



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN.**

**COMPARACIÓN DE DATOS HIDROLÓGICOS OBTENIDOS
A PARTIR DEL SIATL CON RESPECTO A LOS DE UN
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LOS DE LA
RED BANDAS.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A:

IRVING JAVIER ACENCIO GASCA.

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MARITZA LILIANA ARGANIS JUÁREZ

NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO

2014



FES Aragón



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

IRVING JAVIER ACENCIO GASCA

Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO: "COMPARACIÓN DE DATOS HIDROLÓGICOS
OBTENIDOS A PARTIR DEL SIATL CON RESPECTO
A LOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
Y LOS DE LA RED BANDAS"

ASESOR: Dra. en Ing. MARITZA LILIANA ARGANIS JUÁREZ

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Nezahualcóyotl, Estado de México, 11 de abril de 2015

EL DIRECTOR

M. en I. GILBERTO GARCÍA SANTAMARÍA GONZÁLEZ



 C p Secretaria Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil
C p Asesor de Tesis

GGSG/JGPO/brm 



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

H. Consejo Técnico

OFICIO FESAR/CT/070/2014

LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO
SECRETARIO ACADÉMICO
PRESENTE

En sesión ordinaria celebrada el día 20 de marzo de 2014, el H. Consejo Técnico de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, acordó:

Acuerdo No. 14607

Se autoriza que la asesora externa, Dra. Maritza Liliana Arganis Juárez, investigadora adscrita al Instituto de Ingeniería de esta Universidad, le dirija la tesis de licenciatura titulada "Comparación de datos hidrológicos obtenidos a partir del SIATL con respecto a los de un sistema de información geográfica y los de la red BANDAS", al alumno egresado de la carrera de Ingeniería Civil, Irving Javier Acencio Gasca.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPÍRITU"
Nezahualcóyotl, Estado de México a 21 de marzo de 2014
EL SECRETARIO DEL H. CONSEJO TÉCNICO

MTRO. PEDRO LOPEZ JUÁREZ



C.c.p. M. en I. Gilberto García Santamaría González, Presidente del H. Consejo Técnico. Presente.
M. en I. Fernando Macedo Chagolla, Jefe de la División de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías. Presente.
M. en I. Mario Sosa Rodríguez, Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil. Presente.
C. Irving Javier Acencio Gasca. Presente.

PLJ/lyl



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ARAGÓN

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

OFICIO No. FESAR/JCIC/0146/2014.

ASUNTO: Síno. do.

LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO,
SECRETARIO ACADÉMICO,
P R E S E N T E.

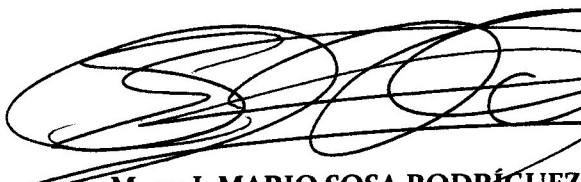
Por medio del presente me permito relacionar los nombres de los profesores que sugiero integren el Síno. do del Examen Profesional del C. IRVING JAVIER ACENCIO GASCA, con Número de Cuenta: 30621766-3, con el tema de Tesis: "COMPARACIÓN DE DATOS HIDROLÓGICOS OBTENIDOS A PARTIR DEL SIATL CON RESPECTO A LOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LOS DE LA RED BANDAS".


PRESIDENTE:	ING. MARIDEL ZÁRATE MORALES.
VOCAL:	DRA. MARITZA LILIANA ARGANIS JUÁREZ.
SECRETARIO:	M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ
SUPLENTE:	M. en I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ.
SUPLENTE:	M. en I. MARTÍN RUBÉN JIMÉNEZ MAGAÑA.

Quiero subrayar que el director de tesis es la Dra. Maritza Liliana Arganis Juárez, la cual está incluida en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Facultad.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Netzahualcóyotl, Estado de México, 22 de abril del 2014.

