

VIII. RESUMEN DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

Proyecto

Diseño ejecutivo para la construcción y operación de un Gasoducto con diámetros de 12", 10", 8" y 6" instalado en los municipios de Ayala, Yecapixtla, Cuautla, Tlayacapan, Yautepec de Zaragoza, Jiutepec y Cuernavaca, todos en el estado de Morelos, iniciando en la interconexión (con coordenadas geográficas 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste) con el Gasoducto principal propiedad de la empresa ELEC NOR. Siguiendo el derecho de vialidades dentro de los municipios antes mencionados, principalmente por la carretera Federal No. 115 en el tramo Cuautla - Oaxtepec, así como por la carretera Federal No. 160 Yautepec - Cuernavaca, hasta llegar al parque Industrial CIVAC y posteriormente dar suministro a los socios BRIDGESTONE y GRUPAK, IMSS en la ciudad de Cuernavaca.

Nombre del proyecto

Sistema de Transporte de Gas Natural para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V..

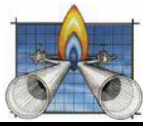
Ubicación del proyecto

El Gasoducto principal propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciará en la interconexión de la City Gate Morelos con el Gasoducto de 30"Φ propiedad de la empresa ELEC NOR dentro del municipio de Ayala, mediante gasoducto de acero al carbón de 6"Φ; a la salida de la City Gate se instalará, en dirección Noroeste, un gasoducto de 12"Φ con una longitud de 0,55 Km, para posteriormente realizar la bifurcación del mismo e interconectar dos gasoductos con diámetro de 10"Φ y 6"Φ, respectivamente, este último se extenderá en dirección Sur, hacia el Parque Industrial de Cuautla con una longitud de 4,7 Km, para dar suministro a las ERM SAINT GOBAIN y CONTINENTAL. El gasoducto restante con diámetro de 10"Φ, seguirá el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 50' 12,14" Latitud Norte y 98° 55' 24,76" Longitud Oeste que es donde se extenderá un gasoducto de acero al carbón con diámetro de 4" en dirección Noreste, para dar suministro al socio BURLINGTON. El gasoducto de 10"Φ continúa por el derecho de vía de la carretera Federal 115, hasta llegar al punto 18° 51' 22,46" Latitud Norte y 98° 56' 30,61" Longitud Oeste, de donde saldrá un gasoducto de acero al carbón de 6"Φ en dirección Oeste para dar suministro al socio INGENIO y en ese mismo punto realizar la reducción del diámetro de 10" a 8" para continuar sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 hasta llegar al punto con coordenadas 18° 53' 06,72" Latitud Norte y 98° 59' 08,96", donde retomará nuevamente el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, para seguir hacia el Oeste hasta llegar al municipio de Jiutepec que es donde se instalarán las Estaciones de Regulación y Medición (ERM's) KOLORINES, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, UNILEVER y BAXTER, ya localizadas en el Parque Industrial CIVAC, y alimentadas mediante tubería de polietileno de 4"Φ, en el caso de la ERM BAXTER.

Para dar suministro a los socios IMSS, BRIDGESTONE y GRUPAK ubicados en la ciudad de Cuernavaca, se empleará tubería de polietileno de 6"Φ.

Tiempo de vida útil del proyecto

En base a su experiencia, la empresa responsable del Proyecto Ejecutivo del Gasoducto, lo diseñó y realizará la construcción total del gasoducto en una sola etapa, para una vida útil de al menos 30 años en estado de operación, pero de acuerdo con los planes de operación y el programa de mantenimiento preventivo y correctivo continuo, se espera que éste pueda funcionar de manera indefinida; aunado a lo anterior, se cuidarán factores como la correcta aplicación de la protección catódica y la calidad del gas natural; lo que hace que se prolongue el tiempo de vida útil esperado.



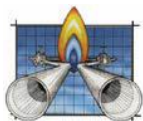
Nombre o razón social

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.

Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Nombre o Razón Social

La empresa responsable de la elaboración del presente Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), en el sector Petrolero, modalidad particular, es Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V..



Información General del Proyecto.

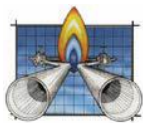
El proyecto consiste en el Diseño Ejecutivo de un Gasoducto principal compuesto por tubería de 12", 10", 8" y 6" de diámetro (12", 10", 8" Y 6"Φ) en acero al carbón sin costura, cuya especificación es API 5L GRADO X52, para el suministro de gas natural a sus 13 socios comerciales, siendo estos las empresas SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE. La interconexión con el Gasoducto principal propiedad de la empresa ELECNOR, que alimentará la City Gate Morelos, la cual se localizará en el municipio de Ayala, en el estado de Morelos (con coordenadas de 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste), de este punto partirá el gasoducto de acero al carbón de 12" de diámetro, mismo que manejará una presión máxima de 21 Kg/cm² (298,69 Libras por pulgada cuadrada ó psi), para posteriormente reducir el diámetro a 10", 8" y terminar en 6"Φ en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, cruzando los municipios de Cuautla, Yecapixtla, Tlayacapan, Yautepec y Jiutepec. La longitud total del sistema de transporte de Gas Natural será de 80,58 Km.

Etapas del Proyecto	Actividades
Tipo de Obra	- Instalación de Infraestructura a base de tubería de acero al carbón, para el Sistema de transporte de Gas Natural.
Preparación del sitio	- Despalme de superficie requerida.
Construcción	- Apertura de zanja y/o perforación direccional, - Tendido de tuberías, - Unión de tuberías por soldadura y termo fusión, - Prueba neumática.
Operación y Mantenimiento	- Inspección y vigilancia de áreas de afectación, - Señalamientos, - Verificaciones periódicas (Establecidas en un programa pre establecido) ante la CRE.

Naturaleza del proyecto

El presente proyecto que consiste en la instalación de un Gasoducto principal compuesto por tubería de 12", 10", 8" y 6"Φ, en acero al carbón sin costura, cuya especificación es API 5L GRADO X52, con la finalidad de abastecer de Gas Natural a sus 13 socios comerciales: SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE.

El crecimiento y desarrollo industrial de la zona, permitirá a la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cubrir la necesidad y demanda de Gas Natural para sus 13 socios comerciales y con la posibilidad de que a futuro se puedan integrar otras empresas a éste gasoducto. El contar con Gas Natural como combustible, permitirá tener combustión menos impactante en el medio ambiente, costos de mantenimiento menores, ahorros por menor generación de Residuos Peligrosos y una combustión más eficiente.



II.1.1 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El área comprendida en la trayectoria del Gasoducto desde la interconexión hasta las casetas de regulación en la ciudad de Cuernavaca, se encuentra en la Región Hidrológica No 18 Balsas, dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) No. 67, identificada con el nombre Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala.

Uso de Suelo: La trayectoria del gasoducto principal y sus ramales de distribución, se instalarán principalmente en zonas donde el uso de suelo predominante es de agricultura de Temporal y de Riego, así como en áreas urbanas principalmente las correspondientes a la mancha urbana de la ciudad de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec y Cuautla, en el estado de Morelos, donde el uso de suelo está destinado principalmente para las unidades habitacionales, áreas de recreación (parques y jardines), industrial, vialidades y centros comerciales, principalmente, por lo que la instalación del gasoducto en lo correspondiente a la mancha urbana, se realizará en su totalidad mediante perforación direccional siguiendo el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en la ciudad de Cuernavaca, Jiutepec y Yautepec, y el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 en el tramo Oaxtepec - Cuautla, con el objeto de causar el mínimo de impactos a la infraestructura presente en dichas zonas.

Uso de los cuerpos de Agua: En el área donde se ubicará el proyecto, se localizan diferentes ríos y arroyos que cruzan perpendicularmente el derecho de vía del Gasoducto principal, los cuales son usados principalmente para el riego de campos agrícolas en la temporada de riego. Los primeros arroyos que serán cruzados se localizan dentro del municipio de Ayala en donde se ubican los puentes Papayos y Guayabos, respectivamente, posteriormente se localizan los ríos Fondo Rocosó y Cuautla, localizados dentro del municipio de Cuautla; los 4 cruces con el río Yautepec, se localizan, tres de ellos en la ciudad de Cocoyoc y uno de ellos en la ciudad de Yautepec, de los cuales, solo el localizado en las coordenadas 18° 52' 51,43" N – 98° 57' 52,36" O, no presentaba escurrimiento fluvial al momento de los recorridos en campo.

