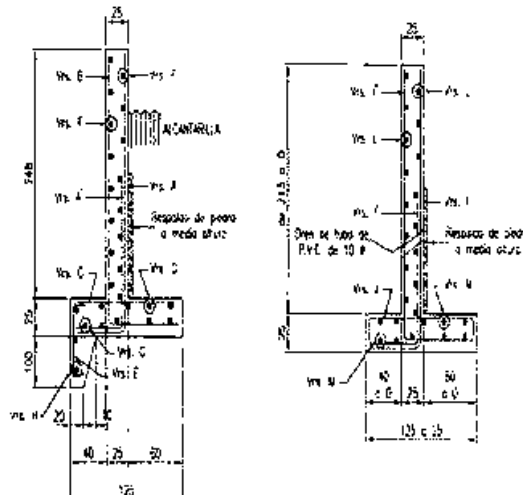


Figura 5.2.3.- Plano para el armado de los muros cabezotes, aleros y dentellones, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 5.2.3.-** Podemos visualizar el tipo de corte, habilitado y armado que se realizó para la alcantarilla.



Figura 5.2.4.- Colocación del acero.

En la **figura 5.2.4.-** Podemos ver la colocación total del acero.

5.2.4.- Colocación de la cimbra.

Para la colocación de la cimbra se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, para esto la supervisión dio la orden que se colara en dos partes, primero las zapatas de los muros cabecales, aleros, dentellones interiores y exteriores, y la segunda que se colocara los muros cabecales y aleros.



Figura 5.2.5.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 5.2.5.-** Podemos observar que nada más se colocó la obra falsa, para las zapatas de los muros cabecales, aleros, dentellones interiores y exteriores.



Figura 5.2.6.- Colocación de la cimbra.

En la **figura 5.2.6.-** Podemos ver la colocación total de la cimbra para los muros cabecales y aleros.

5.2.5.- Colocación del concreto.

Para la colocación del concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, para esto se colocó un concreto de $f_c' 200 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 5.2.7.- Colocación del concreto.

En la **figura 5.2.7.-** Podemos visualizar la colocación del concreto para las zapatas de los muros cabecales y aleros, también para los dentellones exteriores e interiores.



Figura 5.2.8.- Colocación del concreto.

En la **figura 5.2.8.-** Se puede ver que realizo la colocación total del concreto para los muros cabecales y aleros. Además de la colocación de los zampeados.

5.3.- Plantilla de protección.

La plantilla sirve como protección para el tubo lamina contra la oxidación de esta misma, pero en cuestión personal esta no sirve de nada.

5.3.1.- Malla electro soldada.

Para la colocación de la malla electro soldada se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en el tubo de concreto.



Figura 5.3.- Colocación de la malla electro soldada.

En la **figura 5.3.-** Se puede ver la colocación total de la malla electro soldada dentro de la tubería, para realizar la colocación de la plantilla.

5.3.2.- Colocación del concreto.

Para la colocación de la plantilla de protección se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, el concreto utilizado fue de una resistencia de $f_c' 150 \text{ kg/cm}^2$.

Para la colocación de dicho elemento surgió un inconveniente, este se debe aplicar monolíticamente, pero por la longitud de la obra y por la dificultad para su colocación es muy difícil colocarlo de uso lo tiro, por eso se le propuso a la supervisión que se colocara la plantilla en 4 colados, la cual acepto la propuesta.

Una vez solucionado el inconveniente se decidió proseguir con la colocación de dicho elemento.



Figura 5.3.1.- Colocación de la plantilla de protección.

En la **figura 5.3.1.-** Podemos visualizar la colocación total de la plantilla de protección.

5.4.- Relleno de protección para la obras de drenaje.

Para la colocación del relleno de protección se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 5.4.- Relleno de protección.

En la **figura 5.4.-** Podemos observar la colocación total de relleno de protección para la alcantarilla.

6.- Planos para la construcción del Cajón de concreto 100 + 855.