EL JEFE DE CARRERA


M. en I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ



c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares.
M. en I. José Antonio Dimas Chora.- Secretario Técnico de Ingeniería Civil.
Dra. Maritza Liliana Arganis Juárez.- Director de Tesis.
Comité de Tesis.
Interesado.
MSR/mlev**

Agradecimientos:

A mi madre:

*Quien ha sido mi guía por la vida, teniendo la paciencia y la sabiduría para aconsejarme y ayudarme por cada paso que he dado, mi ejemplo a seguir por su rectitud y nobleza. A ella le debo todo, la vida, mi carrera, mi éxito y los mejores momentos que he tenido.
Muchas gracias mi amada mamá, a ti dedico todos mis éxitos.*

A mi padre:

*Quien jamás me ha dejado de ayudar, quien siempre se ha preocupado por mi bien y de quien me siento tan orgulloso por su valor y compromiso, como él de mi éxito. A él le debo mis ganas constantes de superación, mi seguridad y gran parte de mis logros.
Muchas gracias papá, tu siempre has sido y serás mi héroe*

A mi hermano:

*Quien siempre ha estado conmigo en las buenas y malas, a quien le debo mis ganas de actuar con rectitud para ser un buen ejemplo. Mi mejor amigo, para mí la persona más noble de la tierra y a quien le confiaría hasta mi vida.
Gracias.*

A mis profesores:

*Que han forjado mi éxito académico, de quienes debo todo mi conocimiento y gusto por la ingeniería. De estos profesionales aparte de aprender, siento una gran admiración por su entrega a esta profesión tan noble.
Gracias a todos ellos, que en muchas ocasiones se han vuelto mis amigos.*

A mi Tía Rosa:

Quien con sus sabios y muy útiles consejos me ha hecho reflexionar y actuar de manera correcta en la vida. Ella que siempre ha estado conmigo, la considero parte de mi vida y éxito.

A la U. N. A. M.

Mi querida universidad, a la cual le debo todo mi desarrollo como estudiante, así como grandes momentos desde la educación preparatoria hasta ahora mi licenciatura, mi vida deportiva, el acceso a la cultura y sobre todo agradecer la oportunidad de conocer grandes profesionales y amigos que han sido parte de este logro y muy seguramente seguirán siendo parte importante de mi vida. Por todo esto y más, muchísimas gracias mi amada U. N. A. M.

ÍNDICE:

CAPITULO I.- Introducción.....	1
CAPITULO II.- Conceptos generales de hidrología.....	2
2.1.- Clima.....	5
2.2.- Propiedades del agua.....	5
2.3.- Agua en la tierra.....	6
2.4.- Movimiento del agua.....	6
2.5.- Ciclo hidrológico.....	8
2.6.- Instrumentos para medir la precipitación.....	9
2.6.1.- Estaciones hidrométricas.....	10
2.6.2.- Red de estaciones climatológicas.....	10
2.7.- Cuenca.....	12
2.7.1.- Parteaguas.....	12
2.8.- Área de la cuenca.....	13
2.9.- Clasificación de la cuenca.....	14
2.9.1.- Según su área.....	14
2.9.2.- Analizando las cuencas por su salida de agua.....	15
2.10.- Forma de la cuenca.....	16
2.11.- Corriente principal.....	16
2.12.- Longitud de la corriente principal.....	17
2.13.- Tipo de corrientes.....	17
2.14.- Orden de las corrientes.....	17
2.15.- Región Hidrológica.....	18
2.15.1.- División por regiones hidrológicas.....	18
2.15.2.- División por regiones hidrológico-Administrativas.....	20

