



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA  
MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA  
EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ  
EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Civil**

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

Jose Luis Briseño Rangel

**ASESOR DE INFORME**

Ing. Victor Manuel Martinez Hernandez



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021**

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Págs.**

contenido

INTRODUCCION.....	4
CAPITULO 1.- RECOPIACION DE INFORMACION .....	7
1.1. Problemática general.....	7
1.1.1. Formulación de la problemática .....	9
1.2. Objetivo.....	10
1.2.1. General.....	10
1.2.2. Especifico. ....	10
1.3. Justificación.....	11
CAPITULO 2.- MARCO TEORICO .....	12
2.1. Definición de conservación de las carreteras y drenaje. ....	13
2.2. Mantenimiento Periódico .....	14
2.3. Mantenimiento Rutinario .....	15
2.4. Obras de Drenaje .....	16
2.4.1. Drenaje Superficial .....	17
2.4.2. Drenaje Longitudinal.....	18
2.4.2.1. Cunetas .....	19
2.4.2.2. Bombeo.....	20
2.4.2.3. Contra cunetas .....	21
2.4.2.4. Lavaderos .....	22
2.4.3. Drenaje Transversal .....	23
2.4.3.1. Puentes .....	24
2.4.3.2. Alcantarillas y tipos .....	25
2.4.3.3. Principales elementos que constituyen una alcantarilla .....	30
2.4.4. Drenaje Subterráneo.....	32
CAPITULO 3.- ESTUDIOS PREVIOS .....	34
3.1. Estudios de mecánica de suelos.....	34
3.1.1. Objetivo de los Trabajos de Exploración.....	34
3.1.2. Descripción de los trabajos .....	34

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

3.1.3.	Ubicación de Sondeos.....	35
3.1.4.	Muestras Obtenidas en los sondeos de exploración .....	36
3.1.5.	Trabajos de laboratorio.....	37
3.1.5.1.	Descripción de las Pruebas .....	37
3.1.6.	Estratigrafía de la zona.....	38
3.1.6.1.	Perfiles Estratigráficos.....	38
3.1.7.	Análisis Geotécnico .....	39
3.1.7.1.	Modelo Geotécnico.....	39
3.1.7.2.	Capacidad de Carga Cimentaciones Superficiales Teoría de Meyerhof.....	39
3.1.7.3.	Asentamientos por Consolidación .....	40
3.2.	Mapa físico.....	42
3.2.1.	Marco geológico.....	42
3.2.2.	Características Fisiográficas .....	44
3.2.3.	Características de Hidrografía.....	46
3.2.4.	Sismicidad .....	47
3.2.4.1	Clasificación del Suelo.....	49
3.2.4.2	Espectros Para Diseño Sísmico.....	50
3.2.4.3	Respuesta Dinámica del Terreno .....	51
3.2.4.4	Espectro Sísmico .....	53
CAPITULO 4. DESCRIPCION GENERAL DE ALTERNATIVAS .....		55
4.1.	Alternativa #1.....	55
4.2.	Alternativa #2.....	58
CAPITULO 5.- ASPECTOS OPERATIVOS (PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....		63
5.1.	Patio de fabricación .....	63
5.2.	Fabricación de cajones techspan .....	64
5.3.	Reforzamiento de cimentación por inclusiones rígidas.....	68
5.4.	Transporte de cajones Techspan (prefabricado). .....	73
5.5.	Autoripage De Cajones Techspan .....	75
5.6.	Presfuerzo .....	78
5.6.1.	Definición de presfuerzo (Generalidades) .....	78
5.6.2.	Tipos de presfuerzo.....	79

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

5.6.2.1 Pretensado..... 79

5.6.2.2. Postensado..... 80

5.7. Aleros ..... 82

CAPITULO 6.- RESULTADOS Y EXPERIENCIA..... 85

CAPITULO 7.- CONCLUSIONES..... 89

# **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

## **INTRODUCCION**

Las obras de drenaje carretero han sido necesarias para la preservación en primera instancia de las carreteras sirviendo para controlar la erosión, estabilización de taludes y como protección a la estructura del pavimento.

Es de vital importancia conocer sobre las obras de drenaje que se ubicaran a lo largo de la carretera, ya que cumplen una función muy importante, que es la de conservar seco el pavimento y ayudar así a su mejor funcionamiento, evitando erosiones que a su vez genera que falle el asfalto, apareciendo grietas por todo el largo del camino.

Al mismo tiempo que han sido obras complementarias a la construcción de carreteras, han servido como medidas de mitigación de los impactos generados por la misma, puesto que al realizarse cortes al terreno y al destruir la capa vegetal, el suelo queda expuesto a la erosión, lo que es a la vez un impacto negativo al medio ambiente que es controlado por las obras de drenaje.

Este trabajo tiene como principal propósito la elaboración de la conservación rutinaria, dentro de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, dada la importancia de la infraestructura carretera y la necesidad de mantenerla en óptimas condiciones, derivado al uso de los usuarios que transitan sobre las alcantarillas por estas vías de comunicación.

El tema de tesis que presento fue una obra de emergencia a precio alzado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes en Xalapa, Veracruz.

Como antecedente, la alcantarilla sufrió daños por una lluvia atípica en el año 2013 y en ese entonces la dependencia autorizo solo el reforzamiento provisional para continuar con el movimiento del flujo vehicular, hasta que la medida fue insuficiente y se observo asentamiento en

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

el carril de la derecha dirección Veracruz en conjunto del muro mecánicamente estabilizado de la rampa de acceso.

La Secretaria de comunicaciones y Transporte (SCT) busco ante la urgencia una empresa con capacidad de financiamiento y experiencia después del proceso de selección asigno a la empresa Freyssinet de México para la ejecución de la obra del reforzamiento o reconstrucción de la alcantarilla, pidiendo a su área de proyectos la empresa Euro Estudios, las alternativas para determinar los costos, tiempo y viabilidad y fueron mostradas dos alternativas, también se vio la oportunidad de probar nuevos sistemas en reforzamiento de la alcantarilla, sin necesidad de interrumpir el flujo vehicular, importante para una zona en que la carretera es una vía de emergencia hacia la planta nuclear Laguna verde.

Cuenta con siete capítulos, en el cual capítulo 1 incluye una descripción detallada de la problemática en que se encontró la alcantarilla se muestra todo el escenario en que se encontraba y dar los objetivos a llegar con una solución viable que haga una infraestructura vial, también se muestra la justificación en base a los detalles que se describen y la importancia que tiene las obras de drenaje y en este tema la alcantarilla, en el capítulo 2 el marco teórico en este capítulo se realizó una investigación previa que sustento el tema de tesis que se está tratando, esto se hizo con la investigación y aportación de varios autores que fueron las más aceptables del tema que se está tratando, en el capítulo 3 En este capítulo se realizaron los estudios de campo, estos estudios fueron los necesarios para determinar dos alternativas y se realizó el análisis de estas sin dejar a un lado la parte de costos, tiempo y viabilidad por parte de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), en el capítulo 4 se incluye dos alternativas que se analizaron en todos los aspectos importantes de un proyecto para determinar la solución más viable en cuestión de costos, tiempo

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

y seguridad, se realizaron los análisis muy detallados los cuales llevaron a la decisión de una de las alternativas sin dejar todos los puntos importantes de un proyecto de los que se mencionaron anteriormente, en el capítulo 5 se describe el procedimiento constructivo de cada punto para mayor entendimiento a la solución que se analizó en el capítulo anterior y se dio su visto bueno, en el capítulo 6 se realizaron las conclusiones que se obtuvieron de los resultados arrojados con los estudios de campo y las experiencias obtenidas del proyecto, en el capítulo 7 se describe las conclusiones que se llegó en base a la alternativa así como los estudios de campo y determinar si fue o no factible la alternativa aceptada por la Secretaria de Comunicaciones y Transporte.

# **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

## **CAPITULO 1.- RECOPIACION DE INFORMACION**

### **1.1. Problemática general**

De los muchos problemas en una carretera estas se presentan durante las etapas de lluvia, afectando la erosión de los taludes y si no cuenta con una buena obra de alcantarilla, las consecuencias podrían ser de clase media a muy severas.

En este capítulo se describe toda la problemática que a continuación se enuncia, la inspección detallada de la alcantarilla tiene como finalidad el reconocimiento y levantamiento general de todos los problemas, daños, deterioros, deficiencias o mal funcionamiento de cualesquiera de los elementos que componen a esta estructura y sus elementos complementarios (accesos, cauce, etc.), incluyendo una determinación lo más aproximada posible de los materiales más adecuados para repararlos, tales como: reforzamiento de la cimentación, reforzamiento o reconstrucción de la alcantarilla, construcción de aleros, dentellón, etc.; así como la determinación de las principales características geométricas de la alcantarilla, de la subestructura sus accesos y el cauce, empleando para ello equipo de medición, manual o electrónico y equipo de precisión.

Por lo que respecta al levantamiento de daños, se realiza un levantamiento de longitud y grosor de grietas, inspección de losa de cimentación, dimensionamiento de fracturas en los aleros, etc., siendo necesario reportar el tipo de daño, su ubicación y su magnitud. Finalmente, para la definición y determinación de los daños, y de la obtención de la geometría de la estructura, se procede a la realización de los planos de geometría y de los daños detectados en todos y cada uno de los elementos que la integran. El número de planos será en número necesario a fin de que se representen en forma clara y detallada las características geométricas de la estructura, así como los elementos dañados. Como producto de la Inspección detallada, se realizan alternativas de



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

solución, para llevar a cabo el proyecto ejecutivo para el reforzamiento y/o reconstrucción de la alcantarilla.

En esta etapa se desarrolla el proyecto ejecutivo de reforzamiento y/o reconstrucción de la alcantarilla con base en la alternativa seleccionada y conforme a lo indicado en las especificaciones y normas correspondientes en base a la M-PRY-CAR-4-01-003/16, Proyectos de obras menores de drenaje, Diseño Estructural de Obras Menores de Drenaje, deberá contener la volumetría y el procedimiento constructivo, las normas y especificaciones técnicas, aquí se debe incluir la reparación de los elementos que presenten daños debido al uso cotidiano de la estructura, así como el reforzamiento general de la estructura de la alcantarilla, de sus componentes auxiliares y de sus obras exteriores, incluyendo de requerirse el cambio de aleros dentellones. La alcantarilla no conduce agua con corrientes fuertes ya que es solo un vaso regulador y por la vegetación que se observa en la zona, el agua la utilizan para el riego de los sembradíos. La alcantarilla tiene una longitud 36 m. Sobre la alcantarilla en los carriles centrales, el terraplén de la rampa alcanza una altura de 2.00m.

Por esta y muchas razones mas es muy importante la conservación y mantenimiento del drenaje superficial, subterráneo, así como su diseño correcto para evitar excesivos gastos en estas obras y poder una infraestructura vial con un buen funcionamiento con una vida útil larga.

Se muestra la localización de la alcantarilla esta se encuentra en el Km. 38+287 aproximadamente de la carretera Poza Rica - Veracruz, se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas siguientes: Latitud 19° 29' 6.81" Longitud 96° 23' 7.85", como se muestra en la figura 1.1.(a)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 1.1.(a) Localización de PSV (Puente Superior Vertical) San Isidro y de la Alcantarilla  
Km. 38+287

**1.1.1. Formulación de la problemática**

¿La alternativa que se acepto es funcional y garantizara el buen estado de la calzada existente?

¿Se podrá obtener los asentamientos diferenciales para tener una comparativa y determinar una recomendación a solucionar el problema de la alcantarilla?

¿La capacidad de carga es suficiente para el peso de los cajones Techspan?

¿Será posible el mejoramiento del sistema de autoripage de los cajones techspan?

¿Es posible determinar el aporte, en el diseño de prefabricación de cajones techspan con el sistema de autoripage para futuros reforzamientos de alcantarillas en las carreteras?

# **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

## **1.2. Objetivo**

### **alcantarilla lado derecho (Poza Rica- Veracruz)**

#### **1.2.1. General**

El objetivo principal de esta tesis es mostrar todas las alternativas en base a las condiciones que se encontraba la alcantarilla, así como los estudios de campo, para tomar la solución mas factible para al final llegar con el fin que los usuarios tengan una infraestructura vial.

#### **1.2.2. Especifico.**

Los objetivos específicos de esta tesis son:

- Diseñar la obra de alcantarilla mediante un análisis detallado para conocer qué tipo de solución sea más factible.
- Recabar los datos de campo para el estudio de la alcantarilla en carreteras y determinar las alternativas en la reconstrucción o reforzamiento de la alcantarilla.
- Emplear diversas herramientas y aplicaciones computacionales que faciliten el manejo de la información y se encarguen de proporcionar resultados útiles para el diseño óptimo de la alcantarilla.
- Implementar nuevos sistemas de reforzamiento que obtengan el beneficio, costo, tiempos, viabilidad y sin interrumpir el flujo vehicular.

# **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

## **1.3. Justificación**

Durante mucho tiempo las obras de drenaje han sido muy importantes para la preservación de las carreteras, estas han jugado un papel muy importante para el control de la erosión, así como el de la estabilidad de taludes y la infraestructura del pavimento. Su tema principal de esta tesis es dar a conocer los métodos, características y condiciones que llevaran a emplear una elaboración en el reforzamiento o reconstrucción de la alcantarilla.

Se profundizó en toda la alcantarilla la revisión por medio de un análisis detallado sin descuidar ningún detalle de los demás elementos estructurales de la alcantarilla, observando que existen problemas estructurales.

Por estas razones se justifica realizar una obra con un buen sistema de alcantarilla que conseguirá un impacto positivo tanto en las carreteras, así como en el medio ambiente. Al contrario de no realizarla

# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

## CAPITULO 2.- MARCO TEORICO

En esta parte mi investigación esta soportada por varios autores que mencionan temas con respecto a este tema de tesis.

La función principal de la alcantarilla es de la mantener alejada el agua de la infraestructura carretera para que no dañe el pavimento esto sucede de la siguiente manera.

- En una disminución en la adherencia entre la superficie de rodamiento y los neumáticos de los vehículos o de cualquier tipo de transporte.
  - El exceso de agua genera o da origen a baches al reblandecimiento del pavimento
- No permitir que el agua no llegue a la carretera es el éxito o fracaso de una buena obra de infraestructura vial.

En este capítulo se analizarán la necesidad de la conservación y mantenimiento de las carreteras y su importancia junto con los sistemas de drenaje que existen en los proyectos carreteros

Conservación de las carreteras

Mantenimiento Periódico

Mantenimiento Rutinario

Obras de drenaje

Drenaje Superficial

Drenaje Longitudinal

Drenaje Subterráneo.

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **2.1. Definición de conservación de las carreteras y drenaje.**

En busca de información referente a la conservación de las carreteras y drenajes es conveniente esta descripción que es el procedimiento que realiza la SCT (Secretaria de Comunicaciones y Transporte), por lo cual la guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México es aceptable para soporte de esta investigación.

Las acciones que se hacen para conservar cualquier elemento del camino en buen estado o en una situación óptima para evitar su degradación, la norma que rige este proyecto es N-CSV-CAR-3-01-003/02 Obras de Drenaje y Subdrenaje, Reparación de Alcantarillas que tiene como conjunto de actividades que se realizan para reparar y restituir a las condiciones originales de operación para la carretera, esta norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de reparación de alcantarillas, de los sistemas de drenaje para carreteras.

Trabajo periódico de carácter preventivo y planificado que se realiza en las construcciones durante su explotación para conservar las propiedades y capacidades funcionales que son afectadas por la acción del uso, agentes atmosféricos o su combinación, que sus elementos componentes fundamentales sean objeto de su modificación o sustitución total o parcial.

De modo que podrán establecerse prioridades para obtener una estrategia de conservación que logre objetivos estratégicos como, por ejemplo:

- Diseñar e implantar un programa de conservación de la red federal de carreteras, que permita mantener en buenas y aceptables condiciones la red.
- Atender los puntos de conflicto para incrementar la seguridad.

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

- Reforzar los elementos de toma de decisiones para una gestión que optimice la utilización de los recursos.
- Preservar el patrimonio vial de la red federal libre de peaje, reduciendo el costo de operación de sus usuarios.
- Proporcionar un mejor servicio al usuario, tanto en lo que se refiere a su comodidad como seguridad.
- Contar con un instrumento en materia de conservación que permita reducir costos de contratación y facilitar la gestión vial agrupando las diversas actividades en un solo contrato. (hung, 2014)

### **2.2. Mantenimiento Periódico**

La guía de procedimiento y técnicas para la conservación de carreteras en México SCT define claramente en que consiste el mantenimiento periódico y es el conjunto de obras a ejecutar en una vía, que se realizan en vías pavimentadas y/o en vías en afirmado, que comprende la realización de actividades de conservación y/o mantenimiento periódico, a intervalos variables, relativamente prolongados, destinado primordialmente a recuperar los deterioros de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y/o por fenómenos climáticos, también podrá contemplar la construcción de algunas obras de drenaje menores y de protección, faltantes en la vía. El mantenimiento periódico está dirigida a restituir las características de servicio de la superficie de rodadura. Este subprograma contribuye a mejorar el estado físico de las carreteras y es el más importante desde el punto de vista presupuestal, ya que representa el 47% de la inversión del PNCC (Programa Nacional de Conservación de Carreteras). Son trabajos que se ejecutan como resultado de un Dictamen Técnico. Las actividades principales que constituyen la conservación periódica

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

son: reconfiguración; limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas; escarificación del material de afirmado existente; extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales; reposición de pavimento en algunos sectores; bacheo y/o parcheo; reconstrucción de obras de drenaje: construcción de obras de protección y drenajes; demarcación lineal y señalización vertical. Todo esto está dirigido a restituir la calidad de la superficie de rodadura con vidas útiles de 3 a 6 años.

### **2.3. Mantenimiento Rutinario**

El mantenimiento rutinario es de gran importancia para mantener en buenas condiciones las carreteras y que su corrección no sea severa y con un gasto mayor, en esta guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México, se describe el proceso que llevan a cabo para que los proyectos carreteros estén en óptimas condiciones. La conservación rutinaria corrige deterioros superficiales en los pavimentos, originados por la repetición continua de cargas y por agentes climáticos que disminuyen el nivel óptimo de operación de las carreteras. Considerando que de todos los elementos que componen un camino, la superficie de rodamiento es la que brinda la posibilidad de un tránsito económico, seguro y cómodo, es muy importante, en beneficio del usuario, corregir los datos con acciones de reconstrucción o rehabilitación más costosas. Los trabajos más comunes son: superficie de rodadura, bacheo, relleno de grietas, nivelación, desazolve de drenaje, limpieza de cunetas y corte de la hierba al costado del camino, limpieza reparación y reposición de señalamiento, pintura y aplicación de microesfera. (Hung, 2014)



## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **2.4. Obras de Drenaje**

Se buscó información sobre este tema de obras de drenaje y se encontró en la guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México (SCT) se obtuvo esta descripción detallada de los trabajos de conservación que es importante en la investigación del proyecto de las alcantarillas.

En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje, la base para lograr un funcionamiento eficiente del mismo es disponer de un sistema de inspección establecido que permita una adecuada programación. Estas inspecciones y la programación correspondiente deben sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

- 1.- Deben efectuarse como mínimo dos inspecciones al año de todo el sistema, de manera que una de ellas se lleve a cabo con la anticipación suficiente para programar las labores de limpieza y/o reparaciones urgentes y terminarlas antes de la temporada de lluvias.
2. Deben efectuarse inspecciones durante las lluvias fuertes o tormentas y después de ellas, ya que ésta es la única manera efectiva de juzgar si las obras y su funcionamiento son adecuados.
3. Durante la temporada de lluvias, debe darse atención preferente a las labores de limpieza, efectuándolas con la periodicidad necesaria para cumplir con un buen funcionamiento.
4. Es necesario poner de relieve que en el caso de obras de drenaje, las labores de conservación no deben limitarse a mantener en buenas condiciones las existentes, sino que debe estudiarse constantemente su funcionamiento para lograr corregir, mediante las obras adicionales, los

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

defectos u omisiones de proyecto y/o construcción, que la experiencia en la conservación del camino indique como necesarias.

Las obras de drenaje en proyectos carreteros han sido necesarias para la preservación en primera instancia de las carreteras, sirviendo para controlar la erosión, estabilización de taludes y como protección de la estructura del pavimento. Sin embargo, al mismo tiempo que han sido obras complementarias a la construcción de carreteras, han servido como medidas de mitigación de los impactos generados por la misma, puesto que al realizarse cortes al terreno y al destruir la capa vegetal, el suelo queda expuesto a la erosión lo que es a la vez un impacto negativo al medio ambiente, el cual es controlado con las obras de drenaje. (Hung, 2014)

### **2.4.1. Drenaje Superficial**

En base a la investigación de varios autores sobre drenaje superficial concuerdo con un concepto El drenaje superficial, en particular, es básico en toda la infraestructura lineal, ya que de alguna manera establece el nivel de seguridad que tiene para:

- Funcionar correctamente durante una precipitación.
- Asegurar un buen funcionamiento de un eventual drenaje subterráneo.
- Permitir un acceso adecuado al territorio cuando la precipitación ya ha terminado.

