



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.

**Construcción del Drenaje y Subdrenaje del camino Toluca-Morelia
del km. 75+400 al 133+500.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL.

PRESENTA:

P.I.C. RUBEN GUADALUPE CAUDILLO FLORES

ASESOR:

DR. JAIME SAAVEDRA ROSALES

MORELIA, MICHOACÁN ENERO DE 2013.



DEDICATORIAS.

- A Dios, a la virgen de Guadalupe y al Cristo Negro de Caracuaro por permitirme lograr esta meta tan importante en mi vida.
 - A mis padres Veneranda Flores León y Rubén Caudillo Vargas por ser quienes me brindaron el amor incondicional que se necesita, el gran apoyo que todo ser humano necesita para lograr cualquier objetivo o meta que se plantea uno en la vida, gracias por la paciencia que tuvieron ya que en las buenas y en las malas estuvieron ahí para brindar su gran apoyo.
 - A mis hermanos Amílcar, Uriel y Efraín, por su gran apoyo incondicional, por el gran cariño de hermanos y aun que nos enojábamos pero siempre estaban ahí para lo que se necesitara en las buenas y en las malas.
 - A mi gran amor Marielena por llegar en un momento tan difícil en mi vida pero gracias a ella se pudo superar, gracias por su amor, por su comprensión, por el gran apoyo que es para mí y por estar conmigo en los momentos tan difíciles e importantes en mi vida.
 - A mi niña Virginia Yhoalibet quien llego a darle más alegría a un matrimonio joven.
 - A todos mis tíos, tías, primos y padrinos sin excluir alguno que tuvieron que ver directa e indirectamente en mi formación.
 - Al ingeniero Rogelio Gollas Pérez por ser la persona quien medio la oportunidad de incorporarme al ámbito laborar de la ingeniería civil debido a que cuando uno egresa existen demasiados obstáculos en esta tan difícil pero a la vez hermosa carrera y él fue una pieza demasiado importante para que se lograra lo que ahora soy muchas gracias ingeniero por esos momentos tan hermoso y tan difíciles que pasaron en el tiempo que estuve laborando en esa tan grande y maravillosa empresa que es Grupo Edificador Baesgo S.A de C.V. pero sobre todo por esa gran amistan que en todo momento se me brindo porque cuando yo estuve en la empresa no me sentí como un trabajador más si no como que la empresa era mía y si le pasaba algo a la empresa me pasaba a mí.
 - A los ingenieros Leo Servando, José Luis Gollas, Sergio Merino, Marco Antonio Castro, Juan Manuel Paz, que me brindaron un gran apoyo en los momentos tan difíciles en las obras, pero a la hora de necesitar de ellos un consejo o una asesoría de una forma amable y agradable se me brindaba, sin dejar a un lado gracias por esa gran amistan que se me brindo cuando estaba con ellos y esos momentos tan hermosos y maravillosos que se vivió con ellos en las obras y en todos momentos por todas esas cosas muchas gracias.
 - A los Ing. Juan Luis Barriga, Sergio Nicolás Navarro y al Arq. Sergio Belmonte por esa gran a mistad que surgió a la hora de estar laborando en la empresa.
-

ÍNDICE.

INTRODUCCION.

CAPITULO. 1.- LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	1
1.1.- Características y potencialidades hidrológicas del municipio de Zitácuaro Mich.....	2
1.1.1.- Población de Zitácuaro.....	7
1.1.2.- Principales actividades económicas.	8
1.2.- Características y potencialidades hidrológicas del municipio de Tuxpan, Mich.....	8
1.2.1.- Principales Localidades.....	11
1.2.2.- Actividades económicas.....	12
1.2.3.- Datos generales de la población de Tuxpan Michoacán.....	13
CAPITULO. 2.- DRENAJE Y SUBDRENAJE.....	14
2.1.- Definiciones.....	14
2.1.1.- Objeto del Drenaje.....	14
2.1.2.- Tipos de drenaje.....	14
2.1.3.- Drenaje superficial.....	15
2.1.4.- Importancia del Subdrenaje.....	22
2.1.5.- Características de los suelos, que influyen en el Subdrenaje.....	23
2.1.6.- Estudio de los suelos.....	23
2.1.7.- Casos en que debe estudiarse y proyectarse Subdrenaje.....	23
2.1.8.- Subdrenaje sin obras auxiliares.....	24
2.1.9.- Tipos de drenajes subterráneo.....	25
2.1.10.- Fallas.....	26
2.1.11.- Recomendaciones.....	27
CAPITULO: 3.- GEODREN.....	28
3.1.- Definición.....	28
3.2.- Geodren Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.....	29
3.2.1.- Geodren Vial.....	29
3.2.2.- Ventajas del geodren vial.....	30
3.2.3.- Campos de Aplicación.....	30
3.2.4.- Aplicaciones y soluciones del Geodrén Vial.....	31

3.2.4.1.- Edificaciones.....	31
3.2.4.2.- Campos Deportivos.....	33
3.3.- Geodren planar.....	34
3.3.1.- Ventajas del geodrén planar.....	35
3.3.2.- Campos de aplicación.....	35
3.4.- Principales Aplicaciones y Soluciones del Geodrén.....	36
3.4.1.- Infraestructura.....	36
3.4.2.- Campos deportivos.....	37
3.4.3.- Edificaciones.....	38
3.4.4.- Zonas jardinadas.....	39
3.5.- Infraestructura Vial.....	40
3.6.- Ensamblaje del Geodrén Vial.....	42
3.7.- Procedimiento de Instalación.....	44
3.7.1.- Preparación del Terreno.....	44
3.7.2.- Instalación del Geodrén.....	44
3.7.3.- Relleno y Compactación.....	45
3.7.4.- Salidas o Entregas.....	45
CAPITULO. 4.- TRABAJOS DE CAMPO.....	46
4.1.- Etapas.....	46
4.2.- Ejecución de las Especificaciones Complementarias (E.C.).....	56
4.2.1.- E.C.1.- Señalamiento vertical para protección de obra.....	56
4.2.1.1.- Ejecución.	56
4.2.1.2. Materiales.....	57
4.2.2.- E.C.2.- Aplicaciones del proyecto.....	57
4.2.3.- Descripción del procedimiento constructivo.....	58
4.2.3.1.- Bancos, norma de material: N•CTR•CAR•1•01•008/00.....	58
4.2.3.2.- Retiro de señales verticales.....	60
4.2.3.3.- Despalse, norma: N•CTR•CAR•1•01•002/00.....	61
4.2.3.4.- Demoliciones: norma: N•CTR•CAR•1•02•013/00.....	63
4.2.3.5.- Excavación, norma: N•CTR•CAR•1•01•007/00.....	64
4.2.3.6.- Acarreos, norma: N•CTR•CAR•1•01•013/00.....	66
4.2.3.7.- Afinamiento, norma: N•CTR•CAR•1•01•006/00.....	68
4.2.3.8.- Geodrenes: norma: N•CTR•CAR•1•03•010/00.....	70
4.2.3.8.1.- Instalación del Geodren (Tipo Rolodren).....	70

4.2.3.9.- Rellenos, norma: N•CTR•CAR•1•01•011/00.....	72
4.2.3.10.- Concreto hidráulico: norma: N•CTR•CAR•1•02•003/04.....	74
4.2.3.11.- Acero para el concreto hidráulico: norma: N•CTR•CAR•1•02•004/0.....	76
4.2.3.12.- Cunetas: norma: N•CTR•CAR•1•03•003/00.....	78
4.2.3.13.- Vados: norma: N•CTR•CAR•1•03•008/00.....	80
4.2.3.14.- Ejecución del control de calidad durante la construcción y/o conservación: norma: N•CAL•1•01/00.....	81
4.2.3.15.- Ejecución de obra: norma: N•LEG•3/02.....	82
4.2.3.16.- Ejecución de supervisión de obras: norma: N•LEG•4/07.....	83
4.2.3.17.- Tabla de precios por unidad de obra terminada, P.U.O.T.....	84
Conclusiones.....	86
Bibliografía.....	88

INTRODUCCION.

En el estado de Michoacán, se cuenta con una gran cantidad de Vías de comunicación terrestre (vehiculares) las cuales se encuentran divididas en tres partes: Federal, Estatal y Municipal.

Las carreteras se encuentran en estado deplorables por lo que se necesita una rehabilitación para su mejor funcionamiento, para esto el Gobierno Federal y Estatal se han dado a la tarea por rehabilitarlas por medio de sobre carpetas, riegos de sello, riegos de taponamientos, etc., pero muchas veces todos estos trabajos realizados no son en muchas veces la mejor opción para que las carreteras se encuentren en buen estado, si sirven estos trabajos pero muchas veces el problema de las carreteras no se encuentra en la superficie de rodamiento, si no el problema se encuentra en el subsuelo debido a que muchas veces en épocas de lluvia el nivel freático del agua rebasa lo estimado en el proyecto de construcción de la carretera y se tiene que buscar otras alternativas para su buen funcionamiento, una de estas alternativas para desalojar el agua que la afecta a la carretera es el uso del Subdrenaje en los acotamientos de la carretera ya sea aguas arriba o aguas abajo, en este trabajo nos dedicaremos a hablar del Subdrenaje, existen varias formas de ejecutar el Subdrenaje, pero en la actualidad existe una nueva alternativa del Subdrenaje que es por medio de materiales geosintéticos (Geodren tipo rolodren).

En el capítulo uno nos dedicaremos a hablar de la localización y descripción del tramo en estudio, características y condiciones hidrológicas donde se ubica el tramo de carretera que nos dedicaremos a estudiar en este documento cuál es su importancia para el desarrollo del municipio.

En el capítulo dos se habla del drenaje y Subdrenaje cuáles son las obras que complementan al Subdrenaje, existen dos tipos de drenajes el longitudinal y el transversal pero nada más nos dedicaremos a hablar del drenaje longitudinal debido que es el que se trabajó en dicha obra.

En el capítulo tres se hablara de la definición del Geodren, cuales son los tipos de Geodrenes que existen, las funciones y aplicaciones del Geodren, cuáles son las ventajas del Geodren, se describirán los pasos a seguir para el ensamblaje del geodren para un buen funcionamiento, se describirá el procedimiento a seguir para la colocación del Geodren en el área de su instalación.

En el capítulo cuatro se describirán cuáles son los pasos a seguir en la colocación del señalamiento de protección de obra que se utilizara, siguiendo las normas indicadas por parte de la SCT., también se describe el procedimiento de construcción que se llevó a cabo en la obra indicando cuales son los pasos a seguir para un buen funcionamiento de dicha obra siguiendo las normas indicadas por parte de la SCT., y apegándose en su totalidad a lo recomendado por la norma, también se anexan los precios de la obra ejecutada por unidad de obra terminada.

Finalmente se llegó a la conclusión de que el sistema por medio de Geodren tiene grandes ventajas en la aplicación de Subdrenajes, en comparación con el sistema de Subdrenajes por medio de tubos de concreto.

CAPITULO. 1.- LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL TRAMO EN ESTUDIO.

El tramo en estudio corresponde a la carretera: México-Nogales (Ruta 15) que se encuentra localizado entre las localidades de Crescencio Morales en el municipio de Zitácuaro Michoacán del KM. 75 + 400, hasta C.D. Hidalgo Michoacán KM. 133 + 500.

Es una carretera tipo "B" con un ancho de corona de 9.00 metros, un ancho de calzada de 7.00 metros, y acotamientos de 0.50 metros.

La carretera es una de las arterias principales de Michoacán debido a que comunica al sur de Zitácuaro con el estado de México llegando a Toluca. Por eso es de vital importancia mantener en buen estado la carretera para brindar un buen servicio a los usuarios.



Mapa 1.

Fuente: <http://www.google.es/search?hl>.

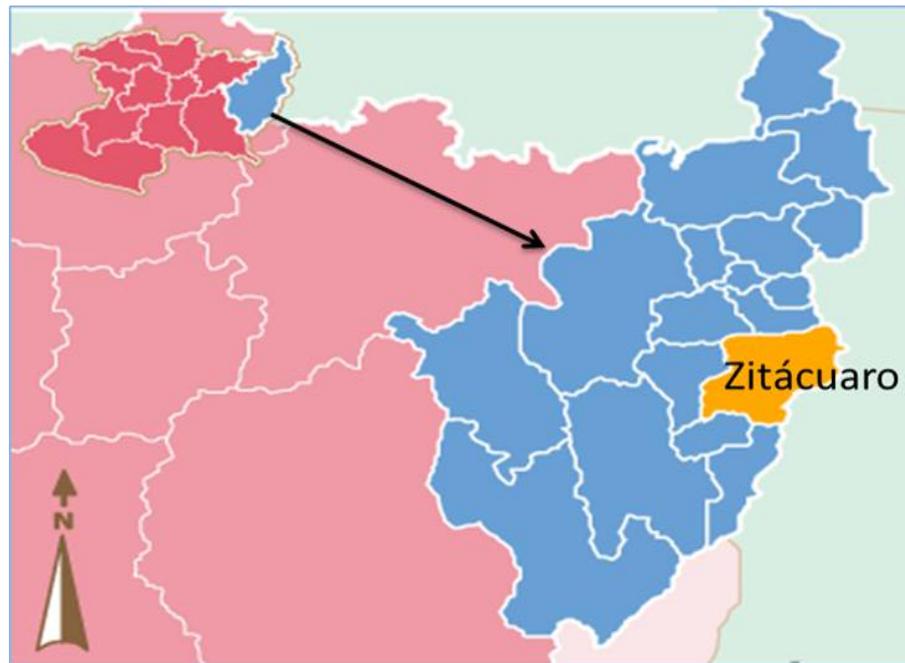
1.1.- Características y potencialidades hidrológicas del municipio de Zitácuaro, Mich.

