



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LOS
DESARROLLOS URBANOS EN LOS MANTOS ACUIFEROS DE
TULUM.**

**Trabajo monográfico
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**CARRERA
INGENIERIA AMBIENTAL**

**PRESENTA
ADRIÁN ALEJANDRO PECH AVILEZ**

**Supervisores
M.E.M JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BUCIO
DR. JOEL OMAR YAM
DR. JOSÉ MANUEL CARRIÓN JIMÉNEZ
DR. FERNANDO ENRIQUE FLORES MURRIETA
M.E.M WALTER MAGAÑA LANDERO**



**UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO**

**CONTROL ESCOLAR
TITULACIONES**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, ENERO DE 2020



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO
"IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LOS DESARROLLOS URBANOS EN LOS
MANTOS ACUÍFEROS DE TULUM"

ELABORADO POR
ADRIÁN ALEJANDRO PECH AVILEZ

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

COMITÉ SUPERVISOR

SUPERVISOR:

M.E.M. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BUCIO

SUPERVISOR:

DR. JOEL OMAR YAM GAMBOA

SUPERVISOR:

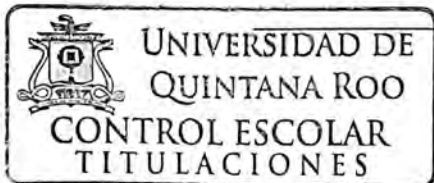
DR. JOSÉ MANUEL CARRIÓN JIMÉNEZ

SUPERVISOR:

DR. FERNANDO ENRIQUE FLORES MURRIETA

SUPERVISOR:

M.E.M. WALTER MAGANA LANDERO



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, ENERO DE 2020

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo monográfico realizado en la Universidad De Quintana Roo es un esfuerzo en el cual, participaron distintas personas opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dándome ánimos, acompañándome en los momentos de crisis y en los momentos felices. Este trabajo me ha permitido aprovechar la competencia la experiencia de muchas personas que deseo agradecerles en este apartado.

En primero lugar, quiero agradecerle a mi madre por brindarme esta oportunidad de estudiar qué día con día me ayudo para poder salir adelante darme esa dicha de poder estudiar la carrera, por todo el esfuerzo, dedicación y entera confianza por todo lo que hiciste por mi desde pequeño que trabajaste muy fuerte para darme todo lo que necesitaba, te agradezco por ser mi madre y estoy orgulloso por darme todo lo necesario, sin tus regaños y orientaciones y escucharte por fin acabe el sueño que más hemos deseado y por iluminar mi camino, por nunca dejarme caer y decirme cómo enfrentar los momentos difíciles, por ayudarme a tomar las decisiones que me ayudaron a balancear mi vida y sobre todo gracias por el amor tan grande que me das, eres la mejor mama del mundo y siempre tu estarás en mis logros y uno de ellos es este, te dedico mi trabajo por el cual lo hice con mucho esfuerzo ya que tú me ayudaste a cumplir mis sueños y solo quiero agradecerte y decirte que te amo mucho.

Para mi hermana le dedico este trabajo que hice con mucho esfuerzo y dedicación ya que ella también va por el mismo camino y demostrarle a ella que también puede y estaré orgulloso cuando presente su trabajo final ya que es muy inteligente, aun que nos peleemos y todo siempre serás mi hermana y siempre veré por ella y la apoyare en todo lo que pueda solo quiero decirte que te quiero mucha hermanita y espero tú también muy pronto te titules.

Para mi tía santa, le doy gracias que ella me pudo apoyar y siempre estuvo muy presente por siempre estar ahí cuando lo necesite aconsejándome para que nunca me rinda en la escuela y termine y siempre tenga mucha preparación.

Le agradezco a mi novia a la persona que llego a mi vida hace 2 años y que por ella pude acabar este trabajo ya que siempre me estuvo apoyando día y noche con ella buscando como avanzar mi trabajo ayudándome a estructurar todo apoyándome a corregir y modificar te doy gracias que por ti ahora acabe este trabajo que siempre me decías tu trabajo ponte hacerlo, y sin duda alguna eres una persona muy importante en mi vida por todos estos detalles de tu parte que por las madrugadas seguías conmigo hasta que acabara mi trabajo monográfico y que por más con el anterior maestra que tenía tuve muchos problemas siempre me seguiste ayudando y aconsejando y calmándome para poder avanzar y termine te agradezco mucho por todo lo que hiciste por mí en estos últimos años y sin duda fuiste un motivo por el cual termine mi trabajo ya que sin tu apoyo jamás hubiera acabado a tus enseñanzas y tu conocimiento de saber hacer estos trabajos y sin duda siempre confié en ti donde iba a poner cada palabra de mi trabajo y este es uno de ellos que te dedico y por muchos sueños y metas que cumpliré a tu lado, estoy muy emocionado por cumplir esta etapa y anteriormente cuando tú te titulaste de tu maestría que fue muy emotivo para mi verte presentar tu trabajo y ver esa mujer tan inteligente, y en ese momento igual decidí hacer lo mismo con varias dificultades que tú sabes pero por fin me veras presentar mi trabajo y que te sientas emocionada de mí el verme expresar este trabajo que hice con cariño para el medio ambiente y tratar de contribuir un poco para el ecosistema y el planeta que tanto lo necesita, solo quiere agradecerte por estar a mi lado y cada momento que lo necesite por siempre estar positiva y a aconsejarme de la mejor manera y no derrumbarme TE AMO MUCHO Y JAMAS LO OLVIDES MI COMPAÑERA DE VIDA, siempre serás mi motor igual que mi madre y mi hermana gracias por consentirme y apoyarme.

Para mi maestro José Luis bucio le quiero agradecer a usted maestro por haberme apoyado en este trabajo monográfico ya que usted no dudo en mí y desde que lo fui a ver me pidió y aconsejo que usted me apoyaría en cualquier momento del trabajo y más porque usted sabía que estaba en problemas con mi

anterior maestra sin duda un profesor el cual siempre voy a recordar que tuvo mucha confianza y bondad de poder aplicar mi trabajo con usted y por qué cada día de revisión usted me apoyo tanto en escritura y corregir mi ortografía, y solo decir que aun en esta universidad existe buenos profesores, y solo agradecer por todo lo que hizo por mi desde el principio y hasta el final y recalcarle que así como usted me apoyo en esta situación y siempre arriesgo a alguna acusación de mi anterior maestra siguió de pie hasta el final usted es un buen maestro y espero siga apoyando a los estudiantes que más necesitamos, un saludo y un abrazo profe.

Índice

Introducción.....	2
Antecedentes.....	6
Problemas del impacto ambiental en México.....	7
Antecedentes institucionales ‘impacto ambiental’	7
Concepto de impacto ambiental.....	9
Concepto de desarrollo urbano	11
Antecedentes institucionales ‘mantos acuíferos’	12
Justificación.....	13
Objetivo general	14
Objetivo específico.....	14
Metodología.....	15
Capítulo 1. Mantos acuíferos.....	16
1.1 Definición de los mantos acuíferos de Tulum	19
1.2 Características de los mantos acuíferos	20
1.3 Tipos de mantos acuíferos	21
1.4 Como se forman los mantos acuíferos	23
Capítulo 2. Descripción de la zona de Tulum	26
2.1. Características físicas y químicas	28
2.2 Características social y económicas Social:.....	33
Capítulo 3. Fuentes de emisión de contaminación de los mantos acuíferos.....	38
3.1 Definición y Porcentaje de emisión de las fuentes de contaminación en los mantos acuífero	40
3.1.2 Plantas de tratamiento:.....	45
Capítulo 4. Consecuencias de la contaminación de los mantos acuíferos.....	56
4.1 Consecuencia social por la contaminación de los mantos acuífero	62
4.2 Consecuencia económica por la contaminación de los mantos acuíferos.....	65
Conclusiones.....	69
Marco jurídico.....	72
Bibliografía.....	77
ANEXOS	83

ANEXO 1. Crecimiento poblacional en Quintana Roo de 1920 a 2005	83
ANEXO 1.2. Dinámica demográfica por municipio	84
ANEXO 2. Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum quintana roo 2015 (SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje.....	85
ANEXO 2.1 Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum,2015 (SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje.....	85
ANEXO 2.2 Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum,2015 (SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje.....	86
ANEXO 3. Oficio de CAPA solicitado en transparencia para saber cuánta red de drenaje cuenta el municipio de Tulum	87
ANEXO 3.1 Oficio de CAPA solicitud de transparencias el número de plantas de tratamiento de aguas residuales cuenta el municipio de Tulum	88
ANEXO 4. Oficio de la CONAGUA solicitud de transparencia cuantas plantas de tratamiento cuenta el municipio de Tulum.	89
ANEXO 5. Información del municipio de Tulum con el oficio de residuos sólidos respuesta que fue hecha por vía transparencia.	90
ANEXO 5.1 Información del municipio de Tulum con el oficio de residuos sólidos respuesta de transparencia.....	91
ANEXO 6. Mapa de servicios sanitarios cuantas casas cuentan con el servicio (INEGI,2015).....	92
ANEXO 6.1.....	92
ANEXO 6.2.....	93
ANEXO 6.3.....	93
ANEXO 5.4.....	94
ANEXO 5.5.....	94
ANEXO 6.6.....	95

Introducción

A nivel nacional, el estado de Quintana Roo tiene una tasa de crecimiento muy alta, debido a la excesiva migración de personas que cambian su lugar de residencia puesto que existe una gran fuente de empleo generada por la actividad turística del estado.

Lozano R. y Olivares J. (2011), mencionan que no hay una distribución homogénea de habitantes en todo el estado ya que la mayor concentración se encuentra en la parte norte, específicamente en las zonas costeras. A pesar de tener un crecimiento poblacional alto, no es el estado con mayor número de habitantes pues ocupa el lugar número 26 del país y representa el 1.1% de los 103.3 México tiene aproximadamente 16 millones de habitantes que conforman la nación. Además, Tulum es la culminación y el extremo sur de lo que se le conoce como corredor turístico Cancún-Tulum. Tulum tiene una gran riqueza arqueológica, así como sus bien conservadas bellezas naturales de gran selva y de playa, incluyendo que tiene cerca la reserva de la biosfera de Sian ka'an debido a ello tiene una gran entrada económica, es conocido también como los turistas lo llaman: "costa maya".

Tulum tiene un incremento muy grande del turismo internacional, sin embargo, también habitan los descendientes de la cultura maya, es por ello por lo que se sabe que posee un crecimiento muy acelerado. Actualmente, dicho municipio experimenta los efectos negativos del crecimiento acelerado de la población en un breve periodo de tiempo, lo que conlleva a especulación inmobiliaria, especulaciones urbanas sobre terrenos ejidales, tráfico vial inadecuado.

Actualmente los municipios con mayor crecimiento demográfica debido a la actividad turística son: Solidaridad (14.1%), Benito Juárez (5.6%), Cozumel (3.5%) e Isla Mujeres (2.9%) ([ibidem, o ver en el apartado de anexo 1 al 1.2](#)). Hay que recordar que los

datos enlistados fueron contabilizados en el 2005, cuando el municipio de Tulum aun pertenecía al municipio de Solidaridad el municipio con mayor número de habitantes es Benito Juárez, (Ibidem, 2011).

La migración en Quintana Roo, se debe a la oferta de trabajo en la zona norte del estado. De todas las entidades de la republica provienen inmigrantes atraídos por el mercado de trabajo, en busca de nuevas condiciones de vida. Es así como Cozumel, Isla mujeres, Playa del Carmen, Tulum, fueron impulsados con la creación de Cancún. Lo que generó una gran aceleración de construcción de residencias y casas habitación, hoteleros en el corredor turístico hacia Tulum en poco tiempo igualara la oferta turística de Cancún, para convertirse ambos en un destino único de una gran cantidad de cuartos hoteleros en Quintana Roo, el 70% de la población económicamente activa se dedica a varias actividades económicas como son sectores comerciales, turísticos, de transporte, servicios y administración pública, (Ibidem, 2011).

La PROFEPA (2014), menciona que encontraron que el desarrollo turístico inmobiliario en las costas (construcción de infraestructura básica, hoteles, condominios, campos de golf, marinas, obras complementarias, entre otros) ocasionan fuertes presiones ambientales a los ecosistemas costeros, los cuales son considerados frágiles (manglares, arrecifes, duna costera), principalmente por la falta de una adecuada planeación y la inobservancia de la normatividad ambiental por parte de los inversionistas, ya que desarrollan sus proyectos turísticos o desarrollos urbanos sin contar con las autorizaciones federales ambientales (autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal) y patrimoniales (concesión, permiso o autorización).

Los principales impactos ambientales negativos generados por el desarrollo de infraestructura turística y urbana son:

- Modificación y destrucción del hábitat de flora y fauna terrestre y acuática (Deforestación).
- Contaminación de suelos y cuerpos de agua por emisiones líquidas (descargas de aguas residuales, aceites, lubricantes e hidrocarburos).
- Obstrucción de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Se menciona en la ley de la LEGEPA en el **ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:** en la fracción XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

XX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

El desarrollo urbano ha crecido con el paso del tiempo y ha ido afectando la naturaleza lo que ha ocasionado un deterioro en el agua y que si no se controla tendrá una afectación mayor.

Las principales causas de la contaminación del manto acuífero son el vertimiento de químicos en el suelo, las descargas de aguas residuales, la filtración por lixiviados producidos por basureros, la mala costumbre de utilizar fosas sépticas, el uso indebido de pozos para descargas de aguas pluviales, mismos que se describirán a mayor detalle en esta monografía.

Por otro lado, las consecuencias que pueden ocurrir a partir de las causas expresadas en el párrafo anterior son, que el mar se deteriore, la vida acuática disminuya, los corales se descalcifiquen y mueran. De tal forma que el atractivo turístico que caracteriza al estado de Quintana Roo y al país se vea afectado y los lugares turísticos serán abandonados lo que ocasiona bajas en la economía de las familias y por ende una disminución del ingreso per cápita.

Los mantos acuíferos o también llamada agua subterránea tienen una función muy importante en nuestro planeta; ya que es un recurso un tanto económico pues nos brinda agua para consumo humano.

EcuRed (2011), menciona que los acuíferos contienen las aguas que proviene de infiltración en el terreno de las aguas, lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formación geológicas porosas o fracturadas.

El mal manejo y disposición de las aguas residuales han traído una negatividad al municipio de Tulum como son el efecto socioeconómico se ha incrementado la dificultad en el abastecimiento así el agua que procede de cuerpos contaminados es muy costosa para adecuar un buen tratamiento al agua. Así mismo el impacto que genera es a la salud de los habitantes y también el no poder utilizar este servicio genera una disminución de la productividad o cancelación del servicio.

Antecedentes

Perevochtchikova, M. (2012), menciona que el término impacto ambiental surgió en los años 60 en el país de los Estados Unidos de América, anteriormente no se le denominaba impacto ambiental si no que se le conocía en inglés como “Environmental Impact Assessment” El término impacto (presentado en esta formulación por primera vez en 1824), se forma de impactus que en latín significa literalmente “chocar”. Pero, en 1960 se le otorgó el toque figurativo de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunción con la palabra ambiental, se le dio un significado de efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados (Wathern, 1987).

A causa de la complejidad del concepto de la evaluación de impacto ambiental (EIA) debe de considerar en su proceso el análisis de diversos aspectos biofísicos (la degradación de ecosistemas, la pérdida de especies, el cambio en la resiliencia, etc.), y antropogénicos (en relación con la vulnerabilidad social, la reversibilidad de impactos y las consecuencias económicas, entre otros). Pasaron muchos años para la aparición de lo que llamamos Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental surgida en los años 70's, actualmente se encarga de establecer varias estrategias para prevenir cualquier contaminación en el agua, aire, y agotamiento de cualquier recurso natural.

Arriaga, R. (s.f), menciona que en este sentido México, en preparación para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano de Estocolmo 1972, estableció en el año de 1971 la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental y, a partir de este momento, comenzaron los esfuerzos institucionales en el país para desarrollar metodologías y mecanismos tendientes a Evaluar el Impacto Ambiental de las diversas actividades productivas.

Problemas del impacto ambiental en México

Micheli, J. (2002), menciona que en 1988 entró en vigor una nueva ley, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El sentido de esta fue crear la obligatoriedad de la acción ecológica del gobierno, generar los espacios de responsabilidad y de concertación de éste con los particulares y definir el campo de gestión gubernamental en sus tres niveles tradicionales: federal, estatal y municipal, **MIGUEL DE LA MADRID H.**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, y así cada estado decretó esta ley para el cuidado del ambiente.

Pozo, C. (2011), menciona que los procesos desencadenados a partir de esta conferencia impulsaron el surgimiento de diversas organizaciones de la sociedad civil enfocadas a la promoción de la Educación ambiental. Quintana Roo no fue la excepción, ya que, en esos mismos años, hechos trascendentales dieron un giro a su historia, a su desarrollo y a su paisaje. El hasta entonces territorio federal, adquirió la categoría de estado en 1974, como parte de la estrategia económica que impulsaba al naciente polo turístico de Cancún en un acto de decisión política y mediante fuertes inversiones federales.

Antecedentes institucionales ‘impacto ambiental’

Todas estas secretarías se encargan de proteger las áreas naturales y conservar los ecosistemas al igual que cuidar todos sus recursos naturales, estas instituciones provienen del gobierno que, a su vez desde las instituciones internacionales, estatales y regionales, pueden tener un cuidado global en cada ecosistema, puesto que se ha visto afectado en todo el mundo y lo que tratan de hacer es poder regularizar para que no produzca ciertas cantidades o deterioros al mundo.

Meixueiro, G. (2006), menciona que como cabeza de sector, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la encargada de fomentar la protección y conservación de los ecosistemas y de los recursos naturales, así como favorecer su aprovechamiento en términos del desarrollo sostenible. La dependencia cuenta con tres subsecretarías: de Planeación y Política Ambiental, de Gestión para la Protección Ambiental, y de Fomento y Normatividad Ambiental.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) establece como su misión incorporar criterios e instrumentos que aseguren la protección, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, así como conformar una política ambiental integral e incluyente. Para ello se propone promover el desarrollo sustentable, evaluar la política ambiental, conservar los ecosistemas y la biodiversidad del país, detener la pérdida del capital natural y la contaminación, establecer mecanismos de vigilancia para el cumplimiento de la legislación ambiental, y preservar las aguas nacionales.