CAPITULO III.- Metodología	22
3.1.- Modelo digital de elevaciones.....	23
3.2.- Densidad de corrientes o hidrográfica.....	23
3.3.- Densidad de drenaje.....	24
3.4.- Razón de relieve de la cuenca.....	24
3.5.- Curva Hipsométrica.....	25
3.6.- Elevación media de la cuenca.....	26
3.7.- Pendiente media de la cuenca.....	27
3.7.1.- Criterio de Alvord.....	27
3.7.2.- Método de Horton.....	28
3.7.3.- Método de Nash.....	29
3.8.- Precipitación media en la cuenca.....	31
3.8.1.- Método de la media Aritmética.....	31
3.8.2.- Método de Horton.....	31
3.8.3.- Método de los polígonos de Thiessen.....	32
3.8.4.- Método de las isoyetas.....	33
3.9 Precipitación Nacional.....	34
3.10.- Área Drenada en una Cuenca.....	37
3.11.- SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) Presentación... 39	39
3.12.- Uso del SIATL.....	42
3.12.1.- Información disponible en el SIATL.....	45
3.12.2.- Herramientas básicas del panel de control.....	47
3.12.3.- Herramientas avanzadas.....	48
I.- Administrador de capas.....	48
II.- Búsquedas.....	49
III.- Configuración.....	49

IV.- Administrador de capas.....	50
V.- Simbología.....	50
VI.- Funciones de redes.....	51
VI.I.- <i>Flujos de corrientes Aguas Arriba</i>	51
VI.II.- <i>Flujo Corriente Abajo</i>	52
VI.III.- <i>Intersección de localidades</i>	52
VI.IV.- <i>Ver selección</i>	53
VI.V.- <i>Limpiar sección</i>	53
VI.VI.- <i>Perfil de elevaciones</i>	54
VI.VII.- <i>Análisis del área de escurriendo</i>	54
VII.- Indicadores.	55
VII.I.- <i>Indicadores Morfométricos</i>	55
VII.II.- <i>Perfil de Elevaciones de Cauce Principal</i>	56
VII.III.- <i>Calcular el Caudal</i>	57
VII.IV.- <i>Coefficiente de escurrimiento</i>	57
VII.V.- <i>Intensidad de Lluvia</i>	57
VII.VI.- <i>Área drenada</i>	58
VIII.- Cálculo de Caudal con el SIATL.....	58
CAPITULO IV.- Aplicación y resultados	59
4.1.- Características de las cuencas, subcuencas y estaciones hidrométricas por SIATL.....	60
4.1.1.- <i>Hidrométrica 01023, Agua Caliente</i>	60
4.1.2.- <i>Hidrométrica 03001, El ojo de Agua</i>	67
4.1.3.- <i>Hidrométrica 08018, Pitiquito II</i>	74
4.1.4.- <i>Hidrométrica 09008, Tecori</i>	78
4.1.5.- <i>Hidrométrica 10122, Las Cañas</i>	82
4.1.6.- <i>Hidrométrica 11008, San Felipe</i>	85

4.1.7.- Hidrométrica 12693, El Carrizal.....	89
4.1.8.- Hidrométrica 13001, Paso de Arocha.....	92
4.1.9.- Hidrométrica 15005, Cuixamala.....	96
4.1.10.- Hidrométrica 16022, Callejones.....	100
4.1.11.- Hidrométrica 18460, Río Chiquito.....	106
4.1.12.- Hidrométrica 18005, Tecpan.....	111
4.1.13.- Hidrométrica 20025, Las Juntas.....	114
4.1.14.- Hidrométrica 22015, Tequisistlán.....	118
4.1.15.- Hidrométrica 23003, Cahuacan.....	122
4.1.16.- Hidrométrica 24333, Sabinas Hidalgo.....	127
4.1.17.- Hidrométrica 25010, Pablillo.....	130
4.1.18.- Hidrométrica 26412, El Conde.....	135
4.1.19.- Hidrométrica 27001, Martínez de la Torre.....	138
4.1.20.- Hidrométrica 28013, Azueta.....	143
4.1.21.- Hidrométrica 29005, Las Perlas.....	146
4.1.22.- Hidrométrica 30072, Las Flores.....	150
4.1.23.- Hidrométrica 36071, Sardinias.....	154
4.1.24.- Hidrométrica 37012, Tula.....	158
4.2.- Resumen de las características hidrológicas de las cuencas según el SIATL.....	163
4.3.- Características de las cuencas, subcuencas y estaciones hidrométricas, según datos del catálogo BANDAS.....	167
4.4.- Características de las cuencas, subcuencas y estaciones hidrométricas, según datos obtenidos con el ArcView.....	169
4.5.- Resultados finales y comparación.....	176
4.6.- Ejercicio de comparación.....	181
4.6.1.- Ejercicio 1, Método Racional con área drenada propuesta por el SIATL.....	183
4.6.2.- Ejercicio 2, Método Racional con área drenada propuesta por BANDAS.....	186