El drenaje superficial tiene la función los excesos de agua acumulados sobre la superficie del terreno, a causa de lluvias muy intensas y frecuentes, topografía muy plana e irregular y suelos pocos permeables. El sistema está conformado por el drenaje longitudinal y el drenaje transversal.

Fig. 2.4.(a) (Kraemer, Septiembre 2003)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



**Figura: 2.4.(a). Drenaje superficial, fuente obtenida: (inka) Ingenio constructivo cunetaguas.**

#### **2.4.2. Drenaje Longitudinal**

En el drenaje longitudinal lo conforman todas aquellas obras construidas longitudinalmente sobre el pavimento cuyo objetivo de estas es la de “proporcionar un medio para que el agua superficial que escurre por cauces naturales o artificiales de moderada importancia, en forma permanente o eventual pueda atravesar bajo la plataforma de la carretera sin causar daños a estos riesgos al tráfico o a la propiedad adyacente”.

Para eludir el impacto negativo que puede ocasionar el agua tanto en la estabilidad en el cual se construyen obras como las contra cunetas y en la durabilidad del pavimento,

El drenaje longitudinal evita la acumulación de agua en los márgenes de los caminos o sendas, favoreciendo su circulación a lo largo del mismo mediante cunetas o permitiendo su paso bajo la plataforma y facilitando que escurra ladero abajo. Esto se logra con las cunetas, contracunetas, tener un buen bombeo en el pavimento que haga que el agua escurra por las cunetas y las lleve a los lavaderos. Fig. 2.4.(b) (Rubi, s.f.)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura: 2.4.(b). Drenaje longitudinal, Fuente obtenida por la página

<https://www.cementonsinka.com>

#### **2.4.2.1. Cunetas**

Las cunetas son canales que se encuentran ubicadas en los extremos de la carretera ya sea revestidas o no revestidas que captan el agua de lluvia dirigiéndola a un lugar donde no afecte en el pavimento de la carretera.

Las cunetas pueden construirse de diferentes materiales dependiendo de la velocidad de la circulación del agua. (Kraemer, Septiembre 2003)

Una velocidad muy superior a la tolerable por el material de la cuneta provocaría arrastres y erosiones de esta, esto reduciendo la funcionalidad de la cuneta. Fig. 2.4.(c) (Velazquez, s.f.)

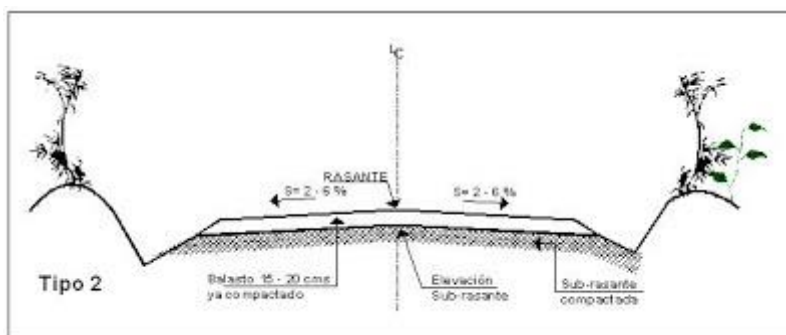
**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



**Fig. 2.4.(c) Cuentas Fuente obtenida por la página [www.istram.net](http://www.istram.net)**

#### **2.4.2.2. Bombeo**

El bombeo consiste en proporcionar a la corona del camino, ubicada en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal desde el centro del camino hasta los hombros. Su función es dar salida expedita al agua que caiga sobre el pavimento y evitar en lo posible que el líquido penetre en las terracerías. El bombeo debe ser del 4% como máximo. Constructivamente el bombeo se forma en la medida que el camino se va construyendo desde su terracería, hasta el pavimento, dando las elevaciones necesarias con mayor altura si este fuera el caso *Fig. 2.4.(d) (Bustamante, 2009)*



**Fig.2.4.(d) bombeo en carreteras, fuente obtenida de página**

[www.mantenimientocarreterasvias.blogspot.com](http://www.mantenimientocarreterasvias.blogspot.com)

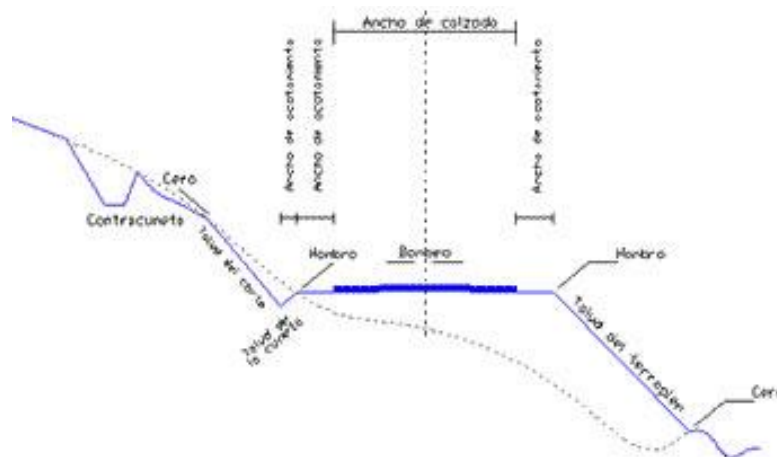
## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### 2.4.2.3. Contra cunetas

Las contracunetas son importantes para que el agua no llegue a la infraestructura vial y que logran una mejor captación del escurrimiento laminar.

Las contracunetas son canales que se construyen en la parte superior de los taludes de corte, con el objetivo de recoger las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje. (Pulecio-Diaz, Nov 2015)

La Norma que contiene todos los aspectos por considerar en los trabajos de limpieza de contracunetas de los sistemas de drenaje para carreteras es la N-CSV-CAR-2-01-001/01. Se anexa Fig.2.4. (e).



**Figura 2.4.(e) Localización de una contra cuneta trapezoidal en un terreno natural fuente:**

[www.construaprende.com/docs/tesis/297](http://www.construaprende.com/docs/tesis/297)

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### 2.4.2.4. Lavaderos

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería concreto hidráulico o metálicos. Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridero natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran. Se anexa fig. 2.4.(f)

(<https://sites.google.com/site/soilmechanicsiiunam>, s.f.)

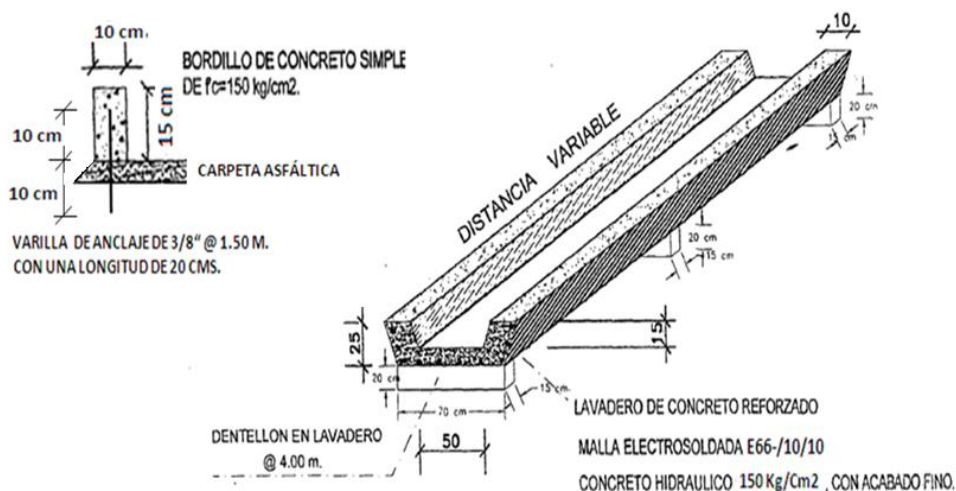


Fig. 2.4.(f). descripción detallada de lavadero. Fuente obtenida de la página

[www.ley.exam-10.com](http://www.ley.exam-10.com)

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **2.4.3. Drenaje Transversal**

El drenaje transversal es la que permite el paso del agua a través de cauces naturales bloqueados por la infraestructura viaria. Varios autores en un artículo de investigación sobre los diferentes tipos de drenaje hacen mención sobre lo que es el drenaje transversal.

Se denomina obra de drenaje transversal a toda aquella que permita la continuidad de la red de drenaje natural del terreno en el sentido transversal del flujo.

El objetivo del drenaje transversal es la de permitir la circulación del agua que no se pueda esquivar y tenga que pasar forzosamente de un punto hacia otro sobre el camino. Las obras principales en el drenaje transversal son las alcantarillas y los puentes dejando en claro lo importante que son estas obras para los proyectos carreteros.

El drenaje transversal de la carretera se consigue mediante alcantarillas cuya función es proporcionar un medio para que el agua superficial que escurre por cauces naturales o artificiales de moderada importancia, en forma permanente o eventual, pueda atravesar bajo la plataforma de la carretera sin causar daños a esta, riesgos al tráfico o a la propiedad adyacente.

Coincido con el autor, ya que la alcantarilla es un componente primordial del drenaje transversal considerada como una estructura pequeña, pero en el proyecto de la carretera resulta importante e incide en los costos de estas mismas.

Para este tipo de drenaje el no realizar un buen diseño puede ocasionar problemas y se requiere una vía diseñado para que cumpla la función de recepción canalización y salida.

Con una velocidad excesiva del agua esto puede provocar erosión remontante que puede afectar a la obra transversal de drenaje, al cuerpo de relleno que la rodea y, eventualmente, a la plataforma.2.4.(g) (jose arreaza, Noviembre 2012)



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

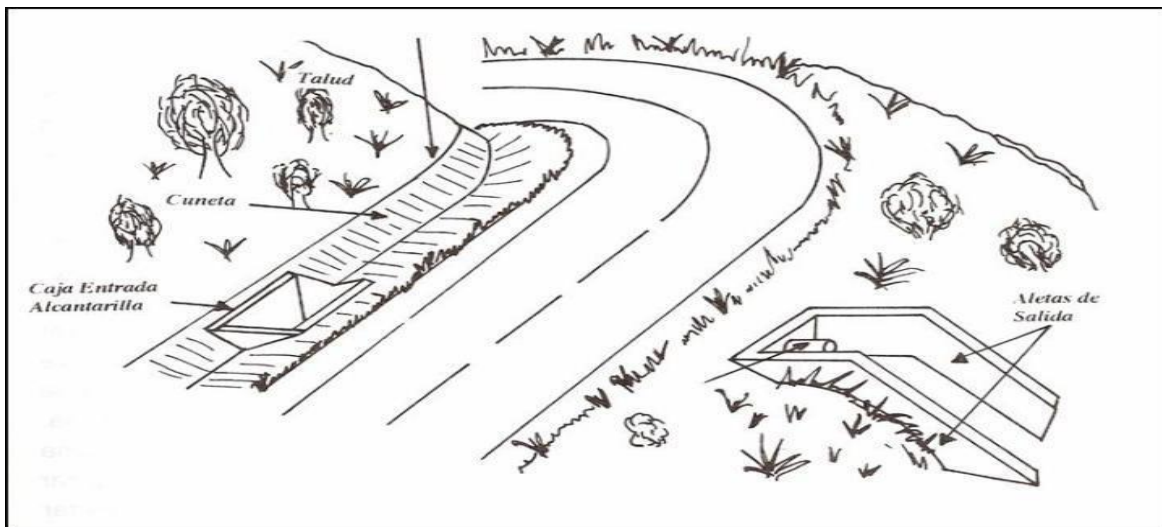


Figura 2.4.(g) Drenaje Transversal, alcantarilla atravesando la vía carretera  
Cortesía de Revista Digital De Ingeniería, Arquitectura, Ciencia y Tecnología

### **2.4.3.1. Puentes**

En base a la investigación que realicé para este tema encontré una definición que da este autor y concuerdo con él.

Los puentes es una de las estructuras de drenaje más espectaculares en una vía terrestre, siendo uno de los principales del drenaje transversal, es decir, que permite el paso de grandes volúmenes de agua, río arroyos, a través de la obra en una dirección perpendicular a ella. Los puentes son obras necesarias para poder librar ríos o arroyos que tienen un caudal muy importante normalmente los puentes tienen un claro mayor a 6.00 metros y regularmente se construye de concreto y algunas veces se construyen de estructuras de acero. Fig. 2.4.(h) (Eduardo Casanova, s.f.)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Fig. 2.4.(h) Puente San marcos Cdmx-Tuxpan. Cortesía Freyssinet de México

**2.4.3.2. Alcantarillas y tipos**

Son conductos cerrados de forma variada, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de la subrasante de una carretera, para conducir hacia cauces naturales el agua lluvia que proviene de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos, canales de riego, cunetas o del escurrimiento superficial de la carretera. Sus dimensiones deben ser correctamente establecidas y en ocasiones se requiere brindar una protección contra la socavación.

A continuación, se muestran los diferentes tipos de alcantarillas que existen en los proyectos carreteros.

**a.1) Alcantarillas en bóveda maciza o de concreto armado.**

Son estructuras que resisten grandes rellenos encima de su techo. Casi siempre formadas por secciones de espesores variables y con geometría de arcos circulares o parabólicos, en la fotografía se puede observar este tipo de alcantarillas. Figura 2.4.(i)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Fotografía 2.4.(i). Batería de alcantarillas abovedada Fuente: Maccaferri

**a.2) Alcantarillas metálicas.**

Especialmente utilizadas cuando el relleno es de mediana altura y de solución muy interesante cuando el terreno de fundación (significa que la capa de suelo a la estructura del pavimento está preparada y compactada) es malo, están formadas por tubos metálicos prefabricados o chapas acanaladas de acero galvanizado, pre moldeadas para formar tubos de diámetros previsto.

Funcionan como estructuras elásticas ó flexibles, por lo cual se adaptan a las presiones del relleno que soportan.

Se recomienda que el relleno mínimo sobre las alcantarillas metálicas sea de 60 cm. y pueden soportar el paso de grandes cargas rodantes sobre la calzada. Este tipo se puede apreciar en la fotografía 2.4.(j)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Fotografía 2.4.(j) Batería de alcantarillas abovedada Fuente: Maccaferri

**a.3) Alcantarillas circulares o Tubos de Concreto simple y armado.**

Generalmente cuando las corrientes de agua son reducidas, se les da paso mediante alcantarillas formadas por tubos. Para pequeños diámetros es suficiente fabricarlos con mezcla húmeda de cemento y arena.

Son tubos enterrados, generalmente de diámetros no menores de 90 cm, para facilitar su limpieza y la economía, cuidando también que no sean tubos de diámetros grandes ya que son muy costosos.

Para terraplenes destinados a vías férreas se aceptan tubos en concreto simple hasta 0.8 metros. de diámetro, siempre que sobre el tubo el relleno sea superior a 3 m. y si el terreno es malo se debe colocar una capa de concreto y a veces inclusive revestir el tubo con ella, figura 2.4 (k)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Fotografía 2.4.(k) Batería de alcantarillas circulares de concreto Armado Fuente: Maccaferri

Pasados los 0.8 m. de diámetro se debe emplear tubos de concreto armado, porque aparecen tensiones de tracción tanto en la fibra interior como en la exterior, por lo que se dispone armadura anular en ambas caras de la pared del tubo con armadura de distribución longitudinal, ver figura 2.4.(l).

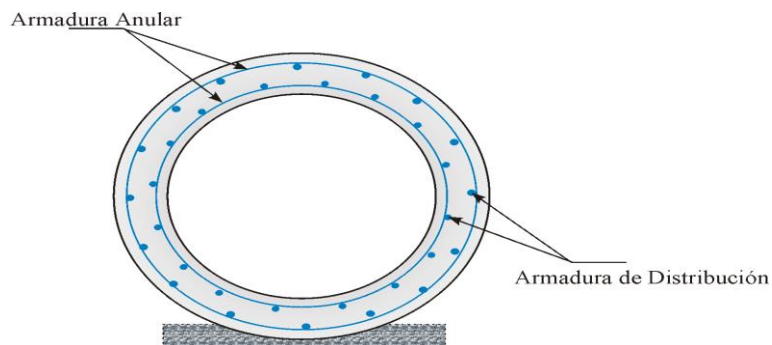


Figura 2.4.(l). Tubo en concreto armado Fuente: Maccaferri

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Pruebas realizadas para las mismas condiciones de carga y diámetro de tubo sobre alcantarillas rígidas que corresponden al caso anterior y alcantarillas flexibles que son fabricadas con plancha metálica muestran las presiones de la figura 2.4.(m), es decir que al parecer las flexibles son las que mejor se acomodan al terraplén, sin embargo, para la elección final se debe relacionar costos.

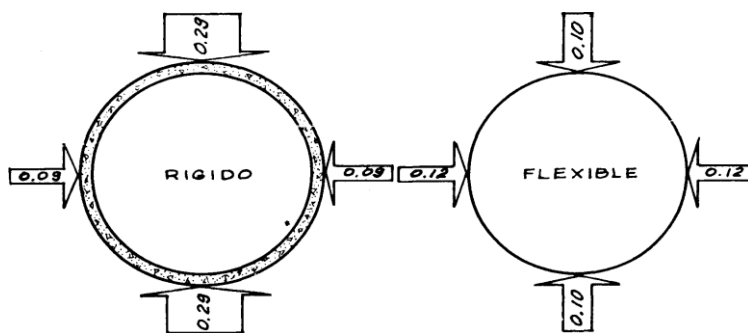


Figura 2.4.(m). Presiones comparativas vertical y horizontal en tubos

Fuente: (Puentes de Hugo Belmonte)

### a.4) Alcantarillas cajón.

Cuando la altura del relleno es pequeña o nula la solución normal puede ser un sistema aporticado o el uso de secciones cajón, ver fotografía 2.4.(n).



Fotografía 2.4.(n) Alcantarillas Cajón de concreto Armado Fuente: Maccaferri

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Son empleadas frecuentemente para luces que no llegan a los 10 metros, pero si el terreno de fundación es de mala capacidad puede alcanzar luces hasta de 12 metros, están formadas por dos paredes laterales, una tapa y fondo, generalmente de sección constante y a veces presentan unas cartelas en las esquinas.

Algunas veces no tienen relleno encima por lo cual las cargas rodantes estarán en contacto con la losa de tapa; otras veces tienen relleno encima. (<https://documents.ec/document/013-capitulo-5-puente-losa-y-alcantarilla.htm>, s.f.)

### 2.4.3.3. Principales elementos que constituyen una alcantarilla

**a) Cabezales.** - Son muros que retienen el material del terraplén protegiéndolo de la erosión y dando estabilidad al extremo de la tubería, al actuar como un contrapeso ante la presencia de fuerzas de subpresión. Además, guían la corriente y le proporcionan un mayor ancho a la vía, ofreciendo seguridad al conductor. Para que su funcionamiento sea adecuado y se garantice una mayor vida útil, se recomienda considerar los siguientes aspectos. (Guatemala-Alemania, 2001)

a.1 Las dimensiones de los cabezales deben impedir el deslizamiento de los taludes inmediatos hacia b canal de la corriente.

a.2. La excavación requerida debe quedar prevista durante la colocación de las alcantarillas.

a.3. Pueden ser construidos de concreto reforzado, de mampostería o de concreto ciclópeo

a.4. Su construcción se realizará inmediatamente después de colocada la alcantarilla, para evitar un desacomodo de los tubos.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

a.5. No es recomendable construirlos en secciones de relleno y de ser necesario, se deberá revestir y escalonar al canal de salida.

a.6. Se pueden construir dentellones para evitar la socavación del cabezal.

**b) Muros de alas o aleros.** - Mejoran el desempeño hidráulico de la alcantarilla, ayudando a guiar el flujo hacia ella. Deben tener una longitud y una orientación que asegure la entrada del flujo al conducto.

