



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLAN

CORREDOR VIAL PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PELIGROSOS EN SALAMANCA, GTO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

LUIS HERNÁNDEZ TREJO

DIRECTOR DE TESIS

ING. MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ

SINODALES

ING. ABEL ANGEL LÓPEZ MARTÍNEZ

ING. PABLO MIGUEL PAVIA ORTÍZ

ING. CARLOS GONZÁLEZ ROGEL

MTRO. FRANCISCO MEJÍA MEZA



ACATLAN, EDO. DE MÉXICO, OCTUBRE DE 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

**A MI MADRE MARIA DEL REFUGIO TREJO RIVERO (+)
Y A MI PADRE PEDRO HERNÁNDEZ SANTOS (+)
MUJER Y HOMBRE INCANSABLES
CON GRAN ESPÍRITU DE FORTALEZA.**

**A MIS HERMANAS, MAGO, FLOR, CUQUIS Y
ROSITA, A MIS HERMANOS MANUEL (+),
ROBERTO, ENRIQUE, PEDRO, ERNESTO,
ARMANDO, ARTURO. POR SU GRAN
RESPALDO Y AYUDA SOBRE TODO EN
MOMENTOS DIFÍCILES DE MI VIDA.**

**A MIS HIJOS
TANIA Y ERICK
POR SER FUENTE DE
INSPIRACIÓN EN EL LOGRO DE MIS
METAS.**

**A TODOS MIS SOBRINOS, AMIGAS Y AMIGOS
QUE COMPARTEN ESTA ALEGRÍA.**

¡¡GRACIAS, INFINITAMENTE MUCHAS GRACIAS!!

CORREDOR VIAL PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PELIGROSOS EN SALAMANCA, GTO.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
I.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
II. MARCO DE REFERENCIA.	7
II.1. Información preliminar.	7
II.1.1. Características generales y sectoriales del área de estudio	7
II.1.2. Cartografía básica actual (municipio)	12
II.1.3. Información documental	15
II.2. Análisis preliminar de las alternativas	24
III. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	29
III.1. Estudio de ingeniería de tránsito.	29
III.2. Objetivos, lineamientos y parámetros de diseño.	39
III.3. Evaluación de alternativas.	43
IV. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD	47
IV.1. Estudios básicos.	47
IV.1.1 Estudio topográfico	47
IV.1.2. Administración de pavimentos	51
IV.1.3. Estudios hidráulicos	59
IV.2. Anteproyecto geométrico de las alternativas	68
V. PROYECTO EJECUTIVO	71
V.1. Proyecto geométrico	71
V.2. Proyecto de señalamiento horizontal y vertical	81
V.3. Proyecto de pavimentos	83
V.4. Proyectos alumbrado	89
V.5. Proyectos hidráulicos	94
V.6. Proyecto de impacto ambiental	139
VI. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y PROGRAMA DE OBRA	151
VI.1. Costos unitarios	151
VI.2. Normas y especificaciones	156
VI.3. Presupuesto de obra	158
CONCLUSIONES	159
BIBLIOGRAFÍA	160

Tesis

“ Corredor Vial para el Transporte de Productos Peligrosos en Salamanca, Gto. ”

Alumno : Luis Hernández Trejo

CORREDOR VIAL PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PELIGROSOS EN SALAMANCA, GTO.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo que se espera alcanzar a la conclusión de la tesis “ **Corredor Vial para el Transporte de Productos Peligrosos en Salamanca, Gto.** ” contempla lo siguiente: Demostrar la necesidad de proyectar y construir un corredor donde circule el transporte de productos peligrosos de manera que no circule por el área urbana; Contribuir en la planeación estratégica de la red vial de Salamanca, Gto.; Mejorar la estructura vial de la ciudad y establecer los estudios y proyectos ejecutivos como herramientas de planeación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

INTRODUCCIÓN

I.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En este apartado se proyectará una vía alterna al acceso que actualmente se tiene para los vehículos que circulan con productos peligrosos en las arterias de la zona centro de la ciudad de Salamanca, Gto. Se estima que su sección debe ser de 2 carriles de circulación y tendría sus principales intersecciones en la Autopista Federal 45 D, camino estatal Salamanca – Juventino Rosas y la carretera Federal 45. Estas intersecciones se localizarían fuera del área urbana.

II. MARCO DE REFERENCIA.

Este capítulo contendrá las características generales y sectoriales del área de estudio principalmente el que se cuenta con instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, áreas a las que se accede por dos carreteras importantes como son la autopista Querétaro – Irapuato y la carretera federal Celaya Salamanca. Se tomará en cuenta la cartografía vigente que el municipio proporcione y la información de que se disponga. Asimismo y con el objeto de que exista un análisis que permita proporcionar la

ACATLAN, EDO. DE MÉXICO, OCTUBRE DE 2006

alternativa más viable técnica y económicamente se realizará un análisis preliminar de las opciones.

III. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Las actividades a implementar en este apartado son el análisis de las estaciones maestras, aforos direccionales, velocidades de recorrido en las arterias actuales por donde circula el transporte; como parte fundamental de los estudios de ingeniería de tránsito para sustentar técnicamente el tipo de vialidad y el número de carriles. Se desarrollará de forma general un procesamiento de información que contemple aspectos técnicos y económicos, así como de impacto ambiental.

IV. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Una vez que ya se ha definido la alternativa más viable, se procede a llevar a cabo los estudios de factibilidad en los que se encuentran el topográfico, de Administración de Pavimentos, los Estudios hidráulicos, con el objeto de tener los elementos para realizar la ingeniería de detalle. En este mismo capítulo se plantean más detenidamente los anteproyectos geométricos de las alternativas.

V. PROYECTO EJECUTIVO

Los trabajos que se desarrollan en este capítulo, son las actividades que dan como resultado los reportes para instrumentar en obra el proyecto. Se tienen los proyectos : geométrico que ubica el trazo final por donde se construirá el camino; el de señalamiento horizontal y vertical que indica para el primer caso las señales sobre el pavimento y para el segundo las señales preventivas, restrictivas e informativas; el de pavimentación que da como resultado los espesores de las capas del pavimento ya sea de tipo rígido o flexible, con sus capas y espesores; el de alumbrado como elemento de seguridad al usuario de la vialidad en la noche denotando las luminarias, separación y calidad de las mismas; los hidráulicos como obras de la ingeniería civil que fortalecen su vida útil y el de impacto ambiental como elemento para mitigar las acciones una vez puesta en obra.

VI. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y PROGRAMA DE OBRA

Como soporte para la contratación de la obra, se tiene dentro de los trabajos del capítulo de esta tesis la obtención de los costos unitarios, el catálogo de conceptos, volumetría y el presupuesto de obra.

CONCLUSIONES

I. INTRODUCCIÓN

En congruencia con las directrices y con las estrategias de los objetivos rectores del Plan Nacional de Desarrollo 2001 - 2006 (PND); el Ayuntamiento de Salamanca, Gto., con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Social, basada en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001 - 2006 (PNDU-OT), en el cual se establecen los principios objetivos, estrategias y líneas de acción que determinan las acciones del gobierno federal en Vialidad y Transporte.

Como consecuencia de la problemática que se viene presentando en algunos centros poblacionales, el **Transporte Urbano** se ha convertido en un grave problema, al no satisfacer la creciente demanda de la población, ni en cantidad ni en calidad; ya que un considerable número de ciudades presentan redes viales que hacen que la circulación vehicular sea lenta, la flota del transporte público está considerablemente deteriorada y opera en rutas poco racionales, la superficie de rodamiento y cobertura de pavimentación es deficiente, impidiendo que se presente un servicio eficaz al sector más necesitado de la población, el cual invierte una gran cantidad de tiempo y recursos en transportarse, todo esto afecta de manera considerable al medio ambiente y propicia un consumo dispendioso de energéticos, así como la seguridad para los vecinos que para el caso de esta tesis, los de la ciudad de Salamanca, Gto.

La ubicación de la refinería Ing. Antonio M. Amor en la que se manejan productos para las actividades: Planta de tratamiento de aguas urbano-industriales, Planta de aguas amargas AZ; Metil Terbutil Eter, Planta de Aguas Amargas AA-4, Hidrotratamiento de destilados intermedios; Planta de Azufre y tratamiento de gas de cola; Isomerización de pentanos y Alquilarción de butano butileno, emplea la transportación de productos que ponen en riesgo la seguridad de los vecinos en el área urbana.

En últimas fechas el Gobierno Federal y Pemex Refinación han tenido la confianza para aprobar la publicación de las convocatorias para la reconfiguración ampliación y modernización de la Refinería Ing. Antonio M. Amor, cuyo proyecto esta orientado a aumentar la producción de gasolinas ecológicas de alto octano y calidad superior, a través de la construcción de seis nuevas plantas de proceso (una reformadora de naftas con una capacidad de 22,400 barriles, una hidrosulfuradora de naftas con capacidad de 25,000 barriles por día, una de isomerización de butanos con capacidad de 3,100 barriles por día, una planta de alquilación con capacidad de 5,000 barriles por día, una planta de MTB con capacidad de 30,000 toneladas al año, y una planta de TAME de 80,000 toneladas al año).

Sumándose a los riesgos, se encuentra la subestación eléctrica con la operación de productos como el gas hexafluoruro de azufre (SF6) que es un gas incoloro, inodoro y químicamente muy estable no tóxico. Se almacena a presión en forma líquida en recipientes de acero, para ser utilizado posteriormente en estado gaseoso en el equipo

Tesis “ Corredor Vial para el Transporte de Productos Peligrosos en Salamanca, Gto. ”

Alumno : Luis Hernández Trejo

de las subestaciones que lo contienen. Por sus propiedades se usa en los interruptores de potencia como medio de extinción del arco eléctrico, así como medio aislante en las subestaciones encapsuladas.

En ambos casos la presencia del manejo y disposición de productos y residuos sólidos peligrosos trae como consecuencia el hacer frente a dicha problemática con base en el **Programa de Vialidad y Transporte Urbano (PVTU)** establecido el reto de llegar a soluciones viables a corto plazo: enfocando anticipadamente la **problemática**, por medio de la **planeación** de nuevos desarrollos urbanos que permita la continuación de la expansión natural de la ciudad, en el marco del Plan de Desarrollo Urbano; y atendiendo problemas existentes, identificando el origen y las consecuencias dentro de una zona ya establecida, debido al tipo de ciudades en el país.

El objetivo fundamental de esta tesis es demostrar que es indispensable elevar la calidad y la eficiencia del Sistema de Transporte Urbano en la ciudad de Salamanca, mejorando y fortaleciendo a los organismos municipales responsables de la planificación, programación, administración, financiamiento, reglamentación, formulación, evaluación, selección y ejecución de proyectos y operación del transporte urbano.

En congruencia con el Programa Nacional de Desarrollo Urbano, la ciudad de Salamanca, Gto., adoptó el Programa de Transporte Urbano y realizó el Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano; siendo este trabajo una consecuencia del mismo que dando continuidad al Programa de Vialidad y Transporte de la localidad.

En el año de 1994 se llevó a cabo el Estudio Integral de Vialidad y Transporte de la zona metropolitana de la ciudad de Salamanca, Gto., derivándose entre otras acciones de vialidad el desplazar al transporte de carga que entra y sale de la refinería Ing. Antonio M. Amor y la Subestación Eléctrica y que actualmente opera a través de vialidad en la zona centro, por una vialidad alterna que disminuya el riesgo por la transportación de productos peligrosos. Como referencia se han tenido explosiones importantes en área urbana, accidentes de transporte de carga con la emanación de gases tóxicos, entre otros.

Como resultado del análisis de las actividades del Estudio Integral, se pudo determinar que una alternativa para el traslado de bienes y personas por medio del transporte urbano de la zona oriente a la poniente es la de construir una vialidad que sea alternativa a la actual Av. Tenixtepec que tiene acceso de la autopista México – Guadalajara a la zona centro de la Cd. de Salamanca. Esta alternativa se plantea a partir de la carretera 45 por la Av. Electricistas, la carretera Salamanca – Juventino Rosas aproximadamente a 500 m la desviación a la izquierda hasta encontrar la autopista México – Guadalajara.

Tesis “ Corredor Vial para el Transporte de Productos Peligrosos en Salamanca, Gto. ”
Alumno : Luis Hernández Trejo

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La Cd. de Salamanca, se ha desarrollado en actividades comerciales e industriales, específicamente en las ramas de refinación de petróleo, comercio de alimentos, comercio de bienes para el hogar, industria química, industria alimenticia y de comercio al mayoreo principalmente. Su especialización económica ha proporcionado beneficios socioeconómicos dentro y fuera de la ciudad, por lo que deberán ser consolidados a través de una estrategia general de desarrollo urbano donde se definan acciones concretas de planeación e instrumentación.

Definición del centro de población

El municipio de Salamanca se localiza dentro de la zona del bajío en una zona privilegiada al contar con una red carretera y ferroviaria importante, donde destaca la vialidad regional Panamericana o la carretera federal de cuota número 45D, la cual lo une con una serie de ciudades de importancia industrial, comercial y de servicios, como la ciudad de México que se encuentra a 346 Km, la ciudad de León que está a 87 Km, o la ciudad de Guanajuato que se encuentra a 66 Km de Salamanca.

Las carreteras federales y estatales que le siguen en importancia son: la carretera federal 45 que une a las ciudades de Querétaro, Celaya, Salamanca e Irapuato; la carretera federal 43 que va de Salamanca a Valle de Santiago; la carretera estatal número 61 que une a la ciudad con la población de La Ordeña en la zona norte del municipio; la carretera estatal a Sta. Cruz de Juventino Rosas ubicada al este y la carretera estatal a Mendoza localizada en la zona norte del municipio.

Además, existe la red ferroviaria que en el desarrollo económico de la zona es un elemento de suma importancia, al comunicar esta región con el resto del país. Las líneas del ferrocarril atraviesan la ciudad de Salamanca de oriente a poniente y de centro a sur, e integran al municipio con la ciudad de México, Querétaro, Guadalajara, Nogales y Ciudad Juárez, además de conectarlo dentro del estado con León, Guanajuato, Irapuato, Celaya y Valle de Santiago.

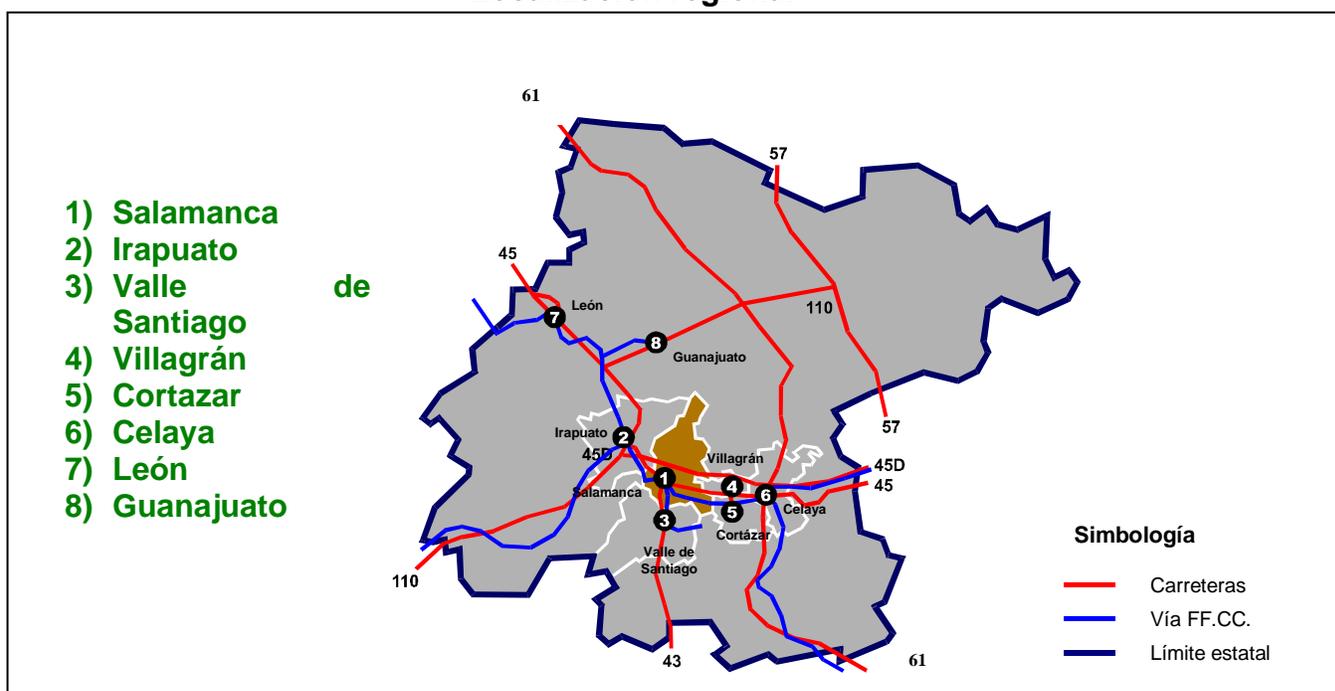
La ciudad Salamanca se localiza en la zona centro sur del municipio que lleva el mismo nombre, en la altitud norte de los 20° 30' 25" y 20° 35' 45" y en la longitud oeste de los 101° 07' 32" y 101° 13' 34", con una altitud media de 1720 m.s.n.m. Colinda al norte con San José de Mendoza y la Ordeña, al este con Villagrán, al sur con Labor de Valtierra y al oeste con Irapuato.

Ámbito regional

Las ciudades de Salamanca, Celaya, Cortazar, Irapuato, Valle de Santiago y Villagrán conforman un sistema de ciudades en la parte central del estado y cada una ha

desarrollado áreas de influencia en función de sus actividades urbanas (véase el mapa I.1). Asimismo, existe una importante interrelación entre estas ciudades, la cual se materializa a través de flujos de bienes, personas y comunicaciones. Un elemento clave en los flujos regionales lo constituye la Refinería “Ing. Antonio M. Amor” (RIAMA), en la cual laboran trabajadores que residen en las ciudades antes mencionadas, y que se ha conformado como una de las actividades de base económica regional.

Mapa I.1
Localización regional



Medio natural

El clima predominante es el Bs1hw (w) (e)¹: Es un clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano e invierno fresco y con vientos del noreste. Las variaciones de temperatura a nivel regional en los últimos 17 años son uniformes, pues para 1981 la temperatura media anual era de 19°C (INEGI, 1981) y en 1998 de 20°C, siendo la temperatura media anual más baja del período, de 18°C. Los vientos dominantes van en dirección sur suroeste en los meses de octubre a marzo y de norte noreste de abril a septiembre.

La temporada de lluvias se desarrolla en los meses de junio a septiembre, la cual en los últimos años ha presentado un descenso en la precipitación total anual de

¹ Según la clasificación que realizó Köeppen y modificada por E. García.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

778.7mm en 1981 a 706.7mm en 1996, según las isoyetas de la estación meteorológica 11-022 de Irapuato, siendo el año más seco el de 1987 con 485.5mm (INEGI, 1997).

El centro de población se localiza en una zona sensiblemente plana y con suaves colinas de pendientes menores al 8%. Es por esta razón que existen áreas sensibles a inundación en la ribera del río Lerma y en la parte noroeste de la ciudad, tanto por desbordamientos del río, como por escurrimientos no controlados durante la temporada de lluvias, en zonas donde la pendiente es cercana al 0%, bajo estas características topográficas se considera que el territorio del Centro de población es apto para el desarrollo urbano, siempre y cuando la ingeniería de sus calles contemple una pendiente no menor al 3% hacia las partes donde se desalojan las aguas pluviales, a fin de evitar inundaciones en vías públicas y en construcciones.

Las áreas con pendientes mayores se encuentran bien definidas por los cerros que se localizan en la zona. Es así que se cuenta al noreste del límite del centro de población con parte del cerro Gordo, y al sur del área urbana con los cerros La Cal y La Cruz.

El centro de población se encuentra en la provincia del eje Neovolcánico, al cual se le considera como una antigua sutura abierta a fines del Cretácico, donde sus límites se definen por el cambio de morfología de mesetas a vertientes montañosas. En esta zona predomina el tipo de suelo aluvial, que es un factor que ha caracterizado la fertilidad y capacidad agrícola de la región. Este suelo se encuentra alrededor de la ciudad de Salamanca en un radio promedio de 9 km, siendo aún más extenso hacia el oriente y el norte de la misma, ampliando el radio promedio a 20 km, coincidiendo con la formación del valle. En el área limítrofe a éste, donde se encuentran los lomeríos, se cuenta con rocas basálticas hacia el norte y noreste de la ciudad, en La Ordeña, Cerro Gordo, Cerro Los Lobos, Cerro Grande, Temascatio, Cerrito de Gasca y Santa Teresa, y en la zona sur se localizan rocas sedimentarias como el tepetate en los cerros La Cruz y La Cal.

El tipo de suelo que predomina en la zona es el vertisol pélico de textura fina, el cual se encuentra en la parte norte del centro de población formando un semicírculo de 10 Km. en promedio. Este suelo se encuentra en pendientes menores al 8%, en llanuras o valles. Es de color negro o gris oscuro, arcilloso, lodoso y adhesivo. Presenta arcillas expansibles, lo que provoca fuertes agrietamientos en época de secas, haciéndose duro y masivo, pero al hidratarse se expande, se hace adhesivo y plástico; por su fertilidad éste es predominantemente agrícola.

Otro de los suelos que predomina es el feozen háplico que también tiene una fertilidad alta por lo que es muy productivo en labores agrícolas o pecuarias. Es de un suelo color pardo o negro, rico en materia orgánica y nutrientes. Generalmente se le encuentra en combinación con el vertisol pélico con una característica

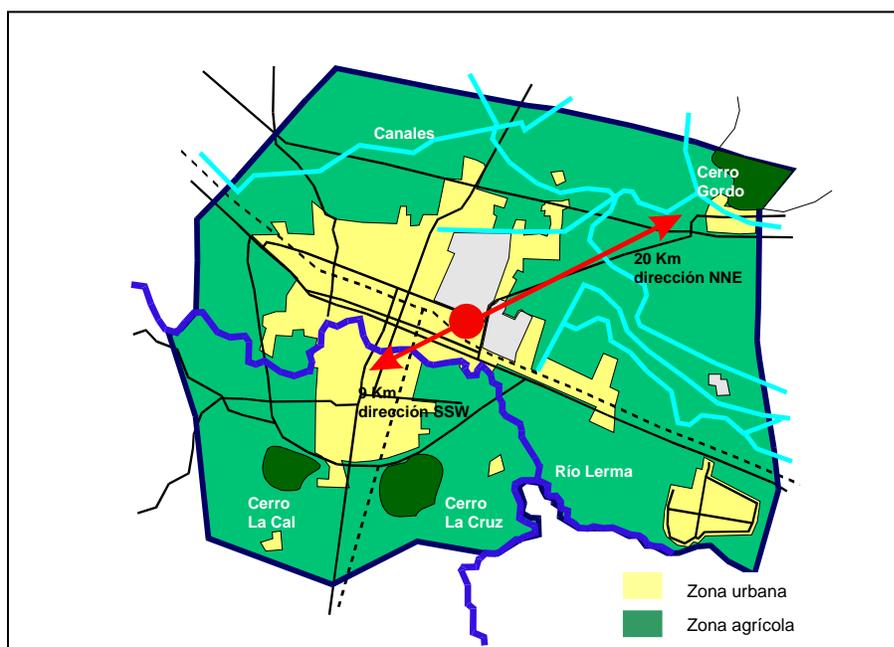
U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

minoritariamente salina. Se localiza en toda la parte sur del centro de población y hacia el sureste en los terrenos con pendientes menores a 8%.

La región forma parte de la cuenca del río Lerma-Salamanca, región hidrológica RH12. El río Lerma ingresa por el sureste de la ciudad y la cruza hacia el poniente, conduciendo el agua residual de la zona. Este río recibe los afluentes del río Laja al sureste de la ciudad; del canal Sardinas, que atraviesa la ciudad de este a oeste en su porción norte, y los canales Ing. Antonio Coria y Bajo Salamanca que rodean Salamanca por la parte norte y se conectan al río Lerma al poniente. Cabe mencionar que el río Lerma divide al centro de población prácticamente en dos zonas, unidas sólo por dos puentes, lo que representa un obstáculo para la plena integración de la estructura urbana y vial (*véase el mapa 1.2*).

La distribución de las asociaciones vegetales naturales en la zona se limitan al área de lomeríos donde predomina la selva baja caducifólica, así como especies forrajeras predominantemente, como navajitas, lanudo, lobo, banderilla y pastizal amacollado, entre otras.

Mapa 1.2



II.- MARCO DE REFERENCIA

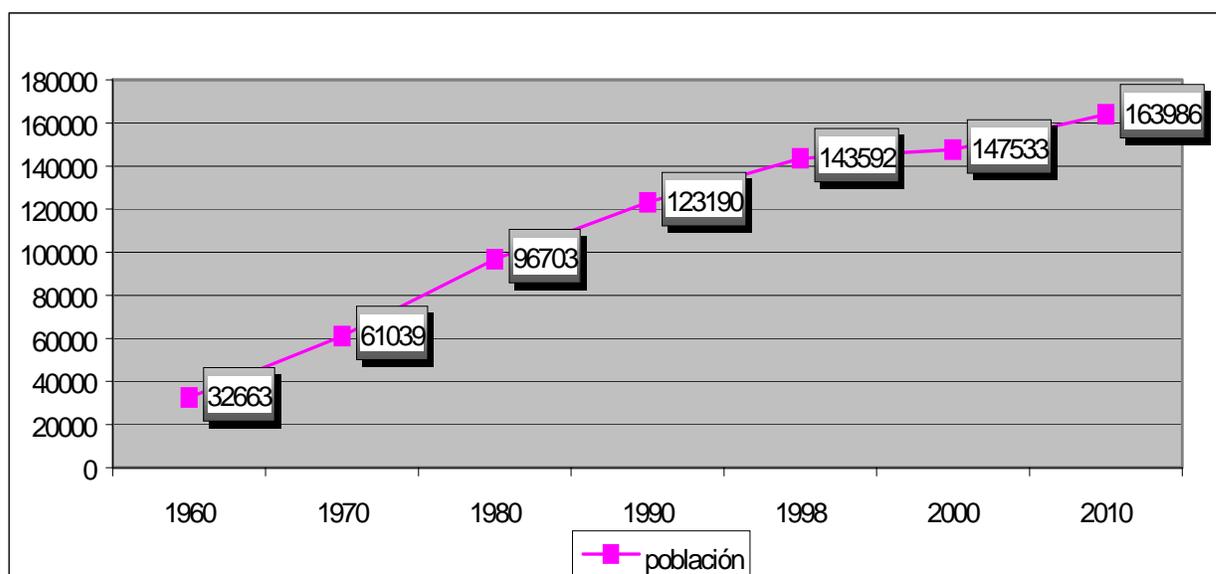
II.1. Información Preliminar

II.1.1. Características Generales y Sectoriales del Área de Estudio

Población

La ciudad de Salamanca contó al 30 de junio de 1998 con una población de 143,592 habitantes (véase la gráfica II.1.1.1), representando 3.2% de la población estatal. Cabe mencionar que la población municipal para esa misma fecha fue 229,321 habitantes, por lo que la cabecera municipal concentró 62.6% de la población (datos obtenidos por proyecciones).

Gráfica II.1.1.1
Crecimiento poblacional



El comportamiento demográfico de la ciudad en las décadas pasadas se presentó de manera explosiva, de este modo las TCPA de las décadas de los 60's y 70's fueron 6.9 y 4.5% respectivamente, pero a partir de los ochenta la tendencia fue hacia un marcado descenso al presentar en este período una TCPA de 2.5%, de la cual la mayor parte se atribuyó al crecimiento natural¹ con una tasa de 2.4%, quedando la social² con una tasa de 0.1%. Para el período 90-98 Salamanca dejó de ser una ciudad de atracción de población para convertirse en una localidad de expulsión³, ya que su tasa de crecimiento social fue -0.5%, por lo que el escaso incremento

¹ Incremento de la población por nacimientos menos defunciones en la ciudad de Salamanca.

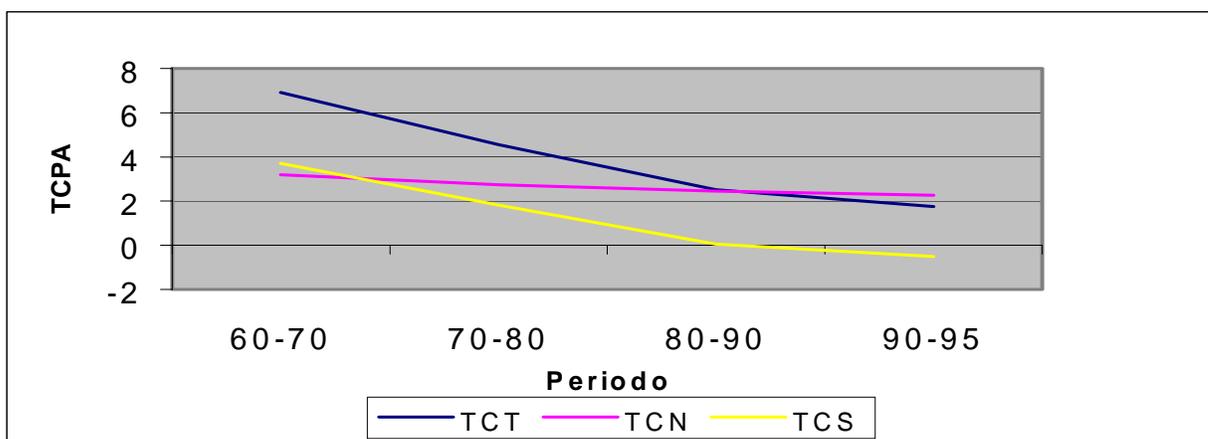
² Incremento de la población por inmigrantes menos emigrantes.

³ Una ciudad de atracción es aquella que provoca que gente de otro lugar resida en esta localidad para realizar alguna actividad (como el trabajar), esto se refleja en una TCS positiva; cuando esta tasa es negativa indica que en lugar de llegar gente a radicar a esta ciudad, se va a otra, que le ofrezca mayores alternativas.

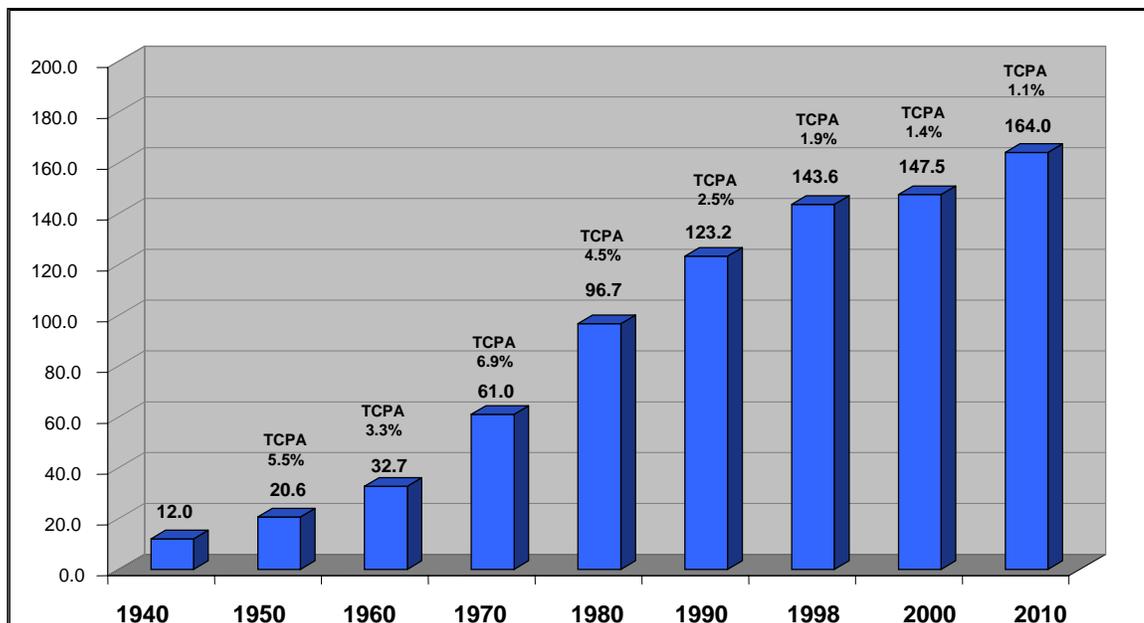
**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

poblacional es debido a su crecimiento natural, teniendo para este período una TCPA de 1.9% (véase la gráfica II.1.1.2). De acuerdo con este comportamiento, se proyecta que la ciudad de Salamanca al año 2000 una población de 147,533 habitantes y para el 2010 alcanzará 163,986 personas, con una TCPA del 1.1% en el período 1998-2010 (véase la gráfica II.1.1.3).

Gráfica II.1.1.2
Comportamiento de la tasa de crecimiento total, natural y social



Gráfica II.1.1.3
Crecimiento poblacional y tasa de crecimiento promedio anual



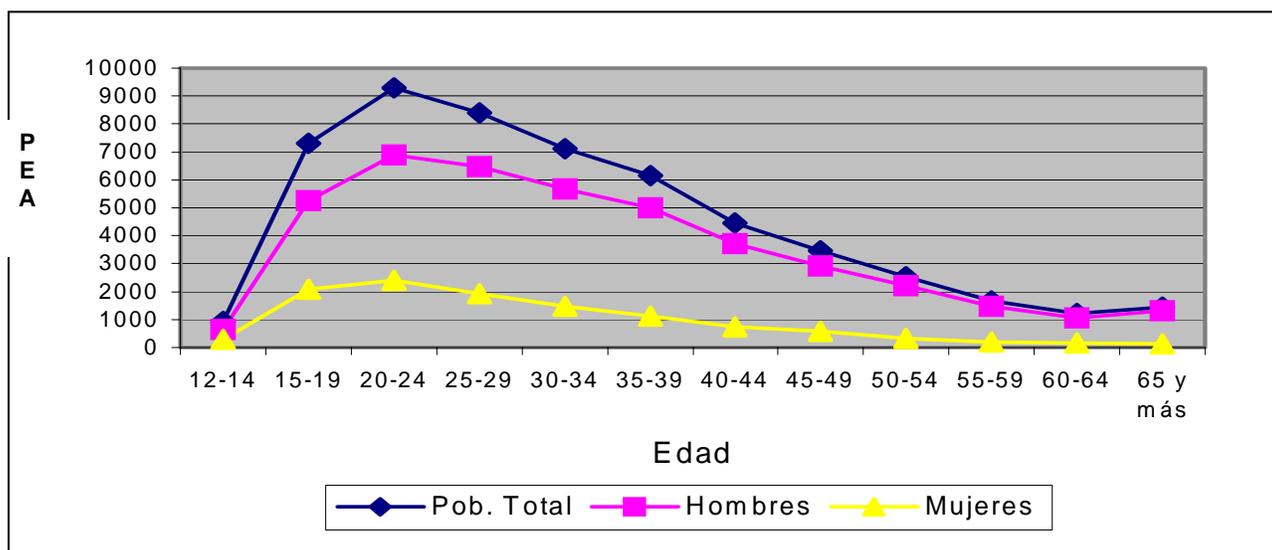
Actividades económicas

Entre 1980 y 1990, el comportamiento de la población económicamente activa (PEA) municipal fue de un crecimiento moderado, al incrementarse en casi 13% al pasar de 47,896 a 54,003 trabajadores, presentando una marcada diferencia en la cantidad de hombres y mujeres económicamente activos, puesto que para 1980 se

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

contaba con 36,296 hombres y 11,600 mujeres trabajando (SPP, 1982), y en 1990 se tenían 42,589 hombres y 11,414 mujeres (INEGI, 1991), por lo que se observa que el incremento en la PEA fue solo en el personal masculino, siendo de 20 a 24 años el grupo de edad que mayor número de trabajadores concentra (véase la gráfica II.1.1.4).

Gráfica II.1.1.4
Población económicamente activa total y por sexo, según grupos quinquenales de edad



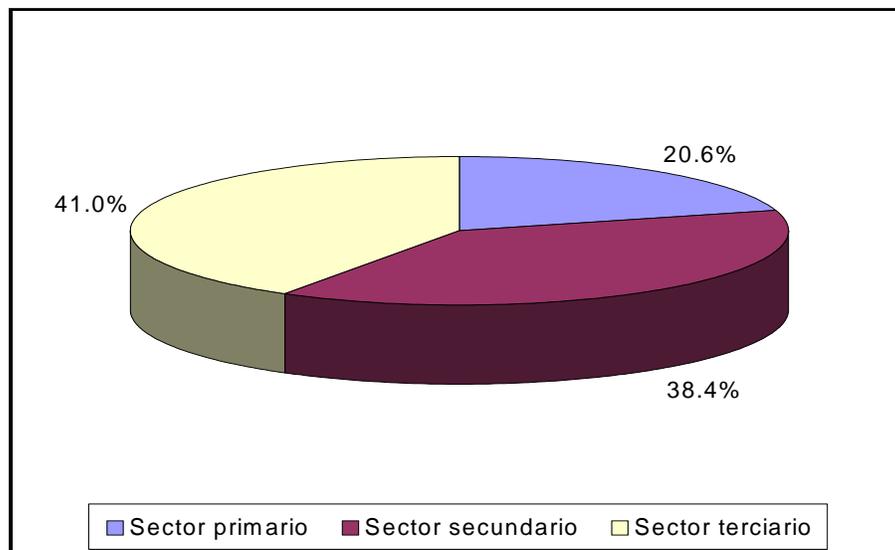
Para 1998, la PEA municipal sumó 54,578 personas⁴, con una tasa bruta de ocupación de 23.8% (PEA entre población total). En las actividades primarias se ocupaban 11,265 personas, equivalentes a 20.6% de la PEA municipal.

En el sector secundario se encontraban laborando 20,952 personas, lo cual representó 38.4% del total de la PEA municipal, siendo la industria manufacturera la rama con mayor oferta ocupacional, 9,384 personas (véase la gráfica II.1.1.5).

⁴ Estimación a partir de los datos proporcionados por el XI Censo de Población y Vivienda y el Conteo 95, realizados por INEGI.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Gráfica II.1.1.5
Estructura porcentual de la población
Económicamente activa por sectores de actividad



En el sector terciario municipal trabajaban 22,361 personas, lo que equivale a 41.0% de la PEA total, en este caso el comercio y los servicios al consumidor eran las ramas con mayor oferta ocupacional.

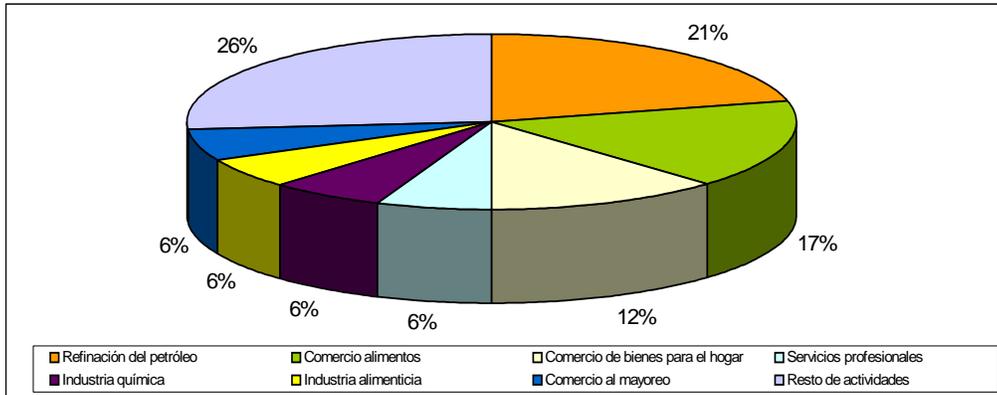
Los datos del censo económico de 1993 confirman la importancia económica de Salamanca en el contexto estatal y nacional. Para ese año, el municipio logró la posición 73 por tamaño de población entre los 2,413 del país y se ubicó en el número 49 en términos de generación del valor agregado total de los sectores industrial, comercial y servicios. Considerando esta última variable, Salamanca concentró 13.8% del total del estado de Guanajuato y 0.5% del país.

Por la generación del valor agregado, niveles de productividad y aprovechamiento de cadenas productivas locales y regionales, las ramas de refinación de petróleo, industria química, industria alimenticia, comercio al mayoreo y servicios profesionales, se han consolidado como las actividades económicas predominantes de la ciudad (*véase la gráfica II.1.1.6*).

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Gráfica II.1.1.6

Estructura porcentual de la demanda ocupacional por ramas de actividad



Sobresalen las actividades económicas de Salamanca y se ha constituido en su base económica fundamental. Esta ocupa 226 ha, demandó 5,897 trabajadores en 1997 y generó entre 60 y 70% de las remuneraciones, demanda intermedia y valor agregado del municipio (PEMEX, 1997). Sus efectos indirectos e inducidos generan un multiplicador de empleo de 1.32 por cada ocupado en la Refinería (véase el cuadro II.1.1.1)

Cuadro II.1.1.1
Base económica local

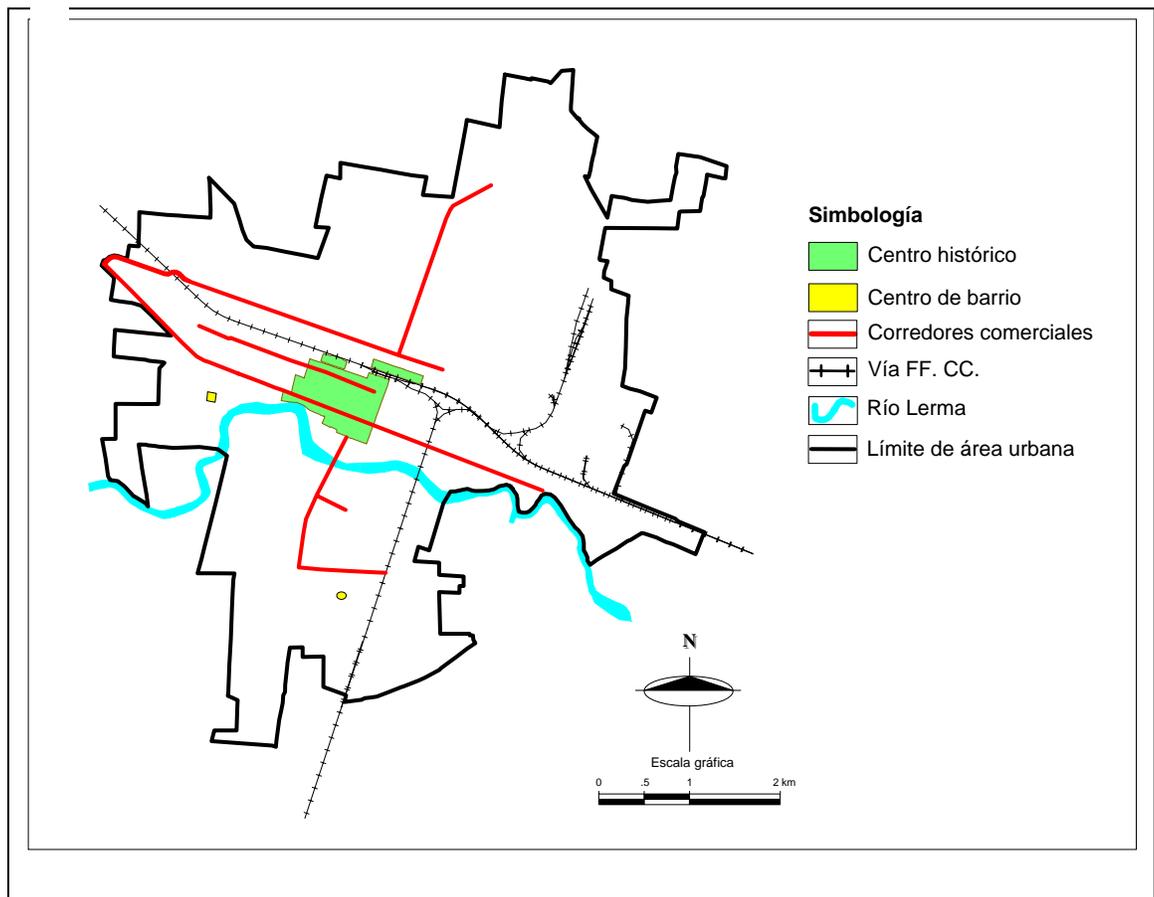
Superficie	Personal ocupado	Remuneraciones	Demanda intermedia	Valor agregado
226 ha.	5 897	\$ 760 millones	\$ 9 370 millones	\$ 3 350 millones
9.2 %	21.0 %	58.8%	69.9 %	65.4 %
•Noreste del centro de población	•Salamanca •Irapuato •Valle de Santiago •Celaya •Cortazar •Villagrán	•Elevada concentración del ingreso. •Desigualdad social.	•Débil cadena productiva regional	•Excedente de operación a participaciones y transferencias para todo el país.
Multiplicador de Empleo: 1.32				

II.1.2. CARTOGRAFIA BASICA ACTUAL

Estructura urbana

El acelerado proceso demográfico ocurrido a partir de la década de los cincuenta, se manifestó territorialmente en una estructura urbana de tipo lineal a lo largo de la carretera federal 45 Celaya-Irapuato, limitada en su zona sur por la presencia del río Lerma. Este tipo de estructura propició que se generaran corredores comerciales en la Av. Morelos y en Av. del Trabajo. Al ir creciendo la ciudad, se fueron creando otros corredores y se consolidaron las zonas comerciales, sobre todo en la parte norte de Salamanca, la zona sur solo cuenta con dos vías de acceso que son los puentes El Molinito y Puente Nuevo (véase el mapa II.1.2.1).