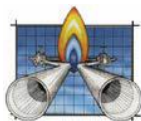
Cabe mencionar que dichos cuerpos de agua, no se verán afectados por la instalación del proyecto, ya que éstos serán cruzados en forma subterránea por el método de Perforación Direccional, el cual no requiere el despalme o acondicionamiento del área a ocupar.

❖ *Clima.*

Tipo de clima.

En el estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climáticos: Cálido-subhúmedo, semicálido-subhúmedo, templado-subhúmedo, semifrío-subhúmedo y frío, principalmente.

- *Cálido-subhúmedo:* Abarca aproximadamente el 78% de la superficie de Morelos, se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C, con lluvias en verano y una precipitación del mes más seco menor de 60 mm. En este tipo de clima se presenta la vegetación que predomina en la entidad: La selva baja caducifolia.
- *Semicálido-subhúmedo:* Se localiza en una franja hacia el norte del estado y comprende aproximadamente un 13% de su superficie. Presenta una temperatura media anual entre 18° y 22°C, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 800 a 1 500 mm; la precipitación máxima ocurre en el mes de Junio, siendo Febrero y Diciembre los meses de menor precipitación.
- *Templado-subhúmedo:* Cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se localiza en los municipios del norte como: Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan, Tetela del Volcán y parte de Cuernavaca, Tepoztlán, Ocuituco, Tlayacapan y Miacatlán. Dichos municipios se encuentran entre



los 1 600 y 1 800 msnm (metros sobre el nivel del mar), con temperaturas medias anuales de 10°C a 15°C y con una precipitación de 1 200 a 1 500 mm anuales. En el estado de Morelos, los bosques mixtos de pino y encino se desarrollan en este tipo de clima.

- Semifrío-subhúmedo: Se localiza en pequeñas zonas de la entidad, en los límites con el Distrito Federal, con el estado de México y Puebla, cubren solamente una superficie estatal aproximada del 2%. En este tipo de clima, se distribuyen los bosques de coníferas y praderas de alta montaña, en particular bosque de *pinus* y *abies*.
- Frío: Se presenta en las partes altas del Popocatepetl que le corresponden a la entidad. Se caracteriza por tener una temperatura media anual menor de 5°C y con alta incidencia de heladas. Le corresponde una vegetación dominante de zacatonal y pradera alpina.

Fuente: [Clima del estado de Morelos. Gobierno del Estado. Página web.](#)

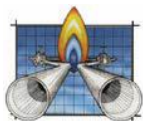
El derecho de vía del Gasoducto principal en su trayectoria a un costado de la carretera Federal No. 160, en su trayectoria y área de influencia incidirá en el territorio de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, los cuales forman parte de la provincia del Eje Neo volcánico.

El clima predominante en el municipio de Cuernavaca es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (65,12%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (31,41%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,29%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,18%). En el municipio de Jiutepec el clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (71,83%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (28,17%). Para Yautepec, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (65,84%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (29,67%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (4,49%). En lo que respecta al municipio de Tlayacapan, se encuentran principalmente climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (96%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,23%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,77%). Para Cuautla el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (98,22%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (1,78%). Así mismo, para el municipio de Yecapixtla se tienen climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (48,48%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (27,28%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (24,24%); para finalizar, en el municipio de Ayala se presenta un tipo de clima únicamente, cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (100%).

Tabla IV.2.1.1 Temperatura y precipitación anual por municipio.

Municipio	Rango de Temperatura (°C)	Rango de Precipitación (mm)
Cuernavaca	12 – 24	800 – 1 600
Jiutepec	20 – 24	800 – 1 200
Yautepec	18 – 24	800 – 1 000
Tlayacapan	16 – 24	800 – 1 000
Cuautla	20 – 24	800 – 1 000
Yecapixtla	18 – 24	800 – 1 200
Ayala	22 – 24	800 – 1 000

Fuente: [Prontuarios de información municipales \(INEGI\).](#)



Fenómenos Climatológicos.

En los municipios donde se desarrolla el proyecto se presentan fenómenos climatológicos, tales como precipitaciones muy fuertes o en su caso la ausencia de éstas, en el estado de Morelos la presencia de fríos extremos en casi toda la época del año se registran en el municipio de Tetela del Volcán, por ser el municipio que presenta mayor altitud sobre el nivel del mar en comparación con otros municipios del estado.

Información histórica de Fenómenos Climatológicos.

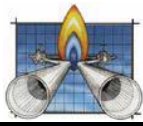
México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos 10 años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico, a continuación se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del 2000 al 2008.

Tabla 2 Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del 2000 al 2008.

Año	Océano	Nombre	Categoría en Impacto	Estados Afectados
2008	Pacífico	Odile	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
		Norbert	H2	BCS, Sonora y Chihuahua
	Atlántico	Marco	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla
	Pacífico	Lowell	DT	BCS, Sinaloa y Sonora
	Atlántico	Dolly	TT	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua
	Pacífico	DT 5E	DT	Michoacán
2007	Atlántico	Arthur	TT	Quintana Roo, Campeche y Tabasco
	Atlántico	Lorenzo	H1	Veracruz, Puebla e Hidalgo
	Pacífico	Henriette	H1	BCS y Sonora
	Atlántico	Dean	H5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro
2006	Pacífico	Bárbara	TT	Chiapas
		Norman	DT	Colima, Michoacán y Jalisco
		Lane	H3	Sinaloa y Colima
2005	Atlántico	John	H2	BCS
		Wilma	H4	Quintana Roo y Yucatán
		José	TT	Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Edo. México y D.F.
		Gert	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León
	Pacífico	Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León
	Atlántico	Dora	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
2004	Pacífico	Cindy	DT	Quintana Roo y Yucatán
		Bret	TT	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo
		DT 16E	DT	Sinaloa
2003	Pacífico	Lester	TT	Guerrero
		Javier	DT	BCS y Sonora
		Marty	H2	BCS, Sonora y Baja California
2002	Atlántico	Ignacio	H2	BCS
		Erika	H1	Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán
2001	Pacífico	Kenna	H4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas
	Atlántico	Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán y Campeche
2000	Pacífico	Juliette	H1	BCS, Sonora y Sinaloa
2000	Atlántico	Keith	TT(H1)	Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz

H: Huracán
TT: Tormenta Tropical
DT: Depresión Tropical

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
Comisión Nacional del Agua (CNA)



De acuerdo a lo anterior, se puede considerar que el área donde se ubicará el proyecto, no es susceptible de fenómenos climatológicos, tales como Huracanes y Tormentas Tropicales, ya que durante el período del año 2000 al 2008, no se registraron intemperismos de este tipo que afectaran al estado de Morelos.

❖ **Geología y Geomorfología.**

Características litológicas.

Estado de Morelos.

Existen solamente afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, las cuales son las más jóvenes y abundantes. Además las estructuras geológicas más notables son las constituidas por los aparatos volcánicos y sus grandes espesores de lava. Por lo anterior, el estado de Morelos queda comprendido en la mayor parte de su superficie por la provincia del Eje Neovolcánico.

– *Eje Neovolcánico.*

Esta provincia cubre la mayor parte del estado, desde el norte al sureste; limita al sur y occidente con la cuenca del Balsas, que es una subprovincia de la Sierra Madre del Sur.

Estratigrafía

Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico dentro del estado de Morelos son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas), que afloran al oeste de Huitzilac y datan probablemente del Terciario Medio; simultáneamente a estas rocas aflora al noroeste de Tepalzingo un pequeño cuerpo intrusivo.

Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos.

Geología económica

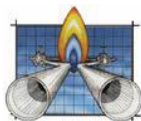
En la provincia del Eje Neovolcánico se realiza la explotación del yacimiento de origen hidrotermal que existe en el estado. Del cual se extraen minerales metálicos como sulfuros de plata y plomo. Este yacimiento se encuentra localizado en la población de Huautla, y se presenta en forma de vetas, las cuales tienen forma de rocas andesíticas terciarias y tienen longitudes de aproximadamente 900 x 1 m de espesor.