Son variadas las acepciones que se dan al nombre de Zitácuaro, sin embargo, se dice que proviene de Tzita que equivale a abuelo, ancestro, mayor, de "cue" que significa altar, santuario, y de "ro" que es un locativo, por lo que su significado es "lugar santuario de los mayores". La etimología de Zitácuaro es otomí-chichimeca, en virtud de que los primeros habitantes de Zitácuaro fueron los otomíes asentados en el norte del Valle de Quencio y los chichimecas ubicados al sur. Gilberti, sostiene que es la unidad de medida de sembradura, o sea una zitacua; los que sostienen que significa "soga" o "cordel". El significado que da el Licenciado Ruíz, es "Lugar Escondido".

El municipio de Zitácuaro se localiza en la sub-región noroeste del Estado de Michoacán y su ubicación comprende las siguientes coordenadas en sus puntos extremos: al norte 19° 33' (Cerro de la Peña), al sur 19° 19' de latitud norte (Cerro el Águila), al este 100° 10' (Lengua de vaca) y al oeste 100° 29' longitud oeste (Las Mesitas).

La extensión del municipio de Zitácuaro es de 494 km. cuadrados, superficie que representa el 0.86% del territorio estatal y ocupa el 43° lugar entre los demás municipios de la entidad. Zitácuaro, colinda, al norte, con los municipios de Tuxpan, Ocampo y el Estado de México; al este con el Estado de México; al sur con el Estado de México y los municipios de Juárez, Susupuato y Jungapeo; al oeste con los municipios de Juárez, Jungapeo y Tuxpan.

Por su parte, la Heroica Ciudad de Zitácuaro se localiza a los 19° 26' latitud norte y a los 100° 22' longitud oeste, con una altitud sobre el nivel del mar de 1940 metros. Zitácuaro, en el ámbito electoral, es cabecera del III Distrito Federal y del XIII Distrito Local; es sede de una Oficina de Administración de Rentas, de la Jurisdicción Sanitaria No.3, de la Subprocuraduría General de Justicia del Estado, del Distrito de Desarrollo Rural No.94 y de otras dependencias estatales y federales.



Mapa 2.

Fuente: <http://www.zitacuaro.gob.mx>

En el siguiente escrito que a continuación se presenta muestra la riqueza de suelos con los que cuenta el territorio del municipio de Zitácuaro.

El territorio de Zitácuaro se encuentra surcado, de este a oeste, por los desprendimientos del Sistema Volcánico Transversal, lo que propicia que la superficie municipal esté integrada por sierra, con un porcentaje del 33.24%; por sierra con mesetas, 1.0%; lomerío con mesetas, 65.48% y llanura, 0.28%. Como se puede observar el territorio municipal es muy irregular y carece de valles y planicies. Como resultado de lo anterior, el 50% del territorio municipal es ocupado por elevaciones mayores de 2,000 metros. Esta situación orográfica impide que se tenga una práctica agrícola de mayores rendimientos.

Zitácuaro cuenta con varias elevaciones importantes por su altura; las principales son: Cerro Cacique, 3,200 metros sobre el nivel del mar (msnm); Cerro el Huacal, 3,160; Cerro Ziráhuato, 2,740; Cerro Gordo, 2,660; Cerro Las Flores, 2,540; Cerro La Campana, 2,460; Cerro La Pachuca, 2,460; Volcán El Molcajete, 2,360; Cerro El Epazote, 2,240 y Cerro La Pluma, 2,100.

El municipio de Zitácuaro cuenta con ricas fuentes acuíferas, que se podrían aprovechar en cubrir las necesidades de agua potable de la población, de la agricultura, de la ganadería y en la generación de energía eléctrica.

El municipio de Zitácuaro pertenece a la región del Río Balsas y a la cuenca de Cutzamala. En el territorio municipal se encuentra las subcuencas del Río Zitácuaro, del Río Tuxpan y la del Río Tilostoc.

Los ríos de mayor presencia en el municipio son el Zitácuaro o de San Juan Viejo, de considerable magnitud, se origina en la sierra de San Cristóbal y en las montañas del oriente del municipio, se alimenta de los afluentes de Macutzio, Crescencio Morales y El Diablo. Río de San Andrés o San Isidro nace al este del municipio, recibe las corrientes de las afluentes de Ojo de Agua, Seco y La Ciénaga. El río Zitácuaro se forma al juntarse, en la parte poniente del municipio, los ríos de San Juan Viejo y de San Andrés; desagua en la presa de El Bosque.

Existen otras importantes corrientes de agua localizadas en el territorio municipal, que se pueden considerar como arroyos; entre ellos están el de Guadalupe y Crescencio Morales, cuyo nacimiento se localiza en la tenencia de ese nombre; el de la Margara, San Isidro y el Seco, ubicados en territorio de la tenencia de Nicolás Romero; El Establo y Macutzio, con nacimiento y trayectoria en la tenencia de San Felipe Los Alzati; El Oro, en la tenencia de Coatepec de Morelos; San Bartolomé y El Sauz, en Francisco Serrato.

El municipio de Zitácuaro tiene variedad de climas; cuenta con el templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad C(W2), cubre el 49.39% de la superficie municipal; el semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media Acw1, cubre el 27.22%; el templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media C(W1), cubre el 16.19% y el semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad C(E) (w2), cubre el 7.20% del territorio municipal.

El principal cuerpo de agua que se localiza en el municipio es el de la presa de El Bosque, con una capacidad de más de 200 millones de litros cúbicos del vital líquido.



Figura 1.

Fuente: <http://www.google.es/search?foto+de+la+presa+de+zitacuaro>.

Los tipos de vegetación que se reconoce en el municipio son el Bosque de Coníferas, Bosque mixto y Bosque tropical.

El Bosque de Coníferas está representado, principalmente, por el pino, oyamel, cedro y táscate. Este tipo de vegetación se localiza en las grandes altitudes de las principales sierras y cerros del municipio, con 2,600 y 3,550 metros de altitud, en suelos que se derivan de rocas ígneas extrusivas e intrusivas, así como sedimentarias.

El Bosque Mixto se compone por el encino, cedro, sabino, madroño, fresno, tejocote. En este tipo de bosque también hay herbáceas como yerba del sapo, begonia, salvia, valeriana, entre otras; se desarrolla a menos de 2,600 metros de altitud y se localiza en el centro, centro-este, este, centro-norte, sur y

parte del sureste y noroeste del municipio. Es el bosque que, de manera natural, ocupaba la mayor extensión.

El Bosque Tropical es de especies arbóreas no espinosas, de dimensiones no muy grandes y que pierden sus hojas por un largo período en la estación seca del año. Generalmente, los suelos son poco profundos, donde la vegetación natural está perturbada por la agricultura o los pastizales y matorrales.

Las especies que se desarrollan en este tipo de bosque son la chirimoya, guanábana, zapote blanco, plátano, Guanacaste, cueramo, tepehuaje, guaje, mango, cirrián, tabachin, tepemesquite, cuajilote, acacia, huizache. El bosque tropical se localiza en el oeste, centro-oeste, y suroeste, y en la parte sur del territorio municipal.

Aparte de la flora mencionada existe otra que se compone por el ahuehuete, aile, álamo blanco, ambrosía, azafrán, buganvilia, capulín, carrizo, cedro, cedrón, ceiba, chayote, chíá común, dalia, diente de león, epazote, escobilla, estafiate, eucalipto, fresno, flor de nochebuena, gordolobo, higuera, huizache, jaltomate, jarilla, laurel, lirio blanco, limoncillo, lechuguilla, maguey, malva, manzanilla, maravilla, mezquite, marihuana, mirasol, mora, nogal, nopal, níspero, ortiga, ortiguilla, otate, oyamel, palo dulce, pasto, pirul, quelite, rabanillo, raíz de zacatón, romero, sauce, siempreviva, tabachín, tejocote, tepehuaje, tepozán, tulipán, tilia, verdolaga, yerbabuena, zacate, y zacate colorado.

1.1.1.- Población de Zitácuaro.

La población total del municipio de Zitácuaro es de 136491 personas, de las cuales 65293 son de sexo masculino y 71198 de sexo femenino según datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

A.- Edades de la población.- La población de Zitácuaro se divide en 58743 menores de edad y 77748 adultos, de los cuales 10903 tienen más de 60 años.

B.- Población indígena de Zitácuaro.- Es de 8661 personas en Zitácuaro viven en hogares indígenas. Un idioma indígena hablan los habitantes de más de 5 años de edad 3382 personas. El número de loa que solo hablan un idioma indígena es de 16, los cuales hablan también mexicano es 2920.

C.- Estructura social.- Derecho a atención médica por el seguro social, tienen 33082 habitantes de Zitácuaro.

D.- Estructura económica.- En Zitácuaro hay un total de 30348 hogares. De estas 29185 viviendas, 5994 tienen piso de tierra y unos 1818 consisten de una habitación solo. 26884 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 22420 son conectadas al servicio público, 27822 tienen acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permite a 3098 viviendas tener una computadora, a 13027 tener una lavadora y 25719 tienen televisión.

1.1.2.- Principales actividades económicas.

A.- Ganadería.- Representa el 6% de la actividad económica. Se cría ganado bovino, porcino, ovino, caprino y aves.

B.- Industria.- Representa el 14% de la actividad económica, se fabrica vestido, calzado, fábricas de artículos de madera, corcho, fábrica de muebles de madera.

C.- Turismo.- Representa el 2% de la actividad económica del municipio.

D.- Comercio.- Cuenta con tiendas de abarrotes, tiendas de autoservicio, papelerías, ferreterías, panaderías, tortillerías, representando el 16% de la actividad económica.

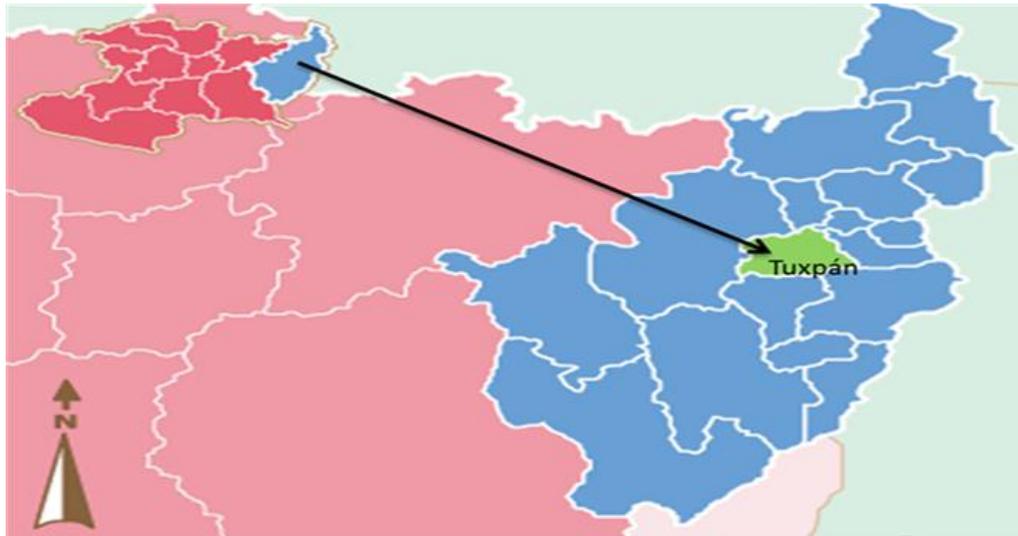
E.- Servicios.-Cuenta con servicios de central de autobuses, hoteles, moteles, restaurantes. Representa el 2.1% de la actividad económica.

Explotación forestal.- Representa el 3% de la actividad económica, se explota madera, resina y carbón encino.

1.2.- Características y potencialidades hidrológicas del municipio de Tuxpan.

Tuxpan tiene su etimología de la voz tarasca "toxpan", que significa "lugar de tuzas". Otros historiadores atribuyen el nombre al vocablo otomí, "tuspa", que significa "tucera" y del azteca tochpan, en los conejos.

Se localiza al este del Estado, en las coordenadas 19°34' de latitud norte y 100°28' de longitud oeste, a una altura de 1,730 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Irimbo y Aporo, al este con Ocampo, al sur con Jungapeo y Zitácuaro, y al oeste con Hidalgo. Su distancia a la capital del Estado es de 130 km.



Mapa 3.

Fuente: <http://www.zitacuaro.gob.mx/?sec=territorio/mapa>

La superficie de Tuxpan es de 243.04 Kilómetros Cuadrados, el cual representa el 0.41% del territorio del estado.

Su relieve está constituido por el sistema volcánico transversal, sierra de fraile y cerros de Zirahuato, Camacho, Ario, Cicina, Huirunio, Presidio, Víbora y Tortuga y el Valle de Tuxpan.

Su hidrografía la forma el Río Tuxpan y los arroyos Chiquito, Aguacate y San Lorenzo, además tiene la presa de San Lorenzo.



Figura 2. Presa de tuxpan michoacan.

Fuente: <http://www.google.presa de San Lorenzo tuxpan mich.>

Su clima es templado, con precipitación pluvial anual de 1,096.1 milímetros y temperaturas que oscilan de 12.8° a 28.6° centígrados.

En el municipio domina el bosque mixto con pino, encino y cedro y el bosque de coníferas con oyamel y pino. Su fauna está representada por ardilla, conejo comadreja, tlacuache, mapache, cacomixtle, tejón, liebre, güilota y pato.

La superficie maderable es ocupada por pino y encino, en el caso de la no maderable es ocupada por arbustos de distintas especies.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y paleoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y de pradera. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

El municipio cuenta con varios monumentos arquitectónicos como son: el Templo de Santiago, que data del siglo XVII y los monumentos a Benedicto López, Emiliano Zapata, José Ma. Morelos y Lic. Luis Donaldo Colosio.



Figura 3. Templo de Santiago.

Fuente: <http://www.elocal.gob.mx/work>.

1.2.1.- Principales Localidades.

A.- Tuxpan.- Su principal actividad es la floricultura, cuenta con aproximadamente 8,696 habitantes (INEGI 1995).

B.- Turundeo.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 8 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 647 habitantes (INEGI 1995).

C.- La Soledad.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 3 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 966 habitantes (INEGI 1995).

D.- Jucuarillo.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 12 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 205 habitantes (INEGI 1995)

E.- El Aguacate.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 8 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 398 habitantes (INEGI 1995).