Meixueiro, G. (2006), menciona que el organismo público que tiene la responsabilidad de realizar la investigación y generar información científica y técnica sobre problemas ambientales es el Instituto Nacional de Ecología (INE). El Instituto se encarga, además, de impulsar la protección ambiental y promover el uso sustentable de los recursos naturales. El INE desarrolla proyectos de cooperación científica para atender la problemática ambiental del país, así como la conservación y restauración del medio ambiente. Para cumplir sus funciones el INE cuenta con cuatro direcciones generales: de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, de Investigación sobre la Contaminación

Urbana, Regional y Global, de Investigación en Política y Economía Ambiental, y del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

Meixueiro, G. (2006), menciona que La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es la dependencia encargada de la administración de los fragmentos terrestres o acuáticos del territorio nacional, en donde el ambiente original de los ecosistemas no ha sido alterado significativamente por la actividad del hombre y que producen beneficios ecológicos. Estas áreas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y se crean mediante un decreto presidencial. Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en los programas de ordenamiento ecológico.

La CONANP administra 156 áreas naturales de carácter federal: 36 reservas de la biosfera, 67 parques nacionales, 4 monumentos naturales, 3 áreas de protección de los recursos naturales, 28 áreas de protección de flora y fauna, 17 santuarios y un área clasificada en “otras categorías”. En conjunto, las áreas naturales representan más de 17.8 millones de hectáreas.

Concepto de impacto ambiental

La SEMARNAT (2013), menciona que el impacto ambiental se ha generado por varios enfoques, la cual la secretaria de medio ambiente y recursos naturales dice que la “modificación del medio ambiente es ocasionada por la acción del hombre o por la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales naturales, sin embargo, el instrumento que conocemos como evaluación de impacto ambiental (EIA) se ha orientado a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o

actividades que se encuentran en etapa de proyecto conocido como (impactos ambientales), o sea que no han sido impactados o iniciados.

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo con su origen, en los provocados por:

- ◆ El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón.

- ◆ Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo que puedan ser (peligroso o no), emiten gases a la atmosfera o vierten algún líquido al medio ambiente

- ◆ Ocupación del territorio. La cual son los proyectos que al ser ocupados por algún territorio se modifica las condiciones de la naturaleza por acciones tales como el desmonte, compactación del suelo y otras cosas.

En resumen, el impacto ambiental es una alteración que puede ser provocada directa o indirectamente, como mencione anteriormente puede ser por algún proyecto o actividad en cualquiera área determinada así la evaluación de impacto ambiental es el documento que puede describir las características que se pretende llevar a cabo o su modificación en la cual se debe describir todas las acciones que se ejecutaran para impedir o minimizar cualquier efecto de impacto en el ecosistema.

Concepto de desarrollo urbano

Torres, V. (2011), menciona que los desarrollos urbanos son los procesos de mejora para el bienestar a la calidad de vida de la sociedad que beneficia a determinadas partes del país la cuales reciben el nombre de "regiones" y "ciudades". Según la ONU, es el proceso de desarrollo nacional en escala regional, que abarca las características en una zona durante un periodo de tiempo más largo.

Los participantes de un proceso de desarrollo urbano como son el gobierno, empresas, instituciones, hogares, y personas, se influyen mutuamente al realizar múltiples actividades económicas, sociales y culturales. Por lo tanto, el desarrollo urbano se considera como un proceso amplio, que abarca actividades económicas, sociales, culturales, políticas y ambientales.

Por estas razones se entiende que los desarrollos urbanos son una transformación, mediante una adecuada ordenación territorial en sus aspectos físicos, económicos y sociales, y un cambio estructural de los asentamientos humanos que se genera en los centros de población ya sea urbana o rural, la cual aquí es donde debe existir una gran conservación del medio ambiente, y así las empresas inviertan en tecnología encaminándose a un desarrollo sustentable, para darle un buen servicio a las ciudades y darle un buen mejoramiento de vida a la población.

Antecedentes institucionales ‘mantos acuíferos’

La CONAGUA (2013), menciona que la ley de aguas nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

Según datos de la **Fundación de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)**, por sus siglas en inglés), desde la década de 1950 el consumo de agua dulce se ha triplicado en todo el mundo. Cabe recordar que, aunque la Tierra está rodeada de agua, el 97% es salada (océanos y mares) y sólo el 3% es dulce (lagos, ríos y mantos acuíferos subterráneos).

Justificación

Los mantos acuíferos son una red muy grande de agua, generados o creados por la filtración de las lluvias la cual enriquece al suelo con dióxido de carbono, lo que la vuelve acida al filtrarse por el suelo descalcifica las rocas calizas y es cuando se generan los hundimientos subterráneos. Los mantos acuíferos son muy importantes en el municipio de Tulum ya que estos sitios son utilizados para diversas actividades, una de ellas son el consumo para la población, según la Conagua, (2013) el porcentaje destinado para las actividades agrícolas el 65%, 15% fueron para abastecimiento público, y 2% de uso industrial y autoabastecimiento.

A pesar de que los mantos acuíferos son de uso prioritario no existe la cultura de su cuidado lo que ha generado que se afecten y tengan que hacer un tratamiento de agua potable generando más costos para el estado. Las aguas residuales son descargadas directamente al suelo y las fosas sépticas con una mala construcción contaminan el agua subterránea con organismos fecales, materia orgánica, nitrógeno, y compuestos químicos y detergentes etc.

Ahora bien, el estado de Quintana Roo tiene un crecimiento poblacional muy alta debido a que es una zona turística que genera diversas fuentes de empleo, este gran crecimiento ha generado una mayor construcción de viviendas y de servicios públicos provocando un impacto negativo en los mantos acuíferos. Este trabajo de investigación pretende dar a conocer las principales fuentes de contaminación de los mantos acuíferos, así como el impacto de cada uno de ellos al medio ambiente y sus consecuencias. Este trabajo monográfico servirá como referente para darle un buen uso a los mantos acuíferos en el municipio de Tulum posee grandes conexiones de sistemas de aguas subterráneas.

Objetivo general

Identificar y Analizar los impactos ambientales que provocan los desarrollos urbanos generados de los mantos acuíferos de Tulum, mediante investigación de fuentes informativas para poder saber cómo están afectando estas contaminaciones al medio ambiente.

Objetivo específico

- Describir los conceptos de mantos acuíferos, impacto ambiental y desarrollos urbanos.
- Identificar las características sociales, económicas, físicas, químicas, biológicas y leyes locales que rigen en el municipio de Tulum y como impactan a la zona.
- Identificar las Fuentes de emisión de contaminación de los mantos acuíferos y señalarlos.
- Analizar e identificar las consecuencias del impacto ambiental por cada causa de contaminación de manto acuífero.

Metodología

El trabajo que está hecho por investigación documental: revisión de textos, artículos, bibliografías, videos, etc. Es información ya existente sobre algún tema en específico y pueden ser utilizados para dar inicio o traer a flote un tema ya tratado. También se puede encontrar como una investigación histórica hecha ya sobre el tema de interés.

Esa metodología consiste en diferentes pasos:

1. Acopio básico de la bibliografía que trabaja el tema a investigar.
2. Hacer lectura del material seleccionado como fuente para la información
3. Recopilación y análisis de datos estadísticos de diferentes fuentes de información como INEGI, CAPA, CONAGUA, municipio de Tulum.
4. Elaboración de bibliografía, que permitan conocer los antecedentes del tema a investigar.

En este trabajo se utilizaron estas diferentes opciones de la metodología para poder recabar información tanto de fichas bibliográficas, libros, fuentes de internet etc; Busqué información relacionada con el tema específico donde en podía iniciar hablar sobre ello, hasta recabar información en diferentes fuentes; es así como utilice estos pasos para poder hacer el trabajo monográfico.

Capítulo 1. Mantos acuíferos.

EcuRed (2011), menciona que se llama manto acuífero a la acumulación de agua en una roca permeable, debido a la presencia de otra roca impermeable y es un depósito de agua subterránea.

La acción constante de las aguas subterráneas sobre las regiones rocosas calizas da lugar a la formación de sumideros por las cuales penetra rápidamente el agua procedente a las precipitaciones, al punto de que muchas regiones calizas a veces no se encuentran en ríos superficiales de áreas muy extensas. En estas regiones calizas el relieve es muy irregular y abundan grandes agujeros y hoyos. Los suelos donde se cultivan escasean de agua y es necesario acudir a pozos para obtener agua. Todas las aguas subterráneas están más o menos impregnadas de sustancias minerales, que han disuelto a su paso por entre las rocas. Algunos de estas aguas que poseen olor y sabor característicos, por ser mayor su contenido mineral, son llamadas aguas minerales.

Gidahatari (s.f.), menciona que el agua del acuífero, también llamada de saturación, es aquella parte del agua subsuperficial que satura completamente las porosidades de la roca del suelo. El agua de saturación ocupa la zona del acuífero. Sobre ella se halla la zona de aireación en la cual el agua no satura completamente los poros. En la base de la zona de aireación se tiene a la franja de capilaridad, una delgada capa en la que el agua ha sido drenada por capilaridad hacia arriba desde el nivel freático.

Los acuíferos son aquellas áreas bajas de la superficie de la tierra donde el agua que se encuentra en la superficie conocida como lluvia percola se almacena. A veces se mueve lentamente al océano por flujos subterráneos. Una formación acuífera viene definida por una

base estancada conocida como “muro” y por un techo, que puede ser libre, semipermeable o impermeable.

Ambientum (s.f.), menciona que el agua subterránea es de esencial importancia para nuestra civilización porque supone la mayor reserva de agua potable en las regiones habitadas por los seres humanos. Puede aparecer en la superficie en forma de manantiales, o puede ser extraída mediante pozos. En tiempos de sequía, puede servir para mantener el flujo de agua superficial, pero incluso cuando no hay escasez, es preferible utilizar agua subterránea porque no tiende a estar contaminada por residuos o microorganismos. Aunque el agua subterránea está menos contaminada que la superficial, la contaminación de este recurso también se ha convertido en una preocupación en los países industrializados.

Para poder conectar con un acuífero se necesita excavar y tener un pozo de agua potable que tradicionalmente abastece y así poder utilizar para su consumo humano que es muy vital para el ser humano o para actividades diarias como agrícola e industrial, la capa más expuesta a la contaminación procedente de la superficie.

Collazo, M. y Montaña, J. (2012), menciona que casi toda el agua subterránea existente en la tierra tiene origen en el ciclo hidrológico, que es el sistema por el cual el agua circula desde océanos y mares hacia la atmósfera y de allí hacia los continentes, donde retorna a la superficial o subterráneamente a los mares y océanos. Los factores que generan los procesos del ciclo hidrológico son los factores climáticos como la temperatura del aire, intensidad de los vientos, la humedad relativa del aire y la insolación y la cobertura vegetal. La fuente más principal de aporte es el agua de lluvia, como antes mencionado es por el proceso de

infiltración u otras fuentes de alimentación están localizadas por los ríos, arroyos, lagos y lagunas.

El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales. Su movimiento en los acuíferos es desde zonas de recarga a zonas de descarga con velocidades que pueden ir desde metro/año a cientos de m/día, con tiempos de residencia largos resultando grandes volúmenes de almacenamiento en los acuíferos el cual es un aspecto característico de las aguas subterráneas.

Los acuíferos se denominan a toda formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea a través de ella, pudiendo poder extraer en cantidades significativas mediante obras de captación como son los pozos. Aunque no todas las formaciones geológicas que pueden existir tienen esa gran capacidad de poder almacenar y transmitir agua, encontrándose en formaciones que pudiendo contener agua no la transmiten en condiciones naturales y por lo tanto no es posible extraerla, son los llamados ‘acuicuidos’ conocido como arcilla; otras formaciones no son capaces de almacenar ni transmitir el agua subterránea, son impermeables y a éstas se las llama acuífugos (ej. Granitos, gneiss) y por último encontramos los acuitardos (ej. limos, limos arenosos), que son formaciones semipermeables, que transmiten el agua muy lentamente y que resulta muy difícil su extracción mediante obras de captación, pero que son importantes para la recarga de acuíferos subyacentes, debido a la posible filtración vertical o drenaje. (Ibidem, 2012)

La LGEEPA, (1998) en el artículo 3.- para los efectos de esta ley se entiende, de la fracción I,II,III los mantos acuíferos se clasifican como ambiente y también deberían ser áreas naturales protegidas ya que como se menciona en la ley dice que es un elemento natural que en la zona del territorio nación debería ejercer jurisdicción para que no sean alterados los mantos acuíferos y como se señala que no sean nunca restaurados ya que este elemento natural es para un aprovechamiento que debería ser sustentable pero no se respeta la integridad funcional.

1.1 Definición de los mantos acuíferos de Tulum

EcuRed (2011), menciona que los mantos acuíferos o también llamada agua subterránea tienen una función muy importante en nuestro planeta; ya que es un recurso un tanto económico pues que nos brinda agua para consumo humano. Estrato o formación geológica permeable, compuesta de grava, arena o piedra porosa, que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas. Los acuíferos contienen las aguas que provienen de la infiltración en el terreno de las aguas, lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas.

Donde se predomina lo que son las rocas calizas las aguas subterráneas no forman lo que son los mantos acuíferos, sino que se infiltra a través de las grietas que se encuentran en las cavernas o también por las fisuras de las rocas, realizando así una acción disolvente muy intensa. Esto se debe que son tan solubles por las aguas aciduladas. Las aguas subterráneas contienen anhídrido carbónico captado por la atmosfera al caer la lluvia. También son captadas a los procedentes de las materias orgánicas descompuestas por el suelo y lo que

forma las raíces de las plantas y árboles. Es así como esta agua acidulada disuelve muy lentamente las rocas calizas formando así las cavernas. Y así puede haber cavernas con galerías que corren los ríos subterráneos.

INAH (20118), menciona que sac actun, refirió el director del GAM, se rige como un enorme pulpo de piedra caliza y agua dulce, cuyos tentáculos probablemente podrían desplegarse hacia otros tres sistemas de cuevas subacuáticas de Tulum. A lo largo del mismo se han localizado 248 cenotes que sirven de entrada; y 198 contextos arqueológicos, de los que 138 parecen estar vinculados a la civilización maya y al menos dos, a restos óseos de individuos precerámicos con una antigüedad mínima de 9,000 años.

1.2 Características de los mantos acuíferos

Ordoñez (2011), menciona que las propiedades de los acuíferos de contener agua, está gobernada por varios factores como la capacidad para almacenar agua y transmitir agua para el ser humano las cuales son: porosidad, permeabilidad, transmisibilidad.

Conocer estas características nos permitirá evaluar la magnitud del recurso y su aprovechamiento racional sin peligro a agotarlo (Arocha, 1980)

- Porosidad(n): como las rocas no son completamente solidas (poseen grietas o espacios intergranulares), y al conjunto de estas aberturas o intersticios se le llama porosidad. La cual se define la existencia del acuífero, sino que además se requiere de estos estén interconectados.

- Permeabilidad (K): Es la propiedad de las rocas de permitir o no el flujo del agua; es decir, un estrato geológico siendo poroso puede contener agua, pero si los espacios vacíos no se interconectan, el agua no circula.

- Transmisibilidad o Transmisividad (T): Es una medida de la capacidad de un acuífero para conducir agua o transmitir agua, definiéndose como el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario, extendida en todo el espesor saturado, cuando el gradiente hidráulico es unitario y a una temperatura de 15°C (Arocha 1980)

Las dimensiones de los acuíferos tienden a ser muy variadas, desde pocas hectáreas de superficie hasta miles de kilómetros cuadrados. La formación de los acuíferos puede ser de distintos materiales, como gravas de río, calizas muy agrietadas, areniscas porosas poco cementadas, arenas de playa y formaciones volcánicas.

1.3 Tipos de mantos acuíferos

Collazo, M. y Montaña, J. (2012), explica que los acuíferos se clasifican en función de su estructura y el tipo de porosidad derivada a los materiales que conforman el acuífero.

En función de su estructura, tenemos la siguiente clasificación:

- a) acuífero libre, no confinado o freático.
- b) acuíferos confinados cautivos o a presión.
- c) acuíferos semiconfinados o semicuativos.

Ahora bien, según el grado de conexión al manto acuífero permite distinguir: a) cenotes de flujo abierto, con aguas claras, fondo limpio, arenoso o rocoso y una masa de agua

homogénea y bien oxigenada, y b) los estancados o de flujo restringido, turbios y estratificados térmicamente.

Entre ambas capas de agua (la dulce superficial, menos densa, y la marina profunda, más densa), se establece una zona de transición abrupta denominada haloclina. La haloclina estratifica el cenote: funciona como una barrera física que aísla la capa de agua dulce. En los cenotes costeros, la capa marina profunda no siempre se encuentra realmente estancada, sino que puede circular impulsada por las mareas y tormentas a través de túneles conectados con el mar

Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales.

Un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua, el agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Se han realizado estudios que permiten calcular que aproximadamente el 30 por ciento del caudal de superficie proviene de fuentes de agua subterránea.

- ◆ Acuíferos libres, no confinados o freáticos: Son acuíferos cuyo piso es impermeable y su techo está a presión atmosférica. La recarga de este tipo de acuífero es directa y se realiza por infiltración del agua de lluvia a través de la zona no saturada o por infiltración de ríos o lagos. Son los más afectados en caso de sequía, ya que el nivel freático oscila con los cambios climáticos. Pozos muy someros se ven afectados (se secan), cuando el nivel freático desciende hasta por debajo de la profundidad total del pozo.

- ◆ **Acuíferos confinados:** Son aquellos cubiertos por una capa impermeable confinante. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les denomina acuíferos cautivos.

- ◆ **Acuíferos semiconfinados:** Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua.