4.6.3.- Ejercicio 3, Método Racional con área drenada propuesta por ArcView..187

CAPITULO V.- Conclusiones y recomendaciones.....188

Bibliografía.....190

Anexos.....191



Capítulo I.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad los estudios de ingeniería hidráulica en México y en especial en el área de hidrología parecen ser más completos que los que se tenían hace algunas décadas, debido a la cantidad de herramientas que hoy en día apoyan estos estudios, como lo son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son utilizados comúnmente por la exactitud de sus cálculos y la velocidad en la que pueden realizar estos. En el ámbito de la hidrología existen en México diversas dependencias gubernamentales dedicadas al estudio e investigación en este rubro, como lo son la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) entre las más importantes. Así como institutos de investigación dedicados de igual forma a ello, como lo son el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM (IINGEN) en su división de Hidráulica y Ambiental, así como en últimas fechas el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) que se ha incorporado al manejo y exposición de datos hidrológicos de la república mexicana.

Algunas de estas dependencias en trabajos conjuntos como el que llevan la CONAGUA y el IMTA han generado bases de datos como la del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) mediante el cual se pueden consultar datos de las 2070 estaciones hidrométricas del país.

Otra opción de información en esta área es la base de datos de estaciones climáticas superficiales de México, administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) llamado CLimate COMputing (CLICOM) que es un software desarrollado por las naciones unidas que maneja datos climatológicos. O bien en últimas fechas la aplicación llamada Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) presentado por el INEGI que modela el drenaje superficial de una cuenca hidrográfica.

Todo esto pareciera generar un ambiente de seguridad para la gente dedicada a la planeación y diseño de obras hidráulicas que se vean afectadas por diversos fenómenos hidrológicos en todo el país. Pues tal cantidad de Secretarías, Institutos y Comisiones dedicadas a este rubro deberían brindar toda la información necesaria para el correcto cálculo de cualquier obra de índole hidráulico, eliminando la posibilidad de falta de datos o de error en estos mismos.

Pero lamentablemente, esto no es del todo cierto, si bien; más de una Institución está dedicada al estudio de las características hidrológicas de cualquier cuenca en el país, los resultados que reportan cada una de estas dependencias no son en su totalidad similares, y peor aún en muchos casos son distintas a las que algunos Sistemas de Información Geográfica proporcionan augurando una completa exactitud.



Por lo cual la gente dedicada a la interpretación y utilización de estos datos, en muchas ocasiones se ve confundida con la disparidad en la información proporcionada por dichas fuentes. Y al menos como estudiante de la carrera de ingeniería civil llegan a surgir una serie de preguntas.

¿Por qué no coinciden la mayoría de los valores hidrológicos para algunas cuencas presentados por el SIATL, la red BANDAS y el Sistema de Información Geográfica Arcview?

¿Cuál valor de estas tres fuentes se debe utilizar?

¿En qué métodos basan sus cálculos dichas instituciones y softwares?

¿Si se seleccionan los valores presentados por alguna de las fuentes, qué tanto puede afectar que alguno de estos no esté bien estimado?

Estas dudas que han surgido durante la estancia del autor como becario de servicio social en el Instituto de ingeniería en el área de hidráulica y ambiental, colaborando en el estudio de “Regionalización de datos de escurrimiento de las regiones hidrológicas de México para la estimación de avenidas de diseño” se considera que no son de una persona, sino que a la gente que conoce dichas fuentes en alguna ocasión se las han generado o generarán.

Por lo cual este trabajo de tesis está inspirado en estos cuestionamientos. Con la finalidad de comparar 3 de estas fuentes, ver qué diferencias existen entre los valores proporcionados por ellas y analizar cómo dichas diferencias pueden influir en el diseño de una obra, lo que podría llevar a subdimensionamientos que en situaciones graves pueden ocasionar accidentes y en un caso extremo una catástrofe con pérdidas de vidas humanas y/o materiales.