F.- Acumbaro.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 10 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 356 habitantes (INEGI 1995).

G.- Cofradías.- Su principal actividad es la agricultura. Se localiza a 3 km., de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 881 habitantes (INEGI 1995).

1.2.2.- Actividades económicas.

A.- Agricultura.- La actividad agrícola es la principal actividad del municipio siendo sus principales cultivos: el maíz, trigo y frijol y representa el 45% de su actividad económica.

B.- Ganadería.- La actividad ganadera no es representativa para el municipio siendo sus principales crías el ganado: bovino, porcino y aves, representando el 15% de su actividad económica.

C.- Industria.- En el municipio se explota el caolín, representa el 2% de su actividad económica.

D.- Turismo.- Paisajes naturales, zonas arqueológicas y floricultura.

E.- Comercio.- El municipio cuenta con comercios pequeños y medianos, donde la población adquiere artículos de primera y segunda necesidad, representa el 1% de su actividad económica.

F.- Servicios.- La Capacidad de estos en la cabecera municipal es suficiente para atender las demandas, ofreciéndose hospedaje y alimentación, en los hoteles y restaurantes del lugar. Además se brinda el servicio de autobuses del servicio suburbano y taxis.

1.2.3.- Datos generales de la población de Tuxpan Michoacán.

POBLACIÓN	TUXPAN	MICHOACÁN	FUENTE
Población total, 2010	26026	4,351,037	INEGI 2010
Población total hombres, 2010	12502	2,102,109	INEGI 2010
Población total mujeres, 2010	13524	2,248,928	INEGI 2010
Relación hombres-mujeres, 2010	92.4	93.5	INEGI 2010
Hogares, 2010	6331	1,066,630	INEGI 2010
Hogares con jefe hombre, 2010	5024	809,569	INEGI 2010
Hogares con jefe mujer, 2010	1307	257,061	INEGI 2010
Tamaño promedio de los hogares, 2010	4.1	4.0	INEGI 2010
Nacimientos, 2008	613	107,123	INEGI 2010
Nacimientos hombres, 2008	304	53,514	INEGI 2010
Nacimientos mujeres, 2008	309	53,609	INEGI 2010
Defunciones generales, 2009	134	23,602	INEGI 2010
Defunciones generales hombres, 2009	79	13,229	INEGI 2010
Defunciones generales mujeres, 2009	55	10,361	INEGI 2010
Tasa de mortalidad infantil, 2000	27.5	25.9	INEGI 2000.
Matrimonios, 2008	101	26,885	INEGI 2010
Divorcios, 2008	1	2,765	INEGI 2010

CAPITULO. 2.- DRENAJE Y SUBDRENAJE.

2.1.- Definiciones.

2.1.1.- Objeto del Drenaje.

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma puede perjudicar al camino; esto se logra evitando que el agua llegue a él, o bien dando salida a la que inevitablemente le llega.

Importancia en la vida del camino.

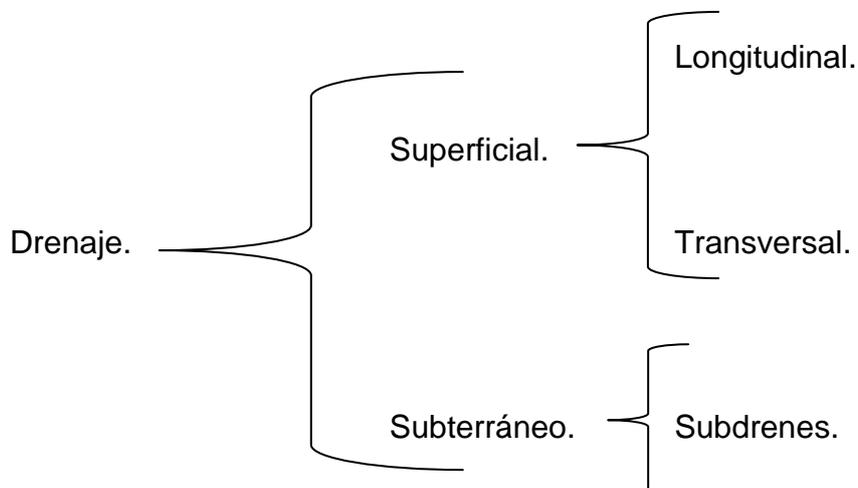
En la vida de un camino es fundamental el funcionamiento del drenaje, pues por la naturaleza del material con que se forman los terraplenes o el propio de los taludes de los cortes, cualquier exceso de agua o humedad ocasiona deslaves y transforma el funcionamiento del camino.

Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimientos de material, encarecen el costo de la conservación e interrumpe el tránsito, ocasionando por lo tanto desequilibrios económicos.

2.1.2.- Tipos de drenaje.

El drenaje se divide en drenaje superficial y en drenaje subterráneo, de acuerdo con el funcionamiento del escurrimiento.

El Drenaje se divide en:



2.1.3.- Drenaje superficial.

Se llama drenaje superficial al que tiende a eliminar el agua que escurre encima del terreno o del camino, sea que provenga directamente de lluvias, de escurrimientos naturales o de aguas almacenadas.

El drenaje superficial comprende dos aspectos.

Uno es el que trata de evitar que el agua llegue al camino por medio de obras que lo protejan y el otro es el que trata de eliminar el agua que inevitablemente llega al camino, por medio de estructuras especiales.

Dentro del drenaje superficial se encuentra:

A.- Bombeo de la superficie.

Se llama bombeo, a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que algunas lluvias se estanquen y por lo tanto ocasionen trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías, que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimiento del terreno y finalmente destrucción del camino; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione.

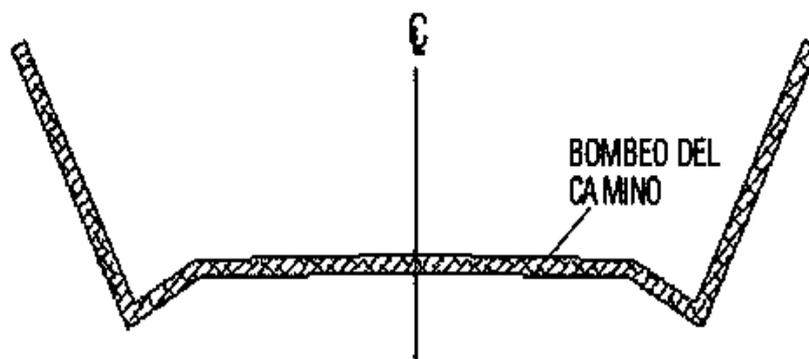


Figura 4. Bombeo del camino.

Fuente: Manual de Caminos Vecinales. Renhe Etcharren G. (1990).

El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial, sino de la clase de superficie del camino, ya que una superficie dura y tersa requiere menos bombeo que una rugosa y falta de compactación.

Al proyectar el bombeo de un camino debe tomarse en cuenta también la comodidad para el usuario del mismo, puesto que un camino con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro, en lugar de conservar su vía de circulación. Un buen proyecto de bombeo debe de equilibrar por lo tanto las necesidades de drenajes con la comodidad del tránsito.

B.- Cunetas.

Son las estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.



Figura 5. Cuneta.

Fuente : Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.

Las cunetas son zanjas que se localizan a la orilla del camino en los cortes, o cuando el camino es a pelo de tierra; desaguan en alcantarillas o por medio de canales de salida.

La localización de las cunetas no ofrece ningún problema especial, pues es evidente. La forma de ellas depende de la cantidad de agua que escurre y del ancho del camino y sus dimensiones dependen del escurrimiento.

En la siguiente tabla se dan los gastos para una cuneta triangular con inclinación de 3 x 1 y talud del terreno $\frac{1}{2}$ x 1 en función de su pendiente longitudinal.

Pendiente	Velocidad en	Gasto
S	m/s	m ³ /s
0.010	0.630	0.109
0.020	0.891	0.154
0.030	1.091	0.188
0.040	1.260	0.217
0.050	1.409	0.243
0.060	1.543	0.266

Tabla 1: Nota: Gastos en una cuneta triangular, para diferentes pendientes.
Manual de Caminos Vecinales. Renhe Etcharren G. (1990).

B.1.- Formas de las cunetas.

No se usarán nunca de forma rectangular (ver figura siguiente), por peligrosa y por tener conservación difícil, además de que pasa la humedad a la base del camino. Tampoco deben usarse las de forma trapezoidal. Se emplearán las de forma v, con el talud adyacente al camino lo más tendido posible, de preferencia como prolongación del bombeo. En lugares montañosos donde una cuneta tendida aumentaría considerablemente los cortes, se estudiará una combinación de cuneta con acotamiento, revistiéndola en caso

necesario para que funcione en casos de emergencia como auxiliar al estacionamiento o como parte del camino.

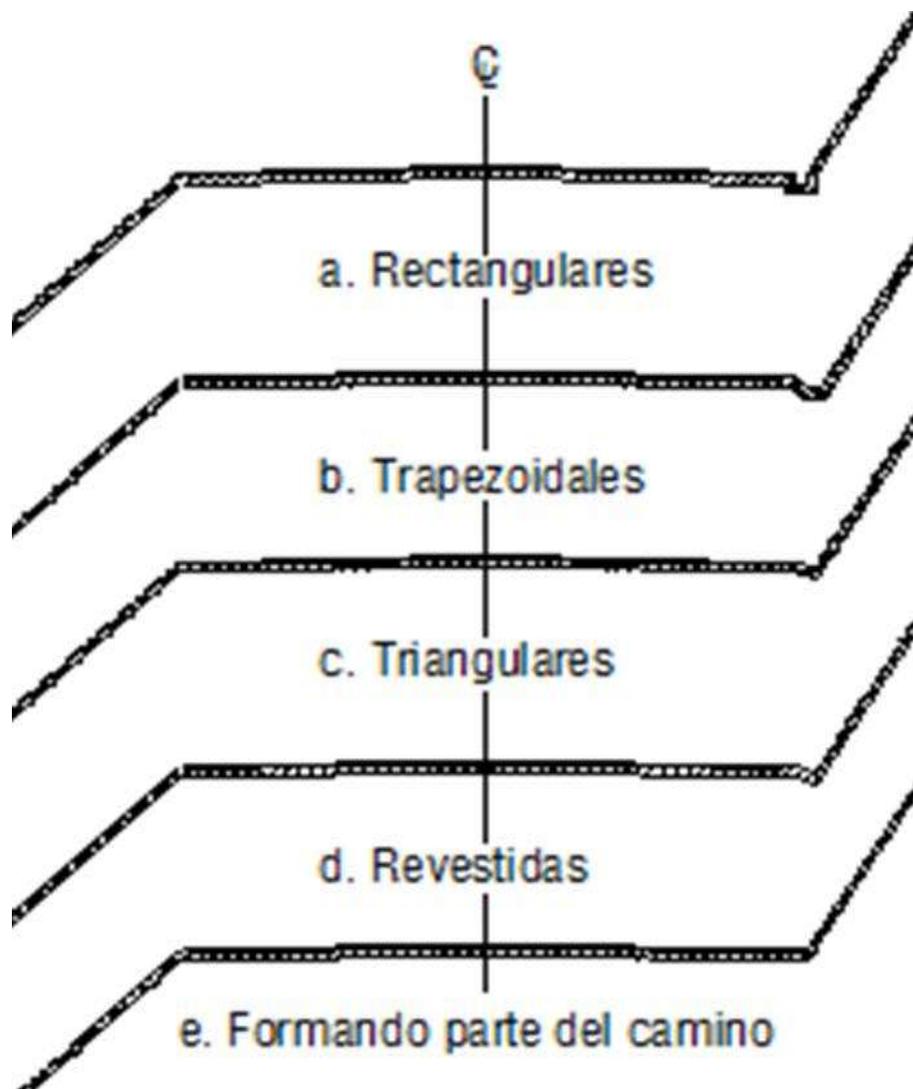


Figura 6. Formas de cunetas.

Fuente: Manual de Caminos Vecinales. Renhe Etcharren G. (1990).

B.2.- Dimensiones.

Se determinaran de acuerdo con su forma y capacidad.

B.3.- Pendiente.

La pendiente de la cuneta se dará de acuerdo con la del camino o de acuerdo con el gasto por drenar y sección de la misma, pero teniendo como límite la velocidad que puede resistir el terreno sin erosionarse.

B.4.- Conservación.

La conservación de las cunetas consiste en mantenerlas limpias para aprovechar toda su capacidad, mediante el desyerbe y desazolve y además de esta limpieza se cuidará que conserven su forma y dimensiones para la cual hay necesidad de volver a formarlas, cuando han perdido la sección.

Con frecuencia se suelen zampear para su fácil conservación y mayor economía. Cuando la pendiente es menos a 7% y el tirante de agua a 10 cm., no vale la pena zampear, pero debe conservarse en la mente que tratándose de caminos de terracerías, que generalmente son de corona angosta, en zampeado de la cuneta tiene también utilización en el tránsito.

Cuando la pendiente es fuerte conviene que el zampeado, que consiste en una capa de piedra junteada con mortero de cemento, lleve dentellones al comenzar y terminar la cuneta.

C.- Contracunetas.

Son canales destinados a evitar que llegue el agua a las cunetas, cuando estas tienen una capacidad menor que las necesarias así como para evitar deslaves en los cortes para el gasto.