1.4 Como se forman los mantos acuíferos

Bembire, C. (2010), menciona que los acuíferos se forman por medio natural cuando la superficie terrestre absorbe lo que es el agua de lluvia. Así este proceso de absorción se da por que los terrenos de la superficie terrestre permiten que el agua se pueda introducir al ser muy permeable el suelo como son la tierra, arena, arcilla, etcétera. Una vez que el agua es absorbida, forma capas subterráneas hasta llegar a una zona no permeable en la cual la composición de la roca es más cerrada y por tanto el agua no pasa con tanta facilidad.

Los acuíferos están formados entonces por estas dos capas de agua: la confinada y la no confinada. Los acuíferos no confinados son los que pueden utilizar el ser humano a través de lo que conocemos como pozos o excavación. Los acuíferos confinados son más difíciles para acceder por el ser humano, no solo porque se encuentra en mayor distancia si no porque también la roca es más difícil de excavar, mayormente estos acuíferos están conectados por cavernas o por cenotes.

A medida que el agua es absorbida por las diferentes capas de la tierra, es así como va perdiendo velocidad y comienza lentamente a ser depositada de modo natural entre las distintas capas que están formadas por diversos materiales y entre mayor profundidad tenga los acuíferos más lento y difícil llegara el agua a la superficie.

Rodríguez, M. (2009), menciona que existen tres diferentes tipos de acuíferos las cuales tienen diferentes formaciones por el cual en el lugar donde se origina y el proceso de sus características.

a) Acuíferos en cuencas sedimentarias: es el resultado de la actuación de algunos procesos geológicos durante millones de años que pueden ocupar superficies de miles de km² y profundidades de centenas a miles de metros. Tiene una gran capacidad de almacenamiento y de agua subterránea. Cuando el acuífero tiene grandes dimensiones, suele estar constituido por algunos materiales de litología variable esto quiere decir que adentro del acuífero existan zonas con permeabilidad muy diferentes.

b) Acuíferos en depósitos aluviales: se forman un tipo de acuífero que es muy particular pero que es de muy grande importancia social, ya que hace referencia a los acuíferos que se encuentran en la llanura de inundación de los ríos. Normalmente son acuíferos de poca profundidad, de diez a treinta metros, y longitudes muy variables dependiendo del río en que se ubique. Estas importancias del acuífero son: tienen el nivel freático a la superficie del terreno, suelen tener una topografía plana que facilite el desarrollo de cultivos, suelen presentar conexiones con el cauce del río, los pozos se perforan con facilidad, gracias a que a que los suelos son muy bajos.

c) Acuíferos en coluviones: se forman y localizan en depósitos de ladera, son locales y con gran posibilidad de aprovechamiento muy limitada. Generalmente están en zonas de pendiente moderada de unos dos a cinco metros.

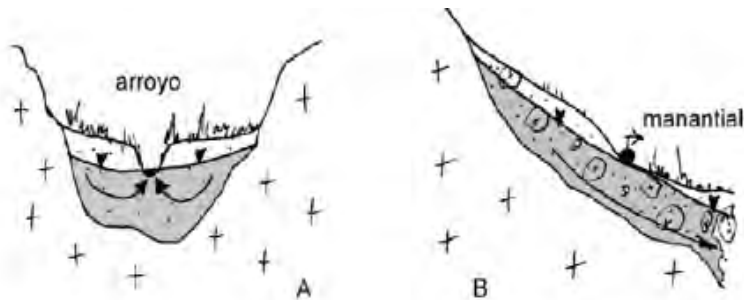


Figura 3.2. Perfiles esquemáticos de acuíferos asociados a depósitos aluviales (A) y a coluviales (B).

Figura 1. García Rodríguez, Las aguas subterráneas y su flujo pag:44 (2009).

El acuífero que tenemos en la zona del municipio de Tulum como se menciona en el inciso(A) Son acuíferos en cuencas sedimentarias la cual tenemos mantos acuíferos de hace miles de años que se crearon ya que muchos buceadores han encontrado diferentes cadáveres de animales prehistóricos al igual que se menciona que ocupan superficies de miles de km² y profundidades muy extensas es por ello que aquí en la península de Yucatán tenemos los acuíferos más grandes del mundo y en la cual en el municipio de Tulum tenemos los más importantes y más extensos es por eso que menciono que el acuífero que tenemos aquí en el municipio es sedimentarias.

Capítulo 2. Descripción de la zona de Tulum

En este presente apartado, identificare el sitio en el que se encuentra el área de estudio que corresponde los desarrollos urbanos, residencias y desarrollos turísticos, así como su contexto ambiental, legal y socioeconómico en el que insertan dichas obras.

La LGEEPA (1988), menciona en este apartado que el artículo 8 el cual el municipio debería estar dispuesto a llevar las leyes ya que es una zona que cuenta con muchos recursos naturales la cual como se menciona en las fracciones que se debe aplicar varias políticas ambientales ya que es una zona que es playa con un buen equilibrio ecológico.

II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados;

VII.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados;

IX.- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o a los Estados en la presente Ley;

Ubicación del sitio.

El sitio en el cual se localiza el área de estudio, corresponde al municipio de Tulum con una extensión territorial es de aproximadamente 2.090,43 km², el cual se localiza en la zona centro-norte del territorio de Quintana Roo, sus límites son al norte con el municipio de Solidaridad y al sur con el municipio de Felipe Carrillo Puerto, al extremo oeste limita con el estado de Yucatán, en particular con el municipio de Valladolid.

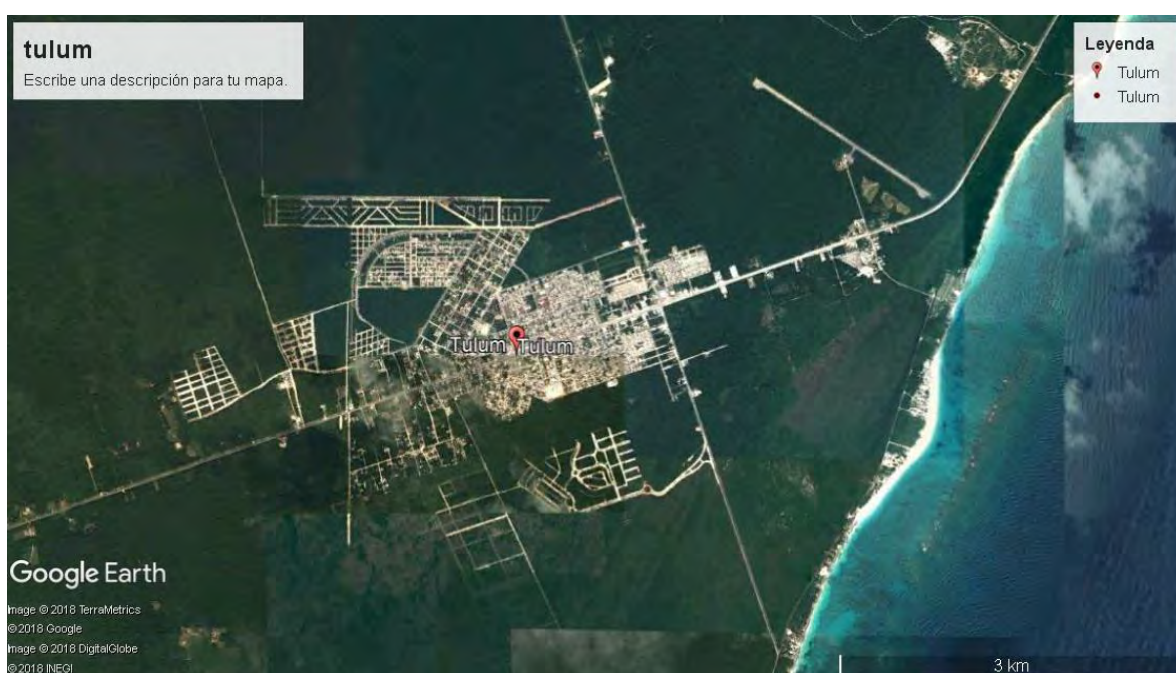


Figura 2.- Localización del área estudio (<https://earth.google.com/web/@20.20962,-87.47187595,-373.85527522a,10907.90893633d,35y,0h,0t,0r>)

2.1. Características físicas y químicas

Plan maestro TAO Tulum (2018), menciona que las propiedades físicas y químicas son observadas o medidas, sin requerir ningún conocimiento de la reactividad o del comportamiento químico que puede tener alguna sustancia, así como las propiedades físicas de un sistema que describen sus transformaciones y su evolución temporal entre estados instantáneos.

Fisiografía: Es por ello que el municipio de Tulum cuenta con muchas propiedades físicas del suelo que se identifica como rendzina lo que cubre la mayor extensión peninsular y junto con los suelos litosol y luvisol es considerado de gran importancia; ocupa el centro, norte y sur de la península de Yucatán, llegando a la frontera con Guatemala; abarca la mayor parte de los estados de Quintana Roo y Yucatán, el litosol tiene una amplia distribución se les encuentra en todos los climas, sin desarrollo con profundidades de 10 cm, tiene características muy variables, según el material que lo forme, se le encuentra cubierto en la zona norte de Campeche, centro y norte de Quintana Roo.

TIPO	AREA km ²	PORCENTAJE
Gleysol Eutrico Lítica Media	5.88	0.29%
Petrocálcica	8.09	0.40%
Rendzina Lítica Fina	63.37	3.10%
Regosol Calcáreo Gruesa	22.36	1.10%
Solonchak Mólico Media	13.46	0.66%
Solonchak Gleyco Gruesa	35.78	1.75%

Rendzina Lítica Media	140.90	6.90%
Gleysol Mólico media	45.85	2.25%
Litosol Media	1705.24	83.55%

Tabla 1. Tipos de suelos de acuerdo con los datos de la INEGI. (sedatu,2015)

Menciono que el tipo de suelo que cuenta el municipio de Tulum la cual podemos ver en la Tabla 1, tenemos con un porcentaje de 83.55% que abarca la península de Yucatán y parte del norte de Quintana Roo la cual tenemos que el litosol es el que comúnmente se encuentra en el suelo.

Hidrografía: La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corriente de aguas superficiales, pero existen varias lagunas como son laguna la unión, laguna Macario Gómez y el continente entre otras. En la Figura 3 siguiente se encuentra los fracturamientos principales y se define la dirección de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCLC. 2010). Tulum se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, aunque para el año 2010 obtuvo aproximadamente 1600 mm, y también tuvo inexistencia de corrientes superficiales debido que la naturaleza cuenta con el terreno calcárea que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo es sensiblemente plano (0.5%) considerándola muy poca, el que no se pueda desarrollar corrientes superficiales, la porción del agua que precipita que resta se evapora o es absorbida por las plantas y el suelo y el resto que queda se satura en el terreno, y es así como se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas que se encuentra en abundancia en Tulum.

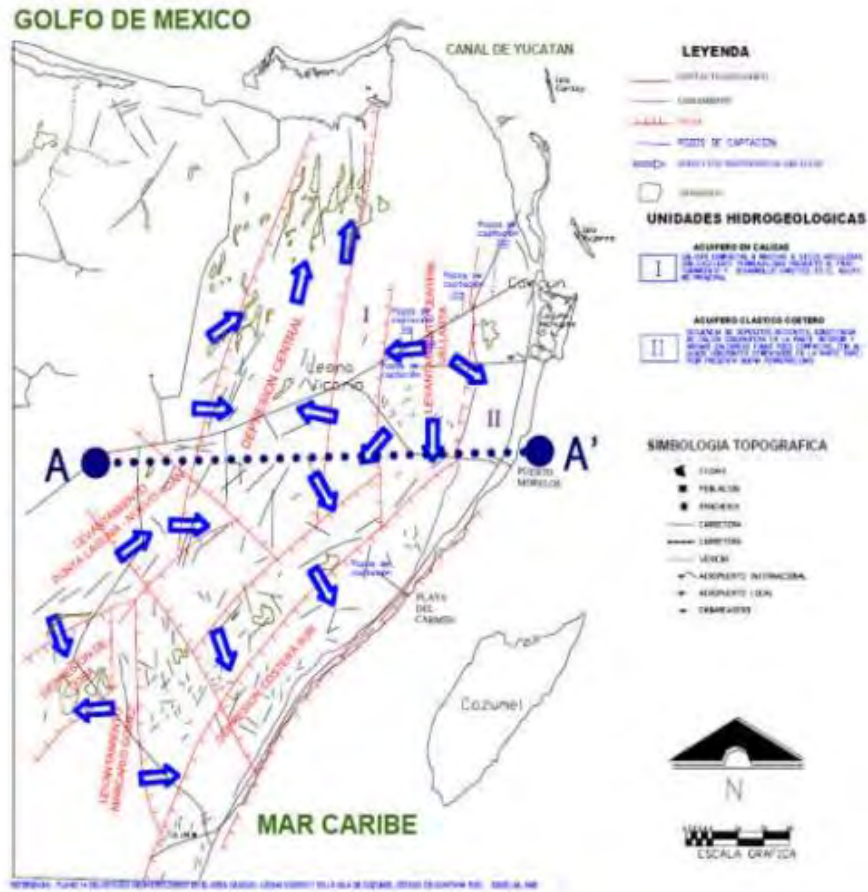


Fig. 3. Mapa de las fracturas que se dan en el estado de Q. Roo. Plan maestro tao Tulum. (Septiembre 2018).

Sedatu (2015), menciona que Geomorfología: cuenta con dos unidades de morfologías principales, la primera se encuentra ubicada al norte y en ella predomina las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas; en el sur las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m.s.n.m en rocas sedimentarias oligogénicas. En lo que respecta el municipio de Tulum, la geomorfología del sitio tuvo una modificación que el suelo ha sufrido a lo largo del tiempo por los efectos del clima, lluvia, hundimientos, e inundaciones, por lo que se divide en 4 tipos:

Tipo	Área (km ²)	Porcentaje
Depresión alargada kárstica	106.85	5.24%
Depresión litoral	403.278	19.76%
Depresión Litoral Lacustre	172.7	8.46
Planicie con lomeríos menores	1358.112	66.52%

Tabla 2. Geomorfología de Tulum sedatu, pag.19 (2015).

Hidrología superficial:

PDU de Tulum (2007), menciona que de acuerdo con la clasificación de hidrología menciona la comisión nacional del agua, que la zona de estudio se encuentra enclavada en la región hidrológica No.33 (Yucatán Este) en los límites con la Región Hidrológica 32 (Yucatán Norte). En esta zona, no se encuentra escurrimientos superficiales de importancia y los que existen son de régimen transitorio, con bajo caudal, muy corto recorrido y desembocan a depresiones topográficas, en la zona de Tulum se precipita un volumen medio anual de 97.5 mm³, que en su mayor parte ocurre durante los meses de mayo a octubre, y el 21.6 mm³ llegan al acuífero que está conformada el volumen que descarga libremente al mar superficial y subterráneamente; lo que un mínimo es aprovechada para diversos usos mediante extracciones subterráneas. El acuífero de Tulum es de tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas, en las llanuras de los mantos acuíferos presenta notables desarrollos kársticos a lo que se debe su gran permeabilidad secundaria, a la vez cuenta con grandes manifestación en la superficie como son los cenotes de gran tamaño y también formaciones de ‘ríos subterráneos’ de grandes longitudes, por lo

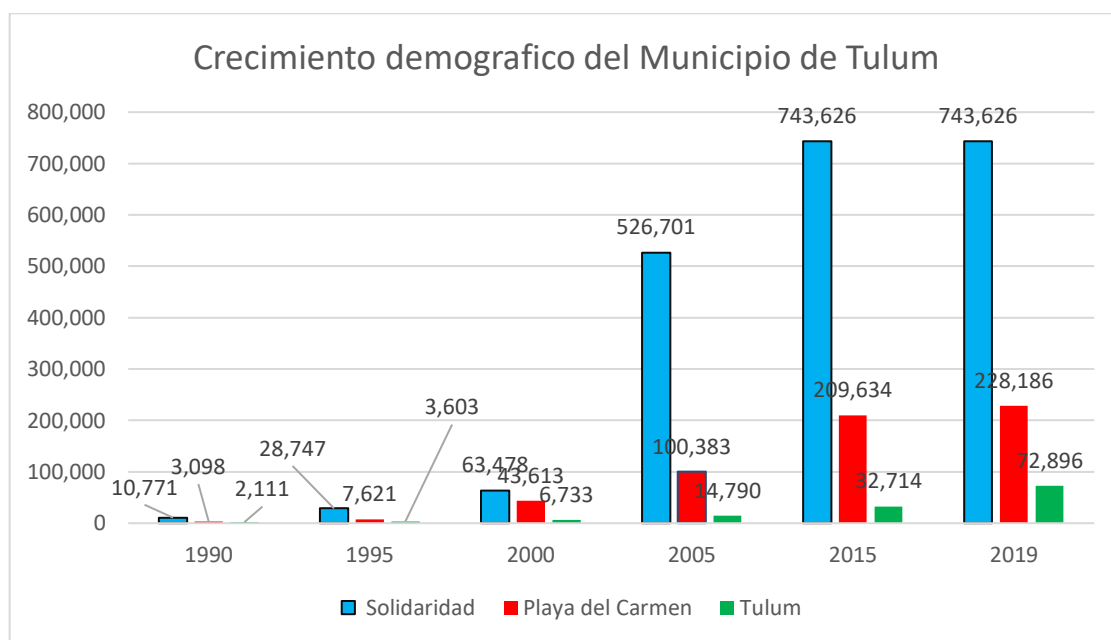
que se mencionan a continuación algunos de estos cuerpos de agua siendo los más importantes debido a su tamaño que presentan.

Sedatu (2015), menciona que:

1. El gran cenote
2. Cenote de calavera
3. Cenote Cristal
4. Cenote Zazil-ha
5. Cenote escondido

2.2 Características social y económicas Social:

Programa de desarrollo urbano de Tulum (2007), menciona que, según estadísticas del INEGI, del 2000 al 2005 el municipio de Tulum tuvo un incremento de 6mil habitantes a casi 15 mil habitantes en solo 5 años en su segundo conteo general de la población y Vivienda en el 2005.