Mapa II.1.2.1
Estructura urbana



**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Actualmente, Salamanca cuenta con siete corredores comerciales sobre las siguientes calles:

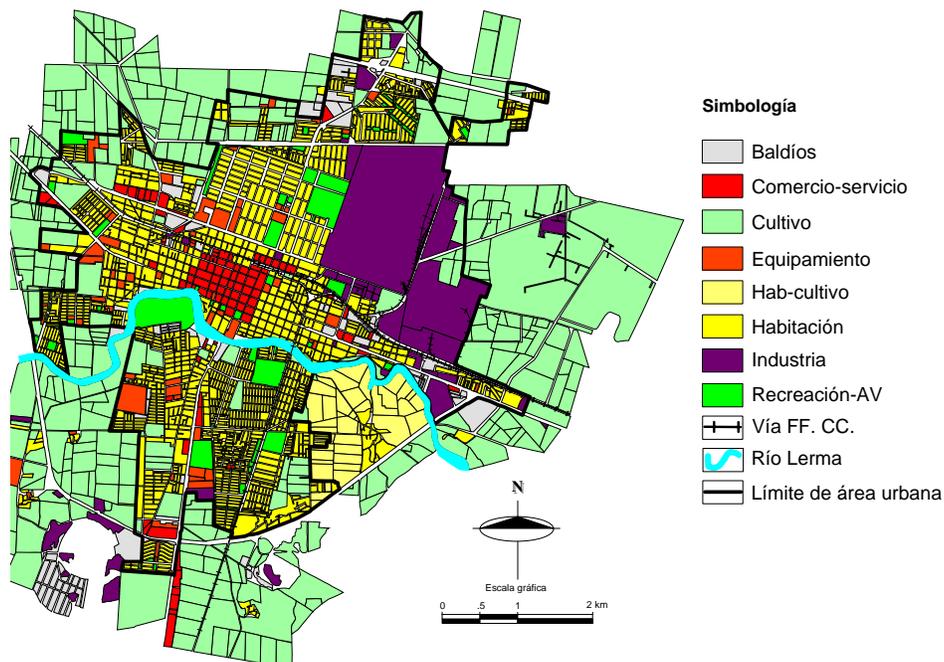
- Av. Tenixtepec
- Blvd. Valle de Santiago
- Av. Faja de Oro
- Av. del Trabajo
- Av. José Ma. Morelos
- Calle León
- Av. Comunicación Norte

Usos del suelo

La ciudad cuenta con una superficie urbana de 2,469.8 ha siendo los usos predominantes, el habitacional con 34.1%, el industrial con 17.0% y cultivos con 12.6% del total de la superficie urbana (datos actualizados por levantamiento de campo). La vialidad representa casi una quinta parte y el 1.0% la ocupa las vías de ferrocarril con su derecho de vía respectivo.

La distribución espacial de los usos del suelo ocurre de la siguiente manera (véase el mapa II.1.2.2):

Mapa II.1.2.2
Usos del suelo



U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

El uso habitacional se encuentra distribuido en toda el área urbana, mezclada con zonas de baldíos, lo cual da pie a dos factores: la especulación de suelo por los servicios que ya se ofrecen alrededor de estos lotes; y la posibilidad de permitir políticas de redensificación en la ciudad, ahorrándole al municipio la introducción de servicios en nuevas zonas.

Los usos recreativos, áreas verdes y social se localizan distribuidos en varias zonas del centro de población, facilitando el acceso a la población hacia estos lugares.

El uso comercial, al igual que el de salud, se localizan de manera agrupada, en el primer caso, se ubican en el centro histórico y en el segundo, en la parte norte de la ciudad, lo que deja sin cobertura de estos usos al resto de las colonias lo que implica una gran movilización de la población que no radica en estas zonas para acceder a ellos.

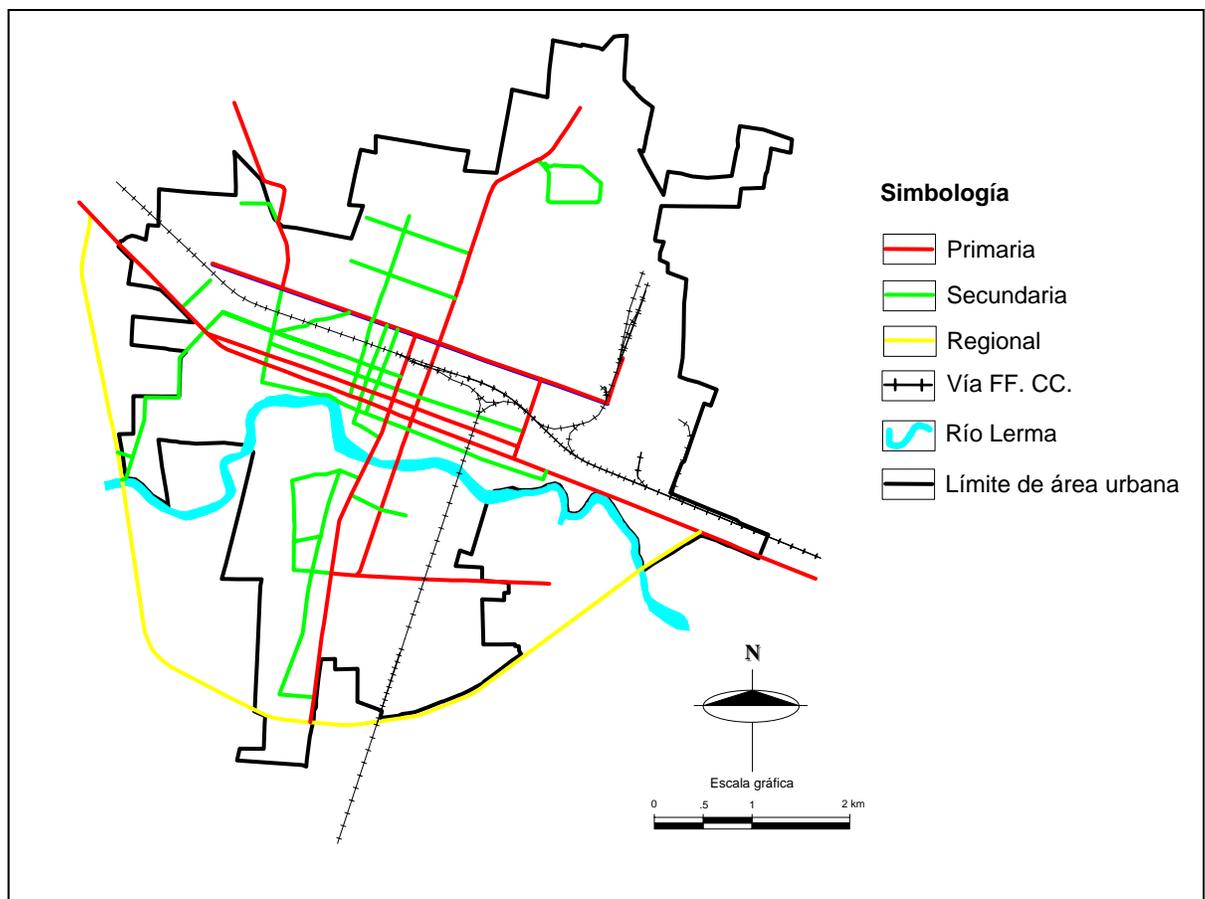
Con respecto al uso industrial, éste se ubica principalmente en las inmediaciones de la RIAMA y al este de la ciudad sobre la vialidad Miguel Hidalgo, ya que en algunos casos las empresas instaladas se integran a la cadena productiva de la Refinería, especializándose en la generación de productos químicos, que en su mayoría representan riesgo en caso de accidente para la población que radica en esa área, ya que no existe una zona de amortiguamiento entre la zona de uso industrial y habitacional.

II.1.3. INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Estructura vial

La estructura vial de la ciudad de Salamanca se compone por vialidades regionales, primarias, secundarias y locales. Las primeras se caracterizan por estar dedicadas a vehículos y transporte pesado, con un restringido acceso a los predios adyacentes y son usados para viajes largos, como es el caso del libramiento carretero que rodea la zona sur de la ciudad y que tiene su origen en la carretera federal numero 45 para culminar en la continuación de la misma carretera (ver mapa II.1.3.1).

Mapa II.1.3.1 Tipo de vialidad



Las segundas son aquellas que estructuran la ciudad de manera importante al recorrerla y unirla con la red carretera regional, son las avenidas más importantes de la ciudad, mismas que tienen acceso a los predios por calles laterales. Se utilizan generalmente para viajes a distancias medias y a través de estas vías se canalizan las rutas principales de camiones de pasajeros como: Av. Tenixtepec que inicia en el entronque de la carretera de cuota 45D hasta la Av. Faja de Oro donde cambia el sentido de esta calle con el nombre de Alvaro Obregón; Héroes de Cananea, que inicia en la puerta 4 de

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

PEMEX y culmina en el río Lerma con el nombre de Abraham González; el Blvd. Valle de Santiago, el cual inicia en el libramiento carretero al sur de la ciudad y cambia de sentido en la calle León, donde lleva el nombre de Ignacio Zaragoza; y Prol. Cazadora ubicada al noreste de la ciudad; las cuales atraviesan la ciudad de norte a sur.

Las avenidas primarias con circulación este-oeste son la Av. Faja de Oro, que es la continuación de la carretera que viene de Juventino Rosas; y la Av. Guerrero, que inicia al este de la ciudad, continua al poniente con el nombre de Juan Aldama y se integra a la Av. José Ma. Morelos. En sentido oeste-este está la Av. José Ma. Morelos, que es la continuación de la carretera federal numero 45; esta vialidad continua al oriente con el nombre de Miguel Hidalgo; por último está la vialidad Comunicación Norte en la parte sur de la ciudad.

Las vialidades secundarias dan servicio al tránsito interno de un distrito, conectando dicha área con la vialidad primaria. Normalmente son utilizadas para viajes cortos, es así que está integrada por calles que unen zonas localizadas dentro de las vialidades primarias o que comunican a zonas comerciales y habitacionales, de esta manera se tiene de oriente a poniente a Poza Rica, Árbol Grande, Av. del Trabajo, Mariano Abasolo que culmina al oriente de la ciudad con el nombre de Mariano Matamoros; Benito Juárez que cambia de nombre de Ignacio Allende en su tramo poniente; Uriangato y León que se ubican en la zona sur.

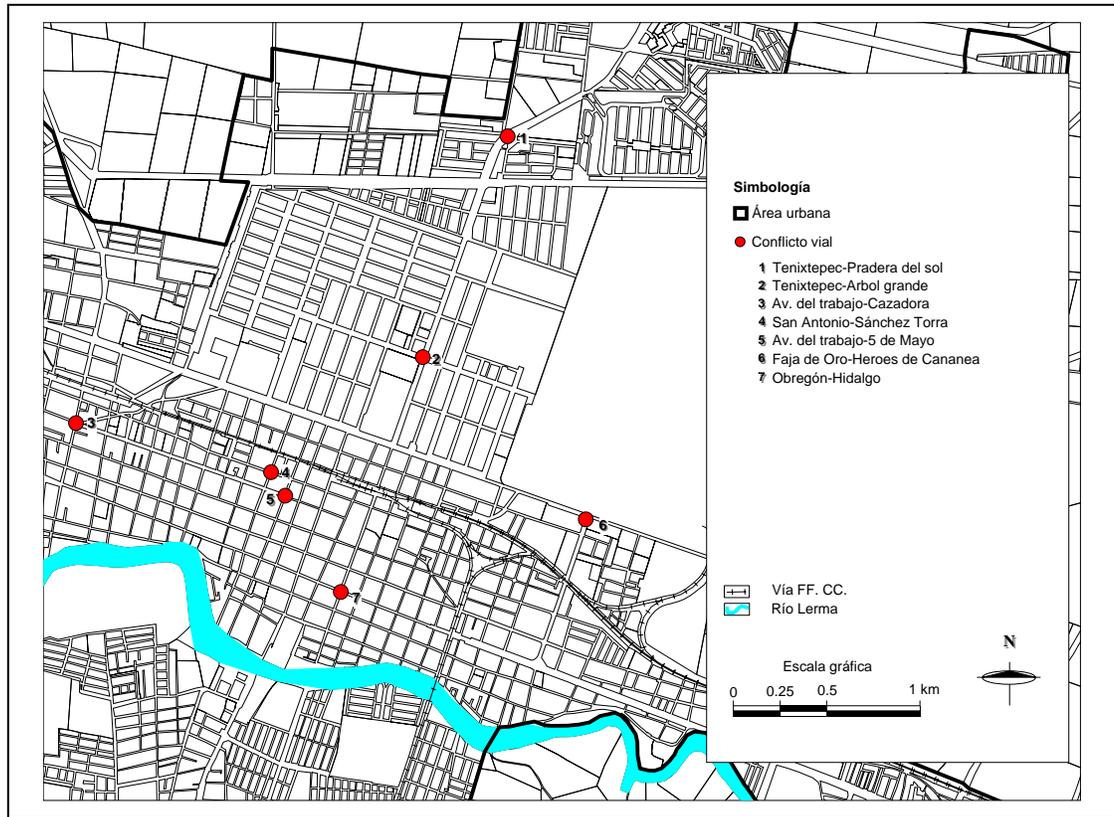
La finalidad de las vialidades primarias y secundarias es estructurar la ciudad permitiendo que los vehículos se desplacen fácilmente por ella, de ahí la importancia de proporcionar las condiciones necesarias para un buen flujo, ya que suelen ser vialidades con tráfico denso; como se presentan en los siguientes nodos conflictivos (*véase el mapa II.1.3.2*).

Estos nodos conflictivos se dan principalmente por la ubicación de equipamientos como escuelas o mercados, que en determinadas horas o días provocan un caos vial por automóviles estacionados en doble fila que generan tránsito lento, como es el caso de los cruces de Tenixtepec con Pradera del Sol y Arbol Grande; 5 de Mayo esquina Av. del Trabajo y Miguel Hidalgo esquina con Alvaro Obregón.

En el caso de San Antonio con Sánchez Torrado se vuelve conflictivo por el número excesivo de rutas de transporte público que hacen su base en este sitio, aunado a la ubicación del tianguis lo que provoca mayor congestión. Con respecto al cruce de Avenida del Trabajo con Cazadora y la diagonal Emiliano Zapata, el problema es de señalización y semaforización, al convertirse la intersección en un “embudo”. Y en la intersección Faja de Oro y Héroes de Cananea el congestiónamiento se da por la reducción de la vialidad Faja de Oro y el acceso de transporte pesado, con la salida de los trabajadores de la RIAMA que salen por la puerta 4. Lo cual se agrava por la falta de semaforización⁵.

⁵Para ampliar la información sobre transporte remitirse al Estudio origen – destino en la ciudad de Salamanca, con información recabada la segunda semana de noviembre de 1998 por los Colegios de México y Mexiquense, para efecto de este proyecto.

Mapa II.1.3.2.
Problemática vial



Con respecto a los nodos conflictivos marcados en el Plan Director de Desarrollo Urbano de 1993, la mayoría de éstos siguen vigentes a excepción del cruce Obregón – Vicente Guerrero, donde ya se tiene un mejor flujo, tomando en consideración que Obregón es la única vialidad que conecta la zona centro sur de la ciudad con la zona centro norte en ésta dirección.

La estructura de Salamanca cuenta además, con líneas de ferrocarril que atraviesan la ciudad de centro a sur y de este a oeste, integrando la zona industrial y conectándola con la ciudad de México y Ciudad Juárez. El hecho de que esta infraestructura se encuentre inmersa en el área urbana, ha generado conflictos viales por las maniobras que realizan al enganchar vagones de carga o carros tanques en los cruces con las vialidades Cazadora, Emiliano Zapata, Francisco Villa, Pasajeros, Sánchez Torrado, Tomasa Esteves, E. Carranza, Alvaro Obregón y Av. Niños Héroes, con lo que se restringe la posibilidad de paso al tránsito vehicular. Aunado a este problema, se cuenta con el de asentamientos irregulares en el derecho de vía - el cual es de 30 metros -, como los localizados en la colonia Obrera, que representa riesgo para la población asentada en caso de descarrilamiento del ferrocarril.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

La ciudad cuenta con una Central Termoeléctrica que inició sus operaciones en los años setenta, ubicada al oriente de la ciudad. Ésta tiene una capacidad instalada de 6,400 millones de Kwh anuales, suficiente para abastecer de energía eléctrica a las ciudades de Guadalajara, Monterrey, Puebla y León juntas.

De acuerdo al Anuario Estadístico de INEGI, la distribución de energía eléctrica tenía en 1995 una cobertura de 97.7% de viviendas particulares.

El servicio de alumbrado público de la ciudad depende del Departamento de Alumbrado Municipal, el cual proporciona el suministro y mantenimiento de 4,338 lámparas del sistema de alumbrado, cubriendo 90% del área urbana (datos proporcionados por el H. Ayuntamiento de Salamanca); localizándose deficiencias en algunos puntos críticos como en los asentamientos irregulares y en los fraccionamientos de nueva creación.

Equipamiento

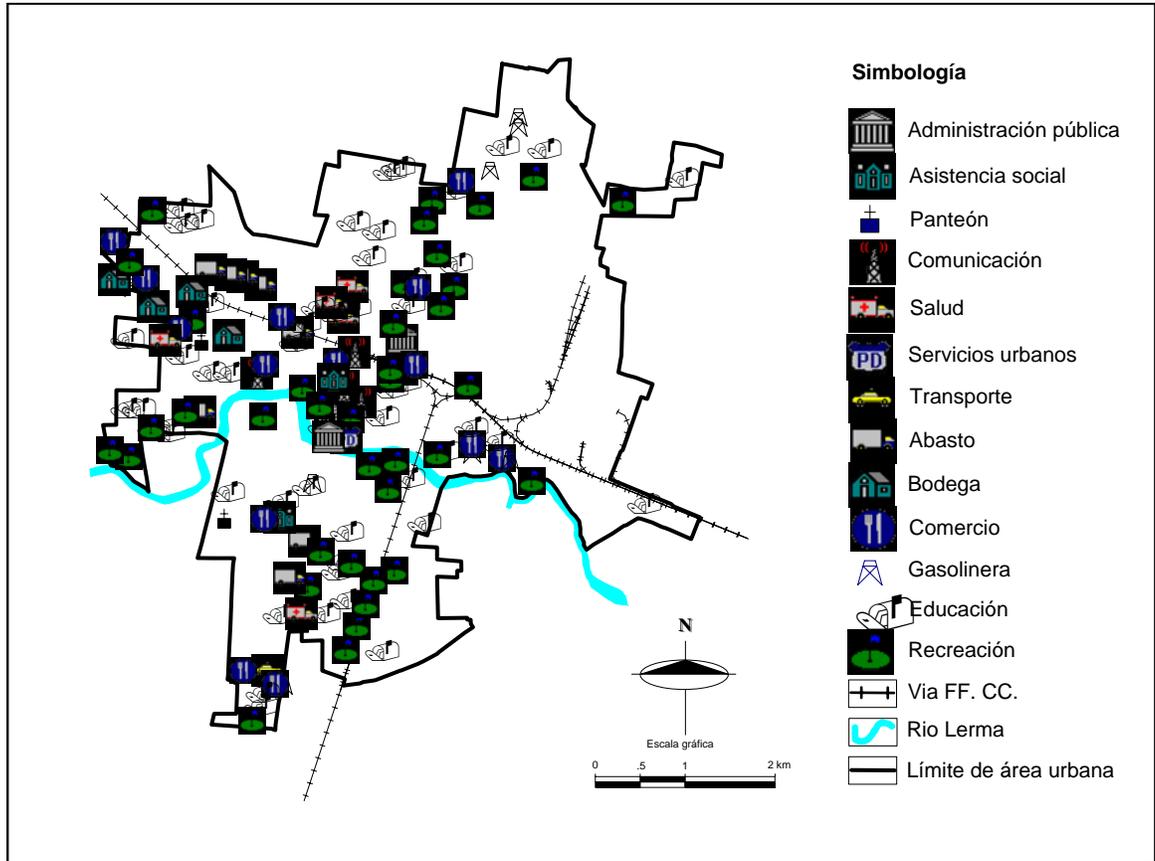
El equipamiento es el conjunto de edificios e instalaciones en donde se encuentran los servicios para atender las necesidades colectivas de la población, como son educación, salud, comercio, abasto, administración pública, asistencia social, comunicación, recreación y transporte.

El equipamiento por su capacidad o tamaño tiene diferentes niveles o radios de influencia en la ciudad, ya sea por el número de personas a las que atiende, número de empleados o periodicidad de uso. De esta manera los edificios e instalaciones del equipamiento se puede clasificar en nivel ciudad, distrito o sitio (*véase el mapa II.1.3.3*).

Nivel ciudad corresponde a los servicios que tienen influencia en todo el centro de población, como el caso de la Universidad del Bajío, La Facultad de Ingeniería y la Preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de Guanajuato; las oficinas públicas del H. Ayuntamiento de Salamanca; el asilo de ancianos; el parque ecológico, la plaza de toros, o los hospitales Civil, PEMEX y Cruz Roja.

Nivel distrito corresponde a los servicios que tienen influencia en una zona determinada dentro de la ciudad, como las escuelas secundarias, las oficinas de TELMEX, los campos deportivos de las diferentes colonias como la Constituyentes o la Unidad Deportiva de la colonia INFONAVIT I, o los mercados públicos como el Tomasa Esteves.

Mapa II.1.3.3.
Equipamiento y servicios



Por el momento la problemática de los desechos se concentra en la disposición final de los residuos industriales, puesto que en muchos casos éstos se hacen de manera clandestina, sobre todo aquellos calificados como peligrosos. No hay que olvidar que la industria predominante en la zona con respecto a la generación de residuos peligrosos es la química, generando solventes, aceites, grasas, ácidos, bases, derivados del petróleo, etc. los cuales pueden ser corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos y/o inflamables, por lo que es indispensable tener control en la disposición de éstos.

Restricciones y condicionantes al desarrollo urbano

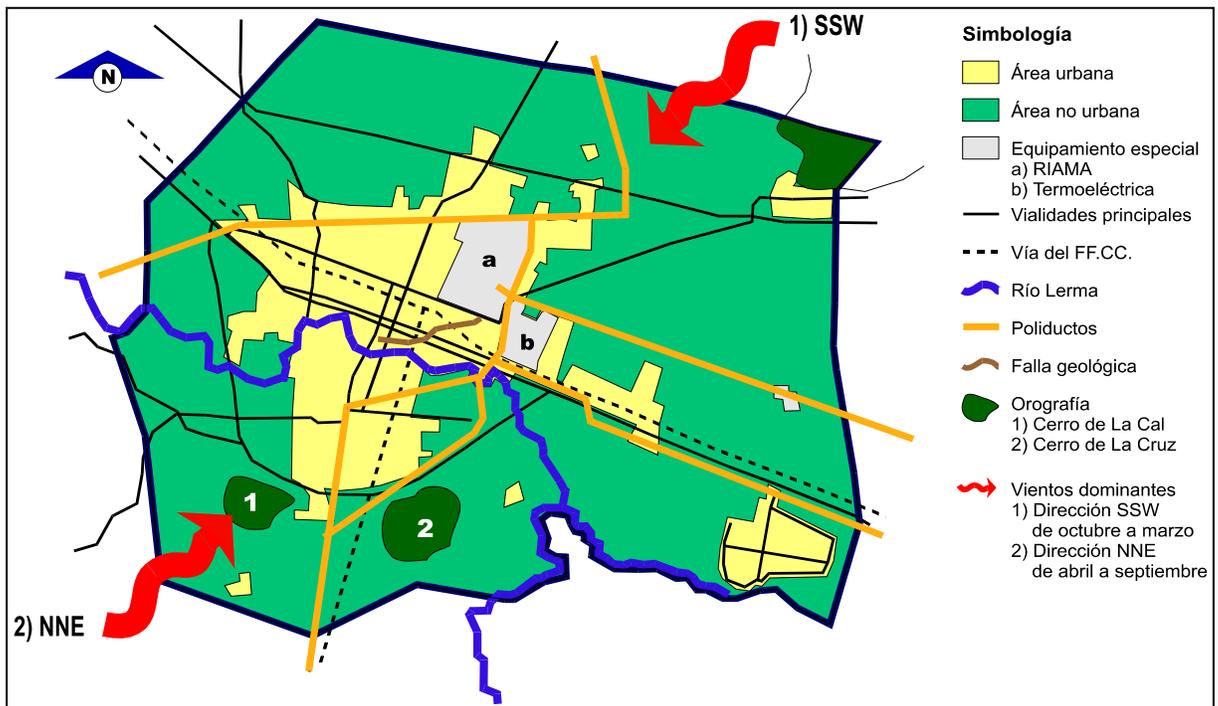
El planteamiento de una Estrategia de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Salamanca, se desprende del análisis de los componentes físico-naturales, sociodemográficos y económicos que inciden en el desarrollo urbano del mismo.

Considerando que la expresión de las actividades urbanas se territorializa, uno de los principales componentes a analizar es el medio físico espacial, ya que es precisamente en éste donde habrá de manifestarse el resultado de toda política de desarrollo implementada; y es el territorio debidamente normado para sus usos y destinos el que permitirá acceder a la población a un mejor nivel de vida.

Las condicionantes del medio físico al desarrollo urbano son las siguientes (*véase el mapa II.1.3.4*):

1. Vías del ferrocarril: Cruzan a la ciudad de oriente a poniente y del centro hacia el sur, lo que provoca que la comunicación entre los sectores determinados por ella sea conflictiva, por lo que el presente plan establece criterios y acciones tendientes a lograr una adecuada articulación entre los citados sectores.
2. Río Lerma: Divide a la ciudad en sector norte y sector sur, y su cause determina una franja de terrenos inundables a lo largo de su trayectoria. La estrategia planteada busca la integración de estos sectores y la aplicación de una normatividad adecuada en las zonas inundables.
3. Poliductos: Constituyen también un elemento restrictivo con riesgo para la población. En este caso el plan contempla el señalamiento de los derechos de vía, cuya observancia redundará en una mayor seguridad para la población.
4. Vientos dominantes. Corren de octubre a marzo en dirección SSW y de abril a septiembre en sentido NNE. Determinan que la mejor zona para la expansión de la mancha urbana es la que se localiza al norponiente y poniente de la mancha urbana, por ser la menos propensa a la difusión de emisiones contaminantes en el aire.

Mapa II.1.3.4
Restricciones y condicionantes al desarrollo urbano



La finalidad de un esquema de planeación para Salamanca consiste en lograr su mayor integración al subsistema de ciudades León-Irapuato-Celaya, a través del apoyo a la consolidación de cadenas productivas regionales y del ordenamiento de usos del suelo de su centro de población.

Se busca la integración de un sistema de ciudades en donde Salamanca no solo tenga la función de fuente de empleos para las diferentes ciudades que integran el sistema, sino que se consolide como un importante centro urbano que ofrezca la comercialización de productos y la prestación de servicios básicos y especializados, así como equipamientos de cobertura regional. Esto a fin de arraigar el consumo en el centro de población para detonar la creación de nuevas fuentes de empleo y la derrama económica en la ciudad.

Políticas para el desarrollo urbano

El desarrollo urbano es un proceso que se asocia a una serie de factores que lo determinan y que se puede planear mediante la aplicación de políticas específicas para cada zona de la ciudad, en apego a la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Guanajuato 1997.

- *Reordenamiento*

Proceso fundamentado en un plan o programa que tiene como finalidad la reestructuración urbana de una zona, atendiendo aspectos como régimen de

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

tenencia, usos de suelo, infraestructura vial y de servicios y preservación ecológica.

- *Impulso*

Señala acciones aplicables a zonas específicas que se consideran indispensables para asegurar el cumplimiento de los objetivos de ordenamiento espacial, consistentes en estimular el crecimiento de estas zonas que presentan condiciones favorables para el inicio o continuidad de un proceso de desarrollo acelerado y que permitan un crecimiento demográfico acorde al desarrollo planteado.

Las principales acciones para lograr un desarrollo urbano equitativo en lo social; eficiente en lo económico y sustentable en materia de preservación del medio ambiente son las siguientes:

- Explotar la inversión histórica acumulada para el desarrollo del centro de población.
- Articular un sistema vial que permita el adecuado flujo de la población y los bienes al interior de la mancha urbana, y hacia el resto del sistema de ciudades.
- Estrechar los vínculos de colaboración entre los diferentes niveles de gobierno, para lograr el desarrollo y la implementación de los programas que del presente plan se desprenden.
- Regular, impulsar y consolidar la zona industrial.
- Optimizar la infraestructura y los servicios urbanos.

En la misma zona periférica a la RIAMA, se ha asignado un uso de suelo que permite el emplazamiento de industria pequeña y de talleres de mantenimiento industrial, a fin de propiciar la consolidación de la zona como franja de transición entre la gran industria y la zona habitacional, como una medida de mitigación de riesgos para la población residente. Esta medida busca alentar a dicha población a encontrar una nueva localización y capitalizar la opción de un uso industrial para la generación de empleo.

La política de impulso y desarrollo de las actividades comerciales y de servicios para arraigar el consumo, se concretará mediante la consolidación del centro urbano y los corredores comerciales y de servicios en las siguientes vialidades:

- Faja de Oro
- Prolongación Valle de Santiago
- Av. Tenixtepec
- Miguel Hidalgo / Morelos
- Comunicación Norte
- León
- Cazadora
- Manuel Doblado
- Obregón Sur

Estrategia vial

Para lograr un sistema vial eficiente del centro de población, habrán de aplicarse una serie de acciones:

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Mejoramiento

- Acciones de dotación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito, señalamientos, nomenclatura de calles, pavimentación, iluminación, dotación de mobiliario urbano y señalización de paradas: Faja de Oro, Zaragoza, Obregón, Prolongación Valle de Santiago, Guerrero, Hidalgo y Juárez.
- Diseño geométrico para el mejoramiento del flujo vial en cruces conflictivos: Libramiento y Prolongación Valle de Santiago; Libramiento y Morelos; Libramiento y Prolongación Hidalgo.

Reordenamiento

- Reorganización de los sentidos de circulación; reubicación de paradas de transporte; eliminación de estacionamientos en puntos y tramos conflictivos; canalización del transporte de carga: Centro urbano. Zona industrial.

Vulnerabilidad y riesgos

Se consideran zonas de mayor vulnerabilidad con restricciones para el uso del suelo las siguientes:

- Empresas industriales y establecimientos peligrosos
- Estaciones de servicio de combustibles
- Poliductos
- Líneas de conducción de energía eléctrica de alta tensión
- Fallas geológicas
- Ríos, canales
- Zonas inundables
- Red de gas natural de servicio doméstico (en construcción)

II.2. Análisis Preliminar de las Alternativas

Levantamiento de opciones de trazo para el corredor vial.

Se realizó un análisis de opciones de trazo, utilizando plantas topográficas del INEGI y restituciones fotogramétricas de la localidad, correspondientes a las posibles opciones de trazo que presenta la conexión vial de las carreteras 45 y la Autopista 45 D, obteniéndose tres diferentes alternativas de trazo, en cada una de estas, se realizó un levantamiento topográfico a detalle de los accidentes topográficos, cruce de instalaciones y predios, que se encuentran en el derecho de vía, a fin de cuantificar por medio de precios índice el costo de cada alternativa de trazo. En los planos II.2.2., II.2.3. y II.2.4. se presentan las diferentes alternativas de trazo consideradas.

Como una de las principales premisas para la determinación de las alternativas y poder hacer un análisis preliminar, se identificaron 3 opciones que se muestran tomando en cuenta la disposición de unir la autopista y la carretera federal. En el plano II.2.1. se muestra la red vial de la ciudad de Salamanca.

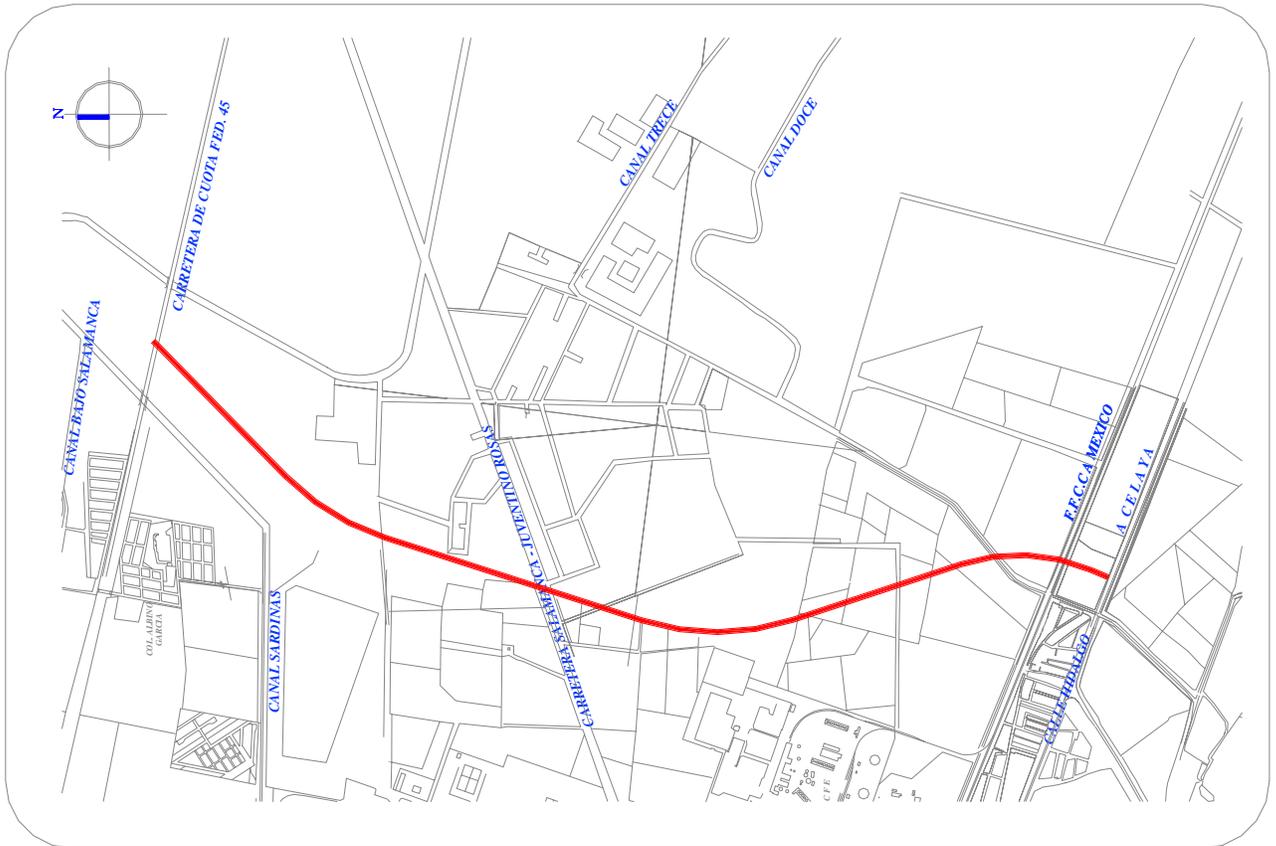
Plano II.2.1.
Red vial de Salamanca



**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

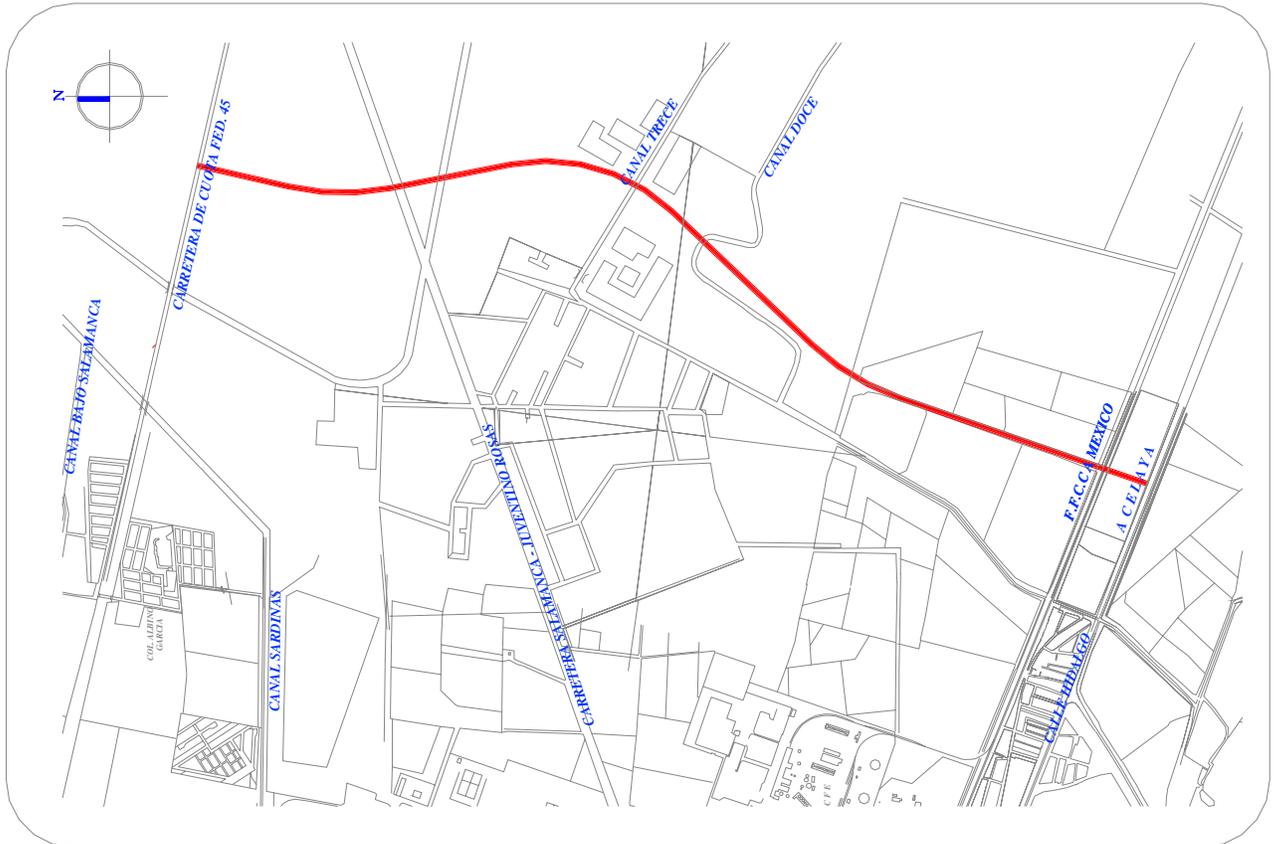
En los planos II.2.2., II.2.3. y II.2.4. se indican las 3 alternativas que se estudiaron en donde se tomaron en cuenta el uso del suelo, la disposición de la infraestructura eléctrica, los accidentes topográficos, el régimen de propiedad, los cruces con vialidades y cruces con canales. A continuación se muestran estas alternativas.

Plano II.2.2.
Alternativa 1



**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

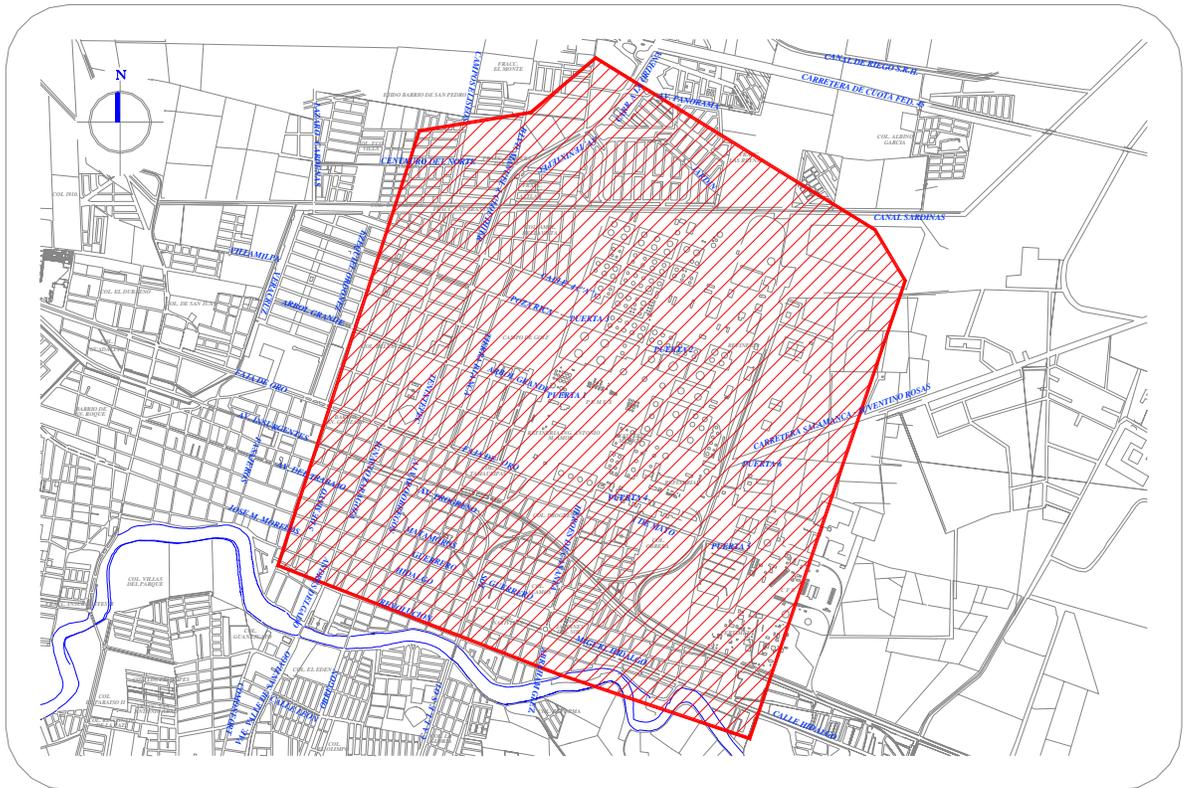
**Plano II.2.4.
Alternativa 3**



**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

De esta forma se definió como área de estudio lo indicado en el plano II.2.5

**Plano II.2.5.
Area de Estudio**



III. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

III.1. ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRANSITO

1.- Asignación del Tránsito

Consideraciones generales

Para realizar la asignación de tránsito a una nueva vía hay que tomar en cuenta la naturaleza de la generación del tránsito, analizando los parámetros básicos que intervienen en la estimación final del tránsito vehicular estableciendo hipótesis de los patrones de movilidad vehicular de la zona de estudio, dividiendo el tránsito asignado según la naturaleza de su generación, en los siguientes tipos de tránsito vehicular que a continuación se mencionan.

- ✓ Tránsito existente- (medido en aforos de tránsito)
- ✓ Tránsito correspondiente al crecimiento natural (estimado por la tasa de crecimiento del municipio)
- ✓ Tránsito Desarrollo (estimado a partir de recomendaciones de la AASHTO.
- ✓ Tránsito Atraído (largo itinerario) obtenido a partir del estudio O-D
- ✓ Tránsito Generado (estimado a partir del uso de suelo en la zona de influencia)

Tipos de tránsito considerados para la asignación.

La estimación de la magnitud de los diferentes tipos de tránsito que intervienen en las asignaciones vehiculares resultan complicados y generalmente se utilizan para su evaluación estudios de Origen-Destino, que cuantifiquen las diferentes líneas de deseo, que enlazan los diferentes subcentros urbanos que integran una ciudad, pero por lo costoso de este tipo de estudios y el tiempo que necesitan para su procesamiento, hacen difícil su implementación, en este caso utilizaremos solo una muestra de un estudio Origen-Destino que defina el tránsito de largo itinerario correspondiente al corredor vial que enlaza la carretera federal 45 y la autopista 45“D”

Los diferentes componentes del tránsito que intervienen en la asignación final de los volúmenes de tránsito los estimaremos a partir de métodos indirectos que si bien no son lo precisos, que un estudio de Origen-Destino en forma, si presentan el suficiente nivel de confianza para la estimación de estos parámetros.

Los sistemas normalmente utilizados para estudiar los problemas de asignación de tránsito, consideran los tiempos empleados para llegar a un destino común utilizando diferentes alternativas de ruta involucrando factores como son, distancias y tiempos de recorrido, asociados a los costos de operación vehicular. A continuación describiremos las consideraciones que se hicieron para la asignación de los distintos tipos de tránsito que intervienen en la asignación vehicular del corredor vial en estudio.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Tránsito existente (medido en aforos de tránsito)

Es el tránsito vehicular que circula actualmente por la infraestructura vial existente, el cual puede ser medido por medios manuales o automáticos directamente en la infraestructura vial.

Para realizar la asignación de tránsito, se realizaron diferentes recorridos en la zona de influencia del estudio, para comprender la movilidad vehicular de la estructura vial, se partió en primera instancia del volumen de tránsito y su composición vehicular, registrada en los aforos vehiculares realizados en la hora de máxima demanda, en donde la base de cálculo fue el aforo horario (actual), donde se obtuvo que el THMD para el sentido Sur - Norte es de 302 vehículos mixtos provenientes de la Av. Cananea y que dan vuelta en la Av. Ricardo Flores Magón complementado con 351 vehículos que circulan por la Av. Ricardo Flores Magón generando un volumen potencial de 653 vehículos.

Para el sentido Sur Norte se consideró el volumen vehicular registrado en la Av. Faja de Oro a la salida de la Puerta No. 5 el cual fue de 209 vehículos que es el tránsito potencial correspondiente al sentido Sur- Norte.