Esta investigación no pretende descartar la información que presentan estas dependencias e institutos, pues ello involucraría una investigación a fondo de cada una de las fuentes, revisando métodos y cálculos, lo cual sería un trabajo de varios meses y tal vez años. Por lo cual solamente se presenta la información proporcionada, se compara y se muestran los posibles errores de estimación.



Capítulo II.

CONCEPTOS GENERALES DE HIDROLOGÍA.

Para desarrollar de una manera integral este trabajo de investigación, es fundamental explicar algunos de los conceptos básicos de la hidrología, y en especial los que son más citados en el desarrollo de este trabajo.

Antes de entrar de lleno con dichos conceptos, se define lo que es la hidrología, su área de estudio y las demás ciencias que nacen de ésta.

De acuerdo con el consejo Federal para la Ciencia y Tecnología (U.S.A. 1962).

“La hidrología es la ciencia que estudia las aguas terrestres, su origen, su movimiento y su distribución en nuestro planeta, sus propiedades físicas y químicas, su interacción con el medio ambiente físico, biológico y su influencia sobre las actividades humanas.”

Mientras que la Organización meteorológica mundial, nos dice que:

“La hidrología es la ciencia que trata de los procesos que rigen el agotamiento y recuperación de los recursos de agua en las aéreas continentales de la tierra y en las diversas fases del ciclo hidrológico.”

Aclarado este concepto y ya entrando al tema de las áreas que nacen de la hidrología, el libro “Hidrología general” (Llamas, 1989) menciona que:

En 1949, E. Debski propuso una clasificación más general que divide el objeto de estudio de la hidrología tomando en cuenta tres criterios.

- 1) El espacio físico que confina el agua.
- 2) Las etapas cronológicas de la investigación científica.
- 3) Los diferentes temas de investigación.

Según el primer criterio, donde se clasifica según el espacio físico que confina al agua, la hidrología se divide en:

- I. **Hidrometeorología:** Que es el estudio de los fenómenos meteorológicos en relación directa con la hidrología.
- II. **Potamología:** Estudio de las aguas superficiales.
- III. **Limnología:** Estudio de los lagos.
- IV. **Oceanografía:** Estudio de los océanos.
- V. **Pedohidrología:** Estudio del agua en la primera capa del suelo.
- VI. **Geohidrología:** Estudio de las aguas freáticas en el primer horizonte del suelo.
- VII. **Hidrogeología:** Estudio de las aguas subterráneas.



Bajo su segundo criterio de acuerdo a las etapas cronológicas de la investigación la hidrología se divide en:

- I. **Hidrometría:** Estudio de la medida del agua y de sus características físicas.
- II. **Hidrografía o hidrología descriptiva:** Descripción geográfica regional o monográfica de los fenómenos hídricos.
- III. **Hidrología científica o pragmática:** Búsqueda de las causas y consecuencias de los fenómenos hídricos y de sus relaciones funcionales.

Y finalmente, el tercer criterio de acuerdo a los temas de investigación divide la hidrología en:

- I. **Hidrología integral:** Estudio de los problemas de circulación y de movimiento de agua en la tierra.
- II. **Criología:** Estudio de los fenómenos hidrológicos relativos a la nieve y al hielo.
- III. **Glaciología:** Estudio de los fenómenos hidrológicos relativos a la nieve y al hielo.
- IV. **Crenología:** Estudio de los manantiales.
- V. **Hidroquímica:** Estudio de las propiedades químicas del agua.
- VI. **Hidrofísica:** Estudio de las propiedades físicas del agua.
- VII. **Biohidrología:** Ciencia del agua como medio biológico.

Por lo cual según la clasificación mostrada, se ubicará esta investigación en la **hidrometeorología** que como fue mencionado se encarga de analizar los efectos meteorológicos que afectan cierta zona geográfica del país. Esto se ilustra en la figura 2.1, donde un Ciclón tropical está afectando territorios cercanos al golfo de México.