Grafica 1. Crecimiento Demográfico del Municipio Tulum (INEGI, 1990, 2019).

El municipio de Tulum cuya población en el año 2015 tiene 32,714 habitantes lo que indica el censo de población y vivienda realizado por el instituto nacional de estadísticas y geografía. Con lo que percatamos que los municipios de solidaridad y playa del Carmen incremento su tasa demográfica en el país y uno de los principales motivos es la inmigración de población que los atrae por las ofertas de empleo y un gran desarrollo económico que es proporcionado por el turismo que es la actividad económica básica. En relación con esto, significa que, Tulum ofrece al turismo nación e internacional y como actividad principal, como es la hostelería ecológica que es lo que genera más turismo, las tradiciones mayas en

su arquitectura y que se fusionan con la modernidad del presente en cuanto a servicios. Además, posee una de las mejores playas del estado y a nivel internacional, con sus blancas arenas y su lugar caribeño mexicano, así como la zona hotelera de las playas y el centro de la ciudad, también incluyen excelentes restaurantes que ofrecen comida regional e internacional de excelente calidad, y es así como el municipio genera una gran hospitalidad hacia el turismo lo que es su vocación de toda su gente.

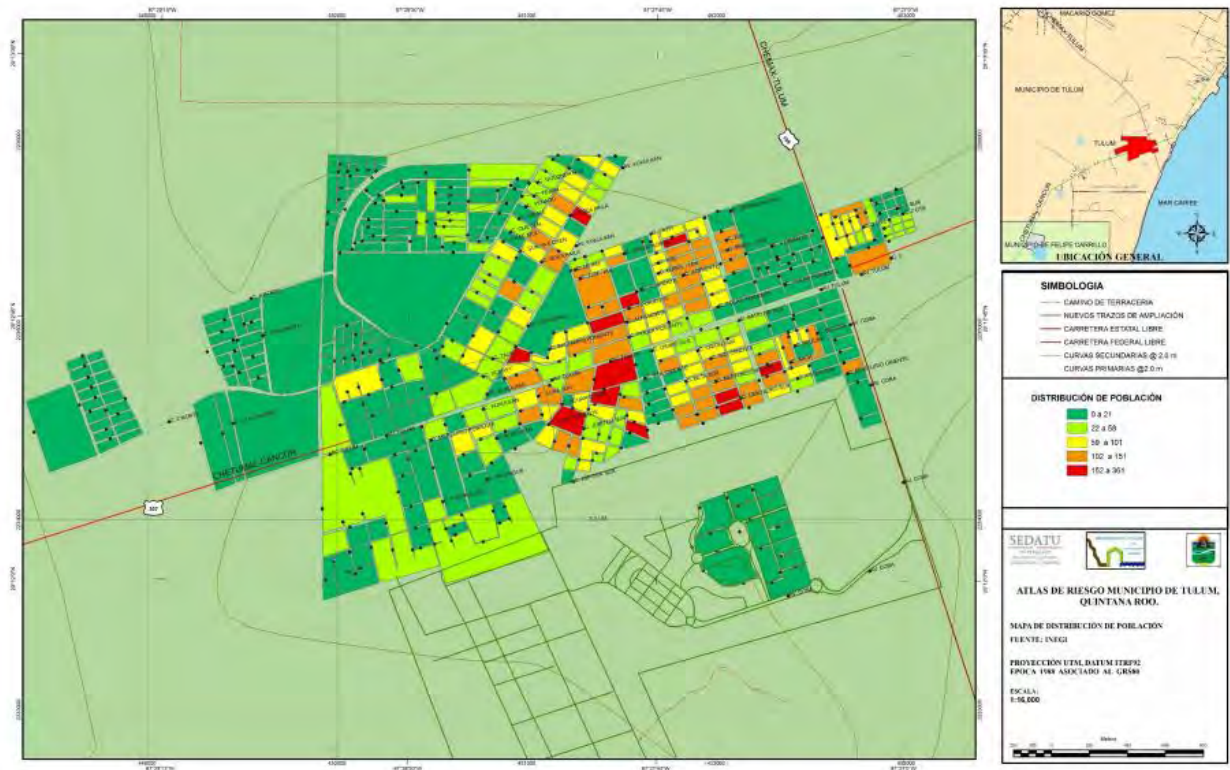


Fig. 4. De distribución de población zona urbana del Municipio de Tulum, Proyección UTM, datum ITRF92 1988, asociado al GRS80. (sedatu, 2015)

La revista de cultura y turismo (2015), menciona que existe una gran cantidad de actividad turística en la zona de Tulum como se mencionó, es una zona arqueológica por eso muchas personas arriban ya que es uno de los lugares con una gran atracción turística del país, la geografía del turismo aporta elementos teórico-metodológicos sobre las diferencias en el territorio en pequeñas ciudades y se incluyen conceptos como segregación, estructura social, vivienda, educación y servicios de la salud. Afirma la población que los beneficios derivados es la actividad turística que reproducen esquemas de acumulación del capital y los beneficios económicos y sociales llegan a esta población.

La ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente menciona en la sección II Ordenamiento Ecológico del Territorio en el artículo 19.- de la fracción II.- La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes;

III.- Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales;

IV.- El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; y

V.- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades.

Como se menciona en estas leyes que el municipio de Tulum debe estar regulado ya que los impactos ambientales por los asentamientos humanos, por la gran cantidad turística que se encuentra en el municipio y no tener un desequilibrio en los ecosistemas.

Económico:

Plan municipal de desarrollo (2011), menciona que en su reciente creación del municipio de Tulum ha empezado a experimentar una posición muy importante en sus actividades económicas, fundamentalmente las relacionadas con la actividad turística, la cual le da una gran importancia en el ámbito de la promoción de la cultura maya, ya que sus recursos históricos lo mantienen en una gran posición en relación con lo demás destinos históricos del estado como del ámbito nacional e internacional inclusive. Esta posición presenta varios retos en los que requiere vincularse varias actividades que también dan soporte a las actividades turísticas una de ellas son la actividad comercial, servicios y de producción de bienes necesarios que impacte sobre todo en una mayor oportunidad en la obtención de muchos empleos, es así como la actividad comercial principalmente se encuentra en las avenidas que dan acceso al municipio de Tulum, con una gran concentración de personas que laboran en los diferentes establecimiento y abasteciendo el acceso a la demanda del consumo básico y de alimentos, lo que indica el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE, 2010), el municipio cuenta con 291 unidades para la economía que se encuentran registrados. Lo que el 35 por ciento de las unidades se encuentran dedicadas al comercio al por menor, lo que se considera que el 8 por ciento cuenta con otros servicios sin considerar actividades gubernamentales, el 29 por ciento se utiliza a los servicios de alojamiento temporal (hoteles, cabañas, campamentos), de preparación de alimentos y bebidas, y el 6 por ciento a la industria Manufacturera, el siguiente 6 por ciento es a los servicios educativos presencial para la ciudadanía el ultimo 16 por ciento se encuentra en el resto de los sectores.

Unidades de comercio y abasto por municipio 2010

Municipio	Tiendas Diconsa	Tianguis	Mercados públicos	Rastros	Centrales de abasto	Centros receptores
Estado	350	34	44	9	2	2
Tulum	0	0	0	0	0	0

Tabla 3: Secretaria de Desarrollo Económico del Estado, 2010 (Plan municipal de desarrollo, pp.53 (2011).

Lo que demuestra la tabla 3. es que el 92 % son microempresas , el 5% son pequeñas, y el 2% son medianas y el 1% restante es de grandes empresas lo que menciona el sector comercio registra que la reciente incorporación del municipio en el estado no impacta en la infraestructura comercial publica como lo que es las tiendas de abasto conocidas como DICONSA, tianguis registrados, mercados públicos, rastros, centrales de abasto y centros receptores lo cual constituye a una gran oportunidad para las bases del desarrollo a la actividad comercial, el municipio presenta aún crecimiento muy bajo en la industria por la ubicación demográfica pero aun así lo que más demuestra y sobre sale el municipio es que cuenta con espacios de alojamientos temporales muy cómodos y muy agradables en el medio ambiente lo que les llama la atención a muchos turistas internacionales el paisaje que puede brindar este municipio y con todas sus riquezas que presentan así también la gastronomía es así como se promueve este gran crecimiento al municipio por su gran turismo.

Capítulo 3. Fuentes de emisión de contaminación de los mantos acuíferos.

Collazo, M. *et al.*, (2012), menciona que las emisiones de contaminación hacia los mantos acuíferos son por las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua por las acciones que pueden ser naturales o artificiales por lo que puede ser directa o inducida.

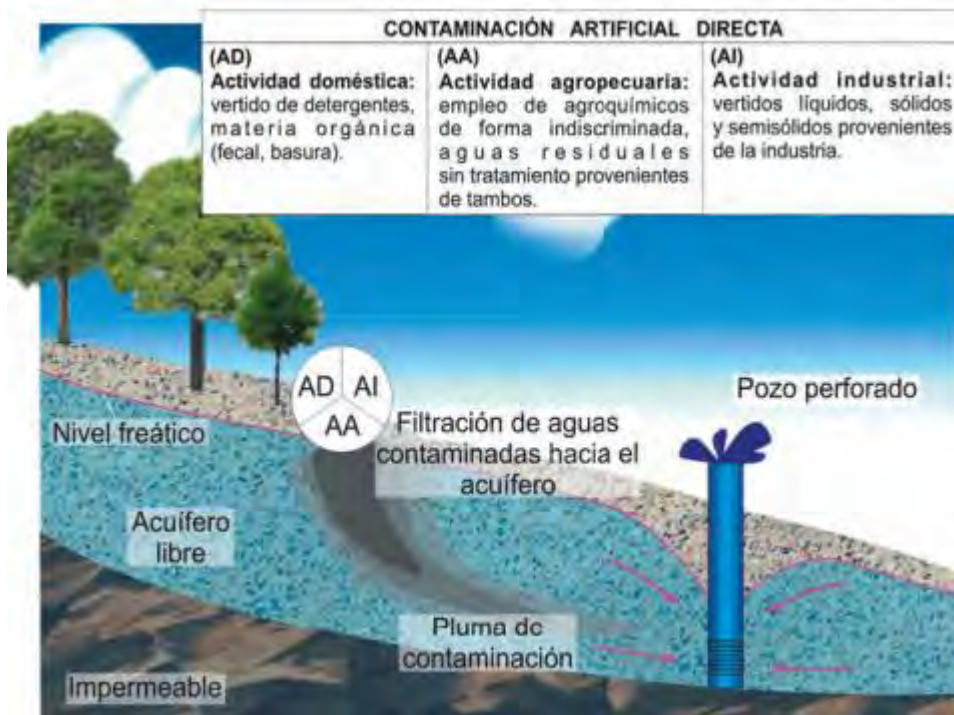


Fig. 5. Imagen de actividades que provocan contaminación del agua subterránea (Manual de agua subterránea, 2012).

Natural: Es la que se produce por el contacto de formaciones de sedimentos marinos y salinas o por yacimientos metalíferos, radiactivos o petrolíferos. Lo que en estos casos se incorpora al agua subterránea todas las sustancias que integran estas formaciones.

Artificial: Se puede clasificar de acuerdo con el sitio donde se produce ya sea urbana o rural que la actividad que la genere puede ser doméstica, industrial, agropecuaria.

Artificial urbana: Se genera por vertidos domésticos como lo es con las fosas sépticas, perdidas en redes cloacales, lixiviados de vertederos y lixiviados de las industrias.

Artificial rural: Se genera debido al empleo indiscriminado de sustancias agroquímicas, a causa de estos efluentes no tratados, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, corrales de animales.

Artificial inducida: Esta se genera por salinización de un acuífero, debido a una sobreexplotación de pozos en las áreas costeras.

Las contaminaciones de las aguas subterráneas son más difíciles de detectar que las aguas superficiales debido a que no es tan visible, provocando mayor duración del contaminante en el medio, una vez que es detectada la contaminación es posible que haya afectado una gran cantidad de porción del acuífero. Una vez que todas las fuentes de contaminación del agua se determinen, se debe identificar esa fuente de contaminación que está teniendo un gran impacto ya sea el contaminante, su movilidad de donde viene, su gran toxicidad y su persistencia.

Para efectos de este trabajo me enfocare en analizar la fuente artificial urbana es decir los drenajes, fosas sépticas, planta de tratamiento de agua y relleno sanitario. Me baso en esta fuente para poder saber los efectos que pueden causar al medio ambiente en el área de Tulum, es por ello que se analizará detalladamente la información recabada de las causas que han contaminado los acuíferos del municipio. Para hacer esta investigación, se recabó información en noticias periodísticas, donde muestran algunos problemas causados por el gran incremento de población y un mal manejo desarrollo urbano que ha generado en Tulum. De igual forma se recopiló la información a través de transparencia mediante la solicitud a

diferentes instituciones gubernamentales que se encuentran en el municipio de Tulum que cuentan con datos estadísticos que se generan en el municipio.

3.1 Definición y Porcentaje de emisión de las fuentes de contaminación en los mantos acuífero

3.1.1 Drenaje:

La CONAGUA (2009), menciona que en las zonas urbanas, se tiene la gran necesidad de desalojar el agua de lluvia de tal modo que se mitiguen los riesgos para los habitantes, las viviendas, los comercios, las industrias, y otras áreas que afectan a la población. Sin embargo las construcciones como edificios, casas, estacionamientos y entre otras construcciones modifican el entorno natural generan superficies poco permeables; el drenaje pluvial urbano, tiene como función la captación y desalojo de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, así se pueda reducir los daños e inconvenientes para la ciudadanía los cual un sistema de drenaje está constituida por una gran red que se encuentra en el desarrollo urbano, de conductos e instalaciones que les permite el desalojo de las aguas de lluvia que requieren de su mantenimiento para su correcta operación.

H2O Ingeniería SA DE CV (s.f.), menciona que en su proyecto, debido al importante crecimiento que ha tenido Tulum en estos últimos años en el de Tulum pues su condición de centro turístico, la contaminación al subsuelo se ha convertido en una importante preocupación para la ciudadanía ya que solamente existe una red de drenaje muy pequeña en la parte de la ciudad, y debido a que se pretende mejorar el saneamiento de aguas residuales se requiere la construcción de una planta de tratamiento.

Nombre de la localidad	Viviendas particulares habitadas	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin energía eléctrica	Con piso de Tierra	Viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario o excusado
Chanchén Palmar	91	20	69	19	25	66
Sahcab Mucuy	97	20	97	16	19	93
Yaxché	70	1	68	2	17	65
San Nazarén	3	3	0	3	1	0
Tankah Pueblo	12	0	3	8	0	11
Boca Paila	4	3	0	3	0	1
Chanchen Primero	181	8	156	4	53	130
Cobá	303	71	86	8	31	51
Doña Leonor	3	3	1	0	0	0
Dos Palmas	4	1	2	0	0	1
Francisco Uh May	130	5	33	10	12	26
Hondzonot	78	6	68	9	38	57
Laguna Madera	3	2	2	2	1	0
Ninguno	3	2	3	0	0	1
Macario Gómez	119	1	24	2	7	26
Manuel Antonio Ay	87	7	23	6	4	11
Paso Juana	5	5	0	4	0	2
San Juan	135	54	97	3	16	63
Xcacel	2	1	0	0	1	0
Las Dos Luces	3	3	1	0	1	0
Tulum	5037	432	47	113	79	162

Tabla 4. Vivienda, equipamiento (SEDATU, 2015).

Se puede observar en la tabla que, de las 5037 viviendas habitadas, 47 no cuentan con drenaje, esta información es de los datos estadísticos de SEDATU, 2015. ([ANEXO 2. A1 2.2](#))

SEDESOL (2017), menciona que los esfuerzos que se ha dado en el municipio de Tulum reflejan una disminución consistente como antes mencionada, donde se ha visto un comparativo de los años 2010 y 2015 se observa una mayor disminución en el apoyo y acceso a servicios básicos para la ciudadanía y una de ellas fue la caída muy importante para la población, así mismo en el municipio ha tenido un gran incremento en la población desenfrenado por la situación del turismo en la cual el servicio de drenaje en la vivienda paso de un 13.98% en el 2010 a un gran baja carencia de 4.6%, lo cual nos damos cuenta que tuvo una disminución de 9.38 % de negatividad, esta información se puede observar en esta tabla.

II. Evolución de las carencias sociales, 1990-2015

Porcentaje de la población					
Estatal	Municipal				
2015	1990	2000	2010	2015	
Rezago educativo					
16.09	N.D.	N.D.	24.34	18.20	●
Carencia por acceso a los servicios de salud					
17.1	N.D.	N.D.	44.78	18.7	●
Carencia por material de pisos en la vivienda					
2.42	N.D.	N.D.	5.50	4.20	●
Carencia por material de muros en la vivienda					
3.33	N.D.	N.D.	6.11	1.80	●
Carencia por material de techos de la vivienda					
1.57	N.D.	N.D.	20.03	10.00	●
Carencia por hacinamiento en la vivienda					
18.61	N.D.	N.D.	41.77	37.30	●
Carencia por acceso al agua entubada en la vivienda					
2.70	N.D.	N.D.	5.72	0.90	●
Carencia por servicio de drenaje en la vivienda					
3.73	N.D.	N.D.	13.98	4.60	●
Carencia por servicio de electricidad en la vivienda					
1.12	N.D.	N.D.	2.08	2.50	●

Fuente: SEDESOL/DGAP con información de las muestras censales 1990, 2000 y 2010, así como la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.
 * Semáforo: se señala con rojo o verde si el indicador municipal es mayor o menor, respectivamente, que el indicador estatal 2015.