Tránsito correspondiente al crecimiento natural, (estimado a través de la tasa de crecimiento del municipio)

Es el tránsito que se produce por la consolidación de las zonas de influencia aledañas a la nueva infraestructura vial, que propicia que se desarrollen centros habitacionales, comerciales y de servicios en su periferia, que se van consolidando conforme transcurre el tiempo y que por sus mismas características favorece la generación de viajes, en la nueva vialidad. Para efectos prácticos homologaremos el tránsito de crecimiento a la tasa de crecimiento del municipio la cual utilizaremos como una función exponencial aplicada en los diferentes horizontes de proyecto, en la tabla No. III.1.1. se presenta el cálculo de la tasa de crecimiento del municipio utilizada.

Tabla No. III.1.1. Variables consideradas para el cálculo de la tasa de crecimiento

No.	Variable Considerada	Periodo	Unidad	Tasa de Crecimiento
1	Casa Habitación	1990	37,811 Casas.	1.30% anual
		1995	49,173 Casas	
2	Vehículos Registrados	1996	27,100 Veh.	1.66% anual
		1999	32,100 Veh.	
3	Población Económicamente Act.	1980	47,896Per.	1.275% anual
		1990	54,003 Per.	

❖ Fuente Anuario Estadístico del Municipio de Salamanca Gto. Edición 1994 y 1999 INEGI

Para involucrar los diferentes crecimientos de las variables antes consideradas se realizara un promedio aritmético, que de como resultado la tasa de tránsito generado al corredor vial en estudio, obteniendo la siguiente expresión.

$$\text{Tasa crecimiento.} = 1.30\% + 1.66\% + 1.275\% = 4.235 / 3 = 1.412\% \text{ anual}$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Tránsito de Desarrollo (estimado a partir de recomendaciones del (AASHTO)).

El tránsito de Desarrollo, es aquel que se traslada de vialidades alternas a la vialidad de proyecto, debido a mejoras en la superficie de rodamiento, sección transversal, coordinación de semáforos, velocidad de operación y aspectos de seguridad que en su conjunto presentan una mejor opción al público usuario, al momento de elegir la ruta para llegar a su destino, la estimación de este parámetro requiere de estudios de origen y destino que cuantifiquen la magnitud de estos viajes, para fines prácticos estimaremos este parámetro de acuerdo a las recomendaciones de la AASHTO, para poblaciones suburbanas que es del 10%.

Tránsito de Desarrollo o Atraído obtenido a partir del estudio O-D

Es el tránsito de largo itinerario, que se ve favorecido por la construcción de la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45"D", considerando que ésta vialidad funcionara como un ruta alterna que favorecerá que el tránsito de largo itinerario proveniente de destinos foráneos, se conecte la zona de la refinería por medio del corredor vial de proyecto y evite acceder a la zona urbana de la ciudad de Salamanca

Para su estimación utilizaremos una encuesta piloto Origen-Destino realizada por el método de entrevista directa al conductor realizada en 7 puntos de la ciudad, en donde se obtuvo que el 9.808 % de los viajes son de origen foráneo, en la tabla No. III.1.2. se presenta un resumen de las estaciones de encuesta consideradas.

Tabla No. III.1.2. Viajes foráneos detectados en la encuesta O-D

No.	ESTACION	VIAJES FORANEOS	VIAJES LOCALES
1	Estación Tenixtepec - Faja de Oro (Oeste- Este)	18	507
2	Estación Tenixtepec - Faja de Oro (Norte - Sur)	91	640
3	Electricistas Juventino Rosas	23	38
4	Heroe de Cananea Faja de Oro.	40	81
5	Faja de Oro Electricistas	33	61
6	Estación Tenixtepec - Faja de Oro (Este- Oeste)	4	511
7	Estación Tenixtepec - Faja de Oro (Sur - Norte)	5	261
	TOTAL	214	2099

Para la estimación del tránsito de desarrollo atraído por la construcción de la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45"D" se considera que el total de viajes que genera la zona de estudio son los 2099 y de estos viajes 214 tienen un destino foráneo. Para fines de cálculo estableceremos esta relación en (%) para incrementar el tránsito potencial existente, medido en los aforos como un incremento del tránsito potencial, que en este caso resulto ser del cálculo siguiente:

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Tránsito Largo Itinerario = Total de viajes / Viajes de largo itinerario

Tránsito Largo Itinerario = 214 / 2099 = 10.19%

Tránsito de generado

Es él tránsito vehicular, con cobertura regional que se produce y genera en la zona de influencia del corredor vial en estudio y que debido al desarrollo de la nueva infraestructura vial, genera viajes debido a las actividades comerciales, de servicios y enlace de destinos que genera la construcción del parque industrial que se construirá con la implementación del corredor vial.

Para su estimación consideraremos el estudio que sobre diferentes usos de suelo ha desarrollado el Institute of Transportation Engineers USA denominado TRIP GENERATION correspondiente a 6Th Edition Volume 1 of 3 el cual recomienda utilizar en la pagina 142 de su publicación la siguiente expresión para calcular el volumen vehicular diario que generara el desarrollo industrial,

$T = 4.963 (X)$

En donde X esta expresado en:

X= 1000 Sq. Feet Gross Floor Area

T= Tránsito esperado

Substituyendo valores obtenemos;

X = área del parque industrial considera 80 hectáreas de terreno

$T = 4.963 (861.113) + 747.746$

T = 5021 vehículos diarios.

Asignación de tránsito

La asignación final del tránsito prevista para el corredor vial que enlace la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45”D” incluirá los distintos tránsitos vehiculares calculados anteriormente en la tabla No. III.1.3. se presenta el cálculo del volumen horario calculado.

Tabla No. III.1.3 asignación de tránsito

Tránsito Existente Sentido Sur-Norte	Tránsito Desarrollado AASHTO = 10%	Tránsito Atraído O-D = 10.19%	Tránsito Generado 5021/3 = 1674	Tránsito Asignado
653 veh.	65 veh.	67 veh.	134 veh.	918 veh

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

A continuación explicaremos el cálculo de los diferentes transitos considerados:
El tránsito existente se obtuvo directamente de los aforos de tránsito, realizados en la zona de influencia del estudio, (653 vehículos obtenidos en el inciso 1.2.1 de este capítulo).

El tránsito atraído se estimo a partir de las recomendaciones de la AASHTO para zonas suburbanas, que indican que el tránsito atraído puede obtenerse a partir del tránsito existente expresado como un porcentaje del trafico existente en este caso consideramos que el tránsito atraído sera en promedio 10% del tránsito aforado expresado por la siguiente ecuación.

Tránsito de Desarrollo = Vol Actual. X (10%) = 653 x 0.10 = 65 vehículos.

El tránsito atraído se estimara a partir del estudio O-D el cual indica, que el 10.19% del tránsito encuestado origina sus viajes fuera de la ciudad, por lo que para fines de cálculo, estimaremos el tránsito atraído a partir de la siguiente ecuación

Tránsito atraído = Vol Actual. X (Factor O-D) = 653 x 0.10.19 = 67 vehículos.

Finalmente el tránsito generado, lo estimaremos a partir de consideraciones de generación de tránsito a partir del uso de suelo, en la zona directa donde se construira el corredor vial que enlaza la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45"D" calculado en el inciso 1.2.5 Es necesario aclarar que los planes de desarrollo urbano de la ciudad de Salamanca consideran que se construira un parque industrial de 80 hectáreas en los predios colindantes al corredor de proyecto mismas que se concluirán en tres etapas, en un lapso de 10 años. Por tal razón el volumen calculado se dividira entre tres y se transformara en volumen horario de máxima demanda utilizando la siguiente expresión

Vol generado = 5221/3 = 1674 Vehículos diarios

Veh generados (HMD) = 1674 / factor K

Factor K = 0.08

Veh generados (HMD) = 1674 / 0.08 = 134 vehículos

Finalmente el Volumen asignado estara expresado en la siguiente ecuación

Vol. Asig = Vol. Actual + Trans. Desarrollo + Trans. Inducido + Trans. Generado

Substituyendo valores tenemos:

Vol. Asig HMD = 653 veh.+ 65 veh. + 67 veh. + 134 veh. = 918 Veh

Vol. Asig HMD = 918 Veh. (volumen vehicular por sentido de circulación)

2.- Pronóstico del Tránsito

El pronóstico del tránsito es un fenómeno complicado, cuya solución exacta es prácticamente imposible de estimar, pero es tan grande la importancia del conocimiento del tránsito futuro, que cualquier información que se pueda obtener de él, por inexacta o hipotética que parezca es de valor considerable para los encargados de proyectar las vías de comunicación.

Los estudios sobre las características socioeconómicas y de los usos del suelo del área de influencia, sirven como punto inicial para el pronóstico del tránsito, pues dan información sobre las tendencias esperadas en un futuro inmediato, pero aportan datos exclusivamente sobre las condiciones actuales del área de estudio y es necesario investigar sobre las causas que motivan el crecimiento del tránsito.

Investigaciones anteriores realizadas en ciudades medias en México, realizadas por la consultora, indican que el crecimiento del tránsito, es una variable en la que intervienen aspectos demográficos ligados al crecimiento poblacional, factores económicos sobre el ingreso percapita de la población, el crecimiento histórico de la mancha urbana y el crecimiento propio del parque vehicular, por tal motivo se recurrió a los datos estadísticos del INEGI, que definen estos parámetros en base a un crecimiento histórico de las variables antes mencionadas en la tabla No.1 se presentan los períodos y parámetros que definen el crecimiento urbano de la Ciudad de Salamanca, que homologaremos al crecimiento urbano que ocurrirá en el corredor vial que enlaza la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45"D"

La tasa de crecimiento de la ciudad la cual resultó ser del 1.412 % anual. En donde para fines de cálculo la consideraremos como una función de crecimiento exponencial, aplicada al volumen asignado al corredor vial, durante la vida útil del proyecto.

Cálculo de TDPA (actual)

Considerando que en caminos urbanos y suburbanos los volúmenes horarios se mantienen constantes durante la mayoría de los días del año¹ y tomando como referencia lo establecido en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la S.C.T. Donde se considera que el volumen horario para fines de proyecto se encuentra comprendido entre el 8% y el 16% del tránsito promedio diario anual, valor que dependerá de las consideraciones económicas al hacer el balance entre beneficios y costos de construcción.

Para este caso en especial, que no se cuenta con un aforo de 24 horas, que nos pudiera servir para determinar el TDPA, se decidió tomar el factor de 8%, factor que el manual recomienda para vías urbanas y suburbanas.

¹ Manual de Proyecto Geométrico de carreteras Cap. 5 inciso 6.3.1.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Con las consideraciones anteriores se procedió a calcular el TDPA para el corredor vial que enlace la Carretera Federal Libre 45 a la Autopista 45"D" de la siguiente manera:

Cálculo del TDPA de proyecto 2002:

- El volumen horario máximo registrado en la H.M.D = **918 veh/hr.**
- El factor **k** utilizado = **8%**

Utilizando la ecuación:

$$VHP = k (TDPA)$$

Despejando a TDPA tenemos:

$$TDPA = VHP/k$$

Sustituyendo valores:

$$TDPA = 918 / 0.08 = 11475 \text{ vehículos mixtos}$$

3.- Proyección del Tránsito

Crecimiento aplicable al corredor de proyecto

Es el tránsito que se produce por la consolidación de la nueva vialidad propiciado que se desarrollen centros habitacionales, comerciales y de servicios en su periferia, que se van consolidando conforme transcurre el tiempo y que por sus mismas características propicia la generación de viajes, en la nueva vialidad. Para efectos prácticos se considerará el tránsito de crecimiento como una función exponencial de la tasa de crecimiento, calculada anteriormente, proyectada a los diferentes horizontes de proyecto considerados inicialmente para el estudio.

En la tabla No. III.1.4 se presentan los volúmenes de tránsito asignados para los diferentes horizontes de proyecto considerados dentro de la vida útil del proyecto

Cálculo del nivel de servicio durante la vida útil del proyecto.

La capacidad y nivel de servicio en cualquier proyecto de infraestructura carretera está definida por parámetros objetivos para determinar la calidad del flujo vehicular, identificándose mediante su cálculo, los problemas operativos que se están presentando y las causas de dichos problemas. La capacidad es un parámetro cuantitativo que relaciona la oferta vial (infraestructura y sistemas operativos) con la demanda vehicular. El nivel de servicio es un indicativo que trata de representar el grado de satisfacción o aceptación de los usuarios, sobre la calidad del servicio que percibe en la circulación vial; esta directamente relacionado con aspectos tales como densidad vehicular en una vía, las longitudes de cola y los tiempos perdidos, principalmente, a continuación hacemos una pequeña descripción de los niveles que rigen la capacidad de una intersección o tramo vial.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Tabla No. III.1.4 Asignación de tránsito considerada para los diferentes horizontes de proyecto del estudio.

TDPA = Tránsito diario promedio anual

Año	TPDA (Actual)	Transito Parque Industrial	Factor de Crecimiento	TPDA (asignado)
2002	11475		1.0412	11948
2003	11948		1.0412	12440
2004	12440		1.0412	12953
2005	12953		1.0412	13487
2006	13487		1.0412	14043
2007	15717	1674	1.0412	16365
2008	16365		1.0412	17039
2009	17039		1.0412	17741
2010	17741		1.0412	18472
2011	18472		1.0412	19233
2012	20907	1674	1.0412	21768
2013	21768		1.0412	22665
2014	22655		1.0412	23588
2015	23588		1.0412	24560
2016	24560		1.0412	25572
2017	25572		1.0412	26626
2018	26626		1.0412	27723
2019	27723		1.0412	28865
2020	28865		1.0412	30054
2021	30054		1.0412	31292

Definición de los niveles de servicio.

Los niveles de servicio designados con las letras A a la F, del mejor al peor, comprenden la calificación total de las operaciones de tránsito que puedan ocurrir en una intersección o tramo de vialidad, a continuación definiremos brevemente la definición de cada nivel de servicio.

➤ Nivel de servicio “A”

Este nivel de servicio corresponde a una condición de flujo libre, la densidad vehicular es baja y la velocidad de operación depende del deseo de los conductores, dentro de los límites impuestos permitidos para cada tipo de carretera, y del estado físico de la superficie de rodamiento de la vialidad en cuestión los conductores no tienen restricciones para realizar maniobras ocasionadas por la presencia de otros conductores.

➤ Nivel de servicio “B”

Corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones de tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir la velocidad y carril de circulación, los

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

conductores pueden mantener las velocidades de operación deseadas con escasa o ninguna demora.

➤ Nivel de servicio “C”

Se encuentra en la zona de flujo estable pero las velocidades y posibilidades de maniobra están muy estrechamente controladas por los altos volúmenes vehiculares. La mayoría de los conductores perciben la restricción de su libertad para elegir su propia velocidad, cambiar de carriles o rebasar, se obtiene una velocidad de operación satisfactoria este nivel de servicio se considera como el óptimo para el proyecto de nuevas vialidades.

➤ Nivel de servicio “D”

Se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aun satisfactorias pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Las variaciones en el volumen de tránsito y las restricciones momentáneas al flujo de tránsito pueden causar un descenso importante en la velocidad de operación, los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consiguiente pérdida de comodidad.

➤ Nivel de servicio “E”

El nivel de servicio “E” no puede describirse solamente por la velocidad pero representa la operación a velocidades aun más bajas que el nivel “D” con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad, el flujo de operación es inestable pueden ocurrir paradas de poca duración.

➤ Nivel de servicio “F”

Este nivel de servicio corresponde a la circulación forzada, las velocidades de operación son bajas y los volúmenes de servicio son inferiores a la capacidad de la vía, se producen colas de vehículos a partir de producirse paradas debidas al congestionamiento en casos extremos tanto la velocidad como el volumen de operación pueden descender a cero.

Capacidad del proyecto durante su vida útil

En la estimación de la capacidad influyen aspectos físicos – geométricos y operativos de cada intersección; dentro de los primeros se incluyen por ejemplo, el número y el ancho de carriles, la pendiente, los radios de giro, etc.; los aspectos operativos consideran la programación de los semáforos, los volúmenes y composición vehicular, y la presencia de estacionamiento y ascenso - descenso del transporte público entre otros.

Para determinar la capacidad y el nivel de servicio en las intersecciones se utilizó el software de Ingeniería de Tránsito denominado SIDRA (*Signal Intersection Design Research and Aid*), versión 5.2 con aplicación del U.S HCM / 85.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Como resultado de los recorridos realizados a través de la zona de influencia del estudio y los estudios de factibilidad respecto al proyecto geométrico del corredor en estudio, se definió que el corredor podría operar con una sección transversal que tuviera dos carriles de circulación por sentido, que distribuyen los volúmenes vehiculares a través de la zona de estudio.

Para conocer el nivel de servicio al que funcionara el proyecto, fue necesario calcular la capacidad para cada año dentro de su vida útil en la tabla No. III.1.5 se presentan los niveles de servicio a los que funcionará el corredor de proyecto durante su vida útil.

Tabla No. III.1.5 Niveles de servicio durante la vida útil del proyecto

TDPA = Tránsito diario promedio anual

Año	TPDA (asignado)	THMD	N.S.
2002	11948	956	A
2003	12440	995	A
2004	12953	1036	A
2005	13487	1079	A
2006	14043	1123	A
2007	16365	1309	B
2008	17039	1363	B
2009	17741	1419	B
2010	18472	1478	B
2011	19233	1539	B
2012	21768	1741	B
2013	22665	1813	B
2014	23588	1887	B
2015	24560	1965	B
2016	25572	2046	C
2017	26626	2130	C
2018	27723	2218	C
2019	28865	2309	C
2020	30054	2404	C
2021	31292	2503	C

THMD = Tránsito en la hora de máxima demanda
 NS = Nivel de Servicio

Del análisis de los niveles de servicio se observa que la sección transversal propuesta permite que el corredor funcione a nivel de servicio "C" al año 2021 lo cual garantiza que el proyecto no tendrá problemas operacionales durante su vida útil.

III.2. OBJETIVOS, LINEAMIENTOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

Objetivos

Los objetivos que se esperan alcanzar con la instrumentación del **Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto.** (Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45“D”) son los siguientes:

1. Dar continuidad al sistema vial de la localidad.
2. Mejorar la estructura vial de la ciudad.
3. Conformar una vía de comunicación que permita acceder a la zona centro en forma expedita.

Lineamientos

Específicamente se establece que el proyecto debe estar bajo el marco de la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales, la primera por que se contemplan 2 intersecciones una con la Autopista Federal 45“D” y la carretera Federal 45; la segunda por ser el órgano normativo en impacto ambiental y la tercera por estar interconectada la zona centro con carreteras de nivel regional.

Parámetros de Diseño

Tránsito diario promedio anual de proyecto (TDPA 2017)

Para fines de diseño utilizaremos el TPDA 2017 calculado a partir del máximo volumen vehicular asignado correspondiente al año 2017 el volumen máximo se estimo con un TDPA₂₀₁₇ de 26626 vehículos que trasladados a la hora de máxima demanda presenta un THDM₂₀₁₇ de 2130 vehículos

Composición vehicular para diseño

la composición vehicular tanto del TDPA como del THMD aparece desglosada en la siguiente tabla No. III.2.1.

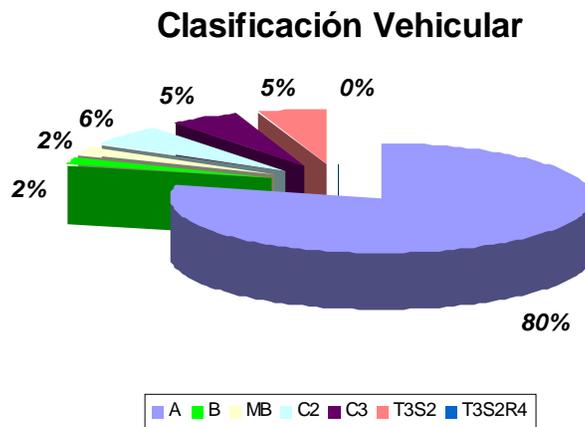
Tabla No. III.2.1 Composición vehicular para diseño

TIPO DE VEHICULO	PORCENTAJE (%)
Automóvil	78.87
Microbús y combis	1.99
Autobús Foráneo	2.30
Camión 15 ton. 2 ejes (C2)	6.28
Camión 3 ton. 3 ejes (C3)	5.21
Tractor de 3 Ejes, Semi remolque de 3 ejes (T3-S3)	5.36
Tractor de 3 Ejes, Semi remolque de 2 ejes, Remolque de 2 ejes (TI-SA-RD)	0.0
TOTAL	100.00

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Y en la figura No. III.2.1 se muestra en una gráfica de pastel la composición del tránsito de proyecto.

Figura No III.2.1. Clasificación vehicular



Vehículo de proyecto

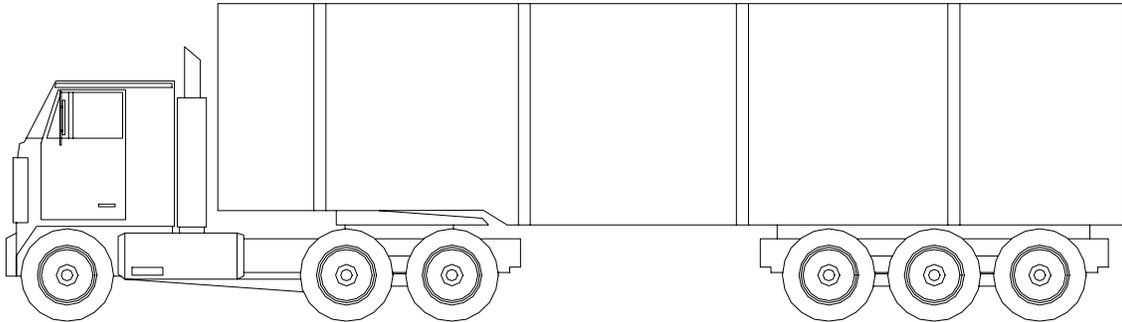
Al analizar la composición vehicular del tránsito, se observa que el vehículo de mayores dimensiones, que circulará por el corredor vial en estudio, sería de vehículos con tractor de tres ejes y semiremolque también de 3 ejes que son los mayormente utilizados por las diferentes compañías que trabajan para la Refinería o empresas afines a esta.

En la tabla III.2.2. siguiente se presentan las características de diseño para el vehículo de proyecto y en la figura No. III.2.2. se presenta el vehículo de proyecto T3-S3

Tabla No.III.2.1 Características de diseño vehículo de proyecto

Características del vehículo - DE-1525 (T3-S3)		Simbología	Valor
Longitud total del vehículo (m)		L	1678
Distancia entre ejes extremos del vehículo (m)		DE	1525
Vuelo delantero (m)		Vd	92
Vuelo trasero (m)		Vt	61
Ancho total del vehículo		A	259
Entrevía del vehículo		EV	259
Altura total del vehículo		Ht	2.14 - 4.12
Angulo de desviación del haz de luz de los faros			1°
Radio de giro mínimo (m)		Rg	1372.00
Peso total (kg)	Vehículo vacío	Wv	14000
	Vehículo cargado	Wc	40000
Relación peso / potencia (kg/HP)		Wc/P	180

Figura No. III.2.2. Vehículo de proyecto tipo T3 -S3



Velocidad de proyecto.

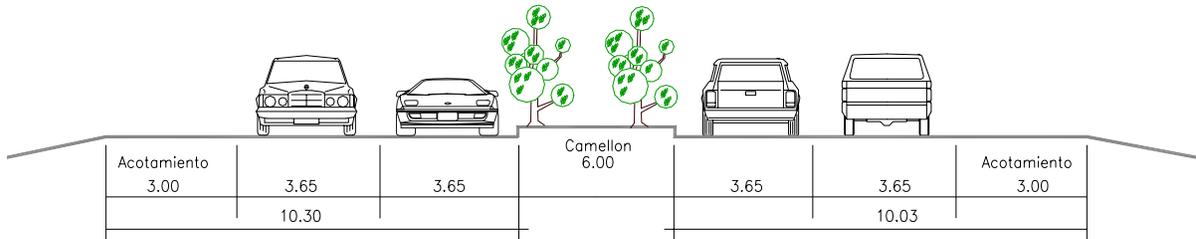
Es la velocidad a la cual, los vehículos pueden circular con seguridad, sobre una vialidad cuando las condiciones prevalecientes del tránsito y atmosféricas son favorables en el caso del corredor para la conexión de la Carretera Libre 45 a la Autopista 45 "D" por tratarse de una vialidad suburbana, en donde la configuración del terreno es sensiblemente plana, los volúmenes vehiculares son relativamente bajos, y no existen intersecciones semaforizadas que interrumpan la circulación vehicular de largo itinerario y considerando que el alineamiento horizontal, presenta pocas curvas horizontales, se estimo que dado que se trata de una zona suburbana una velocidad de proyecto adecuada sería de **50 Km/hora**.

Sección transversal

Una vez realizados los análisis de capacidad y nivel de servicio correspondientes a tramos de vialidad, como a nivel intersección y considerando el horizonte de proyecto del año 2017 se obtuvieron niveles de servicio "C" para las demandas vehiculares en el HMD 2017, con una sección transversal que permite la operación de dos carriles de circulación por sentido y una faja de acotamiento del lado derecho, en párrafos subsecuentes describiremos la sección transversal propuesta.

La sección transversal propuesta esta formada por dos cuerpos por sentido separados por un camellón central de ancho de 6.00 m, los cuerpos centrales presentan una sección transversal de 7.30 m de ancho que permiten la circulación de dos carriles de circulación por sentido, contando además con una faja de acotamiento de 3.00 m que pudiera utilizarse posteriormente como estacionamiento, en la figura No. III.2.3. se presenta un esquema de la sección transversal propuesta para el corredor en estudio.

Figura No. III.2.3 Sección transversal propuesta



Pendiente longitudinal.

De acuerdo a la topografía de detalle realizada en la zona de estudio, se determinó que la pendiente longitudinal mínima para la rasante del camino es de 6.0% en la zona de puentes y 3.0% en tramos viales.

Pendiente transversal.

Al analizar los escurrimientos transversales que se presentan en la zona de estudio, y prácticamente no existen sardineles de construcciones colindantes al corredor en estudio, se determinó que las pendientes transversales mínimas serían del 3% y la máxima del 8% mismas que se utilizarán de acuerdo a las necesidades topográficas y discontinuidades altimétricas de cada tramo genérico de camino así como las especificaciones correspondientes a las sobre - elevaciones en zona de curva.

III.3. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

III.3.1. Evaluación Técnica

Alternativa “ A ”

Adaptabilidad

Adaptable a las condiciones del lugar, dado que el derecho de vía permite su implementación con un mínimo de afectaciones, estimándose estas en \$6,463,575.00 se requieren 4 puentes con el canal doce y 2 puentes más, uno con el cruce de la autopista, y otro más con la carretera libre, responde a las demandas del plan de desarrollo urbano de la ciudad, facilitando la construcción de un Parque Industrial en los predios adyacentes al proyecto.

Accesibilidad

Esta solución resulta muy accesible económicamente a las condiciones del lugar, dado que requiere 2 obras de infraestructura vial a desnivel que evitan, cruceros semaforizados y resuelven los movimientos de vuelta izquierda con Autopista 45 “D” y Carretera 45 creando, una ruta alterna para el acceso a Refinería y Termoeléctrica.

Capacidad

Todos los esquemas alojan los volúmenes horarios de proyecto a un nivel de servicio "B" para el horizonte de proyecto requiere 2 carriles de circulación por sentido con un ancho de 3.65 m de ancho, contando con un carril de acotamiento o banqueta de 2.50 m de ancho.

Características Operacionales

Resuelve los movimientos de vuelta izquierda por medio de 2 entronques a desnivel, en la conexión carretera con la Refinería y la Población de Juventino Rosas, se resuelven los accesos con enlaces a nivel que facilitan la maniobra a vehículos grandes (T3-S2-R4) el cruce del ferrocarril se resuelve a desnivel. Ambos entronques optimizando la circulación del tránsito de largo itinerario de la Autopista como de la carretera Federal.

Etapas de Desarrollo

Como es indispensable mantener el tránsito operando, la obra se puede realizar por etapas, utilizando bandeos y desvíos de tránsito en la etapa de construcción, por otra parte se puede implementar la construcción de un solo cuerpo del Blvd. en lo que se comercializa el Parque Industrial.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Alternativa “ B ”

Adaptabilidad

Adaptable a las condiciones del lugar, requiriendo modificar el diseño geométrico en distribuidor vial existente, las afectaciones se estiman en \$6,888,870.00 se requieren 5 puentes con el canal trece y 1 puente más, con el cruce de la autopista. Responde a las demandas del plan de desarrollo urbano de la ciudad, facilitando la construcción de un Parque Industrial en los predios adyacentes al proyecto.

Accesibilidad

Esta solución resulta accesible a las condiciones del lugar, sin embargo requiere de una obra de infraestructura vial a desnivel en el cruce con la autopista 45 “D”. Necesita un cruce semaforzado, lo que le resta accesibilidad al proyecto, restringiendo los movimientos de largo itinerario de la Carretera Federal 45.

Capacidad

Todos los esquemas alojan los volúmenes horarios de proyecto a un nivel de servicio "B" para el horizonte de proyecto requiere 2 carriles de circulación por sentido con un ancho de 3.65 m de ancho, contando con un carril de acotamiento o banqueta de 2.50 m de ancho

Características Operacionales

Resuelve los movimientos de vuelta izquierda solo en el entronque No. 1 requiriendo la instalación de un cruce semaforzado en la intersección del Blvd. y la Carretera Federal 45, requiere modificar el entronque existente, para aprovechar el derecho de vía, necesita la construcción de cuerpos separados por la posición del canal, el cruce con el canal trece es mayor (23m) el paso del ferrocarril se resuelve a nivel la velocidad de operación es menor debido a curvas en el alineamiento horizontal en la intersección de carretera a Juventino Rosas.

Etapas de Desarrollo

Como es indispensable mantener el tránsito operando, la obra se puede realizar por etapas, utilizando bandeos y desvíos de tránsito en la etapa de construcción, por otra parte se puede implementar la construcción de un solo cuerpo del Blvd. en lo que se comercializa el parque industrial.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Alternativa “ C ”

Adaptabilidad

Adaptable a las condiciones del lugar, requiriendo modificar el diseño geométrico en distribuidor vial existente, las afectaciones se estiman en \$5,139,000.00 se requieren 3 puentes con el canal trece y 1 puente más con la autopista, responde a las demandas del plan de desarrollo urbano de la ciudad, facilitando la construcción de un Parque Industrial en los predios adyacentes al proyecto su alineamiento horizontal presenta más curvas.

Accesibilidad

Esta solución resulta accesible a las condiciones del lugar, sin embargo requiere de una obra de infraestructura vial a desnivel en el cruce con la autopista 45 D. Necesita un cruce semaforizado lo que le resta accesibilidad al proyecto, restringiendo los movimientos de largo itinerario de la Carretera Federal 45 su velocidad de operación es menor debido a las curvas horizontales.

Capacidad

Todos los esquemas alojan los volúmenes horarios de proyecto a un nivel de servicio "B" para el horizonte de proyecto requiere 2 carriles de circulación por sentido con un ancho de 3.65 m de ancho, contando con un carril de acotamiento o banqueta de 2.50 m de ancho

Características Operacionales

Resuelve los movimientos de vuelta izquierda sólo en el entronque No. 1 requiriendo la instalación de un cruce semaforizado en la intersección del Blvd. y la Carretera Federal. 45, requiere modificar el entronque existente, para aprovechar el derecho de vía, el paso del ferrocarril se resuelve a nivel, la velocidad de operación es menor debido a curvas en el alineamiento horizontal en la intersección de carretera a Juventino Rosas

Etapas de Desarrollo

Como es indispensable mantener el tránsito operando, la obra se puede realizar por etapas, utilizando bandeos y desvíos de tránsito en la etapa de construcción, por otra parte se puede implementar la construcción de un sólo cuerpo del Blvd.. en lo que se comercializa el parque industrial.

III.3.2. Evaluación Económica - Financiera

Costo de la Inversión Alternativa “ A ”

Inversión de \$ 136,980,525.77

Costo de la Inversión Alternativa “ B ”

Inversión de \$ 116,271,119.22

Costo de la Inversión Alternativa “ C ”

Inversión de \$ 109,707,503.71

III.3.3 Selección de la Optima Opción

Aun cuando el costo de las alternativas “ B “ y “ C “ son menores, en acuerdo con las secretarías de Comunicaciones y Transportes y de la Secretaría de Desarrollo Social, se concluyó que la alternativa “ A “ que es la que considera cruces a desnivel en las dos intersecciones más importantes de la Autopista 45 “D“ y Carretera federal 45, es la más viable disminuir con esto los accidentes en esta última si se construyera a nivel.

IV. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

IV. 1. Estudios Básicos

Se efectuaron los estudios de factibilidad procediendo a llevar a cabo los estudios que servirían de base para realizar el proyecto ejecutivo. Entre ellos se hizo el levantamiento topográfico, el de administración de pavimentos y los hidráulicos. A continuación describo las actividades a realizar para cada uno de ellos.

IV.1.1. Estudio topográfico

Traslado

Se trasladaron dos brigadas de topografía a la Cd. de Salamanca, Gto., donde se efectuó una reunión con autoridades de la Secretaría de Obras Públicas, acordando realizar un recorrido preliminar y así poder iniciar los trabajos de topografía.

Localización

Para inicio de los trabajos de topografía se efectuó un recorrido de reconocimiento en la zona del proyecto considerando realizarlo por tres rutas diferentes, esto con el fin de librar los obstáculos de mayor relevancia como son torres y postes de CFE, canales de riego, asentamientos humanos y pozos profundos para extracción de agua, determinando así la mejor alternativa para la realización de los trabajos mencionados con lo siguiente:

1.- Planimetría

Para el estudio topográfico se inició con el trazo de tres poligonales abiertas con levantamiento de detalle de toda la infraestructura municipal (CFE, FFCC, CNA, etc.) en una franja de 400 m de ancho, a lo largo de todo el levantamiento.

Para el trazo del primer polígono se establecieron 11 vértices (del E1 al E11) dejando marca con pintura roja y varilla de 5/8" incrustada en cada uno de los puntos mencionados, dando como resultado una longitud de 4.886 km para el trazo del segundo polígono se establecieron 14 vértices (del V-20 al V-33) dando como resultado una longitud de 4.552 km y para el trazo del tercer polígono se establecieron 3 vértices (del V-40 al V-42) dando como resultado 2.762 km de longitud.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Para cada uno de los vértices mencionados se dejaron marcas con pintura roja y varilla incrustada de 5/8" teniendo como origen el vértice E-1 y partiendo con valor arbitrario de coordenadas con lo siguiente: X=10,000.00, Y= 20,000.00 Z= 100.000

2.- Trazo Geometría Horizontal

Para el trazo de los diferentes ejes del proyecto se tomó como apoyo la poligonal general, iniciando con el cadenamiento de la rama 1, haciendo estación a cada 20 m y en puntos de mayor relevancia como son los cruzamientos con vías de comunicación, sembrando estacas testigo con marca, kilometraje y número de rama incluyendo P.I., P.C. y P.T., el procedimiento para el trazo de los ejes de la rama 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 , 90, 100, 110 y 120 fue el mismo dando como resultado los siguientes cadenamientos:

TABLA DE RAMAS DEL TRAZO

No. RAMA	INICIO KM	TERMINO KM	DISTANCIA
RAMA 1	0+000.00	1+417.734	417.734
RAMA 10	10+000.00	11+096.536	1,096.536
RAMA 20	20+000.00	20+680.294	680.294
RAMA 30	30+000.00	31+794.704	1,794.704
RAMA 40	40+000.00	41+818.550	1,818.550
RAMA 50	50+000.00	53+048.982	3,048.982
RAMA 60	60+000.00	60+747.665	747.665
RAMA 70	70+000.00	70+785.569	785.569
RAMA 80	80+000.00	80+737.379	737.379
RAMA 90	90+000.00	90+726.601	726.601
RAMA 100	100+000.00	100+757.558	757.558
RAMA 110	110+000.00	110+742.851	742.851
RAMA 120	120+000.00	120.393.220	393.220
Total de Kilometraje			13,747.643

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

3.- Altimetría

Para los trabajos de nivelación, se tomó como origen el BN-1 sobre clavo incrustado en esquina de registro de Telmex ubicado a un lado de la cerca de centro de descanso de CFE y con las siguientes coordenadas arbitrarias $X=9849.148$ $Y=20037.546$ $Z=99.340$ iniciando con lo siguiente: Del BN-1 se transportó la cota de elevación a todos los vértices de las tres poligonales iniciando con el E-1 al E-11 y de V-20 a V-42 con una nivelación diferencial y el equipo utilizado fue nivel fijo y método de doble altura, estableciendo bancos de nivel a cada 600 m aproximadamente sobre el trazo de los polígonos de apoyo.

Para la configuración de curvas de nivel se niveló con estación total en forma de cuadrícula dando distancias equidistantes a cada 20 m considerando todos los detalles mas importantes como son depresiones, canales, etc.

Para la nivelación de los ejes de proyecto 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 se ejecutaron con una nivelación de perfil apoyada en los bancos de nivel ya establecidos, haciendo estación a cada 20 m y en los cruces con canales, depresiones, vías de comunicación e instalaciones, dando como resultado una longitud de 13.747 km.

3.- Secciones Transversales

Para el levantamiento de secciones niveladas se efectuó a cada estación de 20 m sobre todo el eje de las diferentes ramas del proyecto, detallando a los extremos izquierdo y derecho una distancia de 20 m promedio considerando la cota de elevación de cada estación.

4.- Dibujo

Los trabajos de cálculo y dibujo se efectuaron mediante el empleo de computadora y programas aplicados a la topografía entre estos: Autocad Ver. 14, Civilcad Ver 6 y Hoja de Cálculo Excel.

5.- Equipo.

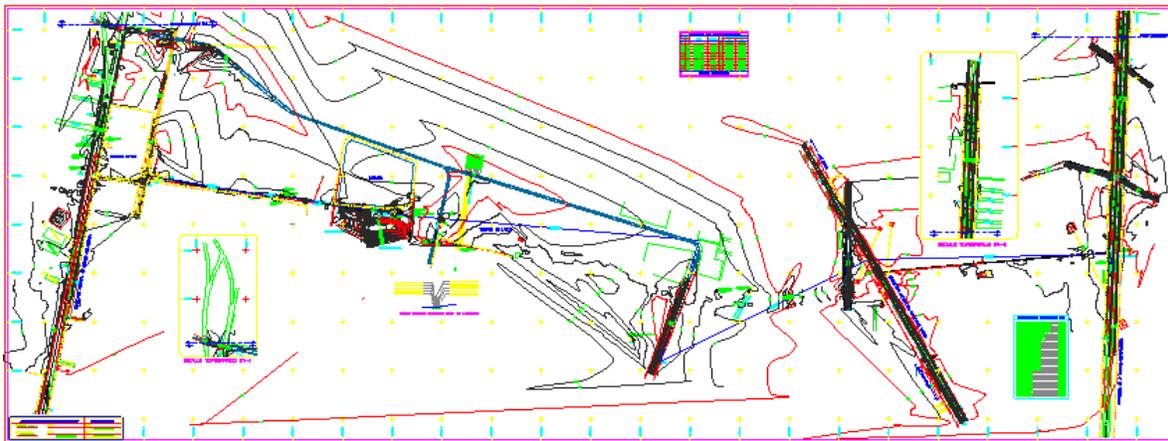
Los trabajos topográficos fueron ejecutados con equipo electrónico (Estación Total) de un segundo de aproximación marca Pentax PTS III-5 y nivel fijo marca Topcon AT-62, resultando la siguiente precisión:

Planimetría Error Angular: $0^{\circ}00'15''$
Altimetría Error de Elevación 0.0180
Precisión: 1:50000

6.- Referenciación en campo de los ejes de proyecto.

Estas se ubicaron en los diferentes vértices de la poligonal general y en los P.I. y P.T. del eje de proyecto, dejando marca de pintura roja con clavo incrustado y nomenclatura de referencia para mayor identificación y localización.

Las referencias se pueden localizar en el plano topográfico No. 01-SAL-TOP-01 Levantamiento Topográfico Planta General, el trazo de los diferentes ejes del proyecto se tomó como apoyo la poligonal general, iniciando con el cadenamamiento de la rama 1, incluyendo P.I., P.C. y P.T., la referenciación en campo de los ejes de proyecto se presenta en los siguientes croquis.



IV.1.2. Administración de Pavimentos

Se basaron en la normatividad técnica de la SEDESOL y consistieron en determinar los tipos de superficie de rodamiento del par vial, el estado en que se encuentra y la determinación del Índice de Servicio Actual. De esta manera se identificaron cuales de los subtramos del par vial se les tenía que elaborar un diseño de estructura y cuales una evaluación que permitiera definir los trabajos para que la vialidad siguiera dando un nivel de servicio satisfactorio.

El objetivo particular del proyecto de pavimentos consiste en realizar un diagnóstico de la superficie actual de rodamiento a partir de pruebas de laboratorio, extrayendo muestras del lugar. En el caso particular del Corredor Vial de Salamanca, Gto., y en base a la generación de alternativas se encontró que un mayor porcentaje del tramo se desarrolla en terreno natural, es decir este será obra nueva.

Por medio de un análisis, utilizando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, determinar la estructura adecuada para el corredor. Todo lo anterior para asegurar una superficie lisa y libre de irregularidades con el fin primordial de garantizar la circulación de los vehículos en forma segura, económica y cómoda.

- Conceptualización del problema.
- Recopilación y análisis de información existente.
- Diagnóstico de la administración del sistema de tránsito.
- Levantamiento del Tipo de Pavimentos en la zona de proyecto.
- Determinación del Índice de Servicio Actual de la vía.
- Proyecto de pavimentos.

Area de Estudio

Las vialidades de mayor importancia por su cercanía a el área de estudio son:

Al Norte con la Autopista 45 “D” México – Irapuato que cuenta con una superficie de rodamiento de concreto asfáltico. En buenas condiciones de circulación al Sur con la Carretera federal No. 45 Querétaro-Irapuato,

Las referencias de identificación de cada tramo son el nombre de la avenida principal y los nombres de las calles perpendiculares al corredor vial. A esta información se añade los datos mínimos requeridos para todos los tramos y que son: tipo de pavimento, longitud, ancho de la sección transversal y número de carriles. Por lo que la avenida principal y los tramos perpendiculares serán tramos viales homogéneos de acuerdo con las características anteriores.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Corredor Vial

Subtramo	Inicia	Termina	Características
1	Carretera Federal 45	Camino de acceso a Bancos de material	Terracería
2	Camino de acceso a Bancos de Material	Autopista 45 " D "	Terreno Natural

Calificación del Servicio Actual de los Pavimentos

Para poder realizar una evaluación económica de todas las acciones de construcción de los pavimentos, según sea el caso; primero se determinó un parámetro a partir de los datos obtenidos del Índice del Servicio Actual (ISA).

Las Normas que establece la metodología para calificar un camino parte de un sistema de supervisión que en un momento dado permita conocer el estado físico de un camino y sus condiciones de conservación.

Las presentes Normas fijan criterios que deben seguir los Calificadores durante el recorrido a la obra, de tal manera que los resultados que se obtengan sean homogéneos y confiables.

Para calificar un camino se usará la escala que va del cero (pésimo) pavimento intransitable, al cinco (excelente) pavimento cuya superficie de rodamiento se encuentra en perfectas condiciones. Los siguientes niveles intermedios para la calificación de servicio actual del pavimento es la siguiente:

<u>Calificación.</u>	<u>Estado del camino.</u>
4.1 - 5.0	Excelente.
3.1 - 4.0	Bueno.
2.6 - 3.0	Regular a Bueno.
2.5	Nivel de rechazo.
2.1 - 2.5	Regular a Malo.
1.1 - 2.0	Malo.
0.0 - 1.0	Pésimo.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

En general, la calificación de servicio se refiere a la opinión de los conductores sobre el confort que se presenta al circular en un vehículo por un pavimento dado. En la calificación del camino y para mayor precisión, se adoptará en el rango de cero a cinco, los datos con aproximación a un decimal.

La velocidad media aconsejable en el recorrido para calificar dependerá de la topografía de la zona, pero no deberá de exceder de los 60Km/h. Cualquiera que sea el tipo de superficie de rodamiento, el Calificador deberá detener su recorrido por lo menos dos veces por sección, para revisar las obras de drenaje y para apreciar con detalle el estado de los demás elementos que integran el camino, lo cual le permitirá confirmar o rectificar las evaluaciones que haya hecho en el recorrido a pie.

Se calificó durante el día y cuando existía suficiente luz natural para poder apreciar el estado del camino.

Durante el recorrido, al camino se le califican en cada sección todos los elementos del mismo, con valores comprendidos entre cero y cinco, según corresponda al estado físico. La obtención de estas calificaciones constituyen el objetivo fundamental del trabajo de campo.

En la sección de las tablas se presentan los datos de la calificación individual de servicio actual asignada para cada uno de las vialidades en cuestión.

Selección de Tramos para Acciones de Adecuaciones geométricas y Rehabilitación de Pavimentos

La ingeniería de tránsito a partir de sus análisis se encarga de proponer los tramos para acciones de adecuaciones geométricas, por lo que el proyecto de pavimentos a partir de esos datos y de los recabados por sus propios estudios propone la rehabilitación de pavimentos en dichas zonas críticas.

Pruebas destructivas en el pavimento y en el terreno natural

En base a la Calificación del Servicio Actual de los pavimentos, de la Inspección del Deterioro Superficial de los pavimentos, así como en las Adecuaciones Geométricas propuestas preliminarmente para mejorar la circulación, se establecieron los sitios de los sondeos a realizar.

