



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

“SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA”

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Civil**

**P R E S E N T A**

Flores Velasco José Antonio

**ASESOR DE INFORME**

Ing. Heriberto Esquivel Castellanos



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



## Agradecimientos

Le agradezco a dios por permitirme llegar a la culminación de mi carrera y por la familia que me dio, porque gracias a ella y su apoyo eh podido realizar mis estudios.

Le agradezco a mi abuelita Esperanza por enseñarme lo necesario para enfrentar los acontecimientos de la vida, a ser observador todo lo que me rodea y no perder de vista lo que quiero en esta vida.

A mi padre Juan Luis, por darme su apoyo en todos los aspectos durante mi vida, a estar con migo y no dejarme en ningún momento.

A mi hermano Luis por estar a mi lado y aunque llegamos a tener algunas diferencias siempre nos apoyamos.

A mi mamá Laura porque me da consejos, me escucha y nos quiere a todos.

A mi novia Elizabeth que ha estado estos años a mi lado y me apoyo en la elaboración de mi informe.

Al profesor Heriberto Esquivel Castellanos por el apoyo y asesoría en la realización de mi informe laboral.

Y al arquitecto Rafael Rodríguez Martínez que me contrato siendo un estudiante y me ha permitido adquirir parte de su conocimiento, me ha permitido desarrollarme de forma profesional y me ha dado su confianza.



## Jurado designado

**PRESIDENTE: M.I HÉCTOR JAVIER GUZMÁN OLGUÍN**

**VOCAL: ING. HERIBERTO ESQUIVEL CASTELLANOS**

**SECRETARIO: ING. HÉCTOR ALFREDO LEGORRETA CUEVAS**

**1ER SUPLENTE: M.I. CRISTIAN EMMANUEL GONZÁLEZ REYES**

**2DO SUPLENTE: M.I GUILLERMO LLANOS BONILLA.**



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	5
I CASO DE ESTUDIO .....	11
I. I ANTECEDENTES .....	11
I. II PROBLEMÁTICA DE LÍNEA EXISTENTE Y PROPUESTA DE NUEVA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	11
I. III METODOLOGÍA UTILIZADA .....	13
I. III. I TRABAJOS PRELIMINARES .....	13
I. III. II TRAZO Y NIVELACIÓN .....	14
I. III. III INSTALACIÓN DE TUBERÍA .....	18
I. III. III. I EXCAVACIÓN.....	18
I. III. III. II COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA .....	22
I. III. III. III TERMOFUSIÓN DE TUBERÍA .....	23
I. III. III. IV PRUEBA HIDROSTÁTICA Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA.....	25
I. III. III. V COLOCACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES. ....	27
I. III. III. VI RELLENO Y COMPACTACIÓN. ....	28
I. III. IV COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA. ....	31
II TRABAJOS EXTRAORDINARIOS .....	34
II. I COLOCACIÓN DE TUBERÍA POR MÉTODO DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL DIRIGIDA .....	34
II. I. I PROBLEMÁTICA A RESOLVER .....	34
II. I. II METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS .....	35
II. I. II. I TRABAJOS PRELIMINARES .....	35
II. I. II. II EXCAVACIÓN DE LAS VENTANAS .....	39
II. I. II. III PERFORACIÓN PILOTO Y RETRO ENSANCHADOS .....	41
II. I. II. IV JALÓN DE TUBERÍA .....	46
II. II CONEXIÓN DE TUBERÍA DE 36" CON TUBERÍA DE 20", POR MEDIO DE UNA SILLETA DE ACERO. ....	50
III RESULTADOS .....	55
III. I PROYECTO .....	55
III. II PERSONAL .....	55
IV CONCLUSIONES.....	56
IV. I PROYECTO. ....	56
IV. II PERSONAL .....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	57



ANEXOS .....	58
A PLANO 1, PLANTA 0+000.00 AL 0+700.00	58
A. I DETALLE DE LA ZANJA TIPO	58
A. II LISTA DE PIEZAS ESPECIALES	59
A. III CANTIDADES DE OBRA	60
A. IV CANTIDADES DE TUBERÍA	60
A. V DISEÑO DE CRUCEROS	61
B PLANO 2, PLANTA 0+700.00 AL 1+146.50	62
B. I DETALLE DE ATRAQUES	62
B. II CODOS TIPO	63
B. III LLEGADA A CÁRCAMO EXISTENTE	64
C PLANO 3, CAJA TIPO PARA VALVULAS DE 20" Ø	64
C. I PLANTA LOSA DE FONDO	64
C. II PLANTA LOSA TAPA	66
C. III TRABES	68
C. IV PLANTA DE MARIMBAS	68
D BOLETÍN INFORMATIVO 01	69



*“Fe en uno mismo... es el mejor y más seguro de los caminos”.*  
Michelangelo

## INTRODUCCIÓN

Comentaré las obras en las que he participado y cómo evolucioné en mi estancia en la empresa Acuaterra Construcciones S.A de C.V hasta la actualidad, además de que se desarrollará un caso de estudio correspondiente a la obra denominada “SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA”, comentaré cuál fue mi participación en está y como desempeñé las actividades encomendadas por mi jefe directo.

Explicaré cada proceso constructivo y las actividades realizadas en los trabajos extraordinarios, que representaron los problemas particulares de esta obra.

## OBJETIVO

Realizar un informe detallado de las actividades realizadas a lo largo de mi desempeño laboral en la obra antes descrita. Describir cada actividad y la secuencia de las mismas, de igual manera detallar las actividades extraordinarias que se originaron a lo largo de la ejecución de los trabajos contratados.

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

¿QUÉ ES ACUATERRA CONSTRUCCIONES S.A DE C.V.?

AGUA Y TIERRA: "Lo que nos preocupa y ocupa".

La empresa fue fundada el 16 de noviembre de 1999. Es una empresa comprometida con el medio ambiente, sociedad y crecimiento de México, cumpliendo con todos los trabajos con base en estudios y aplicación de ingeniería. Mejorando procedimientos y aplicando tecnologías de punta con responsabilidad, seriedad y eficiencia, dando como resultado el empoderamiento de todos los clientes, proveedores y personal.



## SERVICIOS

### OBRAS HIDRÁULICAS ESPECIALISTAS EN:

- Obras Hidráulicas
- Agua potable
- Drenaje
- Desazolves
- Hincado de tubería de concreto y acero

### RENTA DE MAQUINARIA PESADA

- Excavadoras
- Retroexcavadoras
- Cargadores frontales
- Grúa de 20 Ton .
- Planta de Luz
- Mini cargadores
- Equipo completo para hincado de tubería de 1.83 m.

### VISIÓN.

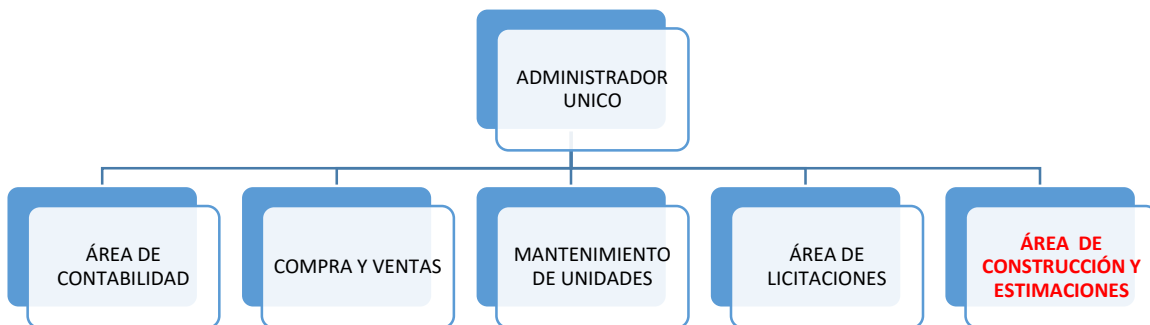
Cubrir las necesidades que nos son asignadas, cuidando la calidad utilizando tecnología, que permita lograr los objetivos que se persiguen innovando y aplicando procesos que nos ayuden a crecer y así contribuir a la economía del país. Las obras que se ejecutan piden darle cabal cumplimiento a las normas y especificaciones, vigilando la calidad hasta obtener la satisfacción total de nuestros clientes, esto se logra con la participación del personal que labora en esta empresa. Cuenta con la preparación, experiencia y especialidad resultado del esfuerzo diarios.



## MISIÓN

Ser amigable con el medio ambiente, ser útiles a la sociedad y contribuir en el crecimiento nacional, realizando obras de edificación, obra civil, urbana e hidráulica, dando seguimiento de los procesos, aplicando reglas y normas vigentes, contribuyendo así, al desarrollo y crecimiento del personal que labora en la empresa y el país.

## ORGANIGRAMA



- Mi colaboración es en el área de construcción y estimaciones.

## UBICACIÓN

Calle. Lobela Mz.12 Lt.6, Colonia, Miguel Hidalgo, Del. Tláhuac, D.F., C.P. 13200.Tel/Fax: 5840 7521contacto@acuaterraconstrucciones.mx

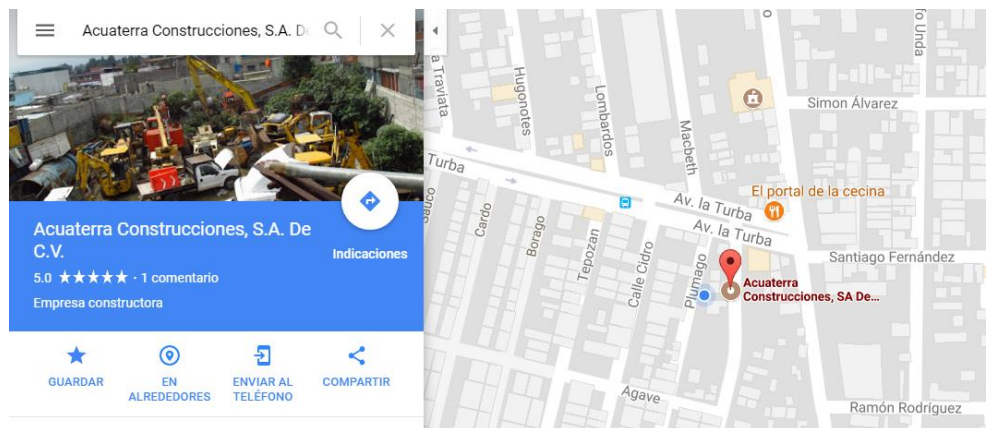


Imagen 1, Croquis de localización de la empresa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps 2018 [citado 2018-05-30]. [En línea]. Disponible en <https://www.google.com.mx/map>





## ACTIVIDAD PROFESIONAL

A continuación, enlisto las obras en la que he colaborado para su ejecución:

No.	Obra	Período
1	2 DA ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES EN ZONA ESCOLAR EN LA DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.	Diciembre 2013 a febrero 2014
2	REHABILITACIÓN PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN Y DESALOJO DE LAS AGUAS PLUVIALES DE LA CIÉNEGA CHICA, DELEGACIÓN XOCHIMILCO.	Febrero 2014 a junio 2014
3	REHABILITACIÓN DE LÍNEAS DE DRENAJE PARA LA LÍNEA 6 DEL METROBÚS. SUSTITUCIÓN DE RED DE DRENAJE EN TUBERÍA DE 30, 38, 45, 61 Y 76 CM DE DIÁMETRO SOBRE AV. MONTEVIDEO ENTRE AV. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Y EJE CENTRAL LÁZARO CÁRDENAS, COLONIA SAN BARTOLO ATEPEHUACÁN DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO D.F.	Junio 2014 a noviembre 2014
4	OBRAS PARA SOLUCIONAR ENCHARCAMIENTOS, CONSISTENTE EN ESTRUCTURA DE CONTROL, COLECTOR DE ALIVIO DEL COLECTOR DE ZARAGOZA Y SU INTERCONEXIÓN A LA LUMBRERA 4 DEL INTERCEPTOR ORIENTE-ORIENTE, UBICADA EN LA COLONIA TEPALCATES, DELEGACIÓN IZTAPALAPA, D.F.	Noviembre 2014 a marzo 2015
5	CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR CALLE GITANA NORTE, DESDE CALLE ESTACIÓN AEROPUERTO HASTA LA CALLE SAN RAFAEL ATLIXCO, DELEGACIÓN TLÁHUAC.	Diciembre 2015 a febrero 2016
6	RECUPERACIÓN PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN DE LA PRESA LA MINA, EN DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN, CIUDAD DE MÉXICO.	Febrero 2017 a mayo 2017
7	SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA.	Junio 2017 a diciembre 2017



## INICIO DE ACTIVIDADES

Empecé mi actividad laboral en la empresa Acuaterra Construcciones S.A de C.V., en diciembre del año 2013, cuando acompañé a un compañero de la escuela de visita a una de las obras que tenía en ese momento la empresa. Me contrataron para apoyar en la realización de números generadores para las estimaciones.

La primera obra en la que colaboré fue “2<sup>DA</sup> ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES EN ZONA ESCOLAR EN LA DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F”, donde inicié realizando el control de asistencia del personal, así como la realización de números generadores. Comencé a conocer realmente el trato de personal vigilando actividades y checando entrada y salida de materiales de la bodega.

En la obra “REHABILITACIÓN PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN Y DESALOJO DE LAS AGUAS PLUVIALES DE LA CIÉNEGA CHICA, DELEGACIÓN XOCHIMILCO”, conocí el proceso de desazolve de un vaso regulador, además de que me enviaban a visitas de obra, junta de aclaraciones, apertura de propuestas, sesión de fallos, todo lo que conlleva un concurso de obra pública.