Fig. 6. Evolución de las carencias sociales 1990-2015 (SEDESOL, 2017)

Anteriormente observamos el cambio de la red de drenaje del municipio de Tulum del año 2010 y 2015, actualmente se cuenta con los siguientes datos estadísticos:

Clave	Descripción	Longitud (Km)
1	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULUM	73.30
2	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE AKUMAL	3.50
3	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE CHEMUYIL	2.70
TOTAL RED DE DRENAJE SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TULUM		79.94

Fig. 7. CAPA 2018, Red de drenaje del municipio de Tulum. ([ANEXO 3](#))

La CAPA (2018), menciona que la comisión de agua potable y alcantarillado que en sus diagnósticos datos estadísticos de las viviendas del municipio de Tulum cuentan con drenaje con un estimada extensión de 4,608 casas que cuentan con este servicio de drenaje (**Anexo 7**), la cual analizando los siguientes cuadros que proporciona la INEGI en su inventario que se genera en el año 2015 que rebasa la cantidad de personas que habitan y que cuentan con drenaje, mostrando diferente información tanto de drenaje y de casas sabiendo que el municipio de Tulum no tiene muchos años de haberse separado de solidaridad ya que ha crecido descontroladamente por la situación turística, y las autoridades correspondientes no han podido dar un buen servicio a toda esta gran cantidad de personas que se establecen al municipio.

Conjuntos habitacionales:	
Viviendas	
Particulares	7576
Habitadas	5555
Particulares habitados	5446
Particulares no habitados	1990
Fecha de actualización: 2010,2012,2015	

Viviendas	Total
Particulares	7 590
Habitadas	5 587
Particulares habitadas	5 452
Particulares no habitadas	1 997
Con recubrimiento en piso	5 083
Con energía eléctrica	5 086
Con agua entubada	4 862
Con drenaje	5 122
Con servicio sanitario	5 145
Con 3 o más ocupantes por cuarto	2 203

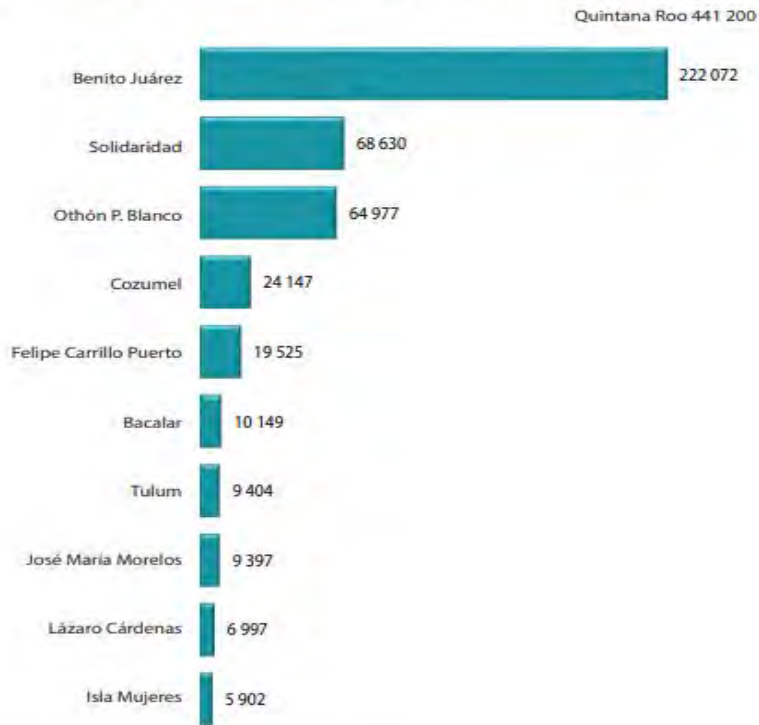
Fig. 8. Cuadros de INEGI inventario nacional 2015.

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/> (INEGI,2015)

Sin embargo, en el censo elaborado en el 2015 en la encuesta intercensal se obtuvo que el número de viviendas habitadas fue de 9,404 sin embargo en la tabla Vivienda, equipamiento (SEDATU, 2015) se obtuvo un total de 7,329 viviendas habitadas.

Por lo tanto, pude observar que la información recabada en el instituto de SEDATU se obtuvo un total de viviendas, pero al revisar la INEGI me percaté de que la información no concuerda.

Número de viviendas particulares habitadas por municipio



Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

Fig. 9. Viviendas habitadas en Tulum (INEGI, 2015)

<http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/Encuesta%20Intercensal/Principales%20Resultados%20de%20la%20Encuesta%20Intercensal%202015%20Q%20Roo.pdf>

3.1.2 Plantas de tratamiento:

Sistema de tratamiento de aguas residuales (s.f.), menciona que las plantas de tratamiento de aguas residuales son conocidos como procesos de depuración, es un sistema que se utiliza para remover contaminantes del agua. Eventualmente el agua usada se descontamina a través de medios naturales, por eso requiere mucho tiempo; en una planta de tratamiento se acelera este proceso. Así podemos reutilizar el agua en actividades diversas como la agricultura, la industria y la recreación, son fundamentalmente aguas contaminadas que desecha la población y puede acarrear: desechos humanos, desperdicios caseros, descargas pluviales, infiltraciones de aguas subterráneas y desechos industriales.

H2O Ingeniería SA DE CV (s.f.), menciona que la planta de tratamiento de aguas residuales cuenta con un servicio eficiente para una ciudad con un crecimiento muy acelerado como lo es en Tulum, ya que es una infraestructura muy básica y necesaria para su desarrollo y para la población y para considerar una metrópoli urbana que puede albergar mucho turismo internacional y darle el mejor trato que se merece; menciona que después del uso y actividades de la ciudadanía, es necesario un buen eficiente sistema de tratamiento que devuelva las aguas residuales ya tratadas al manto freático, con poca carga orgánica para así evitar la contaminación de las aguas subterráneas del Estado, la cual Tulum cuenta con 4 plantas de tratamiento de aguas residuales operando dicha manera cuenta con diferentes procesos de tratar las aguas.

Municipio	No. De PTAR operando	Capacidad de tratamiento (lps)	Volumen tratado (lps)
Cozumel	2	130	102.67
Felipe Carrillo Puerto	1	5	0.91
Isla Mujeres	1	30	26.34
Othón P. Blanco	6	149	102.59
Benito Juárez	11	1,422	1,162.01
José María Morelos	0	0	0.00
Lázaro Cárdenas	2	10	5.90
Solidaridad	5	432	310.58
Tulum	4	141	13.75

Fig. 10. Características generales del inventario de plantas de aguas residuales en operación. (Programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria, pag.9, 2011).



Fig. 11. Ubicación de planta de tratamiento de Tulum (H2O Ingeniería SA DE CV pag.1)

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO TULUM

Clave	Descripción	Cantidad [Pza]
1	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "BICENTENARIO" DE LA CIUDAD DE TULUM	1.00
2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE AKUMAL	3.00
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CHEMUYIL	1.00
TOTAL PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO TULUM		3.00

Fig. 12. Tabla de plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Tulum (CAPA, 2018) ([ANEXO 3](#)).

Al respeto y atención a su solicitud, se le informa que en el municipio de Tulum cuentan con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, con una capacidad global instalada de 150 lps y un caudal tratado de 19.06 lps. El desglose se muestra en el siguiente cuadro:

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	Proceso de Tratamiento	Capacidad instalada	Caudal Tratado	Cuerpo Receptor
Tulum	Tulum	Bicentenario	Dual	120	12.34	Acuífero
Tulum	Cd. Chemuyil	Chemuyil	Lodos Activados	30	6.72	Acuífero

Fig. 12.1. Tabla de plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Tulum (CONAGUA, 2019) ([ANEXO 4](#)).

La comisión de agua potable del estado de Quintana Roo emite la siguiente respuesta en lo que respecta a las plantas de tratamiento de aguas residuales menciona que el municipio de Tulum solo cuenta con uno en llamado el "BICENTENARIO" la cual mencionado en tablas anteriores Censo de Población y Vivienda de 2019 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía cuenta con una población estimada de 72,896 personas habitan la cual la planta de tratamiento es por eso que la planta de tratamiento no tiene un buen servicio de agua tratada en el municipio.

H2O INGENIERIA SA DE CV (s.f.), menciona que la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Tulum en el centro poniente de la localidad en el predio numero 5 fracción 3 del predio rustico denominado “Ganadería Tankah” de acuerdo con el plan directorio de desarrollo urbano vigente. La capacidad proyectada de esta planta de tratamiento es de 385 litros por segundo. Que estarán realizadas por tres etapas en los años del 2008, 2010, y 2014.

Módulos	Capacidad (lps)	Año de ejecución
1era etapa	120	2008
2da etapa	120	2010
3era etapa	145	2014

Tabla 4: Proyecto ejecutivo CAPA, Pág.1, 2008.

Con el objeto de que la planta de agua residual opere de una manera muy segura y eficiente, bajo los estándares de calidad que la misma exige, se propone la ejecución de los trabajos de la primera etapa las cuales son:

1. Pretratamiento, cap. 385 lps
2. Biofiltro, cap. 60 lps
3. Reactor, cap. 120 lps
4. Clarificador, cap. 120 lps
5. Desinfección, UV cap. 120 lps
6. Espesador, cap. 120 lps
7. Digestor, cap. 120 lps

8. Cárcamos (lodos, Natas), cap.385 lps

Menciono que la planta de tratamiento de aguas residuales es que la visualización de la tabla en el Proyecto ejecutivo CAPA, 2008 menciona las capacidades de “litros por segundo” y buenos estándares de calidad en la ejecución de trabajo como el pretratamiento, cárcamos, etc. La cual esta planta llamada “BICENTENARIO” ha llegado hasta el punto de colapsar aguas pluviales y negras sin darse cuenta capa que el municipio tendrá un gran crecimiento de población nacional como internacional ha llegado el problema de que estas aguas generen un olor que es insoportable para la ciudadanía.

3.1.3 Relleno sanitario

Guía de rellenos sanitarios (2010), menciona que relleno sanitario es una técnica de eliminación final para los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después. Esta técnica se utiliza en principios de ingeniería para confirmar la basura en un área muy pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Existen tres métodos de rellenos sanitarios, el método manual que es para población que generan menos de 15 Ton/día de residuos sólidos y no utilizan maquinaria de ningún tipo únicamente herramientas, el método semi mecanizado que es para poblaciones que generan hasta 40 Ton/día y utilizan maquinaria y herramientas adaptadas para el trabajo de relleno sanitario y el método mecanizado que es para poblaciones que generan más de 40 ton/día de residuos sólidos y utilizan maquinaria especializada para el manejo de la disposición final y métodos y constructivos.

- Volumen de residuos: actualmente en promedio al día se recolecta 130 m³.
- Capacidad del relleno sanitario: la celda tiene una superficie de 80 m x 200 m. Cuenta con una superficie total de 10.5 ha. 7.81 ha, regulada por POET y 2.69 en terrenos forestales.
- Numero de transportes: actualmente se realiza la recolección de basura con 7 unidades.
- punto de recolección: se realiza la recolección en todas las calles, colonias y comunidades del municipio.

Fig. 13. Residuos sólidos imagen de transparencia del municipio de Tulum (2018) ([ANEXO 5 AL 5.1](#)).

Menciono en la imagen de transparencia del municipio de Tulum, 2018 que el relleno sanitario de tiene un método mecanizado ya que la población de la ciudad de Tulum genera más de 40 Ton/día, mencionado con el cuadro que anexo de información de transparencia el cual en el año 2018 se recolecta 130 m³ con una población de 72 mil habitantes es por ello que el nivel de basura en promedio ha rebasado el nivel de residuos sólidos sin poder mitigar o darle un manejo bueno al relleno sanitario dejándolo sin darle solución al problema.

Jornada maya (2018), menciona que según las bases de información del municipio de Tulum, he recopilado la siguiente información a través de transparencia. Actualmente el relleno sanitario tiene un volumen aproximado de residuos sólidos que se desechan de 130 m³, así mismo el supuesto llamado relleno sanitario nunca ejerció este sistema si no como un basurero o tiradero, ya que menciona la jornada maya que tendría una duración de 10 años pero al tener un crecimiento descontrolado de población dice que se encuentra en un 90% de su capacidad de basura, dice el ambientalista Xavier Peralta Casares manifestó en varias ocasiones la necesidad de que se subsanara el basurero antiguo, pues él no contaba con las condiciones de que se iba a volver un basurero y se generó la contaminación de los mantos acuíferos.

3.1.4 Fosas sépticas:

Sonigas, S.A DE C.V. (2002), menciona que la fosa séptica es un recipiente impermeable destinado a la recepción de aguas residuales provenientes de los inodoros, lavabos, cocinas, etc. Está compuesta por dos cámaras integradas dentro de la fosa pero comúnmente en la región del municipio de Tulum se utiliza una cámara tradicional con el propósito de buscar una salida de un río subterráneo o mantos acuíferos así disminuir los sedimentos que se quedan en la fosa séptica, con este proceso que se utiliza tiene el propósito de incrementar el riesgo de contaminación y perjudicar a la salud pública, esta fosa séptica puede ser una solución para estas regiones sin darle un buen uso o descargar a un sistema de alcantarillado sanitario municipal les resulta muy costoso a la población, por eso menciono en un cuadro de cobertura de agua y drenaje sanitario del municipio de Tulum que no cuenta con una gran red de sanitario.

Cuadro 1 Cobertura de agua y drenaje sanitario por municipio

Organismo Operador	No. Usuarios domésticos	Coberturas	
		Agua Potable	Drenaje y saneamiento
Cozumel	14,314	99.00%	97.00%
Felipe Carrillo Puerto	14,473	94.56%	1.00%
Isla Mujeres	3,305	98.32%	94.02%
Othón P. Blanco	68,304	96.68%	34.28%
Benito Juárez	193,174	100.00%	90.59%
José María Morelos	8,251	95.89%	0.00%
Lázaro Cárdenas	6,245	96.48%	10.58%
Solidaridad	44,805	90.35%	87.00%
Tulum	5,563	96.17%	15.33%
Bacalar	7,596	92.74%	1.48%
Cobertura estatal	366,030	97.45%	68.99%

Fig. 14. Cobertura de agua y drenaje sanitario, programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria (2011-2016).

Menciono que en este cuadro del municipio se señala el municipio de Tulum con usuarios domésticos con 5,563 viviendas en la cual nos percatamos que en los años 2011-2016 la cobertura de drenaje y sanitario tiene un bajo resultado utilizando solo 15.33% de servicio de drenaje y sanitario lo cual nos damos cuenta que en el municipio de Tulum no cuenta con una visión al medio ambiente ya que se basan por lo tradicional al construir dejando a un lado las ley del equilibrio ecológico y también sin darle un cuidado a la reserva protegida de Sian Ka'an

Plan Quintana Roo (2011), menciona que el estado aprovecha un 70% de la infraestructura existente, dado a que los usuarios se han visto resuelto su problema de descarga de a través de fosas sépticas, que en su mayoría no garantizan el adecuado tratamiento de las aguas residuales con la consecuente contaminación que se genera al manto freático, de manera análoga la población de Tulum que no cuenta con los servicios de drenaje sanitario y saneamiento recurren a sistemas alternativos para la evacuación de las aguas residuales que generan como se menciona antes ya que en Tulum la dinámica del municipio ha generado un desarrollo turístico con un crecimiento acelerado en la demanda de mano de obra en la cual se tiene se cubren con trabajadores que emigran de otras entidades del país, es por ello que se ha ocasionado el aumento de la demanda de vivienda y de servicios públicos generando también una gran cantidad de zonas ubicadas de forma irregular.

Fosas sépticas datos estadísticos de la INEGI:



Fig. 15. Datos estadísticos INEGI 2015, servicio sanitario en el municipio de Tulum.

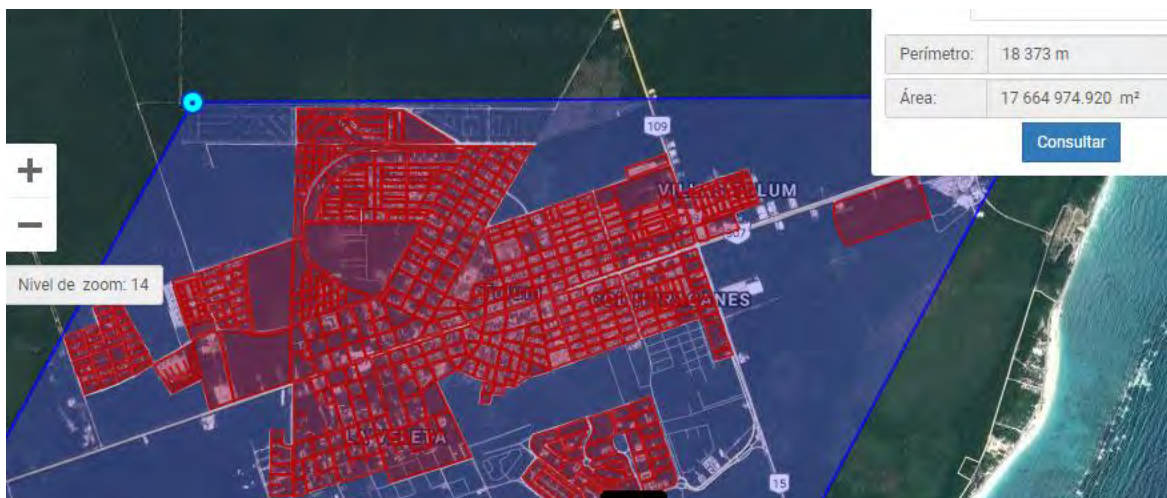


Fig. 16. Imagen de área que cuenta con servicio sanitario, INEGI 2015 ([ANEXO 6 AL 6.6](#)).

Mi opinión sobre los datos estadísticos y el mapa donde muestra el área donde se presenta los servicios de sanitarios obtenidos por la INEGI, 2015 que ellos mencionan que la red sanitaria para la población en el 2015 es de 5,145 que es un datos muy importante estadísticamente ya que podemos demostrar que las casas habitadas en el 2015 fueron de

5,555 que por más que sea mucha gente para el 2015 se menciona en la Grafica 1. Crecimiento Demográfico del Municipio Tulum (INEGI, 1990, 2019) contaba con alrededor de 32,714 lo que conlleva a esto que podemos ver que el problema persiste en esta fuente ya que como menciono no hay una buena red y un buen programa de manejo para el municipio y no han podido modificar su programa de desarrollo urbano para el gran incremento de población que se ha generado y es por ello que no regulan sus sistemas de drenaje y es por ello que toda esta gente que vive en el municipio de Tulum prefiere utilizar fosas sépticas sin darle una buena función ya que contaminan los mantos acuíferos sin embargo el municipio no con lleva las normas y las leyes de contaminación de agua.