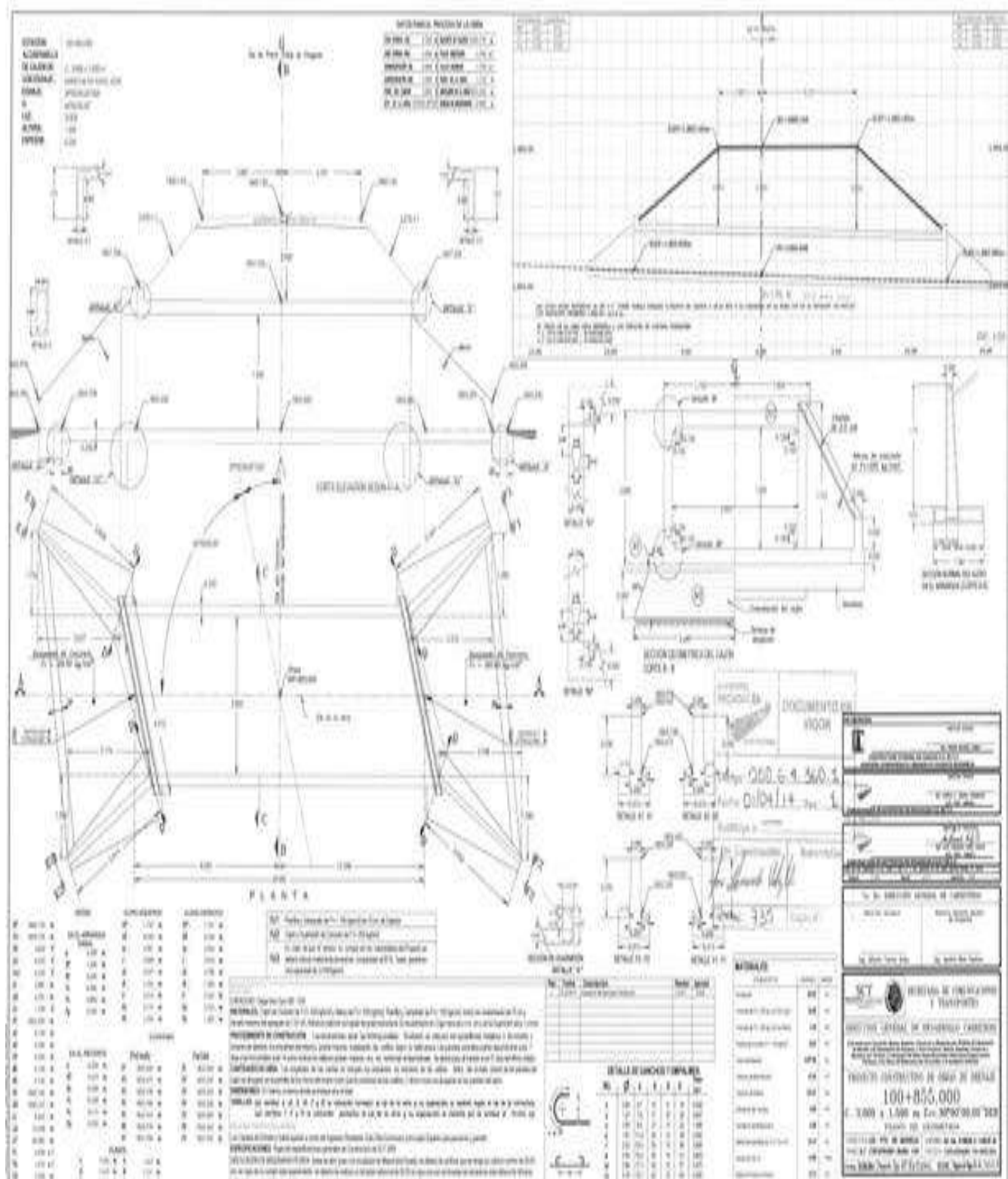


Figura 6.- Plano para la construcción del cajón, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