Las actividades de la evaluación estructural corresponden a la realización de sondeos en el pavimento. Son pruebas del tipo destructivas que se hacen para determinar espesores y características físicas de las diferentes capas que lo conforman, información determinante sobre la estructura actual del pavimento; datos necesarios que se utilizan para poder realizar un rediseño de pavimentos.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Los sondeos realizados fueron hechos con la obtención de muestras de las distintas capas granulares incluyendo el terreno natural. Para comprobar la estructura de dichas capas se llevaron a cabo sondeos cuyos resultados se muestran a continuación :

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Perfil estratigráfico detectado mediante la realización de sondeos PCA en la Pavimentación del Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45 “D” en el Municipio de Salamanca,Gto.

		SONDEO No.	S1	PCA 1	PCA 1	PCA 2	PCA 2	PCA 3
		KM	85	0+520	0+520	1+200	1+200	2+240
		LADO	I	C.L.	C.L.	C.L.	C.L.	C.L.
		PROFUNDIDAD	0.6/1.0	0/1.0	1.2/1.5	0/0.8	0.8/1.2	0/1.2
CARACTERISTICAS	DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO mm.	37.5	4.75	4.75	4.75	19.0	4.75
		% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		% QUE PASA EN MALLA DE 4.75 mm.	84	93	98	94	87	97
		%QUE PASA EN MALLA DE 0.425 mm.	64	78	80	84	71	79
		% QUE PASA EN MALLA DE 0.075 mm	49	52	61	58	40	54
		EQUIVALENTE DE ARENA %	24	17	3	4	11	5
		LIMITE LIQUIDO %	37	42	58	54	40	54
		INDICE PLASTICO %	11	13	30	26	16	28
		CONTRACCION LINEAL %	2.8	3.6	6.8	7.4	4.2	7.6
		P.E.S. SUELTO Kg/m3	1125	1012	910	904	1015	921
		P.E.S. MAXIMO Kg/m3	1754	1587	1540	1492	1564	1514
		HUMEDAD OPTIMA %	25.4	27.4	30.4	31.2	29.2	31.6
		HUMEDAD NATURAL %	19.0	16.1	24.0	19.0	20.3	21.2
		COMPACTACION DEL LUGAR %	92	89	91	90	92	90
		V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	54	37	4	3	24	4
		EXPANSION %	0.2	1.1	4.2	5.2	2.4	5.6
		CLASIFICACION SUCS:	SM	ML	CH1	CH1	SC	CH1

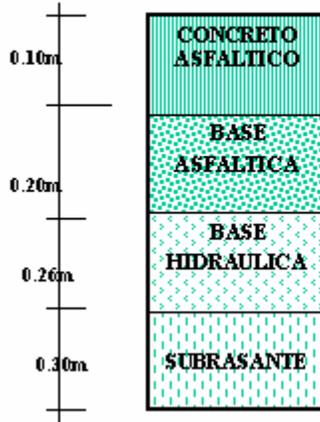
U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

**Perfil Estratigráfico detectado mediante la realización de sondeos PCA e la
pavimentación del corredor vial de la carretera federal 45 a la Autopista
45 “D” en el municipio de Salamanca, Gto.**

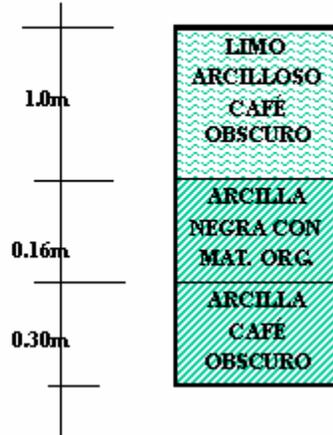
		SONDEO No.	S2	PCA 4	PCA 5	S3	S1	Bco.	
		KM	3+380	2+820	3+380	Km 79	KM 85	1+200	
		LADO	I	C.L.	C.L.	C.L	Der	C.L	
		PROFUNDIDAD	0.5/0. 8	0/1.2	0.0/1. 2	3.20m	3.40m		
CARACTERISTICAS	DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO mm.	9.5	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	
		% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		% QUE PASA EN MALLA DE 4.75 mm.	97	94	98	92	87	84	
		%QUE PASA EN MALLA DE 0.425 mm.	64	80	80	72	70	64	
		% QUE PASA EN MALLA DE 0.075 mm	41	54	61	51	30	36	
		EQUIVALENTE DE ARENA %	17	5	3	7	10	12	
		LIMITE LIQUIDO %	39	62	58	42	43	40	
		INDICE PLASTICO %	10	19	30	16	18	17	
		CONTRACCION LINEAL %	2.3	7.0	6.8	6.2	5.0	5.3	
		P.E.S. SUELTO Kg/m3	1025	922	910	940	1010	961	
		P.E.S. MAXIMO Kg/m3	1554	1537	1540	1565	1608	1530	
		HUMEDAD OPTIMA %	26.4	28.4	30.4	29.4	28.3	29	
		HUMEDAD NATURAL %	20.0	19.1	24.0	26.2	26.1	23.1	
		COMPACTACION DEL LUGAR %	92	89	91				
		V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	44	7	4	19	25	24	
		EXPANSION %	0.2	5.1	4.2	3.1	2.8	3.0	
CLASIFICACION SUCS:	SM	CH1	CH1	CL	SC	SC			

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

**SONDEO No1
KM 85 CARR. QRO.-LEON
SOBRE PAVIMENTO ACTUAL**



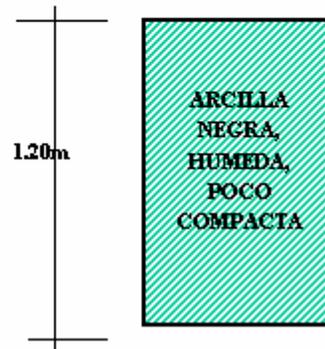
**PCA 1
KM 0+520
SOBRE LAS TERRACERIAS**



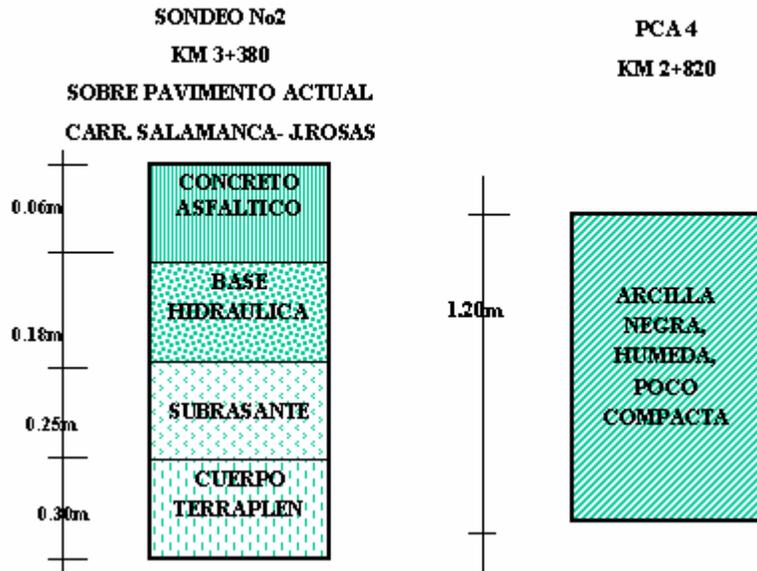
**PCA 2
KM 1+200**



**PCA 3
KM 2+240**



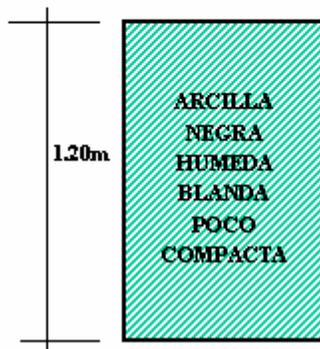
U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán



PCA 4
KM 2+820



PCA 5
KM 3+880



Sondeos



IV.1.3. ESTUDIOS HIDRAULICOS

IV.1.3.1. AGUA POTABLE.

La situación actual de sistema de abastecimiento de Agua Potable en la zona donde se localiza el trazo de la Vialidad de Proyecto, NO EXISTE algún tipo de infraestructura que haga referencia de un sistema de abastecimiento. En la Zona, cerca del cruce de la Vialidad de Proyecto con la Carretera Federal Libre a Juventino Rosas se cuenta con un núcleo de población denominado "EL MIRADOR", sitio donde si existe la infraestructura y el servicio de Abastecimiento de Agua Potable, por su localización y debido a los alcances que definen el proyecto de vialidad, no se considera este sistema para fines de abastecimiento que requiere la infraestructura del proyecto de vialidad, esto derivado de la Magnitud y necesidades del nuevo planteamiento del Proyecto.

Las condiciones, necesidades y requerimientos del proyecto de Abastecimiento de Agua Potable para las nuevas áreas de crecimiento que se tendrán en la zona derivados del desarrollo Industrial y Urbano, por lo cual el abastecimiento se deberá realizar de fuentes de abastecimiento importantes que cumplan con las dotaciones del servicio y los gastos de diseño dentro del plazo inmediato y futuro.

Es importante destacar que debido a las condiciones actuales de la zona donde se localiza el trazo del proyecto de Vialidad, es una zona de grandes extensiones de terreno, destinadas principalmente al uso Agrícola, por tal motivo se tienen los canales que son la fuente de aprovechamiento para el riego de los cultivos.

En consecuencia de acuerdo con información obtenida del organismo operador del sistema de Agua Potable y alcantarillado de la Ciudad de Salamanca, se encontraron las soluciones para el abastecimiento por medio de dos sitios de abastecimiento. El primero es una interconexión, derivado de un circuito principal de alimentación, con tubería de 16", con un gasto de 150 LPS. El segundo sitio corresponde al abastecimiento de un pozo profundo que actualmente se encuentra en proceso de perforación para su equipamiento.

Una condición importante es que la zona es totalmente plana y no se cuentan con elevaciones topográficas que permitan localizar uno o varios sitios de regularización. Referente al abastecimiento derivado de la interconexión no presenta problema debido a que la presión de trabajo en el punto de interconexión es suficiente. En cuanto a las condiciones de trabajo del pozo profundo y el sistema que se empleara, será una definición por parte del Organismo Operador del sistema, debido a las condiciones planas que presenta la zona.

Para las condiciones de calculo hidráulico se tomo como base una presión mínima de descarga en la salida de la captación del pozo profundo de 30.00 metros de columna de agua, y considerando un sistema por medio de bombeo a la red con

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

excedencias a uno o varios tanques elevados, esto permite obtener mayores presiones en los cruceros y solo cuando se tenga el abastecimiento por medio de los tanques de regularización se tendrán presiones mínimas.

Lineamientos y Estrategias de Proyecto.

Los lineamientos y estrategias que definen el proyecto de abastecimiento de Agua Potable, se basan en varios factores que están directamente relacionados, siendo los que a continuación se mencionan:

- 1).- Conforme las condiciones existentes, y tomando como base que no existe un Plan de Desarrollo Urbano de la zona, debido a que los alcances del actual no consideran esta zona como posible crecimiento, a excepción de una franja localizada para equipamiento de tipo Industrial, sobre la margen derecha de la Carretera Federal libre o panamericana No. 45 (Celaya - Salamanca), y posteriormente un Plan de Desarrollo Parcial de Parque Industrial Salamanca que precisamente ocupa la misma franja que se contempla en el Plan de Desarrollo Urbano.
- 2).- Considerando lo anterior y tomando como referencia las áreas destinadas para diferentes equipamientos de tipo Industrial, en el Plan Parcial de Parque Industrial Salamanca, para efectos del proyecto de Abastecimiento de Agua Potable, Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial, se establecen áreas de influencia que se tendrán cuando exista la vialidad de referencia, presentando un crecimiento en términos inmediatos, de mediano y largo plazo.
- 3).- Una vez delimitada la franja o áreas de influencia, se determinan algunos parámetros que definen áreas destinadas para diferentes usos de suelo, con esto obtenemos los datos que definen la población de proyecto. El dato se refiere a la población estimada para uso habitacional, y la población estimada en áreas de ocupación de industrias de diversas categorías.
- 4).- Las fuentes o tomas de abastecimiento es otro factor importante, esto se debe a que por la localización de estas con respecto a la franja de influencia que se obtiene del trazo del proyecto de Vialidad, la zona se divide en dos zonas de abastecimiento, y también esta delimitada por el cruce del canal trece con el tramo de vialidad, y esto define perfectamente las dos zonas. El área de proyecto de la zona No. 1 es de 232 Ha y de la zona No. 2 es de 221 Has.

Nota: cabe mencionar que la delimitación de áreas se determino en función de un plano de lotificación de parcelas o predios considerados en el Plan de Desarrollo, por lo que la configuración no es uniforme, evitando en lo posible la división de predios.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- 5).- Tomando como base los aspectos de referencia, y obteniendo la población estimada de proyecto, dotaciones y número de habitantes por hectárea, se determinan los gastos de diseño, y el dimensionamiento de las tuberías de alimentación del proyecto de abastecimiento de agua potable, requeridas para satisfacer las demandas y necesidades del servicio en términos inmediatos y futuros.
- 6).- De acuerdo con las condiciones y referencia enunciadas, se establece que toda la tubería es nueva y de proyecto. El tipo de tubería se establece conforme recomendaciones del Organismo Operador del Sistema de Agua Potable, queda a juicio la incorporación de este sistema de tuberías o en su caso el cambio por tubería de P.V.C. serie inglesa RD-26 o métrica clase A-10 y A-14, que cumple con las mismas características en cuanto a coeficiente de rugosidad.
- 7).- El criterio para definir el trazo del proyecto, se determina que la mejor alternativa para la función que deberá tener, es considerar una línea de alimentación que permita incorporar redes de distribución por medio de circuitos o líneas abiertas, según el esquema de trazo de calles y avenidas que defina el Plan de Desarrollo Urbano. Por lo tanto se diseña una línea de alimentación al centro de la vialidad, con ramales o líneas de abastecimiento hacia ambos lados de la vialidad localizados en diferentes puntos de los tramos que se encuentran delimitados por los canales, y vías de comunicación importantes como la Carretera Federal No. 45, Autopista No. 45 "D" y vía de Ferrocarril.
- 8).- Los ramales o líneas de abastecimiento serán las tuberías de cruce entre la vialidad de proyecto, y sobre estas se realizará el diseño de la red de distribución en la zona de abastecimiento que le corresponda conforme la delimitación de los tramos por los canales y vías de comunicación. Un aspecto importante en el planteamiento del proyecto es que el Plan de Desarrollo deberá contemplar una lateral para el tránsito local y de servicios que se estará incorporando a un costado de la Vialidad, a fin de no interrumpir el tránsito pesado, evitar accidentes y no desviar el objetivo que contempla el presente proyecto de vialidad.

En la memoria descriptiva del proyecto hidráulico de Agua Potable se describen algunos otros criterios que se tomaron en cuenta para el diseño del proyecto, y son consideraciones técnicas que se hacen referencia a fin de complementar toda información necesaria, análisis y evaluación de los datos disponibles, considerando las condiciones topográficas y físicas de la zona.

IV.1.3.2. DRENAJE PLUVIAL.

Situación actual y características particulares.

En cuanto a la situación actual del sistema de Drenaje Pluvial, se tiene que este sistema NO EXISTE en la región, esto se debe, a que la zona donde se localiza el Trazo del Proyecto de Vialidad, es una extensa área destinada a uso agrícola, son terrenos de cultivo.

Por lo tanto el Drenaje Pluvial NO ES NECESARIO, ya que el agua pluvial que se genera a consecuencia de las precipitaciones es de mucha utilidad para los terrenos de cultivo, y en el supuesto caso de tener un excesivo incremento de la precipitación que diera lugar a concentraciones de volúmenes excedentes de agua pluvial, y que ya el terreno estuviera muy saturado, existen condiciones naturales que permiten un desalojo oportuno, con escurrimientos superficiales hacia los canales que pasan cerca de los terrenos.

Estos son los motivos por el cual NO EXISTE sistema de Drenaje Pluvial en la zona. En cuanto a las condiciones que presenta el Proyecto de Vialidad en términos inmediatos, se puede establecer que el sistema de Drenaje Pluvial de Proyecto no será necesario hasta entonces se incorporen al proyecto de la vialidad, laterales en ambos costados del trazo de la misma, esto debido a la necesidad de generar en la zona donde se localicen los asentamientos de población y de industrias, una vialidad de tránsito local y de servicios, y evitar en lo posible una afectación y que ponga en riesgo de accidente el tránsito de vehículos auto-tanques y pipas que salen y entran a la Refinería de PEMEX en la Ciudad de Salamanca, objetivo principal del proyecto de Vialidad.

Las características particulares de la zona permiten un desalojo rápido y oportuno de las aguas pluviales que pudieran generarse en la zona a consecuencia de una precipitación pluvial intensa, inclusive estas condiciones permiten visualizar la posibilidad que de acuerdo con el trazo de calles y avenidas conforme a un ordenamiento bien estructurado dentro de un Plan de Desarrollo de la Zona de Afluencia, existen las condiciones para que el desalojo de las aguas pluviales que se generen en la zona sea mediante escurrimientos superficiales sobre pavimento, hacia los canales que se localizan dentro de la misma área de Afluencia.

Aun cuando estas condiciones sean favorables, en el término inmediato el desalojo de las aguas de lluvia en lo que se refiere a la vialidad de proyecto, presenta un bombeo hacia los costados, ya que en la mayor parte de su longitud se tiene una rasante de proyecto mayor en elevación a las cotas de terreno natural, lo cual permite un desalojo mediante lavaderos o canales de concreto en los sitios más bajos hacia los terrenos de cultivo adyacentes.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Por lo tanto estas condiciones permiten que la red de atarjeas que se indica en el proyecto de Drenaje Pluvial, no será necesario considerar el presupuesto que se presenta, ya que en la etapa inicial se considera solo realizar los cruces de tubería con la Vialidad de proyecto, esto con la finalidad de dejar las preparaciones necesarias en caso de requerir en un futuro con la incorporación de este sistema.

La construcción de estas obras no representa el 20% del presupuesto estimado, por lo que las inversiones dentro del plazo inmediato para este sistema, no será necesario ejercerlo al 100%.

En cuanto a la necesidad de incorporar el sistema en un futuro, este queda a juicio del Organismo operador del sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Salamanca.

Las consideraciones antes referidas son punto y aparte, solo se presentan como observaciones que se realizan en función del entorno físico, pero siguiendo con los alcances que se tienen para el proyecto de la Vialidad, se hacen referencia de los siguientes puntos:

- 1.- Las trayectorias de la red de Atarjeas de Drenaje Pluvial se realizan sobre la franja imaginaria donde se deberá incorporar la vialidad de tránsito local y de servicios, la cual se realizará en un término de mediano plazo en cuanto existan las condiciones, normatividad y usos de suelo y/o la necesidad en la planeación de algún desarrollo industrial y/o habitacional.
- 2.- Los escurrimientos que presentan las tuberías, y que se indican en el proyecto están en función de los niveles de terreno natural que se presentan fuera de la rasante de la Vialidad de proyecto, y además tomando en cuenta las descargas hacia los diferentes canales que cruzan con la vialidad, a su vez se forman tramos aislados entre estos canales, que permiten un desalojo hacia ambos costados formando un parteaguas mas o menos al centro del tramo.
- 3.- Este esquema de considerar la tubería fuera del trazo de la vialidad, permite que la construcción del sistema de Drenaje Pluvial se realice en diversas etapas, esto de acuerdo con las necesidades y conforme la disponibilidad de recursos económicos, ya que las inversiones para la infraestructura son considerables, aunados a que por las condiciones del proyecto, todo en su conjunto la inversión requerida es muy fuerte.

IV.3.3. DRENAJE SANITARIO.

Situación actual y características particulares.

La situación actual del sistema de Drenaje Sanitario, es NULO, es decir que conforme las condiciones que presentan los terrenos donde se localiza el trazo del proyecto de vialidad, NO EXISTE infraestructura alguna que indique se cuente con red de atarjeas del Drenaje Sanitario.

Como se ha mencionado, el principal factor es que son extensas áreas donde la principal actividad es el uso agrícola, por lo cual no es necesario tener algún tipo de infraestructura.

Cabe mencionar que la zona de afluencia es la misma que se ha establecido de referencia en el sistema de abastecimiento de Agua Potable, no se tienen modificaciones de área al respecto, se mantiene el mismo esquema tributario que en este caso son áreas de aportación.

Las características particulares que presenta la zona para ser tomados en cuenta dentro de los planteamientos definitivos del proyecto de Drenaje Sanitario se tienen algunos que se mencionan a continuación:

De acuerdo con información proporcionada por el Organismo Operador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca y conforme condiciones de trazo de la Vialidad, se tienen dos puntos de descarga que están localizados en ambos extremos.

El primero se localiza sobre la margen derecha del Canal Sabinas, es un punto de descarga que presenta una profundidad máxima de 3.50 m, pero que debido a las condiciones de nivel de Fondo que presentan los canales que se tienen que cruzar para llegar al sitio, este punto definitivamente no es una buena alternativa, se debe a que la cota de descarga estaría por debajo de la cota del pozo, y se requiere de cárcamo de rebombeo, y de acuerdo con los lineamientos del Organismo Operador del sistema, se están eliminando en lo posible este tipo de estaciones.

El segundo sitio corresponde a un cárcamo que se localiza cerca de la intersección entre el Canal Trece o "Arroyo Feo", y la Carretera Federal libre No. 45 (Celaya – Salamanca), este sitio presenta una profundidad máxima de 5.00 m. Por lo tanto este sitio es el más adecuado para realizar la descarga de las aguas servidas de diseño que se tienen en la zona de afluencia.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Tomando como base las referencias antes descritas, se observa que se deberá realizar un esquema que permita el desalojo hacia este sitio, registrando una trayectoria de gran longitud, donde se requieren pendientes mínimas que permitan por un lado la llegada por encima o igual a la cota de fondo del cárcamo, y por el otro lado, debiendo de pasar por debajo de la cota de fondo de los canales y por ultimo evitar interferencias con las Tuberías de PEMEX.

Otro factor importante es que de acuerdo con el perfil del terreno natural, este presenta tendencias de desnivel ligeramente encontradas, lo cual requiere en algunos tramos debido a las pendientes de las tuberías, realizar excavaciones en el orden promedio de 2.50 mts., en solo algunos tramos aislados con excavación máxima entre 3.00 y 5.00 mts.

De acuerdo con estas condiciones no es posible establecer una sola trayectoria de colector paralelo al trazo del proyecto de vialidad, esto debido a los niveles existentes en estructuras de cruce, como son canales existentes y las tuberías de PEMEX, por lo cual el esquema que de alguna forma permite llegar a los niveles requeridos en el cárcamo, es mediante derivación en bayoneta en los sitios antes de cruzar con los canales a fin de desviar el colector por el bordo del canal trece, y así poder captar las descargas que se van derivando del trazo de vialidad.

Este esquema permite la desincorporación de gasto por tramos, y además tiene la ventaja de no incrementar los niveles de arrastre hidráulico, a fin de llegar a los niveles de descarga con las pendientes mínimas posibles.

El colector que se deriva por la margen del bordo del canal trece es un colector marginal que no se considera dentro de los alcances del proyecto, además por este motivo no se cuenta con información topográfica de campo que permita definir los niveles. Solo se tiene una longitud estimada entre la desviación y el punto final de descarga, así como el desnivel topográfico, que permite determinar la factibilidad de descarga con pendientes mínimas en promedio, y así mismo en los puntos intermedios.

El colector de proyecto del Drenaje Sanitario, se considera su construcción a un costado de la Vialidad de proyecto, sobre la franja considerada para efectos de una vialidad de tránsito local, que no afecte y evitar riesgos innecesarios de accidente con el auto-transporte pesado y autotanques de doble semiremolque.

Por lo tanto el esquema que presenta el proyecto de Drenaje Sanitario permite definir la construcción de este sistema por etapas de acuerdo con las necesidades en términos de corto y mediano plazo, así como la integración de la vialidad adyacente o laterales. La construcción inmediata serán los cruces de tubería con la Vialidad de Proyecto, esta acción representa un 25% del monto aproximado de presupuesto.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

El sistema de Drenaje Sanitario a diferencia del Drenaje Pluvial, su construcción es obligado, además de que se deberán implementar normas para el desalojo de las aguas de tipo industrial sean mediante tratamiento de aguas, con sistemas de reutilización de aguas claras, y la infiltración al subsuelo de las aguas claras que no sea posible su reuso.

Esto es importante por que grandes volúmenes de gasto no se estarían reflejando dentro de las aportaciones al sistema de Drenaje Sanitario.

Lineamientos y Estrategias de Proyecto.

De acuerdo con la situación actual y las condiciones que presenta la zona donde se deberá incorporar el Colector de Drenaje Sanitario, se tienen en cuenta algunos lineamientos y estrategias de proyecto, los cuales determinan el esquema de planeación del proyecto definitivo de Drenaje Sanitario, algunos de estos ya han sido referidos debido a que existe un vinculo entre las condiciones existentes y las opciones de solución de esquema definitivo del proyecto.

Los lineamientos que se tomaron en consideración para definir los criterios de diseño que permiten obtener la planeación del proyecto de la red de atarjeas de Drenaje Sanitario, y que están referidos en el esquema de solución conforme los alcances del Proyecto de Vialidad, son:

- A) El esquema de proyecto queda determinado por el único de descarga posible, de acuerdo con información proporcionada por el Organismo Operador.
- B) Los datos de proyecto básicos que determinan los parámetros de diseño, están conforme alcances y delimitación de las áreas que se tomaron como referencia en el Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable.
- C) La desincorporación de la trayectoria del colector en varios tramos es obligado por las circunstancias de cruce en los canales que tienen, el desnivel requerido para el cruce con las tuberías de PEMEX, y por los niveles de llegada en la descarga del cárcamo.
- D) Existen instalaciones e infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad y de Petróleos Mexicanos que por la cercanía con la Central Termoeléctrica y La Refinería Ing. Antonio M. Amor de Salamanca, tienen relación con los esquemas de solución para el desalojo de las aguas negras y/o servidas que se generen en la zona.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

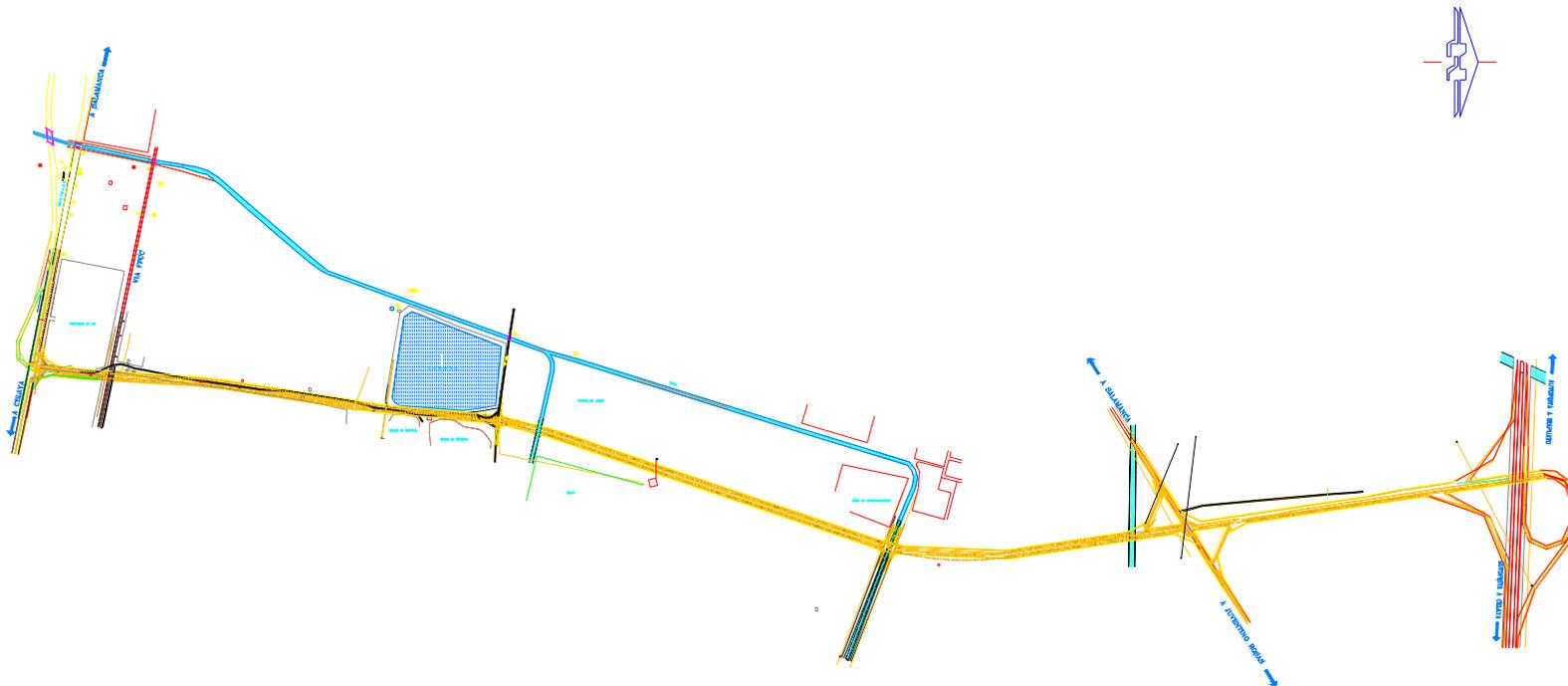
- E) Se define la incorporación de una sola línea de proyecto, a un costado de la vialidad de proyecto, esto debido a dos factores importantes; el primero evitar un gasto elevado en la construcción de redes separadas, lo cual incrementaría en un 60% el monto de las inversiones requeridas en términos inmediatos, en segundo lugar se debe a que se considera un Colector que permite la captación de las descargas de ambos costados de la vialidad de proyecto.
- F) Por lo tanto este esquema permite diferir las inversiones. Se considera ejercer en un plazo inmediato un 25% del monto de presupuesto, para dejar la preparación de los pasos de tubería en los cruces con la Vialidad de Proyecto, esto a fin de evitar demoliciones y/o afectaciones en lo futuro de la carpeta asfáltica.
- G) El resto del Colector se podrá realizar conforme las necesidades, en términos de corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta un aspecto importante: considerar un plan de desarrollo urbano mediante un crecimiento moderado y sobretodo ordenado.
- H) Algunos otros aspectos de carácter técnico se hacen referencia en la memoria descriptiva del proyecto, el cual es un documento que complementa la información que se hace referencia en estos incisos.

En resumen, estos son lineamientos y criterios de proyecto en el diseño del Sistema, y que fueron tomados como base para establecer las condiciones hidráulicas de operación del Colector de Drenaje Sanitario.

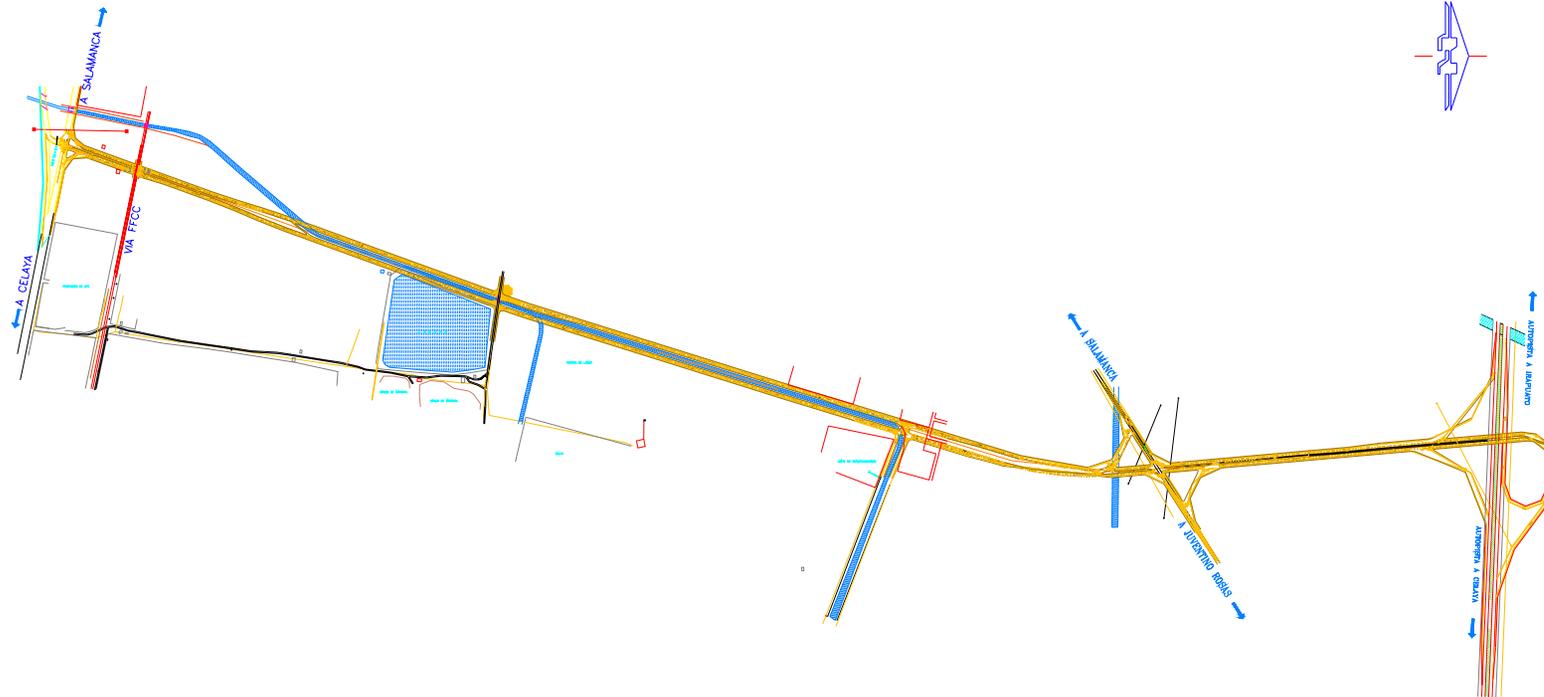
En todo momento se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos en las normas de proyecto de la CNA, y algunos criterios de diseño válidos conforme las condiciones que presentan los alcances del proyecto de vialidad, y cuyo resultado es el único esquema de solución del sistema de Drenaje Sanitario, que permite satisfacer las necesidades y demandas inmediatas y futuras conforme un crecimiento demográfico moderado.

IV.2. Anteproyecto Geométrico de las Alternativas

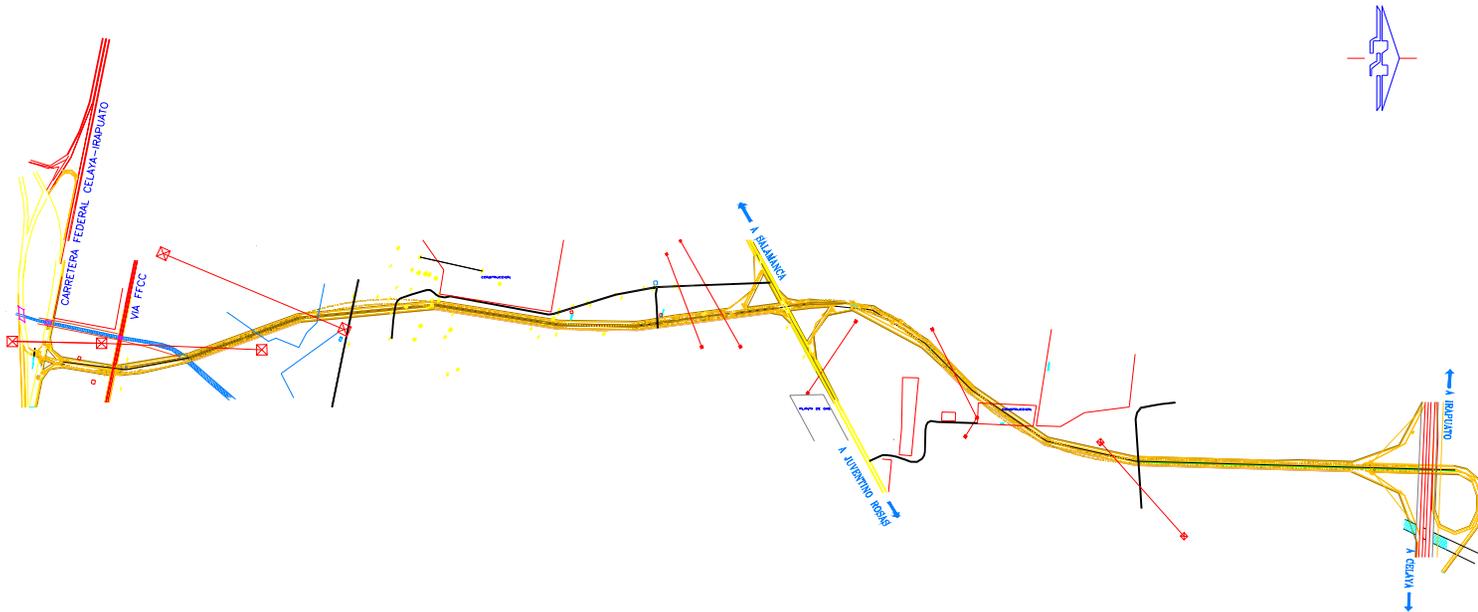
Alternativa A



Alternativa B



Alternativa C



V. PROYECTO EJECUTIVO

V.1. Proyecto Geométrico

Planta General de Trazo y Constructiva.

Una vez definida la alternativa de solución descrita en el estudio de factibilidad para el Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45 "D", se llevaron a cabo los trabajos para la realización del Proyecto Geométrico Ejecutivo, como son la elaboración de los planos con toda la información necesaria para implementar en campo la ejecución de los trabajos.

En la Planta General de Trazo y Constructiva se tienen contemplados los ejes o ramas que definirán a la vialidad de proyecto la cual incluye todos los datos constructivos como anchos de arroyos, banquetas, camellones, acotamientos, radios de giro, carriles protegidos para vuelta izquierda, datos de curvas horizontales a los ejes, curvas constructivas, etc.

La planimetría fue obtenida por método directo, con un sistema de coordenadas arbitrario tomando como base el Vértice E-1 de coordenadas:

VERTICE	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
E-1	10,000.0000	20,000.0000	100.000

Sobre la Carretera Federal 45, en sentido de circulación NO – SE, (Salamanca - México) se genero la Rama "1", la cual inicia en el cadenamiento 1+000.000 y termina en el 1+417.734 la cual nos define el carril de desaceleración y subida hacia el puente que cruza la Carretera Federal 45, y nos lleva hacia la zona de la laguna. A lo largo de la Rama "1" se tiene un carril de 6.50 mts., Con un acotamiento derecho de 2.50 m., y un acotamiento izquierdo de 1.00 m. El carril de desaceleración es de un ancho de 3.65 mts., con un acotamiento de 2.50 mts., y una longitud de 220.00 mts.

Al final de la rama "1", PT=1+417.734 se inicia la Rama "10" con un cadenamiento de inicio de 10+000.000 y termina en el 11+096.536. Esta rama nos define todo el cuerpo de lo que será el puente, el viaducto y las rampas de entrada y salida, para los dos sentidos de circulación, de Sur a Norte y viceversa. Del cadenamiento 10+000.000 al 10+396.471 se tiene un carril de circulación de 6.50 m, con acotamiento derecho de 2.50 m y un acotamiento izquierdo de 1.45 m, en ambos sentidos de circulación, separados por un deflector de concreto, al centro de la sección.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Del cadenamamiento 10+396.471 al 10+970.000 se tienen dos carriles por sentido de circulación, cada carril es de 3.65 m. , con acotamiento derecho de 1.70 m., y acotamiento izquierdo de 1.45 m.

A lo largo de la rama “10” se proyecta una banqueteta, de 0.45 m., de ancho y un parapeto para dar seguridad al usuario.

La rama “20” inicia tiene su origen en la igualación de la rama “10”, esta rama tiene su cadenamamiento inicial igual a 20+000.000 y termina en el 20+680.294, en esta rama se da la circulación del Norte hacia el Sureste, es decir se enlaza en la carretera Federal 45, en el sentido de circulación de Salamanca hacia Celaya.

La rama “20” tiene un carril de 6.50 mts-, de ancho con un acotamiento derecho de 2.50 mts., y un acotamiento izquierdo de 1.00 m a partir del cadenamamiento 20+420.000 inicia un carril de aceleración, de un ancho de 3.65 m, con un acotamiento de 2.50 mts., y consta de una longitud de 260.00 m.

La rama “30” inicia en la carretera Federal 45, en el sentido de circulación Sureste – Noroeste, cuyo cadenamamiento es el 30+000.000 y termina en el 31+794.704 esta rama da vuelta a la derecha en el cadenamamiento 30+200.000 y se hace paralela al puente y viaducto.

Al final de la rama “10” se continua la definición de la vialidad en el sentido Sur – Norte con la rama “30” hasta el cadenamamiento 31+794.704

La rama “30” tiene dos carriles de 3.65 mts cada uno, con un acotamiento derecho de 3.00 mts, en lo que respecta a la zona paralela al viaducto, se tiene una banqueteta del lado izquierdo de un ancho de 0.80 mts, es decir del cadenamamiento 30+328.746 al 30+840.000 a partir de este cadenamamiento y hasta el final de este se tiene la misma sección, únicamente que del lado izquierdo se crea un camellón central de ancho variable.

Del cadenamamiento 31+484.936 al 31+560.000 se tiene un carril protegido, para vuelta izquierda, de un ancho de 3.65 mts.

La rama “40” inicia en la igualación de las ramas “30, 40 y 50” , el cadenamamiento inicial es 40+000.000 en el sentido de circulación Norte – Sur. Casi al inicio de esta rama se tiene un carril protegido para vuelta izquierda, cuyo ancho es de 3.65 mts, y termina en el cadenamamiento 40+220.000

Desde el inicio de esta rama y hasta el cadenamamiento 40+970.000 se tienen dos carriles de 3.65 mts de ancho, con un acotamiento del lado derecho de 3.00 mts, y del lado izquierdo se tiene un camellón central de ancho variable.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

A partir del cadenamiento indicado anteriormente y hasta el cadenamiento 41+430.000 se tiene la misma sección, pero como en este tramo es paralelo al viaducto, se tiene una banqueta del lado izquierdo de 0.80 mts.

Del cadenamiento 41+574.643 hasta el 41+818.550 se tiene un carril de aceleración, que se enlaza con la carretera federal 45, rumbo al centro de la ciudad de Salamanca. Este carril es de 3.65 m de ancho con un acotamiento de 2.50 mts, y con una longitud de 244.00 mts.

En la igualación de las ramas "30, 40 y 50", cuyos cadenamientos son: 31+774.704; 40+000.000 se inicia la rama "50" con el cadenamiento 50+000.000 y termina con el cadenamiento 53+048.982

Esta rama nos define los dos cuerpos de la vialidad, es decir en ambos sentidos de circulación, cada cuerpo consta de dos carriles de 3.65 mts., cada uno y cuenta con un acotamiento del lado derecho de 3.00 m de ancho, y de un camellón central de 6.00 mts.

En algunos puntos por donde pasa el proyecto se tienen tres canales de riego, los cuales se cruzaran por medio de puentes vehiculares.

En el cadenamiento 51+440 al 51+628 se tiene proyectado un carril protegido de vuelta izquierda, hacia la zona de la Refinería, cuyo ancho es de 3.50 mts. Es decir en el sentido de circulación de Sur a Suroeste.

En el cadenamiento 51+908 al 52+080 se tiene un carril protegido para vuelta izquierda, en el sentido de circulación Norte a Noreste, es decir de los vehículos que vengan de la autopista 45 D, y vayan hacia la población de Juventino Rosas., en ancho de este carril es de 3.50 mts.

En el cadenamiento 52+680 al 52+724 se tiene el cruce con la autopista 45 "D", para lo cual se tiene propuesto un puente Vehicular.

Del cadenamiento 52+545 al 52+660 se tiene una reducción de dos a un solo carril de 6.50 mts, y de este cadenamiento hasta el final del mismo se tiene un carril de 6.50 mts, con acotamiento del lado derecho de 2.50 mts y del lado izquierdo de 1.30 mts, en ambos sentidos de circulación, con un deflector central.

La rama "60" inicia en el cadenamiento 60+000.000 y termina en el 60+744.665 en el sentido de circulación Suroeste – Sur, es decir de los vehículos que vienen de la refinería y van hacia la carretera federal.

Se tiene un carril de circulación de 3.65 mts, con un acotamiento del lado derecho de 3.00 mts, y un camellón central de ancho variable, hasta el cadenamiento 60+430 a partir de este punto se da vuelta a la derecha y se liga con la rama "50"

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

En el cadenamamiento 60+460 al 60+550 se tiene un carril de ancho mínimo de 6.50 mts y un acotamiento de 3.00 mts, de ancho, para ambos sentidos de circulación, separados por un muro deflector.

A partir del cadenamamiento indicado anteriormente y hasta el final del mismo, se tiene un carril de aceleración de un ancho de 3.65 mts, para ligarse con la rama 50, y de una longitud de 180.00 mts.

La rama "70" inicia en el cadenamamiento 70+000.000 y termina en el 70+785.569 en el sentido de circulación Noreste - Norte, es decir de los vehículos que vienen de la población de Juventino Rosas y van hacia la autopista 45 D.