Los materiales volcánicos que abundan en esta provincia, son en su mayoría susceptibles de aprovechamiento y suelen ser utilizados como material de construcción; entre los que destaca el tezontle, que se explota en numerosos bancos y se usa en acabados de obras y vías terrestres, así como en el agregado de concretos ligeros en la fabricación de tabicón.

Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (INEGI)

Municipio de Cuernavaca.

El 53,32% del territorio del municipio de Cuernavaca se localiza en el Eje Neovolcánico, y el 46,68% dentro de la Sierra Madre del Sur. Las formaciones geológicas que se presentan en la región donde se ubica el municipio, son de los periodos Cretácico y Cuaternario, predominando las rocas ígneas extrusivas, basaltos, andesitas y tobas, así como las rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados, calizas, lutitas y las rocas piroclásticas o materiales cineríticos.



Municipio de Jiutepec.

Este municipio se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico con un porcentaje del 28,96% de su superficie, ya que el resto (71,04%) se localiza en la provincia de la Sierra Madre del Sur. Por otra parte, cuenta con una variedad de rocas como calizas y lutita arenisca (sedimentarias), así como basaltos (ígneas extrusivas), las cuales datan de los periodos Cretácico y Cuaternario.

Municipio de Yautepec.

El municipio se localiza en la parte centro-norte del estado de Morelos, con el 59,49% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 40,51% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur.

La litología del municipio es muy variada, por lo que a continuación se indican los tipos de roca presentes en el municipio de Yautepec. (

Municipio de Tlayacapan.

El 100% de la superficie de este municipio se localiza en el área correspondiente a la provincia del Eje Neovolcánico; las rocas existentes dentro del territorio municipal, datan de los periodos Cuaternario y Neógeno, de las cuales se identifican principalmente:

Ígnea extrusiva: Basalto (44,69%), toba intermedia (7,11%), basalto-brecha volcánica básica (4,16%), toba básica (1,49%) y brecha volcánica básica (1,17%).

Sedimentaria: Brecha sedimentaria (15,4%).

Municipio de Cuautla.

Al igual que el municipio de Tlayacapan, la superficie territorial del municipio de Cuautla se localiza en su 100% dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, además cuenta con rocas que datan de los periodos Cuaternario, Neógeno y Cretácico del tipo:

Sedimentaria: Arenisca-conglomerado (18,88%), caliza (6,42%) y lutita-arenisca (1,34%).

Ígnea Extrusiva: Basalto-brecha volcánica básica (2,68%) y toba básica-brecha volcánica básica (0,72%).

Municipio de Yecapixtla.

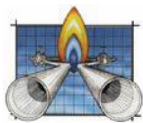
El municipio de Yecapixtla tiene una litología muy variada, en la cual se presentan rocas que datan de los periodos Neógeno y Cuaternario, principalmente. El territorio municipal se localiza en su totalidad dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, en el cual podemos encontrar clasificaciones de rocas tipo:

Sedimentarias: Arenisca-conglomerado (76,31%).

Ígnea extrusiva: Toba básica-brecha volcánica básica (14,84%), basalto-toba básica (1,04%), basalto (0,69%) y brecha volcánica básica (0,64%).

Municipio de Ayala.

Este municipio se localiza en la parte centro del estado de Morelos, con el 67,77% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 32,23% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur. Las rocas localizadas en este municipio datan de los periodos Neógeno, Paleógeno, Cretácico, Cuaternario y Terciario, y son clasificación del tipo:



Sedimentaria: Arenisca-conglomerado (20,72%), caliza (19,8%), conglomerado (18,29%) y lutita-arenisca (2,39%).

Ígnea extrusiva: Andesita-toba intermedia (8,11%), toba ácida (4,85%), toba básica brecha volcánica básica (1,75%), volcanoclástico (0,62%) y brecha volcánica básica (0,29%).

Ígnea intrusiva: Pórfido andesítico (0,49%).

Metamórfica: Skarn (1,32%).

De acuerdo a lo anterior, el derecho de vía del gasoducto principal, estará localizado en áreas donde los tipos de roca son principalmente de la clase sedimentaria, donde se pueden encontrar rocas tipo areniscas, calizas, conglomerado y lutitas, así como en algunos casos combinaciones entre algunas de ellas. Cabe mencionar, que el gasoducto se ubicará dentro de zonas urbanas, las cuales están creciendo sobre suelos, donde existen rocas ígneas extrusivas del Cuaternario y rocas sedimentarias del Paleógeno, principalmente.

Características Geomorfológicas y del Relieve.

Municipio de Cuernavaca.

El municipio de Cuernavaca tiene una prolongación de los cerros del Ajusco que forman lomeríos, cuyo tamaño depende de la dirección que tienen las principales barrancas que lo cruzan, como son: la barranca del Tecolote, la del Túnel o del Diablo y la loma de Amanalco. La loma occidental es una prolongación de los cerros de Tetela y Atzingo, que forman una serie de columpios que terminan en la barranca del Salto. Por otra parte, las principales alturas son: los cerros de Zempoala y del Campanario, mismos que conforman la serranía de Chalma y Ocuila. Al oriente se tiene la serranía de Tepoztlán y el cerro de la Herradura. Además, se presentan tres formas de relieve; zonas accidentadas que cubren el 24,2% del terreno, al centro, al oeste y norte del municipio; zonas semiplanas con una extensión del 70,7% del terreno, al centro-oriental del municipio; y las zonas planas que abarcan el 5,1% del terreno, al sureste y suroeste del municipio.

Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. [Página Web.](#)

Municipio de Jiutepec.

El terreno en su mayoría es plano, sin embargo, en el norte se presenta una zona accidentada del relieve, caracterizado por la presencia de rocas erosionadas de origen volcánico, en un ambiente árido conocido con el nombre de Texcal de Tejalpa; en las depresiones de lava se encuentra la laguna de Acolapan, las aguas se resumen en el mismo lugar y afloran en una grieta basáltica en San Gaspar.

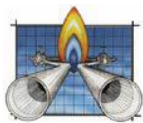
Fuente: Gobierno municipal de Jiutepec. [Página Web.](#)

Municipio de Yautepec.

Al oriente del municipio está la cordillera del cerro de la Tetillas que alcanza en algunos puntos los 1 634 m de altura, así mismo, se encuentra el cerro del Pericón con 1 500 m de altura; al sur se localiza el cerro de Montenegro de 1 600 m; al poniente el cerro de la Iglesia Vieja con 1 200 m y el cerro de Calderón que separa los valles de Amilpa y de Yautepec.

Las zonas accidentadas cubren el 15% del territorio al poniente y al sur del municipio; las zonas semiplanas abarcan el 25% en dirección norte, poniente y parte del sur, y las zonas planas en el centro del municipio con el 60% de la superficie total del mismo.

Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. [Página Web.](#)



Municipio de Tlayacapan.

El municipio se encuentra rodeado por una cadena de cerros; en el sur se encuentra ubicado el cerro de la Ventanilla, el Sombrerito o Yacatl (nariz); en el Oeste, el cerro de Huixtlalzink, Tlatoani y el Zualopapalozink (mariposita señora), el más alto tiene 505 m de altura; en el Noroeste, el cerro de Tezontlala, Cuitlazimpa y Tepozoco; y en el Norte, la loma de la Amixtepec, a una altura de 1 630 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. Página Web.

Municipio de Cuautla.

En el municipio de Cuautla se presentan tres formas características de relieve, que son las accidentadas en la parte sur y poniente del municipio, conformadas por cerros aislados en dichas zonas; las semiplanas en el oriente, compuestas por los lomeríos que ahí se encuentran; y las zonas planas en la parte centro-norte y sur, ocupando más del 60% de la superficie total del municipio.

Fuente: Gobierno municipal de Cuautla. Página Web.

Municipio de Yecapixtla.