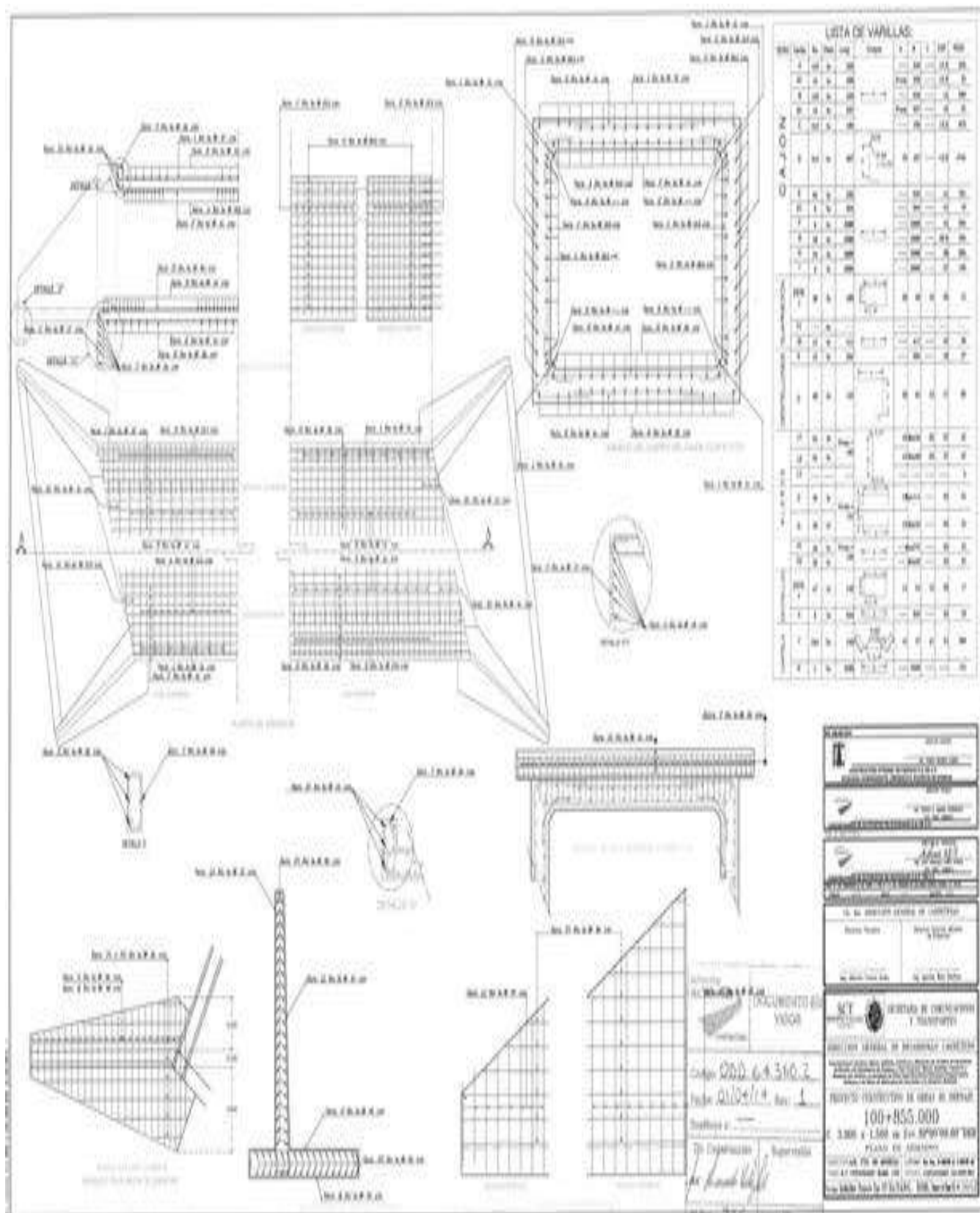


Figura 6.1.- Plano para la construcción del cajón, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