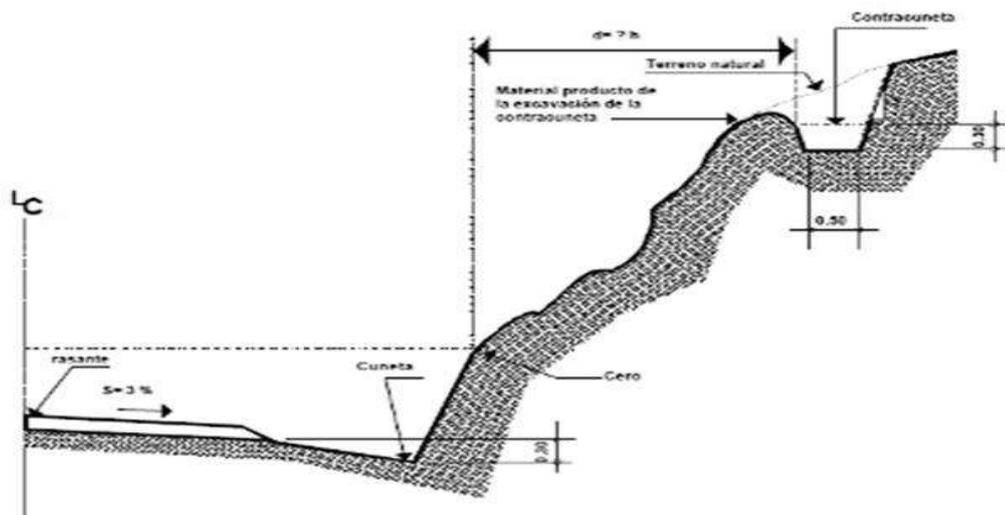


Figura 7. Contracuneta.

Fuente: <http://www.construcgeek.com/blog/definiciones>.

La localización de las contracunetas va íntimamente ligada con su funcionamiento, por lo cual se colocan siempre en las laderas, del lado de aguas arriba y a cierta distancia de orilla del corte, como son normalmente a la línea de máxima pendiente del terreno, prácticamente quedan paralelas al eje del camino.

Por la razón anterior cuando el eje del camino sigue la máxima pendiente, no deben construirse contracunetas, pues en ese caso su funcionamiento no solamente es nulo, sino perjudicial.

Un factor que interviene en la localización de las contracunetas es el de la estratificación de las capas geológicas, pues si en la excavación de las mismas se llega a un manto poroso, por el que se filtrara el agua, se perjudicaran los cortes ocasionado deslaves y derrumbes.

Generalmente tiene forma trapezoidal con base de 30 a 50 centímetros y talud de acuerdo con el terreno; su pendiente debe ser uniforme, pues los cambios ocasionan disturbios hidráulicos y como consecuencia depósitos o deslaves y a la larga el alineamiento de su funcionamiento.

El origen de la contra cuneta debe localizarse en la parte más alta de la cresta y a una distancia conveniente de la orilla del corte tomando en cuenta las consideraciones que se hicieron antes.

D.- Canales.

Son obras de protección localizada a las orillas del camino con el objeto de impedir que el agua llegue al camino y lo dañe.

Su función es análoga a la de las cunetas, solamente que estas casi siempre se localizan a los lados de los cortes para recoger el agua que escurre sobre la superficie, así como en los caminos a pelo de tierra, y aquellos deben colocarse lo suficiente mente lejos del camino para que no haya saturación de agua. Se utilizan tanto en el caso de líneas a pelo de tierra, como en el caso de terraplenes.



Figura 8. Canal.

Fuente: <http://www.google.es/search?hl>.

Las dimensiones, pendiente y longitudes de los canales deben calcularse de acuerdo con el área por drenar, o sea el gasto, según los procedimientos habituales en hidráulica.

E.- Bordos.

En algunos casos, como por ejemplo en los caminos en terreno desértico o bien en zonas bajas, es necesario en causar el agua para no construir un gran número de alcantarillas de escaso gasto o bien por qué la lámina de agua es muy extensa sin causas definidos.

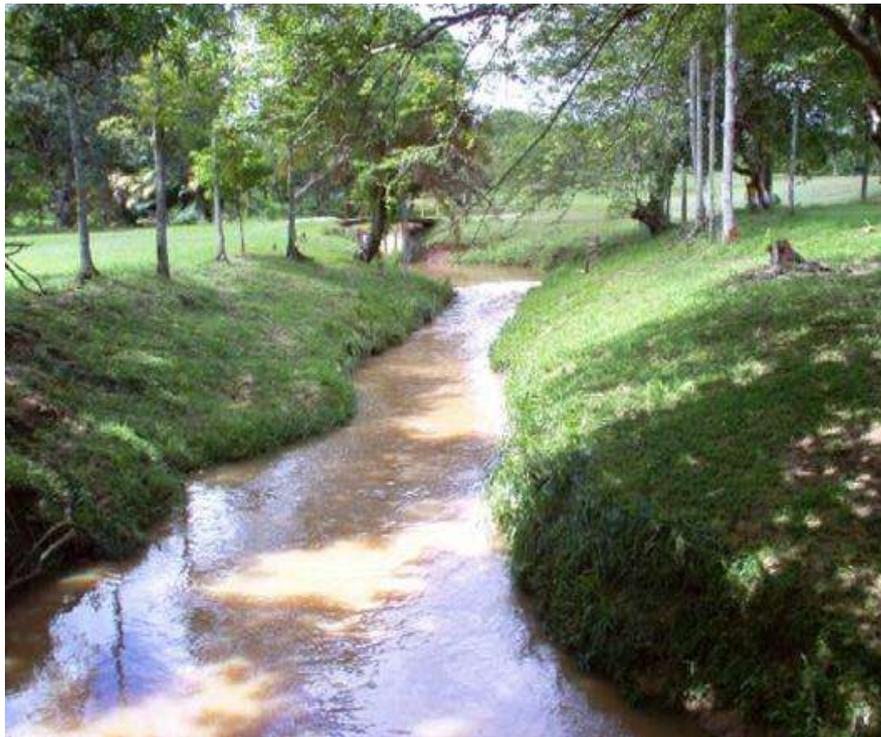


Figura 9. Bordos.

Fuente: <http://www.google.es/search?hl>.

F.- Otras obras auxiliares.

Además de las obras que se han detallado, cuya misión es defender el camino del agua, hay muchas otras auxiliares como muros de defensa, zampeados, etc., especiales para cada caso particular y de las cuales no se pueden hablar en general.

2.1.4.- Importancia del Subdrenaje.

De acuerdo con la naturaleza de los suelos es muy importante el proyecto de un drenaje subterráneo, pues el exceso de agua o humedad en ellos es altamente perjudicial, ya que ocasiona reblandecimiento de los

terraplenes o bases y por lo tanto baches, grietas y deslaves, así como reblandecimiento del material de los taludes de los terraplenes, etc.

2.1.5.- Características de los suelos, que influyen en el Subdrenaje.

Es básico para resolver los problemas del subdrenaje, conocer la naturaleza de los suelos, sus propiedades y sus comportamientos. No se trata desde luego de la naturaleza del subsuelo, sino de sus propiedades.

Los suelos tienen algunas propiedades físicas importantes que no los definan por completo; pero a los cuales conviene referirse en algunos casos en forma comparativa.

2.1.6.- Estudio de los suelos.

Consiste generalmente en la investigación del perfil del suelo para tener idea acerca de la existencia y elevación del agua subterránea.

El nivel a que se encuentra el agua se conoce por medio de sondeos; los resultados obtenidos no son aplicables para cualquier época, puesto que las condiciones del agua subterránea varía, como las aguas de los ríos, de una estación a otra; el nivel es más alto en la temporada de lluvias. Sin embargo, la información obtenida da una idea clara del comportamiento del escurrimiento y de su poder erosivo.

2.1.7.- Casos en que debe estudiarse y proyectarse Subdrenaje.

Los casos típicos en que debe estudiarse el drenaje subterráneo son:

- a.- Estabilización de sub-base.
- b.- Estabilización de base.
- c.- Estabilización de taludes.
- d.- Derrumbes en terraplenes.

2.1.8.- Subdrenaje sin obras auxiliares.

Los métodos para Subdrenar sin obras auxiliares, consiste en el aprovechamiento de las condiciones naturales del suelo para eliminar el agua subterránea o para abatir su nivel.

2.1.8.1.- Para estabilizar la sub-base, uno de los casos que es posible resolver sin recurrir a obras auxiliares, puede emplearse los siguientes sistemas:

a).- Colocar una capa permeable sobre el terreno, con el objeto de que el agua que por capilaridad ponga en peligro la estabilidad de la base, no suba al terraplén sino que escurra lateralmente.

b).- Otro sistema consiste en la impermeabilización de la sub-base por medio de mezclas de materiales, recurriéndose por lo general al asfalto.

c).- Cuando se prevea que estos sistemas no son eficientes será necesario acarrear material adecuado para mejorar el que se tiene, seleccionando los bancos.

d).- Un sistema que en cualquier caso ayuda notablemente es el de compactar adecuadamente y con intervención del laboratorio, el terraplén o cama del camino en los cortes.

2.1.8.2.- Para estabilizar la base (o revestimiento), que es la capa que va sobre la terracería, (o sub base) y abajo del pavimento, se aconseja observar las siguientes reglas:

a).- Que la altura de la rasante sea la suficiente para que el agua capilar no llegue a perjudicarla.

b).- Que haya drenes de grava o piedra, generalmente en forma triangular.

Subdrenaje con obras auxiliares.- Cuando los métodos aconsejados anteriormente, no son efectivos, hay necesidad de proyectar un drenaje

parecido al superficial, es decir que hay necesidad de establecer conductos para que el agua escurra y salga o para que se abata en nivel subterráneo.

2.1.9.- Tipos de drenajes subterráneos.

El primer tipo de drenaje subterráneo los constituyen los tubos, con juntas abiertas y paredes perforadas o permeables ver la siguiente figura.

Estos tubos se alojan dentro de un relleno permeable que sirve como conducto para que el agua llegue al tubo y pueda salir.

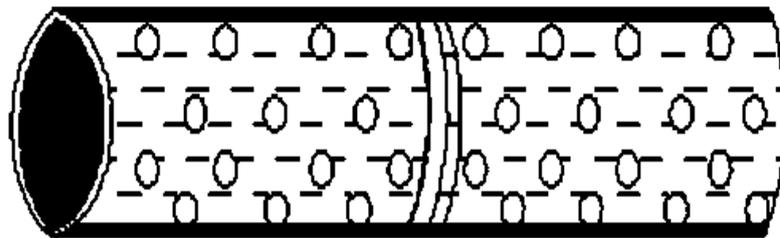


Figura 10. Tubo perforado tres bolillo.

Fuente: Manual de Caminos Vecinales. Renhe Etcharren G. (1990).

El segundo tipo de drenaje subterráneo consiste en abrir una zanja y poner el material permeable, suprimiendo el tubo ver siguiente figura.

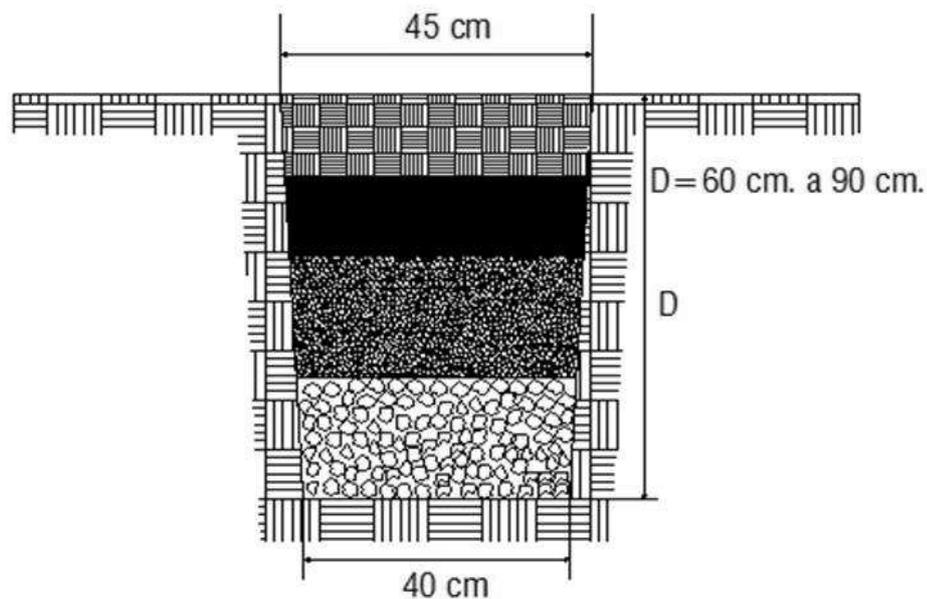


Figura 11.

Fuente: Manual de Caminos Vecinales. Renhe Etcharren G. (1990).

El ideal sería que la zanja tuviera la profundidad necesaria para captar todo el espesor del manto de agua, pero como esto no es posible, bastara darle la profundidad a que quiera abatirse el nivel subterráneo para que este no sea perjudicial al camino.

En terrenos planos las zanjas se localizan a ambos lados del camino, con la pendiente necesaria para que corra el agua.

No hay método racional para calcular las dimensiones de estas zanjas. La pendiente y dimensiones dependen en gran parte de la naturaleza del terreno y de las exigencias constructivas.

El tercer tipo de dren lo constituyen las zanjas rellenas de material permeable, con un tubo alojado dentro de él. En este caso el dren lo constituye propiamente el relleno de la zanja y el tubo solo es el conducto necesario para dar salida al agua drenada. Los tubos pueden ser de PVC, de concreto o de lámina corrugada. La manera de hacer llegar el agua a ellos puede ser no poniendo juntas, o en los tubos y de concreto, hacerlos porosos o finalmente haciéndoles perforaciones, siendo este último sistema el más usado y el que recomendamos.

2.1.10.- Fallas.

Estos drenes suelen fallar por las siguientes causas:

- a.- Por no ser el método adecuado.
- b.- Por atascamiento del material de relleno de la zanja.
- c.- Por atascamiento del tubo, sea en el sistema de entrada o dentro de él.
- d.- Por roturas de los tubos cuando sirven como ductos.

2.1.11.- Recomendaciones.

a.- Para terrenos que no puedan drenarse por medio de obras auxiliares, si no que sea necesario cambiar el material mejorándolo con mezclas o bien sustituyéndolo por material de bancos seleccionados, no es aconsejable utilizar ninguno de los tipos descritos.

b.- Para que el relleno de las zanjas no se atasque, debe tener las dimensiones adecuadas de acuerdo con las partículas del terraplén o del terreno. La relación la debe fijar el laboratorio.

Además de lo anterior las dimensiones de las zanjas deben de estar de acuerdo con el diámetro del tubo.