Mis actividades en esta obra fueron del control de camiones que suministraban el balastro y de ser el caso tepetate para la conformación del peine de acceso al vaso regulador. Ya conformado el peine, pase a fungir como el ingeniero a cargo del horario nocturno, supervisaba los trabajos, así como el suministro de materiales, también lleve el control de los acarreos de material producto del desazolve del vaso.

La siguiente obra fue “REHABILITACIÓN DE LÍNEAS DE DRENAJE PARA LA LÍNEA 6 DEL METROBÚS. SUSTITUCIÓN DE RED DE DRENAJE EN TUBERÍA DE 30, 38, 45, 61 Y 76 CM DE DIÁMETRO SOBRE AV. MONTEVIDEO ENTRE AV. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Y EJE CENTRAL LÁZARO CÁRDENAS, COLONIA SAN BARTOLO ATEPEHUACÁN DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO D.F” , en este proyecto tome más responsabilidades, aunque continuaba realizando el control de personal y elaborando números generadores, comenzaba a realizar las caratulas para así complementar las estimaciones esta actividad me llevo a tener un contacto más directo con la supervisión de obra y a su vez controlar más los trabajos.



Conforme se desarrollaron los trabajos adquirí mayor experiencia en relación a el desarrollo de obra de hidráulica urbana, conocí mejor los trabajos que conlleva la restitución de un colector, los cuidados que se deben de tener en la estabilización de taludes en la excavación de cepas, así como el uso de ademe metálico para lograr dicha estabilización.

En las actividades relacionadas a la obra “OBRAS PARA SOLUCIONAR ENCHARCAMIENTOS, CONSISTENTE EN ESTRUCTURA DE CONTROL, COLECTOR DE ALIVIO DEL COLECTOR DE ZARAGOZA Y SU INTERCONEXIÓN A LA LUMBRERA 4 DEL INTERCEPTOR ORIENTE-ORIENTE, UBICADA EN LA COLONIA TEPALCATES, DELEGACIÓN IZTAPALAPA, D.F” , estuve a cargo del área administrativa de la obra, realizaba el control de personal, control de estimaciones, además de cuantificación de materiales y manejo de los mismos.

Fue aquí donde conocí el drenaje profundo de la Ciudad de México. Realizamos la construcción de unas cajas de control para poder regular la aportación de un colector que pasa bajo la calzada Ignacio Zaragoza, mismo que conectamos a la lumbrera 4 del interceptor oriente.

Mi estadía en la obra “CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR CALLE GITANA NORTE, DESDE CALLE ESTACIÓN AEROPUERTO HASTA LA CALLE SAN RAFAEL ATLIXCO, DELEGACIÓN TLÁHUAC” fue corta. Realicé las actividades ya mencionadas, pero aquí apoyé en mayor medida al manejo de personal y de los materiales de consumo.

En la obra “RECUPERACIÓN PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN DE LA PRESA LA MINA, EN LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN, CIUDAD DE MÉXICO.” Realicé actividades relacionadas con lo administrativo de la obra, todo el control de las estimaciones, escritos y todo lo relacionado a trabajo de oficina.

La última obra mencionada en el listado es “SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA”. Este será el caso de estudio, ya que esta obra es en la que he tenido un mayor contacto con el manejo de una obra.



*“El que quiere algo conseguirá un medio, el que no, una excusa”  
Stephen Dolley.*

## I CASO DE ESTUDIO

“SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA”. Cargo: residente de obra.

### I. I ANTECEDENTES

Se realizó el concurso de obra en donde nos vimos favorecidos en el fallo del concurso, teniendo los datos que se nos proporcionaron en la visita de obra y la junta de aclaraciones se procedió tener una junta en el área de los trabajos donde se elaboró la minuta de recepción de los trabajos y se procedió a comenzar con las actividades correspondientes.

### I. II PROBLEMÁTICA DE LÍNEA EXISTENTE Y PROPUESTA DE NUEVA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

En la colonia Peñón de los Baños localizada en la Delegación Venustiano Carranza, se encuentra una línea de agua potable de 36” la cual tiene múltiples fugas, esta línea cruza el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, exactamente donde se encuentra Mexicana de Aviación, para posteriormente salir por la avenida Texcoco y entrar a la planta de bombeo Peñón de los Baños.

Derivado de la pérdida de líquido se propuso la elaboración de un nuevo trazo y por ende la licitación pública para la construcción de lo que sería la nueva conducción desde la avenida 602, entrando por avenida Ruiz Cortines para posteriormente seguir por avenida Tahel y entrar a la planta de bombeo por la calle norte 200 (ver los planos de proyecto en anexos).



Imagen 2, croquis de localización de tubería de 36”<sup>1</sup>.

La obra consiste en la construcción de una línea de agua potable con una longitud aproximada de 1 km. La principal problemática es el realizar la construcción en presencia de agua proveniente de lluvias atípicas y el retro lavado de una planta de bombeo cercana, además de cruzar la avenida 602 sin realizar excavación al aire libre y evadir interferencias sobre el trazo de la línea.



Imagen 3, croquis de localización de la nueva línea de conducción de 20” de diámetro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps 2018 [citado 2018-05-30]. [En línea]. Disponible en <https://www.google.com.mx/map>



## I. III METODOLOGÍA UTILIZADA

A continuación describiré la forma en que se desarrollaron los trabajos para la colocación de la tubería, detallando las actividades más importantes.

### I. III. I TRABAJOS PRELIMINARES

Al momento de verse la empresa favorecida en el fallo de la licitación pública como contratista, se empezó con los trabajos realizando un recorrido en conjunto de la supervisión para ejecutar un levantamiento fotográfico del sitio de los trabajos y para poder documentar el estado de las instalaciones cercanas como pueden ser, banquetas y guarniciones, fachadas de domicilios, carpeta asfáltica, instalaciones de servicios como Telmex, CFE, cable visión, etc.

Fui encargado de presentarme en la sesión de fallo y comenzar con los trámites administrativos del inicio de obra. Además de coordinarme con el personal de la supervisión para convocar a las empresas de servicios públicos afectados e informarles de la obra y los alcances de la misma, de esta manera ellos podrían definir si tenían instalaciones en el área donde se realizaron los trabajos.



Imagen 4, recorrido en zona de los trabajos con la supervisión interna y externa<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 5, junta con personal del SACMEX <sup>2</sup>.

Para garantizar la logística de los trabajos y no perder tiempos en ejecución de los mismos se comienza buscando casas proveedoras de materiales, lugar donde se colocará el campamento de la obra y donde se resguardarán los equipos.

### I. III. II TRAZO Y NIVELACIÓN

Realicé el trazo de la línea de agua potable de 20", por donde pasará localizando de esta manera las interferencias en conjunto con la supervisión externa, de la misma manera se pide la visita de las empresas que prestan los servicios públicos básicos para realizar un recorrido y localizar los cruces con las mismas.



Imagen 6, trazo de la línea.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

El trazo consistió en que marcara el ancho de cepa de 1.20 metros para así posteriormente realizar el corte con sierra de la carpeta asfáltica, esto para garantizar que solo se demoliera la carpeta que está dentro del área de trabajo; marqué los cambios de trayectoria y lugares donde se colocarán las piezas especiales.



Imagen 7, corte con sierra de la carpeta asfáltica en calle Ruiz Cortines.



Imagen 8, corte con sierra de la carpeta asfáltica en calle norte 200.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



En este caso después de que recorrí la zona de los trabajos en conjunto con personal de TELMEX se detectaron tres puntos donde se cruzaba con líneas de fibra óptica pertenecientes a TELMEX, las cuales fueron marcadas y localizadas por medio de calas de verificación.



Imágenes 9 y 10, detección de una línea de TELMEX, identificada con aerosol amarillo<sup>2</sup>.

En instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad, se detectó el cruce con una línea de media tensión, pero por cuestiones ajenas a la contratista está se vio afectada, dado que se nos notificó con retraso y no fue posible detectarla de manera correcta.

Respecto a líneas de agua potable que interferían con el trazo, se detectaron algunas y otras se tuvieron que cortar y reparar para poder realizar la correcta colocación de la tubería de 20" de polietileno.

Cabe mencionar que fue necesario ocupar equipo de georadar ya que estaba indicado en el catálogo de conceptos, este para localizar las interferencias que cruzaban la Avenida Tahel y calle norte 200, para no dañarlas, ya que se localizaron y al estar realizando la excavación, fue necesario bajar la línea de proyecto a una mayor profundidad, para no afectar las instalaciones existentes.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

Para esta última actividad me tocó realizar una serie de cotizaciones y llamadas a proveedores del servicio de georadar para ver si era más viable el programar una visita y que la empresa de este servicio realizara el estudio o si era mejor comprar el equipo y mandar a algún compañero a que tomara el curso de cómo utilizar este último y realizar el estudio. Ya obtenida la información se decidió contratar el servicio de la empresa Georadar México para que realizara el estudio.



Imagen 11, uso de Georadar para identificación de interferencias<sup>2</sup>.



Imagen 12, uso de Georadar para identificación de interferencias<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

### I. III. III. III. INSTALACIÓN DE TUBERÍA

La instalación de la tubería es de primordial importancia, dado que de efectuar alguna actividad de manera no adecuada puede repercutir en los tiempos del desarrollo de los trabajos y directamente en el costo de la obra.

#### I. III. III. I. EXCAVACIÓN

Estos trabajos consistieron en realizar la excavación en el área marcada, cuidando la profundidad indicada en proyecto que fue de 1.50 metros y de no dañar las interferencias ya localizadas.



Imágenes 13 y 14, excavación en zanja<sup>2</sup>.

La excavación se realizó con una excavadora sobre orugas Caterpillar 312, utilizando un cucharón de 36 pulgadas de ancho y 0.439 m<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 15, equipo tipo Caterpillar 312<sup>2</sup>.

Previo a la excavación y tener donde disponer el material resultante de la misma, fue necesario el trámite de cartulinas para los camiones que intervendrán en los trabajos con los datos proporcionados por el sindicato, éstas fueron solicitadas a el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), quien a su vez las solicita a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); al mismo tiempo la supervisión externa solicita al SACMEX las papeletas que permiten el acceso al tiro oficial indicado en las bases de la licitación pública, en el momento que se expiden las cartulinas se entregan a cada camión para portarla como identificación a la entrada del tiro y la supervisión externa expide en cada carga la correspondiente papeleta.

Las papeletas consisten en tres partes: parte A (SUPERVISIÓN), parte B (TIRO OFICIAL) y parte C (CONTRATISTA). Todas las partes tiene los siguientes datos: Folio, empresa contratista, contrato, obra, tramo, fecha, hora de carga, placas, capacidad, camión, nombre y firma de chofer en turno, autorizó, sello de supervisión, sello de tiro oficial, hora de descarga, tipo de material, tiro oficial, nombre y firma de checador autorizado de supervisión de tiro.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



**CONAGUA**  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

**OCAVM**  
ORGANISMO DE CUENCA AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO

PERMISO No 2890

**PROGRAMA LAGO DE TEXCOCO**  
PERMISO PARA CIRCULAR POR LA ZONA FEDERAL

DEL: 24 DE JULIO DEL 2017 AL: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2017 HORARIO: 00:00 - 24:00 HRS  
DE: LUNES A DOMINGO

SOLICITANTE: CONAGUA- SACMEX- ACUATERRA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

OBRA: "SUSTITUCIÓN DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑON EN LA COLONIA PEÑON DE LOS BAÑOS EN LA DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA"

INGRESO: **CASETA C-1**

VEHICULO MARCA **AUTOCAR** PLACAS **001DF3**

COLOR **NEGRO** MODELO

**SOLO MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN**

COORDINADOR DE GESTIÓN

*[Firma]*

HIDROBIÓL. OSCAR ESPÍNDOLA SERAFÍN

CIUDAD DE MÉXICO, A 24 DE JULIO DE 2017. **2017**

Imagen 16, cartulina para acceder al tiro oficial, el Fusible<sup>2</sup>.

**CDMX**  
CIUDAD DE MÉXICO

**SACMEX**

REGISTRO Y CONTROL DE ENTRADA DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y/O DE OBRAS PERTENECIENTES AL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

FOLIO A: 091100

EMPRESA CONTRATISTA: *Acuaterra S.A. de C.V.*

CONTRATO: *0019-20-10-F-X-1-17*

OBRA: *LA MIA*

TRAMO: *04015*

FECHA: *24 Julio 17* HORA DE CARGA: *12:00*

PLACAS: *001DF3* CAPACIDAD: *20*

CAMION: *KIA NISSAN*

NOMBRE Y FIRMA DE CHOFER EN TURNO:

AUTORIZO: *[Firma]*

HORA DE DESCARGA:

TIPO DE MATERIAL:

TIPO DE MATERIAL:

TIPO DE MATERIAL:

NOMBRE Y FIRMA DE CHECADOR AUTORIZADO DE SUPERVISIÓN DE TIRO:

QR CODE

HUELLA

Imagen 17, papeleta folio A, para acceso al tiro oficial, el Fusible<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Todas estas medidas se dan para poder checar que las papeletas no sean apócrifas y que realmente el material que llevan los camiones es de la obra y que su disposición final es el tiro designado.

Mis funciones en esta parte de los trabajos fueron el realizar los escritos correspondientes al SACMEX para pedir las cartulinas de los camiones así como el trato directo con el sindicato de los camiones para ponernos de acuerdo en cuantos camiones y de que capacidad serían utilizados en la obra. Además de que lleve a cargo el control de salida de los camiones ya cargados a los cuales me tocaba expedirles la papeleta para entrar al tiro oficial.