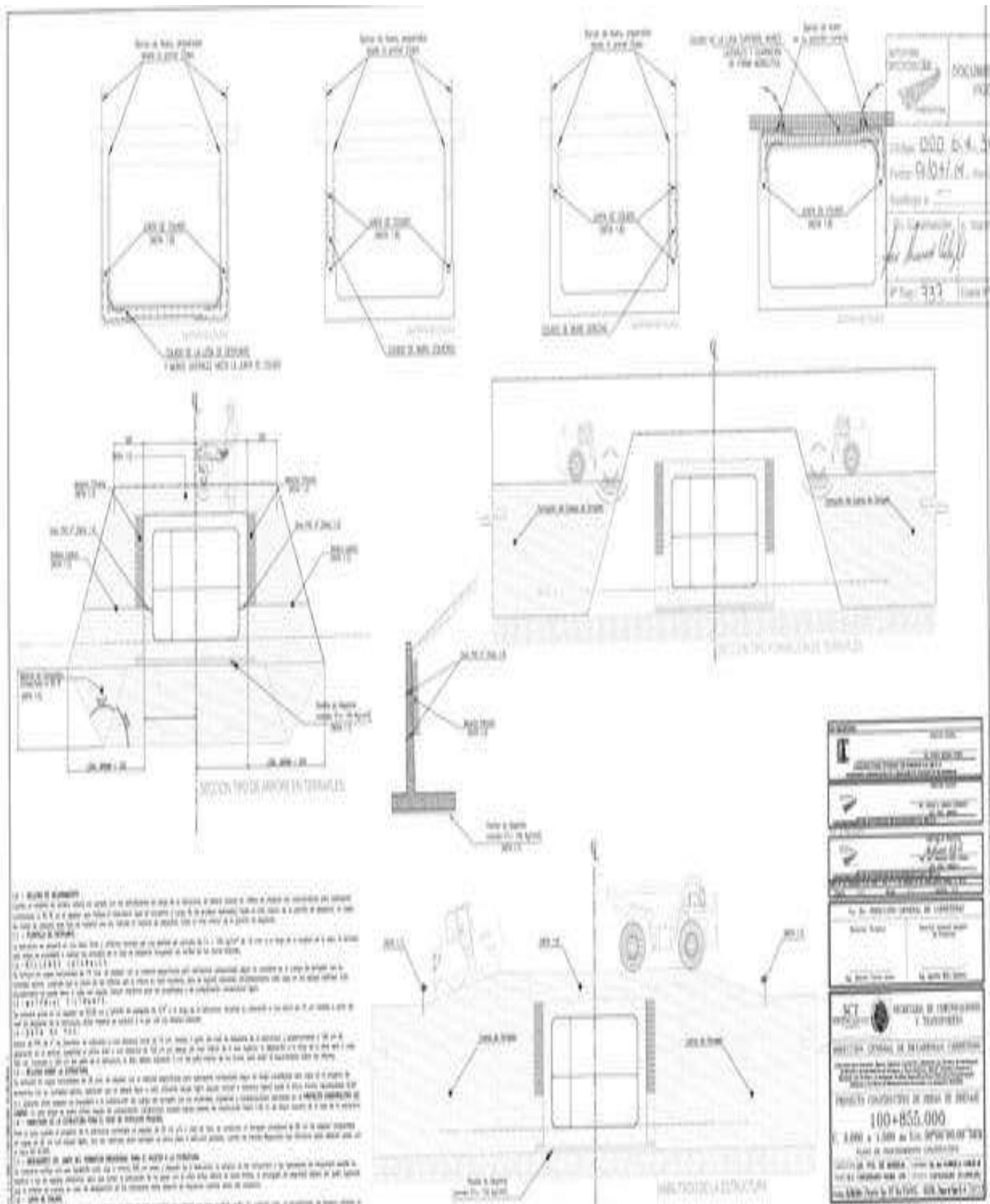


Figura 6.1.1.- Plano para la construcción del cajón, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

- **Definición de cajón.**

Tal como comenta Orlando "la bóveda cajón es una estructura de concreto reforzado de forma cuadrada o rectangular Construida monolíticamente. Las partes que componen una bóveda cajón son: losa superior, paredes laterales y losa de fundación" (Orlando, 2014).

6.1.- Trazo del cajón y aleros.

Para el trazo del cajón y aleros se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.

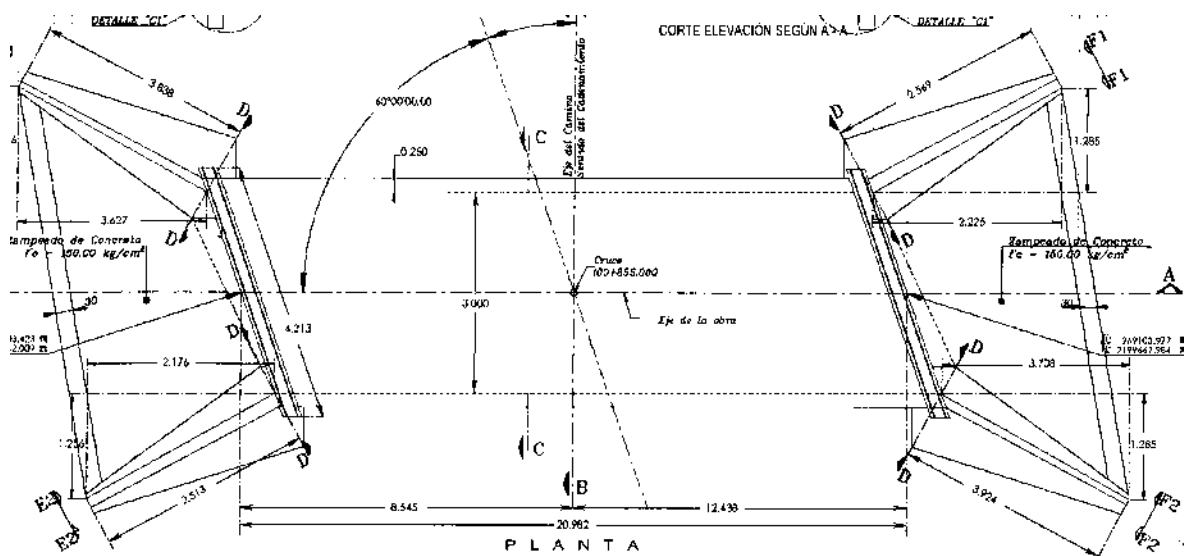


Figura 6.1.2.- Plano para el armado de los muros cabezotes, aleros y dentellones, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 6.1.2.-** Se puede observar la colocación del trazo para el cajón.

6.1.1.- Excavación.