Para un tubo de 15 centímetros se aconseja una zanja de cuarenta y cinco centímetros de ancho por sesenta de profundidad, en términos generales.

c.- Para que el tubo no se azolve debe tener pendiente adecuada, que en ningún caso debe ser menor del medio por ciento.

d.- Para que una rotura del tubo no perjudique la función del dren, debe seguirse las normas aconsejadas para asentar los tubos de alcantarillas, pues pueden fallar por desarticulación o por ruptura, por falla de cimientos o por exceso de carga. Con objeto de que una falla de este tipo pueda remediarse sin grandes contratiempos, se aconseja, hasta donde sea posible, no colocar el tubo al centro del camino, si no debajo de la cuneta o debajo del acotamiento.

CAPITULO: 3.- GEODREN.

3.1.- Definición.

Los geodrenes son sistemas de subdrenaje que utilizan geotextiles como filtro para dejar pasar el agua y evitar la migración de finos, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento; permitir la salida del agua para abatir el nivel freático y permitir la tubificación o erosión del subsuelo, por lo que están forrados con geotextiles permeables.

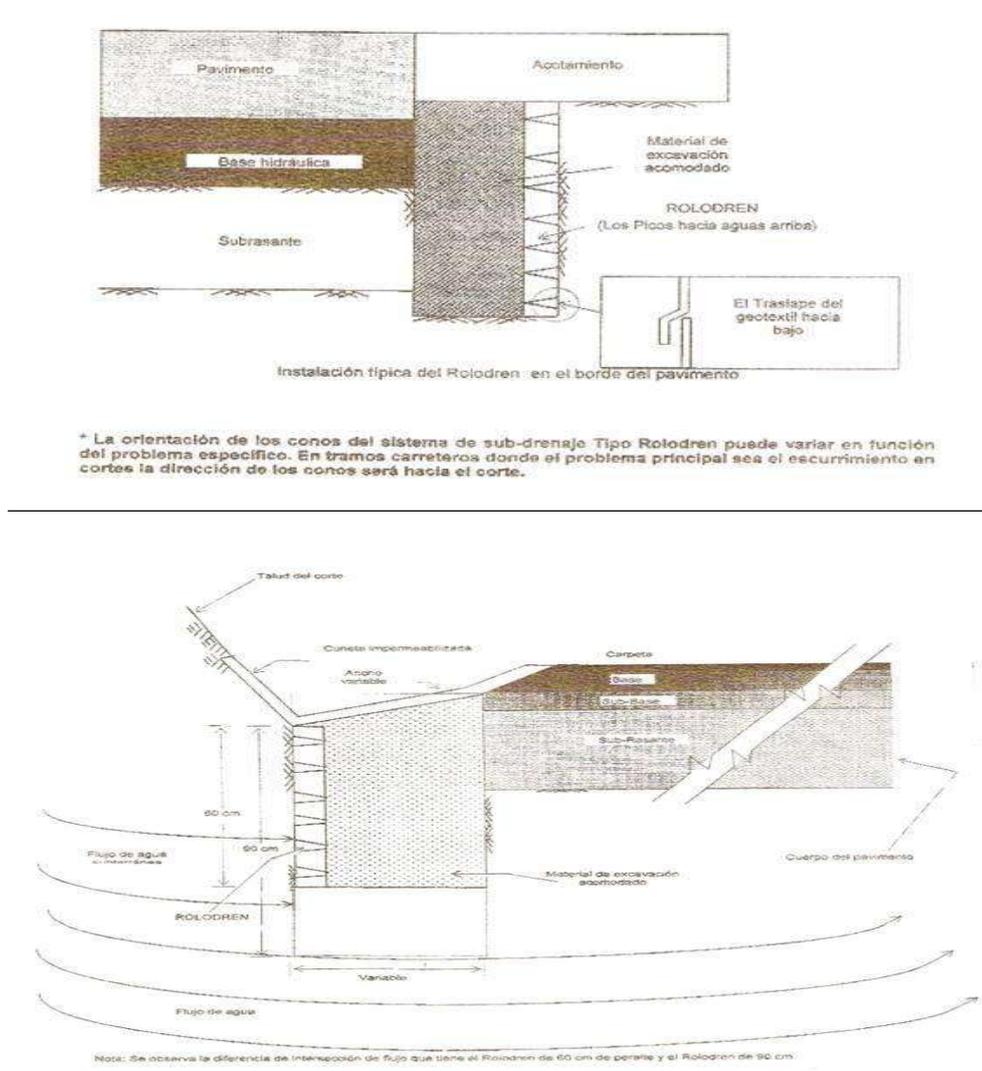


Figura 12.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

3.2.- Geodren Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

El geodren se puede utilizar tanto en Infraestructuras, Edificaciones, Campos Deportivos y Carreteras, Mexichem Soluciones Integrales, respondiendo a las necesidades del siglo XXI, ha implementado un nuevo sistema de drenaje para el manejo de fluidos. Este geocompuesto permite captar, conducir y evacuar los fluidos de una manera rápida y eficiente, incrementando los rendimientos en los procesos de construcción.

Con esta solución, Mexichem Soluciones Integrales aumenta significativamente la vida útil de las obras con tecnología ecoeficiente (obtiene beneficios económicos mejorando el medio ambiente), disminuyendo los costos económicos y el impacto ambiental de los proyectos.

3.2.1.- Geodren Vial.

El agua es la principal causa de los problemas en la Ingeniería Geotécnica y una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de las obras civiles. El exceso de agua en los suelos afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, incrementa la presión de poro, subpresiones de flujo, presiones hidrostáticas y afecta la susceptibilidad a los cambios volumétricos.

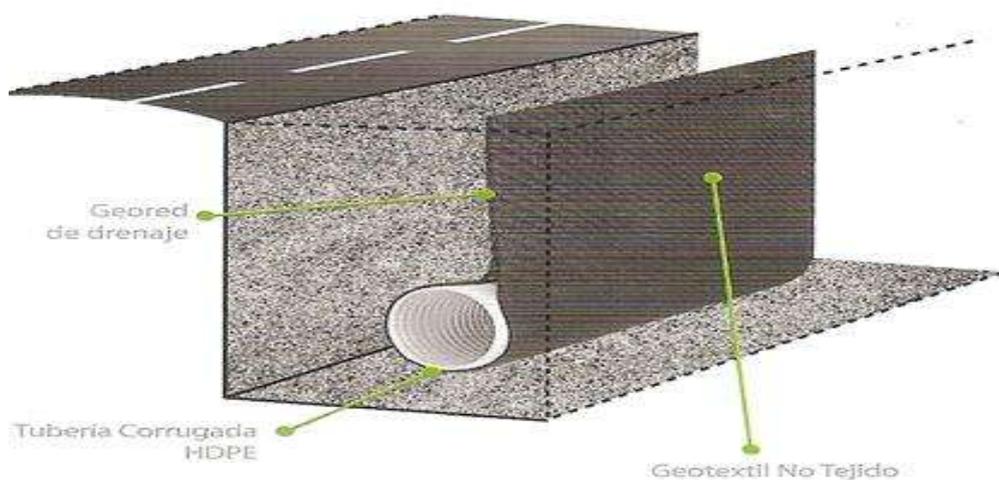


Figura 13. Geodren Vial.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

El Geodrén Vial es un sistema integral de captación, conducción y evacuación de fluidos que está compuesto por un geodrén planar y tubería corrugada de drenaje. Este sistema es resistente a agentes químicos y biológicos.

3.2.2.- Ventajas del Geodrén Vial.

- 1.- Menores volúmenes de excavación y relleno ya que requiere zanjas entre 20 cm a 40 cm de ancho.
- 2.- Eliminación de la grava.
- 3.- Fácil manipulación e instalación del producto que se traduce en mayores rendimientos.
- 4.- Minimiza el impacto ambiental al reducir la explotación de materiales pétreos no renovables.
- 5.- Representa la alternativa ideal para obras de difícil acceso o distantes de la fuente de material.
- 6.- En promedio es un 30% más económico que el sistema tradicional.

3.2.3.- Campos de Aplicación.

- 1.- Campos deportivos
- 2.- Vías de comunicación terrestre.
- 3.- Muros de contención.
- 4.- Terraplenes.
- 5.- Muros de sótanos.
- 6.- Cimentaciones.
- 7.- Rellenos sanitarios.

8.- Minería.

3.2.4.- Aplicaciones y Soluciones del Geodrén Vial.

3.2.4.1.- Edificaciones.

A.- Cimentaciones.

Para disipar las constantes presiones ejercidas por la presencia del agua en las cimentaciones, el geodrén representa la alternativa ideal para esta aplicación, al ser el nivel freático captado y conducido a un sistema de evacuación.



Figura 14. Cimentaciones.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

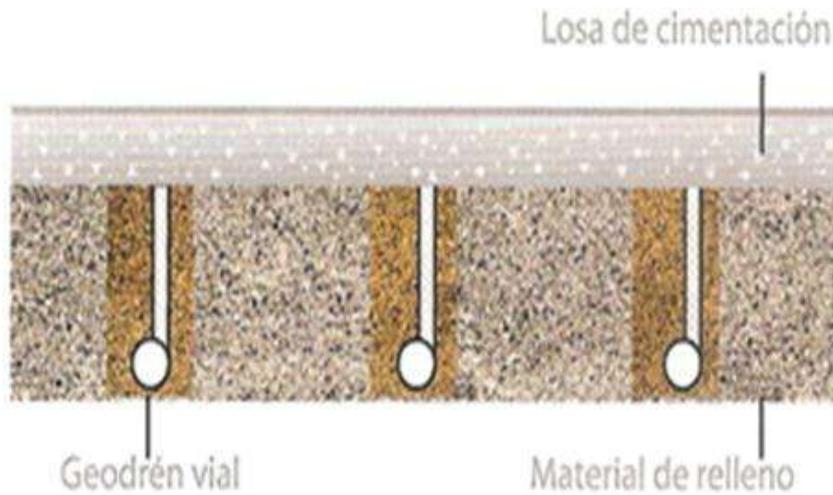


Figura 15. Cimentaciones.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

B.- Sótanos y Muros de Contención.

El Geodrén reduce de manera significativa, las presiones hidrostáticas que soporta el muro, garantizando así su estabilidad.

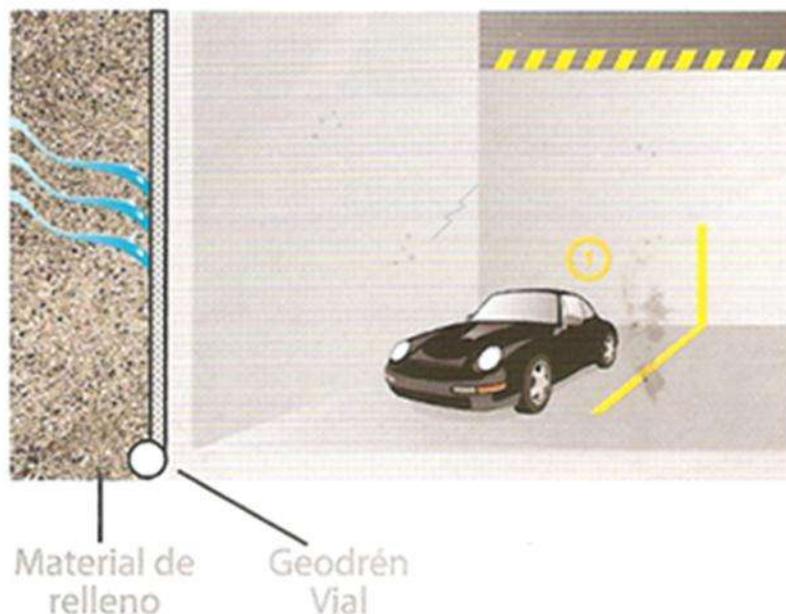


Figura 16. Sótanos y Muros de Contención.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

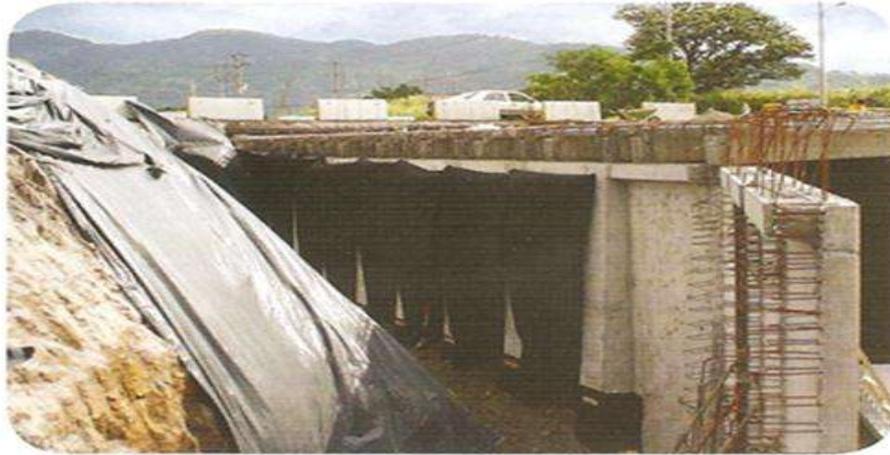


Figura 17. Sótanos y Muros de Contención.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.2.4.2.- Campos Deportivos.

El sistema de subdrenajes es instalado por medio de unas redes interconectadas entre su tipo, espigas de captación principales y secundarias, que permiten controlar inundaciones y empozamientos, conduciendo el agua a sitios de disposición final. De esta manera, se garantiza el funcionamiento y buen estado del campo deportivo, ejemplo de algunos campos: golf, fútbol, tenis, atletismo, polo y equitación.



Figura 18. Campos Deportivos.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.



Figura 19. Campos Deportivos.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.3.- Geodren Planar.

El geodrén planar es un sistema conformado por geotextiles no tejidos punzonados por agujas y geored de polietileno de alta densidad (HDPE).

El geotextil cumple la función de filtración, reteniendo las partículas del suelo y permitiendo el paso de los fluidos.

La geored por su parte, es el medio drenante encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro. El geodrén planar es el sistema más adecuado para captar y conducir los fluidos en su plan hacia un sistema de evacuación.