Durante la excavación se tuvieron varias afectaciones originadas por la aportación de agua proveniente de las lluvias atípicas y del retrolavado de la planta de bombeo Peñón de los Baños, localizada en la esquina de la calle Tahel y Ruiz Cortines; para lograr realizar las actividades de una manera correcta fue necesario el bombeo de achique, con una bomba de 3" (imagen 18), descargando en un principio a una atarjea que corre sobre la banqueteta, pero la atarjea está colapsada en varios puntos, derivado de un nulo mantenimiento de la misma, esto originó que se tuviera que traspalear el agua de un lado de la calle al otro, para poder hacer uso de una coladera del tipo boca de tormenta como cárcamo y así poder bombear el agua al deportivo Oceanía con otra bomba de 3".



Imagen 18, utilización de equipo de bombeo tipo “becerro de 3 in”<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



### I. III. III. II COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA

Se forma una cama de arena de 20 cm de espesor en el lecho de la excavación para poder garantizar que la tubería de polietileno tenga un soporte continuo y plano, al momento de colocar la tubería en la arena esta se amolda y permite una fácil colocación de la tubería. Cabe mencionar que cuando se tiene agua en la zanja, que puede ser proveniente del nivel freático lo que se hace es construir un cárcamo para achicar el agua y colocar balastro en el fondo de la zanja para posteriormente colocar la arena y así poder instalar la tubería.

Para garantizar la calidad de estos trabajos verificaba que el espesor de la cama de arena fuera el adecuado.



Imágenes 19 y 20, colocación de cama de arena con espesor de 20 cm.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



### I. III. III. III TERMOFUSIÓN DE TUBERÍA

La termofusión es un método de soldadura para unir dos tramos de tubería o una tubería con sus conexiones, este método garantiza una unión a nivel molecular de los tramos de polietileno, el procedimiento es colocar los tramos a unir en el carro de termofusión fijándolos con los elementos del carro, posteriormente se alinean y se escarifican las dos caras de los tramos a unir, esto para garantizar que se tiene una superficie plana de contacto; ya que se tiene una superficie plana se continua con la colocación de una plancha que al paso de corriente eléctrica se calienta a una temperatura aproximada de 250 °C, se coloca la plancha en contacto con los extremos a unir y al tenerlos calientes se retira la plancha y se unen los extremos aplicando presión entre ellos, esto hace que se realice la termofusión entre los extremos de los tubos.

Los movimientos de la tubería para poder colocarla en el carro de termofusión fueron realizados por medio de la excavadora Caterpillar 312, a lo largo de esta actividad se tuvieron algunas complicaciones al mover la tubería debido a sus dimensiones, considere realizar una programación de dónde, cuándo y cuántos tramos de tubería debían unirse, con objeto de no afectar la vialidad y no estorbar a las demás actividades con los largos tramos de tubería ya termofusionada.



Imagen 21, carro de termofusión, alineación y escarificación de cada extremo de la tubería<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.





Imagen 22, carro de termofusión, plancha para calentar los extremos de la tubería.



Imagen 23, unión de extremos de tubería calentados para así obtener la termofusión de la tubería.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



### I. III. III. IV PRUEBA HIDROSTÁTICA Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA

La finalidad de realizar la prueba hidrostática en la tubería que se coloca es garantizar que no se tendrá algún tipo de fuga de agua potable, ya que de existir pone en duda la calidad de los trabajos, el procedimiento es sencillo y se procura realizar en el momento del día que no se tenga gran variación de temperatura, ya que el aumento de esta puede hacer que la presión en el interior del tubo varíe y de un mal resultado.

La prueba hidrostática no se realizó en la lingada de toda la tubería que se iba a colocar, ya que es un tramo largo, casi de 1,200 metros; se procedió a realizar lingadas de aproximadamente 200 metros, esto para permitir realizar el movimiento de la tubería a colocar y no desperdiciar mucha agua, este último punto es importante dado que al momento de llenar la tubería la gente cercana nos observaba con mucho cuidado y me llegaron a cuestionar que por que se desperdiciaba agua, para no tener algún problema les comentaba que el agua ocupada era traída en pipas y que esta misma agua se ocuparía para realizar la prueba de todos los tubos, que no se requeriría más que la dispuesta en ese momento.

En un extremo del tubo se colocaba una tapa ciega, para garantizar la hermeticidad de ese extremo y del otro se colocó otra tapa pero con una conexión, por donde se inyecta agua a presión, una vez llegada a la presión indicada en la norma NOM-001-CONAGUA-2011, se deja la presión constante en la tubería y se mide por medio de ayuda de un cronometro y reloj, dos horas después se procedía a una segunda lectura del manómetro, de observar que la presión no varió se dice que el tramo ha sido aceptado y liberado para su colocación.



Imagen 24, llenado de tubería y aplicación de presión<sup>2</sup>.



Imagen 25, verificación de presión constante<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 26, desfogue del agua dentro de la tubería para liberar la presión y pasar el líquido a la siguiente tubería<sup>2</sup>.

### I. III. III. V COLOCACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES.

Cabe mencionar que en cada cambio de dirección fue necesario colocar un codo de fierro fundido, a raíz de esto se colocó un atraque para contener el golpe de ariete que sería originado por la presión en la tubería.

Los cambios de dirección, los grados de cada codo y el tipo de atraque que debe llevar cada deflexión de la tubería están marcados en los anexos de este trabajo.

Para realizar esta actividad sin algún retraso fue necesario que agendara la llegada de las piezas especiales y sus complementos, como lo son tornillería y empaques de neopreno.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 27 y 28, instalación de codo de 45°<sup>2</sup>.

#### I. III. III. VI RELLENO Y COMPACTACIÓN.

Al comienzo de esta actividad realicé un recorrido al banco de materiales en conjunto con la supervisión para poder recolectar una muestra de cada material empleado, en este caso el tepetate y poder darle la muestra al laboratorio para que realizara pruebas y determinar la calidad del tepetate. De igual manera al término de las actividades de relleno llamaba al laboratorio para que realizara las pruebas de compactación y así poder liberar los tramos en los que ya podría agendar su pavimentación.

Una vez colocada la tubería se procedía a realizar el relleno de la zanja, esto por medio de un Bodcat Caterpillar, el cual acercaba el tepetate a la zanja donde después los ayudantes lo extendían para proceder a la compactación, el relleno se realizaba por capas no mayores a los 20 cm para garantizar la compactación de manera correcta. La capa final se dejara al ras de la carpeta existente, esto para no permitir una erosión de la última capa por el paso de los vehículos de ser el caso, en muchas ocasiones derivado de que el tepetate al ser expuesto a la intemperie y en muchas ocasiones al impacto del sol, se deshidrata y la última capa comienza a parecer una especie de talco, en estas ocasiones se opta por colocar material fresado, para de alguna manera controlar el polvo y no afectar a la población aledaña, ya que muchas veces se encuentran comercios del tipo alimenticio que se pueden ver afectados por las obras.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Cabe destacar que al momento de comenzar el relleno es necesario realizar un acostillado de la tubería con tepetate, es decir, se procederá a colocar material en el espacio que quedo entre la tubería y el talud de la cepa, al realizar esta actividad será necesario utilizar un equipo de compactación manual conocido comúnmente como “bailarina”, puesto que el equipo de rodillo tiene un área de contacto mayor y no podrá compactar correctamente en el área deseada.

El material a utilizar en el relleno se debe valorar en cuestión de calidad, para ver que cumpla con las normas y se tenga un buen relleno que cumpla con las especificaciones, en nuestro caso fue necesario cuidar la humedad del mismo, ya que en algunas ocasiones el material se encontraba muy seco y en otras más saturado, para controlar esto y no ver afectada la actividad de relleno fue necesario ocupar material controlado que constaba de cal, tepetate y balastre; ya que en un momento de las actividades se tenía gran aportación de agua al sitio de los trabajos, uno por la presencia de una planta de bombeo cercana y que realizaba retro lavado de sus equipos, el agua producto de esta se disponía a la red de drenaje cercana pero que estaba colapsada y ocasionaba que se fuera al área de nuestros trabajos.



Imagen 29, relleno y compactado en zanja<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

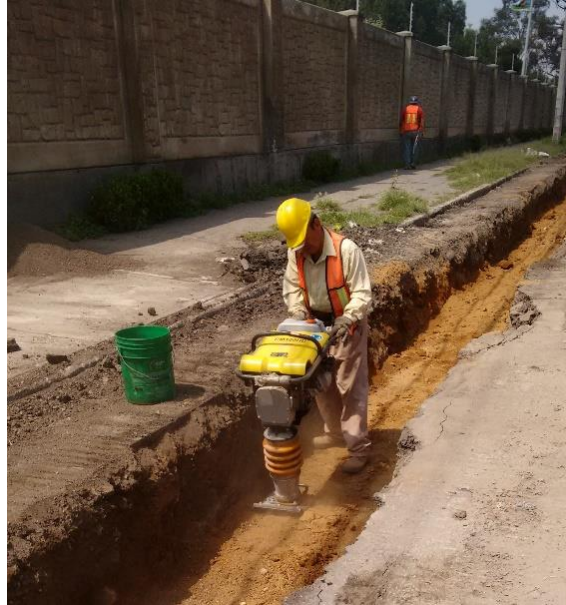


Imagen 30, compactación en zanja con equipo compactador manual bailarina honda<sup>2</sup>.



Imagen 31, compactación con equipo de rodillos vibratorios<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



### I. III. IV COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA.

El proceso de esta actividad es de suma importancia, por lo cual debí cuidar desde la primer hasta la última etapa de la misma. Fui encargado de programar el tipo, la cantidad, fecha y horario del suministro de la mezcla asfáltica.

Para efectuar esta actividad es necesario realizar el cajeo de la zanja donde se elaboraron los trabajos, es decir, se realiza una excavación aproximada de 10 cm en la zanja, ya que se había rellenado hasta el ras de la carpeta existente, una vez realizado el cajeo se procede a realizar nuevamente una compactación de menor intensidad, para no tener material suelto. Durante el proceso del cajeo supervisé los trabajos del personal encomendado para esta actividad, ya que de tener un espesor mayor repercutiría directamente en tener que colocar más mezcla asfáltica y eso aumentaría el costo.

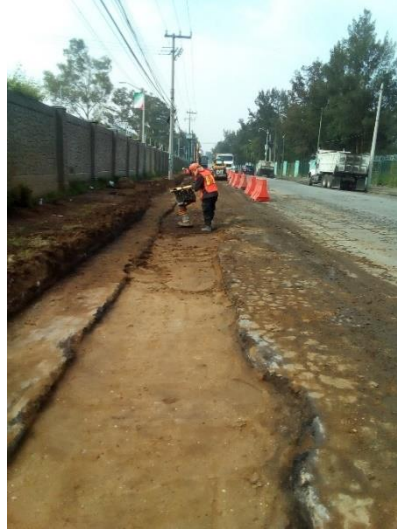
Cuando ya se tiene el área a asfaltar preparada se procede a realizar el riego de liga a razón de 1.5 lts/m<sup>2</sup>, este se realiza por medio de una petrolizadora para cubrir toda el área donde se colocara la mezcla de concreto asfáltico. Se debe cuidar el lado de la carpeta existente que esta hacia la zanja también quede impregnado del riego, esto para asegurar una buena adherencia de la carpeta nueva con la existente, en el momento en que se tiene completado el riego se procedió a colocar la mezcla asfáltica. Para esta actividad mi responsabilidad fue el agendar el suministro del riego y por ende la visita de la petrolizadora rentada para una correcta ejecución de los trabajos.

La forma correcta de colocar la mezcla fue el tendido del material en caliente, para garantizar la temperatura adecuada. En este sentido, verifiqué que la mezcla no tuviera más de dos horas desde que salió de la planta de asfalto, de lo contrario no se aceptaba el suministro de la misma. La forma de colocarla fue traspaleándola con ayuda del bobcat, este la tendía en la cepa y los trabajadores que en este caso eran rastrilleros procedían a realizar el tendido de la mezcla, una vez tenida la mezcla en el lugar donde se quedaría se procedía a realizar la compactación por medio de un rodillo vibratorio Wacker de 440 kg y 11 Hp, cabe mencionar que en nuestro caso y para no sufrir de ningún tipo de inconveniente se decidió dejar de igual manera un bombeo en el área asfaltada, esto para garantizar que no se encharcaría el agua en la zona.





Al día siguiente de los trabajos se procedía a realizar el sello con cemento como se indica en catálogo de conceptos, esto para cerrar los poros que hayan podido quedar y dar un poco de más adherencia a los materiales finos que quedaron en la parte superior y evitar así el posible desprendimiento de estos.



Imágenes 32 y 33, cajeo para colocación de carpeta asfáltica<sup>2</sup>.



Imagen 34, colocación de riego de liga con petrolizadora<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 35, tendido y compactación de la mezcla asfáltica con excavadora sobre ruedas Mecalac y rodillo vibratorio wacker<sup>2</sup>.



Imagen 36, colocación de sello de cemento en la carpeta asfáltica<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

*“La vida es 10% lo que te pasa y 90 % como respondes a ello”*

*Lou Holtz*

## II TRABAJOS EXTRAORDINARIOS

### II. I COLOCACIÓN DE TUBERÍA POR MÉTODO DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL DIRIGIDA

El emplear el método de perforación direccional fue de gran ayuda y aunque la empresa no había realizado este tipo de trabajos, nos asesoramos y coordinamos con una empresa calificada para cumplir cabalmente este procedimiento, que a continuación se describe.