El municipio forma parte de las depresiones del sistema orográfico del Volcán Popocatepetl, bajando desde los 5 492 m que es la cima del mismo. La máxima altura dentro del municipio de Yecapixtla es el cerro de Achichipico que tiene 2 110 m de altura y el cerro del Mirador con 1 882 m.

Fuente: Gobierno municipal de Yecapixtla. Página Web.

Municipio de Ayala.

El municipio forma parte de los fértiles valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son El Matitica, El Aguacate, El Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan una altura de 1 500 m sobre el nivel del mar. Además existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del río Cuautla. Al oriente se ubican los cerros de la Iglesia Vieja de Tlayecac y el llamado San Juan Jaloxtoc.

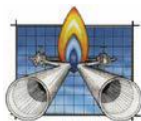
Fuente: Gobierno municipal de Ayala. Página Web.

En lo que respecta a la ubicación del derecho de vía del gasoducto principal, se encuentra que pasará por algunas zonas donde la geomorfología y el relieve de las mismas es muy accidentado, ya que en el municipio de Yautepec se localiza el Cañón de Lobos, y en los municipios de Yecapixtla y Cuautla la Barranca Santa María.

Presencia de Fallas y Fracturamientos.

De acuerdo a los datos del INEGI, dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en los límites del municipio de Jiutepec y Yautepec se localiza una falla del tipo inversa inferida, la cual se caracteriza por la compresión de las placas tectónicas, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, no se han registrado sismos en la zona donde se ubica dicha fractura.

Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI)



Susceptibilidad de la zona.

Como se describió anteriormente, el estado de Morelos no ha sufrido daños por la llegada de huracanes en los últimos 10 años, por lo que de acuerdo a estos datos se considera que la zona donde se ubicará el derecho de vía no es susceptible a inundaciones causadas por fenómenos climatológicos, tales como Huracanes o Tormentas Tropicales, principalmente.

Sin embargo, el estado de Morelos ha sido abatido por fenómenos sísmicos, los cuales han ocasionado afectaciones menores a la población y a la infraestructura del estado, debido a la baja magnitud de los mismos. A continuación se presentan los sismos registrados desde el año 2006 a la fecha.

Tabla 4 Sismos registrados en el estado de Morelos.

Fecha	Profundidad (Km)	Escala	Zona
25 de Enero del 2007	14	3,8	9 Km al Noreste de Tepoztlán
20 de Junio del 2007	1	3,7	6 Km al Sureste de Yecapixtla
25 de Noviembre del 2007	2	3,8	6 Km al Noroeste de Xoxocotla
19 de Abril del 2008	5	3,3	13 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
02 de Enero del 2009	5	3,7	4 Km al Norte de Yecapixtla
08 de Enero del 2009	6	3,6	16 Km al Suroeste del Puente de Ixtla
15 de Agosto del 2009	20	3,3	7 Km al Noroeste de Xoxocotla
26 de Octubre del 2009	32	3,3	4 Km al Noreste de Yecapixtla
26 de Noviembre del 2009	60	3,6	15 Km al Sureste del Puente de Ixtla
08 de Enero del 2010	5	3,2	3 Km al Este de Cuernavaca
10 de Febrero del 2010	13	3,2	3 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
26 de Junio del 2011	20	3,3	9 Km al Noroeste de Tepoztlán

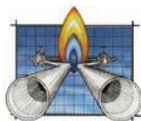
Fuente. Servicio Sismológico Nacional (SSN)

En base a la tabla anterior, se observa que en los últimos 5 años se han registrado un total de 12 sismos, de los cuales, de acuerdo a lo que establece el Servicio Sismológico Nacional (SSN), 6 de ellos con magnitud menor a 3,5 lo cual produce movimientos sísmicos que generalmente no se sienten, por lo que no causan daños a la población ni a la infraestructura de la zona donde se generan; así mismo, los otros 6 restantes son sismos con magnitud mayor a 3,5, que de acuerdo al SSN son fenómenos que a menudo se sienten, y solo causan daños menores a la población e infraestructura presente en la zona donde se generan. Por lo que se considera que el estado de Morelos, es un territorio susceptible a movimientos sísmicos, sin embargo, no se han registrado fenómenos que hayan causado afectaciones graves a la población del estado.

Cabe mencionar, que los registros de los sismos indicados en la **Tabla 4**, son fenómenos registrados fuera del derecho de vía donde se instalará el gasoducto principal, por lo que se puede considerar que dicha área no es susceptible a sismicidad.

En cuanto a la susceptibilidad de la zona a erupciones volcánicas, cabe mencionar que el derecho de vía que se ubicará en los municipios de Cuautla y Yecapixtla, cae dentro de la zona de peligros del Volcán Popocatepetl, ya que en caso de presentarse erupciones volcánicas muy grandes, los municipios antes mencionados se verían afectados por la caída de materiales volcánicos, en específico por arena volcánica.

Fuente: Mapa de Peligros del Volcán Popocatépetl. CENAPRED.



❖ **Suelos.**

Tipos de suelo.

En el aspecto edafológico de la zona donde se ubicará el derecho de vía del gasoducto principal, este se localizará en suelos del tipo *Vertisol*, los cuales son aquellos suelos donde hay un alto contenido de arcilla expandida, la cual forma profundas grietas en las estaciones secas, así mismo, también se localizan suelos tipo *Phaeozem*, los cuales son característicos por poseer una marcada acumulación de materia orgánica y ser aptos para las actividades de agricultura. Otro tipo de suelo presente en el derecho de vía del gasoducto principal, es el *Andosol*, el cual agrupa suelos de origen volcánico de colores oscuros y muy porosos, ya que se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos.

Tabla IV.2.1.7 Tipos de suelo localizados en los municipios donde se ubicará el proyecto.

Municipio	Tipo de Suelo
Cuernavaca	<i>Phaeozem</i> (25,17%), <i>Andosol</i> (18,91%), <i>Luvisol</i> (17,9%) y <i>Vertisol</i> (0,03%).
Jiutepec	<i>Leptosol</i> (21,52%) y <i>Phaeozem</i> (9,47%).
Yautepec	<i>Leptosol</i> (31,88%), <i>Vertisol</i> (27,32%), <i>Phaeozem</i> (15,57%), <i>Andosol</i> (5,46%), <i>Kastañozem</i> (1,76%), <i>Regosol</i> (0,82%) y <i>Arenosol</i> (0,07%).
Tlayacapan	<i>Regosol</i> (43,46%), <i>Andosol</i> (33,01%), <i>Vertisol</i> (9,08%), <i>Phaeozem</i> (5,06%) y <i>Leptosol</i> (3,32%).
Cuautla	<i>Vertisol</i> (44,62%), <i>Leptosol</i> (8,0%), <i>Andosol</i> (5,41%) y <i>Arenosol</i> (4,83%).
Yecapixtla	<i>Vertisol</i> (38,20%), <i>Andosol</i> (19,26%), <i>Regosol</i> (16,08%), <i>Arenosol</i> (13,25%) y <i>Durisol</i> (8,15%).
Ayala	<i>Vertisol</i> (34,55%), <i>Leptosol</i> (33,45%), <i>Kastañozem</i> (12,15%), <i>Phaeozem</i> (10,03%), <i>Chernozem</i> (4,8%) y <i>Regosol</i> (1,28%).

Fuente: **Prontuarios de información municipales. INEGI**

❖ **Hidrología Superficial y Subterránea.**

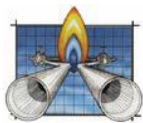
Hidrología Superficial.

Estado de Morelos.

Los recursos hidrológicos con que cuenta el estado de Morelos, incluyen a las fuentes de agua superficial y subterránea. Entre las primeras, se encuentran los ríos, arroyos y cuerpos de agua, como son lagos y presas. Las fuentes de agua subterránea comprenden el agua que se infiltra y se almacena en los materiales porosos y permeables del subsuelo. El agua subterránea puede circular lentamente a través de estos materiales, y eventualmente aflorar a la superficie en forma de manantiales.

Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) considera que las cuencas hidrológicas son las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, y ha dividido el país en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, con el fin de administrar y preservar las aguas nacionales.

Dichas regiones están conformadas por agrupaciones de cuencas, respetando los límites municipales para la integración de la información socioeconómica.