Para la excavación se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda. Pero al momento de efectuar dicha actividad el material encontrado fue tipo A (arcilla negra), una vez llegado a nivel de desplante se observó que el terreno tenía bastante humedad y no era apto para la construcción del cajón.

Para esto se le informo a laboratorio y supervisión de dicho inconveniente, estos tomaron la decisión de realizar un mejoramiento de terreno, estos decidieron excavar 60cm mas, una vez llegado a nivel se compacto el terreno natural.

6.1.1.1.- Mejoramiento de terreno.

Para realizar el mejoramiento del terreno se utilizaron dos tipos de materiales, para la primera capa de 30cm se utilizó un material tipo "C" y la segunda fue un tipo "B" esta fue compactada al 95%.



Figura 6.1.3.- Excavación y mejoramiento del terreno.

En la **figura 6.1.3.-** Podemos visualizar la excavación, mejoramiento y nivelación al terreno para la colocación de la plantilla.

Una vez ejecutado el mejoramiento del terreno este garantiza que se tendrán mejores funciones como:

1. Aumentar su capacidad y/o la resistencia del terreno.
2. Disminuir los asentamientos del terreno.
3. Disminuir o eliminar el riesgo de licuefacción en caso de terremoto o de vibraciones importantes.

6.1.2.- Colocación de la plantilla.

Para la colocación de la plantilla se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 6.1.4.- Colocación de la plantilla.

En la **figura 6.1.4.-** Podemos visualizar la colocación de la plantilla para la losa de cimentación y aleros.

6.1.3.- Habilitado y colocación de la acero para el cajón.

Para la colocación del acero se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda. Pero para la losa inferior del cajón lleva un dentellón interior, lo cual se ejecutó una pequeña excavación a mano para poder colocar las varillas.

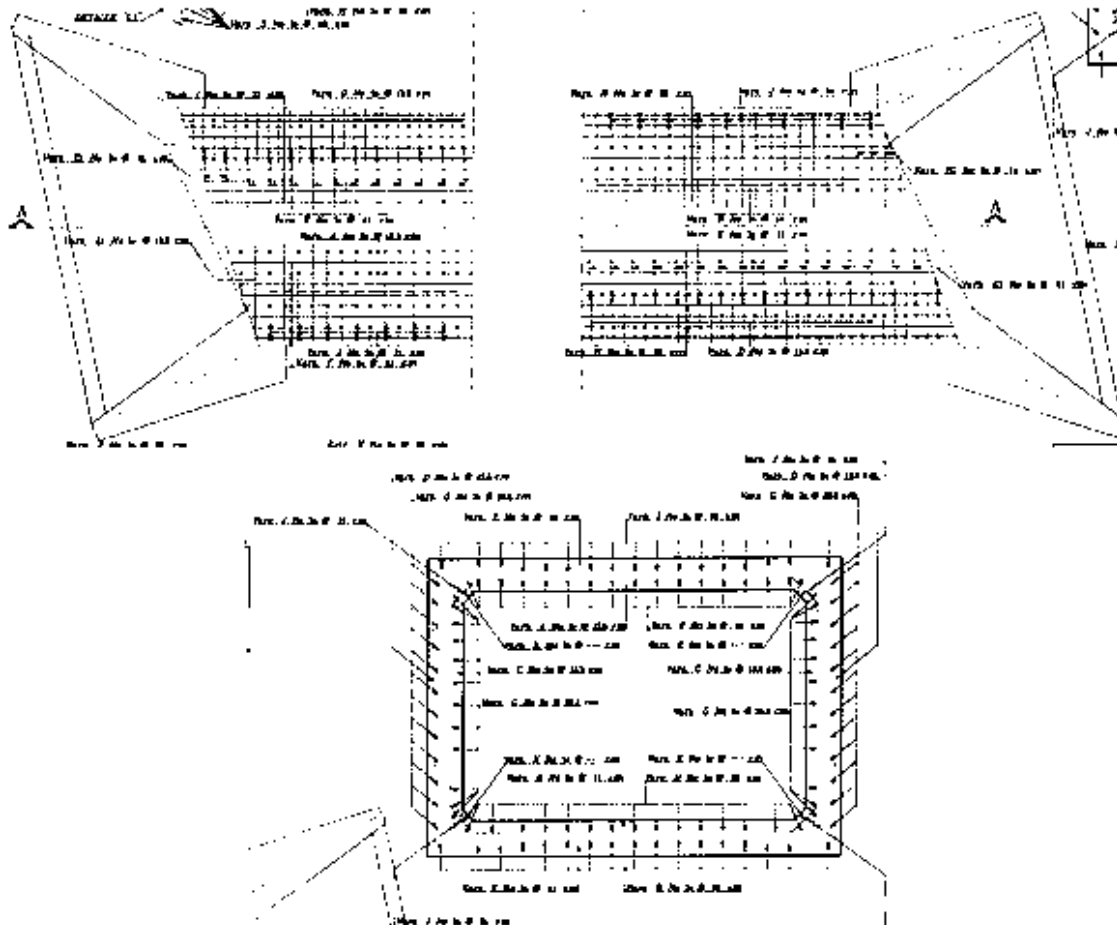


Figura 6.1.5.- Plano para el armado del acero, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