#### II. I. I PROBLEMÁTICA A RESOLVER

La principal actividad a realizar es la colocación de la tubería de 20” de PAD para cruzar la avenida 602; de realizar esta actividad siguiendo las acciones que se realizaron para los demás tramos, tendríamos que realizar una excavación a cielo abierto, lo que conllevaría a cerrar la vialidad y entorpecer uno de los accesos a las aduanas y el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; por tal motivo se requirió de un método que no afectara la circulación de tal vía de comunicación, la perforación direccional es un método que nos permite colocar la tubería sin necesidad de realizar la excavación a cielo abierto, ya que consiste en realizar una perforación horizontal en el subsuelo. Para realizar la actividad de perforación direccional fue necesario que cotizara los trabajos con varias empresas y así decidir con quien se llevaría a cabo el trabajo.

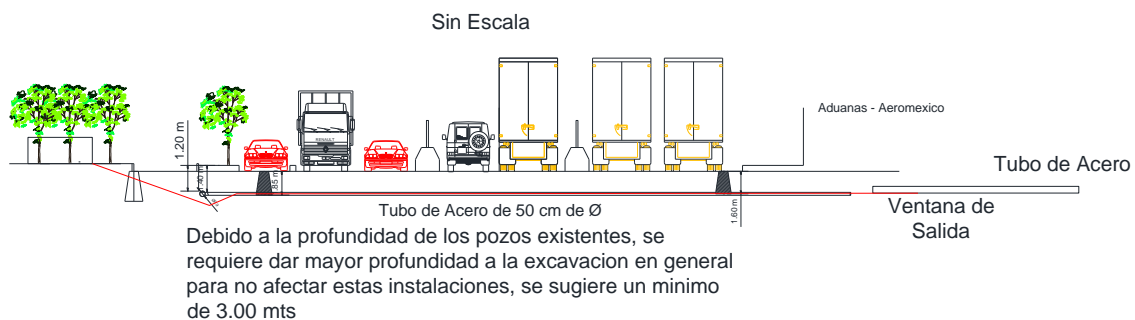


Imagen 37, croquis de la vialidad 602 y sus interferencias<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Fuente: imagen elaborada por el autor del presente trabajo, 2017



## II. I. II METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

El proceso de la perforación direccional tiene cierta secuencia de los trabajos que deben ser efectuados conforme se avanzan las actividades, las cuales conoceremos a continuación.

### II. I. II. I TRABAJOS PRELIMINARES

Para ejecutar la perforación direccional dirigida (PDD) fue necesario realizar una serie de sondeos, ya que el proyecto nos indicaba cruzar la vialidad en forma diagonal para poder conectar la línea a una caja de válvulas ya existente, al verificar la zona de los trabajos nos dimos cuenta de que se encontraban los cimientos de un puente peatonal cercano al área de los trabajos, esto impidió la correcta colocación de la tubería, lo que conllevó a realizar un nuevo trazo del cruce.

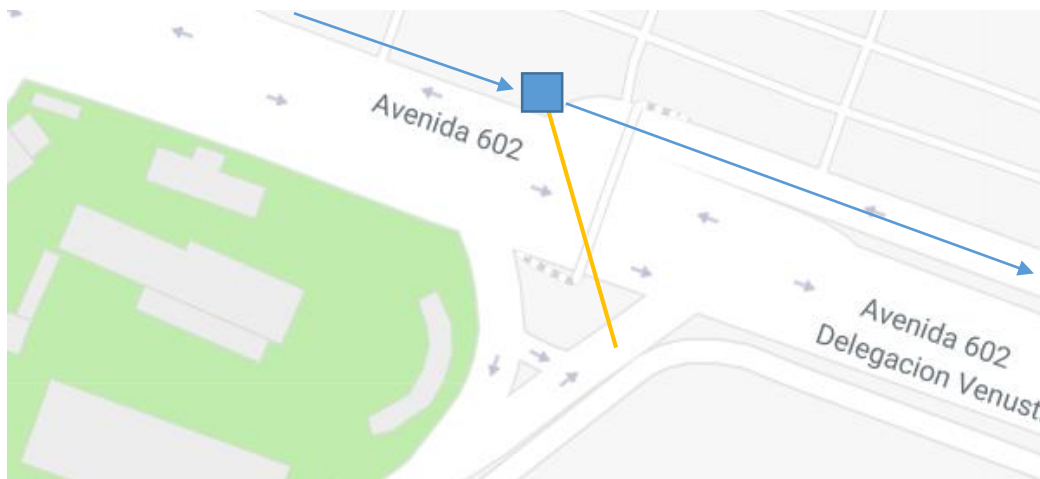


Imagen 38, croquis de perforación de proyecto, localización de caja y flujo de la línea de agua potable<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps 2018 [citado 2018-05-30]. [En línea]. Disponible en <https://www.google.com.mx/map>



Después de que agendara una nueva junta en el sitio de los trabajos con el organismo operador SACMEX, el personal de la supervisión externa AVALON y el personal de la contratista ACUATERRA CONSTRUCCIONES S.A DE C.V., se definió el nuevo trazo de la línea, el cruzar de manera perpendicular a la avenida 602, esto implicó la construcción de una caja para el resguardo de la conexión de la tubería de 20" de PAD con la línea de 36" de asbesto cemento.



Imagen 39, croquis de perforación de proyecto modificado<sup>1</sup>.

Una vez definido el cruce, se procedió a realizar calas de verificación para ver el estado y el verificar que el diámetro de la línea existente concordara con los planos, nos percatamos que en la avenida 602 existían dos colectores de distintos diámetros y profundidades, para pasar sin afectar a los mismos fue necesario definir la profundidad a la que se realizaría la perforación.

La línea en general fue colocada con un arrastre hidráulico de 1.30 m, pero de seguir esta profundidad se afectarían los colectores antes mencionados, por ello se definió realizar la perforación a una profundidad de 3 m con respecto al arrastre hidráulico, esta decisión nos generó tres adecuaciones necesarias para su correcta colocación, las cuales enlisto a continuación:

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps 2018 [citado 2018-05-30]. [En línea]. Disponible en <https://www.google.com.mx/map>

1.- En primera instancia se analizó la longitud y el material necesario de la tubería, para definir el proceso en la colocación de esta. Por parte del SACMEX se nos dio la indicación que se colocara una tubería de acero al carbón cedula 40 y para evitar la ruptura de las soldaduras entre tramos de tubo, se requirió realizar una excavación adicional de la longitud de la tubería y que sirva de guía, en la parte anterior a donde se realizaría la perforación, esto para permitir bajar la tubería y tenerla al nivel de la perforación y así poder evitar una flexión en la tubería ayudando a tener la tubería totalmente horizontal y a nivel de la perforación. Para garantizar la calidad de la soldadura fue necesario que me pusiera en contacto con el laboratorio para que realizara pruebas de radiografía y líquidos penetrantes de cada junta.



Imágenes 40 y 41, inspección de soldadura en juntas de la tubería de acero, por el método o de radiografía y líquidos penetrantes.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 42, excavación adicional para guía de tubería de acero y que entre alineada a la perforación.

2.- Modificación al proyecto de ventanas para la extracción de lodos y cambio de las puntas empleadas en PDD para el retro ensanchado fueron re acondicionadas y de igual manera su profundidad se amplió de 1.5 m. a 3 m. para cumplir la profundidad de la PDD y estar alineados.

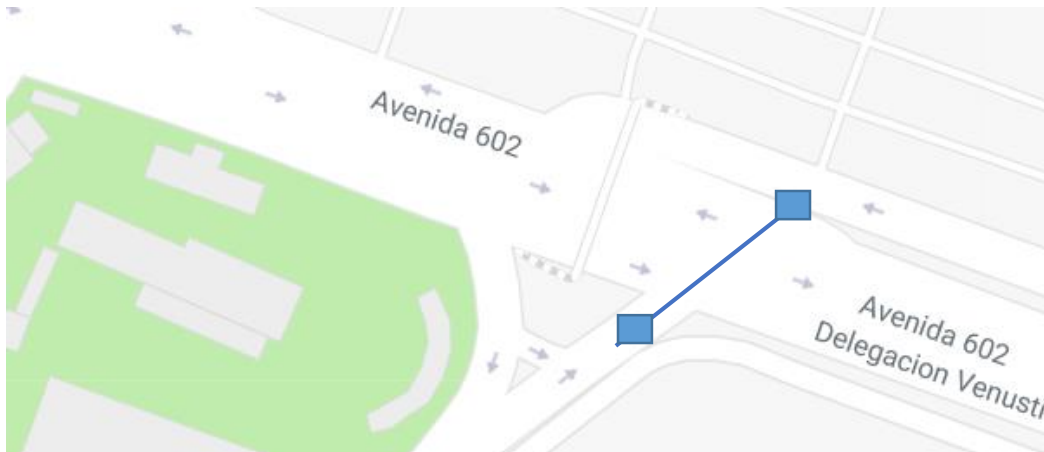


Imagen 43, croquis de localización de ventanas.

<sup>1</sup> Fuente: Google Maps 2018 [citado 2018-05-30]. [En línea]. Disponible en <https://www.google.com.mx/map>

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



3.- Debido a la existencia de nivel freático fue necesario considerar bombeo de achique en ambas ventanas y así mantener el nivel del agua por debajo del área de trabajo.



Imagen 44, bombeo de achique con equipo tipo becerro de 3<sup>ra</sup>2.

## II. I. II. II EXCAVACIÓN DE LAS VENTANAS

La localización de las ventanas donde se retiraron los lodos productos de la excavación, en primera instancia fueron definidas en una junta que tuvo con personal de la perforación direccional, personal de la supervisión y del SACMEX donde se acordó que las ventanas estarían definidas al inicio y al final de la tubería a colocar, es decir, la tubería tuvo que iniciar en la intersección con la tubería de asbesto de 36", esta primer ventana posteriormente pasaría a ser la caja de conexión; la segunda ventana se localizó en la esquina de la avenida 602 y la calle Ruiz Cortines, esto porque ahí fue donde se conectó a la línea de polietileno de 20".

Las dimensiones de las ventanas fueron cambiando conforme se desarrollaron los trabajos, la ventana del lado de la calle Ruiz Cortines se tuvo que unir a la excavación guía adicional que se tuvo que realizar en la zanja donde ya se tenía una profundidad de proyecto.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.





Imagen 45, excavación manual de ventana número 1, para no afectar a tubería de asbesto cemento de 36"².



Imagen 46, ventana número 1².

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

## II. I. II. III PERFORACIÓN PILOTO Y RETRO ENSANCHADOS

Para iniciar con estos trabajos tuve que organizar los suministros de agua tratada, esta utilizada en el proceso de perforación ya que es la base de la mezcla de agua, polímeros y bentonita. Cabe mencionar que fue necesario que tuviera varias opciones de suministro dado que los choferes de pipas tienden a ser un tanto incumplidos.

La perforación piloto consiste en realizar una perforación comenzando desde la superficie del terreno natural. Esta perforación es de aproximadamente 8" de diámetro y normalmente se realiza siguiendo una trayectoria del tipo paraboloide, pero en nuestro caso fue necesario que se comenzara la perforación alejado del punto donde se encontraba la primer ventana, esto para que al llegar a la ventana número 1, se llegara con una profundidad de 3m y seguir con esta hasta la salida en la ventana 2.

Mientras se desarrollaba esta actividad y para cumplir con los parámetros de seguridad verificaba que todo personal tanto de la empresa de la perforación direccional y el personal a mi cargo contarán con los debidos elementos de seguridad como lo son: chaleco, casco, botas, lentes y guantes.



Imágenes 47 y 48, inicio de perforación direccional dirigida con perforación piloto<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.

La perforación piloto es de suma importancia, dado que es la que definirá la trayectoria de la tubería en sí, esta perforación piloto es la que determina que el proceso sea llamado perforación direccional, ya que se realiza por medio de una punta que tiene forma de espátula, de esta manera puede dar cambios de dirección, el procedimiento consta en que la máquina va empujando la punta en forma de espátula que a su vez está sujeta a una serie de barras que giran al momento de desplazarse, mientras esto sucede en la parte superior a nivel de terreno natural o nivel de carpeta asfáltica de la avenida 602 se seguirá el trayecto de la punta, esto con ayuda de un equipo de detección que contiene un sensor que monitorea un dispositivo colocado al interior de la punta con forma de espátula, cada que fue necesario el personal que verificaba la trayectoria de la perforación decía hacia donde se inclinará la punta, una vez que la punta salió del lado de la ventana número 2, se procedió a realizar el cambio de la punta.

Mientras el personal monitoreaba la perforación indiqué a los bandereros el cómo confinar el área de trabajo con barreras, trafitambos y banderolas esto para controlar el aforo vehicular y poder transitar de forma segura por la vialidad.



Imanen 49, seguimiento de la perforación piloto en la parte superficial a nivel de terreno natural<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 50, personal de la perforación dirigida con equipo de detección de la punta de perforación piloto<sup>2</sup>.



Imagen 51, salida de perforación piloto en la ventana número 2<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Los retroensanchados consistieron en que una vez realizada la perforación piloto se retiraba la punta y se cambiaba por una de mayor diámetro, esto para que gradualmente se llegara a la medida requerida para poder colocar la tubería de 20" de diámetro de acero, la primer perforación fue de 8", las siguientes fueron de 12", 18" y 24", las puntas se cambiaban cada vez que habían concluido el recorrido que era ir de la ventana 2 a la 1 y de regreso, las puntas para los retroensanchados así como la primer punta que se ocupó para la perforación piloto, tenían una serie de orificios los cuales servían para poder inyectar una mezcla de polímeros y bentonita que servían para poder controlar las paredes de la perforación y así no tener caídos dentro de la misma.