Se tiene un carril de circulación de 3.65 mts, con un acotamiento del lado derecho de 3.00 mts, y un camellón central de ancho variable, hasta el cadenamamiento 70+440 a partir de este punto se da vuelta a la derecha y se liga con la rama "50"

En el cadenamamiento 70+470 al 70+580 se tiene un carril de ancho mínimo de 6.50 mts y un acotamiento de 3.00 mts, de ancho, para ambos sentidos de circulación, separados por un muro deflector. A partir de este cadenamamiento indicado anteriormente y hasta el final del mismo, se tiene un carril de aceleración de un ancho de 3.65 mts, para ligarse con la rama 50, y de una longitud de 180.00 mts.

La rama "80" inicia en la igualación de la rama 60+413.989, y cuyo cadenamamiento es el 80+000.000 y termina en el 80+737.397, se tiene un carril de 3.65 mts y un acotamiento de 3.00 mts. Separados por un camellón central de ancho variable.

En el cadenamamiento 80+050 al 80+130 se tiene un carril protegido de vuelta izquierda, con un ancho de 3.50 mts, con lo cual los vehículos que vienen de la zona de la refinería y van hacia la autopista 45 D, pueden realizar ese movimiento.

La rama "90" inicia en la igualación de la rama 70+424.759, y cuyo cadenamamiento es el 90+000.000 y termina en el 90+726.601, se tiene un carril de 3.65 mts y un acotamiento de 3.00 mts. Separados por un camellón central de ancho variable.

En el cadenamamiento 90+050 al 90+140 se tiene un carril protegido de vuelta izquierda, con un ancho de 3.50 mts, con lo cual los vehículos que vienen de la población de Juventino Rosas y van hacia la carretera federal, pueden realizar este movimiento.

La rama "100" inicia en la igualación de la rama "50" en el cadenamamiento 52+343.319 teniendo un cadenamamiento de 100+000.000 y termina en el 100+757.558, se tiene un carril de 6.50 mts de ancho, y acotamiento del lado derecho de 2.50 mts y acotamiento del lado izquierdo de 1.00 mts.

Esta rama tiene el sentido de circulación de Sur – Sureste, es decir para los vehículos que vienen de la carretera federal y van a Celaya por la autopista 45D.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Del cadenamamiento 100+442.579 al 100+757.558 se tiene un carril de aceleración para el enlace con la autopista 45 D, en dirección a Celaya. Este carril tiene un ancho de 3.65 mts y un acotamiento de 2.50 mts, la longitud del carril es de 315.00 mts,

La rama "110" inicia en el cadenamamiento 110+000.000 sobre la autopista 45D en dirección de León a Celaya, esta rama termina en el cadenamamiento 110+742.851 tiene un carril de desceleración de un ancho de 3.65 mts, con un acotamiento de 2.50 mts, y con una longitud de 200.00 mts,

Del cadenamamiento 110+230 al 110+680 se tiene un carril de 6.50 mts, con un acotamiento derecho de 2.50 mts, y con un acotamiento izquierdo de 1.00 mts. De este cadenamamiento y hasta el final de este se tiene el enlace con la rama "50", es decir se tiene un carril de aceleración con un ancho de 3.65 mts y un acotamiento de 3.00 mts, la longitud de este carril es de 210.00 m.

Esta rama nos proporciona los movimientos para los vehículos que vienen de la autopista 45D, procedente de León y que van hacia la refinería o hacia la carretera federal.

La rama "120" inicia en el cadenamamiento 120+000.000 sobre la autopista 45D en dirección de Celaya a León, esta rama termina en el cadenamamiento 120+393.220 tiene un carril de desaceleración de un ancho de 3.65 mts, con un acotamiento de 2.50 mts, y con una longitud de 200.00 mts,

Del cadenamamiento 120+200 al 120+393.220 se tiene un carril de 6.50 m, con un acotamiento derecho de 2.50 m, y con un acotamiento izquierdo de 1.00 m.

Esta rama nos proporciona los movimientos para los vehículos que vienen de la autopista 45D, procedente de Celaya y que van hacia la refinería o hacia la carretera federal. Esta rama se enlaza con rama "50".

La rama "130" inicia con el cadenamamiento 130+000.000 en la igualación con la rama 50, en el cadenamamiento 53+048.982, y termina en el cadenamamiento 130+933.473. Esta rama nos da el enlace de los vehículos que vienen de la zona de la refinería o de la carretera federal, y que van a tomar la autopista 45D, en dirección a León.

Del cadenamamiento 130+000.000 al 130+540 tiene un carril de 6.50 m de ancho, con acotamiento de 2.50 m, y acotamiento izquierdo de 1.00 m, a partir de este cadenamamiento se tiene un carril de aceleración de 3.65 mts de ancho y con acotamiento de 2.50 mts, la longitud de este carril de aceleración es de 315.00 mts.

Es muy importante mencionar, que todas las afectaciones deberán estar liberadas, antes de que se empiece la construcción de la obra, con la finalidad de que esta no tenga ningún problema al respecto y llegue a su término.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

El proyecto consta de 14 Ramas (Ejes) denominados con los números del “1, 10, 20 al 130”, las cuales definen la vialidad de proyecto.

El proyecto se dividió en planos que se indican a continuación, los cuales se identifican con los números de planos y el nombre del archivo que a continuación se indica:

No.	DESCRIPCION	No. DE PLANO	ARCHIVO
1	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 1)	02-SAL-PGT-01	02-SAL-PGT01.DWG
2	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 2)	03-SAL-PGT-01	03-SAL-PGT02.DWG
3	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 3)	04-SAL-PGT-01	04-SAL-PGT03.DWG
4	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 4)	05-SAL-PGT-01	05-SAL-PGT04.DWG
5	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 5)	06-SAL-PGT-01	06-SAL-PGT05.DWG
6	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 6)	07-SAL-PGT-01	07-SAL-PGT06.DWG
7	Planta General de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 7)	08-SAL-PGT-01	08-SAL-PGT07.DWG

Las referencias para la ubicación de las ramas, como son los ángulos y las distancias a puntos fijos en campo, se indican en los siguientes croquis de “Referencias de Campo”.

Proyecto de Perfiles.

Para el proyecto de las rasantes se definió primero el eje del trazo, se entregaron los datos necesarios a las brigadas de topografía para la obtención del perfil de terreno natural sobre el eje de proyecto y la obtención simultánea de las secciones transversales, medidas y niveladas del terreno natural a cada 20.00 mts., de acuerdo con los cadenamientos definitivos del proyecto de la planta general de trazo.

Las elevaciones reflejadas en los planos son arbitrarias y están referidas al Banco de Nivel BN-1 marcado con clavo y pintura en esquina de registro de Telmex ubicado a un lado de la cerca de centro de descanso de CFE y con las siguientes coordenadas: X= 9,849.148 ; Y= 20,037.546 ; Z= 99.340

Para llevar a cabo el proyecto de rasante se dibujó en primer lugar el terreno natural sobre el cual se marcaron las tangentes verticales básicas para el cálculo de los niveles de rasante, posteriormente se capturaron los datos del perfil identificando cadenamientos y niveles de cada punto; se definieron los puntos obligados como los canales la vía del F.F.C.C. etc., se definen los puntos de inflexión vertical y se realizó el cálculo para obtener finalmente la rasante de proyecto plasmada en los planos de Perfil de Rasantes.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Como la zona por donde pasa el proyecto es sensiblemente plana, se dieron pendientes longitudinales mínimas de 0.7 % para permitir el desalojo de las aguas pluviales, y no generar grandes terraplenes y cortes. Para los puentes se dio una pendiente máxima de 4.8%

Los planos definidos como Perfil de Rasantes se identifican de acuerdo con el número de rama y el nombre del archivo que a continuación se indica:

No.	DESCRIPCION	No. DE PLANO	ARCHIVO
1	Proyecto Perfil de Rasantes Ramas 1, ,100, 110 y 120	09-SAL-PRS-01	09-SAL-PRS01.DWG
2	Proyecto Perfil de Rasantes Ramas 10, 20 y 130	10-SAL-PRS-02	10-SAL-PRS02.DWG
3	Proyecto Perfil de Rasantes Ramas 30 y 40	11-SAL-PRS-03	11-SAL-PRS03.DWG
4	Proyecto Perfil de Rasantes Rama 50	13-SAL-PRS-04	13-SAL-PRS04.DWG
5	Proyecto Perfil de Rasantes Rama 60, 70, 80 y 90	14-SAL-PRS-05	14-SAL-PRS05.DWG

Proyecto de Secciones Niveladas.

Basándose en las rasantes de proyecto se procedió a definir las secciones niveladas, las cuales se dan a cada 10.00 m. de acuerdo a los cadenamientos de los ejes.

Los datos que se plasman en el plano, son niveles de cunetas, del eje, de orilla de acotamiento, y de guarnición, la cual tiene una luz de 0.20 mts. Las pendientes transversales máximas en tangente que se dieron sobre las Ramas son del orden de 2 % y en curva del 7 %. En el plano definido como de Secciones Niveladas se identifican de acuerdo con el número de rama y el nombre del archivo que a continuación se indica:

No	DESCRIPCION	No. DE PLANO	ARCHIVO
1	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 1)	15-SAL-PSN-01	15-SAL-PSN01.DWG
2	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 2)	16-SAL-PSN-02	16-SAL-PSN02.DWG
3	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 3)	17-SAL-PSN-03	17-SAL-PSN03.DWG
4	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 4)	18-SAL-PSN-04	18-SAL-PSN04.DWG
5	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 5)	19-SAL-PSN-05	19-SAL-PSN05.DWG
6	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 6)	20-SAL-PSN-06	20-SAL-PSN05.DWG
7	Planta de Secciones Niveladas (Tramo 7)	21-SAL-PSN-07	21-SAL-PSN05.DWG

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

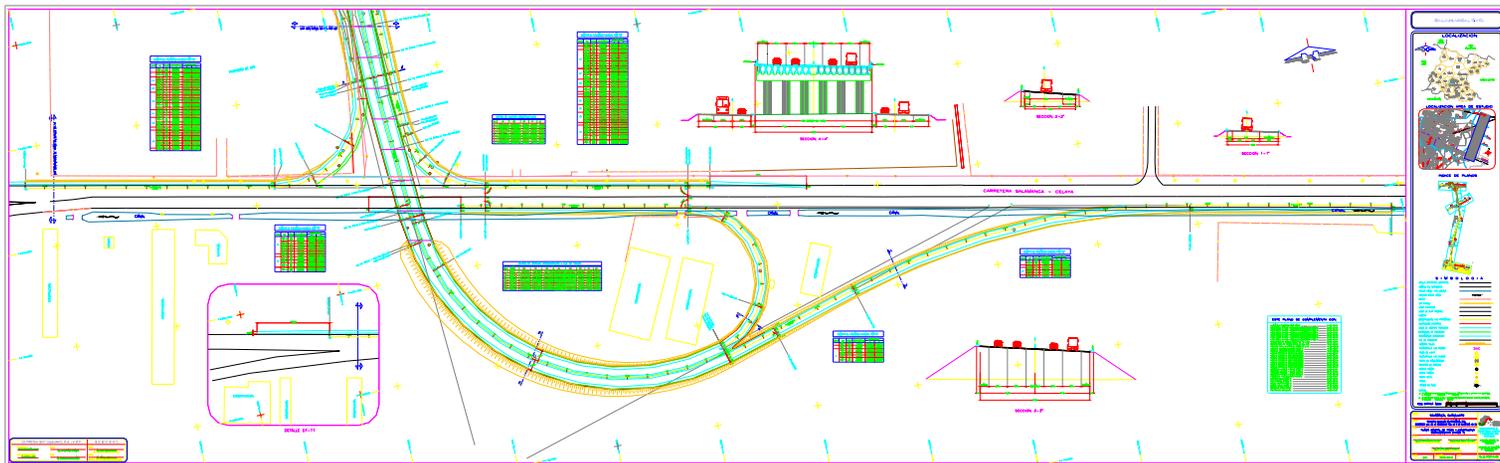
Proyecto de Secciones de Construcción

Con base en el proyecto de perfiles, de las secciones niveladas y según lo manifestado en el Estudio del Proyecto de Pavimentos, se llevo a cabo la representación gráfica de las secciones de construcción. Como primer elemento se dibujaron las secciones de terreno natural sobre las cuales se vaciaron las secciones de proyecto en donde se muestran claramente las pendientes transversales, los niveles de rasante, además de los espesores de corte y terraplén.

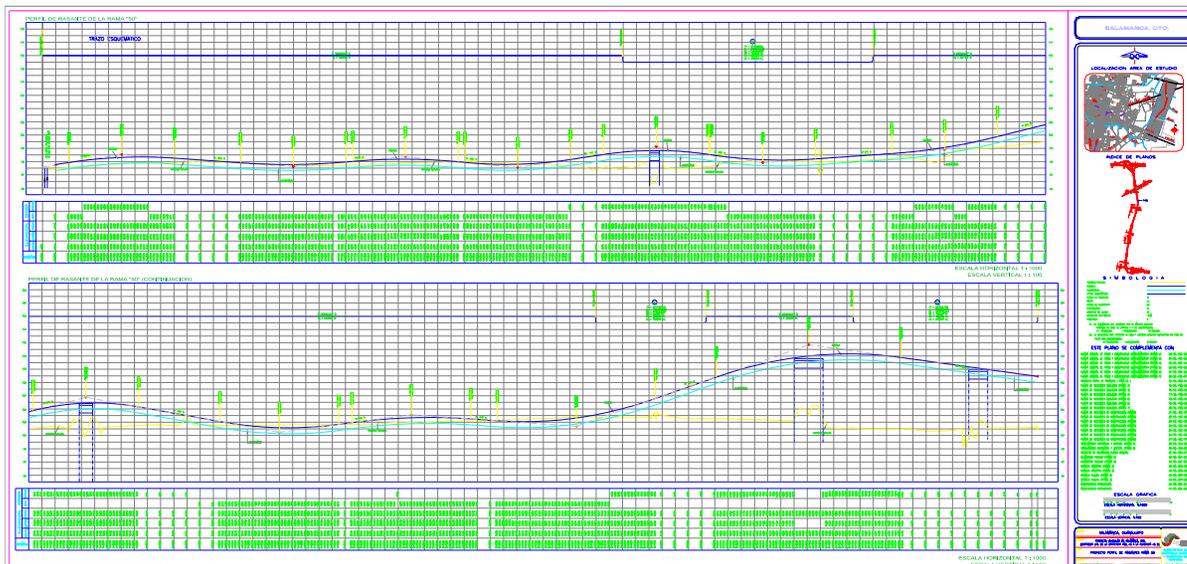
Las secciones de construcción son las que regirán para el momento de la obra, ya que son en estas donde se reflejan los espesores de terracerías que deben cumplirse en cada cadenamamiento. Además, le permitirán al constructor, en primer término, llevar un control de elevaciones a cada 20.00 metros y conocer con exactitud los volúmenes de obra ejecutados y los de la obra faltante.

Los planos definidos como Secciones de Construcción para este proyecto ejecutivo se identifican de acuerdo con el número de rama y el nombre del archivo que a continuación se indica:

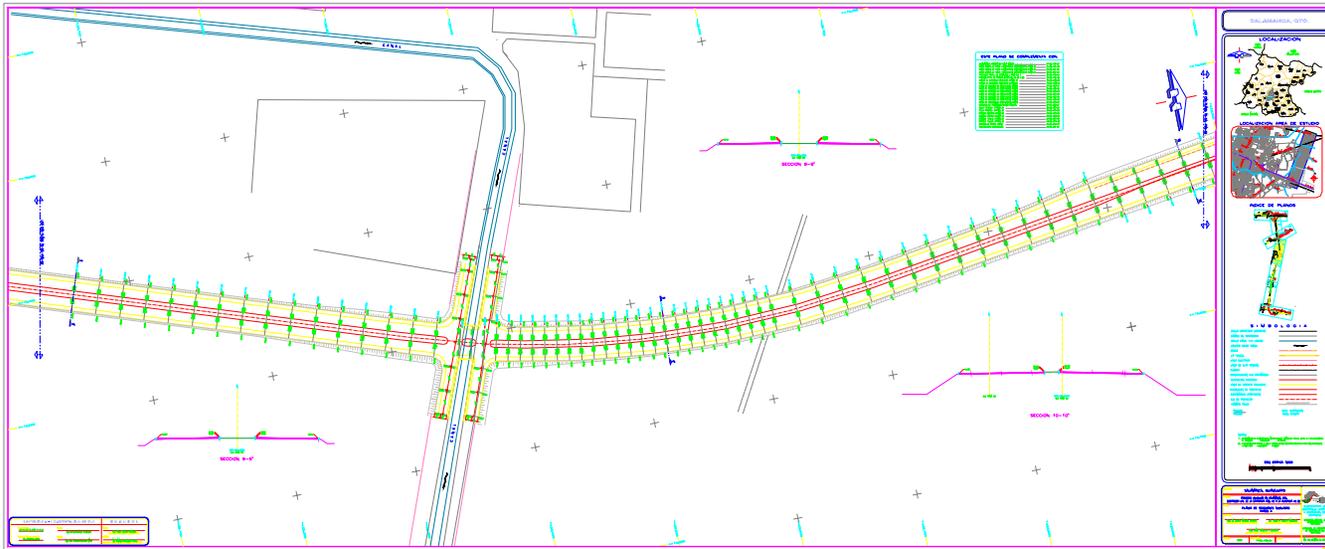
No	DESCRIPCION	PLANO	ARCHIVO
1	Secciones de Construcción "RAMA 1 y 10"	22-SAL-SCC-01	22-SAL-SCC01.DWG
2	Secciones de Construcción "RAMA 20"	23-SAL-SCC-02	23-SAL-SCC02.DWG
3	Secciones de Construcción "Rama 40"	24-SAL-SCC-03	24-SAL-SCC03.DWG
4	Secciones de Construcción "Rama 50"	25-SAL-SCC-04	25-SAL-SCC04.DWG
5	Secciones de Construcción "Rama 50"	26-SAL-SCC-05	26-SAL-SCC05.DWG
6	Secciones de Construcción "Rama 100 Y 110"	27-SAL-SCC-06	27-SAL-SCC05.DWG
7	Secciones de Construcción "Rama 120 y 130"	28-SAL-SCC-07	28-SAL-SCC05.DWG



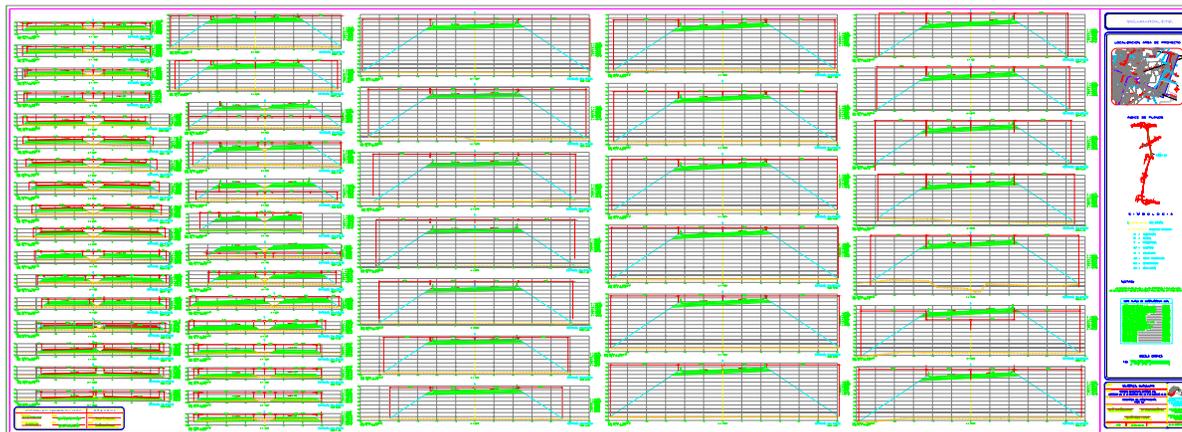
Planta general de Trazo y Constructiva Complementaria (Tramo 1) 02-SAL-PGT01.DWG



Plano de Perfiles (Rama 50) 12-SAL-PRS04.DWG



Plano de Secciones Niveladas (Tramo 1) 17-SAL-PSN04.DWG



Plano de Secciones de Construcción (Rama 50) 25-SAL-SCC04.DWG5

V.2. Señalamiento Horizontal y Vertical

El principal objetivo de este proyecto es el señalamiento horizontal y vertical, en particular es ayudar a garantizar la seguridad vial, tanto para automovilistas como para peatones a todo lo largo de las vialidades; procurar el ordenamiento de los movimientos predecibles de todo el tránsito y proporcionar información a los usuarios y una operación fluida en la corriente del tránsito.

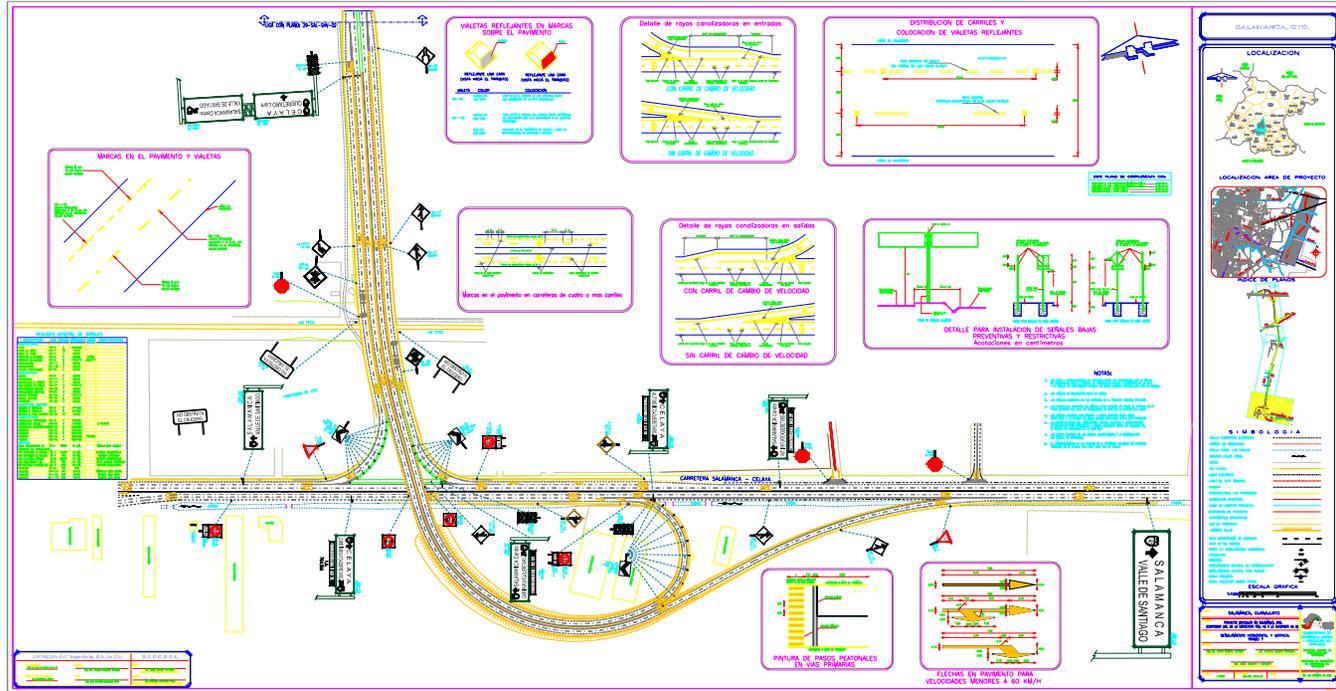
Los principios básicos que norman este proyecto así como el uso de los dispositivos de control de tránsito están tomados del “Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras” elaborado y aprobado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Gobierno del Distrito Federal (GDF), Departamento de Turismo, Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) y la Asociación Mexicana de Directores de Tránsito, A. C. En la ejecución de la obra el Constructor y el Supervisor deberán apegarse las Normas técnicas aquí referidas, para garantizar la seguridad vial.

Para ser llevado a cabo el proyecto de señalamiento horizontal y vertical de todas las vialidades en estudio se encuentran plasmadas en el plano siguiente:

No	DESCRIPCION	No. DE PLANO	ARCHIVO
1	Señalamiento Horizontal y Vertical (Tramo 1)	29-SAL-SHV-01	29-SAL-SHV01.DWG
2	Señalamiento Horizontal y Vertical (Tramo 2)	30-SAL-SHV-02	30-SAL-SHV02.DWG
3	Señalamiento Horizontal y Vertical (Tramo 3)	31-SAL-SHV-03	31-SAL-SHV03.DWG

A continuación se muestra el plano de Señalamiento Horizontal y Vertical (Tramo 1)

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**



Plano de Señalamiento Horizontal y Vertical (Tramo 1)

V.3. PROYECTO DEL PAVIMENTO.

De los resultados de la inspección visual y de las pruebas de laboratorio, la información de los volúmenes de tránsito y de las tasas de crecimiento anual del tránsito para determinar el número de aplicaciones de carga que recibirá el pavimento durante el período de análisis, se procedió a hacer el estudio de pavimentos.

Los datos que se obtuvieron de los pavimentos son los siguientes: tipo de superficie de rodamiento, condiciones actuales de la superficie de rodamiento, calificación de servicio actual, sondeo con extracción de muestras. Los cuales fueron complementados con otros datos, como la información de las actividades de los levantamientos topográficos y aforos vehiculares.

Una vez que se tuvo recopilada toda la información y analizados los datos, se evaluaron diversas soluciones de adecuaciones geométricas, cálculo de los espesores de pavimento, construcción de los pavimentos y mantenimiento rutinario.

Para una correcta interpretación del proyecto de pavimentos, se incluye un procedimiento constructivo con los lineamientos más importantes que se deberán de tomar en cuenta durante la construcción de la obra.

La descripción que se denota considera lo siguiente :

Corredor Vial

Subtramo	Inicia	Termina	Características
1	Carretera Federal 45	Camino de acceso a Bancos de material	Terracería
2	Camino de acceso a Bancos de Material	Autopista 45 " D "	Terreno Natural

Clasificación Actual (Índice de Servicio Actual).

Se obtuvo subjetivamente en los dos ejes del par vial en estudio y estuvo en función de la comodidad y/o seguridad que experimentó el usuario al transitar por el camino; se obtuvo el promedio de 5 observadores individualmente utilizando una escala del cero (0) al cinco (5) de esta forma:

4.1 – 5.0	Excelente
3.1 – 4.0	Bueno
2.6 – 3.0	Regular a bueno
2.1 – 2.5	Regular a malo
1.1 – 2.0	Malo
0.0 – 1.0	Muy malo

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

El recorrido se hizo en vehículos con buena suspensión, alineación y dirección; a la velocidad de operación promedio indicada por los señalamientos existentes, clasificando sub-tramos con longitudes hasta de 1 km. Se recorrió todo el camino en ambos sentidos. Las clasificaciones se registraron en los formatos ISA. El promedio general es por sentido. Los tramos homogéneos se determinaron agrupando los kilómetros con clasificaciones semejantes y localizados unos de otros.

Los resultados se indican a continuación:

Subtramo	Inicia	Termina	Características	I.S.A.
1	Carretera Federal 45	Camino de acceso a Bancos de material	Terracería	1.8
2	Camino de acceso a Bancos de Material	Autopista 45 D	Terreno Natural	-

Análisis Geotécnico

Los trabajos de gabinete consistieron en analizar los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio para formular conclusiones, recomendaciones y procedimientos constructivos.

Datos Generales

En los estudios de factibilidad se reportaron los resultados del estudio geotécnico. En ellas se incluye la clasificación y zonificación de los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), su utilización probable como materiales de terracerías, el tratamiento requerido para su empleo, sus coeficientes de variación volumétrica y su clasificación para presupuesto. Se proporcionan además los taludes recomendables tanto para los posibles cortes como para los terraplenes, así como las observaciones y recomendaciones generales de construcción.

Cálculo del Tránsito Equivalente Acumulado.

Utilizando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se analizó lo siguiente :

- Primeramente se calcularon las cargas equivalentes a 0, 15, 30 y 60 cm. de profundidad actuando en la estructura del pavimento, considerando etapas de proyecto a 10 años.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- A partir de lo anterior, se conocieron los espesores requeridos de las terracerías y pavimentos a partir del terreno natural, considerando valores de resistencia para cada capa, según los obtenidos en el laboratorio para cada banco y suelo natural respectivo.

Las características del tránsito referidos para el diseño del pavimento fueron:

- Calidad de la Vialidad.
- Tránsito diario promedio anual.
- Composición del Tránsito por tipos de vehículos.
- Peso de los vehículos cargados y vacíos.
- Incremento anual del tránsito.
- Número de aplicaciones.

Se analizaron diferentes vidas útiles o de proyecto, considerando lo siguiente:

Período de diseño
10 años

El tránsito equivalente o número de cargas estándar acumulado al final del período de análisis, requirió la determinación previa de los coeficientes de daño por eje y por vehículo.

Se consideraron los siguientes tipos de vehículos:

- A: Automóviles.
- B: Autobuses.
- C: Camiones y Trailers.

Los parámetros constantes de diseño fueron los siguientes:

% de incremento de tránsito= 3.1 %

Número de carriles en un sentido: 2

Coefficiente de carril de diseño: 0.40

Factor de proyección a futuro: $C_t = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$ 365

donde:

r = % de incremento de tránsito.

n= periodo de proyecto.

Análisis de los Materiales para Subrasante y Terreno de Cimentación.

Con el objeto de definir los parámetros para el diseño de la estructura de los pavimentos se tomaron en cuenta los resultados de las pruebas índice y mecánicas de laboratorio realizadas para muestras de los sitios explorados a lo largo del camino.

El material a emplear en la capa subrasante, deberá estar dentro de la normatividad vigente para tales casos y estará sujeto a lo establecido en la tabla anexa al final de este análisis de este subcapítulo. Al analizar los resultados de los ensayos que aparecen en la caracterización de materiales para terracerías, para estimar la resistencia, se consideraron diferentes condiciones como son: contenido natural de agua, estado de consistencia del suelo natural, o tránsito de proyecto y condiciones regionales.

Conforme a los análisis efectuados se pudo seleccionar un valor relativo de soporte de 20%. El material seleccionado para la capa subrasante se deberá compactar al 95% de la prueba AAHSTO estándar.

Cabe mencionar que el valor relativo de soporte obtenido en el terreno de cimentación fue de 20%, obtenido a través de una prueba de valor relativo de soporte estándar saturado.

Criterios de Diseño

El método empleado en este estudio es del Instituto de Ingeniería de la UNAM, versión informe 444.

Estructuración en Tramos de Terracería a nivel de terreno natural

Conforme a los análisis anteriores y considerando las características de la capa subrasante y base, se recomienda estructurar los pavimentos mediante la construcción conforme a la estructura que a continuación se describen, considerando una vida útil de 10 años.

De acuerdo a los datos de este estudio, los espesores teóricos necesarios serán los que se indican a continuación:

Tramos y áreas de ampliación de secciones geométricas :

Capa	Espesor (cm)
Carpeta de concreto asfáltico	10
Base hidráulica	30
Sub-base Hidráulica	20
Subrasante	30

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Area de Puentes

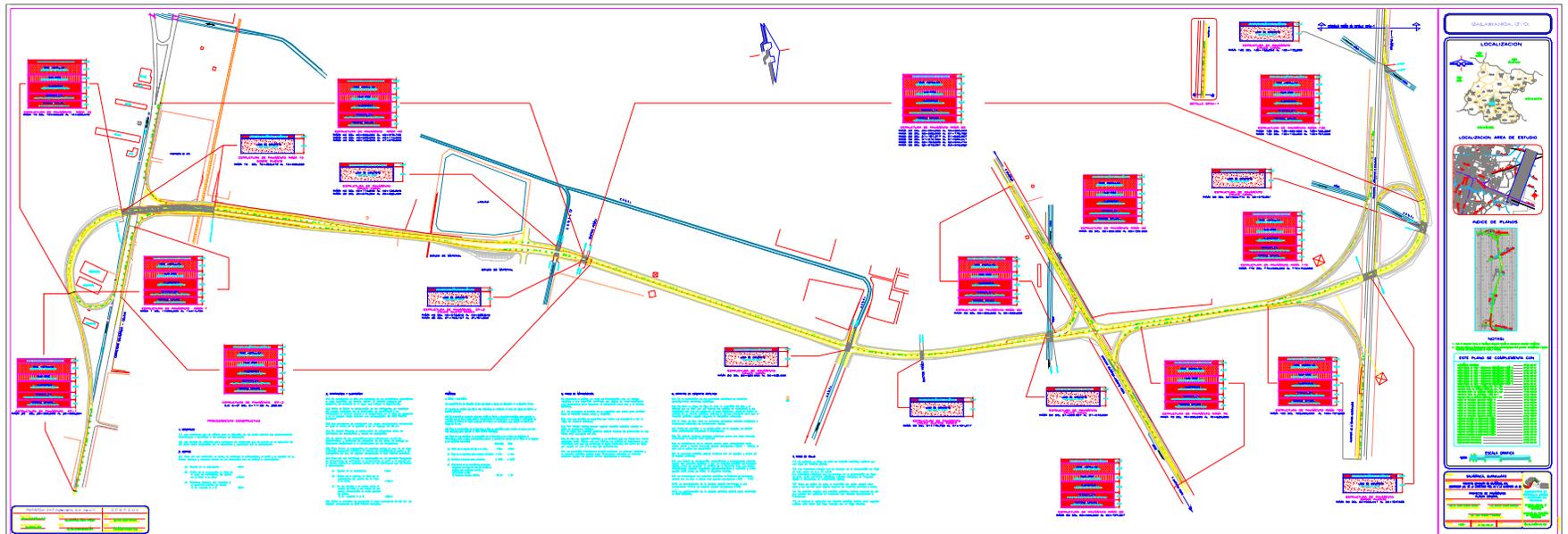
Capa	Espesor (cm)
Carpeta de concreto asfáltico	10
Superestructura	-

En el plano 31 – SAL – PAV01 se identifican las estructuras de pavimento.

ANEXO DE NORMA DE MATERIALES :

DENOMINACION DE LA CAPA	ESPESORES MINIMOS	CARACTERÍSTICAS		INDICE	
Carpeta	-	Concreto Asfáltico elaborado en Planta			
Base	20 cm	Granulometría (Bien Graduado)	100%	≤	38.1 mm
		Plasticidad	95%	>	074 mm
			LL	<	25 %
			IP	<	6 %
			EA	>	50 %
		Compactación	100%		AASHTO Modificada
		Calidad	V:R:S:	>	100 %
Sub Base	15 cm	Granulometría (Bien Graduado)	100 %	≤	38.1
		Plasticidad	85 %	>	0.1 mm
			LL	<	25 %
			IP	<	6 %
			EA	>	40 %
		Compactación	95 %		AASHTO Modificada
		Calidad	V:R:S:	>	60 %
Subrasante	40	Granulometría	100 %	<	76 mm
		Plasticidad	75 %	>	0.74 mm
			LL	<	30 %
			IP	<	10 %
		Compactación	100 %	± 2 %	AASHTO Estándar
		Calidad	V:R:S:	>	30 %
Capa Superior del Cuerpo de Terraplén	100 c. en Terraplenes 30 cm en Cortes	Granulometría (Compactable)	95 %	<	200 mm
			80 %	<	76 mm
			70 %	>	0.074 mm
		Plasticidad	LL	<	50 %
		Compactación	95	± 2 %	AASHTO Estándar
		Calidad	V:R:S:	>	20 %
Cuerpo del terraplén	H	Granulometría	100 %	<	1500 mm
			80 %	<	750 mm
			100%	<	0.5 H
		Plasticidad (Si Compactable)	LL	<	50 %
		Compactación o Acomodo	Bandeado o 90%	± 2 %	2%AASHTO Estándar
		Calidad (Si Compactable)	V:R:S:	>	5 %

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán



Proyecto de Pavimentos

V.4. Proyecto de Alumbrado

Alumbrado Público.

El objetivo fundamental de un alumbrado permanente en las vías públicas es crear un ambiente propicio durante la noche para vehículos o peatones con la finalidad de lograr una visión rápida y precisa, una comodidad a los usuarios además de un aspecto atractivo a las vías urbanas facilita la conservación de la ley y el orden, reduce accidentes nocturnos así como también facilita el flujo del tráfico; beneficiando a la comunidad en la intercomunicación y un posible incremento de zonas comerciales necesarias para las comunidades rurales.

Para el cálculo de la red de alimentación del alumbrado de vialidad, se requiere previamente el cálculo de las unidades de alumbrado.

Las unidades se determinan en base al nivel de iluminación que nos recomienda la Sociedad Mexicana de la Ingeniería de Iluminación, dicha recomendación para vialidad es de 8 – 10 luxes, con estas recomendaciones, aplicamos el método Lumen para una solución estimativa. La siguiente relación nos permite determinar el flujo necesario para iluminar las calles de acuerdo al nivel determinado.

$$F = \frac{E \times A}{C_m \times F_m} = \text{Lumen de donde:}$$

F = Flujo luminoso (Lumen necesario)

E = Nivel de Iluminación (Luxes)

A = Área promedio a iluminar (m²)

C_m = Coeficiente de utilización

F_m = Factor de mantenimiento.

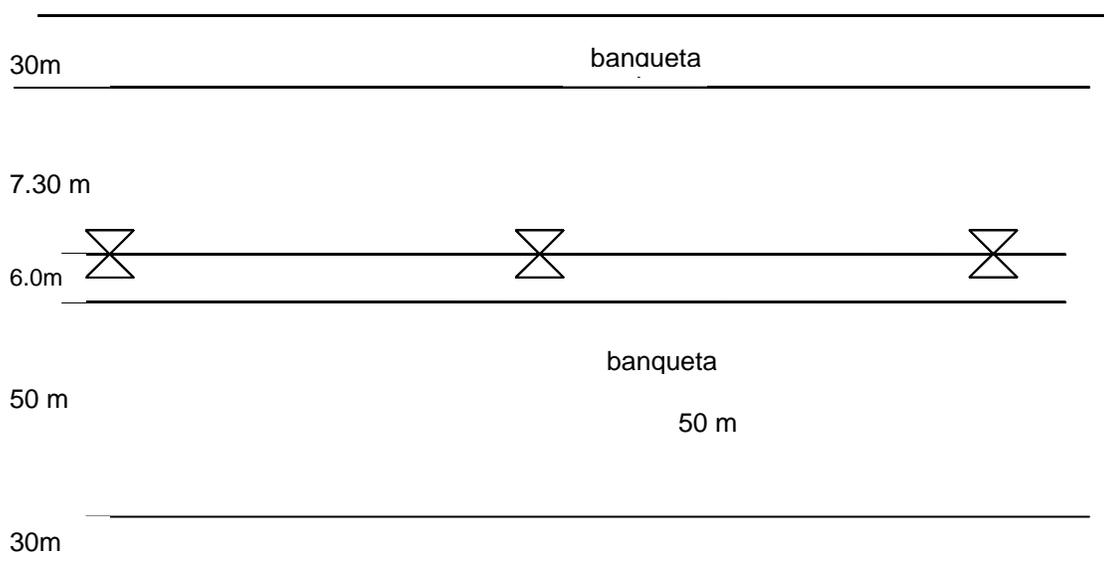
Para la aplicación de la relación anterior se necesita determinar el tipo de luminaria a ser utilizada ya que el C_m depende de la luminaria seleccionada.

Para este caso seleccionamos una luminaria tipo suburbana y se analizaron 2 modelos la HOV – 25 y la OB – 15 T con lámpara de vapor de sodio de alta presión de luz blanco amarillento propio para alumbrado público hasta 250m/w.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Se seleccionaron por su alto rendimiento y buen rendimiento cromático y con 24 000 Hrs de duración en condiciones normales de Voltaje.

Para determinar el coeficiente de utilización se toma en cuenta la siguiente figura.



De este croquis y de los datos de fabricante de las luminarias elegidas para los cálculos.

DATOS

Potencia de la lámpara	250 W.
Flujo luminoso	28,500 lumen
Altura de montaje	9 m.
Distancia entre luminarias aprox.	50 m.
Distancia transversal (lado calle y casa)	10.50 m.

Sustituyendo

$$\text{Relación} = \frac{\text{distancia transversal}}{\text{Altura de montaje}}$$

$$\text{Relación lado calle} = \frac{10.45}{9} = 1.16$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

$$\text{Relación lado casa} = \frac{3}{9} = 0.33$$

Con estos datos entramos en los datos técnicos de las luminarias (curva isolux anexa) y se obtiene.

$$C_m = 0.40 + 0.05 = 0.45$$

El factor de mantenimiento se obtiene del producto de la depreciación de la bombilla por la depreciación de la misma debido a la limpieza por datos de fabricantes la depreciación para vapor de sodio es 0.8 y el coeficiente de limpieza se recomienda un factor de 0.8 de donde.

$$F_M = 0.8 (0.8) = 0.64$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{10 \times 50 \times 10.5}{0.45 \times 0.64} = 16\,406 \text{ lumen}$$

De acuerdo con la luminaria preseleccionada un flujo de 28,500 lumen en base al cálculo realizado se requieren 16 406 lumen con el $\pm 10\%$ de tolerancia en base a las normas se encuentran dentro del rango requerido según la sociedad mexicana de Ingeniería de Iluminación el nivel luminoso medio horizontal (lumen /m²)

Para área urbana es de 20 lumen/m² y para tráfico intenso es de 40 lumen/m² para este cálculo tenemos un área de $50 \times 10.5 = 525 \text{ m}^2$ de donde

$$28,500/525 = 54.28 \text{ lumen/m}^2$$

Como se observa nuestro cálculo se encuentra dentro de los dos rangos.

Red de instalación eléctrica en B.T. para calcular la red de alimentación en baja tensión de alumbrado de vialidad, será en base a la cantidad y carga de watts de las luminarias a ser alimentados cada transformador se dividió en 2 circuitos como ejemplo se tomo el transformador N° 1 ubicado en Autopista Salamanca y entronque nueva vialidad.

DATOS

7 postes con 1 luminaria de 250 w. c/m.
y una torre con 12 luminarias de 1,000 w. c/ m

$$\text{Circuito N}^\circ 1 - \text{rama 1} = 7 \times 250 \times 1.25 = 2\,187\,50$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Circuito N° 2 – torre con $12 \times 1,000 \times 1.25 = 15,000.00$

Distancia del circuito N° 1 = 554 m

Distancia del circuito N° 2 = 120 m

Carga total = $2,187.5 + 15,000 = 17,187.5 \text{ w} / 85 / 1000 = 20.22 \text{ Kva}$

Transformador. Monofásico seleccionado 25 Kva

Selección del conductor

Circuito N° 1,500 w, 40.10 A

$$\text{Sec} = \frac{2 \times L \times I}{\text{En e\%}} = \frac{2 \times 120 \times 40.10}{127 \times 5} = 15.15 \text{ mm}^2$$

Con 15.15 mm^2 será con m cable N° 4

Comprobando la caída

$$\text{e \%} = \frac{2 \text{ I L}}{\text{En e\%}} = \frac{2 \times 40.10 \times 120}{220 \times 21.15} = 3.58 \%$$

El conductor N° 4 es el correcto para este circuito.

V.5. PROYECTOS HIDRÁULICOS

V.5.1. Agua Potable

Período de Diseño

El período de diseño queda establecido por el intervalo de tiempo donde la obra llega a su nivel de saturación, debiendo ser menor que la vida útil, su estimación está en función de dos factores fundamentales; aspecto económico, de acuerdo con el costo del dinero, y el dimensionamiento de las obras en periodos de corto plazo, siendo los que fijan la óptima planeación del sistema.

El Proyecto Ejecutivo Vial de la Ciudad de Salamanca, Estado de Guanajuato, considera incorporar dentro de su trazo, la infraestructura necesaria siendo esta de proyecto en un 100%, debido a las condiciones donde se localiza el trazo, siendo un trazo nuevo, donde no existe infraestructura, solo algunos asentamientos de casas de hacienda o pequeños ranchos, algunos núcleos pequeños de población aislados. Por lo tanto, el abastecimiento de Agua Potable, y los sistemas de Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial, son instalaciones nuevas que deberán incorporarse en el trazo del proyecto de vialidad a fin de satisfacer las demandas de los servicios en el período inmediato y futura de los nuevos asentamientos que se presentaran en la zona, conforme nuevo plan parcial de desarrollo en la zona.

Las redes de distribución primaria y secundarias, así como la red de atarjeas, se diseñaron conforme las necesidades, adoptando esquemas de distribución, y eliminación de aguas negras y pluviales, conforme las condiciones de la zona, de acuerdo con un análisis y evaluación de la información disponible, y en consecuencia algunos criterios para definir esquemas y trayectorias de las tuberías que conforman cada proyecto.

El período de diseño deberá satisfacer los factores recomendados en el Manual de Normas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), para la red de distribución y la red de atarjeas, objetivo principal del presente estudio y proyecto, los cuales se indican a continuación.

- a)** La vida útil de la infraestructura existente y de las nuevas tuberías que serán incorporadas al proyecto, contemplando un régimen permanente en el mantenimiento y operación de las instalaciones que integran los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario existentes, se estima de 15 a 40 años y de 15 a 30 años, respectivamente.

Conforme lo indicado en el Manual de Normas de la C.N.A., se establece una vida útil para la red de distribución primaria de 20 a 40 años, y en el caso de la red secundaria de 15 a 30 años. En el caso de Drenaje

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Sanitario, se define una vida útil de la red de atarjeas de 15 a 30 años, y para colectores de 20 a 40 años.

- b)** La Población de Proyecto a la cual se le proporcionarán los servicios mencionados, considerando recuperar la inversión ejercida de las obras a realizar, contempladas dentro del período económico de diseño.