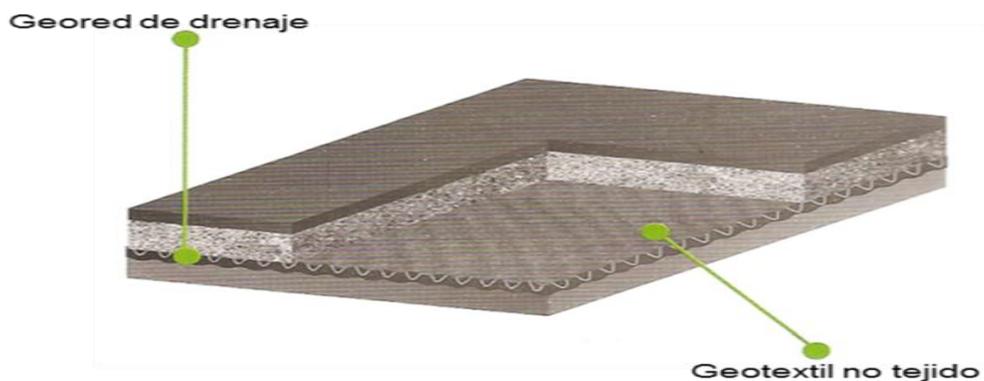


Figura 20. Geodrén Planar.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.3.1.- Ventajas del Geodrén Planar.

- 1.- Menor volumen de excavación en las estructuras de pavimentos.
- 2.- Ofrece altos rendimientos de instalación debido a que es un sistema prefabricado de drenaje.
- 3.- Minimiza el impacto ambiental al reducir la explotación de materiales pétreos no renovables.
- 4.- Apto para condiciones severas de carga debido a su alta resistencia a la compresión.
- 5.- Permite procesos de compactación cuando la cimentación es contráctil.
- 6.- En promedio 30% más económico que el colchón drenante por el costo de la grava.

3.3.2.- Campos de aplicación.

- 1.- Muros de sótanos.
- 2.- Vías de comunicación terrestre.
- 3.- Rellenos Sanitarios.
- 4.- Muros en suelo reforzado.
- 5.- Campos deportivos.
- 6.- Minería.

3.4.- Principales Aplicaciones y Soluciones del Geodrén.

3.4.1.- Infraestructura.

La ingeniería ha podido comprobar, por más de una década, la eficiencia del llamado Dren Francés, conformado por un Geotextil como medio filtrante y un material pétreo (grava) como medio drenante, asistido o no con Tubería de drenaje.

El Geodrén Planar ha sido desarrollado bajo los mismos principios y para las mismas aplicaciones del Dren Francés, con el fin de agilizar y facilitar la construcción, mejorando la eficiencia hidráulica de los sistemas de drenaje.

Teniendo en cuenta que muchos de los problemas y de las fallas de las vías existentes se relacionan con las deficientes condiciones de drenaje, el Geodrén Vial permite la inclusión de un avanzado sistema de drenaje que involucra los procesos de captación, conducción y evacuación para un correcto manejo de los fluidos en las estructuras.



Figura 21. Geodrén en infraestructuras.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.4.2.- Campos deportivos.

Teniendo en cuenta que muchos de sus problemas de funcionamiento se relacionan con las deficientes condiciones de drenaje y el alto grado de inundación, el geodrén permite captar, conducir y evacuar el agua de una manera rápida y eficiente, facilitando el desarrollo de la actividad deportiva en períodos invernales.



Figura 22. Campos Deportivos.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.4.3.- Edificaciones.

El geodrén permite el correcto manejo de subpresiones y aguas de infiltración, que en caso de no manejarse adecuadamente podrían generar humedades en sótanos, paredes y pisos.



Figura 23. Edificaciones.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.4.4.- Zonas jardinadas.

Todas las edificaciones contemplan zonas jardinadas ya sea en fachadas o en las plataformas de accesos a los edificios.

El Geodrén planar reemplaza los lechos filtrantes en grava, reduciendo significativamente el peso de estas placas y los niveles arquitectónicos de trabajo.



Figura 24. Zonas jardinadas.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

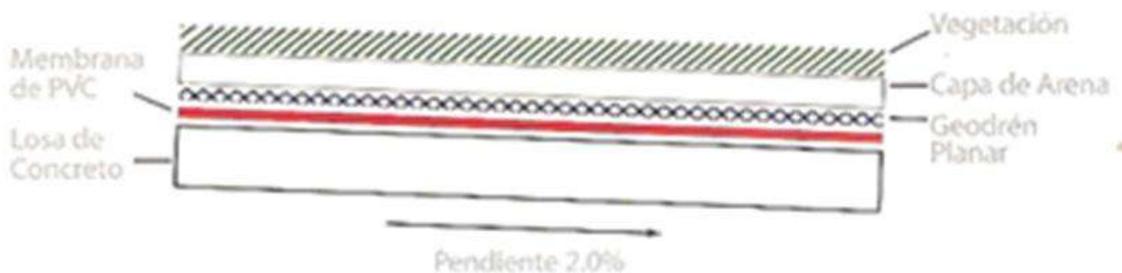


Figura 25. Zonas jardinadas.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones. Mexichem

Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.5.- Infraestructura Vial.

Aquí haremos un análisis de costos alternativo de subdrenaje de Geodrén Vial contra, subdrenaje con tubería y sin tubería.

Los fabricante del geodrén (PAVCO), hicieron varios estudios donde llegaron a la siguiente comparativa de las diferentes formas que se puede colocar en el geodrén en el subdrenaje de la obra.

- 1.- El ahorro del Subdrenaje del Geodrén Vial contra el Subdrenaje con tubería es del 35%.
- 2.- El ahorro del Subdrenaje del Geodrén Vial contra el Subdrenaje sin tubería es del 15%.

Entonces podemos decir que después de esta comparativa que a la hora de ejecutar en la obra en Geodrén Vial, es más barato que las otras dos alternativas.

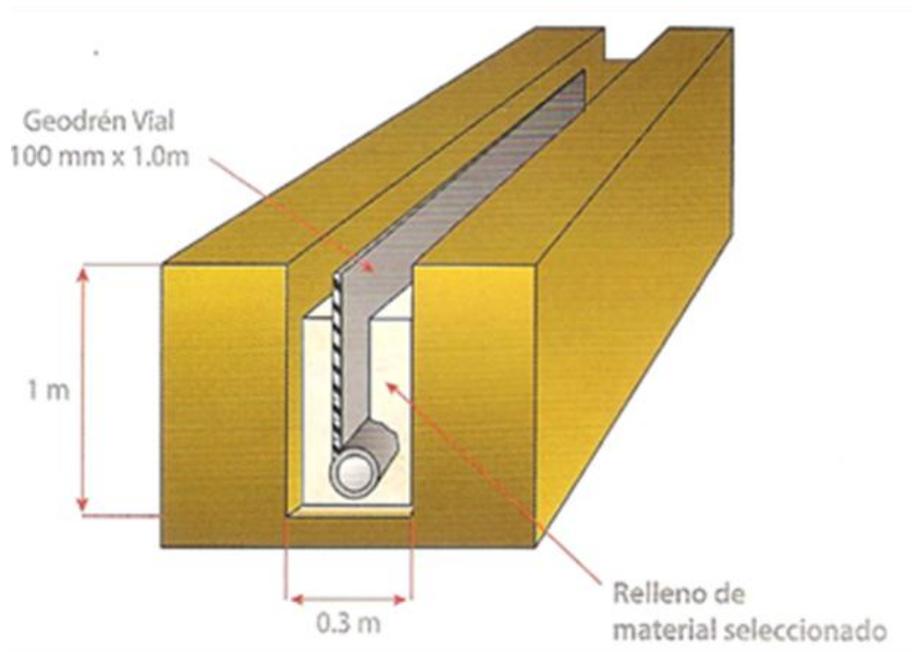


Figura 26.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

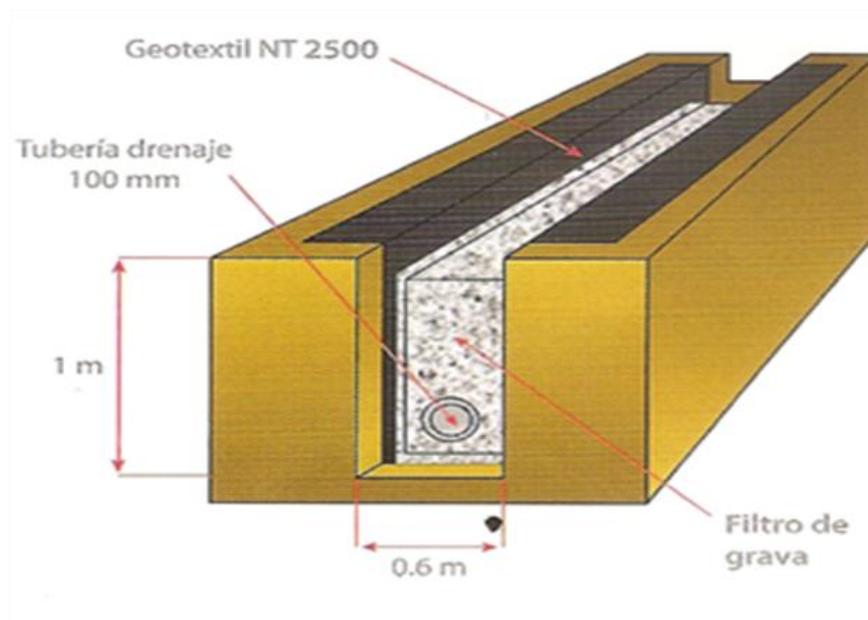


Figura 27. Subdrenaje con Tubería.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
 Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

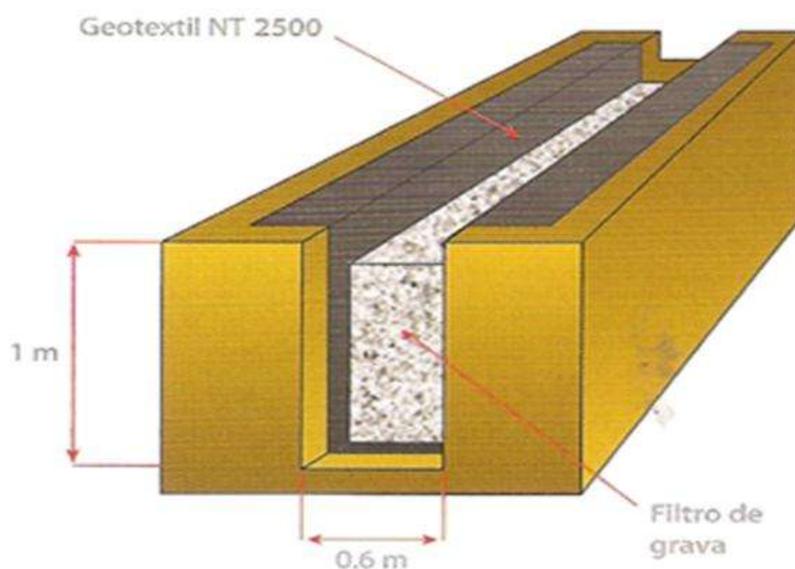


Figura 28. Subdrenaje sin Tubería.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
 Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.6.- Ensamblaje del Geodrén Vial.

PASO 1.- Extender el rollo del Geodrén y el rollo de la tubería perforada.



Figura 29.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

PASO 2.- Amarrar un extremo del cordón la tubería.



Figura 30.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

PASO 3.- Jalar hasta que la tubería salga al otro extremo.

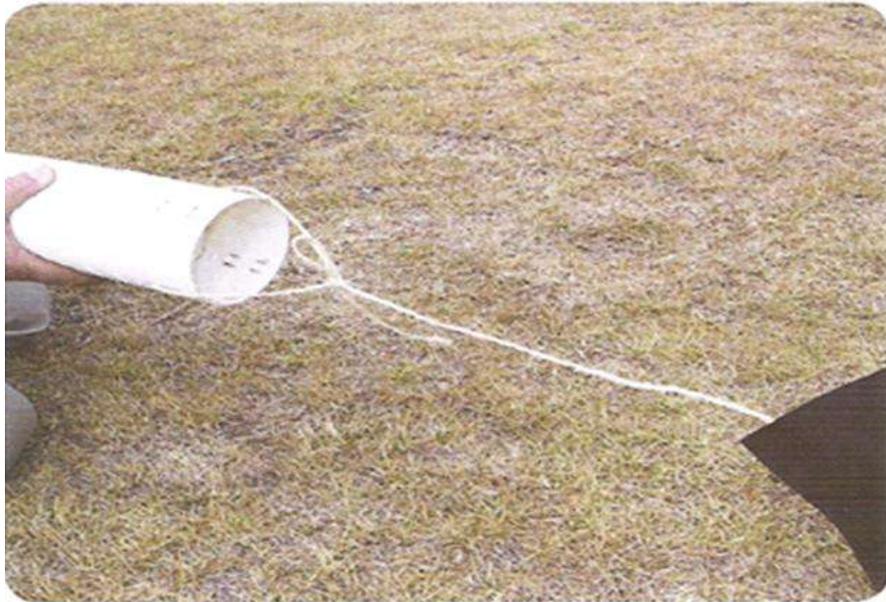


Figura 31.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.



Figura 32.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.7.- Procedimiento de Instalación.

3.7.1.- Preparación del Terreno.

Para obtener las mayores ventajas económicas de este sistema de drenaje, el Geodrén Vial debe instalarse dentro de una zanja o trinchera angosta, excavada a la profundidad y con la pendiente que señale el diseñador. El ancho mínimo de la zanja es de 25 cm.