Figura 2.1 Ciclón tropical afectando el golfo de México, S. M. N (2013)



2.1 CLIMA

Dentro de la hidrología y su estudio, el clima juega un papel indispensable, pues las condiciones climáticas tienen una gran influencia sobre las condiciones hidrológicas de una región. Teniendo como principal factor determinante la energía solar, la cual influye en gran cantidad de fenómenos meteorológicos, como lo son: la nubosidad, la humedad, la presión atmosférica, la evaporación, la precipitación, el viento, la intensidad de la radiación y la temperatura del aire.

Existe una interrelación evidente entre la vegetación y el clima. Es decir, el clima en una región determina el desarrollo de un tipo de vegetación, pero esta vegetación a su vez condiciona el tipo de clima en dicha región. Así por ejemplo, en las zonas de bosque las temperaturas mínimas no suelen ser tan rigurosas como en las estepas, ya que debido a la fuerte transpiración que producen estas, hacen disminuir la oscilación térmica. Además, esta evapotranspiración puede determinar también el aumento de la precipitación. (Comisión docente, Curso internacional de hidrología subterránea, 2009).

En conclusión, el **clima** se puede definir como: **El estado medio de la atmosfera terrestre, en un intervalo de tiempo determinado, dentro de algún lugar definido.**

2.2 PROPIEDADES DEL AGUA

El agua se encuentra en la naturaleza en tres estados físicos:

- Estado Sólido: (Hielo y nieve)
- Estado líquido: (Agua)
- Estado gaseoso (Vapor)

El que este fluido se mantenga o cambie entre dichos estados depende de dos principales factores; como lo son la temperatura y la presión.

Lo que conocemos como presión absoluta en la que el agua pasa del estado líquido al gaseoso se llama **tensión de vapor**, y la temperatura en la que ocurre este cambio se le llama **punto de ebullición**.

Mientras que el paso de agua del estado sólido, al líquido se llama **punto de fusión**. El punto de fusión del agua pura a una presión atmosférica normal, es de 0°C.

Y por último, el paso del estado sólido al estado gaseoso se le llama **sublimación**.



2.3 AGUA EN LA TIERRA.

En la tabla 2.1 se presenta la cantidad de agua en la tierra, el estado físico en el que se encuentra y su ubicación.

Tabla 2.1 Volumen y porcentajes de los almacenes de agua en la tierra

Ubicación	Volumen (*10 ⁶ km ³) ¹	Porcentaje sobre el total
Océanos	1370	97.27
Casquetes polares y glaciares	29	2.05
Agua subterránea	9.5	0.68
Lagos	0.125	0.01
Humedad del suelo	0.065	0.005
Atmósfera	0.013	0.001
Ríos (Volumen instantáneo)	0.0017	0.0001
Biosfera	0.0006	0.00004

(Datos de PhycalGeography.net <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html>, y de Custodio-Llamas, 1983).

2.4 MOVIMIENTO DEL AGUA

El agua es un elemento que se encuentra en constante movimiento dentro de la atmosfera de la tierra y que a consecuencia de este ocurren muchos de los fenómenos meteorológicos que se estudian en este trabajo. Por lo cual es indispensable señalar ésta circulación se debe a varios factores terrestres y solares, en seguida mencionare los más trascendentes en este proceso:

- I. **La fuerza de gravedad.** Es la principal responsable de los fenómenos de precipitación, escorrentía, infiltración, etc.
- II. **La presión atmosférica.** Es el peso de una columna de aire sobre una superficie unitaria y de altura igual a la de la atmosfera. Además es la responsable de la generación de los vientos.
- III. **La atracción lunar.** Causante de las mareas, así como de las corrientes marinas.
- IV. **La energía térmica solar:** La energía térmica solar constituye la causa de la formación de centros de altas y bajas presiones, ocasionando los principales fenómenos meteorológicos. Así como el cambio del estado del líquido al gaseoso.
- V. **Las actividades humanas.** Las actividades humanas en la actualidad juegan un papel indispensable en el movimiento del agua, con la creación de diversas obras hidráulicas

¹ 1 km³ = 10⁹ m³ = 1,000,000,000 m³



como lo son la construcción de presas, captación de acuíferos, obras de abastecimiento, regularización de embalses, etc.