Como se menciona las fuentes de contaminación hacia el suelo y también al único recurso natural que puede llegar el momento de acabarse pues el porcentaje de agua dulce es mínimo y la población crece el cual la población ha generado una gran cantidad de contaminación desenfrenada es por ello que el municipio de Tulum debería tomar un punto importante de las leyes de la LGEEPA la cual es la prevención control de la contaminación del suelo ARTÍCULO 134 de la fracción V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable. Y también en el capítulo III de la **Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos** del artículo 117 fracción I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Como menciona en la ley es que el municipio debe ser uno de los principales en participar para evitar la contaminación del agua al igual que la sociedad para poder prevenir la contaminación en los mantos acuíferos, mares, ríos y cenotes de las descargas de contaminantes a los mantos acuíferos y no reciben un buen tratamiento es por ello que están siendo afectadas y no es solo aprovechar el recurso de agua si no también tener una gran responsabilidad de no contaminar para poder ser utilizada en actividades diarias del ser humano de manera que no altere el equilibrio de los ecosistemas tanto como marino como en la superficie.

Capítulo 4. Consecuencias de la contaminación de los mantos acuíferos.

Noticieros televisa (2019), menciona que las consecuencias de contaminación son muy alta para Tulum una de ellas son los lixiviados, el líquido que escurre de la basura y que es muy altamente contaminante, no tiene un manejo adecuado y las filtración hacia el subsuelo o a los mantos acuífero se ha convertido en una amenaza para Tulum, hay algunos cenotes que ya muestra grados de contaminación y sobre todo hay algunos indicadores muy fuertes en el arrecife, a una nueva enfermedad que están presentando los corales debido a la contaminación de los lixiviados llamada plaga blanca y es derivado a las actividades que se realiza en la tierra por que los sistemas de tratamiento por lo general no realizan una fase terciaria donde estas aguas son libradas de nutrientes; lo cual resulta critico ya que estos nutrientes son liberados en las aguas de las costas y son alimentos de las algas, produciendo un desequilibrio que afecta a los mencionados corales siendo también estos nutrientes un factor en la formación del sargazo, además menciona Luis Leal un instructor de buceo en cuevas. Asegura que además de la contaminación en tierra, los ríos subterráneos de Tulum están en riesgo por las recargas del acuífero que se hacen con aguas tratadas.



Fig. 17. Imagen noticiera televisa, 2019 exceso de basura y amenaza a Tulum en los mantos acuíferos.

Se menciona en la LGEPPA en el apartado de actividades consideradas como altamente riesgosas en el artículo 145 que se debe determinar los usos del suelo en la que permita establecer servicios considerados altamente riesgosos como este es el caso de la mancha de los residuos sólidos que podemos ver en el llamado relleno sanitario que en la fracción dice que por más tenga una gran expansión y creaciones de nuevos asentamiento sobre los recursos naturales no se debería impactar ya que los seres humanos tenemos interacciones o actividades en el medio que nos rodea es por ello que la secretaria debe promover esta ley para el uso de los suelos.

II.- Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;

III.- Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales;

IV.- La compatibilidad con otras actividades de las zonas;

López, R. (2013), menciona que una de las consecuencias más graves ahora diagnosticó los buzos alemanes que la contaminación del agua que corre en los ríos subterráneos, incluso también en las paredes de las cuevas y cenotes están impregnadas con capas de un centímetro de grosor de excremento humano, resultados de la descarga de aguas negras directamente del suelo. Esta consecuencia va apareciendo a medida que el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente y surge los problemas ambientales, ya que se les hace fácil tirar sus descargas de aguas residuales en cenotes o al subsuelo ya sea la población o hasta la misma institución de CAPA, por eso es que Tulum está en riesgo de un problema de salud pública, pues las bacterias patógenas que contaminan el agua causan enfermedades que se encuentran en las excretas de los seres humanos y pueden transmitirse a través del agua, de los alimentos y de persona a persona y de animales a seres humanos.



Fig. 18. Imagen SIPSE, 2013 paredes de cuevas y cenotes tienen impregnadas heces fecales.

La Jornada maya (2018), menciona que Javier flores, asegura que las obras realizadas en administraciones estatales pasadas nunca tuvieron la supervisión adecuada y tampoco los estudios para tener un buen sistema de drenaje. Y una de las consecuencias fue el rebosamiento de las aguas negras sin que las autoridades pudieran hacer nada al respecto y estas afectaciones crea una contaminación muy seria para los cenotes ubicadas muy cercas, donde se desborda las aguas fétidas que salen de las tomas domiciliarias y estas descargas terminan en el mar y los cenotes, solo el 8 por ciento de la población de Tulum se encuentra conectado al sistema del drenaje está conectada mencionado la Gráfica de **Crecimiento Demográfico del Municipio Tulum (INEGI,1990, 2019)**, cuenta con una población de 72,896 la cual como se menciona no tiene un buen estudio de sistema de drenaje y con el gran crecimiento de población y la vulnerabilidad a la contaminación en la zona del centro existe drenaje la cual Tulum se encuentra en riesgo y las consecuencias es que están matando la estabilidad de este importante recurso hidrológico y también al tirar detergentes y grasas a los manglares estas plantas mueren por estos químicos que les afecta



Fig. 19. La Jornada maya Deficiente sistema de drenaje de Tulum, (2018).

Menciono que todas estas consecuencias se han generado desde que se empezó a generar el conocido desarrollo turístico a mediados de 1970 llegó cantidad descontrolada de turistas que viven y se alojan a este municipio sin tener un buen sistema de estudio de impacto ambiental al igual forma un buen estudio de desarrollo urbano, como consecuencias de contaminación al manto acuífero pone en riesgo el sistema de agua local, por las actividades de la humanidad son las que están produciendo una crisis hídrica por la contaminación ambiental, incremento de la pobreza, insalubridad, falta de higiene y saneamiento ambiental, enfermedades y agentes patógenos, deterioro de la calidad de vida, y estas consecuencias que se mencionan hoy en día el no tener agua afecta a mucha población y esto se debe al mal uso irracional e ineficiente de las personas. Los desechos fecales, detergentes, lixiviados, aguas residuales, entre otras sustancias son las que pueden encontrarse en los mantos acuíferos debajo de Tulum y como mencione las consecuencias ya se comienzan a ver en las zonas de los arrecifes, donde se desembocan los principales mantos acuíferos de Tulum, lo que ha generado la muerte de algunas especies de arrecifes.

Se dice en la LGEEPA en el capítulo III de la prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos en el artículo 117 que dice la fracción

- I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para

reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

La cual debemos prevenir y controlar los mantos acuíferos es por ello que al utilizar estas aguas que se van a los drenajes o plantas de tratamiento el municipio debe estar obligada a darle un previo tratamiento para poder depositarlo de nuevo al igual que nosotros como habitantes sociedad tenemos responsabilidad para evitar la contaminación del subsuelo y de los mantos acuíferos para reducir y proteger el único recurso vital para los seres vivos.

4.1 Consecuencia social por la contaminación de los mantos acuífero

Jaso, G. (2017), menciona que por lo pronto, preocupa que no tengamos información confiable sobre la calidad de las aguas costera. Lo que parece es que la información que existe es muy preocupante y no se quiere dar a conocer para no alarmar al turismo. Pero no se puede tapar el sol con un dedo. Los olores a cañería, las materias en suspensión y las natas que se forman donde las aguas subterráneas descargan en la costa, son fenómenos que cualquier bañista puede percibir.

Vázquez, E. (2017), menciona que los servicios de agua y saneamiento insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población de Tulum a riesgos prevenibles para la salud: enfermedades como la cólera, diarreas, disentería, hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros hospitalarios expuestos a riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministros de agua, saneamiento a higiene.

Un artículo de responsabilidad socio sanitaria en octubre, 2016 se calcula que unas 842,000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la contaminación del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de las manos. También en los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que utilizar para consumo como lavarse las manos no es una prioridad. Otra de las consecuencias de la contaminación del agua es la deforestación en las zonas costeras y la creciente demanda de la construcción de gigantes edificios esto propensa que no se filtren las aguas de lluvias hacia los mantos acuíferos se vuelva vulnerables para el consumo de agua potable. A su vez si se le agrega también que la pavimentación no permite el paso a las filtraciones de aguas fluviales

cuando llueve, el ecosistema se ve seriamente perjudicado. Esto favorece que las aguas saldas se filtren por debajo contaminando las aguas dulces.

Menciono que la contaminación de los mantos acuíferos tomando la información de las consecuencias de la población es muy grave ya que han surgido con muchos problemas para el municipio de Tulum no conocemos la contaminación que existe formalmente como menciona (Jaso G. 2017) por lo pronto, preocupa que no tengamos información confiable sobre la calidad de las aguas costeras, es un aspecto muy importante porque Tulum tiene una red muy grande de mantos acuíferos esa división de agua salada que desemboca a las zonas costeras no se tiene información de cuanta contaminación sale de estos mantos acuíferos mencionando que hay información periodística que se han encontrado salidas de detergentes entre otros contaminantes eso quiere decir que en el subsuelo está siendo afectados, las consecuencias que se mencionan son muy graves para la población y más para la humanidad pues el agua es muy indispensable y necesaria como para los cultivos y también para que se puedan procesar los alimentos, el no tener una buena gestión tanto como las aguas residuales urbanas, agrícolas, conlleva a que el agua que beben cientos millones de personas se va peligrosamente contaminada en pocos años será uno de los mayores problemas mundiales por la falta de acceso de agua dulce y potable por el saneamiento, es por ello que deben actuar rápidamente la población porque si sigue esta problemática este municipio dejara de haber turismo por las contaminaciones hacia el mar, cenotes, mantos acuíferos, todas estas atracciones ya no brindara la mejor calidad por no tener un buen control profesional e inspecciones de la red hidráulica y establecer un plan de mantenimiento así mismo, establecer un sistema de recogida de lixiviados que impida el vertido incontrolado.

Menciona en la LGEPPA que la prevención y control de la contaminación del agua en el artículo 118 y 119BIS en la fracción: I.- La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;

II.- La formulación de las normas oficiales mexicanas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como para la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas nacionales;

V. Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones; y

119BIS. -

II.- La vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento;

El control de estas descargas que hace la sociedad tanto como casa, residencias, hoteles, centros comerciales etc. Deberán darle un buen uso a la norma mexicana para tratar las aguas residuales para evitar riesgos que se están generando en el momento como daños a la salud humana, enfermedades a los arrecifes de corales y para la vida acuática, es por ello los que no cumplan con estas leyes sancionar y más para aquellas empresas hoteleras que pagan al gobierno para no que no aparezcan sus registros de descargas a los sistemas de ríos subterráneos o cenotes.

4.2 Consecuencia económica por la contaminación de los mantos acuíferos

La Jornada (2015), menciona que por otra parte, la descarga de estas aguas sobre los principales atractivos turísticos, como las playas y los arrecifes de coral, pone en riesgo al turismo, el principal motor económico de la región. Los turistas visitan las costas de Quintana Roo atraídos por sus playas, las cuales existen gracias a los arrecifes de coral. Las playas y costas, que son el principal producto de venta en el mercado turístico internacional, el agua es necesaria para cultivar y procesar alimentos, también es importante señalar que el problema que se afronta en la población de Tulum para la economía al utilizar aguas muy duras radica en una mala cocción de los alimentos, o en la generación de sarro y a padecer ciertas enfermedades.

Las cifras de reportes, que arrojan es que se extrae un 60% más de agua de la que se infiltra a los mantos acuíferos, por lo que un 16% de estas aguas subterráneas ya presentan condiciones de sobreexplotación; un 40% de estas aguas están siendo contaminadas con tóxicos altamente dañinos, otro 18% es por medio de inflación salina, lo que la mayor parte de Tulum presenta un clima caliente por lo que los mantos acuíferos son la única fuente de agua para esta población y para las especies de animales y plantas. A esto se le suma que las autoridades del gobierno y de privado no han fomentado el uso el agua de manera que sea controlada ya que muchos hoteles y restaurantes usan el agua en grandes cantidades sin ningún control. La falta de agua puede producir algunos cambios significativos, como arruinar las cosechas, las tierras se vuelvan áridas, que los animales mueran e incluso que pueda morir la especie humana por enfermedades.

Mora, R. (2018), menciona que acaban con el uso de agua de pozo en Tulum desde los asentamiento de los primeros pobladores de Tulum, el uso de agua de pozo era muy constante, sin embargo hace apenas unos 10 años a raíz del crecimiento muy acelerado de este municipio y las descargas de aguas residuales como se menciona anteriormente a los mantos acuíferos esta actividad prácticamente ha muerto por que las autoridades no pusieron una suma importancia a esta contaminación de los mantos acuíferos, al ser una tierra kárstica y que las filtraciones están a todo lo que da lo que genera este problema, también se menciona que estos pozos quedaron en el pasado ya que la población tiene que pagar para tener un agua tratada pues estudios que se realizaron, han demostrado que en el rio subterráneo de Tulum se encuentran partículas de heces fecales procedentes de las descargas domiciliarias y por ello se tiene que pagar ahora un servicio para tratar estas aguas, por lo que señalaron que la contaminación está teniendo una afectación a los usos y costumbres de los pueblos indígenas esto que quiere decir que si sigue surgiendo frecuente este problema acabara esta importancia de la población indígena debido a esta característica y paisajes de Tulum se ha convertido en un destino turístico altamente atractivo alrededor del mundo siendo un lugar preferido para los extranjeros y desafortunadamente la contaminación está llegando muy fuerte y dejara de ser un destino importante para los extranjeros, tendrá un deterioro en playas y en el ecosistema y dejara de ser un destino turístico para el municipio de Tulum.



Fig. 20. Tulum se está convirtiendo en un desastre ecológico, (Almomento, 2019).

En cuanto la información recabada de las notas periodística las consecuencias que están surgiendo desde años atrás por la situación turística está afectando al medio ambiente de este municipio sus afectaciones en cuanto la contaminación es que los pobladores del municipio de Tulum se han dado cuenta que el agua de los mantos acuíferos o el agua que es vital para la ciudadanía que anteriormente se menciona que los mismos pobladores tenían pozos donde podían sacar agua para abastecer su hogar pero no se percataron que utilizando la costumbre indígenas que son los conocidos fosas sépticas que utilizan para descargas de aguas jabonosas y del baño podrían afectar a este elemento vital para los seres vivos y claro todo comienza por la mala infraestructura que se menciona que no cuentan con drenaje Tulum y afecta económicamente a la población esta contaminación ya que el no poder sacar agua de sus pozos tienen la necesidad de que el gobierno o alguna empresa privada le dé un tratamiento para poder darle un consumo humano, además si no son tratadas podría la población tener consecuencia de salud que es uno de los problemas para el ser humano pero no solo para ellos si no también se dice que los arrecifes también han sido afectados porque si no hay arrecifes no habría arena blanca y tampoco protección en la costa todas estas atracciones para el turismo se pone en riesgo.



Fig. 21. Imagen por Alejandro vega, 2015 (La Jornada ecológica).

Conclusiones

En conclusión las autoridades del municipio de Tulum no realizan las acciones necesarias para poder evitar la contaminación de los mantos acuíferos por lo que se pudo encontrar muchas notas periodísticas de investigadores que ya catalogan a la zona como la que mayor contaminación de cuerpos de agua que se registran en Quintana Roo, debido a que este municipio carece de lo que se mencionó en **la Jornada maya 2018** que solo el 8% de la población cuenta con drenaje lo que este municipio no tiene un buen plan de manejo de aguas residuales en las colonias y se menciona que hasta cenotes sean utilizados como basurero clandestino cuando sabemos que estos cenotes en este lugar son aberturas superficiales de los mantos acuíferos por lo que esta área es muy vital para la conectividad de agua dulce en la riqueza hidrológica de toda la península de Yucatán, pues por debajo del suelo se encuentran innumerables cenotes y ríos subterráneos que enlazan a los afluentes de la zona centro y sur del estado, por lo que siendo este municipio donde se han encontrado mantos acuíferos más afectados que se encuentran cerca de los asentamientos humanos por la falta de conexión al drenaje y hasta hace muy pocos años antes de que se impulsará el desarrollo turístico por lo que menciono que la problemática en si surge por las costumbres mayas o indígenas que cuenta el municipio que son las fosas sépticas convencionales y también el más problemático que son los asentamientos irregulares el cual vemos que tiran sus basuras en cenotes o de igual forma en terrenos que se vuelven basureros clandestinos donde se genera una gran cantidad de lixiviados lo cual con lleva a un problema ambiental más evidente, a pesar de estas contaminaciones una de ellas son las aguas residuales que vienen de la planta de tratamiento como se menciona este lugar no cuenta con una buena planeación de desarrollo urbano mucho menos de aguas residuales lo que el mismo gobierno

quiere tapar la realidad de la ciudadanía de los análisis estadísticos de contaminación al manto acuífero que es el consumo diario de la población. En este sentido consideramos que el gobierno tiene mucha culpa igual por no dar una buena acción o equilibrio sustentable pero a las instituciones municipales no les importa el hecho de que se contamine y tenga consecuencias al municipio ya que para ellos les brindaría ganancias de dinero para que la población tenga que consumirles y pagar servicios de agua potable y alcantarillado de esta forma queda evidente que se concluye que el impacto ambiental de los desarrollos urbanos si es una problemática ya que viendo las consecuencias sociales y económicas de las contaminaciones a los mantos acuíferos si perjudican al medio ambiente ya que nos damos cuenta que las fuentes que se investigaron fueron las que están deteriorando al agua por filtraciones como son las aguas residuales, fosas sépticas, lixiviados, aguas jabonosas etc., todas estas fuentes son las que contaminan y más porque el municipio no cuenta con normas establecidas para el cuidado de los mantos acuíferos y más por que como se comenta mucha gente llega a vivir y hacen uso y cambio de suelo lo que se presenta cada día, el municipio va teniendo un desarrollo urbano lo que ocasionaría pavimentaciones, casas, hoteles, restaurantes etc., por lo tanto entre más se cubra el suelo con pavimento dejara de filtrarse el agua hacia los mantos acuíferos y es así como estarán en peligro tanto para el consumo humano como para los animales de igual manera como se menciona en una de las consecuencias económicas es el derrame económico de este municipio que es el turismo es por ello que deberían resolver este problema cuanto antes posible porque los mismos turistas se están dando cuenta de las contaminaciones que llegan a la costa del mar donde salen aguas negras y jabonosas que vienen de los predios o de los hoteles siendo así que toda la población emigren hacia a otro lugar de atracción turística, la cual si nos damos cuenta el agua es un recurso muy esencial tanto para los ecosistemas naturales como para las actividades

socioeconómicas que desarrolla el humano, y es que las afectaciones que se están dando no solo se están contaminando los acuíferos si no también los arrecifes de coral ya tienen un problema llamado plaga blanca y también afectaría a la vida acuática, y sin protección esta protección impactaría con más fuerza los huracán es por ello que deberíamos mitigar o hacer un plan de estrategia que tiene que incluir el sector privado y gubernamental para preservar las playas y los mantos acuíferos y plantear un modelo que oriente el desarrollo turístico hacia la conservación del medio natural, a través de gestiones y una buena administración urbana que respete los marcos normativos legales. Para que así se pueda conseguir lo que planteo es mejorar los valores naturales tanto la cultura indígena o maya como la turística ya sea social y cultural para así tener un buen desarrollo económico por muchos años y una buena conservación al medio ambiente y fortalecer la industria turística del estado ya que el tener turismo no significa que debemos destruir nuestros recursos naturales si no proteger nuestra región.