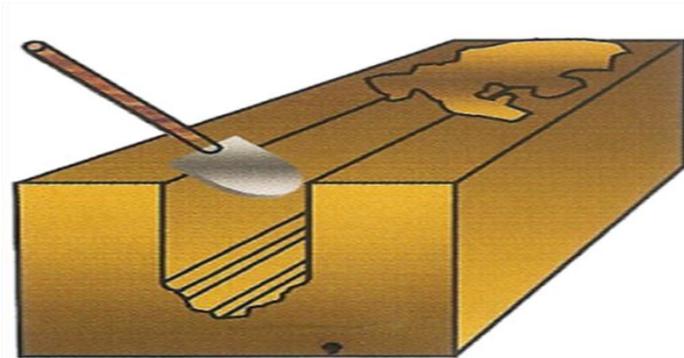


Figura 33.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.7.2.- Instalación del Geodrén.

El Geodrén Vial se debe instalar en la mitad de la excavación si el material de relleno es diferente al suelo del sitio, en caso contrario puede instalarse en contacto directo con una de las paredes de la excavación.

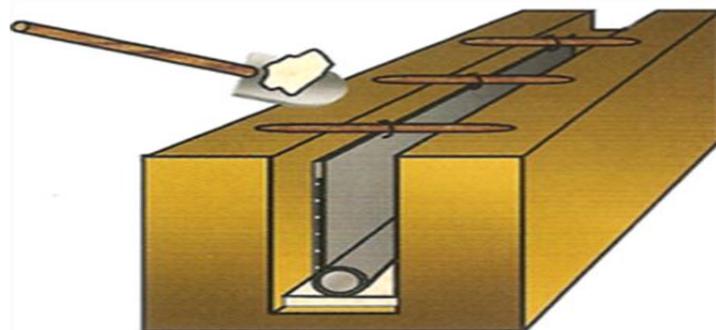


Figura 34.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.
Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.7.3.- Relleno y Compactación.

Se puede utilizar como material de relleno el mismo suelo de excavación, siempre y cuando este material tenga una permeabilidad que permita la conducción del agua hacia el geodrén, de esto depende la velocidad de respuesta del sistema. Los materiales instalados sobre la excavación no deben presentar vacíos ya que deforman la superficie.

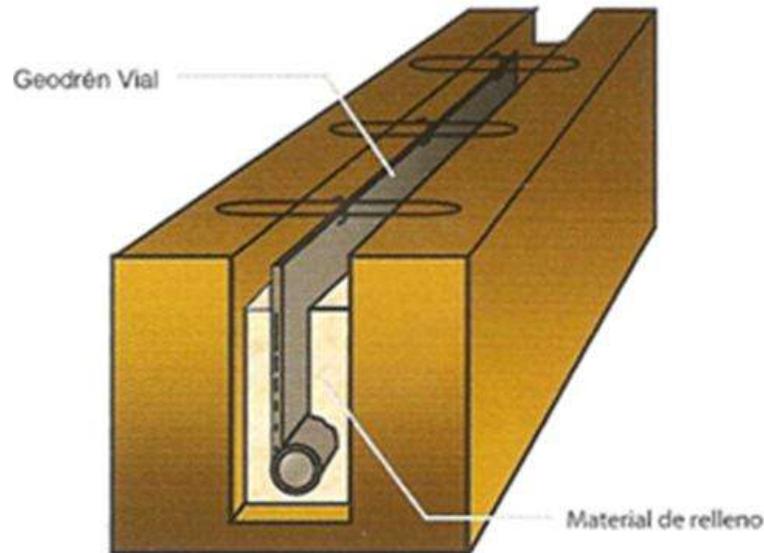


Figura 35.

Fuente: Revista de Geodrén Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones.

Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

3.7.4.- Salidas o Entregas.

El sistema de drenaje debe contar con salidas o entregas como sitio de disposición final de las aguas captadas en el terreno.

CAPITULO. 4.- TRABAJOS DE CAMPO.

Para la Construcción del Subdrenaje en cualquier lugar de la carretera, Toluca-Morelia. Del km. 75+400 AL 133+500, indicadas por la supervisión de la SCT., (Residente de la obra), se describen a continuación las siguientes etapas de construcción.

4.1.- Etapas.

4.1.1.- Colocación del señalamiento de protección de obra, y el tablero informativo de la obra de 2.44x4.88 m. al inicio de la obra.; (E.C.1.), (E.C.7.) y (E.C.8.).

A.- E.C.1.- Señalamiento vertical para protección de obra, consta de los siguientes letreros.



Figura 36. Obra en construcción a 750 m. 56X178.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 37. Obra en construcción a 100 m. 56X178.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 38. Inicia obra en construcción. 56X178.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 39. Disminuya su velocidad. 30X178.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 40. Velocidad máxima 30 km/h. 71X71.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 41. Señales indicadoras de obstáculos. 30x122.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 42. Conos de plástico color naranja de base 40x40x75 cm. de altura.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 43. Banderas de plástico color naranja. 100X40X50.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 44. Hombres trabajando. 71X71.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 45. Trafitambo con franjas reflejantes.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 46. Un solo carril a 300 m. 56X178.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 47. Banderero equipado con radio de comunicación.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

A.1.- Señalamiento nocturno.



Figura 48. Lámpara de destello.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

B.- E.C.7.- Señalamiento.

El contratista deberá colocar señalamiento nocturno, si de acuerdo con el programa de obra y/o ejecución de los trabajos requiera trabajar en un turno de noche, siendo este el responsable de su mantenimiento y reposición durante la obra.

C.- E.C.8.- Letreros informativos de la obra.

El contratista queda obligado a colocar en cada uno de los dos lugares que le indique la Dependencia un "Letrero Informativo de la Obra" de DOS PUNTO CUARENTA Y CUATRO (2.44) por CUATRO PUNTO OCHENTA Y OCHO (4.88) metros con la leyenda que oportunamente se le proporcione. Cada letrero se formará con un marco de PTR 2" y los soportes de PTR 4". La lámina será de calibre 18 impresa con tintas para exteriores (protección UV), impresión prediseñada y estará sujeta mediante solera de 5/4", calibre 18 en todo el perímetro, colocando los elementos de sujeción.



Figura 49. Letrero informativo de obra.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.1.2.- Localizar la(s) línea(s) de Fibra Óptica y verificar que se encuentren protegidas y/o reubicadas por la Concesionaria, para que los trabajos programados, no se vaya a interrumpir su servicio. Todas estas labores se harán con la participación de la Concesionaria, de la Empresa Contratista y de la Dependencia. Durante los trabajos es necesario apegarse estrictamente al procedimiento de construcción establecido, de no ser así, la Empresa Contratista será la única responsable de los daños y perjuicios que se ocasionen a esa(s) línea(s) de comunicación.



Figura 50. Localización de la línea de fibra óptica.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.1.3.- Proceder a la limpieza, retiro de señales verticales existentes en el lugar de los trabajos, trazo y nivelación con equipo topográfico electrónico.

4.1.4.- Durante la ejecución de los trabajos y en cada etapa, se tendrá el señalamiento de protección y personal de bandereros para mantener la continuidad, fluidez y seguridad del tránsito; (E.C.1.), (E.C.4.) Y (E.C.7).

A.- E.C.4.- Obligación del contratista para mantener la continuidad del tránsito.

El Contratista estará obligado a tomar todas las providencias que sean necesarias para mantener la continuidad y fluidez del tránsito en este tramo y reducir al mínimo las molestias que se ocasionen a los usuarios con motivos de las obras, contando con bandereros es decir personal de señalamiento para dirigir y controlar la circulación de vehículos, todo de acuerdo con la Norma N.LEG.3/02 (Ejecución de Obras).

El Contratista deberá someter a la consideración y aprobación de esta Dependencia, el número de frentes de trabajo que pretenda atacar simultáneamente de acuerdo con su programa y necesidad de equipo. La aceptación por parte de la Dependencia de los frentes de trabajo propuestos por el Contratista, en ningún caso libera a éste de la obligación de disponer los trabajos en forma tal que pueda mantener la fluidez del tránsito en el tramo objeto del concurso.

4.1.5.- La ejecución de los trabajos deberá ser realizado de tal forma que se considere realizar en el procedimiento de construcción, obra completa para cada concepto de trabajo, tomando en cuenta que se trata de un contrato a precios unitarios por unidad de obra terminada (P.U.O.T.)

4.1.6.- Ejecutar los trabajos de Construcción de Subdrenaje programados: despalmes, demolición de cunetas existentes y demolición de losas de acceso en los lados derecho o izquierdo.

4.1.7.- Ejecutar los trabajos de Construcción de Subdrenaje programados: nivelación de la superficie de desplante, Instalación del Geodren (rolodren), costuras, reparaciones, relleno, recubrimiento de cunetas, construcción de losas de acceso en los lados izquierdo o derecho considerando el acero de refuerzo de aproximadamente 60 kg/m³. (Se anexa croquis 1 de la colocación del geodren).

4.1.8.- En el tramo central o en el drenaje hidráulico transversal, se instalara el Geodren (rolodren), costuras, reparaciones, relleno, base hidráulica estabilizada de 15 cm. de espesor, estabilizada con Cemento Portland al 10%

compactada al 100 % y construcción de la carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor. Considerar el retiro y colocación de barrera central en aproximadamente 100 ml. o donde indique la dependencia.

4.1.9.- Finalizar con la colocación del señalamiento vertical existente que fuere retirado del lugar de los trabajos.

4.1.10.- Al terminar, se ejecutará la limpieza general y se procederá a retirar el señalamiento de protección de obra.

4.2.- Ejecución de las Especificaciones Complementarias (E.C.).

4.2.1.- E.C.1.- Señalamiento vertical para protección de obra.

4.2.1.1.- Ejecución.

Durante la ejecución de las obras objeto del concurso y hasta que éstas le sean recibidas, el Contratista estará obligado a sujetarse a las disposiciones de seguridad contenidas en el Capítulo Sexto del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito de calles y Carreteras, edición 1986 de esta Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la inteligencia de que no se le autorizará la iniciación de ninguna clase de trabajos hasta que haya colocado a satisfacción de esta Dependencia, las señales y dispositivos de protección respectivos en la forma y condiciones indicadas en dicho Capítulo, sujetándose como mínimo, a lo establecido en el proyecto que se anexa a estas Especificaciones Particulares. El contratista estará obligado a extremar las precauciones para prevenir y evitar al tránsito, accidentes de cualquier naturaleza, ya sea con motivo de las obras o por los movimientos de su maquinaria, equipo o abastecimiento de materiales. Todo de acuerdo a la Norma N° N.CSV.CAR.2.05.011/01, Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación, de esta Secretaria.

4.2.1.2.- Materiales.

Charolas de lámina negra calibre 16 con ceja, orejas de lámina negra calibre 16 soldadas, pintura de ellas con un primario capa de cromato de zinc en ambos lados, segunda capa de pintura praimer automotivo en ambos lados, pintura de aceite esmalte alquidalico color gris claro en parte posterior, parte frontal totalmente reflejante con scotchlite grado alta intensidad rotulado de silueta y letras con tinta transparente para serigrafía 3 m., color negra; poste fierro ángulo de 2x2x1/4x2.50 mts., y tornillos hexagonales de 3/8 x 1" inoxidable con tuerca y rondana los necesarios para su colocación. Adquisición de las señales, ángulo, transportes, fletes, cargas y descargas, cortes, desperdicios, excavaciones para su colocación incluye también los materiales, equipo y herramienta, mano de obra, mantenimiento de las señales y dispositivos de protección, bandereros para dirigir y controlar la circulación de los vehículos y en general todo lo que sea necesario para su habilitación, colocación, mantenimiento conforme a lo establecido para la correcta ejecución de este trabajo.

4.2.2.- E.C.2.- Aplicaciones del proyecto.

4.2.2.1.- La empresa no podrá hacer modificaciones ni cambios al proyecto, así como también no podrá modificar las recomendaciones de construcción indicadas en el mismo, sin la autorización expresa de la supervisión.

4.2.2.2.- Las etapas o fases constructivas contempladas para el proyecto definitivo podrán ser modificadas en su secuencia de ejecución y podrán implementarse varias de ellas simultáneamente, previa aprobación de la supervisión.

4.2.3.- Descripción del procedimiento constructivo.

4.2.3.1.- Bancos de material, norma: N•CTR•CAR•1•01•008/00.

Los bancos de material son las excavaciones a cielo abierto destinados a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendidos de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes o subrasante; terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contiguas a estructuras; capas de pavimentos; protección de obra y trabajos de restauración ecológica, así como para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.



Figura 51.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 52.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 53.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.2.- Retiro de señalamiento vertical existente en el lugar donde se va a efectuar la obra, no hay ninguna norma que haga referencia a este punto pero debemos de retirar con cuidado las señales debido a que estas mismas se tendrán que colocar posteriormente donde se encontraban.



Figura 54.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 55.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 56.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.3.- Despalme, norma: N•CTR•CAR•1•01•002/00.

El despalme es la remoción de material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto aprobado por la secretaria, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. En esta obra no se hizo por separado el despalme debido a que todo el material producto de excavación es desperdicio se procedió a excavar todo parejo, todo supervisado por la SCT.



Figura 57.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 58.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 59.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.4.- Demoliciones: norma: N•CTR•CAR•1•02•013/00.

Las demoliciones y los desmantelamientos son los trabajos que se ejecutan con el objeto de deshacer o desmontar una estructura o parte de ella, seleccionando y estibando los materiales aprovechables y retirando los escombros, de acuerdo con los fijados en el proyectó u ordenado por la secretaria.



Figura 60.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 61.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 62.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.5.- Excavación, norma: N•CTR•CAR•1•01•007/00.

La excavación para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenajes, entre otras.



Figura 63.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 64.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 65.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.6.- Acarreos, norma: N•CTR•CAR•1•01•013/00.

Los acarreo son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósitos o bancos de desperdicios según lo indique el proyecto o apruebe la secretaria. De acuerdo con las distancias de transporte, los acarreo pueden ser:

4.2.3.6.1.- Acarreos libres.

Es el que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre. Este acarreo se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.

4.2.3.6.2.- Acarreos hasta cien (100) metros.

El que se efectúa hasta una distancia de cien (100) metros, es decir, cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, medida desde el termino del acarreo libre.

4.2.3.6.3.- Acarreos hasta un (1) kilometro.

El que se efectúa hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros, denominada desde el termino del acarreo libre.

4.2.3.6.4.- Acarreos mayor a un (1) kilometro.