**c) Ducto.** - Su fin es garantizar la conducción del flujo de un lado a otro de la vía, evitando infiltraciones que vayan a afectar a la estructura del pavimento. concreto armado, acero corrugado, plástico y arcilla vítrea son los materiales más recomendados para su construcción. La selección del material depende del alto nivel corrosivo que puede presentarse en la zona de instalación, dando preferencia a las alcantarillas de concreto

**d) Boca de entrada.** - Para estructuras de entrada. - Otra estructura que se usa generalmente a la entrada de una alcantarilla es un cajón, sobre todo cuando se está ante la presencia de un talud con pendiente pronunciada al ingreso, que de llegar a producir un deslizamiento de material ocasionaría obstrucciones considerables en la boca de entrada del cabezal y alteración en la libre circulación del flujo; y cuando el espacio es reducido para permitir la instalación de un cabezal con muro de alas. Por ello, el material del cajón es de concreto y sus dimensiones son establecidas en base a lo anteriormente expuesto. Ver figura 2.4.(m) (Byron, 2013)



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

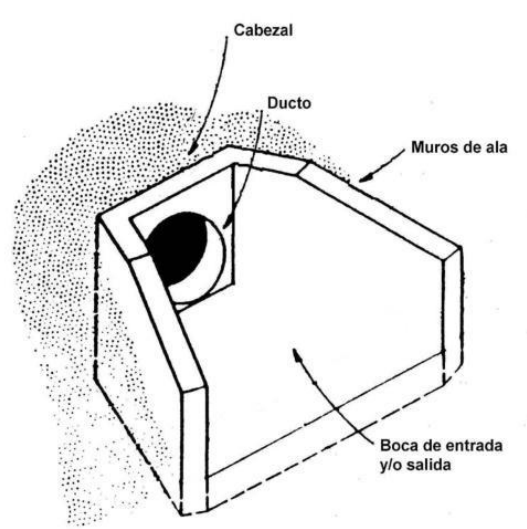


Figura 2.4.(m). Principales elementos que constituyen una alcantarilla.

Fuente: MTOP 2003

#### **2.4.4. Drenaje Subterráneo**

El drenaje subterráneo tiene por objeto impedir el acceso del agua a capas superiores de la carretera, especialmente al firme, por lo que debe controlar el nivel freático del terreno y los posibles acuíferos y corrientes subterráneas existentes.

En la opinión del autor Sosa I. H. el drenaje subterráneo, es un tipo de drenaje construido bajo las superficies de los caminos cuyo fin es eliminar el agua subterránea que pueda aparecer y no permitir que esas aguas suban a la plataforma de la vía y la dañen.

En definitiva, el drenaje subterráneo se construye no para remediar el proyecto, pero si para eliminar la corriente de agua. En particular, el drenaje es de utilidad muy reducida Fig. 2.4.(n).

(Sosa, 2006)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 2.4.(n) Drenaje Subterráneo, Fuente obtenida por la pagina

[https://blog.structuralia.com/mantenimiento-de-los-elementos-de-desague-y-de-drenaje-en-carreteras.](https://blog.structuralia.com/mantenimiento-de-los-elementos-de-desague-y-de-drenaje-en-carreteras)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **CAPITULO 3.- ESTUDIOS PREVIOS**

#### **3.1. Estudios de mecánica de suelos**

Para describir el estudio de mecánica de suelos encontré una descripción aceptable en la norma mexicana N-PRY-CAR-4-01-001 Proyectos de obras menores de Drenaje. Un estudio de mecánica de suelos que incluya por lo menos un sondeo a cielo abierto, que permita conocer el tipo, las características y la estratigrafía del suelo en el sitio donde se construirá la obra menor de drenaje.

##### **3.1.1. Objetivo de los Trabajos de Exploración**

Los trabajos de exploración tienen como objetivo conocer la estructura del subsuelo, extraer muestras inalteradas o alteradas para la realización de los trabajos de laboratorio, ya que con esto se determinan las propiedades físicas y mecánicas de la estructura del subsuelo en la zona de estudio.

##### **3.1.2. Descripción de los trabajos**

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de dos sondeos de penetración estándar (SPT) de 9.00 y 15.00 m de profundidad aproximadamente, de donde se obtuvieron muestras alteradas de suelo. Además, se realizaron dos pozos a cielo abierto (PCA) a 1.50 y 1.70 m de profundidad, de donde se obtuvieron muestras cúbicas.

La prueba de penetración estándar (SPT), consiste en hincar un penetrómetro 45 cm en el suelo por medio de golpes aplicados con una masa de 64 Kg, la cual se deja caer de una altura de 75 cm. Se cuenta el número de golpes en cada uno de los tres tramos de 15 cm que debe penetrar el

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

muestreador y se define la resistencia a la penetración como el número de golpes, N, necesarios para avanzar los últimos 30 cm.

En caso de que el penetrómetro no pueda penetrar los 45 cm, la prueba se suspende cuando se han dado 50 o más golpes. Tomando en consideración que los primeros 15 cm no se toman en cuenta debido a que en esta zona se tiene una alteración, inducida por la prueba. Cuando se encuentren suelos muy compactos con un número de golpes mayor de 50, se emplea para su avance, broca tónica, o bien, mediante el procedimiento de lavado en suelos y barril NQ en rocas. (BRAJA, 2011)

### 3.1.3. Ubicación de Sondeos

Ubicación y profundidad de los Sondeos de exploración realizados para el Alcantarilla Km. 38+287 Euro Estudios empresa encargada de proyecto, 2014). Figura 3.1.(a)

<b>SONDEO No.</b>	<b>TIPO DE SONDEO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>
1	SPT-1	Hacia Veracruz	15.00
2	SPT-2	Hacia Poza Rica	9.00
1	PCA-1	Hacia Poza Rica	1.70
2	PCA-2	Hacia Veracruz	1.50

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 3.1.(a) Ubicación y profundidad de Sondeos de exploración del Alcantarilla Km. 38+287

#### **3.1.4. Muestras Obtenidas en los sondeos de exploración**

En los sondeos de exploración elaborados para el presente informe se obtuvieron muestras alteradas, obtenidas mediante penetrómetro.

En el sondeo SM-1 se obtuvieron 17 muestras alteradas, de las cuales 5 se obtuvieron con barril NQ.

En el sondeo SM-2 se obtuvieron 11 muestras alteradas, de las cuales 1 se obtuvieron con barril NQ.

Se obtuvo una muestra cúbica del pozo a cielo abierto en el PCA-2. Ver Anexo 1

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **3.1.5. Trabajos de laboratorio**

El objetivo de los trabajos de laboratorio consiste en la determinación de las propiedades índice, mecánicas y de deformación de los materiales, las cuales son necesarias para realizar los análisis geotécnicos correspondientes.

El sistema estructural del suelo se define en su totalidad en la fase exploratoria, la fase final es el evaluar las propiedades pertinentes de los estratos críticos que se hayan identificado utilizando los resultados de los ensayos de laboratorio de muestras alteradas.

#### **3.1.5.1. Descripción de las Pruebas**

Como parte de la etapa de laboratorio, se tiene contemplado la realización de las siguientes pruebas a todas las muestras alteradas obtenidas durante los trabajos:

Pruebas índices:

- Contenido de agua, según la norma AASHTO ASTM D 2216.
- Granulometría por mallas, según la norma AASHTO T 88 (ASTM D 422)
- Porcentaje de finos, según la norma AASHTO T 88 (ASTM D 422)
- Límites de consistencia, según la norma AASHTO T 90 (ASTM D 4318)
- Densidad de sólidos, AASHTO T 100 (ASTM D 854)

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **3.1.6. Estratigrafía de la zona**

Con la información recabada de los sondeos exploratorios realizados y a los resultados de los ensayos de laboratorio, se llevó acabo la interpretación y definición de la estratigrafía particular de cada uno de los sondeos, también se elaboró el perfil paralelo al eje del Alcantarilla Km. 38+287, estimando su desarrollo en base en a los dos sondeos mixtos realizados y a los dos pozos a cielo abierto. (Ver Anexo No. 2 y 3 “Perfiles Estratigráfico y Perfiles Estratigráficos Transversal”).

Las propiedades mecánicas de cada estrato se obtuvieron a partir de correlaciones empíricas, a partir del número de golpes reportado en la campaña de exploración y de los resultados de los ensayos de laboratorio.

#### **3.1.6.1. Perfiles Estratigráficos**

A continuación se incluye una descripción del perfil estratigráfico de cada uno de los sondeos realizados por Euro Estudios en la zona de la Alcantarilla, Km. 38+287, en donde se indica su estratigrafía, su descripción en campo, el intervalo de número de golpes, clasificación SUCS, el perfil de contenido de agua, contenido de finos y demás resultados de los ensayos de laboratorio, considerando que algunas de las propiedades mecánicas y de deformación fueron calculadas mediante correlaciones empíricas. Ver Anexo 4

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**3.1.7. Análisis Geotécnico**

**3.1.7.1. Modelo Geotécnico**

De acuerdo con los resultados de la exploración y laboratorio, se determinó el modelo geotécnico para realizar los análisis geotécnicos enunciados en los alcances de este informe.

A continuación, se presenta el modelo Geotécnico de la Alcantarilla Km. 38+287. Ver Anexo 5

**3.1.7.2. Capacidad de Carga Cimentaciones Superficiales Teoría de Meyerhof**

El análisis de capacidad de carga última de la cimentación se realizará empleando la teoría de Meyerhof, la cual se expresa en la siguiente ecuación general:

$$q_{ult} = cN_c S_c d_c + qN_q S_q d_q + 0.5\gamma B N_\gamma d_\gamma$$

Donde:

Factores de capacidad de carga

$S_c, S_q, S_\gamma =$  Factores de forma

$d_c, d_q, d_\gamma =$  Factores de profundidad

$N_c, N_q, N_\gamma =$  Factores de carga

Sin embargo, para el diseño de la cimentación, la capacidad de carga última es reducida por un factor de seguridad, dada la incertidumbre que puede existir acerca del comportamiento y las cargas a que estará sujeto el suelo, para todas las teorías. La capacidad admisible estará dada por:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.}$$

En general, el factor de seguridad (F. S.) para cimentaciones superficiales varía de 2 a 3, para este caso tomaremos un factor de seguridad de 3.



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

$$S_e = q_0 (\alpha B') \frac{1 - \mu^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde:

$S_e$  = Asentamiento elástico

$q_0$  = Presión neta aplicada sobre la cimentación.

$\alpha$  = Factor que depende sobre de la ubicación sobre la cimentación donde se calcula el asentamiento

$E_s$  = Modulo de elasticidad promedio del suelo medido desde  $z= 0$  a  $z= 5B$

$I_s$  = Factor de Forma

$I_f$  = Factor de profundidad

Para el cálculo de la capacidad de carga para cimentaciones superficiales, se tomó en consideración lo encontrado en la exploración geotécnica y los resultados de laboratorio. Con esta información se calculó la capacidad de carga para una cimentación superficial corrida con un ancho de 4.00 m y se consideró un nivel de desplante de 4.00m.

### **3.1.7.3. Asentamientos por Consolidación**

El asentamiento por consolidación ocurre al paso del tiempo en suelos arcillosos saturados sometidos a una carga incrementada ocasionada por la construcción de una estructura. Por lo tanto, la fórmula para calcular el asentamiento por consolidación es la siguiente:

$$S_{c(p)} = \int \epsilon_z dz$$

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

Donde:

$\epsilon_z =$  Deformación unitaria vertical

$$\epsilon_z = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

$\Delta e =$  Cambio de la relación de vacíos

Por lo tanto:

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'_{Prom}}{\sigma'_0}$$

Para arcillas normalmente consolidadas

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'_{Prom}}{\sigma'_0} \quad \text{Para arcillas sobreconsolidadas } (\sigma'_0 + \Delta \sigma'_{Prom} < \sigma'_c)$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'_{Prom}}{\sigma'_0} \quad \text{Para arcillas sobre consolidadas}$$

$$(\sigma'_0 < \sigma'_c < \sigma'_0 + \Delta \sigma'_{Prom})$$

Donde:

Cc = Índice de compresión.

Cr = índice de recompresión.

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

$\sigma'_0$  = Presión efectiva promedio sobre el estrato de arcilla antes de la construcción de la cimentación.

$\Delta \sigma'_{prom}$  = Incremento en la presión efectiva sobre el estrato de arcilla causado por la construcción de la cimentación.

$\sigma'_c$  = Presión de preconsolidación.

$e_0$  = Relación de vacíos inicial del estrato de arcilla.

$H_c$  = Espesor del estrato de arcilla

Para evaluar los asentamientos elásticos que se presentaron en la alcantarilla, se consideró un esfuerzo máximo de 10 Ton/m<sup>2</sup>, según las descargas aproximadas realizadas por este departamento de proyectos Euro Estudios. (BRAJA, 2011)

### 3.2. Mapa físico

#### 3.2.1. Marco geológico

La zona de estudio está localizada en la carta geológica–minera de Veracruz, del estado de Veracruz, entre las coordenadas 19°00' a 20° 00' de latitud norte y 96° 00' a 98° 00' de longitud oeste. El Farallón y Los Amarillos a una zona litoral del Estado de Veracruz comprendida entre los ríos Nautla y Actopan donde se han desarrollado procesos sedimentarios por acción eólica. Mayoritariamente son depósitos conglomeráticos en forma de abanicos aluviales no consolidados pues su matriz areno-arcillosa comúnmente saturada evoluciona a suelos muy fértiles. Para los suelos eólicos, Malpica C. V. M. denominó sistema de dunas costeras El Farallón y Los Amarillos a una zona litoral del Estado de Veracruz comprendida entre los ríos Nautla y Actopan donde se han desarrollado procesos sedimentarios por acción eólica **Ver figura 3.2.(b)**

El tipo de suelo de la zona es del tipo vertisol, que significa “verter” o “revolver”, haciendo alusión al efecto batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. Se han formado a

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

través de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. El horizonte A que presentan es profundo de textura arcillosa o de migajón arcilloso, que debido a su alto contenido de material fino (arcillas montmorinoliticas) los hace compactos y masivos al estar secos, y muy adhesivos y expandibles cuando se humedecen. (carta-geologica-Minera, Veracruz E14-3, 2002)

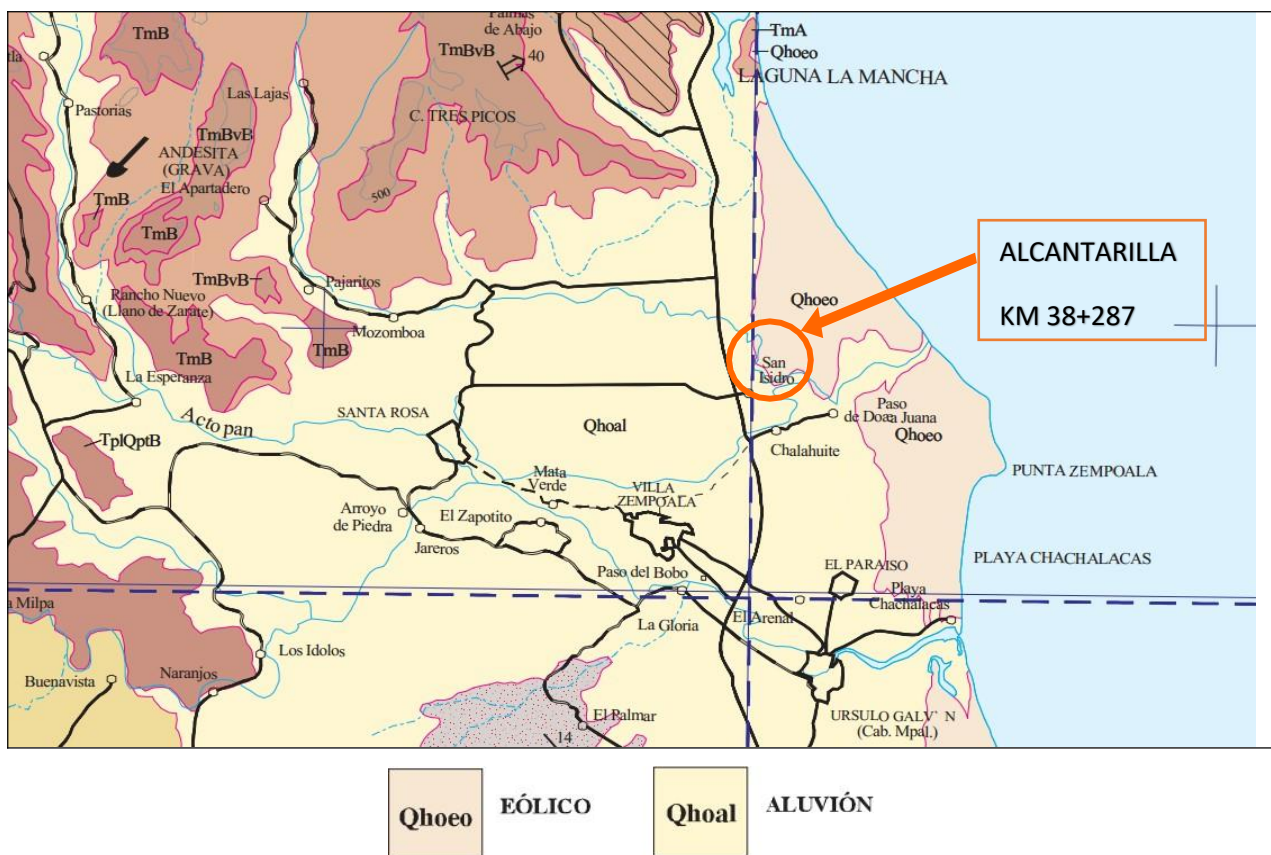


Figura 3.2.(b) Carta Geológico-Minera de Veracruz, en el estado de Veracruz (SGM, Carta E14-3, 2002).

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### 3.2.2. Características Fisiográficas

El sitio en estudio pertenece a la provincia fisiográfica XIII “Llanura Costera Del Golfo Sur”, y a su vez pertenece a la sub provincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana. Figura 3.2.(c).



Figura 3.2.(c) Mapa de Provincias Fisiográficas de la República Mexicana (INEGI, 2014) localización en el mapa del lugar Num.13 de la Llanura Costera del Golfo Sur

La Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur, ocupa casi la mitad del territorio veracruzano, es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país (incluyendo el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta), que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Figura 3.2.(d) (Medina)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

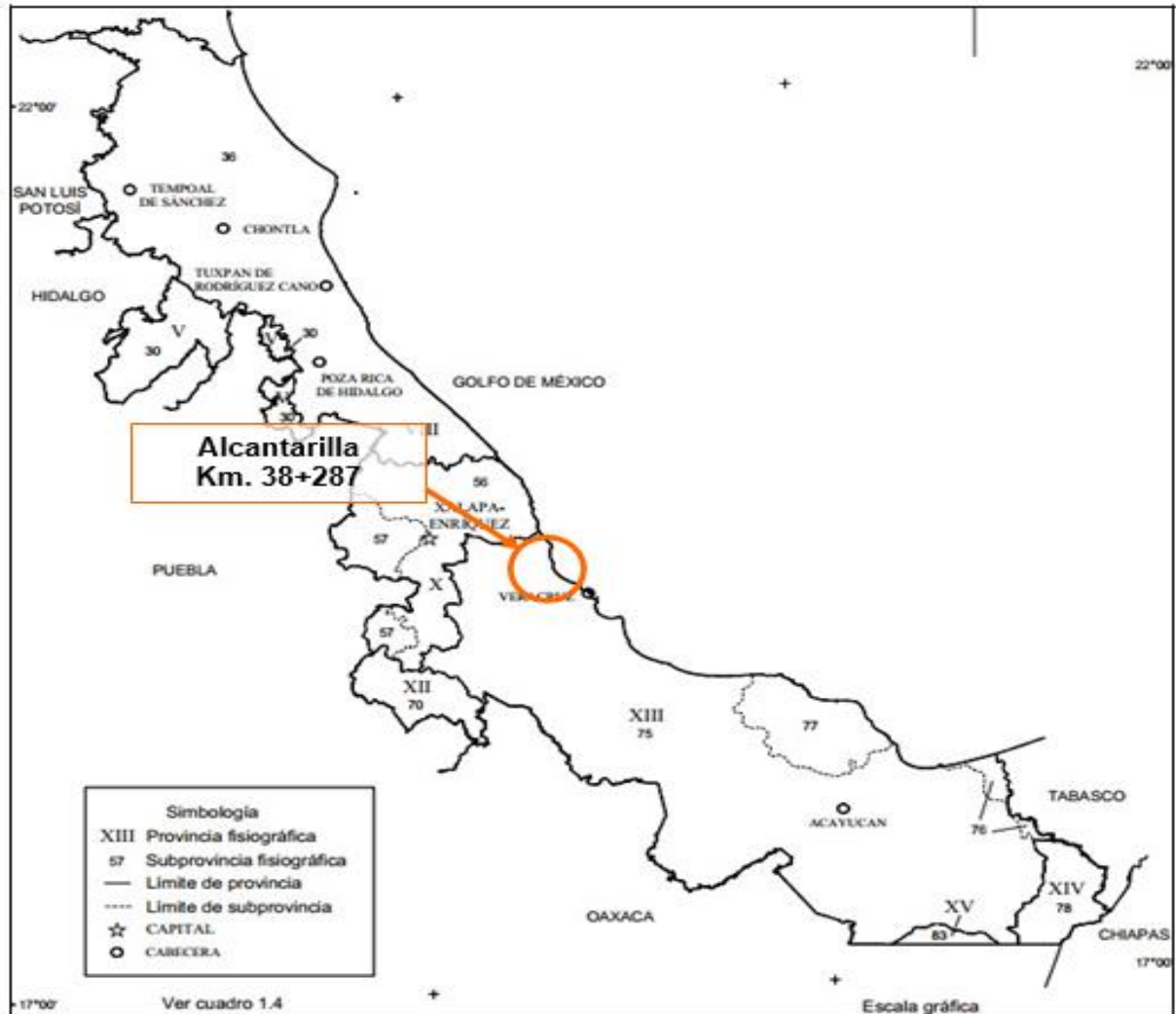


Figura 3.2.(d) Mapa de provincias Fisiográficas del Estado de Veracruz (Anuario Estadístico del Estado de Veracruz 2012)

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### 3.2.3. Características de Hidrografía

El sitio en estudio se localiza en la región hidrológica “Papaloapan” llamada RH28, región B.