En la cuenca hidrológica se considera la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos). En base a esto, las 718 cuencas hidrográficas en las que está dividido el país se encuentran agrupadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se encuentran dentro de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas.

El estado de Morelos forma parte de la Región Hidrológica del Río Balsas, la cual pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa No. IV Balsas. A su vez, los municipios donde se ubicará el proyecto se localizan en su totalidad dentro de la cuenca del Río Grande de Amacuzac, la cual se divide en subcuencas de los Ríos Yautepec, Apatlaco, Cuautla y Río Bajo Amacuzac.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Municipio de Cuernavaca.

Los cauces formados en épocas de lluvias en las barrancas de Minaltepec, Ajomulco y Los Caldos con la cascada de San Antón, Los Pocitos, del Pollo y del Chiflón, forman el río de Cuernavaca; los cauces de Tepoztlán y Mexicapa, forman el río Tembembe; otras corrientes son las de las barrancas de las Canoas, que cruzan a Tetela del Monte y se unen a las de Atzingo; la del Tecolote que forma el Salto de San Antón; la Amanalco que desemboca en el río de Apatlaco; la de los Otates; la de Santa Úrsula desembocando en el río de Tetlama y la del Muerto que nace en Ahuatepec y atraviesa la Col. Flores Magón de la Ciudad de Cuernavaca.

Los manantiales con que cuenta este municipio son: Atzingo, el Túnel de Santa María, Sanguijuela, Huitzilac, Axomulco, el de Chapultepec y la Noria de Chamilpa.

Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. Página Web.

Municipio de Jiutepec.

El municipio de Jiutepec es atravesado por una corriente que nace dentro del municipio de Tepoztlán, pasa por el puente de Tejalpa y se incorpora a Navajillas, recoge también agua de las fuentes de San Gaspar; en el pueblo de Jiutepec hay un pequeño cause que se forma en el cerro del mismo nombre.

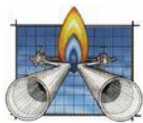
En Jiutepec se localiza una buena parte de la reserva ecológica del Texcal, que es el depósito de agua más importante del estado y que por sus características biológicas requiere de un margen de conservación amplio, impidiendo descargas que pudieran agravar el problema de contaminación y disminuir los impactos negativos al paisaje de dicha reserva.

Municipio de Yautepec.

El municipio forma parte de la cuenca Río Grande Amacuzac que a su vez se conforma por dos subcuencas, la del río Cuautla y río Yautepec, además pertenece a tres microcuencas que se recargan en la parte norte y fluyen hacia el sur del municipio.

Cuenta con el río de Yautepec, que nace en los manantiales de Oaxtepec y recibe derrames de algunas corrientes fluviales, tales como la de Tlayacapan y la de Totolapan; cruza la cabecera municipal y se une con el río de Tepoztlán, pasa por las haciendas de Atribuyan y Xochimancas, y al entrar al municipio de Tlaltizapán cambia de nombre por el de Higuerón.

Entre los arroyos de caudal permanente más importantes del municipio están el Atongo, el de la Barranca del Esconde, el Huasosoycan y La villa, al sur del municipio. También existen caudales intermitentes como El Ignacio Bastida, El Itzamatitlán y la barranca del Bosque de aguas frías



potables, además del manantial de aguas sulfurosas de Oaxtepec. Existen tres bordos y 34 pozos para extracción de agua.

Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. [Página Web.](#)

Municipio de Tlayacapan.

El municipio de Tlayacapan carece de ríos y arroyos naturales, solo cuenta con las corrientes de las barrancas que descienden de la cordillera Neovolcánica; como arroyo de caudal temporal están los llamados: Tepanate, Chicotla, Huiconchi (Tlacuiloloapa), la de la Plaza y Santiago. Se cuenta además con Jagüeyes considerados como ollas para almacenar agua.

Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. [Página Web.](#)

Municipio de Cuautla.

El río Cuautla es el único que cruza el municipio y es alimentado por los escurrimientos del Popocatepetl conformando arroyos permanentes que se concentran al noreste, donde se forma el río Cuautla y cruza el municipio en dirección sureste. Existen dos bordos, uno en Tetelcingo y el otro en Calderón, así mismo, siete pozos para extracción de agua diseminados en el municipio. Además cuenta con una corriente hidrológica encargada de regar los campos del poniente de la entidad.

Fuente: Gobierno municipal de Cuautla. [Página Web.](#)

Municipio de Yecapixtla.

Los recursos hidrográficos del municipio de Yecapixtla están formados por una serie de escurrimientos, que en forma permanente bajan a las estribaciones del Popocatepetl. Las formaciones de toba volcánica y de extractos de basalto, hacen que este municipio presente barrancas muy profundas como la propia de Yecapixtla, que nace en el Estado de México y pasa por Zahuatlán y Mexquemeca; esta barranca tiene una cuenca hidrológica muy grande, a la cual se le unen las corrientes de Matlama o Chalco, las cuales forman el río Cuautla. En la parte sur es atravesada por la corriente de Los Arcos o de Ortiz, que tiene su nacimiento en el pueblo de Ocuituco, atraviesa el de Yecapixtla y forma la gran corriente del Malpaso, también conocida como de la Cuera. Otra corriente es la del Negro, que nace también en el municipio de Ocuituco y atraviesa el poblado de Huesca.

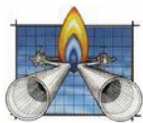
Fuente: Gobierno municipal de Yecapixtla. [Página Web.](#)

Municipio de Ayala.

A este municipio lo atraviesa el río Cuautla, que nace en los manantiales de Pazulco y riega las tierras de los pueblos de Apatlaco, a la altura de Villa de Ayala recibe el nombre de río Cuautla; el único afluente de importancia es el río Ayala, éste nace en los ojos de agua de Casasano y en la barranca de Xochimilcatzingo y recibe los derrames de El Hospital, de Calderón, de Anenecuilco, y se junta con el río Cuautla. Sigue hacia el sur y atraviesa el pueblo del Olinztepec, y más abajo de Moyotepec recibe las aguas de la barranca de Ahuehueyo.

En la parte oriental del municipio de Ayala, cruza el río La barranca de la Cuera, que pasa por el poblado de Tlayecac, sigue hacia el sur pasando por el poblado de Jaloxtoc, y aguas abajo se une con el río Cuautla. Este río tiene carácter de temporal, pero cubre una amplia cuenca hidrográfica, ya que aporta aguas desde Tetela del Volcán y se le unen las corrientes de las barrancas de Malpaso, de Tezongo y la de Ortiz; en esta última se une con el río Cuautla en Tecomalco.

Fuente: Gobierno municipal de Ayala. [Página Web.](#)



Cabe mencionar, que las actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto para la instalación del Gasoducto, no generar contaminación alguna hacia los cuerpos de agua superficiales localizados en los municipios donde se ubicará, ya que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que serán generados durante la instalación y operación del Gasoducto principal, serán debidamente recolectados y dispuestos conforme a la normatividad municipal correspondiente. Así mismo, los cuerpos de agua no se verán afectados por las actividades que se realizarán para la puesta en marcha del proyecto, ya que ninguno de ellos se localiza en su área de influencia, a excepción del Río Yautepec ubicado dentro del municipio del mismo nombre, el Río Cuautla que atraviesa por la ciudad denominada con el mismo nombre y el Río Fondo Rocosó, ubicado a las afueras de la ciudad de Cuautla; los cuales cruzan por el derecho de vía del Gasoducto, sin embargo, éstos no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio como lo son, la construcción y operación del gasoducto, ya que serán atravesados subterráneamente por medio del método de perforación direccional (Método descrito en el punto **II.2.4 Etapa de Construcción**).

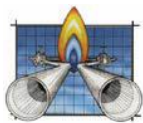
Hidrología Subterránea.