El que se efectúa hasta una distancia mayor de mil (1000) metros, es decir, un (1) kilometro, medida desde el termino del acarreo libre.



Figura 66.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 67.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 68.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.7.- Afinamiento, norma: N•CTR•CAR•1•01•006/00.

El afinamiento es la excavación y remoción de materiales necesarios para perfilar las secciones, atacadas anteriormente en una terracería o canal.



Figura 69.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 70.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 71.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.8.- Geodrenes: norma: N•CTR•CAR•1•03•010/00.

Los geodrenes son sistemas de subdrenaje que utilizan geotextiles como filtro para dejar pasar el agua y evitar la migración de finos, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento; permitir la salida del agua para abatir el nivel freático y permitir la tubificación o erosión del subsuelo, por lo que están forrados con geotextiles permeables. Estos elementos están integrados generalmente por placas separadoras de plástico prensado, con o sin tubos ranurados para la conducción del agua.

4.2.3.8.1.- Instalación del Geodrén (Tipo Rolodrén).

En los lugares indicados en el Proyecto o por la Dependencia, se instalará el Geodren del tipo rolodren de 60 cm aproximadamente de altura y 1" de espesor; una vez que haya sido nivelada la superficie descubierta con una capa de material fino (arena) para asegurar el desplante uniforme del Geodren (rolodren), posteriormente en los sitios donde los tubos descargarán al exterior, se insertará en su extremo un tapón, con las características que permita la salida del agua y evite el paso a roedores.

Los traslapes del Geodren se realizarán asegurando que el material de relleno no se infiltre a través de los traslapes. Por último no se expondrá en la fibra geotextil del Geodren a la luz solar por más tiempo que el necesario para su colocación y debe quedar cubierto el mismo día que se coloque.

Las costuras en los traslapes de Geotextil se realizarán con un hilo con características similares al geotextil con estabilidad a la luz ultravioleta; de tal manera que los extremos de cada costura no se descosan y queden por el lado superior del geotextil para su inspección, así mismo los puntos de costura tendrán un traslape de al menos 45 centímetros.

En el caso de geotextiles dañados durante su colocación, podrán repararse con un parche del mismo geotextil, que se extienda al menos treinta (30) centímetros más allá del área dañada o defecto.



Figura 72.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 73.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 74.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.9.- Rellenos, norma: N•CTR•CAR•1•01•011/00.

El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras así como en trincheras estabilizadoras.



Figura 75.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 76.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 77.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.10.- Concreto hidráulico: norma: N•CTR•CAR•1•02•003/04.

El concreto hidráulico es una combinación de cemento portland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente. El concreto hidráulico se clasifica en:

4.2.3.10.1.- Concreto normal.

El concreto normal es aquel que se elabora con agregados pétreos densos, para alcanzar una masa volumétrica seca menor a dos mil (2000) kilogramos por metro cubico, una vez compactado.

4.2.3.10.2.- Concreto ligero.

El concreto ligero es aquel que se elabora con agregados pétreos de baja densidad, para alcanzar una masa volumétrica seca menor de dos mil (2000) kilogramo por metro cubico, una vez compactado.



Figura 78.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 79.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 80.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.11.- Acero para el concreto hidráulico: norma: N•CTR•CAR•1•02•004/00.

El acero para el concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal delgado u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico, instalados en ductos o no, para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracciones por fraguados y cambios de temperatura.



Figura 81.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 82.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 83.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.12.- Cunetas: norma: N•CTR•CAR•1•03•003/00.

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentemente a los hombros de la corona en uno o ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.



Figura 84.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador
Baesgo S.A. de C.V.



Figura 85.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 86.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.13.- Vados: norma: N•CTR•CAR•1•03•008/00.

Los vados son las obras que se construyen en las zonas de cruce del camino con un cauce, para permitir el paso del agua sobre la superficie de rodamiento.



Figura 87.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 88.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.



Figura 89.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.14.- Ejecución del control de calidad durante la construcción y/o conservación: norma: N•CAL•1•01/00.

B.1.- El control de calidad durante la construcción o la conservación de las obras, es el conjunto de actividades que permite evaluar las propiedades inherentes a un concepto de obra y sus acabados, así como a los materiales y equipos de instalación permanente que se utiliza en su ejecución, comparándolas con las especificaciones en el proyecto, para decidir la aceptación, rechazo o corrección de concepto y determinar oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se está realizando correctamente o debe de ser corregido. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados entre otras si la construcción o conservación se ejecutan por contrato, el control de calidad es responsabilidad exclusiva del contratista de obra, como se establece en el Inciso D.4.4. De la Norma N.LEG.3, Ejecución de obras o si se ejecuta por administración directa, del Residente.

B.2.- La verificación de calidad durante la construcción o la conservación es el conjunto de actividades que permiten corroborar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno, y comprobar el cumplimiento del programa detallado de control de calidad. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo y pruebas que señalan en el Inciso D.2.24 de la Norma N.LEG.4 Ejecución de supervisión de obra, así como los análisis estadísticos de sus resultados junto con los de control de calidad, conforme a lo indicado en el Inciso D.2.25 de la misma Norma. Si la construcción o conservación se ejecutan por contrato, la verificación de calidad es responsabilidad del Residente o, en su caso, del contratista de supervisión. Cuando la obra se ejecute por administración directa, estas actividades las realizara una organización independiente de la que ejecute el control de calidad, dentro de la propia secretaria.

4.2.3.15.- Ejecución de obra: norma: N•LEG•3/02.

Inciso D.4.5.- Para garantizar la calidad y los acabados de la obra el Contratista de Obra realizara el control de calidad de todos los conceptos de obra según lo establecido en el proyecto, por lo que está obligado a instalar y mantener en campo, el personal, equipo de ingeniería y los laboratorios que se requieran para tal efecto, conforme a lo señalado en el contrato, lo que será considerado en su análisis de presión unitarios. Tanto los laboratorios como su equipo y personal, una vez instalados, tienen que ser aprobados por la secretaria. Los resultados de las pruebas de campo de campo y laboratorios por cada frente y concepto de obra han de ser analizados estadísticamente mediante cartas de control u otros procedimientos estadísticos aprobados por la Secretaria, asociados claramente dichos resultados con el concepto de trabajo, su ubicación en la obra y su volumen, de manera tal que se puedan comparar los valores obtenidos con los límites de aceptación. Las cartas o los análisis estadísticos se actualizarán diariamente, con el propósito de que puedan ser corregidas, oportunamente, las desviaciones en la calidad de la obra. Los resultados de las pruebas, las cartas de control, los análisis

estadísticos y los informes de control de calidad siempre estarán a disposición de la Secretaria.

En el estudio del control de calidad los laboratorio externos contratados por la SCT., van a la obra a realizan los estudios programados para que dicha obra se realice con los estándares de calidad que marca la SCT., para ello se realizan muestras de concreto para verificar la calidad del concreto, la muestra consta de 3 cilindros cada lote o en caso necesario se anexa un cilindro más cuando la dependencia lo requiere, estas muestras se prueban a 7 días, 14 días, 28 días, o si urgen los estudios un cilindro se prueba a tres días cuando se requiera, ya que están revisados los cilindros se emiten los resultados y el laboratorio le hace del conocimiento a la empresa constructora si es buena la calidad del concreto si no fuera la adecuada la empresa está obligada a cambiar las proporciones del concreto y el que ya está ejecutado la empresa tiene la obligación de removerlo para cumplir con la calidad.

En el material de relleno el laboratorio se lleva muestras para verificar si se está cumpliendo con la granulometría que marca los estándares de calidad, si no fueran los adecuados la empresa está obligada a cambiar de bancos de material aunque no sean los que están estipulados en el contrato.

4.2.3.16.- Ejecución de supervisión de obras: norma: N•LEG•4/07.

Inciso D.2.24.- El Residente, cuando la supervisión se ejecute por contrato, el Contratista de Supervisión, consultará diariamente los resultados del control de calidad que realice el Contratista de Obra, para constatar que no existan desviaciones en la calidad de la obra y de existir estas, vigilará que se aplique las medidas correctas pertinentes. Si la supervisión se ejecuta por contrato, el contratista de supervisión comunicará dichas desviaciones al Residente, quien solicitará a la unidad General de Servicios Técnicos del Centro SCT, que realice una verificación extraordinaria de control de calidad.

INCISO D.2.25.- El residente o, cuando la supervisión se ejecute por contrato, el contratista de supervisión, recibirá junto con las estimaciones, los originales y una copia de los resultados de las pruebas, las cartas de control de

calidad ejecutados por el Contratista de Obra, de todos los materiales, equipos de instalación permanentes, conceptos de obra y acabados, comprobando que este los haya realizado de acuerdo con el proyecto y sus especificaciones particulares.



Figura 90.

Fuente: Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.

4.2.3.17.- Tabla de precios por unidad de obra terminada, P.U.O.T.

A continuación se presenta una tabla donde se indican los precios por unidad de obra terminada, P.U.O.T. que se llevó a cabo en esta obra.

DEMOLICIONES, SEÑALAMIENTOS Y DESMANTELAMIENTO		
CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
Demolición de Concreto Hidráulico en Cunetas, P.U.O.T.	M ³	\$ 181,83

Demolición de Concreto Hidráulico Reforzado en accesos, P.U.O.T.	M ³	\$ 278,33
Señalamiento de protección de Obra (E.C.1)	Lote	\$ 100.501,56
Retiro y colocación de señalamiento vertical existente P.U.O.T.	PZA.	\$ 128,92
Demolición de Concreto Asfáltico, P.U.O.T.	M ³	\$ 129,42
DRENAJE Y SUBDRENAJE, P.U.O.T.		
GEODRENES DE ALTURA 60 CM., incluye accesorios para su instalación y funcionamiento, P.U.O.T.	ML	\$ 227,42
Recubrimiento de cunetas, con concreto hidráulico, P.U.O.T.	M ³	\$ 1.007,82
Concreto hidráulico f'c=250 kg/cm ² y acero de refuerzo de LE=4200 kg/cm ² en accesos, P.U.O.T.	M ³	\$ 1.577,09
PAVIMENTOS, P.U.O.T.		
Base Hidráulica (capa estabilizada) con cemento portland P.U.O.T.	M ³	\$ 334,55
Carpetas asfáltica en caliente de 10 cm. de espesor, P.U.O.T.	M ³	\$ 1.796,02

El monto total de esta obra ejecutada fue de **\$ 7.871.287,92 C/IVA**

CONCLUSIONES.

La experiencia obtenida fue muy buena debido a que este sistema de subdrenaje es novedoso en México y es una nueva alternativa para el subdrenaje, este nuevo sistema ya lo está implementando la SCT., y esto viene prácticamente a remplazar el subdrenaje con tubos de concreto perforados, debido a que tiene muchas ventajas tanto en la instalación como en el traslado debido a que en la carga, descarga y en el traslado no hay desperdicio y esto es muy bueno para la empresa contratista y para el avance de la obra debido a que no hay desperdicio en el traslado y así se optimiza el transporte a la hora del transporte del material, además se garantiza que a la hora de colocarlo está bien ejecutada la instalación del geodren, en la instalación del Subdrenaje por medio del geodren es más fácil la colocación y no se necesita tanta gente a la hora de la instalación una persona puede mover por si solo una cantidad favorable para la ejecución de la obra, esto beneficia en que la obra se puede ejecutar en menos tiempos y es más manejable el geodren, este sistema también es muy bueno debido a que se reduce la contaminación del medio ambiente y esto es muy favorable para el ecosistema.

Debido a mi experiencia yo recomiendo que estas obras no se realicen en épocas de lluvias porque se está trabajando durante el transcurso del día en la obra y de un momento para otro se nubla y empieza la lluvia y a veces son fuertes y esto perjudica en la ejecución de la obra y retrasa el avance programado y no se terminan en tiempo y forma como está estipulado en el contrato y también esto perjudica a los usuarios cuando las obras no se terminan en el tiempo programado y causan molestias a los usuarios.

Debido a la inexperiencia que existía en la construcción de este nuevo sistema y debido a que es novedoso en México, se tenía demasiadas dudas de cómo se iba a empezar a colocar el material y también el supervisor que asigno la SCT., comentaba que era la primera ocasión que iba a supervisar una obra con este nuevo sistema y que también tenía muchas dudas a igual que el residente de la empresa constructora nada más contaban con unas fotos que indicaban la manera en que se debería de colocar el material y como se tenía que llevar el proceso de la obra, también la empresa que suministraba el material tipo

geodren proporciono folletos para que el personal que estuviera a cargo de la obra pudiera ejecutarla correctamente y después con el transcurso de los días y de que poco a poco se tenía los avances programados se fueron resolviendo y disipando las dudas que tenía el residente de la obra así como el residente supervisor de la obra por parte de la SCT., también quiero aclarar que esto fue al inicio de la obra debido a que cuando se inicia cualquier tipo de obra existen muchas dudas tanto en el personal de la empresa constructora como en el personal de la empresa contratista debido a que en el momento del inicio de la obra pueden existir alguna modificaciones, y la empresa contratista está obligada a adecuarse a dichas modificaciones para que haya un buen funcionamiento de dicha obra, ya con el paso de los días y con la obra avanzando correctamente el proceso se vuelve rutinario aunque en algunas ocasiones existen otros problemas relacionados con la obra que se tienen que solucionar de cualquier forma para una correcta ejecución de la obra.

BIBLIOGRAFÍA.

Etcharren, G. R. (1990). *Manual de Caminos Vecinales*. Mexico: Alfaomega S.A. de C.V.

Revista de Geodría Vial y Planar, Funciones y Aplicaciones. Mexichem Soluciones Integrales, S.A de C.V.

<http://www.zitacuaro.gob.mx/?sec=territorio/mapa>

http://www.zitacuaro.gob.mx/?sec=nuestromunicipio/informacion_estadistica/economia

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM16michoacan/index.html>

<http://www.mexichem.com.mx/Geosistemas>

<http://sct.gob.mx>.

Expediente Técnico de la Empresa Constructora Grupo Edificador Baesgo S.A. de C.V.