La región RH28 está integrada por dos cuencas: la Cuenca A, drenada por el río Hueyapan que desemboca en la laguna de Catemaco y los ríos Papaloapan y San Juan que salen a la laguna de Alvarado y la cuenca B, drenada por los ríos Atoyac y Jamapa que desaguan en la laguna de Mandinga, los ríos Paso de Ovejas, Los Pescados y Actopan desembocan en el Golfo de México.

El sitio en estudio pertenece a la cuenca del río Jamapa y otros y a su vez pertenece a la subcuenca del Río Pajaritos. Figura 3.2.(e) (Medina)

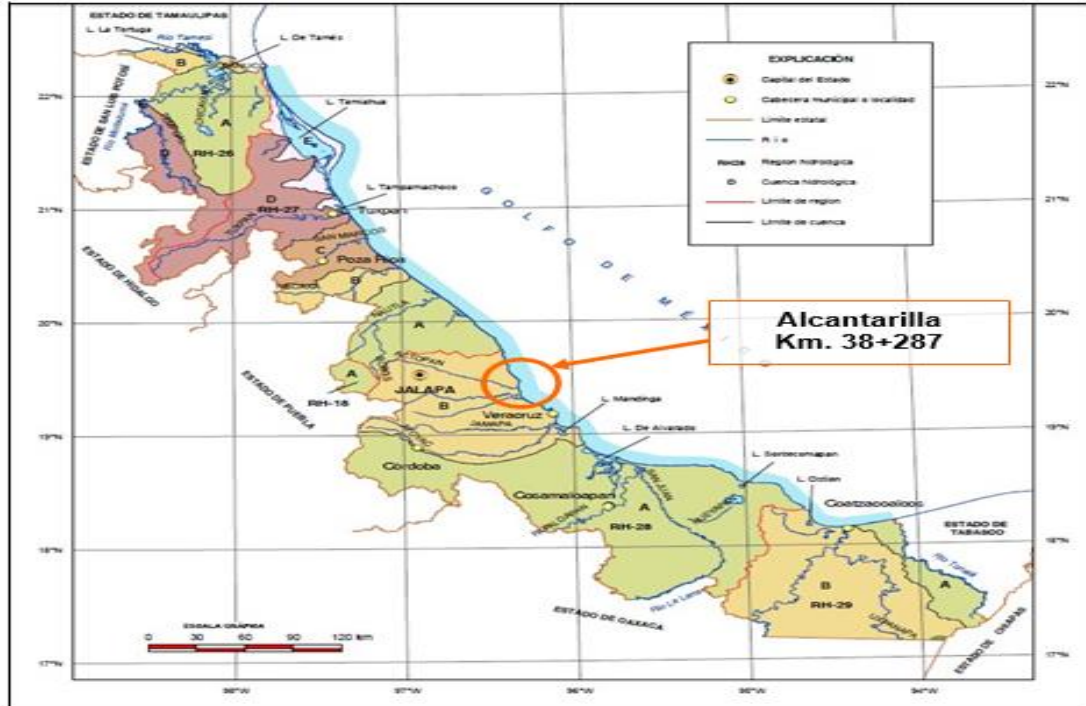


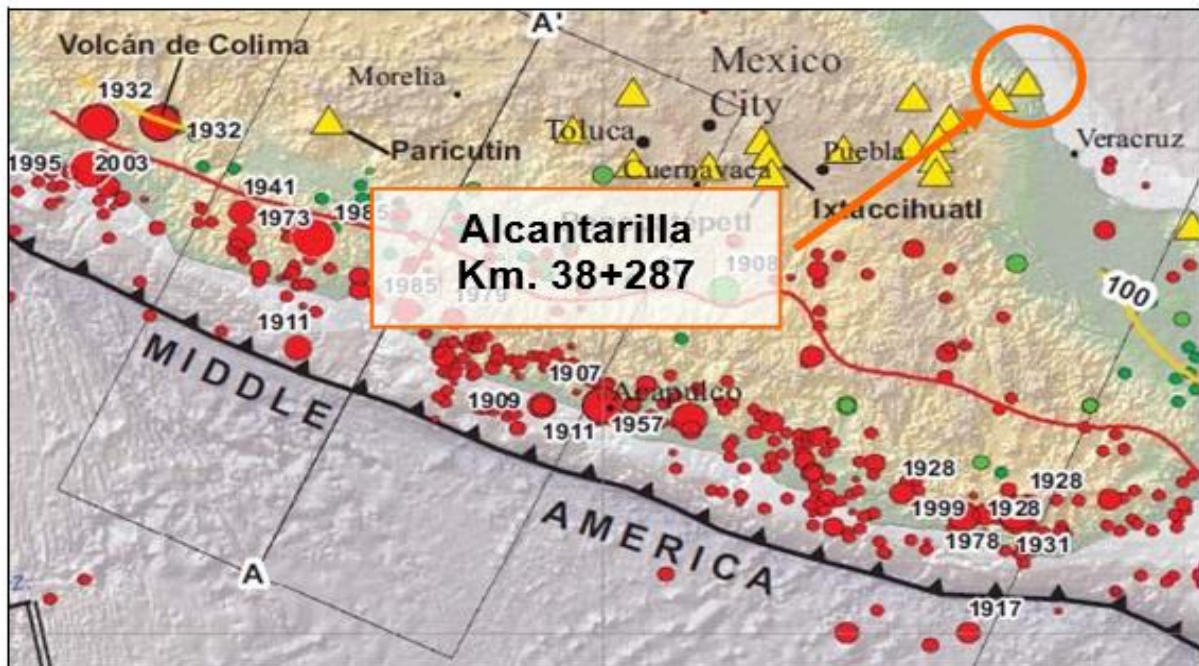
Figura 3.2.(e). Hidrografía del estado de Veracruz (Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, 2012)

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### 3.2.4. Sismicidad

La regionalización sísmica por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, en la Norma N-PRY-CAR-6-01-005-01 Sismo, indica que la República Mexicana se encuentra dividida en cinco zonas sísmicas, en donde la zona “A” corresponde a la de menor riesgo sísmico y la zona “D” corresponde a la de mayor riesgo sísmico, la zona “E” comprende el Distrito Federal y zona metropolitana.

Por otro lado, de manera informativa se presenta la actividad sísmica del sitio en estudio, por parte del USGS de los Estados Unidos de América en la siguiente figura 3.2.(f) y 3.2.(g)





**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

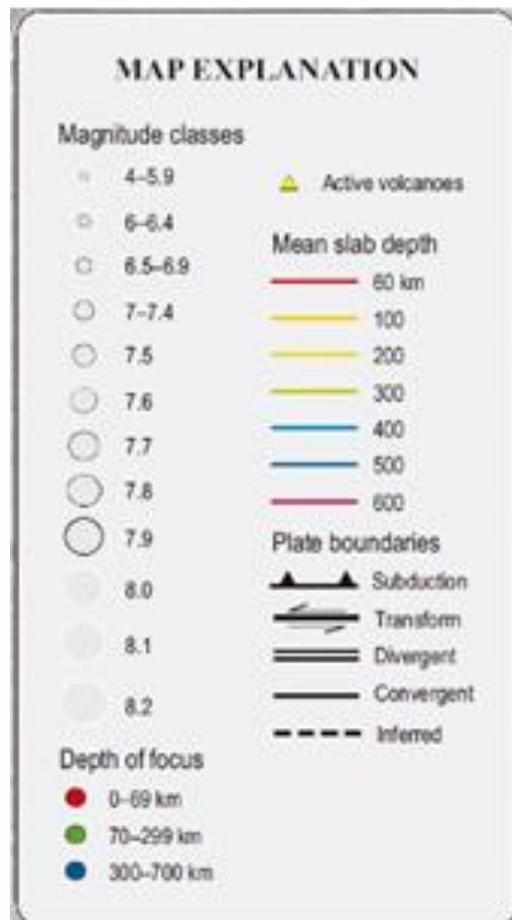


Figura 3.2.(f) Actividad sísmica de la zona en estudio. El diámetro del círculo representa la magnitud del sismo, en tanto el color representa la profundidad de foco: con rojo, sismos con una profundidad de foco de 0 a 69 km., con verde, profundidades de 70 a 299 Km. (Seismicity of the earth 190-2010, México and Vicinity, USGS 2011).

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 3.2.(g) Regionalización sísmica de la Republica Mexicana de acuerdo a la Norma SCT-N-PRY-CAR-6-01-005-01 (SCT,2001).

### **3.2.4.1 Clasificación del Suelo.**

Para tomar en cuenta la amplificación dinámica de la respuesta del sitio debido a las características del suelo sobre el cual se desplanta la cimentación de la estructura, se tomará en cuenta la clasificación de la norma N-PRY-CAR-6-01005/01, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En seguida se presenta la clasificación:

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

### a.1) Suelos Tipo I

Suelos cuyo estrato superior está constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, en un espesor no menor de 60 m.

### a.2) Suelos Tipo II

Suelos cuyo estrato superior está formado por arcillas semirrígidas, con o sin lentes de arena, o por otros suelos friccionantes en un espesor igual o mayor de 9 m, sobre yaciendo aun estrato constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, con un espesor no menor de 60 m.

### a.3) Suelos Tipo III

Suelos cuyo estrato superior está formado por limos o arcillas blandas, en un espesor igual o mayor de 12 m sobre yaciendo a un estrato constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, con un espesor no menor de 60 m.

### 3.2.4.2 Espectros Para Diseño Sísmico

La ordenada ( $a$ ) para cualquier periodo de vibración ( $T$ ) en el espectro sísmico, está definida por las siguientes expresiones:

$$\text{Si } 0 < T < T_a; \quad a = \frac{a_0 + c - a_0 T}{T_a}$$

$$\text{Si } T_a < T < T_b; \quad a = c$$

$$\text{Si } T_a < T; \quad a = c (T_b/T)'$$

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Donde:

$a_0$	Valor de $a$ que corresponde a $T = 0$ .
$C$	Coefficiente sísmico
$T_a, T_b$	Periodos característicos inferior y superior respectivamente de los espectros de diseño (en segundos).
$r$	Exponente adimensional que se obtiene de la Tabla 1, según la zona sísmica donde se ubique la estructura y el tipo de suelo en que se desplante.

Tipo de suelo:

I Terreno firme

II Terreno intermedio

III Terreno blando

### 3.2.4.3 Respuesta Dinámica del Terreno

El movimiento del suelo en terreno blando es muy diferente del que ocurre en terreno firme, debido a la amplificación dinámica que sufren las ondas sísmicas al propagarse a través de medios deformables. También las irregularidades topográficas y geológicas producen amplificaciones y atenuaciones en el movimiento del terreno. Para fines prácticos, sólo se tomarán en cuenta las amplificaciones producidas en depósitos de suelo con estratificación horizontal.

Para ello, se recurrirá a una aproximación que consiste en remplazar el perfil estratigráfico por un manto homogéneo equivalente, de igual espesor, caracterizado por su periodo dominante y su

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

velocidad efectiva de propagación de ondas. La relación entre estos parámetros es la siguiente:

Referencia. Espectros de diseño sísmico CFE:

$$T_S = \frac{4H_S}{v_s}$$

Donde:

$T_S$	Período dominante del estrato equivalente (periodo del sitio).
$H_S$	Espesor total del estrato del terreno.
$V_s$	Velocidad efectiva de propagación de ondas de corte en el estrato.

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **3.2.4.4 Espectro Sísmico**

Para cualquier método que se utilice en la determinación de las cargas inducidas sobre las estructuras debido a la acción de sismos, es necesario utilizar el espectro sísmico correspondiente a la que se ubique la estructura y al tipo de suelo en se desplantara.

En el espectro sísmico, “ $a_0$ ” muestra la variación de la ordenada, correspondiente a la relación de la aceleración del sismo entre la de la gravedad, para sus diferentes periodos de vibración (T), los valores de la ordenada al origen ( $a_0$ ), de la ordenada máxima (c) y de los periodos de vibración, inferior ( $T_a$ ) y superior ( $T_b$ ) del intervalo de resonancia del espectro. Para estructuras tipo A, los valores  $a_0$  y c se multiplican por un factor de importancia de 1.50. En base a lo anterior, se elaboró el espectro sísmico correspondiente a la zona donde se encuentra el Alcantarilla Km. 38+287. De acuerdo a la zona geográfica del Alcantarilla (Costa de Veracruz), este se ubica en la zona sísmica “B”, y en base a las características geotécnicas y geológicas obtenidas de los diversos estudios realizados, se determinó que el suelo se clasifica como tipo II. Con la información anterior se construyó el espectro de diseño el cual se presenta a continuación. Figura 3.2.(h).

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

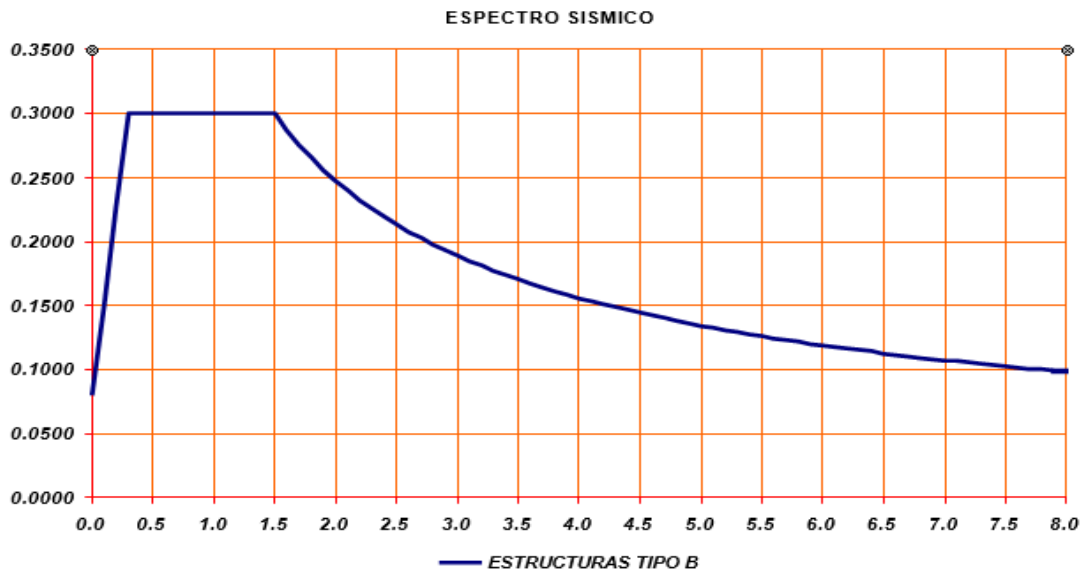


Figura 3.2.(h) espectro sísmico de diseño para estructuras tipo b de acuerdo a la norma SCT -

N-PRY-CAR-6-01-005-01

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**CAPITULO 4. DESCRIPCION GENERAL DE ALTERNATIVAS**

**4.1. Alternativa #1**

En relación con la inspección detallada en conjunto con la evaluación estructural de revisión de capacidad de carga, se presentaron dos alternativas de solución diseñadas por los proyectistas de la empresa Euro Estudios, con el fin de que la alcantarilla opere de manera segura, esta alternativa consistió:

Se realizan los trabajos de señalamiento se canaliza de flujo vehicular moviendo las barreras centrales cerrando con ellas los carriles de poza rica-Veracruz, y llevando el flujo en ambos sentidos en los carriles de Veracruz-poza rica. Posteriormente se procede a retirar la carpeta asfáltica, defensa metálica, parte del muro mecánicamente estabilizado y relleno en el acceso dirección poza rica-Veracruz hasta llegar a la losa superior de la alcantarilla. Se realiza el tablestacado en la parte transversal del puente así se contendrá el flujo del agua para trabajar con las pilas de cimentación de 1.20 m de diámetro, ya colocadas las pilas en ambos lados en sentido transversal se hace el retiro de la alcantarilla existente, ya teniendo limpia la zona se procede al armado y colado de la losa de cimentación y de los cabezales en la parte superior de las pilas de cimentación. Se fabricarán por separado las tabletas presforzadas y se realiza el montaje de las tabletas en la sección de trabajo, se coloca el relleno, posterior la carpeta asfáltica, así como la defensa metálica.

Se realiza el cambio de carril abriendo la zona de poza rica-Veracruz y se cierra la de Veracruz-poza rica, realizando el mismo procedimiento constructivo mencionado anteriormente, los tiempos



## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

que arrojo esta alternativa es de 32.56 semanas para su colocación al 100% con un costo de \$27,800.000.00 Se muestran los esquemas de la alternativa #1 figuras 4.1 (a) y 4.1(b)

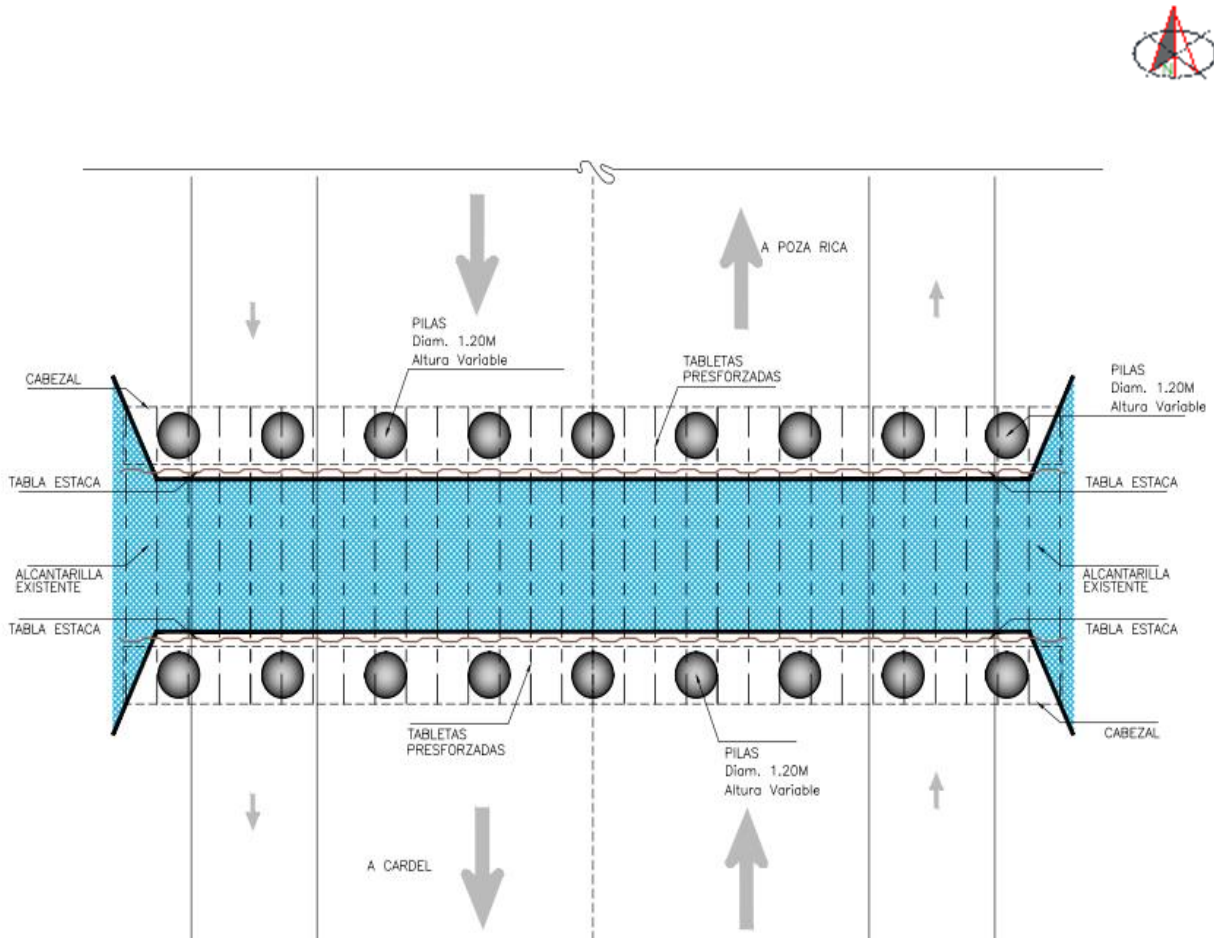


Figura 4.1 (a) Sección Planta de la alcantarilla P.S.V. San Isidro fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