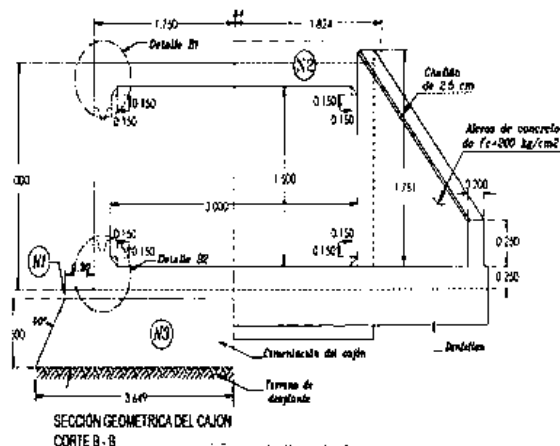
En la **figura 6.1.5.-** Se puede visualizar el tipo de armado para el cajón.



Figura 6.1.6.- Colocación del acero.

En la **figura 6.1.6.-** Podemos visualizar la colocación del acero para la parrilla inferior, muros y dentellones interiores.

Para la colocación de la obra falsa se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



En la **figura 6.1.7.-** Podemos observar la nota de construcción, la cual dice que se deben realizar 4 colados, para la colocación del concreto en el cajón.



En la **figura 6.1.8.-** Se puede observar la colocación de la obra falsa para la losa de cimentación inferior, muros y dentellones interiores. Colocando también el detalle de los tubos para dren dicho cajón.

6.1.5.- Colocación del concreto.

Para la colocación del concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda, para la colocación dicho elemento utilizamos una resistencia de $f_c' 250 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 6.1.9. Colocación del concreto.

En la **figura 6.1.9.-** Se puede visualizar la colocación del concreto para las inferior, muros y dentellones interiores.

6.1.6.- Descimbrado.

Para el descimbrado se realizó el proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 6.1.10.- Descimbrado.

En la **figura 6.1.10.-** Se puede ver que se realizó el descimbrado para el cajón, resanando las partes donde se presentó la segregación, esta se encontró más frecuente en los chaflanes de la parrilla inferior debido al diámetro del vibrador utilizado.

6.2.- Colocación de la cimbra de pie derecho.

Para la colocación de la cimbra se realizó el mismo proceso constructivo ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda. Para la colocación de la obra falsa de pie derecho, se esperó a que laboratorio diera la orden que los muros eran actos para resistir la carga de la losa superior.

La cimbra que se empleo fue de pie derecho, para colocar dicha obra falsa primero se debe analizar la separación que se colocara la madrina, esta depende del espesor de la losa superior en este caso será de 30cm, lo cual las madrinas tendrán una separación entre una y otra de 60cm.

Teniendo en cuenta su separación se decidió empezar con la colocación de los pies derechos según la altura del cajón, para estos se les redujo de 1 a 2 cm para colocar unas cuñas, y poder nivelar laso superior.



Figura 6.2.- colocación de la cimbra.

En la **figura 6.2.-** Podemos ver el tipo de obra falsa utilizada, colocando los pies derechos a cada 60cm en su forma longitudinal y para la forma horizontal a cada 50cm.

6.2.1.- Colocación del acero para losa superior.

Para la colocación del acero se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda. Una vez colocado el fondeo de la obra falsa se colocaron las varillas restantes para la parrilla superior y guarniciones.



Figura 6.2.1.- Colocación del acero.

En la **figura 6.2.1.-** Se puede observar la colocación del acero para la parrilla superior.

6.2.2.- Colocación del concreto para la losa superior.

Para la colocación del concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito en la losa de cimentación de la bóveda. El concreto utilizado para la parrilla superior fue de $f_c' 250 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 6.2.2.- Colocación del concreto.

En la **figura 6.2.2.-** Se puede observar la colocación del concreto para la losa superior del cajón y guarnición.

6.3.- Colocación del acero para los aleros y dentellones exteriores.

Para la colocación del acero se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.



Figura 6.3.- Colocación del acero.

En la **figura 6.3.-** Podemos visualizar la colocación total del acero para los muros aleros y dentellones.