Figura 2.2 Efecto de la luna en las mareas muertas



Figura 2.3 Influencia de la luna en las mareas vivas



2.5 CICLO HIDROLÓGICO (Figura 2.4).

El ciclo hidrológico es una parte indispensable en el estudio de este tema de tesis, por lo cual no se puede dejar de lado una investigación adecuada de este. El ciclo hidrológico puede ser definido como:

El proceso de circulación del agua por la hidrosfera, durante el cual el agua cambia de lugar y de estado físico.

Dentro de sus fases se tienen:

1. **La evapotranspiración:** En esta etapa del ciclo el agua se evapora de los océanos, de los cuerpos de agua de la superficie terrestre, de los seres vivos ya sea por medio de la transpiración o de la sudoración y del mismo suelo después de una lluvia. Y se integra a la atmosfera en forma de gas.
2. **Condensación:** En la condensación el agua evaporada sube a la atmosfera, si el vapor es enfriado hasta el punto de rocío forma pequeñas gotitas visibles de agua que forman nubes o neblina.
3. **Precipitación:** Se produce cuando las gotitas de agua que se forman en las nubes se enfrían y aceleran su condensación, aunado a que se unen con otra y forman gotas de mayor tamaño, las cuales por la fuerza de gravedad se precipitan a la superficie terrestre en forma líquida (lluvia o llovizna), sólida amorfa (granizo) Sólida cristalizada (nieve), intermedia (nieve granulada o aguanieve), por condensación (rocío o niebla) y por sublimación (escarcha). (Comisión docente, Curso internacional de hidrología subterránea, 2009).
4. **Infiltración:** En este proceso el agua que cae en la superficie se filtra a través de los poros del suelo.
5. **Percolación:** Proceso por el cual el agua infiltrada al suelo, escurre por las capas de este hasta llegar a mantos acuíferos o ríos subterráneos.
6. **Escorrentía superficial:** Es la parte del agua de lluvia que no se infiltra al terreno y que circula por la superficie en forma de torrentes, ríos o arroyos, que constituyen la red de drenaje superficial. (Comisión docente, Curso internacional de hidrología subterránea, 2009)

Es importante señalar que una gran parte del agua que se precipita, se evapora durante la caída. Pero del agua que alcanza la superficie es retenida por las plantas, piedras o las mismas construcciones humanas, evaporándose de igual manera la mayor parte de esta. La poca agua que logra escurrir por el terreno forma los arroyos que a su vez se transformaran en ríos, para pasar a lagos, lagunas o mares.



Figura 2.4 El ciclo del Agua, Fuente: U.S. Department of the interior. U.S. Geological Server

2.6 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA PRECIPITACIÓN:

- Pluviómetros: Este aparato lee directamente la altura total de lluvia captada; define la lámina de precipitación total en la tierra en un punto único y en un período de tiempo dado.
- Pluviógrafos: Miden la distribución de la lluvia en el tiempo en un punto determinado y se utilizan para calcular la intensidad de precipitación.
- Nivómetros: Se utilizan para medir la nieve precipitada en un punto.

México posee algunos de estos mecanismos para medir la precipitación en diversas cuencas del país, el “Atlas digital del Agua en México” de la CONAGUA nos brinda esta información:

2.6.1 Estaciones hidrométricas:

Al 2010, México cuenta con 368 estaciones hidrométricas, las cuales miden la cantidad de agua que fluye y es almacenada en ríos, canales, tuberías y presas. Sirven para conocer la cantidad, disponibilidad del recurso y su distribución entre usuarios, también registran algunos parámetros climatológicos. Actualmente, el país presenta una marcada concentración de estaciones en las regiones hidrológicas administrativas IV, VIII, X y XI, en contraste con las regiones I, VI, VII, IX y XII.

La región VI presenta un importante faltante de estos equipos, ya que es el principal afluente del Río Bravo en la parte mexicana. (Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012).