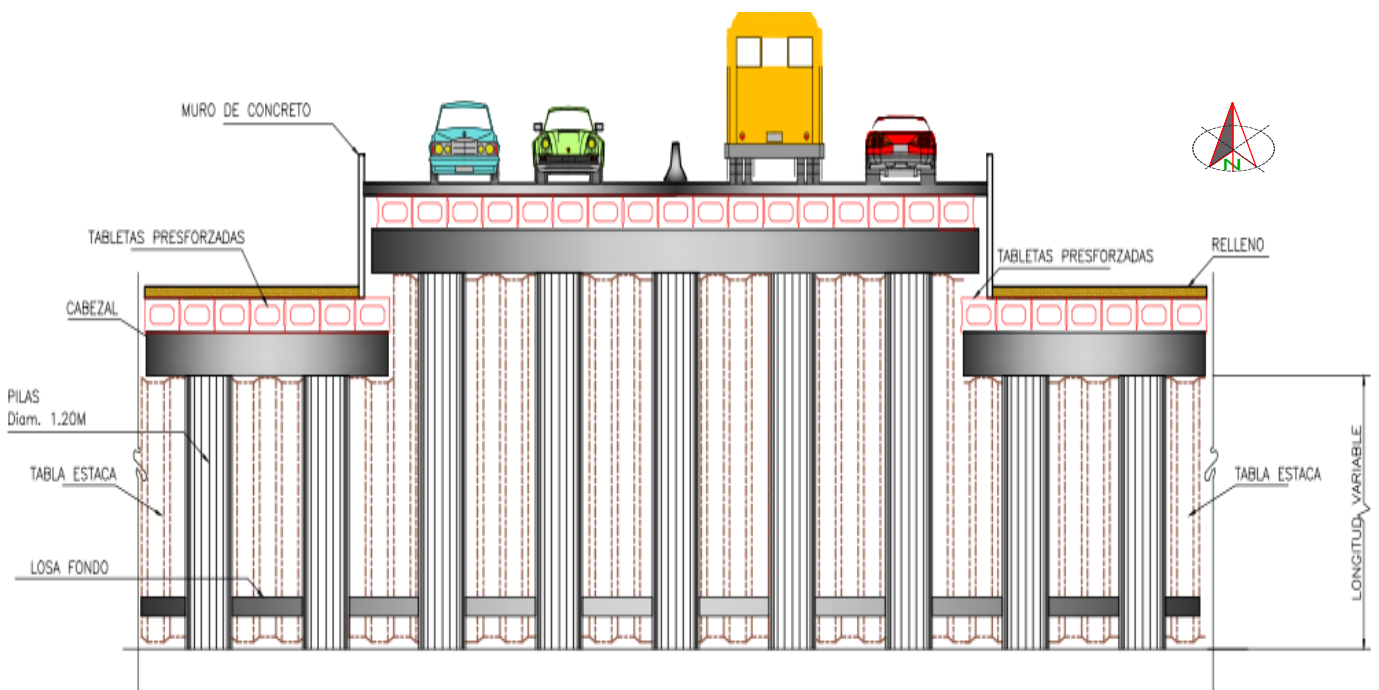


Figura 4.1 (b) Sección Transversal de la alcantarilla P.S.V. San Isidro fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### **4.2. Alternativa #2**

Una vez ubicada la zona de trabajo se procederá a la colocación de tablestacado en aguas arriba como aguas abajo de la alcantarilla existente se continua con la siguiente fase que es colocación de cárcamos de bombeo y drenado de agua en zona de trabajo, el agua almacenada al interior del tablestacado y de la alcantarilla existente se deberá bombear al exterior hasta dejar seca la zona, esta para facilitar los trabajos posteriores, que es el retiro de los materiales así como el reforzamiento de la alcantarilla, ya al realizarse el drenado de la alcantarilla se procede a tener la zona despejada para el mejoramiento del suelo se coloca un poco de material para la maquina inclusionadora, una vez retirada el agua se procederá a realizar las inyecciones de concreto (o mortero agua-cemento) de acuerdo a los planos de mejoramiento del terreno, con la finalidad de dar mayor estabilidad y capacidad de carga al suelo de desplante. Una vez concluido el mejoramiento y nivelar el terreno, se colarán plantillas de concreto simple  $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$  con un espesor de 10 cm. en ellas irán ahogadas placas de Acero para deslizamiento de los cajones Techspan (Patentado por la empresa Freyssinet de México S.A de C.V), estos consisten en

Se tiene un patio de fabricación donde se construyen los cajones Techspan de medidas 2.40 ml ancho, 4.70 ml de largo y 2.20 ml de altura, simultáneamente en lo que se trabaja en la alcantarilla, ya teniendo los rieles listos en la alcantarilla se procede a colocar el sistema de autoripage con ayuda de equipo de presfuerzo (gatos, bombas, cable de acero torón T-13). Se realizará estas maniobras.

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

Se realizan los trabajos de las grúas y camiones con plataforma para llevar los cajones Techspan, las piezas se transportarán desde un patio de fabricación verificando siempre las capacidades del camión de carga cuya característica principal es la de tener las laterales libres a abatibles para poder cargar y descargar las piezas. las cadenas, eslingas, grilletes, pasadores y demás elementos de izaje serán los adecuados al peso a elevar, con apoyo de nuestro equipo de seguridad se verificara las capacidades de los accesorios como el de los equipos y no se tenga ningún accidente al realizar los movimientos, la grúa será la adecuada para efectuar desmolde, carga, descarga acopio y posterior montaje, y deberá cumplir las condiciones técnicas para la manipulación mecánica de los módulos teniendo en cuenta que su potencia será la suficiente para el manejo y montaje de los módulos en función del peso y distancia, los tiempo de ejecución que arrojó esta alternativa fue de 15.85 semanas y el costo \$ 23,049,999.00.

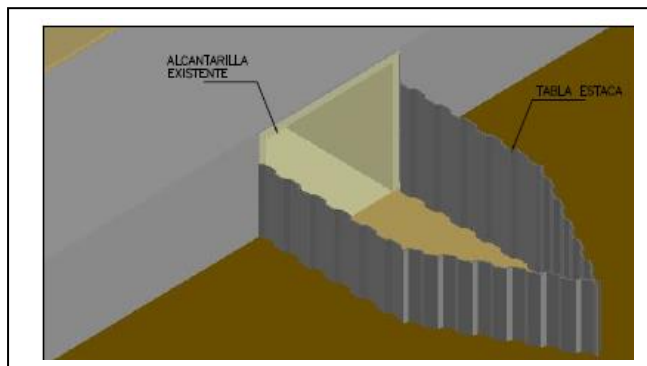
### Descarga y autoripage de los Cajones Techspan

- Evaluar las cargas a izar para seleccionar la grúa
- Delimitar la zona de influencia de la grúa
- Delimitar los accesos y circulación del camión de transporte.
- Elevar la carga unos centímetros para verificar la capacidad y balance de la grúa
- Con ayuda de cuerdas eslingas, etc. el personal en tierra podrá ayudar al operador de grúa en el trabajo de la colocación del cajón en la primera posición.
- Se realiza trabajo de autoripage con equipos de presfuerzo, se realizarán cambios de torón a cada 5 cajones colocados.

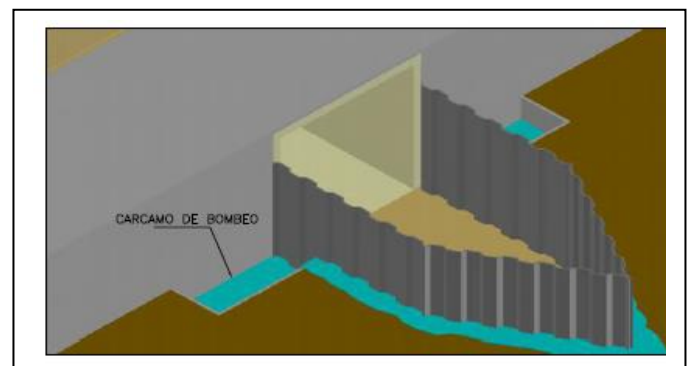
## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Ya concluidos los trabajos de la colocación de los 14 Cajones Techspan la alcantarilla mide 36.00 ml de largo teniendo un margen de 28 mm para los ajustes entre juntas posteriormente rellenar las laterales de la alcantarilla entre los muros existentes y los cajones Techspan se procede a rellenar con concreto fluido y poder sellar todos los espacios posibles para que el agua no penetre dentro de la alcantarilla, siguiente paso es el retiro del tablestacado y se da paso al agua por la alcantarilla.

Se muestra en forma esquemática el procedimiento a continuación

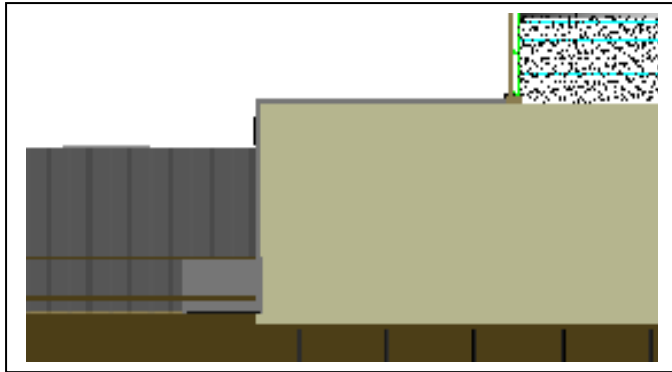


Paso 1.- Colocación de tablestacado. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

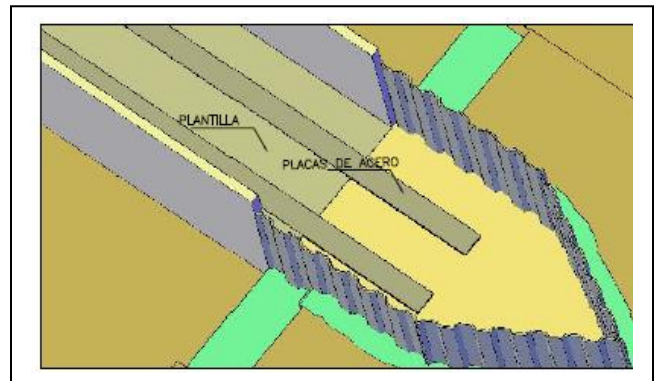


Paso 2.- Colocación de cárcamo de bombeo. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

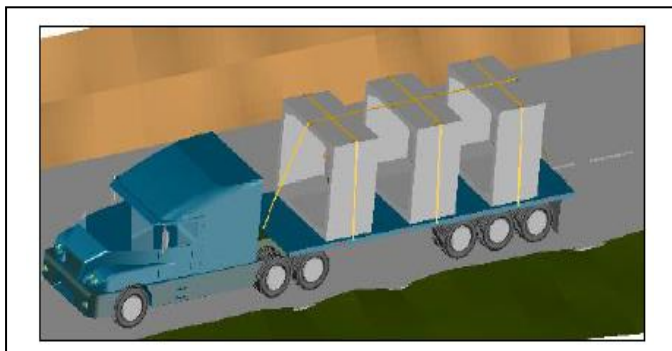
**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Paso 3.- Colocación de inclusiones para mejorar el suelo fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México



Paso 4.- colocación de rieles para autoripage de cajones techspan fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

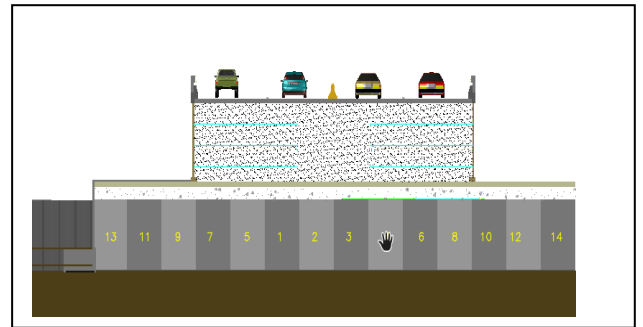
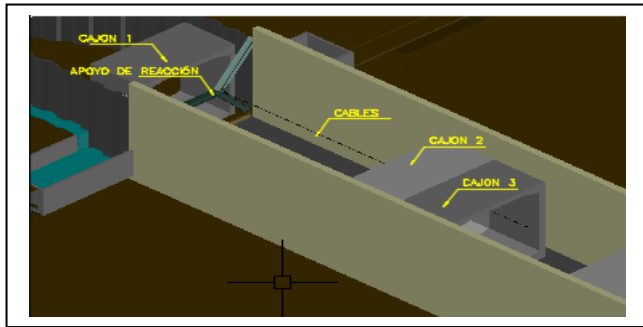


Paso 5.- movimiento de cajones Techspan del patio de fabricación. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México



Paso 6.- Colocación de cajones Techspan en los rieles por medio de grúa. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Paso 7.- Autoripage de cajones Techspan. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

Paso 8.- Colocación total de los cajones Techspan unidos con presfuerzo (acero torón T-13). fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México



Paso 9.- ya concluidos los trabajos se procede a abrir la alcantarilla para que fluya el agua por ella. fuente obtenida por Euro estudios área de proyectos de la empresa Freyssinet de México

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**CAPITULO 5.- ASPECTOS OPERATIVOS (PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO).**

Determinación de la Alternativa para el reforzamiento o reconstrucción de la alcantarilla que de acuerdo con los trabajos de conservación de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes se procede a realizar la alternativa No. 2, la cual cumple con los trabajos de la reconstrucción de obras de drenaje por tiempos y costos.

**5.1. Patio de fabricación**

Operación de patio de maniobras, fabricación. El proyecto no está considerado como una actividad de alto riesgo, en virtud de que las obras y actividades no se utilizan sustancias peligrosas y que dan la característica de alto riesgo. El proyecto se ubica en una fracción de un predio rústico ubicado a la altura del km 10+300 (lote 8) de la carretera Veracruz-pozarica, en Ciudad de Veracruz, Veracruz. El predio tiene una superficie de 1000 m<sup>2</sup> para el desarrollo de fabricación de plataforma en donde se alojarán los cajones Techspan se construye una losa de cimentación de espesor 30 cm, también se ubica una sección para el armado y habilitado de acero de refuerzo, patio de maniobras con grúas de 80 y camiones y bomba telescópica y ollas de concreto, bodegas y oficinas de campo. Figura 5.1 (a)



## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.



Figura 5.1 (a) Patio de fabricación de los Cajones Techspan. fuente obtenida por la empresa

Freyssinet de México

### 5.2. Fabricación de cajones techspan

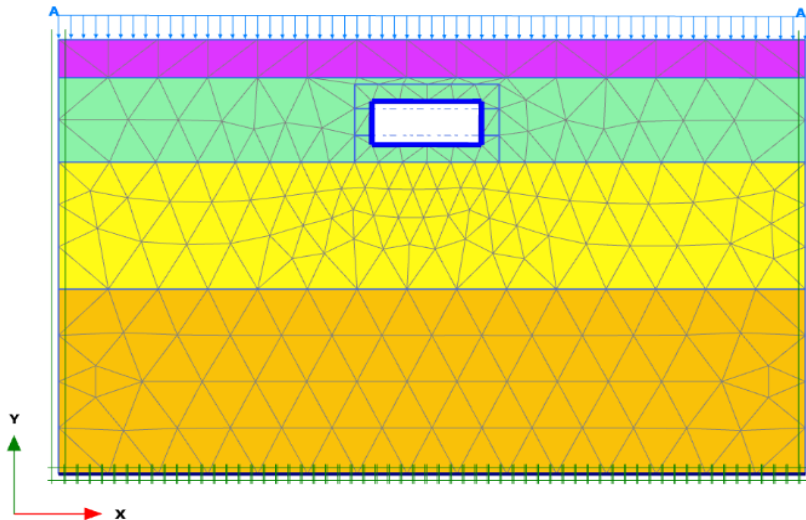
Los cajones techspan son dovelas de sección rectangular que integra muros y losas monolíticamente. Son elementos prefabricados de concreto y reforzado con acero  $f_y = 4200 \text{ g/cm}^2$  lo que garantiza una optimización de las secciones y su eficiencia estructural.

Las dimensiones exteriores del cajón Techspan son de 4.7 m de ancho, 2.2 m de alto y 2.4 m de largo, La figura 5.2 (b3) muestra el isométrico de 3 módulos conectados.

El módulo (Cajón Techspan) cuenta con 2.40 metros de largo. La longitud total de la alcantarilla es 36.0 m., está constituido por 15 módulos,

Análisis de diseño de la alcantarilla. La figura 5.2 (b1) muestra el modelo analizado para la revisión de los elementos mecánicos que se presentarán durante el servicio de la estructura.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



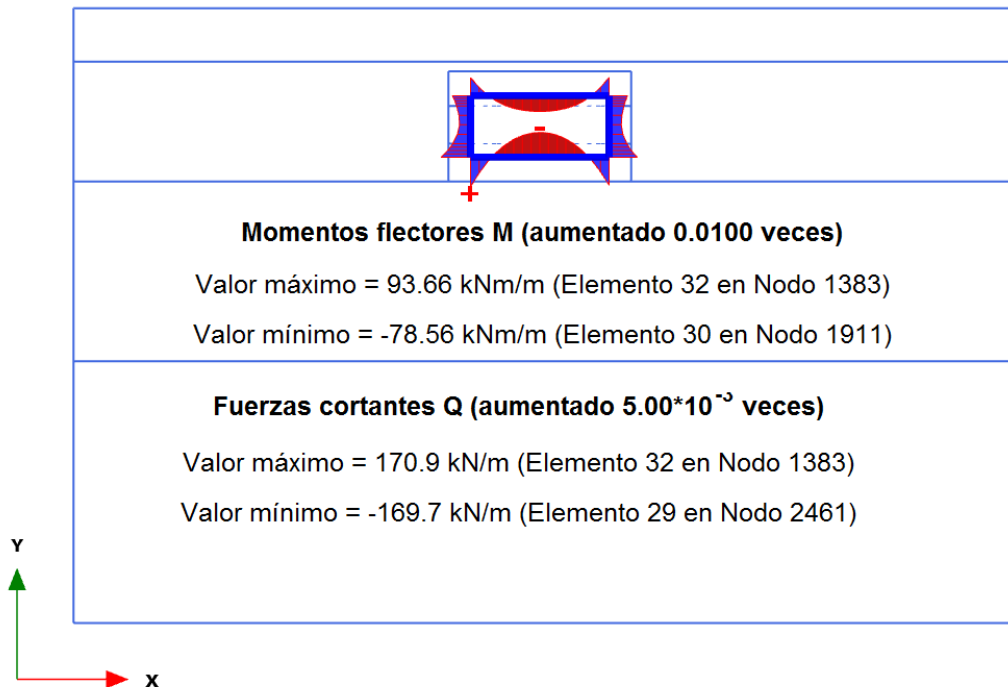
**Figura 5.2 (b1).** Modelo de elementos finitos realizado en Plaxis.

Las cargas representadas en la figura 5.2 (b1) muestran las cargas por sobrecarga y peso del suelo en la losa superior. Las cargas en los muros representan el empuje de tierras, sobrecarga y sismo. Los datos considerados en el análisis del modelo en SAP2000 son los siguientes:

- Espesor de las placas losa = 0.25 metros
- Espesor de las placas muro = 0.30 metros
- Coeficiente sísmico = 0.32

Los resultados del análisis realizado en el programa Plaxis se presentan en la figura 5.2 (b2). El método de diseño es a través de las especificaciones del AASHTO.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



**Figura 5.2 (b2).** Distribución de momentos obtenidos en el programa Plaxis del Cajón Techspan

No se realizó el estudio hidráulico para el gasto en el diseño de los cajones techspan por la siguiente explicación. El área hidráulica es reducida pero esta alcantarilla siempre ha trabajado como vaso comunicante, con un mismo nivel de aguas en temporadas de estiaje, cuando se presentan avenidas máximas como la del 2013, trabajan a sección llena y como es una llanura de inundación cuando se presentan esos temporales al trabajar esta alcantarilla al 100 % de su capacidad hidráulica también rebasa el agua la rasante, por este motivo se acepto por la SCT Xalapa- Veracruz, la reducción de esta alcantarilla al ser solo para comunicación de campos de riego.