Debido a la altitud y permeabilidad de las rocas, las principales zonas de recarga de los acuíferos del estado de Morelos, se localizan en las sierras del Chichinautzin, Zempoala y Nevada. En ellas afloran derrames lávicos fracturados, intercalados con depósitos piroclásticos semiconsolidados. La dirección predominante del flujo del agua subterránea es norte-sur y norte-suroeste. Otra zona de recarga menos importante, se ubica en el complejo oligomiocénico volcánico del sur de Morelos, integrada por rocas ígneas extrusivas que corresponden a las sierras de San Gabriel, Tilzapotla y Huautla. El norte, sur, y la zona centro del estado de Morelos son zonas de recarga y descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos. En Morelos existen cuatro acuíferos alojados en los valles de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Axochiapan-Tepalcingo y Zacatepec.

El acuífero del valle de Cuernavaca se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. El grupo Chichinautzin y la formación Cuernavaca constituyen el acuífero superior. El grupo Balsas y las formaciones Tepoztlán y Mexcala, actúan como confinantes. Las formaciones Cuautla y Morelos forman el acuífero inferior. La formación Tepoztlán constituye una barrera al flujo subterráneo que circula en las rocas del grupo Chichinautzin, propiciando su división, una parte fluye hacia el acuífero Cuautla-Yautepec y otra rumbo al valle de Cuernavaca.

La formación Tlayecac, ubicada en el Popocatepetl, integra la zona de recarga principal de los acuíferos del valle de Cuautla-Yautepec y del valle de Axochiapan-Tepalcingo; la Riodacita Popocatepetl y el grupo Balsas, forman barreras al flujo de agua que circula a través de la formación Tlayecac, desviándolo hacia el este y oeste, rumbo a los acuíferos mencionados. La mayor parte de la recarga del acuífero del valle de Cuautla-Yautepec, proviene de las formaciones basálticas que se encuentran en el abanico comprendido entre los poblados de Tlayacapan y Yecapixtla; otra parte de la recarga aunque no tan cuantiosa, parece provenir de la zona que se encuentra al sur de este último poblado. El flujo proveniente de las zonas mencionadas fluye en su mayor parte hacia la zona de Cuautla, donde se le une el flujo procedente del sur de Yecapixtla, para drenar hacia el río Cuautla. La parte restante de la descarga fluye hacia el río Yautepec.

El acuífero del valle de Zacatepec, presenta varias unidades litoestratigráficas, con comportamientos geohidrológicos específicos, entre los que destaca el del grupo Chichinautzin, dentro del cual se ubican la mayoría de los manantiales con los más altos caudales, y el grupo Balsas que tiene un comportamiento geohidrológico variable, ya que sus materiales volcánicos son permeables mientras que los de tipo calcáreo son impermeables. Este acuífero se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. La zona de recarga está localizada en rocas ígneas extrusivas terciarias del grupo Buenavista y la Riolita



Tilzapotla que corresponden a las sierras de San Gabriel y Tilzapotla. La zona de descarga se ubica en el valle mencionado en materiales sedimentarios de las formaciones Cuautla y Morelos. El grupo Balsas y la formación Mexcala actúan como confinantes de los acuíferos superior y profundo, integrados por la formación Cuernavaca y el grupo Balsas respectivamente.

Fuente: Comisión estatal de agua y Medio Ambiente. CEAMA

En cuanto a la realización de las actividades del proyecto, cabe mencionar que los acuíferos presentes en su zona de influencia, tales como el acuífero del valle de Cuernavaca y el de Cuautla-Yautepec, no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, ya que si bien, se realizará un zanja para la instalación del Gasoducto principal, la trinchera no tendrá una profundidad mayor a los 1,5 m, y en cuanto a las perforaciones direccionales, éstas solo se realizarán en aquellos puntos donde se pretenda salvar el paisaje natural, por lo que dichas obras no representarán un alto riesgo para los acuíferos existentes en la zona de influencia del proyecto.

Aspectos bióticos

Vegetación Terrestre.

El análisis del uso de suelo y la vegetación permite conocer el valor funcional del uso y el contenido de las comunidades vegetativas, ya que es importante respetar la vegetación existente como elemento estabilizador microclimático y estético, así como lograr la preservación de especies que son propias de la región y que denota la identificación del paisaje.

Municipio de Cuernavaca.

El municipio de Cuernavaca está situado en la parte noreste del Estado de Morelos, en el Eje Neovolcánico Transversal. Se encuentran 144 familias de plantas vasculares, 514 géneros y 914 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una alta riqueza florística representada en todos los grupos vegetales y a distintos niveles de jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.

Dentro de la comunidad florística del municipio, actualmente podemos encontrar dos especies endémicas de México. Así mismo, existen 5 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican en la siguiente tabla:

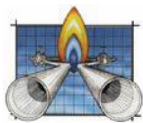
Tabla 5 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Mammillaria</i>	<i>Knippeliana</i>	Biznaga de Knippel	Protección especial; endémica
<i>Cypripedium</i>	<i>Irapeanum</i>	Zapatilla de Lexarza	Amenazada; no endémica
<i>Oncidium</i>	<i>Unguiculatum</i>	Oncidium de uña	Amenazada; no endémica
<i>Crusea</i>	<i>Coronata</i>	--	Protección especial; no endémica
<i>Tilia</i>	<i>Americana</i>	--	Peligro de extinción; no endémica

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de Cuernavaca.

Municipio de Jiutepec.

En el municipio de Jiutepec la flora está constituida principalmente por: vegetación secundaria del tipo bosque, selva, matorral xerófilo, pastizal natural y otros tipos de vegetación, la cual representa



un total de 13,36 Km², así mismo, dentro de la superficie territorial del municipio se cuenta con un área de 1,93 Km² conformada por pastizal inducido, principalmente.

Municipio de Yautepec.

Se puede considerar que la distribución de la vegetación en México está condicionada, en primera instancia, por los factores de clima, aunque con frecuencia, la naturaleza geológica, edáfica o topográfica, juegan un papel de primera magnitud. La vegetación predominante en el municipio de Yautepec, es selva baja caducifolia, la cual presenta comunidades densas cuya altura oscila entre los 5 y 12 m, donde los elementos arbóreos pierden sus hojas casi por completo durante el período de sequía, comprendido entre Diciembre y Junio, y que por lo general, florecen a fines de la época de estiaje o bien a principios de la temporada de lluvias. En cuanto a la estructura de esta asociación vegetal, en la **Tabla 6** se muestran algunas especies características de la flora que presenta el municipio, donde se aprecia que existen especies nativas, introducidas o exóticas y comestibles, en este sentido las especies que predominan son las nativas, a las cuales se les pueden dar diversos usos ya sea para la fabricación de enseres domésticos, artesanías, ornamentales, usos medicinales y forraje para los animales, principalmente.

Tabla 6 Especies de plantas del municipio de Yautepec.

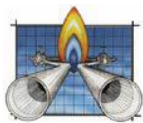
Tipo de Especie	Nombre científico	Nombre común
Nativa	Acacia cymbispina	Cubata
	Jacaratia mexicana, Neoboxbamia sp, Pileus mexicana	Bonete
	Lysiloma acapulcense, Leucaena sculenta	Tepehuaje
	Bursera fagaroides	Copal
	Bursera Morelensis, B. microphylla	Cuajote colorado
	Haematoxylon brasiletto	Brasil
	wolcottiana	Cazahuate
	Ipomoea murucoides	Cazahuate
	Mimosa biusifera	Uña de gato
Pithecelobium dulce	Guamúchil	
Introducida o exótica	Casuarina equisetifolia L.	Casuarina
	Eucalyptus sp.	Eucalipto
	Bougainvillea glabra, B. spectabilis	Bugambilia
	Jacarandá mimosifolia	Jacaranda
Comestible	Mangífera indica L.	Mango
	Spondias mombin	Ciruelo
	Persea americana	Aguacate
	Karwinskia humboldtiana, Eugenia biflora	Guayabillo

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Yautepec.

De las especies mencionadas en la tabla anterior, ninguna de ellas se encuentra en los listados de la MOM-059-SEMARNAT-2010.

Municipio de Tlayacapan.