6.3.1.- Colocación de la cimbra.

Para la colocación de la cimbra se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la losa de cimentación de la bóveda.

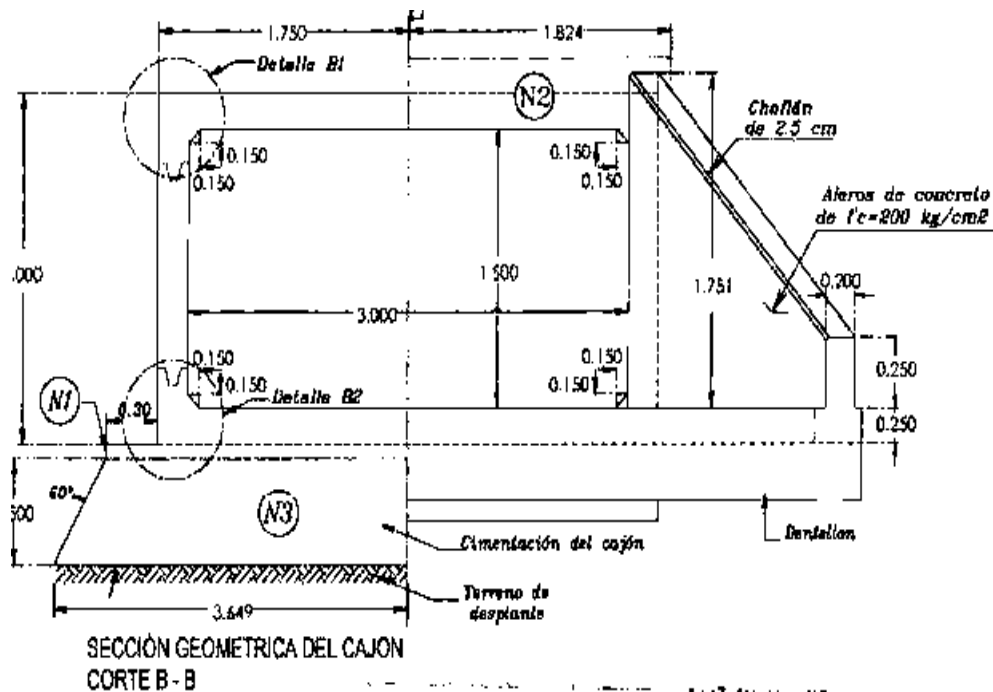


Figura 6.3.1.- Plano para la colocación del concreto, elaborado por la constructora de autopistas de Michoacán.

En la **figura 6.3.1.-** Se observa la colocación total de la cimbra para los aleros y dentellones.

6.3.2.- Colocación del concreto.

Para la colocación del concreto se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito en la losa de cimentación de la bóveda, para los aleros y dentellones exteriores se colocó un $f_c' 200 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 6.3.2.- Colocación del concreto.

En la **figura 6.3.2.-** Podemos visualizar la colocación del concreto para los aleros y dentellones.

6.4.- Colocación del zampeado.

Para la colocación del zampeado se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en el tubo de concreto utilizan un f_c de 150 kg/cm^2 .

Para la colocar dicho elemento se realizó una nivelación del terreno, para colocar una capa de 20cm de concreto, a la cual se le coloco una malla electro soldada para recibir dicha mezcla.



Figura 6.4.- Colocación del zampeado.

En la **figura 6.4.-** Se puede observar la colocación total del concreto, y así, tenemos el cavado final del cajón.

6.5.- Relleno de protección para la obras de drenaje.

Para el relleno de protección se realizó el mismo proceso constructivo, ya descrito anteriormente en la bóveda, pero para su ejecución se siguieron las notas de construcción, la cual dice que se deben colocar dos tipos de materiales.



Figura 6.5.- Relleno de protección.

En las **figura 6.5.-** Se puede observar la colocación de dos tipos de materiales, primero se colocó grava pegada a la estructura para que esta sirva de filtro para el cajón, por si se encontrara una escorrentía subterránea. Después se colocó tepetate tener el acabado final de la obra.

7.-Conclusiones y recomendaciones.

- **Conclusión.**

El proceso constructivo de las obras drenaje transversal me dejo como enseñanza saber qué tipo de personal calificado, herramienta, materiales, equipo topográfico y mecánico,debo utilizar para la construcción de una bóveda, cajón, tubería de acero galvanizado y de concreto. Además de cómo solucionar los problemas que se puedan presentar por el tipo de suelo encontrado en el sitio de construcción.

Tener una buena administración, para poder realizar los pedidos con la anticipación necesaria, para no tener problemas de contra tiempos en su construcción.