Marco jurídico.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, (1988).

ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

I.- Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;

III.- Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;

XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

XX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

ARTÍCULO 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados;

VII.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme

IX.- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o a los Estados en la presente Ley;

SECCIÓN II Ordenamiento Ecológico del Territorio

ARTÍCULO 19.- En la formulación del ordenamiento ecológico se deberán considerar los siguientes criterios:

II.- La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes

IV.- El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; y

V.- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades.

Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

ARTICULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

CAPÍTULO III

Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios y fundamentos:

I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas

ARTÍCULO 145.- La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración:

II.- Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;

III.- Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales;

IV.- La compatibilidad con otras actividades de las zonas;

ARTÍCULO 118.- Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

I.- La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;

II.- La formulación de las normas oficiales mexicanas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como para la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas nacionales;

V. Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones; y

ARTÍCULO 119 BIS. - En materia de prevención y control de la contaminación del agua, corresponde a los gobiernos de las entidades federativas y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua, de conformidad con la distribución de competencias establecida en esta Ley y conforme lo dispongan sus leyes locales en la materia:

II.- La vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento;

Bibliografía

Lozano, R. y Olivares, J (2011). Sociedad y economía, (pág. 86). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-quintana-roo/Tomo_1/2_Capitulo_sociedad_y_economia.pdf

NORMAS OFICIALES

Profepa. (2014 Julio17). Impacto de desarrollos turísticos. Recuperado de: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/430/1/mx/impacto_de_desarrollos_turisticos.html

Manto acuífero. (2011). En: *EcuRed*. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Manto_acu%C3%ADfero

Perevochtchikovaf, maría. (2012). México, conacyt. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>

La evaluación del impacto ambiental en México. Raúl Arriaga (s. f). Recuperado de: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/5ed096804c08c215af3fbf79803d5464/5_Raul+Arriaga_Estudio.pdf?MOD=AJPERES

Micheli, Jordy. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y sociedad*, 14(23), 129-170. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252002000100005

Pozo, C. (2011). Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El colegio de la frontera sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/Tomo_2/1_2_Capitulo_T_2_baja.pdf

Meixueiro, G. (2006). Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. (2006, agosto 28). Políticas públicas y gestión gubernamental de la administración 2000-2006. Recuperado de:

http://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico/medio%20ambiente.htm

Semarnat. (2013, diciembre 1). Impacto ambiental y tipos. Recuperado de: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>

Velasco, Miguel, Maldonado Cruz y Torres Valdez:(2011) *Fundamentos de la planificación urbano-regional*, Edición electrónica gratuita. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/943/CAPITULO%201.htm>

Conagua. (2013). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Apan. (pp.1) Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103069/DR_1320.pdf

Batllore, Eduardo (2011). Condiciones actuales del agua subterránea en la península de Yucatán. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/400854480/Condiciones-actuales-del-agua-subterranea-en-Yucatan-pdf>

Principales factores que afectan el régimen de agua. (s.f.). En: *gidahatari*. Recuperado de: <http://gidahatari.com/ih-es/principales-factores-afectan-regimen-aguas-subterraneas>

Agua subterránea. (s.f.). En: *ambientum*. Recuperado de: http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/agua_subterranea.asp

Collazo, M. y Montaña, J. (2012). *Manual de agua subterránea*. (pp.2-121) Uruguay: denat internacional S.A. Recuperado de: <http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/Tema%2011b.pdf>

Bembire, Cecilia. (2010). definición de acuífero. En: definición ABC. Recuperado de: <http://www.definicionabc.com/geografia/acuifero.php>

Instituto nacional de antropología e historia. (2018). Promoverán al sistema sac actun, ubicado en Tulum, México, como bien mixto ante la UNESCO. Recuperado de: <https://inah.gob.mx/boletines/6927-promoveran-al-sistema-sac-actun-ubicado-en-tulum-mexico-como-bien-mixto-ante-la-unesco>

Ordoñez, Juan. (2011). Aguas subterráneas-acuíferos. Perú: Editorial Sociedad geográfica de lima. Recuperado de: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf

García Rodríguez, M y Fernández Escalante A. E. (2009). Hidrogeología básica. (pp.135). Las aguas subterráneas y su flujo (3° edición). Ediciones FIEC). Recuperado de: https://www.academia.edu/2370891/Hidrogeolog%C3%ADa_b%C3%A1sica._Las_aguas_subterr%C3%A1neas_y_su_flujo

SEDATU. (enero 2015). Atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum. (pp.198) Recuperado de: <http://www.tulum.gob.mx/Pdfs/91/ATLAS%20DE%20RIESGO.pdf>

Plan maestro tao Tulum. (septiembre 2018). Manifestación de impacto ambiental-particular. (pp.178). Recuperado de: <http://consultaspublicas.semarnat.gob.mx/expediente/qroo/estudios/2018/23QR2018TD129.pdf>

PDU de Tulum. (junio 2007). actualización del programa de desarrollo urbano del centro de población de Tulum 2006-2030. (pp.259). Recuperado de: <http://seduvi.qroo.gob.mx/pdus/19PPDUCENTROPOBTULUM9ABRIL2008.pdf>

Cultur. (2015, junio 02). Diferencias socio territoriales en Tulum. (pp.1). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5311704.pdf>

Tulum (2011). Plan municipal de desarrollo. (pp.53). Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Quintana%20Roo/Todos%20los%20Municipios/wo74446.pdf>

Conagua. (2009). Manual de agua potable, alcantarillado saneamiento. (pp.274). Recuperado de: <http://cmx.org.mx/wp-content/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>

H2O ingeniería S.A. de C.V. (s.f.). construcción de la planta de tratamiento de Tulum, quintana roo. (pp.62)Recuperado de: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/qroo/estudios/2008/23QR2008H0062.pdf>

SEDESOL. (2017). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017. (pp.3) Recuperado de: http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Quintana_Roo_009.pdf

INEGI. (2015). Principales resultados de la encuesta intercensal (pp.66). Recuperado de: <http://coespo.qroo.gob.mx/Descargas/doc/Encuesta%20Intercensal/Principales%20Resultados%20de%20la%20Encuesta%20Intercensal%202015%20Q%20Roo.pdf>

INEGI. (2015). inventario nacional 2015. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>

Interapas. (s.f.). Sistema de tratamiento de aguas residuales. (pp.4). Recuperado de : http://interapas.mx/files/cultura_del_agua/folleto/sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf

Plan Quintana Roo. (2011). Programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria. (pp.76). Recuperado de: <http://www.capa.gob.mx/capa/infraestructuraHidraulica.pdf>

Ministerio de medio ambiente y agua. (2010). Guía para la implementación, operación y cierre de rellenos sanitario. (pp.13). Recuperado de: <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>

Mora, Roger. (2018). Relleno sanitario de Tulum llega al límite de su capacidad. En: *La jornada Maya*. Recuperado de: <https://www.lajornadamaya.mx/2018-10-15/Relleno-sanitario-de-Tulum-llega-al-limite-de-su-capacidad>

Sonigas, S.A DE C.V. (2002). Fosa séptica. (pp.4). Recuperado de: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/tlax/estudios/2002/29TX2002G0003.pdf>

Noticieros televisa. (2019). Exceso de basura amenaza a Tulum, joya de la Riviera maya. En: *televisa. news*. Recuperado de: <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/basura-tulum-amenaza-joya-riviera-maya-quintana-roo/>

López, Rossy. (2013). Aguas negras contaminan ríos y cuevas en Tulum. En: *novedades Quintana Roo*. Recuperado de: <https://sipse.com/novedades/drenajes-contaminan-el-agua-de-rios-y-cuevas-en-tulum-44603.html>

Mora, Roger. (2018). Pobladores de Tulum descargan aguas negras en cisternas o cenotes. En: *La jornada maya*. Recuperado de: <https://www.lajornadamaya.mx/2018-08-31/Pobladores-de-Tulum-descargan-aguas-negras-en-cisternas-o-cenotes>

Meade, Carlos. (2017). Crisis por agua, a la vista en Tulum. En: *la jornada maya*. Recuperado de: <https://www.lajornadamaya.mx/2017-10-19/Crisis-por-agua--a-la-vista-en-Tulum>

Vázquez, Emiliano. (2017). Contaminación del agua: causas, consecuencias soluciones. En: *Fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C.* Recuperado de: <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>

Francisco, Vanessa. Y De la cueva, Horacio. (2015). Enturbiando el mar caribe, las consecuencias de crecer sin planear. En: *la jornada ecología*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2015/06/01/eco-g.html>

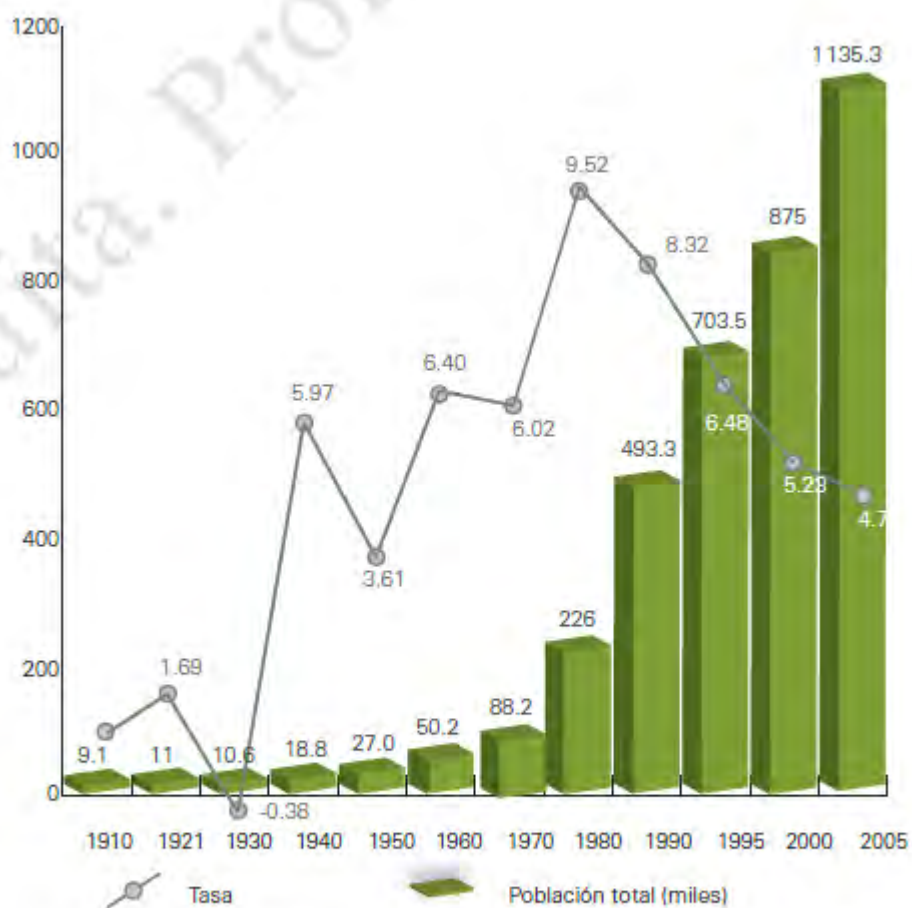
Mora, Roger. (2018). Acaban con el uso de agua de pozo en Tulum. En: *la jornada Maya*. Recuperado de: <https://www.lajornadamaya.mx/2018-10-03/Acaban-con-el-uso-de-agua-de-pozo-en-Tulum>

AlMomentoMX. (2019). Tulum se está convirtiendo en un desastre ecológico. Recuperado de: <https://almomento.mx/tulum-se-esta-convirtiendo-en-un-desastre-ecologico/>

LEGEEPA. (2018). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Recuperado de: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/LGEEPA.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Crecimiento poblacional en Quintana Roo de 1920 a 2005

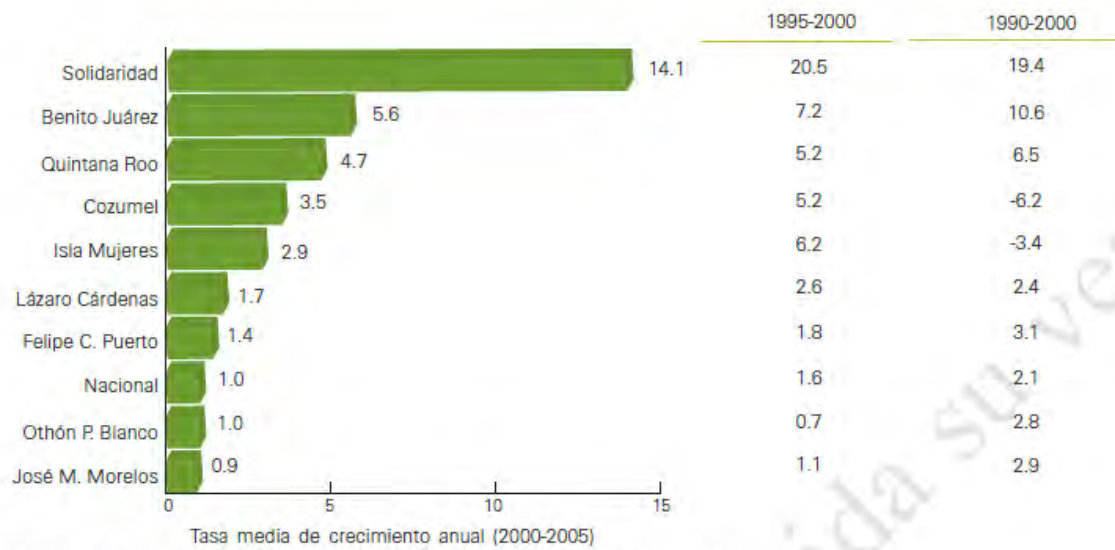


Fuente: Elaboración propia, basada en los censos de población de 1910 a 1970; censos generales de población y vivienda de 1980 a 2000; conteos de población y vivienda 1995 y 2005, del INEGI.

Figura 1. Crecimiento poblacional en Quintana Roo de 1910 a 2005

http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-quintana-roo/Tomo_1/2_Capitulo_sociedad_y_economia.pdf

ANEXO 1.2. Dinámica demográfica por municipio



Fuente: Elaboración propia, tasa exponencial con datos del INEGI: 1995, 2000 y 2005.

Figura 2. Dinámica demográfica por municipio (2000-2005)

ANEXO 2. Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum quintana roo 2015 (SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje.

Nombre de la localidad	Viviendas particulares habitadas	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin energía eléctrica	Con piso de Tierra	Viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario o excusado	Grado de marginación de la localidad	Grado de Rezago Social
Chanchén Palmar	91	20	69	19	25	66	Muy alto	Medio
Sahcab Mucuy	97	20	97	16	19	93	Muy alto	Alto
Yaxché	70	1	68	2	17	65	Muy alto	Medio
San Nazarén	3	3	0	3	1	0	Muy alto	Alto
Tankah Pueblo	12	0	3	8	0	11	Muy alto	Medio
Boca Pailá	4	3	0	3	0	1	Alto	Bajo
Chanchen Frimero	181	8	156	4	53	130	Alto	Medio
Cobá	303	71	86	8	31	51	Alto	Bajo
Doña Leonor	3	3	1	0	0	0	Alto	Medio
Dos Palmas	4	1	2	0	0	1	Alto	Medio
Francisco Uh May	130	5	33	10	12	26	Alto	Bajo
Hondzonot	78	6	68	9	38	57	Alto	Medio
Laguna Madera	3	2	2	2	1	0	Alto	Medio
Ninguno	3	2	3	0	0	1	Alto	Bajo
Macario Gómez	119	1	24	2	7	26	Alto	Bajo
Manuel Antonio Ay	87	7	23	6	4	11	Alto	Bajo
Paso Juana	5	5	0	4	0	2	Alto	Medio
San Juan	135	54	97	3	16	63	Alto	Medio
Xcácel	2	1	0	0	1	0	Alto	Bajo
Las Dos Luces	3	3	1	0	1	0	Alto	Medio
Tulum	5037	432	47	113	79	162	Medio	Muy bajo

ANEXO 2.1 Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum,2015 (SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje.