Al momento de tener que realizar el cambio de la punta, le indicaba al operador de la excavadora Caterpillar 312, cuáles eran las maniobras necesarias para ayudar al personal de la perforación direccional.

La longitud total de la PDD fue de 55 metros.



Imagen 52, retiro de punta para perforación piloto y colocación de puntas para retroensanchados<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 53, colocación de punta para retroensanchado<sup>2</sup>.



Imagen 54, punta para retroensanchado final, se observa como expulsa una mezcla de agua, polímeros y bentonita que sirven para controlar las paredes de la perforación<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



## II. I. II. IV JALÓN DE TUBERÍA

En este punto del proceso ya se tenía que contar con la perforación realizada y la tubería colocada a nivel de la perforación para así facilitar el jalón de la misma, para realizar el jalón de la tubería fue necesario el soldar una punta de lápiz, ésta como su nombre lo dice se asemeja a una punta de lápiz, solo que esta se realizó con parte de un tramo de tubería del mismo diámetro a la que se va a colocar y con una especie de argolla colocada en la punta de la misma, en esta argolla se procedió a poner un grillete con capacidad de 12 ton y otro en la punta del mecanismo de la perforación, de esta manera se encontraron sujetos los grilletes tanto la punta de la perforación y la punta de lápiz unida a la tubería a colocar.

Mientras se realizaban los trabajos anteriores y para tener un respaldo en caso de que la máquina de la perforación direccional no pudiera realizar el jalón de la tubería decidí que el operador de la maquina Caterpillar 320 se posicionara con la misma a un costado de la zanja donde estaba la tubería de acero a colocar y de ser necesario intervenir en el proceso del jalón.

Una vez sujeto un extremo y otro se procedió a realizar el jalón de la tubería, este se desarrolló de manera rápida y eficaz ya que sirvió que la tubería se llevó a la profundidad de la perforación y entro prácticamente recto a la misma. Una vez que la tubería salió del lado de la ventana número 1 se paró el jalón de la misma y se procedió a retirar los grilletes de la punta del equipo de perforación y la punta de lápiz, ya que se retiraron los grilletes se retiró la punta del equipo de perforación que fue la que realizo el ensanchado a 24", para posteriormente desoldar la punta de lápiz y colocar de momento una tapa ciega tanto en el extremo de tubería de acero que se tenía en la ventana 1 como en la 2.

Para definir la distancia hasta donde se realizaría el jalón de la tubería, fue necesario que proyectara las dimensiones de la caja donde se realizaría la conexión a la tubería de 36", de esta manera supe la localización del paño exterior de la caja y por ende hasta donde llegaría la tubería.

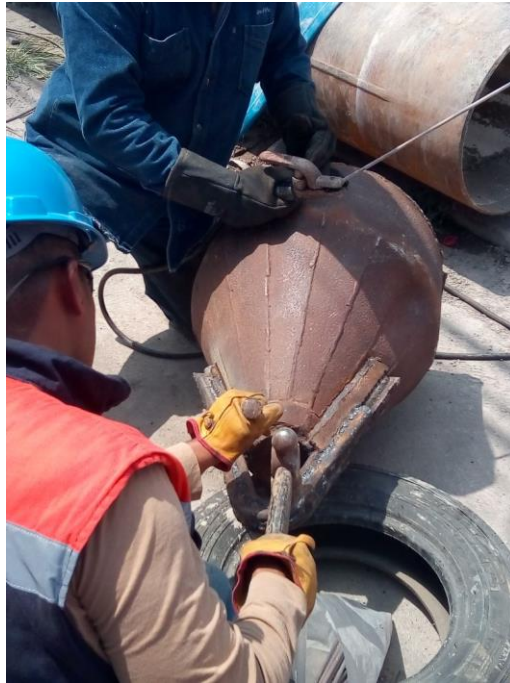


Imagen 55, punta de lápiz para jalón de tubería<sup>2</sup>.

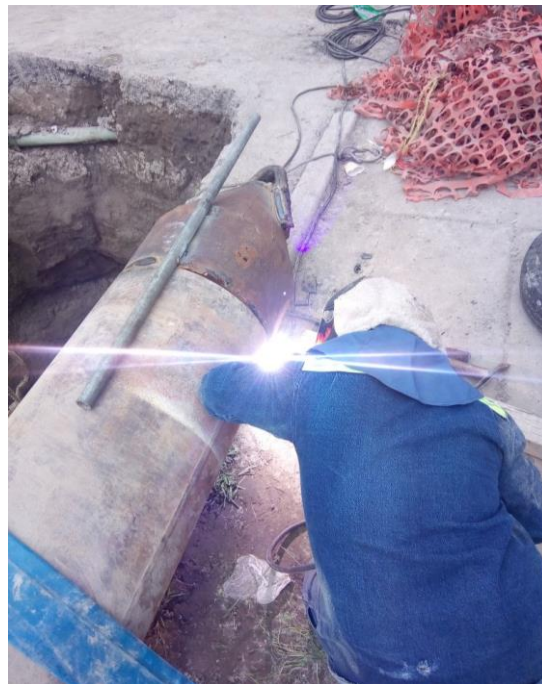


Imagen 56, soldadura de punta de lápiz en tubería de acero para jalón de la misma<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.





Imagen 57, colocación de tubería de acero dentro de la excavación adicional para posicionarla de manera horizontal y al mismo nivel de la perforación direccional<sup>2</sup>.



Imagen 58, posicionamiento de tubería de acero<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 59, enganchamiento de punta de retroensanchado con punta de lápiz por medio de grilletes de 12 ton<sup>2</sup>.



Imagen 60, salida de tubería de acero colocada por medio de perforación direccional en la ventana número 1<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



## II. II CONEXIÓN DE TUBERÍA DE 36" CON TUBERÍA DE 20", POR MEDIO DE UNA SILLETA DE ACERO.

Debido a la inclinación tanto horizontal y vertical de la tubería existente con la colocada, fue necesario cambiar el tipo de conexión de acuerdo a proyecto (ver anexos), de realizarse colocando una TEE de Fo.Fo. Reductora, fue necesario colocar una silleta para derivar a 20" de diámetro, posteriormente seguir el tren con una válvula y colocar una serie de adecuaciones con brida, codos y carretes de tubería, que el pailero adecuo en campo. Para formalizar estos cambios realicé en conjunto con la supervisión una minuta de trabajo donde describen y autorizan los cambios y como soporte elabore un boletín informativo (ver anexo D).

Para poder estar seguro de las medidas a ocupar para la fabricación de la pieza tipo silleta fue necesario que organizara una junta y así tener la visita del área de operaciones del SACMEX, para que ellos fueran los que nos dieran la medida del diámetro de la tubería existente, este fue tomado aunque de manera algo rudimentaria pero efectiva, el método utilizado fue el colocar un tramo de alambre en el perímetro de la tubería, pero para cerciorarse de que este estuviera en contacto uniformemente se jaló de un lado a otro, para así desprender tierra pegada del tubo y que el alambre estuviera en contacto directo con la tubería.

Ya que se tuvo la medida exacta de la tubería procedí a proporcionarle el dato al fabricante de la pieza y posteriormente recogerla en el taller de este, para tener una unión hermética y no tener fuga en la derivación, se definió que se realizara un empaque de neopreno de  $\frac{3}{4}$ " de espesor y se fijara con sikaflex, en la parte donde está la derivación se procedió a realizar una demolición controlada del tubo, ésta fue necesaria hacerla con un taladro y broca para concreto, el fin de utilizar esta herramienta fue que se debilitaría todo el perímetro de la derivación para posteriormente demoler las uniones que quedaran con cincel y maceta.

La actividad antes descrita fue la de mayor complejidad, ya que se trató de conectarse a una tubería de diámetro considerable y más aún, trabajar con la tubería llena de agua, conforme se avanzaba en la demolición de la parte necesaria de la tubería la aportación de agua fue en aumento, al grado de que se contaba con el bombeo de un equipo de 3" y se terminó utilizando dos equipos de 3"y uno de 6".



Una vez realizada la demolición, se colocó la válvula tipo compuerta para así controlar la fuga ocasionada y parar la aportación de agua. Posteriormente se colocó el demás tren para llegar a la punta de la tubería de acero.

La logística de esta actividad fue de mayor importancia, dado que tuve que realizar un programa de actividades marcando el uso de equipos y horarios de los mismos, esto para poder organizar los trabajos en conjunto con el SACMEX.

Fue necesario contar con los suministros para los equipos de bombeo y para el personal de trabajo, fue necesario contar con equipos de respaldo en caso de que alguno presentara alguna falla y en cierta medida fue bueno que pidiera equipo de más, porque si hubiéramos trabajado solo con el que se requirió en un principio no hubiéramos tenido la capacidad de desalojo de agua proveniente de la línea como lo tuvimos.



Imagen 61, medición de diámetro exterior de tubería de asbesto<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 62, colocación de pieza tipo silleta para derivación a 20"².



Imagen 63, colocación de pieza tipo silleta para derivación a 20"².

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 64, demolición manual de la derivación<sup>2</sup>.



Imagen 65, demolición manual de la derivación<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



Imagen 66, equipo de bombeo para achique de agua proveniente de la línea de asbesto cemento<sup>2</sup>.



Imagen 67, instalación de válvula de compuerta, para controlar la salida de agua de la línea de asbesto cemento<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: imagen tomada por el autor del presente trabajo, 2017.



*“Cada fracaso enseña al hombre algo que necesitaba aprender”  
Charles Dickens.*

## III RESULTADOS

### III. I PROYECTO

- 1.- Se logró la colocación de la tubería de acero sin requerir de una excavación a cielo abierto, lo que permitió a circulación ininterrumpida de los vehículos sobre la avenida 602, al utilizar una tubería de acero se pudo colocar una brida soldable en la ventana 1, lo que permitirá una holgura de movimiento entre la tubería y la caja que se realizó en la ventana número 1.
- 2.- Se colocó de manera correcta y respetando las instalaciones e interferencias con la tubería de polietileno de alta densidad.
- 3.- Fue posible realizar la conexión de la tubería de proyecto con la existente en un lapso no mayor a 24 horas de trabajo, lo que permitió no interrumpir el suministro de agua potable.
- 4.- Y lo más importante, fue posible llevar el agua potable por una nueva línea de conducción sin tener fugas y tener una mejor presión de llegada al tanque de almacenamiento de la planta de bombeo, Peñón de los Baños.

### III. II PERSONAL

- 1.- Me di cuenta que es importante realizar los pedidos de materiales en tiempo y forma, hacerlos a destiempo repercute directamente en el tiempo de los trabajos, además de que me tocó agendar los trabajos de los equipos rentados y devolverlos en cuanto acababan sus actividades, esto para no pagar tiempos muertos.
- 2.- El trato con el personal a mi cargo fue algo que pude ir adecuando conforme se desarrollaron las actividades, es difícil tratar a los trabajadores y más si estas fuera del ámbito que manejan ellos.





3.- Llevé de forma adecuada la elaboración de minutas, escritos, números generadores y estimaciones, comprendí como tratar con la supervisión para no retrasar los procesos por los que se tiene que pasar para ingresar las estimaciones al SACMEX y no hacer lento el proceso de pago.

4.- Adquirí experiencia en la colocación de tubería de agua potable, desde ver como se realizaba la termofusión, las pruebas hidrostáticas hasta la colocación de piezas especiales y su manejo de las mismas.

5.- Lo más importante supe llevar las actividades de un residente de obra y tomar decisiones bajo presión y con los recursos que tenía a mi alcance.

## IV CONCLUSIONES

### IV. I PROYECTO.

Las actividades que desempeñé a lo largo de la obra **“SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA”**, fueron de gran importancia dado que fue la primera vez que fungí como residente de obra.

Durante las actividades desarrolladas a lo largo de la obra me di cuenta que es de primordial importancia manejar de forma adecuada el suministro de los materiales, así como la disposición de los mismos, además de que el trato con el personal de la obra no lo enseñan en clases y se debe de saber sobrellevar a cada compañero de trabajo.

En cuestión a los procesos constructivos para la colocación de la tubería se debe cuidar cada uno de estos, dado que desde el momento en que se trabaja en la vialidad se debe tener desde el confinamiento, hasta el personal adecuado y capacitado para agilizar el tráfico y paso de peatones.

Los trabajos extraordinarios fueron de mayor importancia, dado que de estos dependía el buen funcionamiento de la línea de agua potable, observe que se debe cuidar la calidad de los materiales, realizar una buena programación de los trabajos y la llegada de los insumos necesarios para poder realizar los trabajos sin tener ninguna interrupción de los mismos, ya que un retraso en ellos puede reflejarse en un aumento en el presupuesto de



cada actividad y se refleja en un aumento directo en el costo de la obra y una disminución en la utilidad.

#### IV. II PERSONAL

Cuando mi jefe directo me encomendó el ser el residente de la obra del caso de estudio, sabía que me costaría trabajo y en efecto me costó un poco más de lo que había pensado.

Una de las complicaciones fue mi corta experiencia en las líneas de agua potable, una vez que se desarrollaron los trabajos y después de haber investigado y platicado con los demás ingenieros de cómo se realizaban los mismos, pude tener más confianza en mí y realizar mis actividades diarias con empeño.

Uno de los mayores contratiempos que encontré durante los trabajos fue que en el momento de esta obra la empresa tenía más proyectos y que tenía que competir en resultados con los demás ingenieros, lo que originó que fuera más dedicado en mi trabajo.