Saber cuándo puedo colocar un concreto prefabricado o hecho en campo para la plantilla.

Además saber leer los planos del acero de principio a fin, para ver qué tipo de corte, habilitado y armado se debe de realizar para cada estructura. Qué tipo de obra falsa puedo aplicar para cada situación. También cómo debo colocar el concreto para evitar la segregación durante su colocación y vibrado.

Que tipo aditivo puedo utilizar para anclar el acero al concreto, también qué tipo de aditivo de utilizar para unir un concreto fraguado con uno fresco para tener una adecuada unión y no se presente la segregación o huecos en las juntas frías.

También que humedad debe llevar un material para poderlo compactar al 95% y cumplir con las especificaciones de proyecto.

- **Recomendaciones.**

Por mi parte recomendaría el GPS para la localización de una obra, pero para la colocación de niveles utilizaría la estación total ya que ésta es más precisa. También todo el personal calificado, herramienta, materiales y el equipo mecánico utilizado para dichas actividades, ya que fueron muy útiles para la construcción de la bóveda, cajón, alcantarilla de acero galvanizado y tubo de concreto. También los adictivos porque midieron una solución eficaz y rápida, estos fueron **sikaswell s-2 ysikadur-32 gel**.

Bibliografía.

Casanova, L. (2002). *Topografía plana* (1 ed.). Merida: Taller de publicaciones facultad de ingeniería ULA.

Cortes, C. (27 de Agosto de 2003). www.naalcosh.org. Recuperado el 30 de Abril de 2015, de www.naalcosh.org: www.naalcosh.org/construction.../BuenasPracticasCimbraRuizCor.do

Gonzalez, F. (1999). *Construcción de vivienda de interés social a base block machimbrado y vigueta block* (1 ed.). Mexico, D.f.: Instituto tecnologico de la construcción.

Guedez, J. (9 de Noviembre de 2014). <https://www.google.com.mx/search?q=El+acero+de+refuerzo%2C+tambi%C3%A9n+llamado+ferralla%2C+es+un+importante+material+para+la+industria+de+la+construcci%C3%B3n%2C+utilizado+para+el+refuerzo+de+estructuras+y+dem%C3%A1s+obras+que+requieran+de+este+elemento%20>. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de <https://www.google.com.mx/search?q=El+acero+de+refuerzo%2C+tambi%C3%A9n+llamado+ferralla%2C+es+un+importante+material+para+la+industria+de+la+construcci%C3%B3n%2C+utilizado+para+el+refuerzo+de+estructuras+y+dem%C3%A1s+obras+que+requieran+de+este+elemento%20>: <http://es.slideshare.net/joseguedez397/definicion-de-terminos-41331532>

Orlando, J. (4 de Jilio de 2014). www.scribd.com. Recuperado el 9 de Febrero de 2015, de www.scribd.com: <https://www.scribd.com/doc/232536870/Alcantarillado-Bovedas-y-Cajas-Bovedas>

Pepeinga. (12 de Mayo de 2011). www.scribd.com. Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de www.scribd.com: <https://www.scribd.com/doc/55235713/Tuberia-Corrugada-de-Acero-Galvanizado>

Sánchez, A. (2004). *Supervisión y control del procedimiento constructivo de la planta de bombeo*. Mexico, distrito federal: Instituto politenico nacional.

Sánchez, A. (28 de Abril de 2015). www.scribd.com. Recuperado el 31 de Abril de 2015, de www.scribd.com: <https://www.scribd.com/doc/263340560/El-Concreto-Es-Un-Material-de-Construccion-Bastante-Resistente>

SCT. (29 de Noviembre de 2000). www.imt.mx. Recuperado el 30 de Enero de 2015, de www.imt.mx: <http://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-01-002-00.pdf>

SCT. (29 de Noviembre de 2000). www.imt.mx. Recuperado el 11 de Mayo de 2015, de www.imt.mx: <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#011>

SCT. (21 de Noviembre de 2000). *www.imt.mx*. Recuperado el 13 de Mayo de 2015, de *www.imt.mx*: <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002>

SCT. (19 de Diciembre de 2000). *www.imt.mx*. Recuperado el 22 de Mayo de 2015, de *www.imt.mx*: <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002>

SCT. (15 de Octubre de 2001). *www.imt.mx*. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de *www.imt.mx*: <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006>

SCT. (8 de Diciembre de 2011). *www.imt.mx*. Recuperado el 12 de Marzo de 2015, de *www.imt.mx*: <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#007>

Tecnologia. (22 de Septiembre de 2008). *www.definicionabc.com*. Recuperado el 1 de Mayo de 2015, de *www.definicionabc.com*: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/demolicion.php>