El procedimiento de fabricación es el siguiente:

- Se coloca el habilitado de acero de refuerzo tanto en losa y muros como determino el proyecto.
- Se coloca los respiraderos de tubo PVC para el paso de Torón T-13 y respiraderos se colocarán respiraderos de diámetro 2" para observar la colocación del concreto fluido entre la alcantarilla y en los cajones techspan.
- Se procede a la colocación de la cimbra metálica con ayuda de una grúa Hiab.

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

- Ya teniendo la cimbra metálica en su totalidad, se procede a colar los cajones techspan con bomba telescópica y concreto de  $f'c= 400 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Se repite el procedimiento constructivo para los 15 módulos, Ver fig. 5.2.(b2) y (b3) se muestra la fabricación de los cajones techspan.

### VENTAJAS

- Modulación adaptable al transporte disponible.
- Fabricación de cajones al mismo tiempo de la construcción de la plataforma
- Colocación de presfuerzo para rigidizar los cajones al final de su colocación

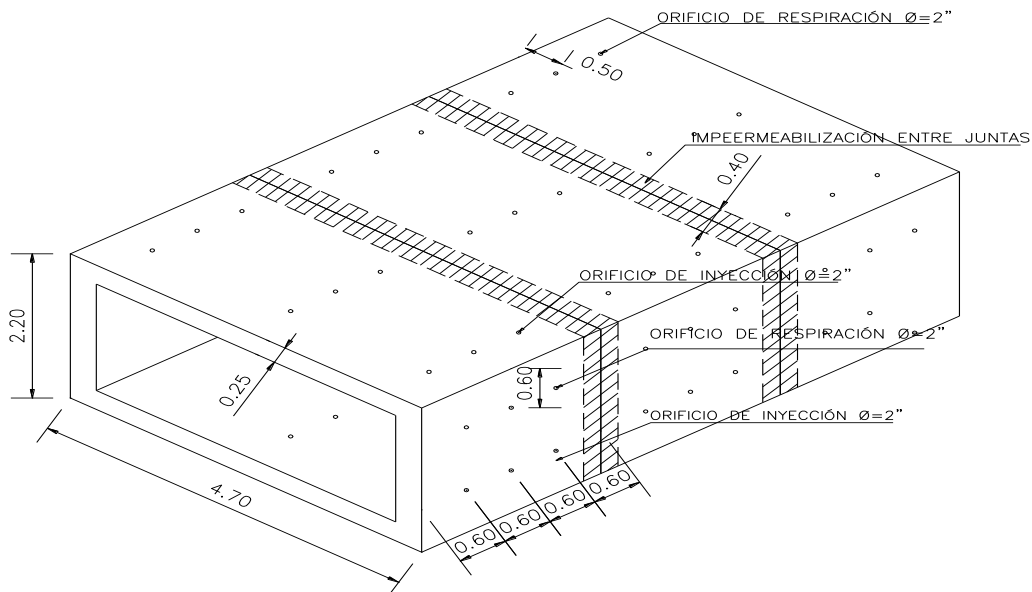


Figura 5.2 (b2) Isométrico de 3 módulos de la Alcantarilla San Isidro, fuente obtenida por la empresa proyectista Euro Estudios.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 5.2 (b3) Fabricación de Cajones Techspan. fuente obtenida por la empresa Freyssinet de México

**5.3. Reforzamiento de cimentación por inclusiones rígidas**

Las Inclusiones Rígidas constituyen una técnica de mejora y reforzamiento del terreno, basada en la formación de columnas de elevada resistencia y elevado módulo de elasticidad con relación al terreno. El objetivo fundamental de la técnica consiste en permitir la cimentación de todo tipo de estructuras sobre suelos blando, alcanzándose un aumento de la capacidad portante del terreno, y una reducción de los asentamientos bajo las cimentaciones, permitiendo además que los trabajos de construcción de estructuras puedan, en la mayoría de los casos, comenzar inmediatamente después de la mejora del suelo. Esta técnica puede ejecutarse en todo tipo de suelos, incluyendo rellenos heterogéneos, suelos orgánicos, turbas, arcillas, arenas, etc. La eficiencia de la mejora del suelo depende de la relación de rigidez entre el suelo y las inclusiones. La carga de la estructura se

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

distribuye al suelo y los cajones a través de una plataforma de transferencia de carga o una cimentación rígida.

Se muestra plano de la distribución de las inclusiones en la figura 5.3 (c)

### **Ventajas:**

- Sistema de mejoramiento masivo de suelos, con elementos cuya rigidez es mucho mayor que, aquella del suelo que las contiene.
- Reducción de asentamientos.
- Incremento de resistencia al esfuerzo cortante.
- Reducción de potencial de licuación.
- Perforación constante
- Suministro y colocación constante de concreto
- Ahorro de tiempos
- Eficiencia de ejecución
- Sin necesidad de ademes
- Sin necesidad de grúas

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

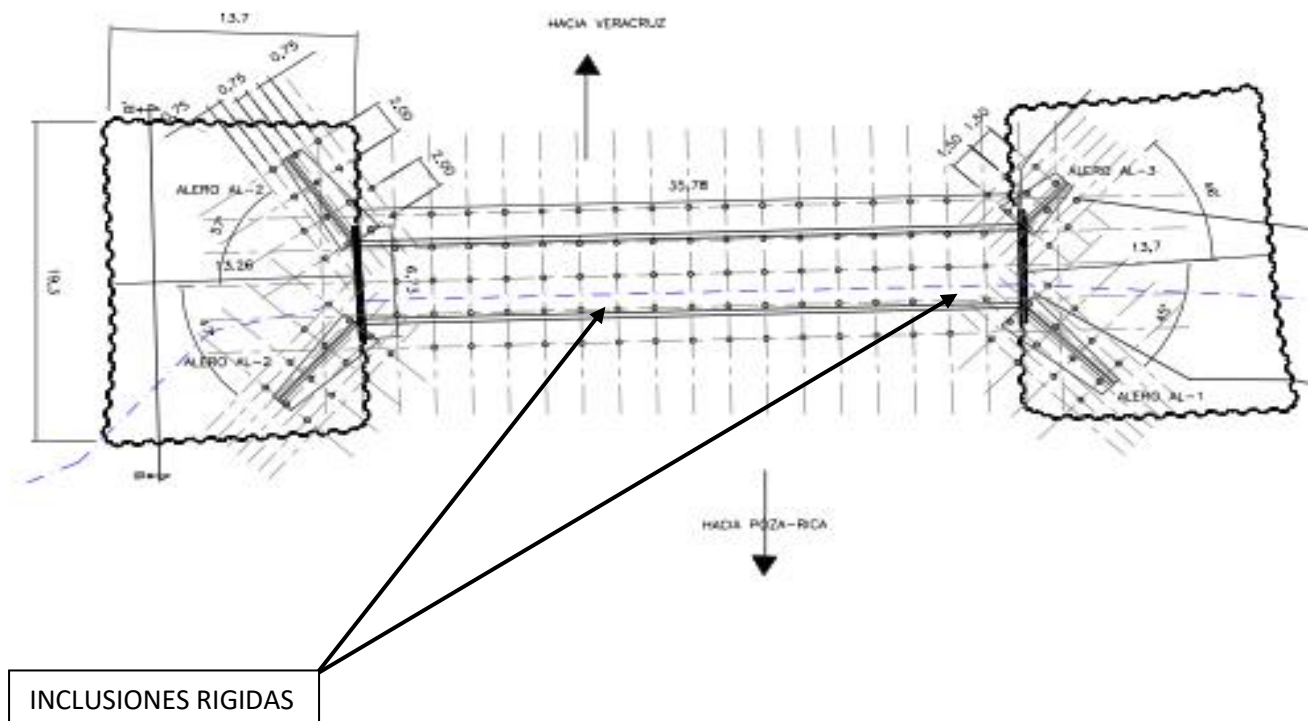


Figura 5.3 (c) Ubicación de las inclusiones para el mejoramiento del suelo dentro de la alcantarilla. fuente obtenida por la empresa Freyssinet de México

**Procedimiento constructivo de las inclusiones rígidas**

1. Se deberá confinar el área donde se realizarán las perforaciones para la inyección de mejoramiento; teniendo el entendido que deberá protegerse tanto lateralmente como contra materiales, herramientas, u otros objetos que pudieran caer a la entrada de la alcantarilla.
2. Se identificará en campo la posición de las perforaciones sobre el área a tratar con la supervisión de un ingeniero y el apoyo de topografía de acuerdo al proyecto definido.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

3. El equipo auxiliar para el habilitado e inyección de perforaciones, deberá instalarse en un lugar más idóneo y cercano a la obra, donde se efectuarán las adecuaciones necesarias para la correcta habilitación del tubo manguito para la inyección y la elaboración de la mezcla de inyección.
4. El equipo de perforación (Rotario), se ubicará en la posición a barrenar verificando que el equipo este nivelado, para garantizar la verticalidad de la pluma (90° con respecto a la horizontal) y en su caso dar la inclinación adecuada a los barrenos inclinados de acuerdo a proyecto. El proceso de perforación se realizara por el método de rotación con una perforadora Longyear 34 y brocas tricónicas de 3 ½” de diámetro. La perforación se efectuará hasta alcanzar la profundidad de proyecto en cada perforación.
5. Paralelamente e independientemente de los trabajos de perforación, se iniciará el habilitado del tubo de PVC para la inyección de mejoramiento, de acuerdo a las características y dimensiones del proyecto (más treinta centímetros para maniobras de inyección).
6. El tubo de P.V.C. de 1” de diámetro se habilitará con tubo manguito en toda su extensión colocados a cada cincuenta centímetros para cubrir el mayor número de huecos posibles en el terreno, durante la inyección de la lechada colocada.
7. Una vez concluida la perforación del barreno para el mejoramiento del suelo a la profundidad de proyecto, se procede a extraer la sarta de perforación, realizando la limpieza del agujero para extraer todo el material producto de la perforación.
8. Se procede a colocar el tubo manguito (previamente habilitado) dentro de la perforación de 3 ½” Por la longitud del proyecto; de ser necesario se calafatea el espacio anular entre la pared



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

exterior del P.V.C. y la pared de la perforación, colocando una manguera de respiración en el brocal.

9. Se instrumenta el tubo manguito de 1” de diámetro con un obturador de copas de 1” □ para inyectar lechada a presión por el método de progresión ascendente, dicha lechada deberá tener la propiedad de penetrar en el terreno para que una vez solidificado permita formar un conglomerado de fragmentos de roca que ofrezca una cohesión.

10. Se procede a elaborar una mezcla de lechada cemento-agua en relación 2:1 adicionando el 5% de aditivo en relación con el peso del cemento (cemento 50 kg, agua 25 litros, aditivo Silicato de Sodio al 0.5%), en un mezclador de lechada y se inyecta a la perforación con una bomba Moyno 3L10 (o equipo equivalente), hasta sellar la perforación; es decir llenar el espacio anular entre el tubo de P.V.C. de 1” de diámetro y la perforación, a una presión máxima de 2.5 kg/cm<sup>2</sup>.

11. La mezcla de lechada cemento agua se inyecta con la bomba Moyno 3L10 a través de una manguera de alta presión y el obturador de copas metálicas insertado en el tubo manguito y se inyecta hasta que la lechada brote por la manguera de respiración; esta se doble y se le aplica la presión de 2.5 kg/cm<sup>2</sup>.

12. La perforación se considera sellada una vez que la lechada resurge por la manguera de retorno colocada en el brocal; esta se dobla, se mantiene la presión de proyecto y si no hay pérdidas de presión, la perforación se considera sellada.

13. El procedimiento descrito, se aplica para cada uno de los tubos Manguito insertados en las perforaciones. Figura 5.3 (d)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 5.3 (d) Trabajos de perforación para las inclusiones rígidas. fuente obtenida por la empresa Freyssinet de México

**5.4. Transporte de cajones Techspan (prefabricado).**

Al seleccionar el proceso constructivo a utilizar en un proyecto, es necesaria la correcta evaluación del transporte. En gran medida, del resultado de esta evaluación se decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra. La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete. En condiciones normales, es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 por ciento del costo total de los prefabricados. Existen dos tipos de fletes: los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales o federales. Los primeros se realizan con camiones o tracto camiones y plataformas, y los segundos con equipos de transporte especializado. Por los riesgos que implican el exceso de peso y dimensiones, estas maniobras las deben realizar empresas que cuentan con registro en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en esta obra se tiene lo siguiente la distancia a recorrer es de unos 500 m, el peso de los cajones era de 30 Ton, por lo que se utilizó un tracto camión con plataforma que es Tracto camión (T): Vehículo automotor destinado a soportar y arrastrar semirremolques y remolques. Normalmente se utilizan vehículos con motores diésel de 300 a 450 HP y una grúa de 80 Ton.

Existen Normas y reglamentos que regularizan las condiciones de los fletes de equipos materiales y dependen de las distancias peso y carga que conlleven, en esta obra se caracterizó por un viaje local debido a la distancia por lo que se procedió por parte SCT (Secretaria de Comunicaciones y Transportes) él envió de un oficio de la secretaria a las autoridades de Caminos y Puentes Federales para el apoyo vial y autorización del flete de los cajones Techspan. Figura 5.4. (e)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Figura 5.4. (e) Transporte de movimiento de Cajones Techspan de patio de fabricación a lugar de reforzamiento de la alcantarilla. fuente obtenida por la empresa Freyssinet de México

### **5.5. Autoripage De Cajones Techspan**

Ripado (el término es un galicismo) es un sistema para desplazar construcciones o estructuras, por deslizamiento, hasta su lugar definitivo.

Para la realización de movimientos de equipos a nivel del suelo en lugares poco accesibles, Freyssinet de México utiliza un sistema de ripado patentado para el arrastre de piezas sobre vías móviles, por las que deslizan las piezas, impulsadas por medio de cilindros hidráulicos.

Con estos medios se consigue desplazar y colocar con precisión piezas hasta de 300 Toneladas de peso.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

El modelo considerado para el análisis de la viga de reacción Se tiene una reacción puntual que representa el empuje que realizará el gato y se calcula de 5 toneladas. El método de diseño es por medio de esfuerzos permisibles y se toma en consideración el manual de diseño de acero del IMCA.

Los gatos son colocados en posición de trabajo y en carga, antes de ordenarse el ripado. Luego son maniobrados en conjunto de acuerdo con la orden dada por el Técnico de Presfuerzo (jefe del Equipo).

Se debe aplicar una fuerza que depende de la importancia del ripado, de manera que el riel se encuentre a 100 mm de la cuerda cuando los gatos hayan sido aflojados. Con un poco de experiencia el Técnico de Presfuerzo podrá determinar fácilmente la importancia de estos esfuerzos.

Es necesario verificar los puntos desplazados anteriormente que los rieles se mantengan en su posición antes de volver a aplicar la fuerza a los gatos hidráulicos el desplazamiento es de 20 cm debido a que el gato permitió solo abrir esto el pistón, si se sobrepasa esta medida se corría el riesgo de falla de los gatos por eso es importante verificar en cada movimiento la medida del pistón.

Figura 5.5 (f) y figura 5.5. (h)

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**



Fig. 5.5 (f) Colocación de los gatos para el Autoripage de los Cajones Techspan. fuente obtenida por la empresa Freyssinet de México



Figura 5.5 (h) Autoripage de Cajones Techspan con el sistema patentado de la empresa Freyssinet de México

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**5.6. Presfuerzo**

**5.6.1. Definición de presfuerzo (Generalidades)**

El presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia. Los principios y técnicas del presforzado se han aplicado a estructuras de muchos tipos y materiales, la aplicación más común ha tenido lugar en el diseño del concreto estructural.

El ACI (Instituto Americano del Concreto) propone la siguiente definición: Concreto presforzado: Concreto en el cual han sido introducidos esfuerzos internos de tal magnitud y distribución que los esfuerzos resultantes debido a cargas externas son contrarrestados a un grado deseado. Figura 5.6.j.(h). (meza)

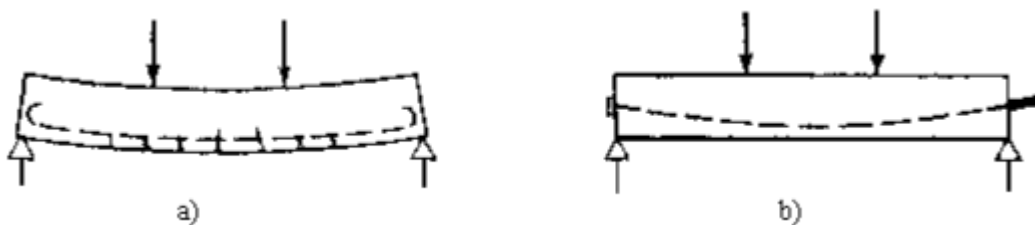


Fig. 5.6. (j). Viga de concreto fuente en página [www.ingenieriacivil.cjb.net](http://www.ingenieriacivil.cjb.net)

- a) Simplemente reforzada-grietas y deflexiones excesivas.
- b) Presforzada sin grietas y con pequeñas deflexiones.

# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

## 5.6.2. Tipos de presfuerzo

En el concreto presforzado existen dos categoria: pretensado o postensado. Los miembros del concreto pretensado presforzado se producen estirando o tensando los tendones dentro anclajes externos antes de vaciar el concreto y al endurecerse el concreto fresco, se adhiere al acero. Cuando el concreto alcanza la resistencia requerida, se retira la fuerza presforzante aplicada por gatos, y esa misma fuerza es transmitida por adherencia, del acero al concreto. En el caso de los miembros de concreto postensado se esfuerzan los tendones despues de que ha endurecido el concreto y de que se haya alcanzado suficiente resistencia, aplicando la accion de los gatos contra el miembro de concreto mismo.

### 5.6.2.1 Pretensado.

El término pretensado se usa para describir cualquier método de presforzado en el cual los tendones se tensan antes de colocar el concreto.

Los tendones, que generalmente son de cable torcido con varios torones de varios alambres cada uno, se reestiran o tensan entre apoyos que forman parte permanente de las instalaciones de la planta.

Se mide el alargamiento de los tendones, así como la fuerza de tensión aplicada por los gatos.

Con la cimbra en su lugar, se vacía el concreto en torno al tendón esforzado. A menudo se usa concreto de alta resistencia a corto tiempo, a la vez que curado con vapor de agua, para acelerar el endurecimiento del concreto. Después de haberse logrado suficiente resistencia, se alivia la presión en los gatos, los torones tienden a acortarse, pero no lo hacen por estar ligados por adherencia al



## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

concreto. En esta forma, la forma de presfuerzo es transferida al concreto por adherencia, en su mayor parte cerca de los extremos de la viga, y no se necesita de ningún anclaje especial. Figura 5.6.(j)

Características:

1. Pieza prefabricada
2. El presfuerzo se aplica antes que las cargas
3. El anclaje se da por adherencia
4. La acción del presfuerzo es interna
5. El acero tiene trayectorias rectas
6. Las piezas son generalmente simplemente apoyadas (elemento estático)

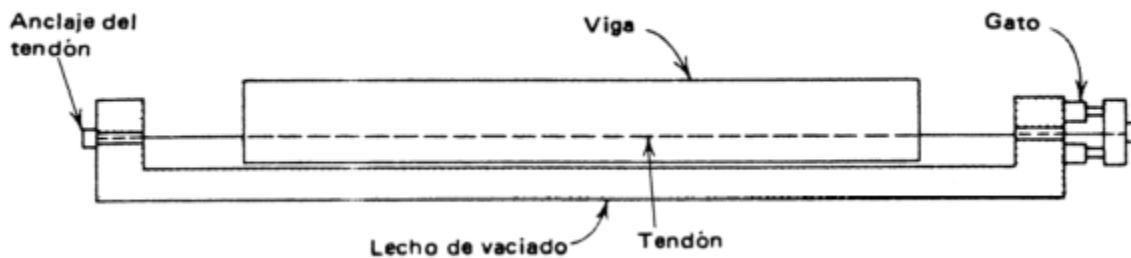


Figura 5.6.(j) Sistema de pretensado [www.ingenieriacivil.cjb.net](http://www.ingenieriacivil.cjb.net)

### 5.6.2.2. Postensado.

Contrario al pretensado el postensado es un método de presforzado en el cual el tendón que va dentro de unos conductos es tensado después de que el concreto ha fraguado por medio de anclajes, ducto corrugado o vainas y cuas de acero. Así el presfuerzo es casi siempre ejecutado externamente

## REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

contra el concreto endurecido, y los tendones se anclan contra el concreto inmediatamente después del presforzado. Este método puede aplicarse tanto para elementos prefabricados como colados en sitio.