El período económico de diseño, conforme lo recomendado en el Manual de Normas de la C.N.A., se encuentra muy ligado con el aspecto financiero y los flujos de efectivo, siempre que sea factible diferir las inversiones en el mayor tiempo posible, contemplando proyectos modulares, de acuerdo con el costo del dinero en el mercado.

En este caso particular, de acuerdo con el plan y alcances del Proyecto Ejecutivo Vial en la Ciudad de Salamanca; estado de Guanajuato, dentro del corto plazo se considera realizar la introducción de la línea principal de abastecimiento de agua potable, a la zona de referencia, e incorporar el colector sanitario, y/o en su caso la construcción de los cruces de tubería con las infraestructura de pavimentos y rodamiento de la vialidad del drenaje sanitario y pluvial. Por lo tanto, las inversiones a ejercer para la incorporación de las instalaciones requeridas se realizarán dentro del período inmediato.

Los periodos de diseño para los diferentes elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, recomendados por el Manual de Normas de la C.N.A., son para redes de distribución primaria y de colectores es de 20 a 40 años, y en el caso de la red secundaria y de la red de atarjeas es a saturación. En este caso se trata de redes primarias y colectores.

Considerando los periodos de diseño recomendados en el Manual de Normas de la C.N.A., el tipo de obras a realizar, siendo una infraestructura nueva, donde no se tienen instalaciones existentes, y considerando la prioridad de ejecución de estas por tratarse de líneas primarias de abastecimiento y colectores, el período de diseño en promedio para el Proyecto Vehicular Ciudad de Salamanca, es de 30 años.

Período de Diseño = 30 años.

(*) Para efectos de la presente Memoria Descriptiva del Proyecto, se indicará como Manual de Normas de la C.N.A., al Manual de Normas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).

Población de Proyecto.

La determinación de la población de proyecto o población futura es la base, a partir de la cual se determinan los cálculos para obtener los gastos de diseño y en consecuencia los diámetros de las tuberías a emplear, considerando en este aspecto, la planeación del sistema de abastecimiento de Agua Potable, Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

En este caso no existe infraestructura Hidráulica, de Drenaje Sanitario y Pluvial sobre el trazo del proyecto de Vialidad, por lo cual la incorporación de la infraestructura básica, es totalmente nueva. Los puntos de abastecimiento de Agua Potable y los sitios de descarga para el Drenaje Sanitario fueron proporcionados por el Organismo Operador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Salamanca, en cuanto a las descargas del drenaje pluvial por obvias razones se realizan hacia el cauce de los canales que se localizan cerca al trazo de vialidad, de acuerdo con las condiciones topográficas de la zona.

Es importante mencionar que el plan de desarrollo urbano de la Ciudad de Salamanca no contempla algún desarrollo o crecimiento en la zona, con excepción de una franja de terreno sobre la carretera Federal Libre No. 45 (Celaya-Salamanca), en donde se considera un uso de suelo de tipo industrial, siendo un Plan Parcial de Desarrollo Industrial denominado "Parque Industrial Salamanca 2002".

Esta situación propicia no tener en forma concreta los alcances y usos de suelo, de las diferentes áreas que se encuentran cercanas al eje de trazo del proyecto de vialidad, y debido a las condiciones que por si mismo se derivan de la apertura de una nueva vialidad, se presentaran crecimientos de población inmediatos y explosivos a lo largo de las dos aceras que conforman la vialidad. Por lo tanto se recomienda al departamento de Desarrollo Urbano Municipal, establecer los lineamientos y definición de uso de suelo para las diferentes áreas que se localizan cerca de la vialidad, a efectos de ordenar los crecimientos urbanos y tipificar el uso de suelo para vivienda, y desarrollo Industrial.

Debido a los sitios indicados para el abastecimiento de agua potable, en el planteamiento del proyecto se consideran **dos zonas** con líneas de alimentación independientes. Así también para este caso se considera un área de influencia para cada una de las zonas, y se definen porcentajes de área para cada una de los posibles asentamientos y/o actividades que se tendrán dentro del período económico de diseño y/o a saturación de posibles crecimientos a futuro.

Por lo tanto la estimación de la población de proyecto, se realizó de la única forma posible, estando en función de la densidad de población en áreas de habitación y/o de participación en áreas industriales, referidos a los porcentajes estimados de uso de suelo en cada una de las zonas de abastecimiento.

A continuación se indican los esquemas del área de influencia estimada, porcentajes de uso de suelo, y gastos de diseño para cada una de las zonas de abastecimiento.

ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 2

Q.m.h. = 70.27 lps.

AREA DE PROYECTO =
2208093 M²=221.00 HAS.

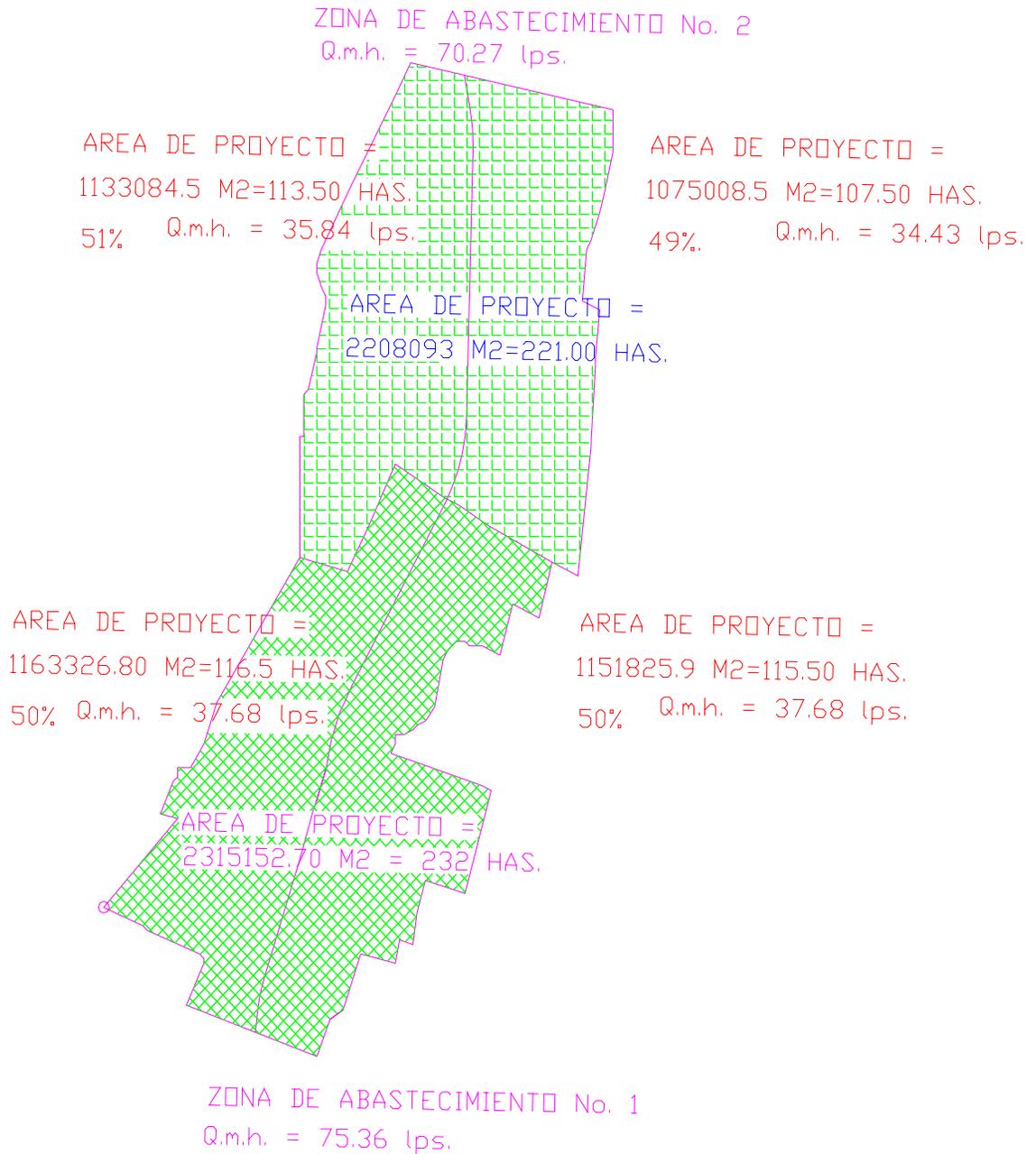
AREA DE PROYECTO =
2315152.70 M² = 232 HAS.

ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 1

Q.m.h. = 75.36 lps.

CROQUIS No. 1 >>> ZONAS DE ABASTECIMIENTO.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**



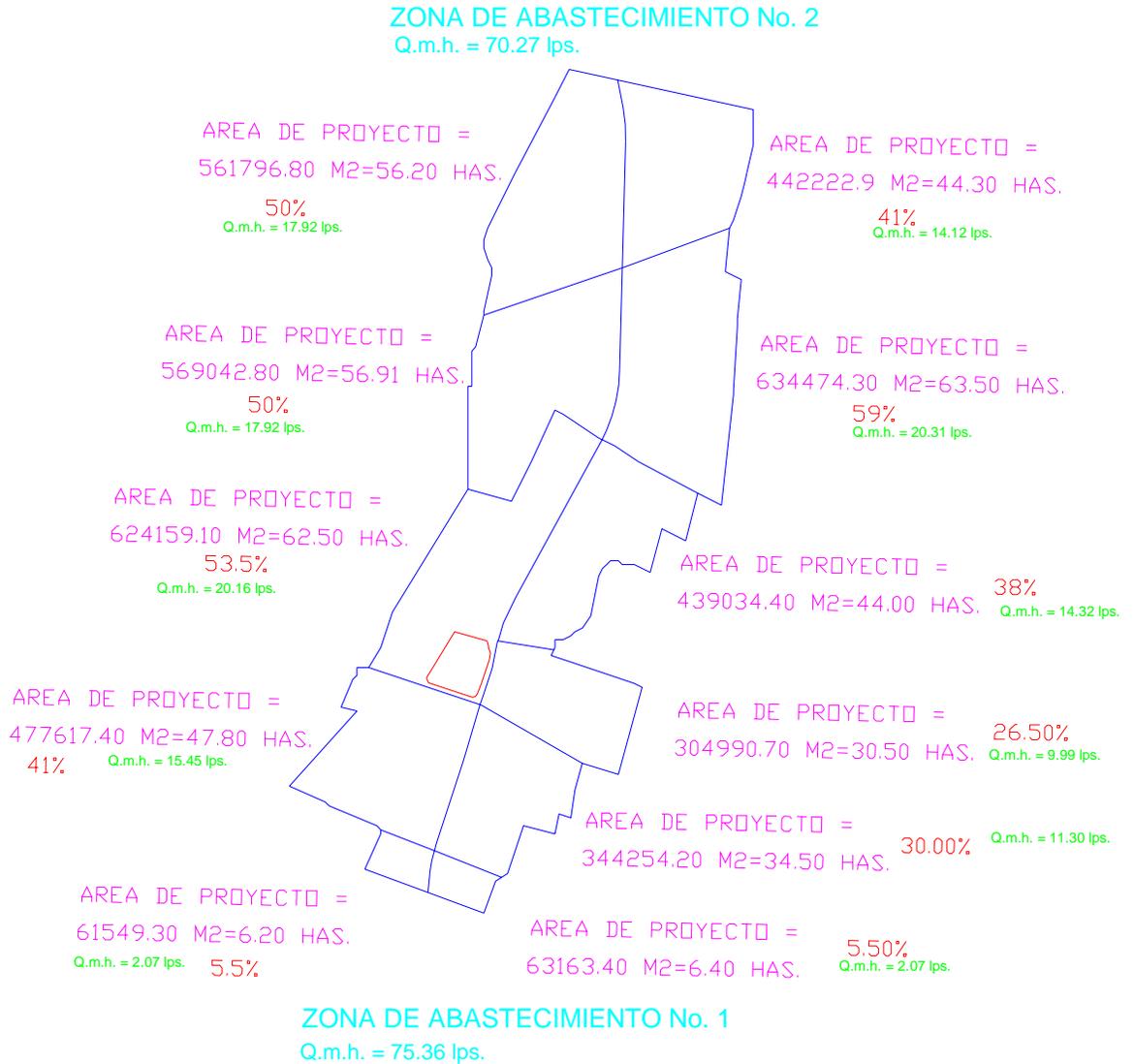
**CROQUIS No. 2 >>> PORCENTAJES DE ABASTECIMIENTO SEGÚN
ÁREAS DE INFLUENCIA.**

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

A continuación se indican los porcentajes y las hectáreas que definen cada una de las zonas de abastecimiento.

DATOS DE PROYECTO	PORC.	HECTAREAS	UNIDAD
<i>USOS DEL SUELO</i>			
ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 2			
AREA DE SERVICIOS		221	
HABITACIONAL DENSIDAD BAJA	8%	18.00	
HABITACIONAL DENSIDAD MEDIA	8%	18.00	
EQUIPAMIENTO Y AREAS VERDES	6%	13.00	
INDUSTRIA LIGERA (MICRO Y PEQUEÑA INDUSTRIA)	12%	27.00	
INDUSTRIA MEDIANA	16%	35.00	
INDUSTRIA PESADA	4%	9.00	
COMERCIAL Y DE SERVICIOS	5%	11.00	
USO AGRICOLA Y BALDIOS	15%	33.00	
VIALIDADES Y DERECHOS DE VIA	26%	57.00	
	100%	221.00	
ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 1			
AREA DE SERVICIOS		232	
HABITACIONAL DENSIDAD BAJA	6%	14.00	
HABITACIONAL DENSIDAD MEDIA	5%	12.00	
EQUIPAMIENTO Y AREAS VERDES	5%	12.00	
INDUSTRIA LIGERA (MICRO Y PEQUEÑA INDUSTRIA)	2%	5.00	
INDUSTRIA MEDIANA	15%	35.00	
INDUSTRIA PESADA	17%	39.00	
COMERCIAL Y DE SERVICIOS	6%	14.00	
USO AGRICOLA Y BALDIOS	12%	28.00	
MINAS DE ARENA Y LAGO	6%	14.00	
VIALIDADES Y DERECHOS DE VIA	26%	60.00	
	100%	233.00	
POBLACION ESTIMADA			
HABITACIONAL DENSIDAD BAJA		150	HAB./HA.
HABITACIONAL DENSIDAD MEDIA		250	HAB./HA.
EQUIPAMIENTO Y AREAS VERDES		200	ALUM./HA.
INDUSTRIA LIGERA (MICRO Y PEQUEÑA INDUSTRIA)		50	TRAB./HA
INDUSTRIA MEDIANA		150	TRAB./HA
INDUSTRIA PESADA		250	TRAB./HA
COMERCIAL Y DE SERVICIOS		200	TRAB./HA

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**



CROQUIS No. 3 >>> GASTOS EN FUNCION DE LA DIVISION DE ÁREAS.

De acuerdo con los datos registrados y los porcentajes estimados de uso de suelo se obtiene una población de proyecto, donde se integra una población fija referente a los asentamientos humanos que se presentan en las áreas destinadas para uso de suelo habitacional, y una población flotante estimada para los sectores donde se instalaran empresas de servicios e industrias micro y pequeña empresa, así como industria mediana y la incorporación en algunas zonas de la industria pesada, como se establece en el plan Parcial "Parque Industrial Salamanca 2002".

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Las poblaciones de proyecto para el período de diseño, y que están en relación con los aspectos antes referidos, son los que a continuación se indican:

DETERMINACION DE LA POBLACION DE PROYECTO.

AGUA POTABLE:

Zona No. 2

Uso de suelo	Has.	Hab./Ha	No. Habitantes
Habitacional densidad baja	18.00	150.00	2700.00
Habitacional densidad media	18.00	250.00	4500.00
Equipamiento	13.00	200.00	2600.00
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	27.00	50.00	1350.00
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00
Industria Pesada	9.00	250.00	2250.00
Comercial y de servicios	11.00	200.00	2200.00
			20850.00

Zona No. 1

Uso de suelo	Has.	Hab./Ha	No. Habitantes
Habitacional densidad baja	14.00	150.00	2100.00
Habitacional densidad media	12.00	250.00	3000.00
Equipamiento	12.00	200.00	2400.00
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	5.00	50.00	250.00
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00
Industria Pesada	39.00	250.00	9750.00
Comercial y de servicios	14.00	200.00	2800.00
			23450.00

ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 2

Población de Proyecto estimada (año 2033): 20,850 Habitantes.

ZONA DE ABASTECIMIENTO No. 1

Población de Proyecto estimada (año 2033): 23,450 Habitantes.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Dotación

Dadas las condiciones físicas y climatológicas de la zona en estudio, y conforme datos proporcionados por el Organismo operador de Agua Potable de la Ciudad de Salamanca, y de acuerdo con datos estadísticos que permiten determinar el consumo per capita en función de los usos y aplicaciones que se da al suministro de agua potable. La clasificación general de consumo, determinada por el uso domestico de tipo: residencial, medio y popular; hasta el uso no domestico: subdividido en comercial, industrial y servicios públicos; el industrial se divide en dos subtipos, de servicios y de producción.

La falta de datos, y cumpliendo con la normatividad establecida, a efectos de determinar la dotación conforme las recomendaciones que indica el Manual de Normas de la C.N.A., en tabla No. 16 Tabla de Consumos domésticos per capita (ref. 3), y una vez conocido el tipo de clima prevaleciente, definido por ser semiseco semicalido (BS1h), y clase socioeconómica tipo medio y medio alto, nivel de vida de los habitantes actualmente establecidos en la zona.

Por lo anterior tenemos que las recomendaciones del Manual de Normas de la C.N.A, y conforme los datos de clima y clase social, se tiene que la Dotación es de 205 Lts./Hab./Día.

No habiendo otro valor de dotación adoptado por el Sistema Municipal de Aguas (SIMA), se considera que la Dotación será la que se indica en el Manual de Normas de Proyecto, siendo de:

Dotación = 205 Lts./Hab./Día.

Otras dotaciones que se tomaron en cuenta para el abastecimiento de aguas a otro tipo de actividades en términos promedio son los que se indican en la siguiente tabla:

DOTACIONES

HABITACIONAL DENSIDAD BAJA	205 LTS./HAB./DIA
HABITACIONAL DENSIDAD MEDIA	205 LTS./HAB./DIA
EQUIPAMIENTO Y AREAS VERDES	25 LTS./ALUM./DIA
INDUSTRIA LIGERA (MICRO Y PEQUEÑA INDUSTRIA)	100 LTS./EMPL./DIA
INDUSTRIA MEDIANA	120 LTS./EMPL./DIA
INDUSTRIA PESADA	150 LTS./EMPL./DIA
COMERCIAL Y DE SERVICIOS	50 LTS./EMPL./DIA

Coefficientes de Variación.

Los coeficientes de variación que se establecen para los requerimientos de agua potable de un sistema de distribución, se deben principalmente a que las demandas no son constantes durante todo el año, día u hora, y sufren una variación diaria y horaria.

La importancia de la aplicación de los coeficientes de variación para la obtención de los gastos de diseño, y debido a la falta de información relacionada para definir esa variación diaria y horaria, mediante la aplicación de un estudio de demandas en la zona de abastecimiento, se procederá de la manera siguiente:

La C.N.A., mediante un modelo de análisis de la información, donde determina la variación de consumo por hora y por día durante un período representativo, a partir de la relación aportación - demanda, esto es: régimen de aportación hacia los tanques de regularización y las demandas en la red de distribución, en forma horaria y diaria, establece en su Manual de Normas los valores promedio, y que a continuación se indican:

$$\text{Coeficiente de Variación Diaria} = (\text{C.V.d}) = 1.40$$

$$\text{Coeficiente de Variación Horaria} = (\text{C.V.h}) = 1.50$$

Determinación de los Gastos de Diseño.

El cálculo de los gastos de diseño del Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable, es el resultado de los datos básicos de proyecto, permitiendo de esta manera determinar el dimensionamiento y las condiciones de diseño para las instalaciones y obras hidráulicas que son necesarias incorporar en los tramos que corresponden al proyecto de vialidad.

Los gastos de diseño para cada una de las zonas de abastecimiento se presentan a continuación, integrando las áreas estimadas de uso de suelo, las dotaciones para cada una de las actividades que se presentan. A continuación se indican los gastos de diseño para cada zona:

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

DETERMINACION DE LOS GASTOS DE DISEÑO
AGUA POTABLE:

Zona No. 2

Uso de suelo	Has.	Hab. /Ha	No. Hab.	Dotación	Q.m.a .	C.v. d.	Q.m.d .	C.v. h.	Q.m. h
Habitacional densidad baja	18	150	2700	205.00	6.41	1.40	8.97	1.50	13.46
Habitacional densidad media	18	250	4500	205.00	10.68	1.40	14.95	1.50	22.43
Equipamiento	13	200	2600	25.00	0.75	1.40	1.05	1.50	1.58
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	27	50	1350	100.00	1.56	1.40	2.18	1.50	3.27
Industria Mediana	35	150	5250	125.00	7.60	1.40	10.64	1.50	15.96
Industria Pesada	9	250	2250	150.00	3.91	1.40	5.47	1.50	8.21
Comercial y de servicios	11	200	2200	100.00	2.55	1.40	3.57	1.50	5.36
									70.27
			20850		33.46		46.83		7

Zona No. 1

Uso de suelo	Has.	Hab. /Ha	No. Hab.	Dotación	Q.m.a .	C.v. d.	Q.m.d .	C.v. h.	Q.m. h
Habitacional densidad baja	14	150	2100	205	4.98	1.40	6.97	1.50	10.46
Habitacional densidad media	12	250	3000	205	7.12	1.40	9.97	1.50	14.96
Equipamiento	12	200	2400	25	0.69	1.40	0.97	1.50	1.46
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	5	50	250	100	0.29	1.40	0.41	1.50	0.62
Industria Mediana	35	150	5250	125	7.60	1.40	10.64	1.50	15.96
Industria Pesada	39	250	9750	150	16.93	1.40	23.70	1.50	35.55
Comercial y de servicios	14	200	2800	100	3.24	1.40	4.54	1.50	6.81
									75.36
			23450		35.87		50.23		6

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Es importante mencionar que el Proyecto de abastecimiento de Agua Potable, se considera líneas de alimentación para cada una de las zonas, Dejando Ramas que se derivan en ambos lados del eje de trazo de la vialidad, esto con el propósito de dejar las preparaciones necesarias, con diámetros adecuados conforme las áreas de influencia, y los gastos parciales en cuanto a los porcentajes de área.

De esta forma se esta en condiciones de satisfacer las necesidades de gasto de las diferentes tipos de asentamiento que se presenten en cada una de las zonas, además de que estas condiciones previstas deberán ser aterrizadas mediante un programa parcial de crecimiento urbano para toda la zona oriente. Este estudio estará a cargo de Desarrollo urbano del Municipio a fin de determinar y autorizar el uso de suelo en las zonas de referencia.

Con esta visión se determina que la incorporación de la tubería de alimentación dentro del trazo del proyecto de vialidad, será de construcción inmediata, dejando los disparos de tubería hacia cada una de las zonas parciales, y que en un futuro conforme las condiciones de crecimiento, se realice la incorporación de circuitos y/o líneas abiertas que conformaran la red de distribución.

Cálculo de los Gastos de Diseño.

El calculo de los gastos de diseño quedan definidos según indica Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., el cual establece la aplicación de las expresiones convencionales, y a las que a continuación se hacen referencia, tomando como base los datos de proyecto que han sido evaluados y revisados en los incisos anteriores, así como las notas que corresponden, siendo la población de proyecto, dotación y coeficientes de variación diaria y horaria.

La definición de los gastos globales de diseño, de acuerdo con la población de proyecto estimada para los tramos del proyecto de vialidad, queda determinado por medio de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} & \text{GASTO MEDIO ANUAL (Q.m.a.)} \\ & \text{Q.m.a.} = \frac{(\text{Población de Proyecto}) \times (\text{Dotación})}{(\text{No. de segundos de un día}).} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{GASTO MAXIMO DIARIO (Q.m.d.)} \\ & \text{Q.m.d.} = (\text{Q.m.a}) \times (\text{C.V.d.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{GASTO MAXIMO HORARIO (Q.m.h.)} \\ & \text{Q.m.h.} = (\text{Q.m.d.}) \times (\text{C.V.h.}) \end{aligned}$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Los gastos de diseño de los tramos que corresponden al trazo del proyecto de vialidad, sirven solo como referencia para definir en forma tentativa el dimensionamiento y el cálculo hidráulico de las tuberías que deberán incorporarse y/o modificarse al sistema de abastecimiento de agua potable, y son los que a continuación se indican:

Datos básicos de proyecto:

Población de Proyecto (año 2033)

Zona No. 2						
No. Habitantes	Dotación	Q.m.a.	C.v.d.	Q.m.d.	C.v.h.	Q.m.h.
2700.00	205.00	6.41	1.40	8.97	1.50	13.46
4500.00	205.00	10.68	1.40	14.95	1.50	22.43
2600.00	25.00	0.75	1.40	1.05	1.50	1.58
1350.00	100.00	1.56	1.40	2.18	1.50	3.27
5250.00	125.00	7.60	1.40	10.64	1.50	15.96
2250.00	150.00	3.91	1.40	5.47	1.50	8.21
2200.00	100.00	2.55	1.40	3.57	1.50	5.36
20850.00		33.46		46.83		70.27

Zona No. 1						
No. Habitantes	Dotación	Q.m.a.	C.v.d.	Q.m.d.	C.v.h.	Q.m.h.
2100	205	4.98	1.40	6.97	1.50	10.46
3000	205	7.12	1.40	9.97	1.50	14.96
2400	25	0.69	1.40	0.97	1.50	1.46
250	100	0.29	1.40	0.41	1.50	0.62
5250	125	7.60	1.40	10.64	1.50	15.96
9750	150	16.93	1.40	23.70	1.50	35.55
2800	100	3.24	1.40	4.54	1.50	6.81
23450		35.87		50.23		75.36

En función del Gasto Máximo Horario se determina el diámetro tentativo aplicando algunas de las expresiones que a continuación se indican:

a).- **Expresión de Deput:** $D = 1.2 - 1.5 \sqrt{(Q)}$.

Donde:

D = Diámetro determinado en pulgadas.

Q = Gasto máximo instantáneo en l.p.s.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

b).- **Expresión de la continuidad:** $Q = (A) (V)$
Despejando se tiene:

$$D = \sqrt{(4 \times Q) / (\pi \times V)}$$

Donde :

D = Diámetro en metros.

Q = Gasto máximo instantáneo en m³/seg.

V = Velocidad media estimada en m/seg.

Sustituyendo conforme el gasto máximo Horario, se tiene:

a1).- Expresión de Deputit: $D = 1.2 - 1.5 \sqrt{(70.27)}$.

$$D = 1.30 \sqrt{(70.27)}$$

$$D = 10.90 \text{ " } = 10 \text{ y } 12 \text{ " } = (254 \text{ y } 305 \text{ mm.})$$

a2).- Expresión de Deputit: $D = 1.2 - 1.5 \sqrt{(75.36)}$.

$$D = 1.30 \sqrt{(75.36)}$$

$$D = 11.29 \text{ " } = 12 \text{ " } = (305 \text{ mm.})$$

Donde:

D = Diámetro determinado en pulgadas.

Q = Gasto máximo Horario en l.p.s.

Por lo tanto el diámetro tentativo para la tubería de proyecto sería:

<i>CON GASTO MAXIMO HORARIO</i>							
Zona No. 2	DIA	70.2	8.38272032	10.8975364	PULGADA	UNA TUBERIA DE	
	M.	7	2	2	12 S	12"	
Zona No. 1	DIA	75.3	8.68101376	11.2853179	PULGADA	UNA TUBERIA DE	
	M.	6	6	6	12 S	12"	

Sustituyendo conforme el gasto máximo Horario, se tiene:

b1).- Expresión de la continuidad: $Q = (A) (V)$
Despejando se tiene:

$$D = \sqrt{(4 \times Q) / (\pi \times V)}$$

$$D = \sqrt{(4 \times 0.07027) / (\pi \times 1.50)}$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

$D = 0.245 \text{ m.} = 245 \text{ mm.} = 254 \text{ mm.}$ (diámetro comercial). = 10" de diam.

b2).- Expresión de la continuidad: $Q = (A) (V)$

Despejando se tiene:

$$D = \sqrt{(4 \times Q) / (\pi \times V)}$$

$$D = \sqrt{(4 \times 0.07536) / (\pi \times 1.50)}$$

$D = 0.252 \text{ m.} = 252 \text{ mm.} = 254 \text{ mm.}$ (diámetro comercial). = 10" de diam.

Donde:

D = Diámetro en metros.

Q = Gasto máximo Horario en m³/seg.

V = Velocidad media estimada en m/seg.

Por lo tanto en ambos casos el diámetro requerido para distribuir el gasto en los tramos del proyecto de vialidad es de 254 mm. (10") de diámetro.

En este caso los diámetros tentativos pueden variar en función de las pérdidas de la longitud de tubería en cada tramo y las pérdidas de carga por fricción, a efectos de equilibrar en cuanto a las cargas disponibles en los cruces cercanos a las dos zonas de abastecimiento.

El método empleado para la determinación de las pérdidas de carga por fricción son las recomendadas en el Manual de Normas de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A), mediante la aplicación de la ecuación de **Darcy - Weisbach**. Empleando para él calculo y determinación de las pérdidas de carga, el coeficiente de fricción (f), apoyado con la obtención del **Número de Reynolds**, relacionando Velocidad Media del conducto, Diámetro y Viscosidad cinemática del agua. Este coeficiente se puede obtener mediante el empleo de la **Ecuación de Guerrero o de Swane y Jain**.

La primera se basa en dos variables, datos que se establecen para ciertas condiciones de acuerdo con el valor que se obtuvo del Número de Reynolds, considerando además la rugosidad y diámetro de la tubería de proyecto. La segunda establece valores constantes para los dos primeros datos definidos como variables, integrando la rugosidad, diámetro y número de Reynolds.

Mediante el empleo de estas ecuaciones se determina el valor de las pérdidas de carga por fricción, para las tuberías nuevas o de proyecto.

Ecuación de Darcy - Weisbach.

$$HF = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Donde:

HF = Perdida de carga por fricción en metros.

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

D = Diámetro de interior del tubo en metros.

V = Velocidad media del conducto en m./seg.

El coeficiente de fricción se determina mediante el empleo de la siguiente ecuación:
Ecuación de Guerrero:

$$f = \frac{0.25}{\left[\text{Log.} \left\{ \frac{(E/D)}{3.71} + \frac{G}{\text{Re}^T} \right\} \right]^2}$$

Donde :

f = coeficiente de fricción (adimensional).

E = rugosidad en mm.

D = Diámetro interior de la tubería en metros.

G y T = variables en función del valor del numero de Reynolds.

Re = Numero de Reynolds.

Los valores de G y T son:

G = 4.555 y T = 0.8764 para 4000 < Re < 1000000

G = 6.732 y T = 0.9104 para 1000000 < Re < 3000000

G = 8.982 y T = 0.9300 para 3000000 < Re < 1000000000

La Ecuación de Swane y Jain :

$$f = \frac{0.25}{\left[\text{Log.} \left\{ \frac{(E/D)}{3.71} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.90}} \right\} \right]^2}$$

Donde :

f = coeficiente de fricción (adimensional).

E = rugosidad en metros

D = Diámetro interior de la tubería en metros.

Re = Numero de Reynolds.

Como complemento de los cálculos, y para determinar la velocidad media, es necesario emplear la expresión de Continuidad, tomando como base el área de la tubería empleada y el gasto de diseño correspondiente al tramo.

La expresión es la que se indica a continuación:

$$Q = (A) \times (V)$$

donde:

$$V = \frac{(Q)}{(A)}$$

siendo:

Q = Gasto del flujo en el conducto, expresado en m³/seg.

V = Velocidad de flujo en m/seg.

A = área del conducto en m².

Línea de Alimentación.

El Proyecto de la Línea de Alimentación de Agua Potable a las zonas de abastecimiento, es una instalación que será nueva al 100% dejando como base los disparos en cruces con la vialidad y las preparaciones necesarias para cada uno de los lados que se localizan sobre el eje de trazo de la vialidad de proyecto.

El gasto de diseño tomado como base para establecer los diámetros de la tubería requerida, es el gasto máximo horario, con este gasto se realiza el diseño de las tuberías de la red de distribución.

Las preparaciones que se dejan en el cruce con la vialidad, tienen por objetivo evitar la demolición futura del pavimento, y continuar conforme el desarrollo urbano y el crecimiento de asentamientos humanos, de industrias y de servicios, incorporar una red de distribución que proporcione los servicios de abastecimiento de Agua Potable suficiente y adecuada en los términos inmediatos y futuros en el período de diseño.

El cálculo hidráulico de las líneas de alimentación se define a partir de la carga disponible en los puntos de abastecimiento proporcionados por el organismo operador del sistema de Agua Potable. Para lo cual en los planos se indican las cargas disponibles en los cruceros de proyecto.

Algunos aspectos generales de criterio común, que fueron tomados en cuenta en la planeación de la Línea de Alimentación, de acuerdo con los esquemas que integran la red de distribución existente, según el trazo del Proyecto de "Par Vial Alejo González – Ramón Cepeda del libramiento Bordo Norte – Av. Fausto Z. Martínez", son:

- A) Otro aspecto en la planeación de los tramos que se integran en el Trazo de la Vialidad, es preservar el mayor tiempo posible la carpeta asfáltica

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

que deberá integrar la superficie de rodamiento, evitando el deterioro del pavimento a causa de las rupturas y demoliciones que pudieran presentarse con motivo de la introducción de tomas domiciliarias, reparaciones y/o mantenimiento de las tuberías.

- B) Se indican válvulas de proyecto en algunas prolongaciones de tubería, a efecto de permitir el cierre para control en el abastecimiento de agua potable o en caso de alguna reparación de la red de distribución.
- C) Se incluye una línea de intercomunicación entre las dos líneas de abastecimiento de las dos zonas, por lo que se mantendrá la válvula normalmente cerrada, solo será abierta en los casos en que por alguna razón no pudiera tenerse el suministro de agua potable en algunas de las zonas. Las cargas disponibles en estos puntos de la interconexión de sistemas, se encuentran equilibrados en más menos 10%.

La línea de alimentación que se considera dentro del planteamiento del proyecto de vialidad de la carretera Federal 45 a la Autopista 45 D, incluyendo las tuberías de cruce con instalaciones importantes y canales de cruce, tiene una longitud total de 7328.00 mts. Tomando como base las dos zonas de abastecimiento.

A continuación se indica la tabla de las tuberías que se incorporan en el proyecto, de acuerdo con las zonas de abastecimiento, y el tipo de materiales en función de los diámetros y cruces con estructuras importantes.

Es necesario comentar que por la cercanía de la Refinería de Salamanca, con el trazo de la vialidad se localizan dos zonas donde existe un cruce de un bloque de tuberías de PEMEX de diversos diámetros y con diferentes sustancias en su conducción. Por lo cual se definieron juntas técnicas de trabajo con personal técnico calificado de la Dependencia, y se lograron acuerdos sobre las normas y medidas de prevención, protección, conservación y manejo de áreas mínimas requeridas para su mantenimiento.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

CANTIDADES DE TUBERIA (ZONA 1)	
RED DE ALIMENTACION (TUBERIA DE PROYECTO)	
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 50 mm. (2") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	270.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 76 mm. (3") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	80.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 100 mm. (4") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	276.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 150 mm. (6") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	1299.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 200 mm. (8") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	1300.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 250 mm. (10") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	979.00 METROS.
* TUBERIA DE ACERO LISO SOLDADO SIN COSTURA DE 150 mm. (6") DE DIAMETRO.	76.00 METROS.
* TUBERIA DE ACERO LISO SOLDADO SIN COSTURA DE 200 mm. (8") DE DIAMETRO.	84.00 METROS.
* TUBERIA DE ACERO LISO SOLDADO SIN COSTURA DE 250 mm. (10") DE DIAMETRO.	31.00 METROS.

CANTIDADES DE TUBERIA (ZONA 2)	
RED DE ALIMENTACION (TUBERIA DE PROYECTO)	
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 150 mm. (6") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	646.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 200 mm. (8") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	735.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 250 mm. (10") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	574.00 METROS.
* TUBERIA POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE DE 300 mm. (12") DE DIAMETRO. CLASE RD-13.5	877.00 METROS.
* TUBERIA DE ACERO LISO SOLDADO SIN COSTURA DE 200 mm. (8") DE DIAMETRO.	101.00 METROS.

Los planos tipo que deberán tomarse en cuenta para cumplir con las Especificaciones y Normas de proyecto de la Comisión Nacional del Agua, son los planos a los que se hace referencia. La consulta se recomienda para efectos de construcción de las obras complementarias para sistemas de abastecimiento de agua potable, considerando las especificaciones técnicas y de construcción a los que deberán sujetarse durante la ejecución de cada uno de los trabajos consignados en el presupuesto de obra.

La nomenclatura de los Planos Tipo del Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., en la mayoría son los que han sido adoptados del Manual de Normas de Proyecto para el Aprovechamiento de Agua Potable en localidades Urbanas de la República Mexicana, de la extinta Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Publicas (SAHOP). Por lo tanto la nomenclatura de los planos tipo de referencia esta directamente relacionado con los planos de la SAHOP.

- 1) Todas las tuberías se instalarán en zanjas con las dimensiones adecuadas, para permitir el apoyo, la estabilidad, y la protección necesaria. Estas dimensiones están en función de los diámetros de la tubería, debiendo cumplir con la profundidad mínima para tener el colchón mínimo recomendado, según se indica el Manual de Normas de Proyecto de la CNA, en plano tipo VC 1922.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- 2) Los cruceros se indican en el plano de la red de distribución, de acuerdo con el material y tipo de tubería determinada, siendo esta existente o de proyecto, según los diámetros de llegada, y sus respectivas derivaciones. En algunos casos no se indica tipo de material debido a falta de información, en todo caso se deberá verificar en sitio o en la información complementaria de otros planos no proporcionados.
- 3) Se instalarán válvulas de seccionamiento tipo compuerta, cuya función será la de aislar tramos de la red de distribución en casos de fugas, reparación, mantenimiento y/o ampliación de la misma. Las válvulas están señaladas en los cruceros correspondientes. (Ver plano de cruceros de la red de distribución).
- 4) Las válvulas se instalarán dentro de cajas tipo para operación de las mismas, de acuerdo con la posición, número y diámetro de las válvulas que se tienen en los cruceros correspondientes, según lo recomendado por el Manual de Normas de la C.N.A, en los planos tipo V.C. 1956 y V.C. 1957.
- 5) En todos los cambios de dirección (tees, codos y terminales), se construirán atraques de concreto simple, con el objeto de proporcionarle estabilidad a las piezas especiales. Las especificaciones para el atraque, con relación al diámetro de la pieza especial, se indican en el plano tipo V.C. 1938, así como tabla en planos del Proyecto Ejecutivo.
- 6) En todas las terminales se recomienda instalar a juicio de la supervisión de obra, tomas domiciliarias, con la finalidad de evitar estancamientos, que pudieran dañar la calidad del agua, debido a la sedimentación de sólidos.

Estas especificaciones están referidas para que sean tomadas en cuenta en todos sus aspectos, a excepción de que se indique lo contrario, en redes de construcción inmediata y futura conforme el planteamiento de su construcción.

Las válvulas de seccionamiento tipo compuerta, las cajas de operación de válvulas, contramarcos y las tapas de fierro fundido, son las que corresponden de acuerdo con la tabla indicada en la lista de piezas especiales.

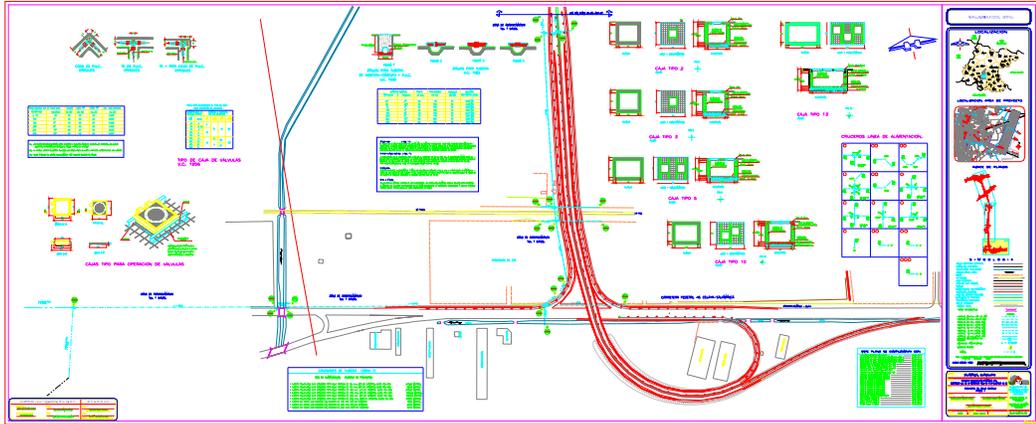
La clasificación del material que se encuentra en la zona, según lo observado en algunas zanjas abiertas en la visita de campo realizada. Corresponde con los porcentajes siguientes:

Material tipo "B" 80 %.
Material tipo "C" 20 %.

Tomas Domiciliarias

No existe determinación de número de tomas domiciliarias, debido a que la tubería de proyecto, se refiere a una línea de alimentación, la cual tiene por objetivo suministrar el servicio en ambos costados del trazo de vialidad.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán



Proyecto de Agua Potable

V.5.2. Drenaje Sanitario.

Introducción

Conforme se menciona en apartado de Estudios Hidráulicos, capítulo 3.1.4.- Estudios de Drenaje, tomando como base las condiciones que actualmente prevalecen por el sitio donde se localiza el trazo del proyecto de vialidad, se tiene que la construcción del sistema de Drenaje Sanitario es totalmente nuevo.

La incorporación de la red de Drenaje Sanitario, tiene como finalidad, incorporar un colector sobre un costado de la vialidad a fin de coleccionar las aportaciones y/o descargas de la red de atarjeas que se estarán presentando en las zonas de estudio.

Se utilizó la misma zonificación o áreas de aportación que se establecen en el sistema de abastecimiento de agua potable, a efectos de determinar los gastos de diseño, conforme los mismos datos de proyecto y el porcentajes de uso de suelo.

Al igual que en el sistema de Agua Potable, se dejan los cruces necesarios hacia el lado opuesto donde se localiza el colector a fin de captar las descargas y/o gastos de las áreas de aportación que se localizan en el otro extremo, así también estos cruces se mantienen con niveles de arrastre hidráulico adecuados a fin de permitir una pendiente mínima de los conductos hacia este punto de descarga que permita dar salida a los gastos de diseño establecidos.

Es importante mencionar que la capacidad de las tuberías de diseño, a efectos de que pudiera presentarse un incremento en el gasto de aportación, no rebasan máximo el 89% de su capacidad, así como también el coeficiente de seguridad aun cuando se incorpora una red de Drenaje pluvial, se estableció incorporar un pequeño margen de seguridad de 1.20 de coeficiente, siendo que las normas recomiendan 1.00 cuando existe una red alterna para la captación de aguas pluviales.

La incorporación del colector de aguas negras y/o Drenaje Sanitario, se realiza sobre una franja imaginaria que se establece, para cuando se incorporen carriles laterales para tránsito local y donde se prevé se instalara zona de servicios. Esto debido a que el objetivo primordial del proyecto de Vialidad es la desincorporación del los transportes tipo tanque que llegan a cruzar la zona Urbana, tengan una vialidad que permita desviar este tránsito hacia otros sitios de menor riesgo para la población. En algún accidente y/o percance que pudiera presentarse dentro de la mancha urbana.

Por tal motivo es importante para el desarrollo urbano a futuro dejar las preparaciones necesarias de este colector, así también la dependencia que estará a cargo de la construcción de esta importante vialidad, debido a los altos costos de inversión, estará en condiciones de dictaminar si se realiza la construcción inmediata de este colector, o en su caso solo se dejan los cruces que se presentan con la vialidad de proyecto, a efectos de evitar ruptura de pavimento en el período inmediato y futuro.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Aportaciones

Las aportaciones al sistema de Drenaje Sanitario tienen relación directa con la Dotación que se establece para el abastecimiento de Agua Potable. Por lo tanto la Aportación de las aguas residuales que se generan y descargan en los Colectores y Red de Atarjeas, son el producto de las actividades domésticas.

Considerando los criterios generales de diseño, y conforme lo recomendado en el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., se establece que un 80 % de la Dotación corresponde a la Aportación, el 20 % restante no tributa a la red, como resultado del consumo humano, riego de jardines, lavado de automóviles, evaporación, infiltración antes de llegar a los conductos que constituyen el sistema de Drenaje Sanitario.