Cabe señalar que gracias al apoyo y accesibilidad de mi jefe se pudieron llevar a cabo las actividades que me encomendó y que me apoyo siempre en todo aquello que yo carecía por falta de experiencia.

#### BIBLIOGRAFÍA

Acuatererra Construcciones S.A de C.V <http://acuatererraconstrucciones.mx> ,ultimo acceso abril del 2018.

Constructora de Obras y Proyectos Eléctricos de Michoacán S.A. de C.V, <http://copem.com.mx/> , ultimo acceso Mayo del 2018.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua, 2009.

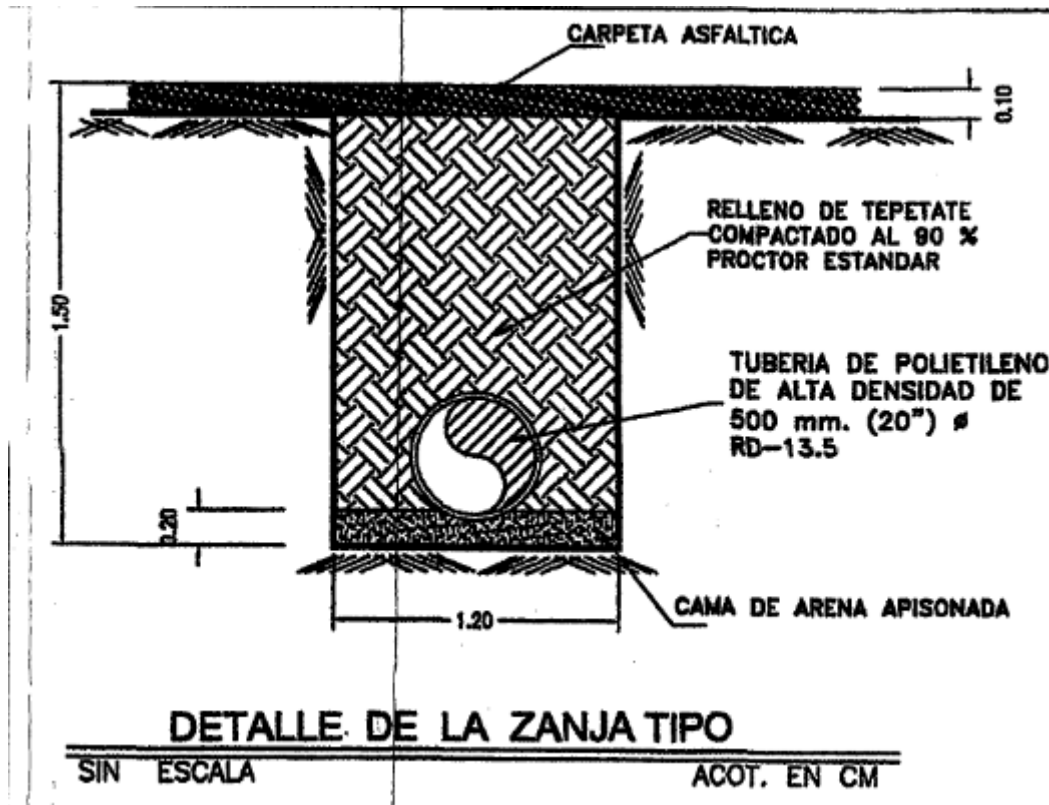
Google maps 2018, <https://www.google.com.mx/maps> , ultimo acceso Mayo del 2018.



## ANEXOS

### A PLANO 1, PLANTA 0+000.00 AL 0+700.00

#### A. I DETALLE DE LA ZANJA TIPO





A. II LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
	TEE DE Fo. Fo. CON BRIDA DE: 914 X 508 mm (36" x 20") Ø	1	pza.
	CARRETE LARGO DE Fo. Fo. DE: 508 mm. (20") Ø	16	pza.
	EXTREMIDAD DE Fo. Fo. DE: 914 mm. (36") Ø	2	pza.
	JUNTA GIBAULT DE Fo. Fo. DE: 914 mm. (36") Ø	2	pza.
	VALVULA DE SEGGIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE: 508 mm. (20") Ø	1	pza.
	CODO DE 90° DE Fo. Fo. CON BRIDA DE: 508 mm. (20") Ø	1	pza.
	CODO DE 45° DE Fo. Fo. CON BRIDA DE: 508 mm. (20") Ø	6	pza.
	CODO DE 22° 15' DE Fo. Fo. CON BRIDA DE: 508 mm. (20") Ø	1	pza.
	CODO DE 90° DE ACERO DE: 508 mm. (20") Ø	1	pza.
	CODO DE 45° DE ACERO DE: 508 mm. (20") Ø	1	pza.
	BRIDA DE PEAD. LONG-NECK DE: 508 mm. (20") Ø	16	pza.
	CONTRABRIDA METALICA PARA TUBOS DE: 508 mm. (20") Ø	16	pza.
	EMPAGUE DE PLOMO PARA TUBERIA DE: 914 mm. (36") Ø 508 mm. (20") Ø	2 17	pza. pza.
	EMPAGUE DE NEOPRENO PARA TUBERIA DE: 508 mm. (20") Ø	16	pza.
	TORNILLOS CADMIZADOS DE CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL PARA TUBERIA DE: 38.1 x 177.8 mm. (1 1/2" x 7") 28.6 x 127.0 mm. (1 1/8" x 5")	64 660	pza. pza.



## A. III CANTIDADES DE OBRA

CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
TRAZO Y NIVELACIÓN	m2.	1,719.75
CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO ASFALTICO	m.	2,296.00
DEMOLICION EN CARPETA ASFALTICA	m3.	171.98
EXCAVACIÓN MATERIAL, ZONA A CLASE II	m3.	2,579.63
PLANTILLA DE ARENA APISONADA	m3.	343.95
RELLENO DE MATERIAL DE TEPETATE COMPACTADO AL 90% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTANDAR	m3.	1,831.32
ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN	m3.	77,388.75
ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE DE LA DEMOLICIÓN	m3.	5,164.05
RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA	ltro	2,579.63
RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA	ltro	1,891.73
REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA	m3.	171.98
SELLO CON CEMENTO HIDRAULICO	m2.	1,719.75
PRUEBA HIDROSTATICA	m.	1,140.00
DESINFECCION DE TUBERIA	m3.	232.38
CAJA DE VALVULAS DE 3.0 X 3.0 X 2.50	CAJA	1

## A. IV CANTIDADES DE TUBERÍA

CANTIDADES DE TUBERIA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD), CON FRANJAS EXTRUIDAS DE COLOR AZUL, PARA AGUA POTABLE, RD-13.5 DE: 500 mm. (20") DE DIAMETRO	mts.	1,140.00
TUBERIA DE ACERO AL CARBON ASTM A-36 GRADO B, CEDULA 20 ESPESOR 9.52 mm (3/8 ") DE : 508 mm. (20") DE DIAMETRO	mts.	6.50