Generalmente se colocan en los moldes de la viga conductos huecos que contienen a los tendones no esforzados, y que siguen el perfil deseado, antes de vaciar el concreto, como se ilustra en la siguiente Figura 5.6.(k), (meza)

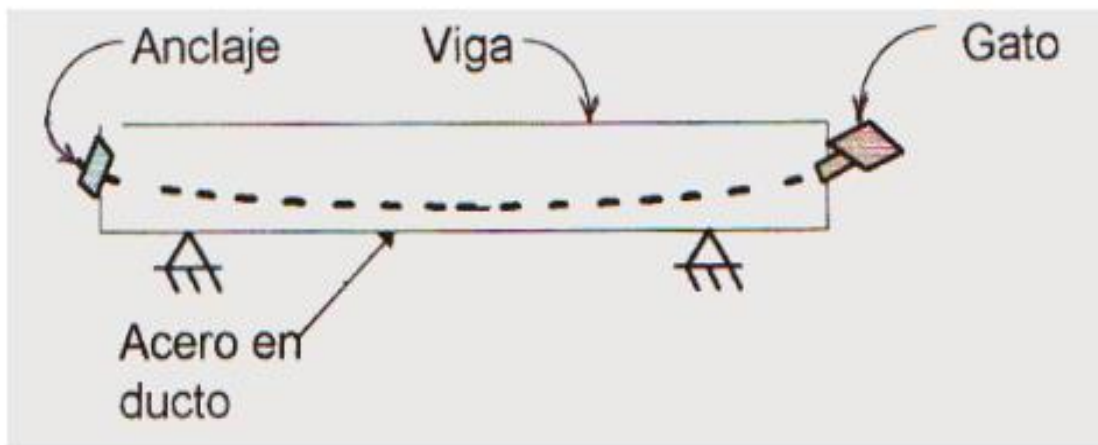


Figura 5.6.(k) Descripción de partes que conforman el postensado fuente de la pagina

[www.ingenieriacivil.cbj.net](http://www.ingenieriacivil.cbj.net)

Características:

1. Piezas prefabricadas o coladas en sitio.
2. Se aplica el presfuerzo después del colado.
3. El anclaje requiere de dispositivos mecánicos.
4. La acción del presfuerzo es externa.

## **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

5. La trayectoria de los cables puede ser recta o curva.
6. La pieza permite continuidad en los apoyos (elemento hiperestático)

### **5.7. Aleros**

Las estructuras construidas a la entrada y a la salida de una alcantarilla no solo sirven para proteger el terraplén de la erosión, sino también para mejorar sus características hidráulicas. La cimentación de los muros aleros, así como la cimentación del fondo a la salida de la alcantarilla debe tener la profundidad suficiente para prevenir la socavación de la estructura.

Existen varios tipos de muros y su selección depende de la utilidad y las condiciones que se presentan en el sitio. De esta verdad se puede enunciar las siguientes:

El muro final recto es usado en alcantarillas pequeñas con pendientes leves y cuando el flujo del agua y el barril están alineados; si se desea realizar un cambio brusco en la dirección del escurrimiento, el muro final en L es lo óptimo; si el caudal debido al escurrimiento es grande, entonces es preferible usar aleros alabeados, tratando que el ángulo de alabeo sea con respecto al eje de la corriente de llegada y por último los muros en forma de U que resultan siendo los menos eficientes de todos los anteriores y tiene como

Los aleros de los muros de aleta a la entrada y a la salida de una alcantarilla deben ser alabeados lo suficientemente para conseguir que la corriente desde la alcantarilla se peque a los de muros de transición. Como se muestra en la Figura 5.7. (1).

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

$$\tan \beta = \frac{1}{2NF} = \frac{2.85 \sqrt{d}}{v}$$

Siendo:

NF = Numero de Froude

d = Tirante del escurrimiento

v = velocidad media

$\beta$  = Angulo de alabeo

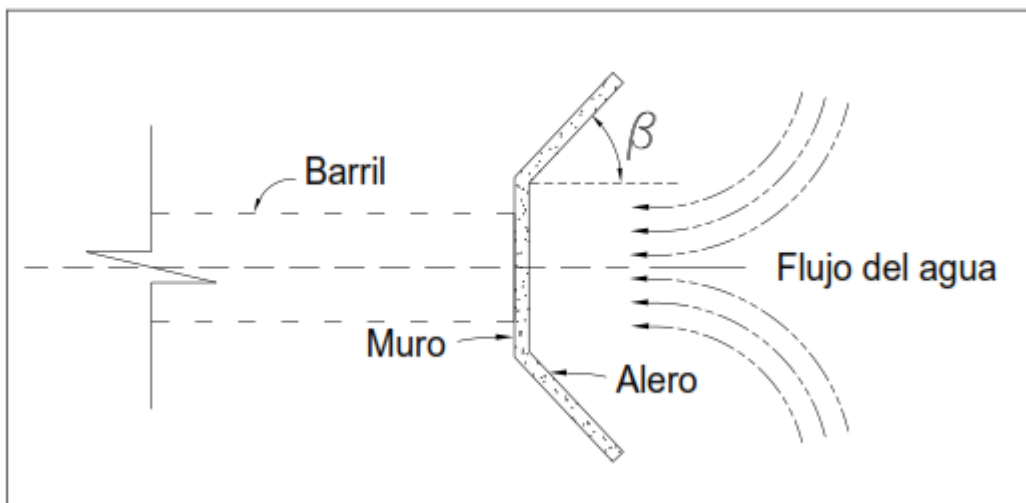


Figura 5.7 (1). Angulo de alabeo en el alero. Fuente obtenida de la pagina

[www.dspace.espol.edu.ec](http://www.dspace.espol.edu.ec)

La velocidad media de la alcantarilla se obtuvo mediante el método paso a paso para aquellas que tenían la sección de control en la entrada, mientras que las alcantarillas con sección de control a la

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

salida se las calculo dividiendo el caudal para el área mojado  $Q/A$  debido a que el tirante calculado era similar al diámetro del barril Figura 5.7 (m). (MUTRE, 2009)



Figura 5.7 (m) Alero de la alcantarilla P.S.V. San Isidro, fuente cortesía de la empresa Freyssinet de México.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**CAPITULO 6.- RESULTADOS Y EXPERIENCIA**

Los resultados obtenidos en esta tesina sobre las obras de drenaje en carreteras y los diferentes tipos de estudios y métodos de protección son importantes para una buena estructura de alcantarilla en las carreteras, que de ser empleadas de manera correcta podemos decir que tendremos un periodo de vida sumamente largo y útil y seguros de cualquier tipo de inconvenientes.

Para el cálculo de la capacidad de carga para cimentaciones superficiales, se tomó en consideración lo encontrado en la exploración geotécnica y los resultados de laboratorio. Con esta información se calculó la capacidad de carga para una cimentación superficial corrida con un ancho de 4.00 m y se consideró un nivel de desplante de 4.00m; obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 1. Análisis de capacidad de carga con Cimentaciones Superficiales**

<b>D<sub>f</sub></b>	<b>B</b>	<b>L</b>	<b>C</b>	<b>γ<sub>m</sub></b>					<b>Q<sub>ult</sub></b>	<b>Q<sub>adm</sub></b>
<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(Ton/m<sup>3</sup>)</b>	<b>φ</b>	<b>N<sub>c</sub></b>	<b>N<sub>q</sub></b>	<b>N<sub>v</sub></b>	<b>(Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(Ton/m<sup>2</sup>)</b>
4.00	4.00	1.00	2.00	1.50	0.00	5.14	1.00	0.00	22.56	<b>7.52</b>

**Cálculo de Asentamientos Elásticos Inmediatos**

Para evaluar los asentamientos elásticos que se presentaron en la alcantarilla, se consideró un esfuerzo máximo de 10 Ton/m<sup>2</sup>, según las descargas aproximadas realizadas por este departamento, se obtuvieron los siguientes resultados.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Tabla 2. Asentamientos Elásticos al centro de la cimentación en el SM-1, hacia Veracruz**

Estrato	Df	Hc	$\gamma_{sat}$ (Ton/m <sup>3</sup> )	Es (Ton/m <sup>2</sup> )	$\mu$	q0 (Ton/m <sup>2</sup> )	Is	If	$\Delta H$ (m)	$\Delta H$ (cm)
E-2	4.00	3.00	1.60	410.00	0.40	10.00	0.236	0.80	0.0288	<b>2.88</b>

**Tabla 3.- Asentamientos Elásticos al centro de la cimentación en el SM-2, hacia Poza Rica**

Estrato	Df	Hc	$\gamma_{sat}$ (Ton/m <sup>3</sup> )	Es (Ton/m <sup>2</sup> )	$\mu$	q0 (Ton/m <sup>2</sup> )	Is	If	$\Delta H$ (m)	$\Delta H$ (cm)
E-2	4.00	1.0	1.60	410.00	0.40	10.00	0.065	0.80	0.0079	<b>0.79</b>

Tomando en consideración la correlación empírica, la cual considera que el índice de compresión es igual a:

$$C_c = 0.0093 \times w$$

Donde:

$$w = \text{Contenido natural de humedad. (\%)}$$

Tomando en consideración las correlaciones anteriormente mencionadas se tiene el siguiente cálculo del asentamiento por consolidación primaria, se consideró un esfuerzo máximo de 10 Ton/m<sup>2</sup>, según las descargas aproximadas por este departamento de proyectos.

**Tabla 4.- Calculo de asentamientos por consolidación primaria en el SM-1, hacia Veracruz**

Estrato	De	A	Hc	e0	w (%)	Cc	$\sigma'_0$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'_v$ (Ton/m <sup>2</sup> )	Sc(p) (m)	Sc(p) (cm)
E-2	4.00	6.85	2.85	0.50	41.73%	0.38809	4.20	2.49	0.14904	<b>14.903</b>

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Tabla 5.- Cálculo de asentamientos por consolidación primaria en el SM-2, hacia Poza Rica**

Estrato	De	A	Hc	e <sub>0</sub>	w (%)	Cc	$\sigma'_{0}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'_{v}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	Sc(p) (m)	Sc(p) (cm)
E-2	4.00	5.00	1.00	0.50	33.87%	0.31499	3.49	2.34	0.0467	<b>4.676</b>

Los asentamientos por consolidación primaria, solo se esperan en el estrato E-2, el cual está compuesto por una arcilla saturada, de alta plasticidad.

De acuerdo a la distribución de esfuerzos realizada, hasta una profundidad de 19.75m por debajo del nivel de desplante de la cimentación, el esfuerzo que se transmite equivale al 10% del esfuerzo actuante, por lo que los asentamientos elásticos totales se presentan a continuación.

**Tabla 6.- Asentamientos totales (Consolidación y Elásticos) al centro de la cimentación**

Df (m)	Cuerpo	Se (cm)	Sc(p) (cm)	$\Delta HT$ (cm)
4.00	Hacia Veracruz (SM-1)	2.88	14.903	<b>17.783</b>
4.00	Hacia Poza Rica (SM-2)	0.79	4.676	<b>5.466</b>

De acuerdo a los resultados anteriores, podemos ver que existen asentamientos diferenciales del orden de 12.317 cm, los cuales son notables en campo, en el cuerpo hacia Veracruz, en este cuerpo también podemos apreciar una falla en el alero debido a los asentamientos ocurridos.

En el proceso de esta experiencia laboral me fui dando cuenta de la importancia en las obras de drenaje en este caso de la alcantarilla que empiezan desde lo más básico que a veces para



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

uno puede ser una parte no tan fundamental pero conforme se va avanzando en el proyecto de la alcantarilla se va observando y dando cuenta que ese punto que pudiste evitar o tomar en cuenta desde un inicio es algo importante, tomando desde la visita de obra al sitio, localización y estudios de campo.

Aprendí de las diferentes soluciones se pueden desarrollar y que se debe tener una visión amplia en todos los aspectos que determinen cual solución es la más factible, costos, tiempo y viabilidad.

Las alcantarillas ayudan a las cunetas para que estas no se llenen de basura vegetal, roca, para que den la protección necesaria a los usuarios que cruzan por esta vía día a día.

En cuestión de experiencia aprendí mucho, ya que conocí y se implanto nuevos sistemas tecnológicos patentados que ayudaron a reducir tiempos y costos, en cuestión de seguridad fue de gran ayuda debido esta vía esta designada por salida de emergencia ya que se encuentra la planta nucleoelectrica laguna verde, el asignar esta alternativa como la solución más viable apporto todo lo mencionado anteriormente sin interrumpir la seguridad de los usuarios.

# **REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

## **CAPITULO 7.- CONCLUSIONES**

Las obras de drenaje en proyectos carreteros han sido necesarias para la preservación en primera instancia de las carreteras, sirviendo para controlar la erosión, estabilización de taludes y como protección de la estructura del pavimento.

El área hidráulica fue reducida por determinarse solo la recuperación de esta estructura de drenaje por lo cual solo se analizó el estudio para sus elementos mecánicos, es una obra que solo comunica para sistemas de riego y siempre se mantiene a un mismo nivel, cuando se tiene lluvias atípicas el agua sobrepasa la rasante por lo cual se determinó por parte de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte) la aceptación de este proyecto.

Se detectó un asentamiento local en el Km. 38+287 de la carretera Poza Rica – Veracruz, en su tramo Cardel-Laguna Verde. En este sitio se localiza una alcantarilla transversal al PSV (Puente Superior Vertical) San Isidro, por lo que se le asignó a Euro Estudios S. A. de C. V empresa que realizaron el proyecto, realizar el estudio geotécnico de cimentación de la alcantarilla.

El sitio en estudio se encuentra en la llanura costera veracruzana, y está conformado por un suelo aluvial según su geología. Además, podemos caracterizar el tipo de suelo como tipo vertisol, el cual se caracteriza contar con la presencia de arcillas hinchables.

La alcantarilla es del tipo cajón de concreto reforzado, tiene un ancho de 36.00 m aproximadamente; en toda la longitud de la alcantarilla conformada por 15 módulos de 2.4 m se observa un asentamiento considerable en ambos cuerpos de la carretera, además en el alero ubicado en el cuerpo hacia Veracruz.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

Como parte de los trabajos y estudios necesarios para el estudio geotécnico de la Alcantarilla, ubicada en la carretera Veracruz – Poza Rica, en su tramo Cardel – Laguna Verde en el KM. 38+287, se realizaron 2 sondeos mixtos de 9.00 y 15.00 m de profundidad, así como dos pozos a cielo abierto en los dos cuerpos de la carretera.

Se elaboró el espectro sísmico en base a las características del suelo y a la ubicación geográfica del mismo. En base a esto, se tiene que la Alcantarilla, se localiza en el municipio de Actopan en el estado de Veracruz, por lo que le corresponde la Zona Sísmica “B” y en base en los resultados de la exploración geotécnica, se determinó que el suelo se clasifica como Tipo II.

En función de los resultados de la exploración geotécnica de la prueba de penetración estándar y de los ensayos de laboratorio se asignaron los parámetros de resistencia y de deformación.

De las muestras alteradas se realizaron pruebas para conocer sus propiedades índices como son granulometrías, porcentaje de finos, límites de consistencia y contenido de humedad.

Después de conocer la estructura del subsuelo, así como sus propiedades índices, se realizó el modelo geotécnico.

Ya definido el modelo geotécnico, se calculó la capacidad de carga admisible para la cimentación actual de la alcantarilla, la cual corresponde a una zapata superficial corrida, la cual está desplantada sobre un estrato de arcilla de alta plasticidad con gravillas de color gris a café, tiene un ancho de base  $B=4.00$  m y una  $L=36.00$ m aproximadamente. Con estas dimensiones y características se obtuvo una capacidad admisible de 7.52 Ton/m

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

Los esfuerzos máximos, a los cuales está sujeta la alcantarilla, ascienden a 10 Ton/m aproximadamente, considerando el peso del P.S.V. (Puente Superior Vertical) San Isidro, y una sobrecarga vehicular de 1.2 Ton/m

Por otra parte, se realizó el cálculo de los asentamientos totales de la estructura, asentamientos elásticos y por consolidación; debido a que en el cuerpo hacia Veracruz el espesor de arcilla de alta plasticidad es mayor que en el reportado en el cuerpo hacia Poza Rica, se obtuvieron asentamientos mayores en este cuerpo. Se obtuvo un asentamiento diferencial de aproximadamente 12.3 cm, el cual se puede percibir en campo.

De los resultados presentados se puede concluir que la estructura no cumple con las condiciones de servicio, al presentar asentamientos excesivos y diferenciales, además de reportar una capacidad de carga inferior ó en el límite, con respecto a los esfuerzos máximos a los cuales está sometida la estructura, por lo que se recomienda realizar un mejoramiento del suelo por debajo de la alcantarilla, para mejorar el suelo de desplante de la estructura o transmitir los esfuerzos a los cuales está sometida en sus condiciones de servicio, a un estrato competente.

En cuestión de costos se obtuvo un 20.6% de la alternativa 1 y 2, en tiempos se obtuvo 54.26 % de diferencia entre ambas alternativas.

También se puede mejorar el sistema teniendo unos gatos traga torón de vez los gatos K-200 estos gatos tienen un pistón de 20 cm por lo que solo se podía avanzar los 20 cm y regresar y así sucesivamente, el traga torón haría que la pieza se moviera con mayor rapidez lo que implicaría menor tiempo de colocación, las plataformas se diseñaron rectas con los rieles de 1.5 cm de altura,

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

la pieza sufrió pequeños daños en sus aristas al deslizarlas, lo que sugiero una pista trapezoidal con rieles de 3 cm que harían menor fricción y podrán tener un movimiento con mayor libertad, estos puntos mencionados harán que los tiempos se acorten y el sistema sea más eficiente y se pueda aprobar para que sea una forma de reemplazar o reforzar las alcantarillas.

Este sistema tuvo una gran aportación a la forma tradicional de reforzar una alcantarilla, tomando los factores principales de costos, tiempo y seguridad, se realiza el trabajo sin interrumpir el flujo vehicular el cual da una seguridad al usuario al cruzar por este tramo carretero.