Por lo tanto la Aportación queda establecida, según se indica a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Aportación} &= (0.80) \times (\text{Dotación}) \\ \text{Aportación} &= (0.80) \times (205 \text{ Lts./Hab./Día.}) \\ \text{Aportación} &= \mathbf{164 \text{ Lts./Hab./Día}} \end{aligned}$$

Otras Dotaciones que se tienen en la zona de abastecimiento se indican a continuación:

Zona No. 2

Uso de suelo	Dotación	% aport.	Aportación
Habitacional densidad baja	205.00	0.8	164 Lts./hab./día
Habitacional densidad media	205.00	0.8	164 Lts./hab./día
Equipamiento	25.00	0.8	20 Lts./hab./día
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	100.00	0.8	80 Lts./hab./día
Industria Mediana	125.00	0.8	100 Lts./hab./día
Industria Pesada	150.00	0.8	120 Lts./hab./día
Comercial y de servicios	100.00	0.8	80 Lts./hab./día

Zona No. 1

Uso de suelo	Dotación	% aport.	Aportación
Habitacional densidad baja	205.00	0.8	164 Lts./hab./día
Habitacional densidad media	205.00	0.8	164 Lts./hab./día
Equipamiento	25.00	0.8	20 Lts./hab./día
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	100.00	0.8	80 Lts./hab./día
Industria Mediana	125.00	0.8	100 Lts./hab./día
Industria Pesada	150.00	0.8	120 Lts./hab./día
Comercial y de servicios	100.00	0.8	80 Lts./hab./día

Coeficientes

Debido a la importancia que tiene la aplicación de los coeficientes para la determinación de los gastos de diseño, se emplean dos valores, los cuales se aplican para prevenir las variaciones de los volúmenes de aportación que se llegaran a presentar en las tuberías de la red del sistema de Drenaje Sanitario.

El incremento del volumen en los gastos de aportación, se origina como consecuencia de la captación de un porcentaje mínimo de aguas pluviales domiciliarias en patios y jardines, o como consecuencia de las aportaciones de aguas negras producto de un crecimiento demográfico explosivo.

El primer coeficiente se utiliza para cuantificar la variación máxima instantánea de las aportaciones de aguas negras que se presentarán al sistema, en este caso se aplican directamente al Gasto Medio ($Q_{med.}$), el propósito es evaluar el máximo escurrimiento que se puede presentar en un instante dado.

La determinación del coeficiente se realiza mediante la aplicación de la Fórmula de Harmon, con las recomendaciones que indica el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., y cuya expresión se describe a continuación:

$$M = 1 + \left(\frac{14}{4 + (p)^{1/2}} \right)$$

Donde :

M = Coeficiente de Harmon.

P = Población de Proyecto en miles.

La variación en los coeficientes de Harmon, que se presentan en la zona de estudio, esta referido a la Población de Proyecto parcial establecida, por lo tanto se tienen diferentes valores para este coeficiente, se indica la presente tabla en función de los datos de proyecto para cada zona.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Zona No. 2								
Uso de suelo	Has.	Hab./Ha	No. Habitantes	Dotación	Aportación	Q.med.	Q. min.	Coef. De Harmon
Habitacional densidad baja	18.00	150.00	2700.00	205.00	164.00	5.13	2.57	3.48
Habitacional densidad media	18.00	250.00	4500.00	205.00	164.00	8.54	4.27	3.29
Equipamiento	13.00	200.00	2600.00	25.00	20.00	0.60	0.30	3.49
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	27.00	50.00	1350.00	100.00	80.00	1.25	0.63	3.71
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00	125.00	100.00	6.08	3.04	3.23
Industria Pesada	9.00	250.00	2250.00	150.00	120.00	3.13	1.57	3.55
Comercial y de servicios	11.00	200.00	2200.00	100.00	80.00	2.04	1.02	3.55
			20850.00			26.77		

Zona No. 1								
Uso de suelo	Has.	Hab./Ha	No. Habitantes	Dotación	Aportación	Q.med.	Harmon	Harmon
Habitacional densidad baja	14.00	150.00	2100.00	205.00	164.00	3.99	2.00	3.57
Habitacional densidad media	12.00	250.00	3000.00	205.00	164.00	5.69	2.85	3.44
Equipamiento	12.00	200.00	2400.00	25.00	20.00	0.56	0.28	3.52
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	5.00	50.00	250.00	100.00	80.00	0.23	0.12	4.11
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00	125.00	100.00	6.08	3.04	3.23
Industria Pesada	39.00	250.00	9750.00	150.00	120.00	13.54	6.77	2.97
Comercial y de servicios	14.00	200.00	2800.00	100.00	80.00	2.59	1.30	3.47
			23450.00			28.69		

Un aspecto importante de destacar con referencia al coeficiente de Harmon, son las variaciones que se presentan en cada tramo analizado, debido a que la población de proyecto acumulada en cada tramo de la red de atarjeas, son diferentes unos de otros; es decir, el valor de la población de proyecto esta directamente relacionada en la obtención de los gastos, y aunque pudiera decirse que no afecta, lo cierto es que la suma de los gastos máximos instantáneos parciales es mucho mayor al gasto máximo instantáneo en términos globales.

Según se recomienda en el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., se considera un coeficiente de variación máxima instantánea que deberá aplicarse en tramos con una población acumulada menor de los 1000 habitantes, el valor será constante e igual a 3.80. Lo anterior queda determinado en la tabla de cálculo hidráulico de la red de atarjeas y colectores que se anexa en la presente memoria descriptiva.

El segundo coeficiente que determinan al gasto máximo extraordinario, se le conoce como de seguridad, se utiliza para prevenir aportaciones de volúmenes extraordinarios

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

de Aguas Negras que pudieran presentarse en los conductos del sistema de Drenaje Sanitario, debido principalmente a las bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios, o por un crecimiento demográfico explosivo no previsto.

El valor establecido es de 1.00 y 1.50, según indica el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., de acuerdo a ciertas condiciones particulares, con respecto al tipo de sistema empleado, debiendo ser aplicado este valor al Gasto Máximo Instantáneo. En nuestro caso adoptaremos el valor de **1.20**, considerando que las Aguas Pluviales serán eliminadas por otros medios.

De igual manera se observa que el gasto Máximo Extraordinario parcial de todos los tramos que se integran en el sistema de Drenaje Sanitario para el Proyecto de Vialidad, difiere con el gasto que resulta tomando en cuenta a la población de proyecto en términos globales.

El gasto máximo extraordinario es el que determina el diámetro de los conductos, brindando un margen de seguridad, para prevenir los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo el esquema de cubrir algún aspecto no considerado dentro de los criterios de diseño, y que pudieran compensarse con el valor del coeficiente de seguridad.

Las Velocidades Máximas y Mínimas, pendientes y diámetros de los conductos, se apegaran a las recomendaciones que indica el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A.. En el caso de las tuberías existentes en colectores y red de atarjeas, que deberán ser incorporadas a la planeación del proyecto de Alcantarillado Sanitario, serán motivo de revisión para ver si cumplen con las condiciones hidráulicas.

De acuerdo con los gastos de diseño, el cálculo hidráulico del sistema de Drenaje Sanitario, se empleará la fórmula de Manning, ya que simula el comportamiento del flujo a superficie libre. La relación de tubo lleno y parcialmente lleno, se realiza mediante la aplicación del Nomograma de Manning.

Determinación de los Gastos de Proyecto

La determinación de los Gastos de Proyecto se realizó de acuerdo con las expresiones convencionales que establece el Manual de Normas de proyecto de la C.N.A., la determinación del gasto se realiza para la población de proyecto considerada, los cuales se indican a continuación:

GASTO MEDIO ANUAL (Q.med.)

$$Q.med. = \frac{\text{(Población de Proyecto) (Aportación)}}{\text{(No. de segundos de un día)}}$$

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

GASTO MINIMO (Q.mín.)

$$Q.mín. = (0.5) (Q med.)$$

GASTO MAXIMO INSTANTANEO (Q.máx. inst.)

$$Q. máx. inst.. = (Q med.) (M)$$

GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO (Q máx. extr.)

$$Q máx extr. = (1.20) (Q máx. inst.)$$

4.6.2.4.1.- CALCULO DE LOS GASTOS DE DISEÑO (AÑO 2033)

Zona No. 2											
Uso de suelo	Has.	Hab /Ha	No. Habit.	Dot.	Aport.	Q.med.	Q.min.	Harmon	Q.m.inst.	C.seg.	Q.m.extr.
Habitacional densidad baja	18.00	150.00	2700.00	205.00	164.00	5.13	2.57	3.48	17.85	1.20	21.42
Habitacional densidad media	18.00	250.00	4500.00	205.00	164.00	8.54	4.27	3.29	28.10	1.20	33.72
Equipamiento	13.00	200.00	2600.00	25.00	20.00	0.60	0.30	3.49	2.09	1.20	2.51
Industria Ligera (micro y pequeña industria)	27.00	50.00	1350.00	100.00	80.00	1.25	0.63	3.71	4.64	1.20	5.57
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00	125.00	100.00	6.08	3.04	3.23	19.64	1.20	23.57
Industria Pesada	9.00	250.00	2250.00	150.00	120.00	3.13	1.57	3.55	11.11	1.20	13.33
Comercial y de servicios	11.00	200.00	2200.00	100.00	80.00	2.04	1.02	3.55	7.24	1.20	8.69
			20850.00			26.77			90.67		108.81

Zona No. 1											
Uso de suelo	Has.	Hab. /Ha	No. Habit.	Dot.	Aport.	Q.med.	Harmon	Harmon	Q.m.d.	C.v.h.	Q.m.h.
Habitacional densidad baja	14.00	150.00	2100.00	205.00	164.00	3.99	2.00	3.57	14.24	1.20	17.09
Habitacional densidad media	12.00	250.00	3000.00	205.00	164.00	5.69	2.85	3.44	19.57	1.20	23.49
Equipamiento	12.00	200.00	2400.00	25.00	20.00	0.56	0.28	3.52	1.97	1.20	2.37
Industria Ligera (micro	5.00	50.00	250.00	100.00	80.00	0.23	0.12	4.11	0.95	1.20	1.13

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

y pequeña industria)											
Industria Mediana	35.00	150.00	5250.00	125.00	100.00	6.08	3.04	3.23	19.64	1.20	23.57
Industria Pesada	39.00	250.00	9750.00	150.00	120.00	13.54	6.77	2.97	40.21	1.20	48.26
Comercial y de servicios	14.00	200.00	2800.00	100.00	80.00	2.59	1.30	3.47	8.99	1.20	10.78
			23450.00			28.69			91.33		109.60

Se anexan los cálculos hidráulicos de todos los tramos que se tienen en el colector, incluyendo las tuberías o disparos de cruce para la descarga de la red de atarjeas que se deberá incorporar en un futuro determinado, conforme un ordenamiento de los asentamientos y un plan parcial de desarrollo urbano de la zona, Este instrumento es importante llevarlo a cabo por parte de las Autoridades Municipales a fin de regular el crecimiento, y que este no sea explosivo que rebase las consideraciones que se tienen para la infraestructura.

Sistema

Dadas las condiciones topográficas de las zonas de afluencia e influencia que están directa o indirectamente relacionadas con el eje de trazo de la vialidad, y de acuerdo con los alcances de los proyectos que se tienen considerados, se establece que el sistema será SEPARADO de AGUAS NEGRAS,

Ya que se tiene considerado la incorporación de un sistema de Drenaje Pluvial que tiene por objetivo captar y desalojar las aguas pluviales que se presentan sobre una franja de la vialidad, siendo esta una red de atarjeas local que descarga hacia los canales que se localizan en varios puntos de cruce con la vialidad.

El desalojo de las Aguas Negras y/o Residuales se realiza por medio de gravedad, y considerando existe algunas aportaciones de agua pluvial producto de la captación domiciliaria, el sistema será SEPARADO DE AGUAS NEGRAS.

Velocidades de Diseño

Las velocidades máximas y mínimas de escurrimiento que deberán presentarse dentro de los conductos del sistema en sus diferentes tramos de la red para la eliminación de las aguas residuales, serán conforme lo recomendado en el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., y que a continuación se indican:

Para el caso de gastos mínimos se recomienda considerar como pendiente mínima aquella que produce una velocidad mínima permisible de 0.30 m./seg., relación directamente proporcional con la capacidad del diámetro a tubo lleno, coeficiente de rugosidad, y pendiente hidráulica de la tubería a emplear. Debiendo asegurar que el tirante para este caso tenga un valor mínimo correspondiente de 1.0 cm. y 1.5 cm., en pendientes fuertes y normales.

Para gastos máximos se acepta considerar como pendiente máxima aquella que produce una velocidad no mayor a 3.00 m./seg., relación que está directamente implícita con la capacidad del diámetro seleccionado y/o existente, el coeficiente de rugosidad, y la pendiente hidráulica. La velocidad máxima es el límite superior de diseño, el cual previene se presenten erosiones de las paredes de los conductos, su revisión se hace utilizando el gasto máximo extraordinario.

Con la observancia que establece el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., se tiene que el diámetro mínimo a emplear, conforme la experiencia en los sistemas de Drenaje Sanitario, será de 20 cm. de diámetro. El diámetro máximo esta en función del gasto máximo extraordinario, características topográficas, mecánica de suelos en particular, tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles, atendiendo siempre las recomendaciones de velocidad permisibles.

Los anteriores valores se tomaran en cuenta para tubería de concreto simple, siendo estas las características de la tubería existente, y de la que deberá de utilizarse para el proyecto.

Los cálculos básicos para la obtención de las velocidades mínimas y máximas de diseño en cada tramo del sistema, y que cumplan con las condiciones de diseño para la eliminación de las aguas residuales, se obtienen mediante el empleo del Nomograma de Manning, cuya expresión se describe a continuación:

$$V = \frac{1}{n} R^{(2/3)} S^{(1/2)}$$

DONDE:

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

V = Velocidad media de escurrimiento en la tubería en m./seg.
n = Coeficiente de rugosidad según tipo de tubería a emplear.
R = Radio hidráulico en metros.
S = Pendiente geométrica o hidráulica de la tubería expresada en forma decimal.

El radio hidráulico se calcula con la expresión:

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

A = Área de la sección transversal del flujo en m².
P = Perímetro mojado en metros

Longitud de la Red

Se contemplan obras que integran el sistema de Drenaje Sanitario, teniendo la finalidad de captar, conducir, y desalojar las aguas residuales que se generan en las áreas de influencia y afluencia en los tramos que corresponden al Proyecto de vialidad, como producto de las aportaciones de las descargas domiciliarias. Las obras a que se hacen referencia y que son parte integral, según los alcances contemplados en el trazo del Proyecto de Vialidad, son:

a).- Colector General

Existen áreas tributarias que se definen en función del área de afluencia según los tramos, y las pendientes naturales del terreno, así como los principales puntos de desalojo que se tienen para realizar la descarga del colector.

Es ahí donde se realizan varios cortes al colector con la finalidad de que cuando se presenten los asentamientos se tomen las medidas convenientes para continuar el colector en los sitios de desviación del colector con respecto al trazo de la vialidad.

Esto se debe principalmente a que por la longitud que se tienen en la vialidad y la factibilidad de incorporar el desalojo de las aguas servidas en la zona, hacia los puntos de descarga referidos por el Organismo operador del Sistema, por lo tanto las profundidades requeridas para el colector se presentan con alturas grandes de excavación, por tal motivo se tuvo que seccionar y proponer la construcción de un colector alternativo que por causas naturales y pendientes que se tienen sobre el canal es fácil determinar que el trazo de este colector alternativo deberá ser la margen del Canal trece o denominado "Arroyo Feo".

Planeación del Proyecto

Se han mencionado en incisos anteriores algunos aspectos y lineamientos que fueron tomados en cuenta para el planteamiento definitivo del esquema que define el proyecto del sistema de Drenaje Sanitario.

A continuación se describen algunos planteamientos que fueron tomados como base para el desarrollo del proyecto de Drenaje Sanitario, considerando aspectos físicos encontrados en la zona de estudio y que a continuación se indican, y conclusiones que definen el planteamiento del Proyecto.

- A) Se revisaron los niveles de operación de los canales que cruzan con el trazo del proyecto vialidad, esto con el propósito de pasar el drenaje sanitario en el fondo del canal con tubería de acero y evitar obstrucciones a las condiciones hidráulicas de operación de los canales.
- B) Se tomaron en cuenta los niveles que presentan las tuberías de PEMEX en el cruce con el trazo de la vialidad, en este caso debido a los niveles fue necesario profundizar la tubería de la red de drenaje Sanitario, a fin de interferir con dichas instalaciones.
- C) Los niveles de operación de fondo de los canales y los niveles que presentan las tuberías de PEMEX, fueron factores que obligaron desviar el trazo del colector en varios puntos, a fin de incorporar y descargar hacia un Colector alternativo que se propone se realice sobre la margen del Canal Trece o “Arroyo Feo”, trazo que cumple con las condiciones para eliminar las aguas residuales hacia el carcamo que se localiza sobre este mismo canal cerca de la Carretera Panamericana No. 45.
- D) En los puntos obligados de cruce se indican tuberías de acero a fin de evitar erosión y daño a las tuberías, tanto del drenaje sanitario, como los elementos de cruce.
- E) Se dejan preparaciones o tuberías que cruzan la vialidad hacia el otro lado del lugar donde se localiza el Colector, a fin de incorporar la red de atarjeas para la descarga de las aguas negras que se generan en el lugar.
- F) Se recomienda la utilización de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje, con uniones mediante termofusión, este criterio quedara a juicio del organismo operador del sistema o de la supervisión de obra, teniendo otros materiales que pudieran estar disponibles, siempre y cuando se respete el coeficiente de rugosidad de diseño, el cual es de $n= 0.009$ (tubería de PVC o Polietileno).
- G) Debido a que el Colector se localiza fuera del trazo y este podrá ser construido en tanto se definan los proyectos de una vialidad Lateral o de Transito local a fin de evitar el transito lento dentro de la vialidad de proyecto

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

que podría ocasionar accidentes con tractocamiones de carga pesada que dificulta un frenado instantáneo, queda a juicio de la supervisión de obra la construcción del Colector, en todo caso si será necesario dejar los cruces correspondientes a las estructuras que definen la vialidad y los propios canales de cruce y tuberías de PEMEX, estos se consideran de construcción inmediata, el resto de la tubería puede ser una obra de mediano plazo.

Tablas de Cálculo Hidráulico del Colector.

Se anexan al final de la presente memoria las tablas de cálculo hidráulico, que refiere los gastos de diseño para cada uno de los tramos que integran el Colector.

Abras Conexas

Las obras conexas que se integran en la red de atarjeas y los tramos de colector, que se encuentran en el trazo del Proyecto de Vialidad son:

Se construirán pozos de visita tipo común, de acuerdo con lo indicado en el plano V.C. 1985.

En este caso los niveles fueron referidos al terreno natural, al igual que los volúmenes de excavación, por lo que sí se requiere un ajuste en los niveles de las profundidades, se consideran costos por incrementos a la profundidad del pozo de visita por cada 25 cm. de profundidad. (plano V.C. 1985). También se consideran las re-nivelaciones de los pozos de visita existentes, con el propósito de ajustar los niveles de brocal con respecto al nivel de la rasante o pavimento de la vialidad.

Se consideran brocales y tapas de fierro fundido para pozos de visita, según plano V.C. 1994.

En este caso se consideran los pozos de visita existente, que no cuentan con brocales y tapas de fierro fundido, para integrarlos en el momento de renivelar, ya que las tapas de concreto están dañadas.

Se realizó un presupuesto base del sistema de Alcantarillado Sanitario, integrando los tramos que corresponden a la tubería de proyecto de la Red de Atarjeas, en este caso se considera que la obra de referencia se realizara sin etapas en cuanto a la construcción de las estructuras e instalaciones, en el corto plazo, teniendo además, que la mayor parte de la tubería es existente. Otro presupuesto es adicional donde se considera algún tramo existente y que no se localice en sitio y deba incorporarse una tubería de proyecto, así como pozos intermedios no localizados, que en su caso deberán construirse.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

En cuanto a los parámetros y lineamientos establecidos para pendientes y velocidades máximas y mínimas de diseño, se respetaron para las tuberías de proyecto. Considerando en este aspecto volúmenes mínimos de excavación y la cantidad necesaria de pozos de visita, para abatir los desniveles que presenta el terreno. En conductos existentes se dejaron con las características que presentan, así como su revisión hidráulica.

Los anchos de zanjas, se basarán en las especificaciones que para el caso se indican en el plano V.C. 1979. Los espesores según tipo de tubería, diámetro, y la clase serán conforme indica plano tipo V.C. 1980 y V.C. 1982.

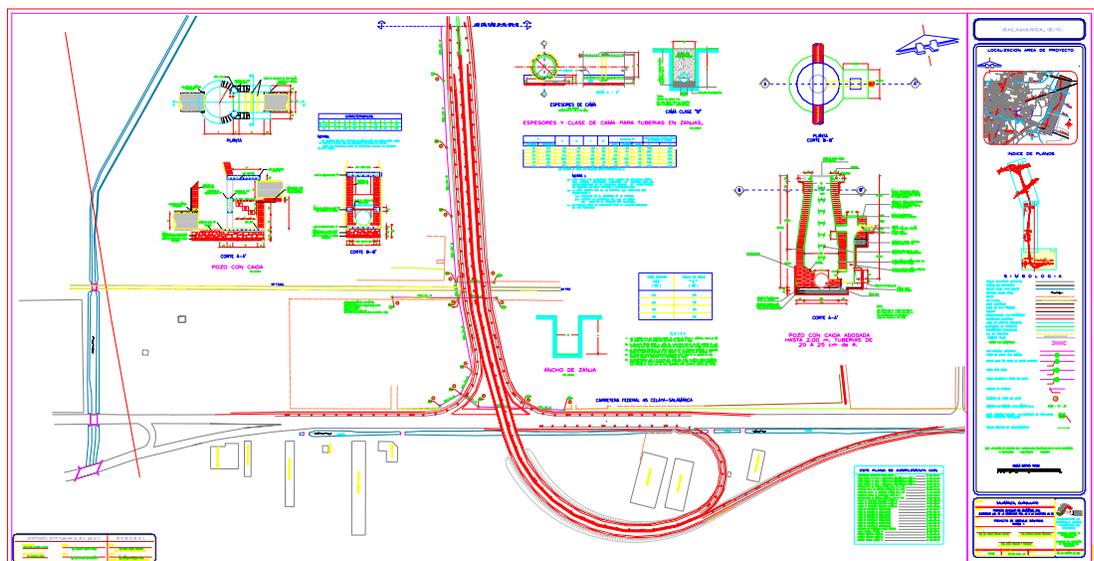
Todo el relleno en zanjas, deberá ser compactado y apisonado, con agua en capas de 0.20 m. de espesor, compactado al 95% prueba Proctor Standard.

En cuanto a la clasificación del material que se encuentra en la zona, se tiene que los porcentajes que corresponden según tipo de material observado en zanjas abiertas que se han encontrado en la visita de campo realizada. En este caso los porcentajes se deben a un promedio estimado en general, la clasificación y volúmenes de obra reales se determinaran en sitio.

Material tipo "B" 80 %.
Material tipo "C" 20 %.

Descargas Domiciliarias

No se considera número de descargas domiciliarias, debido a que el planteamiento del proyecto se considera un colector que recibe las aportaciones de la red de atarjeas.



Proyecto de Drenaje Sanitario

V.5.3. Drenaje Pluvial

Planeación del Proyecto

La planeación del proyecto de Drenaje Pluvial presenta condiciones favorables para el desalojo oportuno y eficiente de las aguas pluviales que se pudieran presentar en las zonas que se han referido en los proyectos de Agua Potable y Drenaje Sanitario.

Estas condiciones son precisamente los canales que se presentan en la zona y que permiten la descarga de las tuberías que integran el proyecto de Drenaje Pluvial.

En este caso el proyecto de la red de Drenaje Pluvial es una obra totalmente nueva, es decir que no existe ningún tipo de infraestructura sobre el trazo del proyecto de Vialidad.

De acuerdo con el esquema que presenta el proyecto de vialidad, se determina que el área tributaria para considerar los gastos de diseño en la aportación de las aguas pluviales, se realiza tomando como base el ancho promedio que representa la Vialidad de proyecto, considerando dos carriles adicionales por cada lado de la vialidad, siendo estos los carriles de Transito Local o Laterales, y 20 m. de las manzanas adyacentes a la lateral, debido a que su aportación del agua producto de lluvia se realizara hacia la calle de acceso a los predios, en general se estima una franja de 80 m. por la longitud que representa la vialidad.

En esta franja es donde estarán alojados las principales instalaciones de Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial, y sobre esta vialidad de acuerdo con los niveles de proyecto se determinara la instalación de las coladeras pluviales que captaran las aguas que se presenten sobre el arroyo de la Vialidad de Proyecto, y de las que se generan sobre la lateral y descarga de los predios que tienen su acceso sobre esta vialidad secundaria.

Es importante destacar que la construcción de este sistema podrá realizarse dentro de un período de mediano plazo, posterior a la construcción de la vialidad, y la construcción inmediata, que deberá realizarse consiste en dejar los cruces que se presentan en la Vialidad, y en las curvas que indican las vueltas de incorporación hacia la carretera panamericana No. 45 y la Carretera federal Libre Salamanca-Juventino Rosas, y viceversa.

En tanto se realice la construcción del sistema, el desalojo de aguas de lluvia que se presenten sobre el arroyo de la Vialidad de Proyecto, se realizara hacia los terrenos baldíos que actualmente se localizan sobre el trazo de Vialidad, mediante lavaderos y/o canales de desagüe en los puntos bajos de la vialidad, tal como se indican en el proyecto respectivo, no alterando el esquema general de escurrimientos superficiales que actualmente se presentan en el lugar, ya que por las condiciones del terreno, el agua pluvial que se presenta se infiltra, o escurre en forma natural hacia los canales

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

que se localizan muy cerca de donde se presentan los escurrimientos, ya que como se ha mencionado en varias ocasiones, se presentan varios cruces de canales con el eje de trazo de la Vialidad.

Es indudable que este criterio de incorporar el sistema de drenaje pluvial en términos inmediatos, estar a juicio de las autoridades municipales a efecto de poder establecer los niveles definitivos de los brocales de los pozos de visita, ya que en el proyecto los niveles se encuentran referidos a las cotas de terreno natural que actualmente se tienen en el punto de ubicación de los pozos de visita del proyecto.

Otro aspecto importante que se visualiza es realizar el desalojo de las aguas pluviales que se generan en la zona, es por medio de escurrimientos superficiales sobre el arroyo vial de las calles secundarias adyacentes tanto perpendiculares como paralelas al eje de proyecto de la Vialidad, con pendientes de escurrimiento hacia los canales que se tienen a lo largo y ancho de las áreas tributarias de aportación. De esta forma se podrá realizar un ahorro significativo en la construcción del sistema, aprovechando de antemano los canales que se localizan en la zona.

De cualquier manera y apegándose a los alcances de referencia que establece el Proyecto de Vialidad, se realiza el proyecto de Drenaje pluvial, considerando como área de aportación tributaria una franja de 80 m. por la longitud promedio de aportación del Proyecto de Vialidad de 4,180 m., determinando que las demás áreas de aportación se incorporan otras redes de tubería que permitan el desalojo en forma perpendicular y paralela al eje de trazo, hacia los canales que se encuentran en el sitio.

Con los datos de referencia se determinan los gastos de diseño, mediante la aplicación del Método Americano, y los gastos para cada tramo de la red se determinan en forma proporcional conforme el gasto por unidad de longitud, es decir que en función de la longitud de tubería se define el gasto unitario y conforme la longitud acumulada se establecen los gastos de diseño en el tramo correspondiente.

Algunos lineamientos que fueron tomados en cuenta para la planeación y esquema definitivo del proyecto de Drenaje Pluvial, en base a los aspectos y condiciones existentes en la zona de estudio, con enfoques físicos, y criterios de diseño son los que se indican a continuación, aun cuando algunos de estos aspectos ya han sido referidos en los incisos anteriores:

- 1.- Las condiciones topográficas y las condiciones que presentan los escurrimientos superficiales en los tramos que se encuentran entre dos canales que cruzan con el trazo del proyecto de vialidad, forman un parte aguas con escurrimientos naturales hacia los canales de referencia.
- 2.- Debido a que se presentan tres puntos de cruce con Canales dentro del trazo del proyecto de vialidad, y dos de estos canales se presentan paralelamente al trazo en casi un 70 % de su longitud, aun cuando en algunos tramos la distancia hasta

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

el canal se encuentra a unos 500 mts., esta condición en forma conjunta permiten incorporar hacia cualquier punto alguna descarga hacia los canales, el esquema esta en función de las condiciones topográficas de los tramos donde se localizan la red de Atarjeas del Drenaje pluvial.

- 3.- Otra condición que determina el punto de descarga esta en función de las cotas de arrastre hidráulico que se tienen en algunos tramos de la red de Atarjeas, esto como consecuencia de los niveles de las TUBERIAS DE PEMEX, que cruzan con el proyecto de vialidad, y como consecuencia obligan a bajar los niveles para permitir el cruce con estas instalaciones, además que la prioridad es la de salvaguardar la integridad de estas tuberías y la protección a fin de evitar daños mecánicos y físicos a esta tuberías importantes.
- 4.- Como ya se menciona el área tributaria de aportación se estima en una franja de 85 m. de ancho por la longitud que presenta el trazo del proyecto, siendo de 4180 m. hasta los puntos de entronque con la carretera federal 45 y la Autopista 45D. Por lo tanto el gasto de diseño esta referido a esta superficie.
- 5.- El gasto de diseño para cada tramo se tomo en función de la longitud de tubería acumulada en el tramo por el gasto unitario por unidad de longitud, el cual se obtiene de acuerdo con el gasto entre la longitud total de tubería que se tienen en cada tramo.
- 6.- Los tramos fueron divididos en cuanto a los dos lados que conforman el trazo del proyecto de vialidad, repartiendo el gasto de diseño por partes iguales, y solo la longitud de tubería es la que se presenta en cada una de las zonas (lado izquierdo y lado derecho de la vialidad).
- 7.- Las posibilidades y tendencias de crecimiento futuro deberán ser limitadas por un Plan Parcial de desarrollo urbana para el período de diseño establecido, Esto con la finalidad de prever crecimientos demográficos explosivos que demanden en forma inmediata la incorporación de los principales servicios de Agua potable, y Drenaje sanitario, principalmente. Además permite establecer una legislación en la materia a fin de ordenar los asentamientos de unidades habitacionales y las áreas potenciales de desarrollo industrial, para la pequeña, mediana y pesada industria.
- 8.- En algunos puntos se incorporan alcantarillas para el paso de las aguas de lluvia, mediante tuberías de concreto reforzado y/o Tuberías de acero, de acuerdo al colchón que se tiene sobre el lomo de la tubería, esto con el propósito de desalojar las aguas de lluvia que se presentan en áreas delimitadas por lo taludes que conforman la Vialidad y sus accesos o incorporaciones con otras vías de comunicación.
- 9.- A lo largo del trazo de la vialidad se incorporan desagües por medio de canales revestidos de concreto y/o lavaderos que desalojan las aguas pluviales hacia los costados de la vialidad, estos se localizan en los puntos mas bajos de la rasante,

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

aprovechando que el bombeo de la vialidad se realiza en la mayoría de los casos del centro hacia los costados, solo en las curvas horizontales donde la pendiente se muestra en sentido contrario al indicado.

- 10.- Se incorporan algunas coladeras pluviales, principalmente en la zona donde se tienen la intersección con la carretera panamericana 45 (Salamanca-Celaya), sobre las laterales y captaciones de agua pluvial al final del puente vehicular con rumbo a la autopista 45 D.

Otros aspectos que intervienen en la planeación del proyecto son los relativos al aspecto técnico, estos tienen un papel importante dentro del planteamiento, información que se analiza en conjunto con los lineamientos de proyecto que han sido expuestos en párrafos anteriores, de esta manera se trata de obtener datos precisos que permitan definir el esquema final del proyecto de Drenaje Pluvial para los alcances que presenta el proyecto de vialidad.

- A).- El proyecto de Drenaje Pluvial se considera para el trazo de la Vialidad, y se realiza conforme lineamientos y alcances referidos por la Dependencia contratante Secretaria de Desarrollo Social México, (SEDESOL).
- B).- Los datos de precipitación pluvial fueron obtenidos de fuentes oficiales, en este caso el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Cuaderno estadístico Municipal de la ciudad de Salamanca, Estado de Guanajuato Edición 2000, obteniendo los registros promedios mensuales y anuales de observaciones realizadas durante 20 años, de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio.
- C).- Los gastos de diseño, quedan determinados mediante la aplicación del los lineamientos que define el **Método Racional Americano**, bajo el siguiente esquema, relacionando los valores del Coeficiente de escurrimiento, en función del destino y uso del Suelo, la intensidad de lluvia promedio, y el área tributaria o de aportación de la cuenca.

El coeficiente de escurrimiento, esta determinado en función de Uso y destino del Suelo, tomando en cuenta el tipo de superficie y sus características: en relación con el tipo de terreno que se encuentra en la zona y sus condiciones, así como las nuevas condiciones que tendrá al incorporarse la vialidad, siendo esta una superestructura revestida de concreto asfáltico, donde la permeabilidad y condiciones cambian significativamente, además se manejan los diferentes tipos de usos de suelo que se presentaran en la zona. Siendo la Residencial Suburbana, y Zonas no Modificadas (Terrenos baldíos sin ocupar). Los porcentajes que corresponden a cada zona, conforme condiciones de las subcuencas el área de estudio, son según se indica a continuación:

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

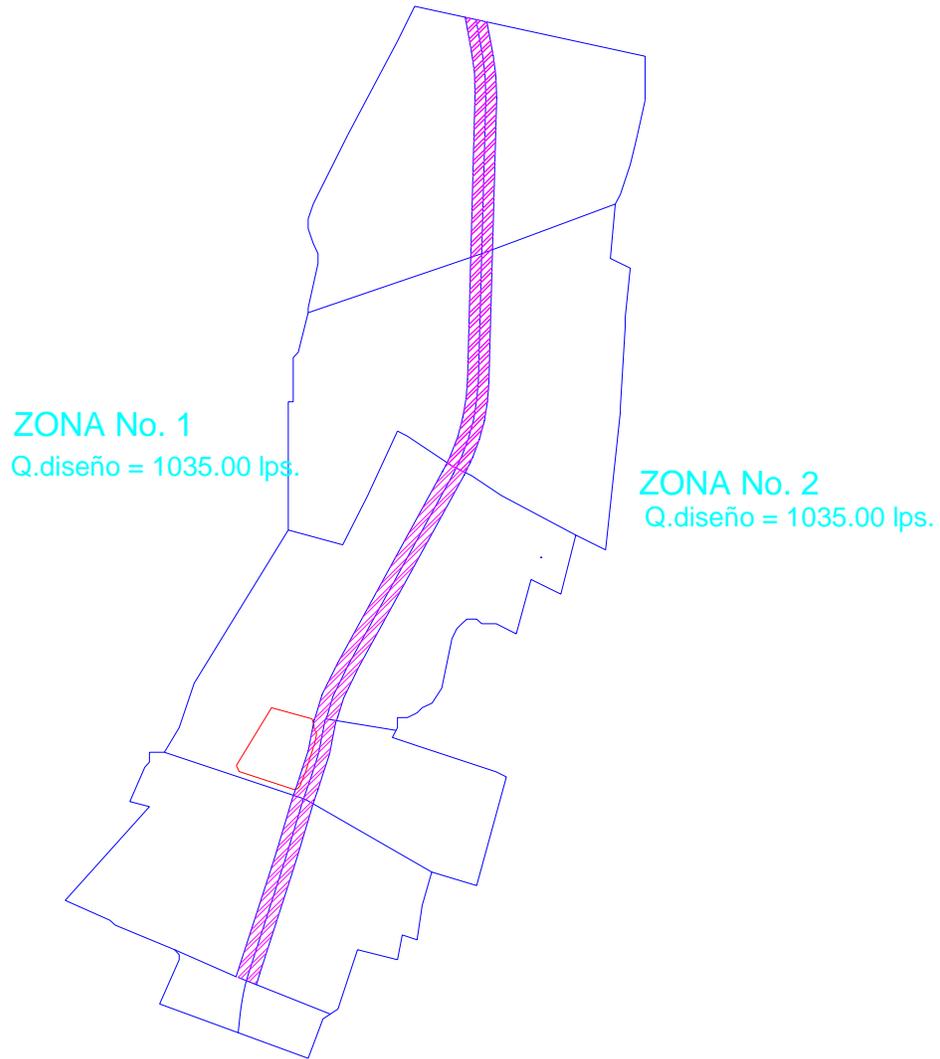
ZONIFICACION	PORCENTAJE
Pavimentos	18 %.
Zona Residencial Suburbana	40 %.
Zonas no modificadas (terrenos baldíos)	42 %.

	100%

La intensidad de lluvia, el dato esta basado en la información de los registros promedio de los meses con mayor representatividad de precipitación pluvial, datos de la estación meteorológica denominada “Pericos”, “Los Razos” y “La Joyita”, localizada en latitud Norte 20°31’22”, longitud Oeste 101°06’39”, con una altitud de 1,722 m. sobre el nivel del mar, latitud Norte 20°40’18”, longitud Oeste 101°09’02”, con una altitud de 1,753 m. sobre el nivel del mar, y latitud Norte 20°45’18”, longitud Oeste 101°09’40”, con una altitud de 1,830 m. sobre el nivel del mar, respectivamente.

Para la elaboración del proyecto de Drenaje Pluvial se tomaron como base las recomendaciones que establece el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., algunos criterios de diseño tomados desde la perspectiva de la experiencia en el áreas de proyectos y construcción de obras similares, no se contraponen con las especificaciones de proyecto. En cuanto a velocidad y gasto a tubo lleno se respetan las condiciones permisibles conforme tipo de material, la relación de gasto, pendiente y tirante hidráulico de las tuberías, se tomo como criterio manejar capacidades máximas de la capacidad del conducto en un rango máximo del 85 %.

El área tributaria de las zonas de aportación o de las áreas de afluencia, que se toman en cuenta para la determinación de los gastos de diseño, se indican en forma esquemática, de acuerdo con el croquis anexo.



FRANJA DE AREA APORTACION DE AGUAS PLUVIALES.
Q.diseño = 2070.00 lps.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

Distribución de la Superficie según Destino y Uso del Suelo :

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO COMBINADO:

MINIMO

MAXIMO

(18 %) Pavimentos

C = 0.90 - 0.95

(40 %) Residencial Suburbano

C = 0.25 - 0.35

(42 %) Zonas no modificadas (Terreno cultivo y baldíos)

C = 0.14 - 0.18

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO COMBINADO: (MINIMO)

(18 %) Pavimentos	$C = 0.90 \times 0.18 = 0.162 .$
(40 %) Residencial Suburbano	$C = 0.25 \times 0.40 = 0.100 .$
(42 %) Zonas no modificadas	$C = 0.14 \times 0.42 = 0.0588$
	SUMA:= 0.3208

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO COMBINADO: (MÁXIMO)

(18 %) Pavimentos	$C = 0.95 \times 0.18 = 0.171 .$
(40 %) Residencial Suburbano	$C = 0.40 \times 0.40 = 0.140 .$
(42 %) Zonas no modificadas	$C = 0.18 \times 0.42 = 0.0756.$
	SUMA:= 0.3866

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PROMEDIO = $(0.3208+0.3866) = 0.7074/2 =$
 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PROMEDIO = 0.3537

AREA TOTAL DE APORTACIÓN CONSIDERADA:

El área tributaria de aportación conforme a la franja que se menciona en los alcances de referencia del proyecto de Drenaje Pluvial es de:

$$\text{Área} = (80.00 \times 4180.00) = 334400.00 \text{ m}^2.$$

Determinación de la Intensidad de Lluvia (i en mm/hr.)

En este caso de acuerdo con datos promedio obtenidos de datos estadísticos que integran el Cuaderno Estadístico Municipal de la Ciudad de Oaxaca, se tiene que la Intensidad de Lluvia promedio es de:

Pericos

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Promedio	24.50	118.60	150.30	137.80	111.90	41.00	11.90
(1940-1999)							

Los Razos

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Promedio	27.20	118.60	176.70	157.60	111.40	41.10	7.30
(1969-1999)							

La Joyita

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Promedio	31.60	102.60	159.80	145.30	89.70	48.70	8.20
(1978-1998)							

Promedio = $(27.77+113.27+162.27+146.90+104.34+43.60+9.14) = 607.29 / 7 \text{ periodos} =$
 86.76 mm/hora

Promedio = 90.00 mm/hora.

Obtención de Gastos de las Subcuencas (Q en m³/seg.)

El método empleado para la determinación de los gastos de diseño, es el Racional Americano, cuya expresión es:

$$Q = CiA_1 \quad \dots$$

Donde :

C = *Coeficiente de escurrimiento promedio*

A = *Área de la cuenca en m²*

i = *Intensidad de la lluvia en mm/hr*

Q = *Gasto en m³/seg.*

Gasto en función del área combinada:

Zona No. 1

$$Q = (0.3537) (0.09000 \text{ m/h }) \times (334400.00 \text{ m}^2) = 10,644.96 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

$$Q = 2.956932 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Gasto de aportación hacia coladeras 70%

$$Q = 2.956932 \times 0.70 = 2.0698524 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 2070.00 \text{ LPS.}$$

Por lo tanto se tienen para cada lado un gasto de aportación total en todo el tramo de la vialidad de Proyecto:

$$Q = 1035.00 \text{ LPS.}$$

Gastos de Aportación

Los gastos de aportación para cada uno de los tramos que integran el proyecto de Drenaje Pluvial, se indican en las tablas de cálculo hidráulico, que para este fin se realizó a efectos de ir acumulando los gastos propios del tramo así como los gastos tributarios de aportación.

Se anexan tablas de cálculo hidráulico para verificación de los gastos de aportación en cada uno de los tramos que integran el proyecto.

Sistema

La infraestructura de proyecto del sistema de Drenaje Sanitario, las condiciones topográficas, determina que el sistema más conveniente para el desalojo de las Aguas Pluviales que se generan como producto de los eventos de precipitación pluvial, es por medio de **un Sistema Separado de Aguas Pluviales.**

Velocidades de Diseño

Las velocidades máximas y mínimas de escurrimiento que deberán presentarse dentro de los conductos del sistema en sus diferentes tramos de la red para la eliminación de las aguas residuales, serán conforme lo recomendado en el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A., y que a continuación se indican:

Para el caso de gastos mínimos se recomienda considerar como pendiente mínima aquella que produce una velocidad mínima permisible de 0.30 m./seg., relación directamente proporcional con la capacidad del diámetro a tubo lleno, coeficiente de rugosidad, y pendiente hidráulica de la tubería a emplear. Debiendo asegurar que el tirante para este caso tenga un valor mínimo correspondiente de 1.0 cm. y 1.5 cm., en pendientes fuertes y normales.

Para gastos máximos se acepta considerar como pendiente máxima aquella que produce una velocidad no mayor a 3.00 y 5.00 m./seg., en este caso se utiliza tubería de P.V.C. para alcantarillado y de concreto reforzado. La relación está directamente implícita con la capacidad del diámetro seleccionado y/o existente, el coeficiente de rugosidad, y la pendiente hidráulica. *La velocidad máxima es el límite superior de diseño, el cual previene que se presenten erosiones en las paredes de los conductos.*

Los cálculos básicos para la obtención de las velocidades mínimas y máximas de diseño en cada tramo del sistema, y que cumplan con las condiciones de diseño para la eliminación de las aguas residuales, se obtienen mediante el empleo del Nomograma de Manning, cuya expresión se describe a continuación:

$$V = \frac{1}{n} R^{(2/3)} S^{(1/2)}$$

DONDE:

V = Velocidad media de escurrimiento en la tubería en m./seg.

n = Coeficiente de rugosidad según tipo de tubería a emplear.

R = Radio hidráulico en metros.

S = Pendiente geométrica o hidráulica de la tubería expresada en forma decimal.

El radio hidráulico se calcula con la expresión:

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

A = Área de la sección transversal del flujo en m².

P = Perímetro mojado en metros.

Red de Atarjeas

En base al planteamiento general del sistema de Drenaje Pluvial, a fin de poder eliminar las Aguas Pluviales, que se presentan en un evento determinado, se requiere de infraestructura que permita realizar este objetivo. Las obras conexas de referencia, son parte integral del sistema, conforme los alcances considerados en los tramos que forman parte del trazo del Proyecto de Vialidad, siendo estos:

a).- Red de Atarjeas.

Los tramos considerados se le denomina red de atarjeas, y toda la tubería que se incorpora en el sistema de Drenaje Pluvial es de proyecto. Los cálculos se determinaron conforme los lineamientos establecidos en el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A..

Los gastos de diseño que determinan las dimensiones de los conductos, esta en función de los gastos tributarios, asociados a los gastos que se indican en el esquema de las áreas de aportación.

Se construirán pozos de visita tipo común, de acuerdo con lo indicado en el plano V.C. 1985.

Los niveles fueron referidos al nivel de terreno natural, debido a que la trayectoria de la red de atarjeas se incorpora en la lateral de la vialidad, Ajustando los volúmenes de excavación en campo.

Se incluyen brocales y tapas de fierro fundido para pozos de visita, según plano V.C. 1994.

Brocales y tapas de fierro fundido (plano V.C. 1994)

Las tuberías que se tienen para las descargas de las coladeras pluviales son de P.V.C. para alcantarillado serie métrica, serie "A", clase 20, para diámetros menores de 45 cm., o en su caso se podrá utilizar tubería de polietileno de alta densidad para drenaje.

Los niveles que se indican en los planos correspondientes, para las tuberías de las descargas de los registros de la coladera de piso, hacia los pozos de visita se calcularon para los gastos de captación que presenta cada rejilla según la pendiente del pavimento y las recomendaciones que establece el Manual de Normas de Proyecto de la C.N.A..

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Las rejillas de piso son de 0.45 x 0.45 m., quedando a juicio de la supervisión de obra, si se opta por una rejilla de mayores dimensiones.