Nombre de la localidad	Viviendas particulares habitadas	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin energía eléctrica	Con piso de Tierra	Viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario o excusado	Grado de marginación de la localidad	Grado de Rezago Social
Azúcar	0	0	0	0	0	6		
Noh Aaktun	0	0	0	0	0	6		
El Paraíso	0	0	0	0	0	6		
Pedro Paila	0	0	0	0	0	6		
Pesca Maya	0	0	0	0	0	6		
Playa Selva	0	0	0	0	0	6		
Playa Xkanan	0	0	0	0	0	6		
Los Gatos Negros	0	0	0	0	0	6		
Casa de los Pelicanos	0	0	0	0	0	6		
Rancho Alegre	0	0	0	0	0	6		
Jade	0	0	0	0	0	6		
Rancho Mariposa	0	0	0	0	0	6		
Retiro Maya	0	0	0	0	0	6		
San Agustín	0	0	0	0	0	6		
San Isidro	0	0	0	0	0	6		
San José	0	0	0	0	0	6		
San Juan	0	0	0	0	0	6		
San Martín	0	0	0	0	0	6		
Santa Cruz	0	0	0	0	0	6		
Santa Librada	4	1	1	0	0	0	Bajo	Muy bajo
Dreams Tulum	7	0	0	0	0	0	Muy bajo	Muy bajo
Tankah Cuatro	23	22	0	0	0	0	Medio	Muy bajo
Tankah Tres	27	27	0	0	0	0	Medio	Muy bajo

ANEXO 2.2 Información por atlas de riesgos naturales del municipio de Tulum,2015
(SEDATU) de cuantas viviendas cuentan con drenaje

Nombre de la localidad	Viviendas particulares habitadas	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin energía eléctrica	Con piso de Tierra	Viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario o excusado	Grado de marginación de la localidad	Grado de Rezago Social
El Abadejo	0	0	0	0	0	162		
Águila Arteca	0	0	0	0	0	162		
Akumal	363	0	5	0	4	7	Medio	Muy bajo
Akumal Beach Resorts	11	0	0	0	0	0	Medio	Muy bajo
Akumal Sur	12	0	0	0	0	0	Muy bajo	Muy bajo
Aventuras Akumal	6	0	0	0	0	0	Muy bajo	Muy bajo
Gran Bahía Príncipe	30	1	0	0	0	0	Muy bajo	Muy bajo
Chan Chemuyil	23	0	0	0	0	0	Muy bajo	Muy bajo
Ciudad Chemuyil	325	0	0	0	1	3	Bajo	Muy bajo
Playa Manati	0	0	0	0	0	3		
Crucero de las Ruinas de Tulum	0	0	0	0	0	3		
Bahía Xamach	0	0	0	0	0	3		
Dos Ceibas	0	0	0	0	0	3		
Las Dos Hermanas	0	0	0	0	0	3		
Dos Ojos	0	0	0	0	0	3		
Ek Che	0	0	0	0	0	3		
Ahau [Hotel]	0	0	0	0	0	3		
La Esperanza	0	0	0	0	0	3		
Houston	0	0	0	0	0	3		
El Jaguar	0	0	0	0	0	3		
Javier Rojo Gómez (Punta Allen)	128	3	9	0	5	6	Medio	Muy bajo
Jorge Fortilla Manica	0	0	0	0	0	6		
Kaape Ha	0	0	0	0	0	6		
El Lagunero	0	0	0	0	0	6		
El Pequeño Paraíso	0	0	0	0	0	6		
Kirabo	0	0	0	0	0	6		
Lol Beh	0	0	0	0	0	6		
Luna y las Estrellas	0	0	0	0	0	6		
El Manati	0	0	0	0	0	6		
Naya Tadeo	0	0	0	0	0	6		
Casa Enrique	0	0	0	0	0	6		

ANEXO 3. Oficio de CAPA solicitado en transparencia para saber cuánta red de drenaje cuenta el municipio de Tulum



Lic. José Luis Domínguez Montero
Coordinador Jurídico y Titular de la Unidad de Transparencia



Oficio No. CAPA/CJ-DJ-ET/051/2018
Asunto: Se da respuesta a solicitud de INFOMEX.
Chetumal, Quintana Roo, a 26 de Junio de 2018
"2018 Año por una Educación Inclusiva"

ADRIAN PECH AVILEZ
PRESENTE

En atención a la solicitud de Derecho Arco vía INFOMEX con Folio 00712118, en la cual solicita de manera textual: *"información de tesis realizando en el campus de la universidad de quintana roo lo cual me dirigi a capa para conseguir información de cuanta red de alcantarillado existe en el municipio de tulum cuantas casas cuentan con drenaje así como cuantas plantas de tratamiento hay o existe en funcionamiento"*.

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, emite la siguiente respuesta a su solicitud:

En lo que respecta a la red de alcantarillado con la que cuenta el municipio de Tulum y al número de plantas de tratamiento de aguas residuales que tiene dicho municipio, me permito anexar la siguiente tabla:

Clave	Descripción	Longitud (km)
1	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULUM	71.14
2	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE AKUMAL	0.80
3	RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE CHEMUYE	2.70
	TOTAL RED DE DRENAJE SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TULUM	74.64

ANEXO 3.1 Oficio de CAPA solicitud de transparencias el número de plantas de tratamiento de aguas residuales cuenta el municipio de Tulum

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO TULUM

Clave	Descripción	Cantidad (Pie)
1	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "BICENTENARIO" DE LA CIUDAD DE TULUM	1.00
2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE ANUMAM	1.00
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CHEMOYIL	1.00
TOTAL PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO TULUM		3.00

En cuanto a la información de cuantas casas cuentan con drenaje, le informo que son 4,608 casas que cuentan con drenaje.

De igual forma nos ponemos a sus órdenes para cualquier duda que pudiera generarse al respecto en nuestras oficinas ubicadas en Av. Efraín Aguilar número 210 Colonia Centro, de la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo o comunicarse al teléfono 983 83 50011 extensión 239, así como al correo electrónico, transparencia-capa@hotmail.com en horario de oficina y en términos de la Ley.

Comisión de Agua Potable y Alcantarillado
Av. Efraín Aguilar No. 210, Col. Centro, C.P. 77000. Chetumal, Quintana Roo, México.
Tel.: (983) 28 53071
www.qroo.gob.mx/capa

ANEXO 4. Oficio de la CONAGUA solicitud de transparencia cuantas plantas de tratamiento cuenta el municipio de Tulum.



Lugar
Ciudad de México

Fecha
31 de mayo de 2019

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Asunto: Respuesta a solicitud de acceso a la información. Entrega de información en medio electrónico.

C. Peticionario de Información

Me refiero a su solicitud de acceso a la información dirigida a la Comisión Nacional del Agua, a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, en la cual requiere de lo siguiente:

No. de Folio: 1610100194019

Modalidad preferente de entrega: Entrega por Internet en el INFOMEX

Descripción de la solicitud:

"Por este medio pido información para realizar mi tesis en el campus de la universidad de Quintana Roo, con el tema de cuantas fosas sépticas cuenta el municipio de Tulum, que capacidad cuenta la planta de tratamiento de aguas residuales para la población, cuenta con alguna planta estacionaria o recirculación, o de rebombeo de aguas residuales, cuanto es el valor estimado del tratamiento de agua que se genera en la planta de tratamiento." (Sic)

Otros datos de la solicitud: *relleno sanitario, planta de tratamiento (sic)*

Me permito informar que de acuerdo con las atribuciones de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (SGAPDS), establecidas en los Art. 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42 del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, se procedió a realizar la búsqueda de la información de manera minuciosa y exhaustiva en los archivos tanto físicos históricos, de concentración y de trámite, como electrónicos de esta Unidad Administrativa.

Al respeto y atención a su solicitud, se le informa que en el municipio de Tulum cuentan con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, con una capacidad global instalada de 150 lps y un caudal tratado de 19.06 lps. El desglose se muestra en el siguiente cuadro:

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	Proceso de Tratamiento	Capacidad instalada	Caudal Tratado	Cuerpo Receptor
Tulum	Tulum	Bicentenario	Dual	120	1234	Acuífero
Tulum	Cd. Chemuyil	Chemuyil	Lodos Activados	30	6.72	Acuífero

ANEXO 5. Información del municipio de Tulum con el oficio de residuos sólidos respuesta que fue hecha por vía transparencia.



Dirección:	Servicios Públicos
Núm. Oficio:	DSP/319/18
Fecha:	31/07/18

ASUNTO: Información

LIC. KARLA ETELVINA BORGES CASTILLO
TITULAR DE TRANSPARENCIA, ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA Y PROTECCIÓN DE DATOS
PERSONALES DE TULUM
P R E S E N T E

Por este medio y de la manera mas atenta me dirijo a usted en respuesta a lo solicitado en el oficio **UTAIPDPT/298/2018** remitido a esta dirección. Donde solicita información sobre el relleno sanitario

A continuación me permito brindarle la información solicitada.

- Volumen de residuos: actualmente en promedio al día se recolecta 130 m3.
- Capacidad del relleno sanitario: la celda tiene una superficie de 80 m x 200 m. Cuenta con una superficie total de 10. 5 ha. 7.81 ha, regulada por POET y 2.69 en terrenos forestales
- Numero de transportes: actualmente se realiza la recolección de basura con 7 unidades
- punto de recolección: se realiza la recolección en todas las calles, colonias y comunidades del municipio.

Hoy por hoy no se cuentan con tiraderos a cielo abierto activos. Por lo que toda la basura que se genera, se traslada al relleno sanitario.

Sin otro asunto en particular, y esperando le sea útil la información manifestada, me despido, no sin antes enviar un cordial saludo.

MUNICIPIO DE TULUM
2016 - 2018
A l e n t a m e n t e

11:45 am

C. VICTOR ELEAZAR URIBE LIC
DIRECTOR DE SERVICIOS PÚBLICO

C. C.P. I APT. (ROMA) DAZUL, DÁVALOS - PRESIDENTE MUNICIPAL
C. C.P. CARLOS ESTRAN / YAMA MOGUEL - DIRECTOR GERAL DE OBRAS Y SERV. PUB.
C. C.P. ARCHIVO

ANEXO 5.1 Información del municipio de Tulum con el oficio de residuos sólidos respuesta de transparencia.



Dirección: Servicios Públicos
Núm. Oficio: DSP/333/18
Fecha: 08/08/18

ASUNTO: Información

LIC. KARLA ETELVINA BORGES CASTILLO
TITULAR DE TRANSPARENCIA, ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA Y PROTECCIÓN DE DATOS
PERSONALES DE TULUM.
P R E S E N T E

Por este medio y de la manera mas atenta me dirijo a usted en respuesta a lo solicitado en el oficio **UTA(PPDPT/317/2018)** remitido a esta dirección. Donde solicita información sobre la recolección de residuos solidos así como también información del relleno sanitario.

A continuación me permito brindarle la información solicitada.

- Volumen de residuos: actualmente en promedio al día se recolecta 130 m3.
- *Anexo total de residuos solidos recolectados los últimos 3 años*
- Capacidad del relleno sanitario: la celda tiene una superficie de 80 m x 200 m. Cuenta con una superficie total de 10. 5 ha. 7.81 ha, regulada por POET y 2.69 en terrenos forestales.
- Numero de transportes: actualmente se realiza la recolección de basura con 7 unidades
- punto de recolección: se realiza la recolección en todas las calles, colonias y comunidades del municipio.

Sin otro asunto en particular, y esperando le sea útil la información manifestada, me despido, no sin antes enviar un cordial saludo.

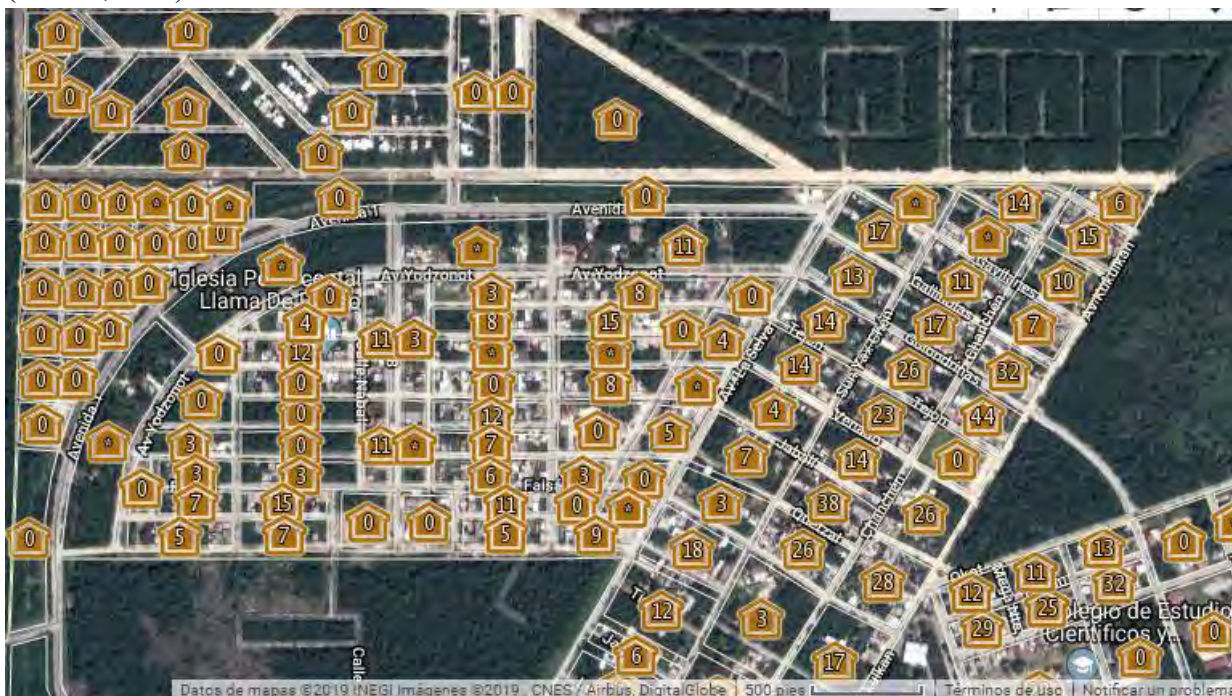
AYUNTAMIENTO DE TULUM
Atentamente,

MUNICIPIO DE TULUM
REGISTRO
08 AGO 2018
317

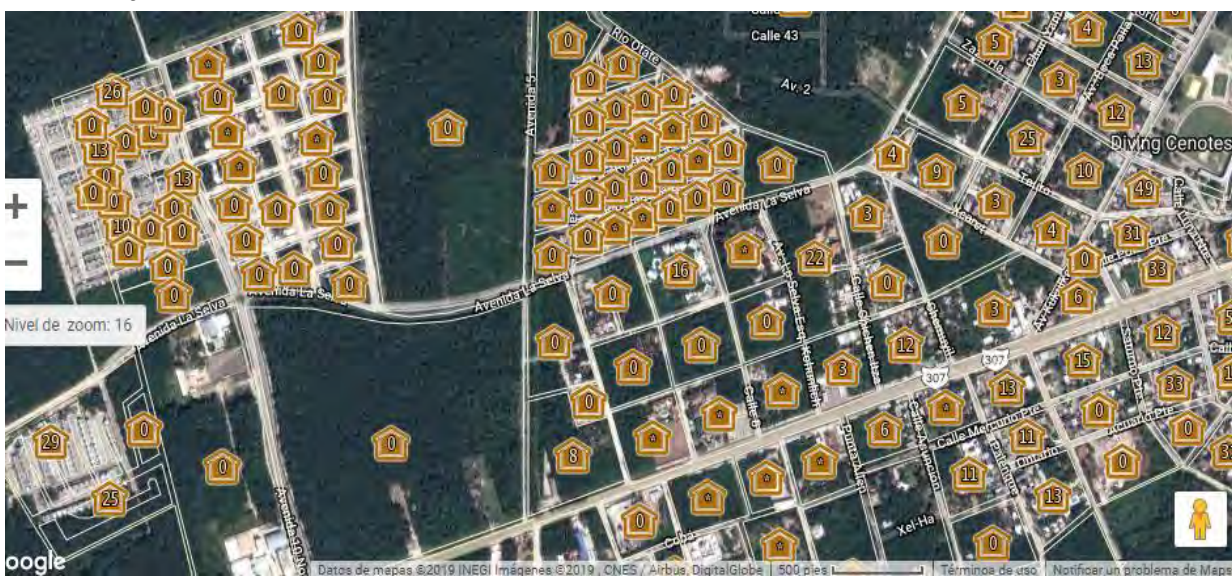
C. VICTOR ELEAZAR URIBE UC
DIRECTOR DE SERVICIOS PUBLICO

C. O. P. LAET. ROMALDA DZUL CAAMAL - PRESIDENTE MUNICIPAL

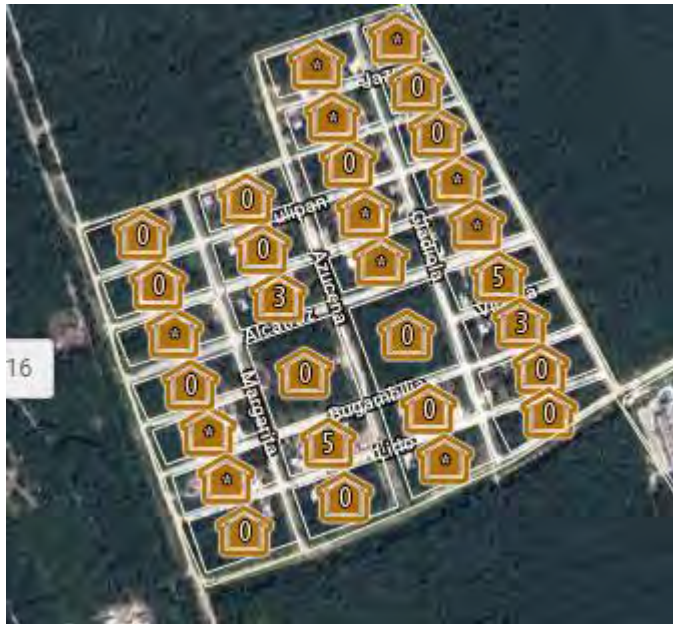
ANEXO 6. Mapa de servicios sanitarios cuantas casas cuentan con el servicio (INEGI,2015)



ANEXO 6.1



ANEXO 6.2



ANEXO 6.3