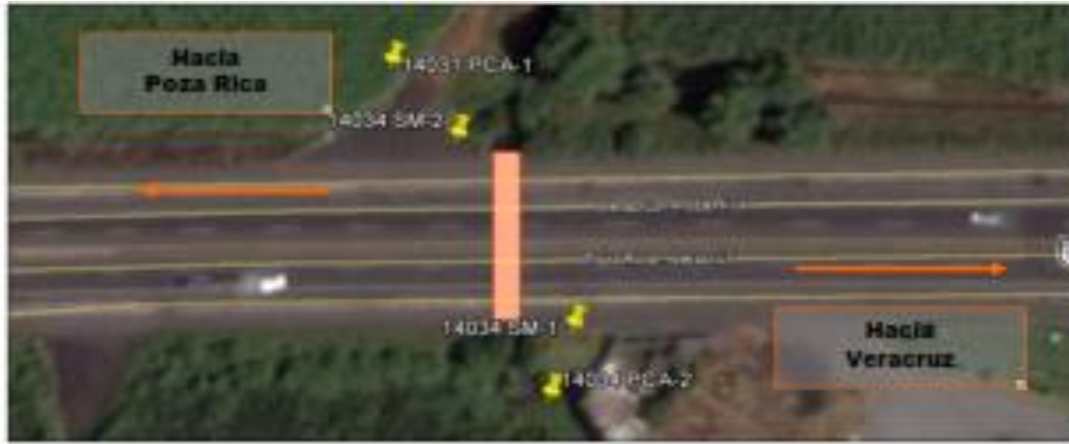
La aportación de esta tesis es conocer nuevas técnicas que establecen un mejoramiento en los procesos tradicionales, el proceso no es solamente para reforzamiento sino también para reconstrucción, los tiempos, costos y viabilidad son lo mas importante en las infraestructuras viales si se logra esto y agregamos la seguridad vial, se ha logrado una gran aportación para la ingeniería vial.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

# **ANEXOS**

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Anexo I.**



**UBICACIÓN EN PLANTA**

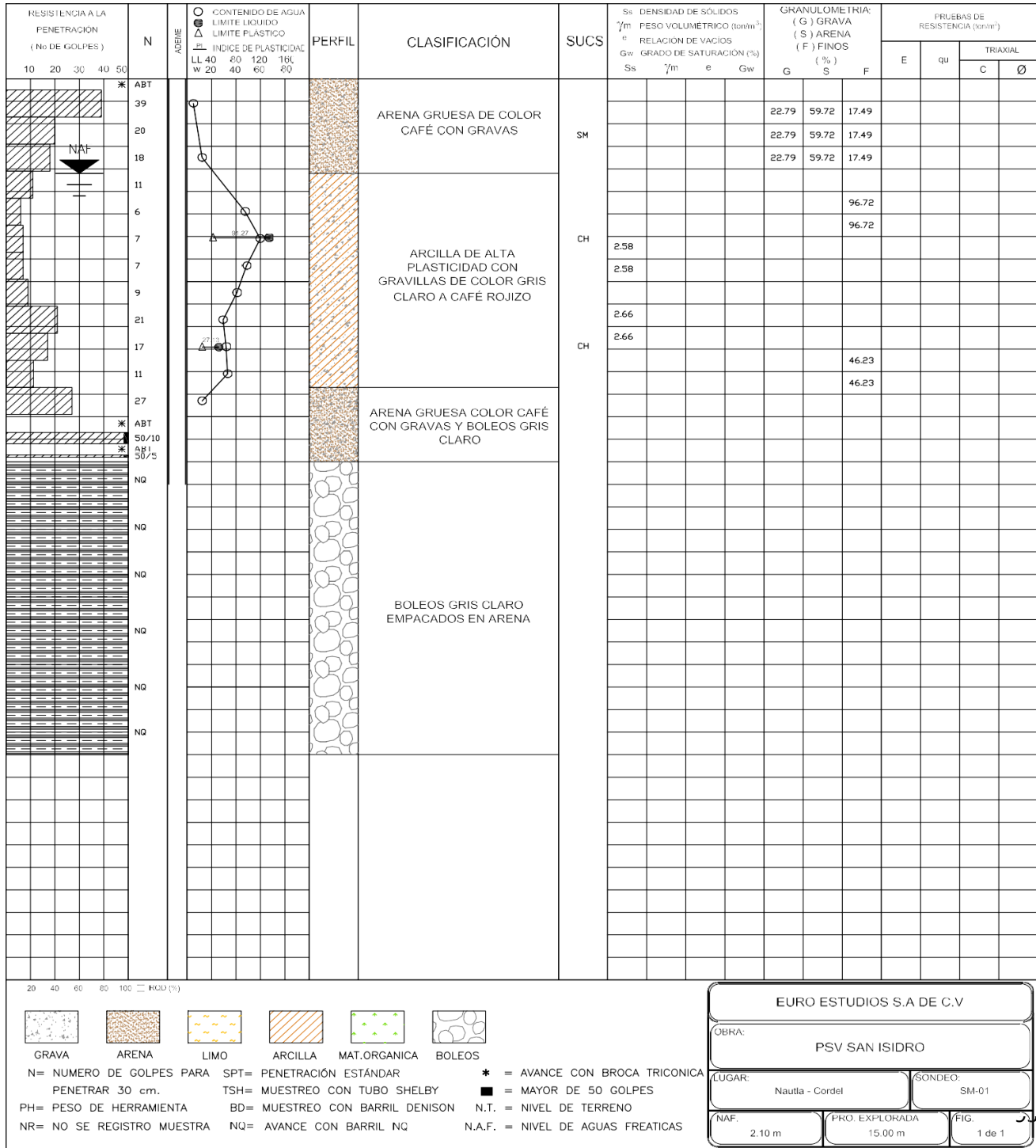


<b>SONDEOS DIRECTOS</b>		
Tipo	Cantidad	Profundidad
SPT	2	9.00 y 15 m
PCA	2	1.50 y 1.70 m

**Anexo I. Se muestra la ubicación de sondeos de penetración estándar y pozos a cielo abierto**

# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

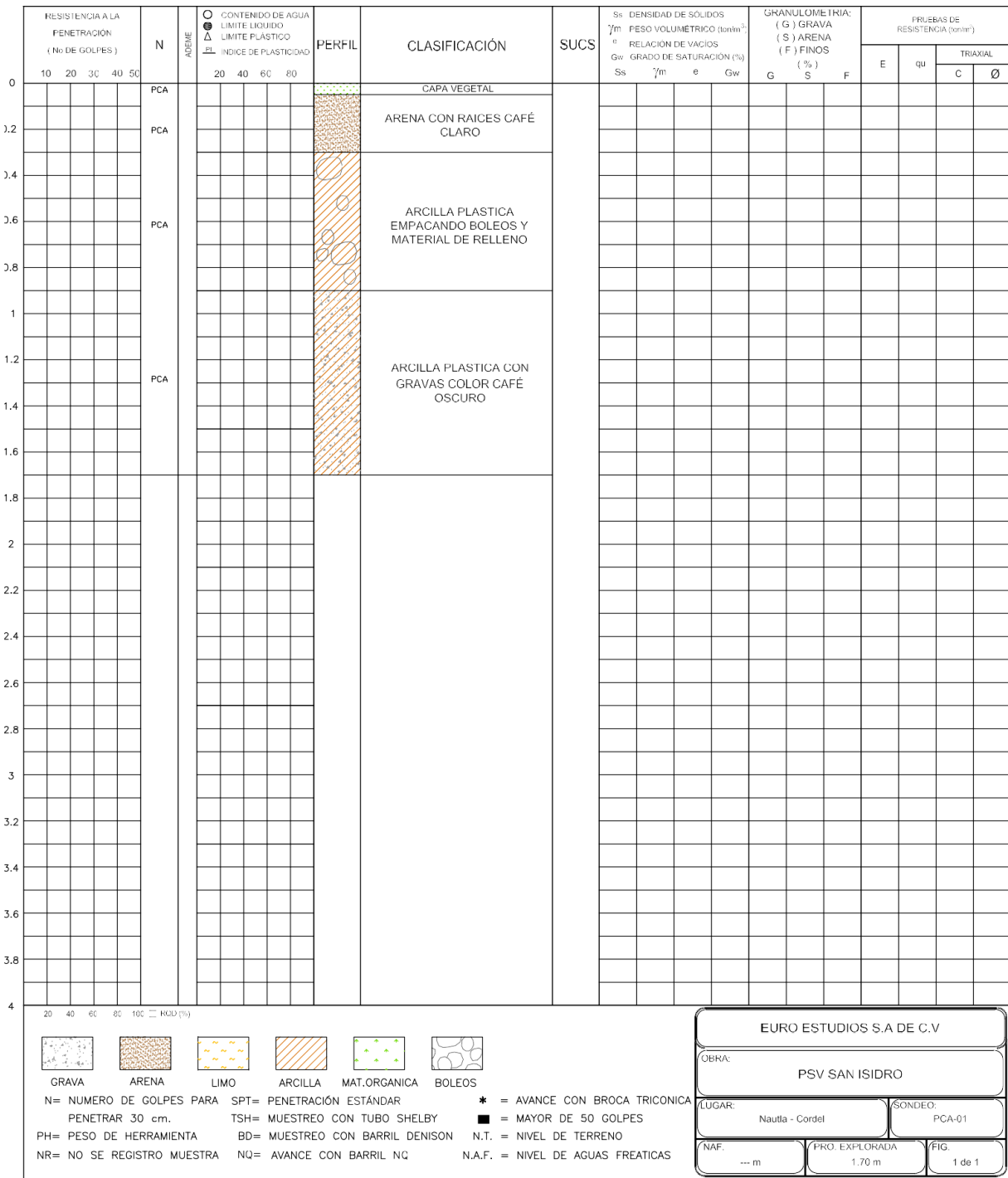
## Anexo 2 Perfil Estratigráfico



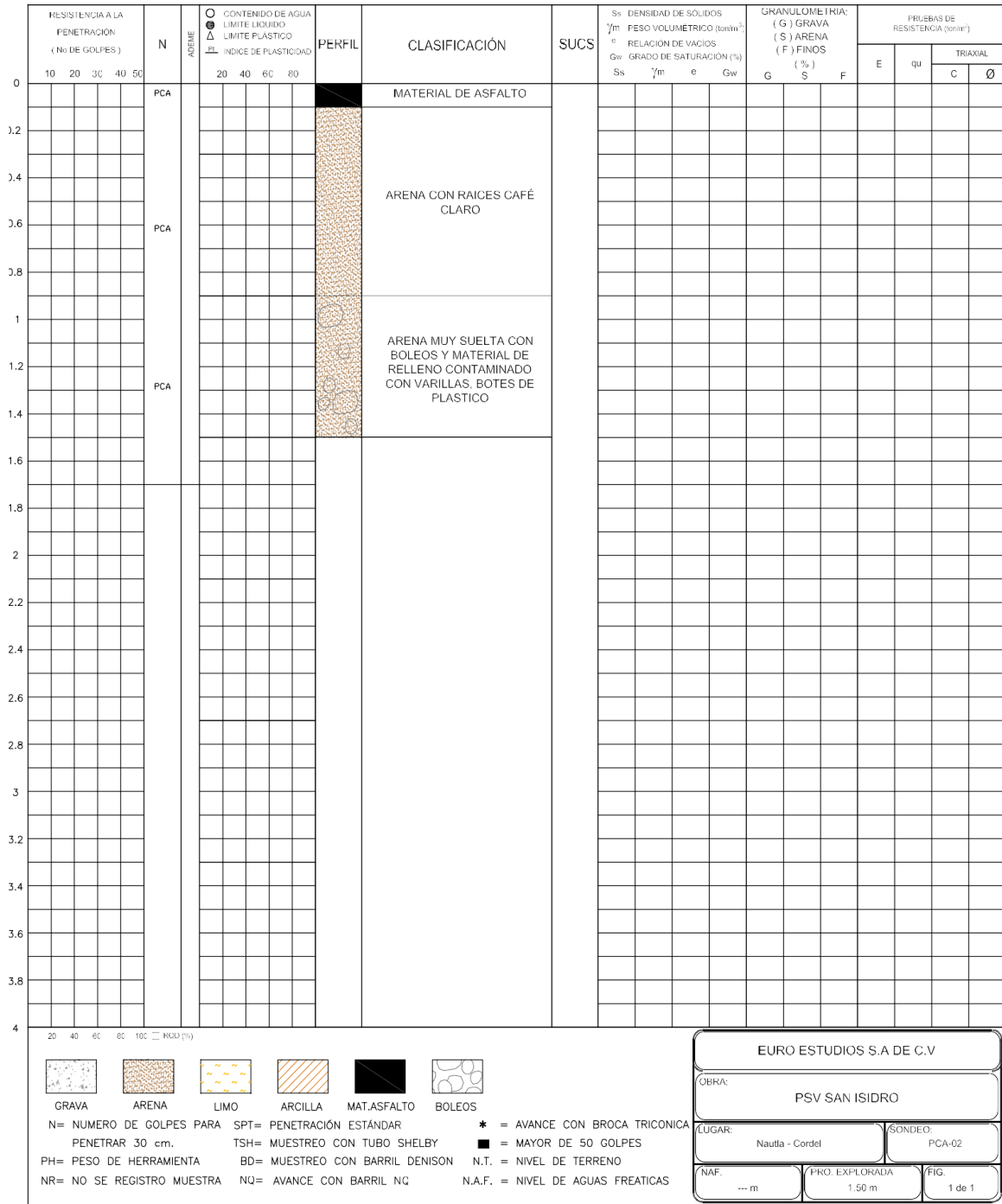




# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.



# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE "CAJONES TECHSPAN", UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.





**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**ANEXO 4.- Perfil Estratigráfico SM-1**

<b>Profundidad</b>	<b>Descripción Estratigráfica</b>
<p align="center"><b>(E-1)</b></p> <p align="center">0.00-2.05</p>	<p>Arena gruesa de color café con gravas, de compacidad media con un contenido de agua variable de 5.21% a 12.45%. El número de golpes varía de 18 a 39 golpes, con promedio de 27.29 golpes. Del análisis granulométrico tenemos 22.79% de gravas, 59.72% de arena y 17.49% de finos. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de <math>\phi=28.00^\circ</math>, y un peso volumétrico <math>\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3</math>. <b>SUCS: <u>SM</u></b></p>
<p align="center"><b>(E-2)</b></p> <p align="center">2.05-6.85</p>	<p>Arcilla plástica con gravillas de color gris claro a café rojizo, de consistencia media con un contenido de agua variable de 29.45% a 59.94%. El número de golpes varía de 6 a 21 golpes, con promedio de 11.13 golpes, tiene un porcentaje de finos varía de 46.23% a 96.72%. El limite líquido vario de 52 a 134 %, el limite plástico varía de 24.87 a 42.73%. La densidad de sólidos varía de 2.58 a 2.66. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó una cohesión de <math>c=4.00\text{Ton/m}^2</math>, y un peso volumétrico <math>\gamma=1.50 \text{ Ton/m}^3</math>. El N. A. F. se localizó a 2.10 m. <b>SUCS: <u>CH</u></b></p>

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

<p><b>(E-3)</b> 6.85-8.50</p>	<p>Arena gruesa de color café con gravas y boleos gris claro, de compacidad compacta a muy compacta con un contenido de agua de 12.42%. El número de golpes varía de 27 a más de 50 golpes, con promedio de 62.45 golpes. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de <math>\phi=32.00^\circ</math>, y un peso volumétrico <math>\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3</math>.</p>
<p><b>(E-4)</b> 8.50-15.00</p>	<p>Boleos de color gris claro empacados en arena. Tiene un peso volumétrico <math>\gamma=1.80 \text{ Ton/m}^3</math>.</p>

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Perfil Estratigráfico SM-2**

Profundidad	Descripción Estratigráfica
(E-1) 0.00-1.95	Arena gruesa de color café, de compacidad media con un contenido de agua variable de 5.54% a 13.64%. El número de golpes varía de 9 a 11 golpes, con promedio de 10.08 golpes, tiene un porcentaje de finos de 24.06%. $S_s=2.75$ . Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de $\phi=24.00^\circ$ , y un peso volumétrico $\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3$ .
(E-2) 1.95-4.95	Arcilla plástica con raíces de color gris claro a café, de consistencia media con un contenido de agua variable de 25.81% a 42.14%. $LL=93.70\%$ , $LP=35.74\%$ . El número de golpes varía de 3 a 12 golpes, con promedio de 6 golpes, tiene un porcentaje de finos de 38.15%. $S_s=2.69$ . Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó una cohesión de $c=2.00 \text{ Ton/m}^2$ , y un peso volumétrico $\gamma=1.50 \text{ Ton/m}^3$ . El N. A. F. se localizó a 3.00 m. <b>SUCS: <u>CH</u></b>
(E-3) 4.95-7.35	Arena gruesa con gravillas de color café, de compacidad compacta a muy compacta con un contenido de agua variable de 17.52% a 22.43%. El número de golpes varía de 10 a más de 50 golpes, con promedio de 43.50 golpes. Del análisis granulométrico tenemos 5.82% de gravas, 76.89% de arena y 17.29% de finos. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de $\phi=30.00^\circ$ , y un peso volumétrico $\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3$ . <b>SUCS: <u>SM</u></b>
(E-4) 7.35-9.00	Boleos de color gris claro empacados en arena. Tiene un peso volumétrico $\gamma=1.80 \text{ Ton/m}^3$ .

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Perfil Estratigráfico PCA-1**

<b>Profundidad</b>	<b>Descripción Estratigráfica</b>
<b>(E-0)</b> 0.00-0.05	Capa vegetal.
<b>(E-1)</b> 0.05-0.30	Arena con raíces de color café claro.
<b>(E-2)</b> 0.30-0.90	Arcilla plástica empacando boleos y material de relleno.
<b>(E-3)</b> 0.90-1.70	Arcilla plástica con gravas color café oscuro.



**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Perfil Estratigráfico PCA-2**

<b>Profundidad</b>	<b>Descripción Estratigráfica</b>
<b>(E-0)</b> 0.00-0.10	Material de Asfalto.
<b>(E-1)</b> 0.10-0.90	Arena con raíces color café claro.
<b>(E-1)</b> 0.90-1.50	Arena muy suelta con boleos y material de relleno contaminado con varillas y botes de plástico.

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

**Anexo 5 Modelo geotécnico de PSV Alcantarilla SAN ISIDRO Km. 38 + 287**

Unidad Espesor	Descripción Estratigráfica	N	N	N	Propiedades Mecánicas		Propiedades Elásticas	
					$\phi$ (°)	C (Ton/m <sup>2</sup> )	E (Ton/m <sup>2</sup> )	$\mu$
(E-1) 0.00-2.05	Arena gruesa de color café, de compacidad media con un contenido de agua variable de 5.54% a 13.64%. El número de golpes varía de 9 a 11 golpes, con promedio de 10.08 golpes, tiene un porcentaje de finos de 24.06%. S <sub>s</sub> =2.75. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de $\phi=24.00^\circ$ , y un peso volumétrico $\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3$ .	10.08	10.08	5.67	24.00	0.00	752.00	0.30

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

<p align="center"><b>(E-2)</b> 3.00-4.80</p>	<p>Arcilla plástica con raíces de color gris claro a café, de consistencia media con un contenido de agua variable de 25.81% a 42.14%. LL=93.70%, LP=35.74%. El número de golpes varía de 3 a 12 golpes, con promedio de 6 golpes, tiene un porcentaje de finos de 38.15%. S<sub>s</sub>=2.69. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó una cohesión de <math>c=2.00\text{Ton/m}^2</math>, y un peso volumétrico <math>\gamma=1.50\text{ Ton/m}^3</math>. El N. A. F. se localizó a 3.00 m. <b>SUCS: CH</b></p>	6.00	6.00	3.66	0.00	2.00	410.00	0.40
--	---	------	------	------	------	------	--------	------

**REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZA RICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

<p align="center"><b>(E-3)</b> 1.55-2.40</p>	<p>Arena gruesa con gravillas de color café, de compacidad compacta a muy compacta con un contenido de agua variable de 17.52% a 22.43%. El número de golpes varía de 10 a más de 50 golpes, con promedio de 43.50 golpes. Del análisis granulométrico tenemos 5.82% de gravas, 76.89% de arena y 17.29% de finos. Con base al número de golpes N promedio de la prueba de penetración estándar se asignó un ángulo de fricción interna de <math>\phi=30.00^\circ</math>, y un peso volumétrico <math>\gamma=1.60 \text{ Ton/m}^3</math>. <b>SUCS:</b> <b><u>SM</u></b></p>	43.50	28.63	20.21	30.00	0.00	2086.00	0.30
<p align="center"><b>(E-4)</b> 1.65-6.60</p>	<p>Boleos de color gris claro empacados en arena. Tiene un peso volumétrico <math>\gamma=1.80 \text{ Ton/m}^3</math>.</p>	100	57.50	40.97	35.00	0.00	4556.00	0.30

# REFORZAMIENTO O RECONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA MEDIANTE EL SISTEMA DE “CAJONES TECHSPAN”, UBICADA EN EL KM 38+287 DE LA CARRETERA POZARICA-VERACRUZ EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

## BIBLIOGRAFIA.

- Bustamante, F. O. (2009). *Estruturacion de vias terrestres*. Mexico: grupo editorial patria.
- carta-geologica-Minera, Veracruz E14-3. (2002). *consejo de recursos minerales*. Estado de Veracruz.
- Eduardo Casanova, S. B. (s.f.). <https://es.slideshare.net/israel12500193/obras-de-drenae-unidad-3>.
- Byron Patricio Rodriguez (2013). *Diseño Integral del Sistema de Drenaje Vial*. Cuenca-Ecuador, Ecuador. <https://fdocuments.ec/document/013-capitulo-5-puente-losa-y-alcantarilla.htm>. (s.f.).
- <https://sites.google.com/site/soilmechanicsiunam>. (s.f.). Obtenido de soil MechanicsIIUNAM.
- Hung, I. C. (2014). Guia de procedimiento y tecnicas para la conservacion de carreteras en Mexico. *Secretaria de Comunicaciones y Transporte*. CIUDAD DE MEXICO, MEXICO.
- jose arreaza, J. (Noviembre 2012). Drenaje Transversal y Longitudinal. Republica Bolivariana de Venezuela.
- Kraemer, C. (Septiembre 2003). *Ingenieria en carreteras*. Madrid España: Mc Graw Hill.
- M. DAS, BRAJA. (2011). Fundamentos de Ingenieria en Cimentaciones. *en Cimentaciones Superficiales: Capacidad de Carga y Asentamiento Permisibles*, Mexico: Cengage Learning.
- Medina A. Salazar (s.f.). Fisiografia y Suelos.
- MUTRE, C. V. (2009). *CAPITULO 4. ALCANTARILLAS*. Obtenido de [www.dspace.espol.edu.ec](http://www.dspace.espol.edu.ec)
- Pulecio-Diaz, j. A. (Nov 2015). *Tipologia de Drenaje y Subdrenaje en vias*. Colombia .
- Rubi, M. C. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/105257073/seccion-5-Drenaje-Transversal-en-Carreteras>.
- Sosa, I. (2006). Ingenieria Vial I. Republica Dominicana: Editora Buho.
- Velazquez, J. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/241197331/CUNETAS>