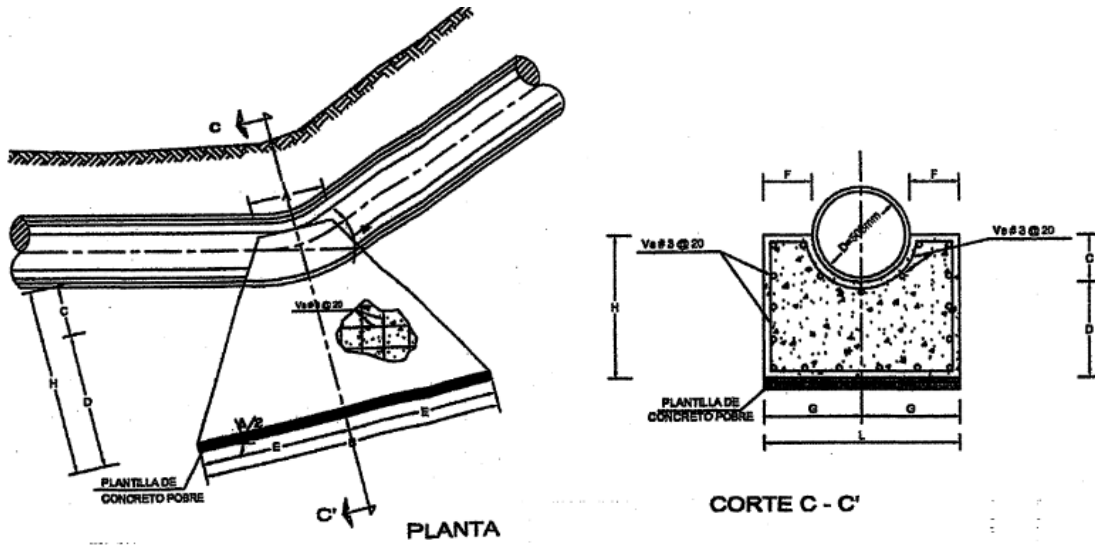
A. V DISEÑO DE CRUCEROS



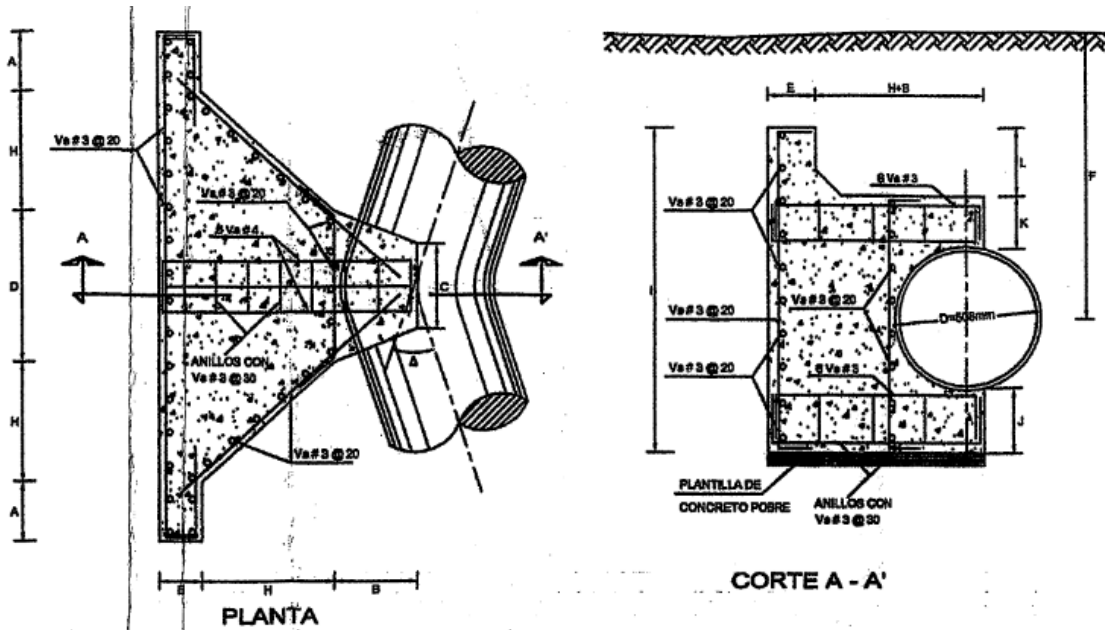


B PLANO 2, PLANTA 0+700.00 AL 1+146.50

B. I DETALLE DE ATRAQUES



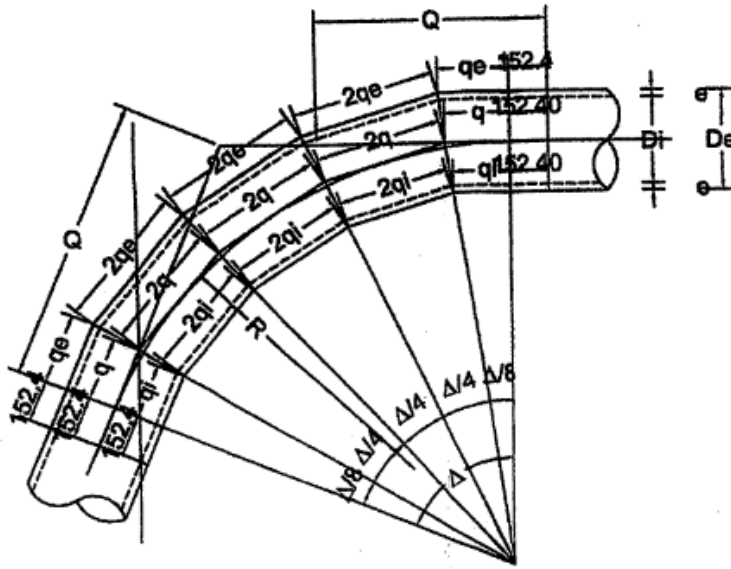
ATRAQUES VERTICALES EN COLUMPIO



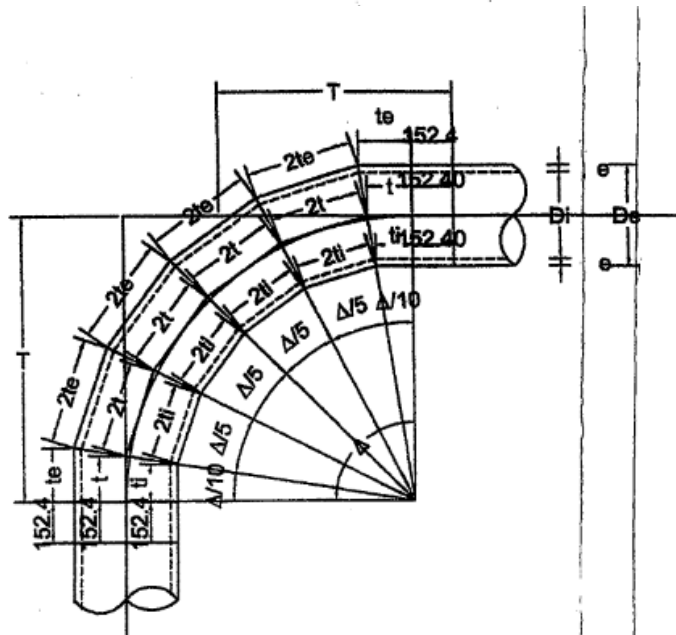
ATRAQUES HORIZONTALES



B. II CODOS TIPO



**CODO TIPO DE 5 PIEZAS**  
 PARA DEF. DE 45-67.5°

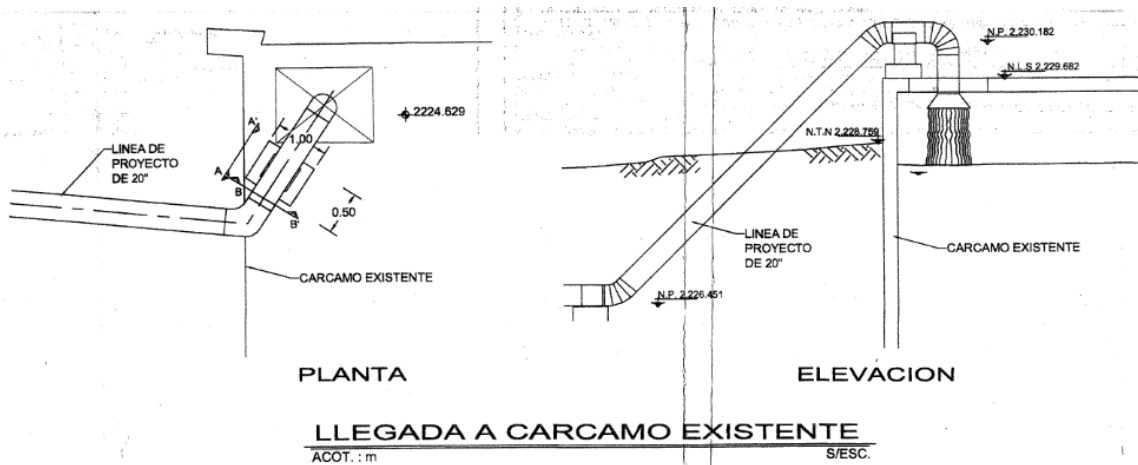


**CODO TIPO DE 6 PIEZAS**  
 PARA DEF. DE 67.5-90°



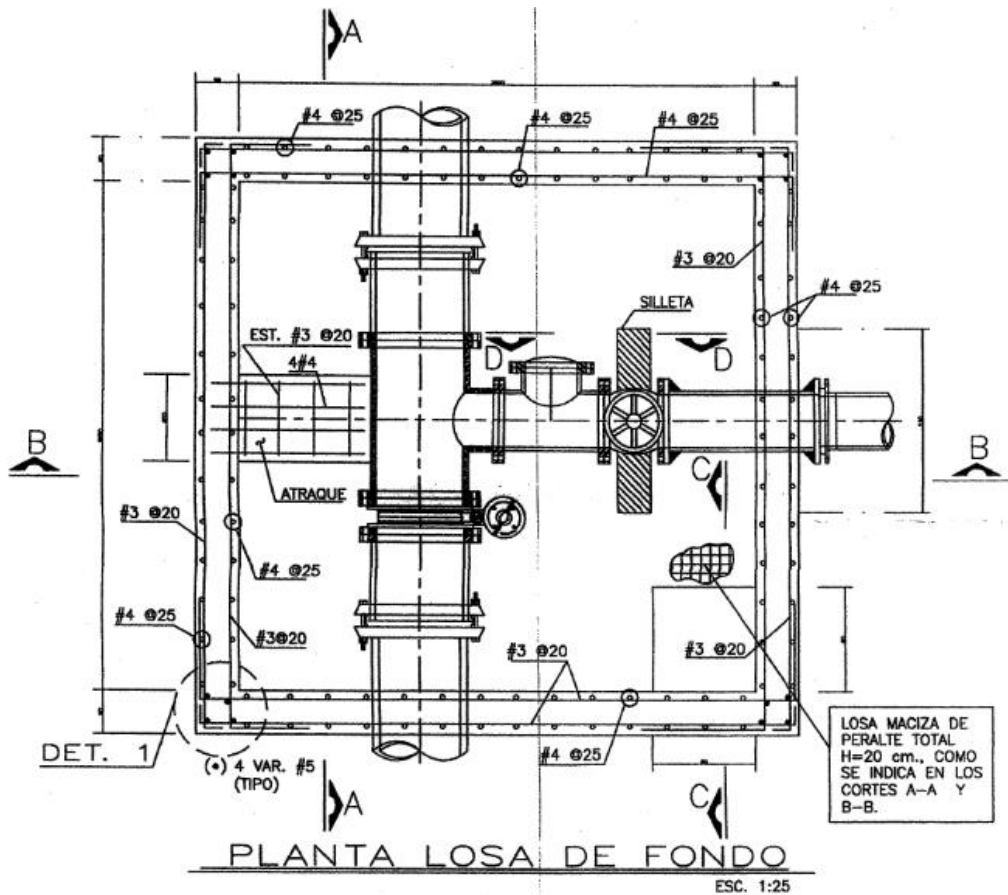


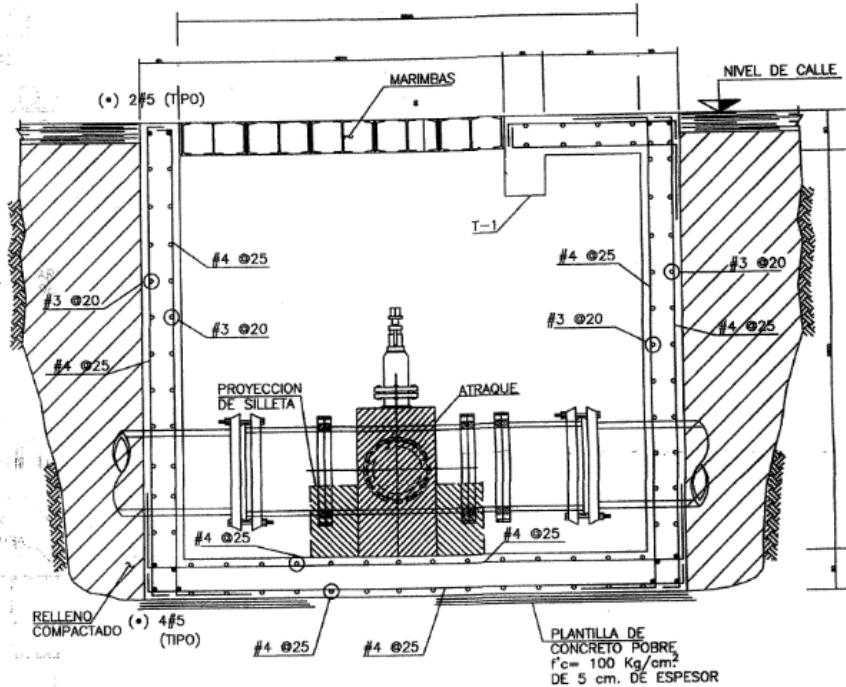
B. III LLEGADA A CÁRCAMO EXISTENTE



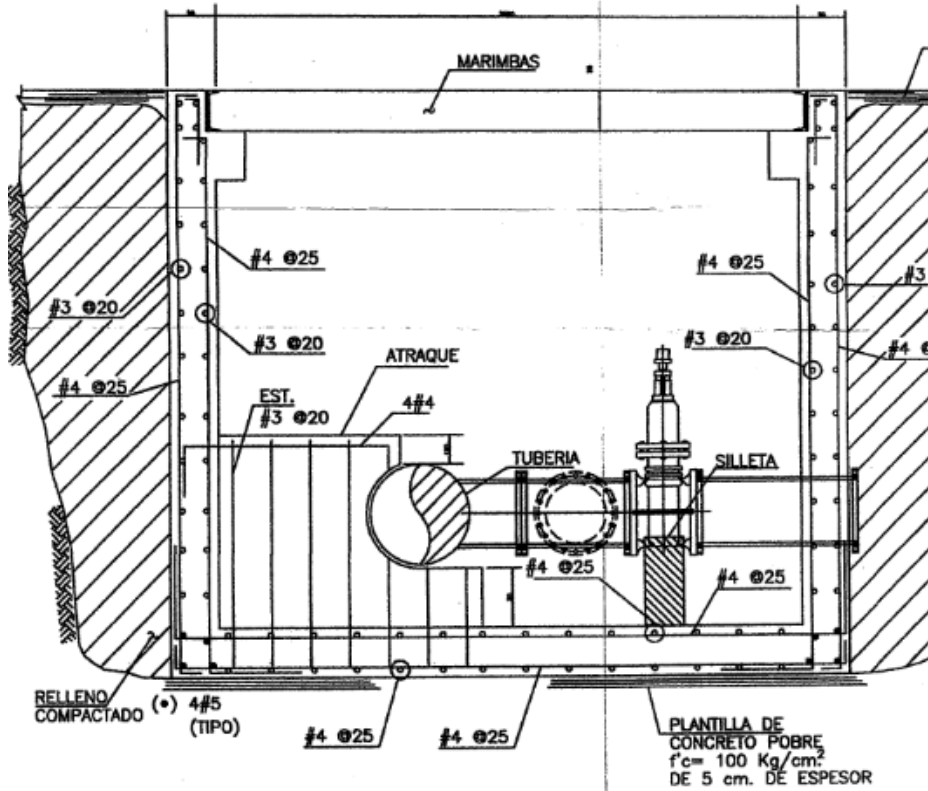
C PLANO 3, CAJA TIPO PARA VALVULAS DE 20" Ø