En lo que respecta al municipio de Tlayacapan, debido a su ámbito altitudinal abarca de los 1 250 a los 3 450 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), esto junto con la heterogeneidad topográfica, histórico-geológica y climática, generan una gama de condiciones ecológicas que se traduce en una notable diversidad de hábitats y especies. El territorio protege la zona intermedia entre los Parques



Nacionales "Lagunas de Zempoala" y "el Tepozteco", constituyéndose por un lado, en un corredor biológico que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona, y por otro lado, en una barrera para evitar la conurbación de las manchas urbanas de Morelos y el Distrito Federal.

El tipo de ecosistema predominante en el municipio es Bosque de *Pinus sp.*, Bosque de *Abies sp.*, Bosque de *Quercus sp.*, Bosque de *Alnus sp.*, Bosque Mesofilo de Montaña, Matorral Crassicaule, Matorral Rosetofilo, Pastizal Subalpino, Pradera y Selva Baja Caducifolia.

La zona alberga una notable gama de tipos de vegetación y asociaciones, entre las que destacan las siguientes:

- Bosque de pino: este tipo de bosque se asocia a los climas templados y se encuentra dominado por varias especies de *Pinus*,
- Bosque de Oyamel: este bosque se entremezcla con el pino, aunque algunas veces se extiende a zonas de mayor altitud,
- Bosque de Encino: este bosque colinda de forma inmediata al bosque de pino; en segmentos se observa la dominancia de *Quercus spp.*, y a veces en franca asociación con los pinos, formando asociaciones como espino-encino y encino matorral,
- Matorral rosetófilo crassicaule: esta comunidad se establece fundamentalmente sobre terrenos de malpais, generados por la presencia de derrames del volcán Chichinautzin,
- Se localizan asociaciones transicionales de selva baja caducifolia y bosque de coníferas y encino hacia las partes bajas del área protegida, y en los puntos de contacto de la vegetación templada y tropical, se ubican las asociaciones transicionales en las que destaca: el cazahuate (*Ipomoea arborea*), el mezquite (*Prosopis sp.*), el bonete (*Jacaratia mexicana*) y el cuajote colorado (*Bursera Morelensis*), principalmente.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo del municipio de Tlayacapan.

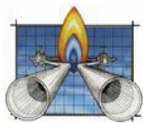
Municipio de Cuautla.

La comunidad florística del municipio de Cuautla, está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cazahuate, ceiba y bugambilia, principalmente; sin embargo, el municipio se ha visto afectado por una disminución significativa de sus áreas de vegetación natural, como es el caso de la selva baja caducifolia, que ha sufrido fuertes procesos de modificación y de degradación por el cambio de uso de suelo, de ser forestal a agrícola o para asentamientos humanos, que en este caso son irregulares, y en años recientes el crecimiento ha sido acelerado y desordenado, todo esto hace pensar que las escasas áreas que cuentan con condiciones aceptables de vegetación en particular selva baja, serán reducidas paulatinamente y de continuar así, el municipio sufrirá los embates de la desertificación, perdiendo los pocos recursos tanto florísticos y faunísticos. En el municipio la vegetación no es muy variada, ya que gran parte de este se encuentra ocupado actualmente por agricultura y asentamientos humanos.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Cuautla.

Municipio de Yecapixtla.

El municipio de Yecapixtla está situado en la parte noroeste del Estado de Morelos, dentro del Eje Neovolcánico Transversal en el cual están presentes 55 familias de plantas vasculares, 86 géneros y 117 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una baja riqueza florística, representada esta diversidad en relictos de vegetación a distintos niveles de la jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.



Por otro lado, la flora del municipio actualmente está representada por 42 especies de árboles, 23 de arbustos y 49 de hierbas, además tiene 2 especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican a continuación:

Tabla 7 Especies protegidas en el municipio de Yecapixtla.

Genero	Especie	Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Sapium</i>	<i>Macrocarpum</i>	Amenazada
<i>Erythrina</i>	<i>Coralloides</i>	Amenazada

En el municipio se identifican seis tipos de vegetación: Bosque de coníferas, Bosque de Quercus, Bosque tropical caducifolio, Vegetación acuática, Bosque perennifolio y deciduo ripario y Pastizal.

Además, debido a las actividades humanas, se tiene identificado otro tipo de vegetación de origen antropocéntrico: Vegetación arvense (plantas asociadas a la agricultura, tanto de temporal como de riego y ruderales).

Bosque de coníferas.

El bosque de coníferas constituye una de las masas forestales que ocupan la totalidad de las partes altas del municipio, alrededor de los 1 600 y 2 300 m.

Desde el punto de vista de su composición florística, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*, forman masas forestales puras, conviviendo con elementos de *Pinus ayacahuite*, *P. oocarpa* y *P. michuacana*, así como *Quercus castanea* y *Q. laurina*. Las diferentes especies de coníferas son muy cotizadas, por lo que es muy común la tala inmoderada de éstas.

Bosque de Quercus.

El municipio está bien representado, ya que junto con las coníferas constituyen un elemento dominante de los bosques templados que se desarrollan en la región norte y a lo largo del Eje Neovolcánico.

Los encinares pueden presentarse como bosques puros por arriba del bosque tropical caducifolio, dominados por una o varias especies de Quercus, admitiendo en su composición árboles diversos. De las especies de encinos que con mayor frecuencia destacan están: *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. El estrato arbustivo consiste de especies indicadoras de alteración, como lo es la *Bocconia arborea*, principalmente.

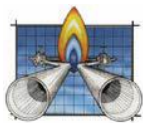
Bosque tropical caducifolio.

Esta formación vegetal está limitada entre los 1 200 y 1 600 m de altitud, en terrenos accidentados y en zonas de transición con la vegetación de bosques templados.

Algunas de las especies representativas que constituyen este tipo de bosque son *Bursera bicolor*, *B. copallifera*, *B. fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. grandiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus cotinifolia*, *Lysiloma divaricatum* y *Plumeria rubra var. Acutifolia*.

Este tipo de bosque, en condiciones de disturbio, suele dar lugar a un matorral secundario, constituido por algunas de las siguientes especies: *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Bocconia arborea*, *Guazuma ulmifolia*, *Lantana camara* y *Senna uniflora*.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yecapixtla, Morelos.



Municipio de Ayala.

El uso de suelo y la vegetación del municipio, se encuentra compuesto por 5 623 unidades de producción, de las cuales 3 931 presentan actividad agropecuaria o forestal dentro de una superficie equivalente a 18 098,21 Has. Por otra parte, 5 957,02 Has se consideran como superficie no productiva. De la superficie total del municipio, sólo 3,07 Has se encuentran clasificadas como selva baja caducifolia con pasto y 205,72 Has son áreas que carecen de vegetación.

Dentro del municipio, la flora está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cacahuatate, ceiba y bugambilia.

Fuente: INEGI. Uso del suelo y vegetación.

Agricultura

Las actividades agropecuarias en el municipio de Ayala son de vital importancia, ya que el 90% de la población se dedica a la agricultura, por lo que la mayoría de las tierras productivas del municipio son de temporal y la forma de trabajarlas es la tradicional. Los productos más importantes son: nopal, jitomate, maíz, tomate, calabaza y frijol.

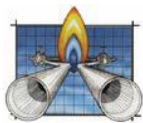
Una de las características más importantes en el ámbito municipal de Ayala, además de la variedad de su flora y fauna, es la diversidad de uso de suelo, ya que destacan las zonas agrícolas de temporal que ocupan el 69,20% del territorio municipal, el uso forestal con el 7,13%, una pequeña porción de pastizales con el 1,33%, áreas de preservación ecológica conformada por los escurrimientos naturales (Ríos y Barrancas) que representan el 9,48% y la mancha urbana y su zona de crecimiento que representan el 12,87% del territorio municipal.

Tabla 8 Clasificación de uso de suelo en el municipio de Ayala.

Uso de suelo	Superficie (Has)	%
Agricultura de Temporal	11 745,15	69,2
Forestal	1 209,32	7,13
Pastizal	225,22	1,33
Preservación ecológica (Barrancas)	1 609,58	9,48
Uso urbano	1 196,25	7,05
Áreas aptas para el desarrollo urbano	988,38	5,82
Total	16 973,9	100

En el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 se presenta principalmente vegetación del tipo pastizal natural y especies de Bugambilia. Sin embargo, en segmentos del trayecto por donde se instalará el gasoducto principal se logra apreciar terrenos destinados a la agricultura.