Las pendientes y los diámetros de las tuberías podrán ser modificados según si se opta instalar otro tipo de rejilla, evitar las obras conexas de caídas adosadas a pozo de visita (V.C. 1990) y de caídas a pozo de visita (V.C. 1991), quedando este criterio a juicio de la supervisión de obra, siendo la descarga libre al pozo de visita

Por lo tanto no se consideran en el proyecto Cajas de caída adosadas a pozo de visita según indica plano tipo V.C. 1990, para que las descargas sean libres a los pozos de visita, este criterio quedara a juicio de la supervisión de obra.

Registros para coladera pluvial de piso, según plano V.C. 1534, son las que se indican:

Coladera pluvial de piso (V.C. 1534)

La construcción de los registros donde se integran las rejillas pluviales de piso serán de 1.20 m. de profundidad, y la salida del tubo estará a 1.00, el colchón de 20cm. permite ser un desarenador del sistema. Esta altura se puede incrementar hasta 40 cm., quedando a juicio de la supervisión de obra, si así lo juzga conveniente.

En cuanto a los parámetros y lineamientos establecidos para pendientes y velocidades máximas y mínimas de diseño, se respetaron las recomendadas en el Manual de normas de proyecto de la C.N.A.. Considerando volúmenes mínimos de excavación y la cantidad necesaria de pozos de visita, para abatir los desniveles que presenta el terreno.

Los anchos de zanjas, se basaran en las especificaciones que para el caso se indican en el plano V.C. 1979. Los espesores según tipo de tubería, diámetro. La clase de cama será conforme indica plano tipo V.C. 1980 y V.C. 1982.

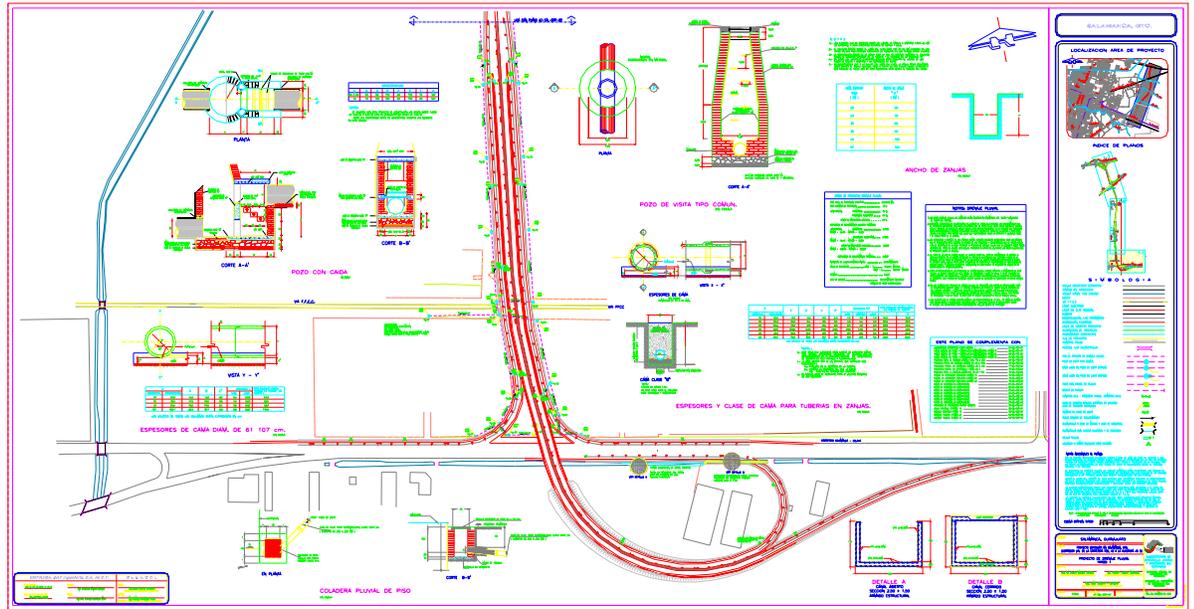
Todo el relleno en zanjas, deberá ser compactado y apisonado, con agua en capas de 0.20 m. de espesor.

En cuanto a la clasificación del material que se encuentra en la zona, se tiene que los porcentajes que corresponden según tipo de material observado en algunas zonas conforme visita de campo. En este caso los porcentajes se deben a un promedio general, la clasificación se realizara conforme estimaciones de obra conforme lo realizado en obra.

Material tipo "B" 80 %.

Material tipo "C" 20 %.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán



Proyecto de Drenaje Pluvial

V.6. Proyecto de Impacto Ambiental

Descripción del Proyecto

Características del Proyecto:

Nombre del Proyecto:

Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto.

Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45D”

Naturaleza del Proyecto:

El proyecto se referirá a la construcción de un corredor Vial que conecta la carretera Federal 45 y la Autopista de cuota 45D, dando continuidad al libramiento actualmente construido, este conformará la estructura vial de la ciudad que se tiene planteada en el Plan de Desarrollo Urbano para la Ciudad de Salamanca.

Objetivos y Justificación del Proyecto:

- a) Mejoramiento de la Infraestructura Vial de la Ciudad, con lo que se logrará una mayor eficiencia y la mejor utilización de la Infraestructura.
- b) Dar continuidad a la Vialidad de la Carretera Federal 45 y la Autopista 45D contando con esto con un acceso directo a la Zona Industrial de la Ciudad, con lo que se generará un mayor impacto económico.
- c) Separación del Tránsito de carga que cruza por el centro de la ciudad para acceder a la Zona Industrial, lo que trae como consecuencia una comunicación con mayor confort y mayor utilización de las vialidades.
- d) Complementar la estructura vial de Salamanca.

Con la construcción de esta vialidad, se mejorará la operación vial general de la ciudad, se disminuirán las horas-hombre invertidas en transportación y se contribuirá a la reducción de emisiones contaminantes por fuentes móviles.

Este proyecto forma parte del Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Salamanca, Gto. en donde dicho proyecto se considera parte integrante de la red vial estratégica de la zona urbana.

Ubicación Física del proyecto

- El sitio se ubica en la Zona Oriente de la Cabecera Municipal de Salamanca, Gto. Delimitado al norte por la Autopista de Cuota No. 45D México – Guadalajara; al sur entronca con la carretera Federal No. 45 en su tramo de Salamanca a Celaya

Urbanización del área

El sitio se encuentra actualmente en zona de uso de suelo mixto, predominando el uso de suelo agrícola, siguiendo después con terrenos baldíos propiedad de la Comisión Federal de Electricidad y de Particulares, actualmente en el sitio seleccionado no cuenta con servicios como son: drenaje sanitario, agua potable, drenaje pluvial, teléfonos, etc.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Criterios considerados.

Para llevar a cabo el estudio ambiental del proyecto, se consideraron los siguientes aspectos:

Características ambientales del área:

- Imagen urbana.
 - Vegetación.
 - Mobiliario urbano.
- Características del Parque Vehicular.
 - Magnitud, clasificación y distribución del parque vehicular.
 - Tipo y volumen de combustible utilizado.
 - Usos de suelo en las áreas colindantes a las vialidades estudiadas.
 - Datos meteorológicos.
- Metodologías aplicadas a la evaluación de los proyectos de vialidad
- Matrices de interacción.

Superficie requerida

El área de estudio tiene una superficie aproximada de 26.00 ha. Considerándose esta en una longitud de 4.3 Km. Desde su entronque con la carretera Federal 45 (Carretera Salamanca – Celaya) hasta su entronque con la Autopista Federal No. 45 (Carretera México – Guadalajara) comprendiendo dos cuerpos de vialidad con dos carriles por sentido, sus entronques y conexiones con las mencionadas carreteras, sus conexiones con la carretera Estatal Juventino Rosas

Uso actual del suelo en el área del proyecto

Se registró el uso de suelo por cada lote a lo largo de todo el acceso así como de los predios colindantes que conforman, tomando en consideración las diferentes categorías de uso de suelo.

El principal uso de suelo en el área del proyecto es Agricultura y Ganadería, también se encuentran grandes extensiones de terrenos baldíos propiedad de la Comisión Federal de Electricidad.

A continuación se mencionan los criterios que se utilizaron para llevar a cabo la clasificación de los usos de suelo en el área de estudio.

- Habitacional
- Comercial
- Servicios
- Escolar
- Industrial
- Área verde

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- Baldíos

- Agrícola y Ganadero

A continuación se presenta una tabla que ejemplifica el uso de suelo en el área de influencia:

Uso de suelo.	Composición Porcentual.
Habitacional	0.00
Comercial	0.00
Baldíos	35.00
Servicios	0.00
Industrial	4.00
Agrícola y Ganadero	61.00
Total	100.00

Colindancias del sitio seleccionado.

Al norte Autopista México Guadalajara
Al sur Carretera Federal Salamanca - Celaya
Al oriente Terrenos Propiedad CFE y terrenos de cultivo
Al poniente Predios Propiedad de C.F.E y terrenos de cultivo

IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos ambientales derivados de la instrumentación del Proyecto Ejecutivo denominado Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto. Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45D se llevó a cabo a través de matrices de interacción de evaluaciones medioambientales.

Dichas matrices consideran todas las actividades relevantes que será necesario desarrollar para la construcción del corredor vial de referencia en sus diferentes etapas del proyecto.

Como se trata de un proyecto urbano, y según las características de la zona de influencia en donde se insertará el mismo, esta evaluación sólo considera dos etapas las cuales son susceptibles de ser analizadas ambientalmente, esto es, la etapa de construcción y adecuación del área y la etapa de operación de la misma. En virtud de que las alternativas técnicas para el proyecto no representan diferencias notables respecto de los volúmenes vehiculares y las velocidades de operación, sólo se procedió a la evaluación de la alternativa final.

A continuación se enlistan los elementos que forman parte de la evaluación.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

I. ETAPAS:

- PREPARACIÓN

- Contratación de Mano De Obra.
- Delimitación de la zona.
- Definición de desvíos de flujos vehiculares.
- Definición de desvíos de flujos peatonales.
- Instalación de señales informativas y preventivas.
- Instalación de sanitarios portátiles.
- Instalación de caseta de vigilancia.
- Instalación de almacén de materiales.
- Instalación de oficina de campo.

CONSTRUCCIÓN

- Ejecución de obras civiles mayores
- Construcción de obras civiles menores (adecuaciones geométricas).
- Operación de maquinaria y equipo.
- Transporte de materiales y combustibles.
- Preparación de materiales.
- Manejo de residuos y aguas residuales generados durante la construcción.
- Almacenamiento de materiales y combustibles.
- Modificación de sentidos.
- Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.

• **Operación**

- Ampliación de carriles.
- Adecuaciones geométricas.
- Emplazamiento de calles locales.
- Habilitación de accesos.
- Otros.

• **Mantenimiento**

- Rehabilitación de pavimentos.
- Mantenimiento de infraestructura urbana (drenaje sanitario, energía eléctrica, cables de servicio telefónico, etc.).
- Mantenimiento de mobiliario urbano y señalamientos.

II. Receptores

- medio físico

- Calidad del aire
- Calidad del agua
- Calidad del suelo

- medio biótico

- Flora
- Fauna

- medio socioeconómico

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- Empleo
- Imagen urbana
- Infraestructura y servicios urbanos
- Uso de suelo.

A continuación se desarrollan las matrices de evaluación correspondientes a cada etapa.

ETAPA DE PREPARACIÓN

ACTIVIDADES	ELEMENTO	NIVEL DEL IMPACTO IDENTIFICADOS		AMPLITUD DEL IMPACTO	VALOR DEL ELEMENTO	GRADO DE RESISTENCIA
		S	NS			
Contratación de mano de obra.	Empleo		M	R	M	M
Delimitación de la zona y definición de desvíos de flujos vehiculares y peatonales.	Imagen urbana Uso de suelo	M M		L L	M M	M M
Instalación de señales informativas y preventivas.	Servicios Urbanos	B M		L L	M B	M D
Instalación de servicios de apoyo.	Imagen urbana Infraestructura	M B		L P	M M	M M

NIVEL

AMPLITUD

VALOR DEL ELEMENTO
GRADO DE RESISTENCIA

A ALTO	R REGIONAL	LE LEGAL	B BAJO	O OBSTRUCCION	M MEDIO
M MEDIO	L LOCAL	AL ALTO	MB MUY BAJO	MG MUYGRANDE	D DEBIL
B BAJO	P PUNTUAL	M MEDIO		G GRANDE	MD MUY DEBIL
S SIGNIFICATIVO					
NS NO SIGNIFICATIVO					

Se puede observar, que la ejecución de esta etapa presenta principalmente grados de resistencia medios, originados en la instalación de servicios de apoyo y en la definición de desvíos vehiculares que impactan de forma negativa la imagen urbana y la disponibilidad de servicios urbanos.

Los impactos identificados son de alcance Local, por lo que de acuerdo con los grados de resistencia obtenidos en la aplicación del método de evaluación, no son relevantes para el medio ambiente.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES	ELEMENTO	NIVEL DEL IMPACTO IDENTIFICADO		AMPLITUD DEL IMPACTO	VALOR DEL ELEMENTO	GRADO DE RESISTENCIA
		S	NS			
Ejecución de obras civiles mayores.	Calidad del aire	B		P	M	D
	Escurrimiento superficial	M		L	M	D
	Flora		B	P	M	MD
	Imagen urbana	M		L	M	D
Ejecución de obras civiles menores.	Calidad del aire		B	P	B	D
	Calidad del suelo		B	P	B	MD
	Flora		B	P	B	MD
	Imagen urbana	M		L	M	D
Operación de maquinaria y equipo.	Calidad del aire	M		P	M	D
	Flora	B		P	B	MD
	Imagen urbana	M		L	M	D
	Uso de suelo	M		P	M	D
Transporte de materiales y combustibles.	Calidad del aire.		M	L	M	D
	Imagen urbana		M	L	M	D
Preparación de materiales.	Calidad del aire		M	L	M	D
	Calidad del suelo		M	P	B	D
	Flora		B	P	B	MD
	Imagen urbana		M	L	M	D
	Uso de suelo		M	P	B	D
Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	Calidad del aire		B	P	M	D
	Calidad del suelo		B	P	B	D
	Flora		B	P	B	MD
	Imagen urbana		M	L	M	D
	Uso de suelo		M	L	M	D
Manejo de residuos y aguas residuales generados durante la construcción.	Calidad del aire		B	P	M	D
	Calidad del agua		B	P	M	D
	Calidad del suelo		M	P	B	D
	Flora		B	P	B	MD
	Imagen urbana		M	L	M	D
	Uso de suelo		M	P	B	D
Almacenamiento de materiales y combustibles.	Calidad del suelo		M	P	B	MD
	Imagen urbana		M	L	M	D
	Uso de suelo		M	P	M	D

**NIVEL
RESISTENCIA**

A ALTO
M MEDIO
B BAJO
DEBIL

AMPLITUD

R REGIONAL
L LOCAL
P PUNTUAL

VALOR DEL ELEMENTO

LE LEGAL
AL ALTO
M MEDIO

GRADO DE

B BAJO
MB MUY BAJO

VALOR DEL ELEMENTO

O OBSTRUCCION
MG MUYGRANDE
G GRANDE

GRADO DE

D DEBIL
MD MUY DEBIL

S SIGNIFICATIVO

NS NO SIGNIFICATIVO

La mayoría de las acciones que componen esta etapa dan como resultado niveles de impacto débil y su alcance de afectación es de orden local y puntual.

Se destacan de lo anterior las acciones correspondientes a la construcción de obras civiles mayores, como son la vialidad de acceso, dado que su impacto califica en un nivel medio.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Lo anterior es debido a que este tipo de actividades tienen afectaciones directas sobre el medio ambiente, sin embargo el efecto sobre la calidad del aire es temporal, mientras que las afectaciones sobre la imagen urbana y el escurrimiento se consideran permanentes.

La afectación sobre la calidad del aire se da en forma directa por los gases de combustión provenientes de la operación de los transportes, maquinaria y equipo necesarios para la ejecución de las acciones propias de esta etapa como lo son el transporte y la preparación de materiales de construcción, asimismo por la generación de partículas, por la operación de almacenes de materiales y las actividades de construcción.

De igual forma la calidad del aire se ve afectada de modo indirecto, por la emisión de gases de combustión adicionales provocados por la modificación de los patrones de desplazamiento provocados por las desviaciones de flujos vehiculares, los cuales además de aumentar la concentración de vehículos en ciertas áreas, reducen significativamente el promedio de velocidad de desplazamiento.

El balance de resistencias arroja 25 de nivel débil y 8 de nivel muy débil.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Sin embargo, con el paso del tiempo y por la incorporación de nuevo parque vehicular y con el envejecimiento del actual, se va perdiendo el efecto positivo en la calidad ambiental.

Se observa que las acciones propuestas para el mejoramiento vial, muestran un comportamiento claramente influido por el paso del tiempo, en el cual, va incrementándose de manera constante el número de vehículos en el flujo del sistema, con lo que se amortigua el efecto benéfico inicial del proyecto.

De este modo, lo anterior puede representar la necesidad de prever otras acciones que coadyuven al buen funcionamiento del sistema vial, como lo puede ser la creación de nuevos polos de desarrollo o de interés de la comunidad, hacia los cuales se desvíe parte de la concentración vehicular.

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados

No obstante que el proyecto se pretende desarrollar en una zona urbana, la calificación de los impactos ambientales fue ponderada tomando valores altos a las consideraciones relacionadas con el valor estético de la imagen urbana y de los servicios urbanos dado que la traza de las calles ha sido tomada tradicionalmente como sitio de reunión pública de la sociedad, por lo que en el desarrollo de propuestas de solución para cada uno de los elementos involucrados en la problemática del flujo vial del corredor se buscó además diseñar un sistema eficiente para el flujo del tránsito ciudadano, respetando y aún apoyando las costumbres de la población, tanto en sus patrones de desplazamiento como en sus hábitos de recreación.

La ejecución del proyecto presenta impactos ambientales significativos debido a que las calles es uno de los principales desplazamientos, por lo que las obras de desvío influyen directamente en el flujo de vehículos retardándolo, además las vías alternas de desplazamiento no cuentan con la continuidad suficiente para ser consideradas como solución ideal. Sin embargo el balance final de resistencias presenta como dominante las de orden bajo, lo cual representa la posibilidad de ejecutar las acciones propuestas mediante la aplicación de medidas de mitigación.

Entre las medidas de mitigación más importantes se tiene la programación de ejecución de las obras que busca por un lado minimizar el tiempo de ejecución de las obras, con lo que el efecto negativo tendrá una temporalidad menor.

La etapa de construcción presenta en su mayoría efectos poco significativos para el ambiente.

En virtud de lo anterior, en el plan de trabajo es indispensable que se cuente con procedimientos que establecen medidas de seguridad para los trabajadores y de protección al ambiente.

Las medidas que deben implementarse durante la etapa de construcción son presentadas a continuación:

- Recuperación de material de desecho utilizado en la actividad de pavimentación.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

- Limpieza de áreas, después de llevar a cabo cada acción propuesta en las diferentes etapas del proyecto.
- Forestación compensatoria de áreas abiertas, para compensar el posible corte de árboles de diámetro variable, así como aplicación de programas de regado de las superficies, para asegurar la correcta implantación de los especímenes.
- Evitar la liberación de polvos, a través del uso de tierra húmeda.
- Uso de sanitarios portátiles.
- Sitios específicos para instalación de sanitarios portátiles.
- Limpieza y mantenimiento adecuado de sanitarios portátiles.
- Realización del acarreo de material durante las horas de menor flujo vehicular.
- Planeación de rutas viables que aminoren posibles molestias viales dentro de las zonas donde esto pudiera ocurrir.
- Operación de máquinas y equipos dentro de los límites establecidos por la normatividad correspondiente para emisiones de ruido y contaminantes provenientes de vehículos automotores.
- Recuperación de condiciones originales de suelo utilizado para servicios de apoyo.
- Vigilancia permanente, en caso de que la maquinaria y equipo se tenga que quedar en la obra.
- Contar con un plan de emergencia contra derrames de combustible.
- Uso de protección personal para los trabajadores de la obra.
- Retiro de todo tipo de material resultante tanto exógeno como endógeno.
- Traslado de residuos generados a un lugar autorizado por las autoridades locales.
- Afinación del parque vehicular utilizado en la obra.
- Delimitación de la zona para evitar posibles accidentes.
- Señalamiento adecuado en todas las etapas del proyecto.
- Señalamientos preventivos en vehículos.
- Señalamientos preventivos para indicar horarios y rutas de menor tránsito.
- Información a los habitantes sobre la instrumentación de la obra.
- Instalación de contenedores de basura en puntos específicos de la obra para su uso y posterior limpieza hacia el basurero municipal.
- Equipo de primeros auxilios.
- Seguimiento a las normas de seguridad en el control y manejo de material.
- Realización de actividades de mantenimiento posteriores a cada etapa.
- Supervisión de la obra en todo momento.

En la etapa de operación, se tiene una gran cantidad de efectos ambientales significativos, los cuales en su mayoría son de signo positivo, sin embargo, el efecto del crecimiento de la población con el consecuente aumento del número de vehículos circulantes sumado al efecto de envejecimiento del parque vehicular actual, da como resultado que en un período de 15 años en promedio, el efecto benéfico sea amortiguado y por ende se requerirá de instrumentar nuevos planes para resolver los problemas del escenario imperante.

Algunas medidas que pueden servir como complemento de las acciones detalladas en el proyecto son presentadas a continuación:

- Instrumentación de programas de sustitución del parque vehicular que presta servicio público y privado.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

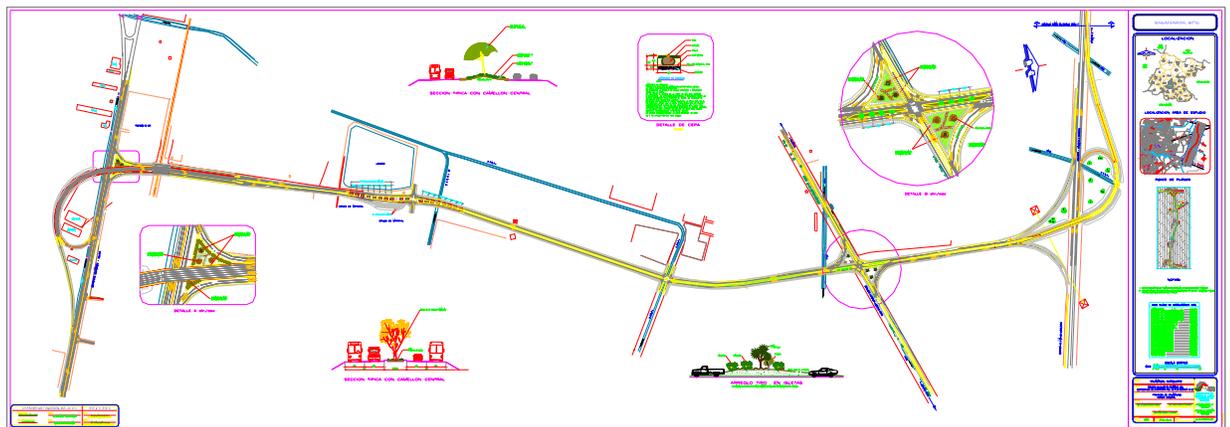
- Implementar el programa de verificación vehicular.
- Controlar y Reglamentar la creación de nuevos desarrollos, que permitan un crecimiento ordenado.

En general el proyecto Corredor Vial planteado presenta viabilidad ambiental dado que los máximos valores de resistencia determinados en la evaluación de impactos ambientales correspondieron al grado débil, lo cual representa la posibilidad de llevar a cabo las acciones propuestas mediante la aplicación de medidas de mitigación de aplicación directa.

Es de mencionarse que la metodología empleada para evaluar el proyecto permite los elementos involucrados, lo cual al momento de integrarlo en la visión general permite destacar particularidades.

En conclusión, se puede establecer que la ejecución del proyecto es importante para mejorar las condiciones de circulación del tránsito vehicular y dar seguridad al peatón.

Sin embargo por la misma dinámica de crecimiento de la población esta solución no se puede considerar como definitiva, dado que, las altas tasas de crecimiento poblacional y económico que se presentan en Salamanca habrán de incidir en la capacidad de la infraestructura urbana, por lo que es recomendable que se implementen políticas y planes de desarrollo urbano que marque la directriz para los futuros desarrollos.



**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

VI. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y PROGRAMA DE OBRA

VI.1. Costos Unitarios

<i>Análisis de Precio Unitario</i>						
Descripción						
No.: 2.1.						
Especificación 003-H-01						
Despalme en el área de cortes o área de desplante de los terraplenes en un espesor de 20 cm promedio, incluye: acamallonado del material, carga con maquinaria y acarreo al sitio cercano a la obra, donde indique la supervisión de la obra para su posterior utilización en áreas jardinadas.					Unidad :	M3.
					Precio U. :	24.26
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
Equipo						
H TRACTOR CADENAS	Tractor de cadenas caterpillar D6D motor diesel de 140 h.p.	hora	0.01330	433.39	5.76	
H CARGADOR FRONTAL	Cargador Frontal de cadenas Caterpillar 953 Motor diesel 110 H.P.	hora	0.01232	253.55	3.12	
H CAMION VOLTEO	Camión de volteo Famsa de 7 M3. Motor diesel	hora	0.06667	141.64	9.44	
Total de Equipo					18.33	
					Costo Directo	18.33
					Indirectos (18.12%)	3.32
					Subtotal	21.65
					Financiamiento (0.45%)	0.10
					Subtotal	21.75
					Utilidad (11.54%)	2.51
					Subtotal	24.26
					Precio Unitario	24.26

** VEINTICUATRO PESOS 26/100 M.N. **

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

PRESUPUESTO DE OBRA

Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto.

Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45D

Análisis de Precio Unitario

Descripción

No. 2.2

Especificación 003-H-02

Corte con maquinaria en terreno tipo B, material aprovechable en la formación de terraplenes, incluye: afine de taludes, carga con equipo mecanico y acarreo en el sitio indicado por la supervisión de la obra para su posterior utilización, pago p.u.o.t.

Unidad : M3.

Precio U. : 27.73

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Equipo					
H TRACTOR CADENA	Tractor de cadenas caterpillar D6D motor diesel de 140 h.p.	hora	0.01935	433.39	8.39
H CARGADOR FRONT	Cargador Frontal de cadenas Caterpillar 953 Motor diesel 110 H.P.	hora	0.01232	253.55	3.12
H CAMION VOLTEO	Camión de volteo Famsa de 7 M3. Motor diesel	hora	0.06667	141.64	9.44
Total de Equipo					20.95
Costo Directo					20.95
Indirectos (18.12%)					3.80
Subtotal					24.75
Financiamiento (0.45%)					0.11
Subtotal					24.86
Utilidad (11.54%)					2.87
Subtotal					27.73
Precio Unitario					27.73

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

PRESUPUESTO DE OBRA					
<i>Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto.</i>					
<i>Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45D</i>					
Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
No. 2.4					
Especificación 005-H.09					
Compactación de terreno natural de 20 cm de espesor, en el área de desplante de los terraplenes y en la cama de los cortes, al 95% de la prueba AASTHO estandar, incluye: escarificación, incorporación del agua, mezclado, tendido y pruebas de calidad, se paga p.u.o.t.					
Unidad :					M2
precio U. :					26.32
Clave	Descripción	Unidad	cantidad	recio U.	Total
Materiales					
AGUA CONST.	Agua para construcción	M3.	0.17000	26.60	4.56
Total de Mano de Obra					4.56
Mano de Obra					
PEON	Peón	JOR	0.01667	166.28	2.81
Total de Mano de Obra					2.81
Herramienta					
Herr.	Herramienta Menor	(%)MCL	0.02000	1.98	0.06
Total de Herramienta					0.06
Equipo					
H MOTONIV.	Motorizadora Caterpillar 120G, Motor diesel de 125 H.P.	HORA	0.01428	311.15	4.44
C.PIPA	CANON PIPA DE 8000 LTS	HORA	0.00450	152.65	0.69
H COMPAC.	Compactador Caterpillar 813E, 20 Ton. 2 H.P.	HORA	0.01400	502.24	7.03
Total de Equipo					12.16
Costo Directo					19.89
Indirectos (16.12%)					3.60
Subtotal					23.49
Financiamiento (0.45%)					0.11
Subtotal					23.60
Utilidad (11.54%)					2.72
Subtotal					26.32
Precio Unitario					26.32

Página 1

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

Proyecto Vehicular en Salamanca, Gto.						
Corredor Vial de la Carretera Federal 45 a la Autopista 45D						
Análisis de Precio Unitario						
Descripción						
No. 3.3.02						
Especificación 081-H.02						
Carpeta de concreto asfáltico en espesor indicado en proyecto, compactada al 95% pvs Marshall, incluye meclado, tendido, compactado, acarreaos, cargas y descargas, pruebas de calidad, medido compacto, pago p.u.o.t..					Unidad:	M².
					Precio U.:	1,121.23
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
Materiales						
CONC.ASFALTICO	Concreto Asfáltico en planta agregado 3/4" a finos, cemento asfáltico No. 6, puesto en Obra.	M ² .	1.16000	642.92	756.65	
Total de Materiales					756.65	
Mazo de Obra						
PEON	Peón	JOR	0.00200	166.26	0.34	
Total de Mazo de Obra					0.34	
Herramienta						
Herr.	Herramienta Menor	(%)MCA	0.00000	0.34	0.010	
Total de Herramienta					0.010	
Equipo						
H PAVIMENTADORA	Pavimentadora Barber-Green completa SB-151 de 150 H.P.	HORA	0.04150	1,009.74	41.90	
H APLANADORA-2	Aplanadora dos rodillos Compacto-Hube CL-810 8T 73 H.P.	HORA	0.03500	619.94	21.70	
H COMPACTADOR	Compactador llantas neum. Duo-Factor 50 Ton. 105 H.P., con tambores de cuchillas de 1.26 M.	HORA	0.04000	358.27	15.53	
H APLANADORA-3	Aplanadora tres rodillos Compacto-Hube C.T 1014 de 10 a 14T 73 H.P.	HORA	0.04000	277.14	11.09	
Total de Equipo					88.22	
Costo Directo					847.21	
Indirectos (16.123)					159.51	
Subtotal					1,006.73	
Financiamiento (0.453)					4.50	
Subtotal					1,011.23	
Utilidad (11.543)					116.00	
Subtotal					1,127.23	
Precio Unitario					1,121.23	

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

PRESUPUESTO DE OBRA

OBRA: **Corredor Vial de la Carretera 45 a la Autopista 45D**
Salamanca, Gto.

No.	Específic.	CONCEPTO	U.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
2.0 3.01.01 TERRACERIAS						
2.1	03-H.01	Desplante en el área de cortes o área de desplante de los terraplenes en un espesor de 20 cm promedio, incluye: acamallonado del material, carga con maquinaria y acarreo al sitio donde indique la supervisión de la obra para su posterior utilización en áreas jardinadas.	M3	32,751.00	24.26	794,536.47
003 Cortes						
2.2	003-H.02	Corte con maquinaria en terreno tipo B, material aprovechable en la formación de terraplenes, incluye: afine de taludes, selección de material, carga con equipo mecánico y acarreo en el sitio indicado por la supervisión de la obra para su posterior utilización, pago p.u.o.t.	M3	32,943.00	27.73	913,508.90
2.3	003-H.03	Corte con maquinaria en terreno tipo B, material no aprovechable, sin clasificar, incluye: afine de taludes, carga con equipo mecánico y acarreo en el tiradero propuesto por el contratista autorizado por la supervisión de la obra, pago p.u.o.t.	M3	-	32.12	-
005 TERRAPLENES						
2.4	005-H.09	Compactación de terreno natural de 20 cm de espesor, en el área de desplante de los terraplenes y en la cama de los cortes, al 90% de la prueba AASTHO estandar, incluye: escarificación,, incorporación del agua, mezclado, tendido y pruebas de calidad, se paga p.u.o.t.	M2	8,550.34	26.32	225,051.26
2.5	005-H.03	Formación y compactación de terraplenes en capas horizontales de 20cm, material seleccionado producto de los cortes, con un grado de compactación del 95% de su pvsm prueba AASTHO estandar, incluye: equipo, cargas y acarrees, agua, pruebas de calidad.	M3	32,943.00	47.22	1,555,408.37
2.6	005-H.11	Formación y compactación de terraplenes en capas de 20 cm, material seleccionado de banco, con un grado de compactación del 95% de su pvsm prueba AASTHO estandar, incluye: suministro de materiales, equipo, cargas y acarrees, agua, pruebas de calidad.	M3	146,125.00	83.28	12,169,645.66
2.7	005-H.14	Formación y compactación de una capa de subrasante, en capas no mayores de 20 cm, material seleccionado de banco, con un grado de compactación del 95% de su pvsm prueba AASTHO estandar, incluye: suministro de material, equipo, cargas y acarrees, agua, pruebas de calidad.	M3	42,136.00	95.18	4,010,366.86
				SUMA TERRACERIAS		14,863,614.19
3 3.01.03 PAVIMENTOS						
3.1. 074 SUB-BASE						
3.1.01	074-H.04	Construcción de sub-base hidráulica en capas no mayores M3 de 20 cm, hasta alcanzar el espesor de proyecto, compactada al (100%) de su p.v.s.m. Determinado por la prueba AASTHO modificada, del banco de prestamo propuesto por el contratista previa autorización de la Dependencia, incluye: Suministro de material, agua, equipo tendido, cargas y acarrees, pruebas de calidad. Se paga medido compacto p.u.o.t.	M3	21,137.00	129.72	2,741,787.08
3.1.02	074-H.01	Construcción de sub-base hidráulica en capas no mayores M3 de 20 cm, hasta alcanzar el espesor de proyecto, material producto de los cortes, compactada al (100%) de su p.v.s.m. Determinado por la prueba AASTHO modificada, incluye: escarificado, digregado, mezclado, incorporación de agua, tendido, compactado, cargas y acarrees, pruebas de calidad. Se paga medido compacto p.u.o.t.	M3	8,287.00	62.68	519,469.41
074 BASE						
3.1.03	074-H.04	Construcción de base hidráulica en capas no mayores de M3 20 cm, hasta alcanzar el espesor de proyecto, compactada al (100%) de su p.v.s.m. Determinado por la prueba AASTHO modificada, del banco de prestamo propuesto por el contratista previa autorización de la Dependencia, incluye: Suministro de material, agua, equipo tendido, cargas y acarrees, pruebas de calidad. Se paga medido compacto p.u.o.t.	M3	40,343.00	142.24	5,738,517.03
				BASES Y SUB-BASES		8,999,773.53
3.2. 78 RIEGO DE IMPREGNACION						
3.2.01.	078-H.01	Barrido de la superficie, Incluye: equipo, carga y acarreo Ha. del material a tiradero propuesto por el contratista, previa autorización de la supervisión de obra.	Ha.	14.30	19,796.94	283,096.22
3.2.02.	076-H.05	Riego de impregnación con material de emulsión asfáltica Lto. catiónica de rompimiento medio con rendimiento de 0.80 M2/L A 1.5 LT/M2, pago p.u.o.t.	Lto.	10,735.00	10.35	111,082.49
3.3. 081 CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO						
3.3.01	078-G.04	Riego de liga con emulsión asfáltica catiónica de Lto. rompimiento rápido tipo RR-3K, con 65% de residuo asfáltico en proporción 0.4 A 1.0 LT./M2. Incluye acarreo de la mezcla. (se paga p.u.o.t).	Lto.	65,345.00	8.07	527,593.71
3.3.02	081-H.02	Carpeta de concreto asfáltico en espesor indicado en M3 proyecto, compactada al 95% Marshall, incluye mezclado, tendido, compactado, acarreaos, cargas y descargas, pruebas de calidad, medido compacto, pago p.u.o.t..	M3	10,335.00	1,121.23	11,587,932.77
				CARPETA ASFALTICA		12,509,705.19
				SUMA PAVIMENTOS		21,509,478.72

VI.2. Normas y Especificaciones

La ejecución de la obra se sujetará en todo a las Normas de Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, al Reglamento de Construcción Vigente de la Entidad donde se realizará la obra, o en su defecto se aplicará el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Complementarias, Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas de la S.E.M.I.P. Secretaría de Energía e Industria Paraestatal, relativa al suministro y uso de energía eléctrica (NOM-001-SEM94) D.G.E. Dirección General de Electricidad, Normas de Proyecto de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.). Si hubiera discrepancia entre lo indicado en el Proyecto y lo estipulado en estas Normas, regirá lo asentado en estas últimas.

El pago por la **Unidad de Obra Terminada (PUOT)** se entenderá como la entrega al Contratista del importe del Concepto de Obra que agrupa todas las fases del trabajo necesarias, de los materiales, equipo, herramienta, mano de obra y todo lo directa o indirectamente requerido, considerando además en el indirecto todas las pruebas necesarias de laboratorio de materiales para asegurar la calidad requerida en las normas de calidad de la Secretaría, incluyendo la instalación y conexión de equipos para la ejecución de una obra hasta su terminación de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas y las especificaciones si las hubiera.

Conforme a esta modalidad, al elaborar el precio unitario respectivo, se tomará en cuenta que el contratista tiene libertad de seleccionar el equipo, el procedimiento de construcción y el de control de calidad será de acuerdo en lo estipulado en las normas complementarias y a satisfacción de la Dependencia. La empresa será responsable de considerar las condiciones climatológicas, geológicas, condiciones actuales de la infraestructura, así como de otras características locales que pudieran influir en dicho precio unitario y el costo de la construcción. Si la empresa no considera estas condiciones la Dependencia no está obligada a tramitar reclamación alguna por este concepto.

Equipos y Materiales.

Los Equipos y materiales que se utilicen en la ejecución de la obra deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM): Con las Normas de Construcción y Normas de Construcción de Instalaciones en Vigor de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, excepto en los casos en que las características estén señaladas expresamente en el proyecto.

De aquellos materiales no comprendidos en los libros 3.01 y 3.04 de las Normas para la construcción e instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se ha indicado la marca a fin de que el contratista forme su criterio acerca de la calidad que exige la Dependencia.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

El contratista esta en libertad de proponer alguna otra marca diferente a la indicada siempre y cuando la calidad que ofrezca sea a juicio de la Dependencia, mejor o igual a la de la marca señalada en cuyo caso, deberá hacer entrega a la Dependencia de toda la información técnica respectiva que requiere la Dependencia con el fin de que sea estudiada para su aprobación, sin que sea motivo para modificar los precios unitarios propuestos por el contratista. El uso de materiales o equipos no autorizados previamente será por cuenta y riesgo del contratista.

Cuando se trate de cambios y rehabilitación de instalaciones existentes y aún en el caso de obras nuevas, el contratista deberá tomar en cuenta la necesidad de uniformizar los equipos, materiales y accesorios para facilidad de mantenimiento.

En caso de que la Dependencia no acepte las marcas propuestas por considerar que la calidad de los materiales no es similar a la exigida, el contratista estará obligado a utilizar los materiales de la marca señalada en el proyecto.

Requisitos adicionales para la ejecución de la Obra.

El contratista esta obligado a guardar las Normas de Seguridad establecidas por las diversas leyes y reglamentos, durante todo el tiempo que dure esta obra, así mismo deberá incluir en sus indirectos de obra los señalamientos provisionales, señalamientos reflejantes, señalamiento luminoso con focos rojos y/o luz de color ámbar, acordonamiento, así como el equipamiento necesario para cumplir las disposiciones de dichas autoridades.

El contratista se deberá sujetar a los horarios de trabajo que indiquen las autoridades de la Dependencia y de Tránsito.

El Contratista deberá dotar a sus vehículos y equipo que trabajen en las áreas de construcción de la obra con balizamiento de protección, consistente en faros giratorios o cintilantes con luz color ámbar colocados en la parte alta y trasera del vehículo o equipo. Deberá contar con equipo de comunicación necesarios para la coordinación de los trabajos con las autoridades. Deberá incluir dentro de sus indirectos a las cuadrillas necesarias para las maniobras de desvíos de transito, que deberán laborar las 24 hs. Y durante los días calendario que dure la obra. El personal que se emplee deberá estar capacitado en maniobras de seguridad en materia de tránsito vehicular y conocer los reglamentos que existan al respecto.

El Contratista deberá presentar a la consideración de las autoridades de la Dependencia y autoridades de tránsito locales el programa de obra indicando accesos y vías alternas a utilizar durante la construcción.

U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán

VI.3 Presupuesto de Obra

PRESUPUESTO DE OBRA:			
OBRA:	PROYECTO VEHICULAR EN SALAMANCA, GTO		
RESUMEN			
No.	CONCEPTO		TOTAL
1	PRELIMINARES		285,486.80
2	TERRACERIAS		14,863,614.19
3	PAYIMENTO Y CARPETA ASFALTICA		21,509,478.72
4	GUARNICIONES, BANQUETAS Y MUROS DE CONT.		5,204,170.10
5	SEÑALIZACION		1,021,611.15
6	AGUA POTABLE		3,033,131.38
7	OBRAS DE DRENAJE SANITARIO		4,703,026.28
8	DRENAJE PLUVIAL		8,836,692.45
9	OBRA ELECTRICA		6,599,333.84
10	PUNTES Y CRUCES DE CANALES		52,595,190.00
10.1	PUENTE ENTRONQUE CARR. FED. CELAYA SALAMANCA - VIA FFCC MEX - GUAD.	34,336,080	
10.2	PUENTE ENTRONQUE AUTOPISTA MEXICO - GUADALAJARA	5,713,165	
10.3	CRUCE CANALES Y DUCTOS DE PEMEX	12,545,945	
	TOTALES		118,651,734.92
	I.V.A. 15%		17,797,760.24
	TOTAL		136,449,495.15

CONCLUSIONES

El llevar a cabo esta tesis de una acción de vialidad me llevó al conocimiento de varios temas que están dentro de la carrera de Ingeniería Civil como los aspectos legales, los derechos de vía, los usos del suelo, la planeación, el proyecto, la construcción, la operación y el mantenimiento.

La transportación de productos por áreas cuyo uso del suelo incluye el habitacional y comercial y que ponen en riesgo la seguridad de los vecinos en el área urbana, como lo es el caso de gran parte de la zona centro de la ciudad de Salamanca, Gto., derivado de la ubicación de la refinería Ing. Antonio M. Amor donde existe el manejo de productos peligrosos, debe anunciar la construcción del corredor vial para el transporte, tomando en consideración el inminente peligro al que se expone la población; además de que en primer término los estudios de planeación como lo es el Estudio Integral de Vialidad y Transporte cuya realización llevó un lapso de tiempo de 8 meses, ya ha sustentado tal acción; en segundo término la Ingeniería de detalle que corresponde al proyecto ejecutivo cuyo tiempo de realización es de 6 meses dando como resultados los procedimientos y planos para su construcción.

De esta forma concluyo que si no se instrumenta el corredor a la brevedad posible, el esfuerzo de topógrafos, ingenieros en planeación del transporte, mecánica de suelos, estructuristas, paisajistas, electricistas, economistas y laboratoristas en un tiempo que suele ser de 6 meses en promedio, se vendría abajo, toda vez que conforme va corriendo el tiempo van habiendo asentamientos humanos por el sitio donde se proyectó el trazo definitivo, inclusive autorizados por las autoridades de gobiernos subsecuentes en el que se proyectó el corredor.

En ese sentido es indispensable que toda acción de vialidad, sea inmediatamente autorizada por el cabildo; adquiriendo el derecho de vía para cuyo caso es necesario pagar los predios a afectar; la adquisición de los recursos financieros para la construcción y ejecutar la acción, acción que en la mayoría de los casos los políticos prometen sin saber que el proceso contempla esfuerzos muy grandes; la operación y el mantenimiento de la vialidad.

En el caso particular de Salamanca y derivado de la ampliación y modernización que se tiene prevista de la Refinería Ing. Antonio M. Amor, es indispensable que contemple el corredor descrito en esta tesis reduciendo con ello el riesgo de que haya impactos de grandes consecuencias por pérdidas humanas, es decir si se desplaza el transporte de carga que entra y sale de la refinería y la Subestación eléctrica y que circula por la vialidad primaria en la zona centro por la proyectada, habría una disminución de riesgos por la transportación de productos peligrosos que al suscitarse un accidente explotan o generan la emanación de gases tóxicos a los que quedarían expuestos un mayor número de personas.

**U.N.A.M.
Facultad de Estudios Superiores
Acatlán**

Bibliografía :

Autor	Secretaria de Desarrollo Social
Título	Términos de Referencia de Estudios Integrales de Vialidad y Transporte Urbano de la Dirección General de Ordenación del Territorio
No. Edición	Cuarta
Lugar	México, D.F.,
Editorial	-
Año	1992
Autor	Secretaria de Desarrollo Social
Título	Manual Normativo de Ingeniería de Tránsito
No. Edición	Primera
Lugar	México, D.F.,
Editorial	-
Año	2000
Autor	Corro y Prado Oyervides
Título	Diseño de Pavimentos Flexibles Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación 444
No. Edición	Tercera
Lugar	México, D.F.,
Editorial	-
Año	1985
Autor	M.I. Fernando Armando Hernández Trejo
Título	La Administración de Pavimentos en Ciudades Medias de México
No. Edición	Primera
Lugar	Campeche, Camp.
Editorial	-
Año	2002
Autor	Gobierno del H. Ayuntamiento de Salamanca, Gto.
Título	Plan de Desarrollo Urbano de Salamanca, Gto.
No. Edición	Primera
Lugar	Salamanca, Gto..
Editorial	-
Año	1996
Autor	Secretaria de Desarrollo Social
Título	Manual de Equipamiento Urbano
No. Edición	Primera
Lugar	México, D.F.
Editorial	-
Año	2000
Autor	Ing. Manuel Jara López e Ing. Roberto Landeros Ortiz
Título	Tópicos de Geotécnia
No. Edición	Tercera
Lugar	Acatlán, México.
Editorial	U.N.A.M.
Año	1985