C. I PLANTA LOSA DE FONDO

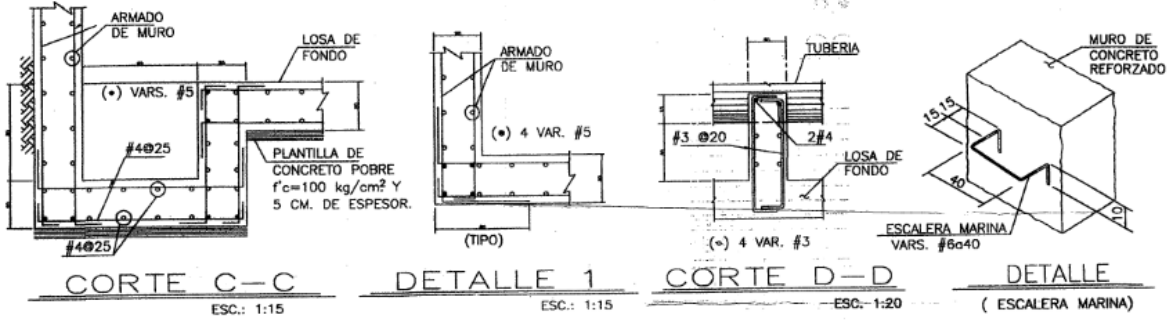




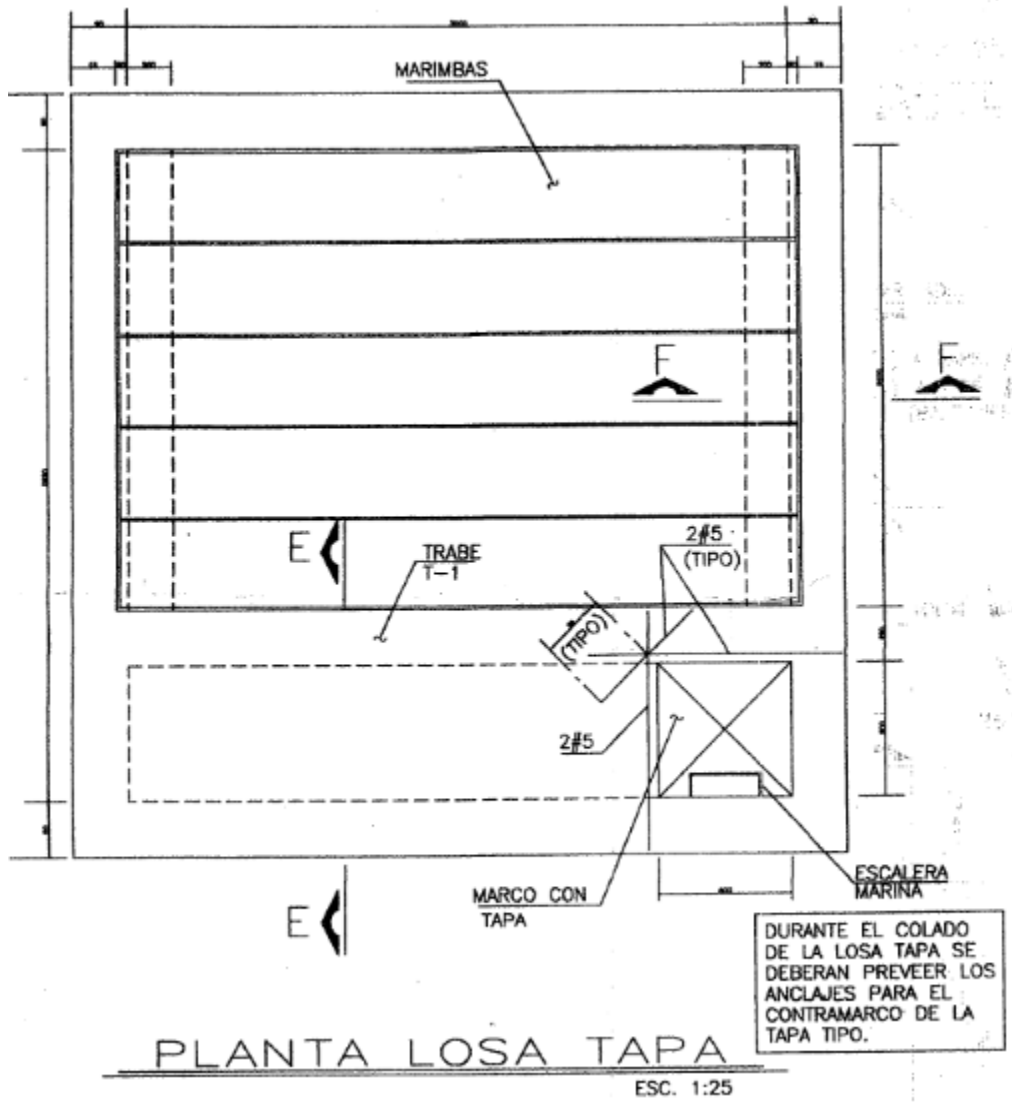
**CORTE A-A**  
ESC. 1:20

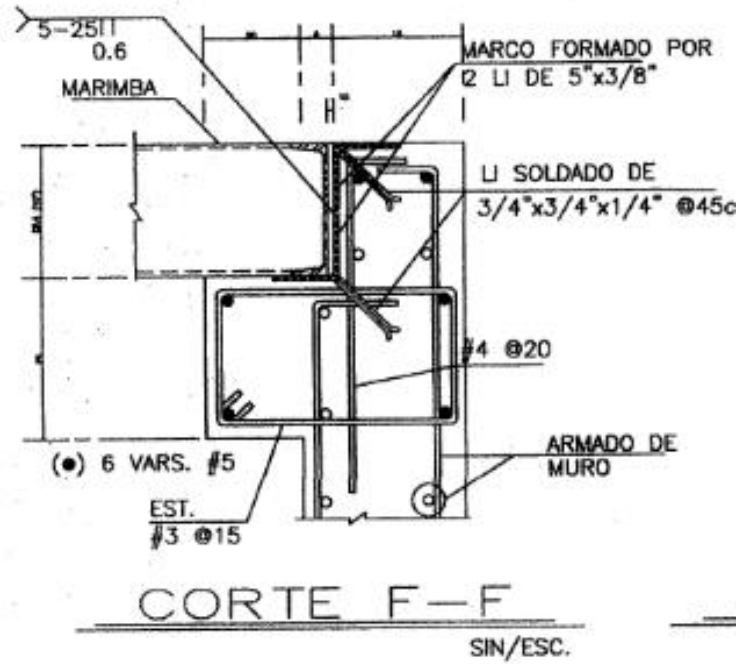
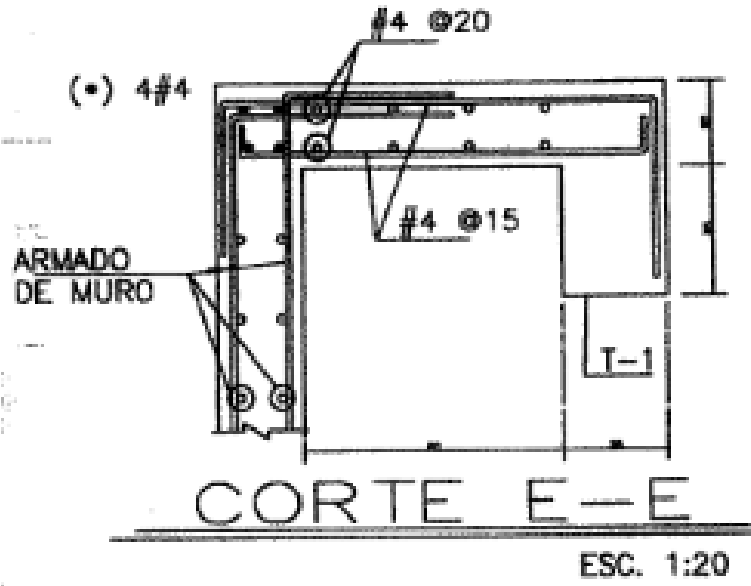


**CORTE B-B**  
ESC. 1:25



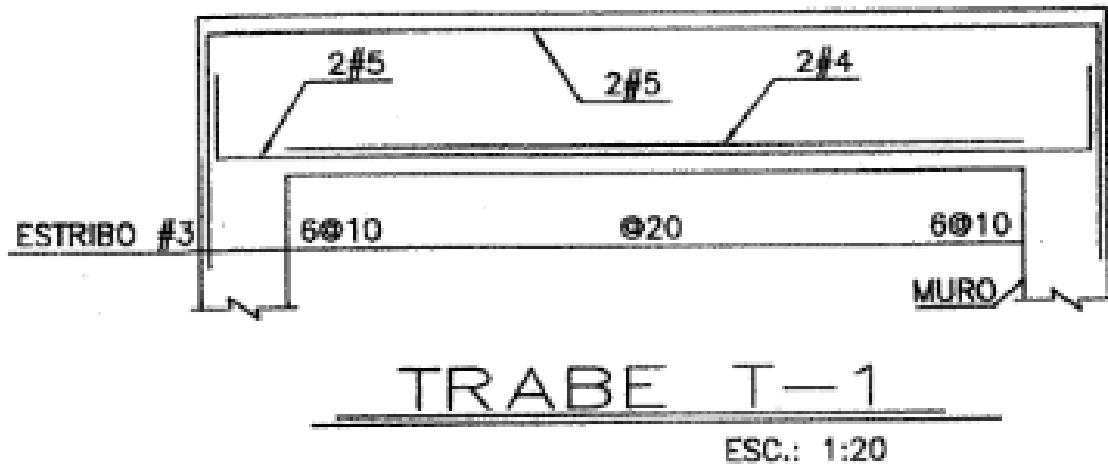
C. II PLANTA LOSA TAPA



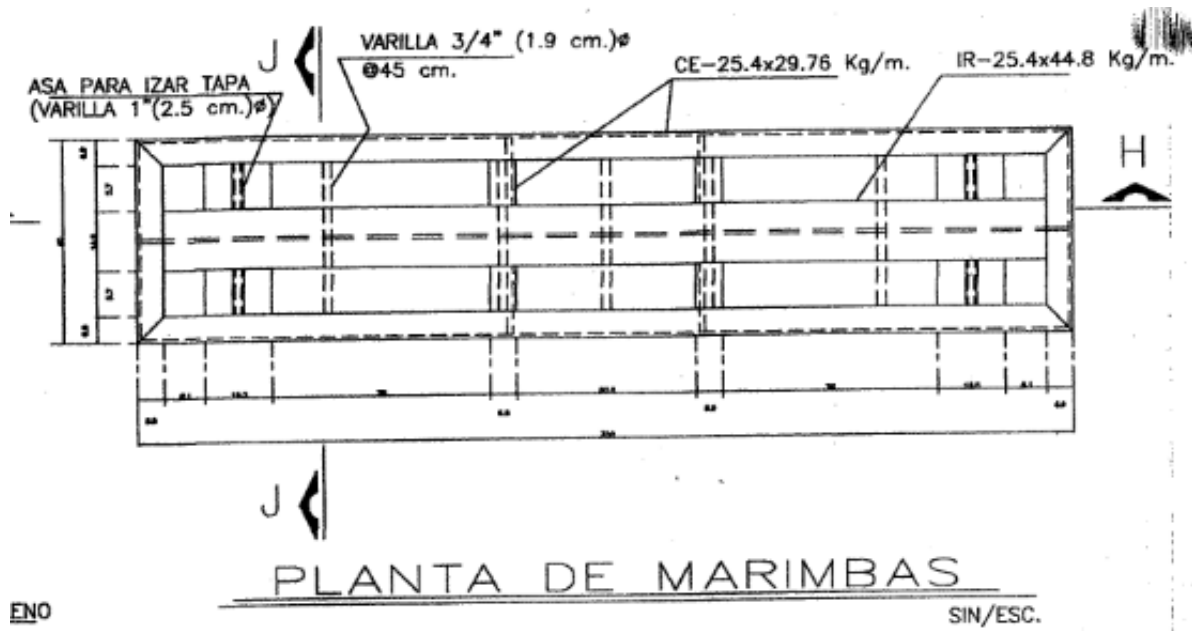




C. III TRABES



C. IV PLANTA DE MARIMBAS



ENO



## D BOLETÍN INFORMATIVO 01



**SISTEMA DE AGUAS**  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO

**BOLETÍN TÉCNICO**

**OBRA**

SUSTITUCIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA LÍNEA PRIMARIA QUE ALIMENTA EL REBOMBEO EL PEÑÓN, EN LA COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA.

UBICACIÓN: COLONIA PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA

CONTRATO: 0087-20-LN-F-DC-1-17 PERIODO: 16/06/2017  
15/12/2017

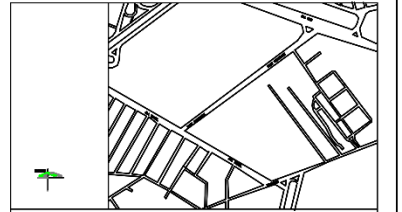
**DISEÑO DE CAJA**

**DATOS GENERALES**

FECHA: 24 - NOVIEMBRE - 2017

BOLETÍN: 01

TRAMO: CRUCE 1



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**APROBACIONES**

SACMEX

ING. MARCOS REYES SERMEÑO  
SUBDIRECTOR DE LA TÉCNICA

SACMEX

ING. JOSÉ CARRILLO RUIZ  
J.U.D DE CONSTRUCCION C-1

SACMEX

ING. FLORENCIO ROBLES LUNA  
SUBDIRECTOR DE AGUA POTABLE SUR

SACMEX

ING. RICARDO SANCHEZ PEÑA  
J.U.D OP. AP. IZTACALCO Y VENUSTIANO CARRANZA

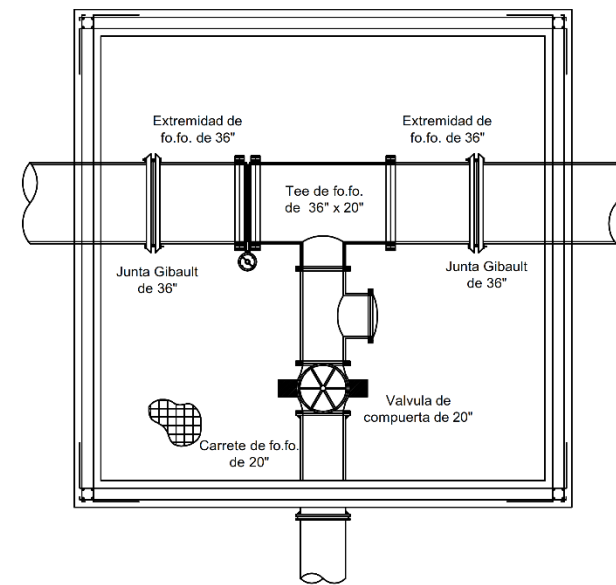
**SUPERVISIÓN EXTERNA**

ING. GERMAN A. MARTINEZ SANTOYO  
AVALON SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.A. DE C.V.

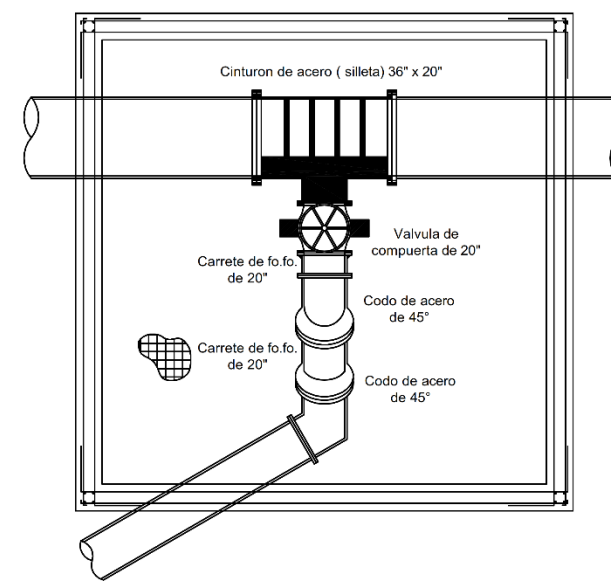
**CONTRATISTA**

P. ING. FLORES VELASCO JOSE ANTONIO,  
ACUATERRA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

**DETALLE ORIGINAL**



**DETALLE MODIFICADO**



**ESPECIFICACIONES:**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	No.	Descripción	Cantidad	Unidad
01	TEE de fierro fundido de 914 x 508 mm (36"x20")	01	Pza.	09			Pza.
02	Extremidad de Fo.Fo. de 914 mm 36" de diametro	02	Pza.	10			Pza.
03	Valvula de compuerta bastajo fijo de 508 mm (20")	01	Pza.	11			Pza.
04	Junta Gibault de 914 mm (36") de diametro	02	Pza.	12			Pza.
05	Carrete largo de Fo.Fo. de 508 mm (20")	02	Pza.				
06	Construccion de caja tipo de 3.00x3.00x2.50	01	Pza.				
07			Pza.				
08			Pza.				

**NOTAS**

Diagrama correspondiente a la conexión entre la tubería de 36" existente, a la tubería de 20" donde se observa el cambio del tipo de conexión debida a que en el detalle original se debe de poner ciertas piezas especiales que en el detalle modificado se omiten, realizando así la conexión de la tubería existente a la línea de conducción con mayor rapidez.