Mediante los planos presentados y durante los recorridos en campo, se constató que el ducto pasará por la orilla de zonas agrícolas, vialidades de zonas urbanas y dentro del derecho de vía de la carretera federal No. 160, la cual posee vegetación natural, misma que ya se encuentra impactada por residuos sólidos urbanos generados por las actividades antropogénicas de la región. Cabe señalar, que el proyecto no afectará la vegetación presente en el área de estudio debido a que el ducto se instalará en el derecho de vía de vialidades y carreteras (acotamiento de la vialidad), únicamente con presencia de terrenos agrícolas en algunos tramos del trayecto, los cuales se restablecen en cortos períodos de tiempo, ya que es vegetación inducida por los propietarios de los terrenos cultivados, así



mismo, en las zonas donde exista alta volumetría de vegetación, la perforación del terreno se realizará direccionalmente, con el objeto de salvar la cobertura vegetal presente y no causar impactos negativos altos por la instalación del gasoducto. Por lo anterior, no se producirá erosión en el área de influencia del proyecto, además de que los impactos a la comunidad florística de la región serán mínimos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., dentro de su programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contempladas actividades tendientes a la reforestación y remediación de las áreas afectadas por la construcción del gasoducto, en aquellos casos donde se haya afectado a la vegetación presente dentro del derecho de vía del mismo.

Aunado a lo anterior, se constató en campo y gabinete, que en el área de influencia del proyecto no existen especies endémicas con algún grado de protección o en peligro de extinción, mismas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna.

El estado de Morelos se localiza en la región central del País, tiene una extensión de 4 941 Km² que representa el 0,24% de la superficie de México. Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y subprovincia de la Cuenca del Balsas-Mezcala. Así mismo, se ubica en la intersección entre dos grandes regiones bióticas, cada una de ellas con su flora y fauna característica; la región Neotropical a la que corresponden las tierras bajas y la región Neártica de las tierras altas y húmedas de una parte del sistema montañoso del Eje Neovolcánico Transversal. Las tierras bajas incluyen tres cuartas partes del área que comprende el centro y sur del estado, en donde la vegetación y fauna son de afinidad tropical. Las tierras altas se ubican en el norte del estado y están formadas por la Sierra del Ajusco-Chichinautzin y el Volcán Popocatepetl. Por la ubicación geográfica del estado, aunado a su diversidad topográfica y climática, ha generado gran riqueza de flora y fauna, por lo cual Morelos se encuentra en el treceavo (13°) lugar por su biodiversidad, respecto a los otros estados de la República Mexicana.

Fauna Silvestre

En cuanto a la fauna silvestre, en Morelos se localiza el 5 % de especies de anfibios del país, el 23 % de los peces de agua dulce, el 14 % de reptiles, el 33 % de las especies de aves, y el 21 % de las especies de mamíferos terrestres mexicanos.

En el estado de Morelos se han registrado hasta la fecha 1 391 especies de vertebrados, lo que representa el 10,3% de los vertebrados de México.

El índice de importancia de la diversidad de flora y fauna en el estado, corresponde al treceavo lugar de los estados de la república mexicana, con un alto grado de especies endémicas. Por otra parte, existen en el estado varias especies que se encuentran en riesgo de desaparecer, las cuales se citan a continuación (**Ver Tabla 9**):

Tabla 9 Especies en peligro de extinción.

Especies	Total de especies	Especies en peligro
Reptiles	103	16
Aves	340	21
Mamíferos	90	9
Peces	84	1
Anfibios	15	7



Existen varias especies endémicas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción y que se distribuyen en algunas de las áreas naturales del estado, tal es el caso del teporingo, ocelote, tigrillo, escorpión o monstruo de gila, ajolotes de Zempoala, carpa peso y gallinita de monte.

Cabe señalar, que durante los recorridos en campo por las avenidas urbanas y por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 donde se instalará el Gasoducto principal, se observó solo micro fauna, compuesta por aves, insectos y roedores principalmente, no se observó fauna con algún carácter de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que las actividades a realizarse para la instalación del gasoducto principal, no causaran impactos negativos significativos a la comunidad faunística de la región donde se desarrollará el proyecto.

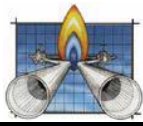
Paisaje

El paisaje presente en la zona donde se ubicará el proyecto (principalmente dentro de zonas urbanas, parques industriales y en derechos de vía de la carretera Federal No. 160), es un factor determinante para las actividades que se realizarán en la instalación del Gasoducto principal, ya que gracias a esto, es posible que se cuente con las condiciones de suelo favorables para la preparación y excavación del mismo, debido a que en la zona solo se presentan en mayor proporción vegetación del tipo pastizal natural y terrenos dedicados a las actividades de agricultura por los habitantes de los municipios implicados por la trayectoria del Gasoducto principal, lo cual significa que las actividades a realizar para la puesta en marcha del mismo, no representan un impacto negativo considerable para el paisaje presente en el derecho de vía del Gasoducto principal, lo anterior, debido a que durante la realización de la obra civil del proyecto, el suelo que se extraiga producto de la excavación de la zanja se utilizará de nuevo para su relleno y compactación, aunado a que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto subterráneo, por lo que la visibilidad del paisaje no se verá afectada por la presencia de infraestructura para la conducción del gas natural.

Visibilidad: El área en estudio, presenta áreas que tienen en promedio 1 150 m.s.n.m. como altitud mínima a las afueras de la ciudad de Yautepec, y como altitud máxima de 1 480 m.s.n.m. en la ciudad de Cuernavaca, donde se localiza el parque Industrial CIVAC; así mismo, por localizarse en los linderos de la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal, en el área de influencia del proyecto se identifican sistemas de topofomas conformados principalmente por llanuras, lomeríos y laderas, sin embargo, el gasoducto no se ubicará específicamente sobre el relieve de dichas elevaciones, sino que se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en donde el rango de altitud es de 1 200 a 1 000 m.s.n.m., lo cual favorece que la visibilidad del paisaje en el derecho de vía del gasoducto, no se vea interrumpida por la infraestructura del proyecto.

Calidad paisajista: En el área seleccionada para la instalación del proyecto ejecutivo, se presentan elevaciones con altitudes en promedio de los 1 400 m.s.n.m., sin embargo, no se presentan pendientes de gran elevación dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ni en el derecho de vía de gran prolongación, ya que los valores de la altitud van desde los 1 200 hasta los 1 400 m.s.n.m, aproximadamente. El suelo presente, está compuesto principalmente por rocas de la clase *Ígnea Extrusiva* del tipo basaltos, sedimentaria del tipo caliza y lutita-arenisca, las cuales datan de las etapas del Neógeno, Cuaternario y Cretácico.

De acuerdo a los datos recabados en fuentes de información, tales como Carta Geológico-Minera de Cuernavaca y el Mapa digital de México V5.0, se constató que en el área donde se ubicará el proyecto, en específico en los límites del municipio de Jiutepec y Yautepec, se localiza una falla geológica del tipo inversa inferida, la cual se caracteriza por la compresión de las placas tectónicas, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, no se han registrado sismos en la zona donde se localiza dicha fractura.



Así mismo, cabe mencionar que un factor importante para determinar la calidad paisajista del proyecto, es el tipo de clima, el cual en la totalidad del derecho de vía del gasoducto principal es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, contando con un rango de temperatura de entre los 20 y 24°C, con precipitaciones que van desde los 800 hasta los 1 200 mm por año.

Fragilidad: El suelo presente en el área de influencia del proyecto, debido a su composición física de rocas ígneas y al tipo de clima ya mencionado, tiene la capacidad de adaptarse a cualquier cambio natural que en él se pueda dar, sin embargo, para cambios ocasionados por la actividad humana, se considera que el ecosistema es endeble y difícil de adecuarse a los impactos ocasionados, por ello, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., propone actividades de remediación y mitigación de los impactos negativos que puedan ser ocasionados por la instalación del Gasoducto principal, mismos que puedan llegar a modificar el paisaje natural de la zona.