La distribución nacional de estas estaciones se muestra en la figura 2.5.

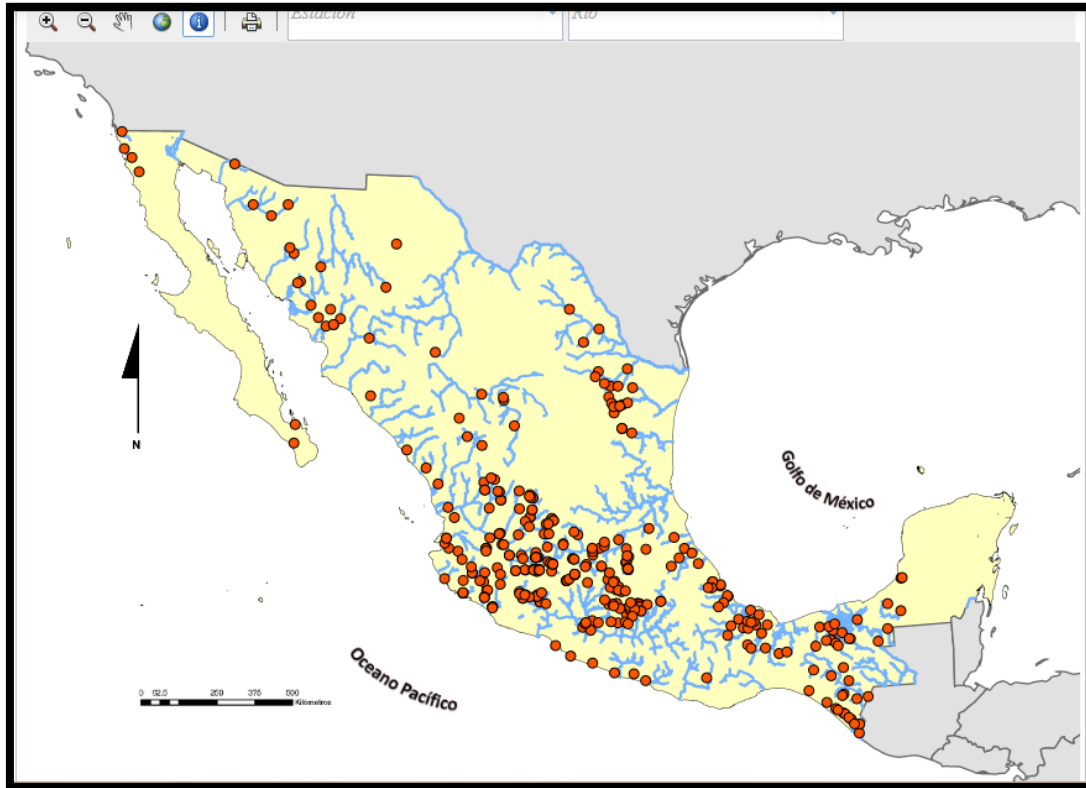


Figura 2.5 Ubicación nacional de las estaciones hidrométricas, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012

Es necesario conocer las variaciones en el ciclo hidrológico debido a las condiciones climatológicas de una región, por lo cual es obligatorio estudiar el clima en diversos puntos del país, esto se lleva a cabo por medio de la red de estaciones climatológicas, las que se definen como:

Estación climatológica: Área o zona determinada de terreno al aire libre, con las condiciones peculiares de clima de la zona, destinada a la medición de los parámetros climatológicos. Equipada con instrumentos y sensores expuestos al aire libre, para la medición de precipitación, temperatura, evaporación, dirección y velocidad del viento (Atlas Digital del Agua, 2012).

La CONAGUA cuenta con un total de **5880 estaciones climatológicas**, estratégicamente distribuidas en el territorio nacional, de las que **3817 están en operación**. De estas **1064** se consideran como **estaciones de referencia**, de las cuales se obtiene información para calcular la precipitación media de 30 años y cuentan con más de 80% de los datos. Adicionalmente, la CONAGUA, a través del Servicio Meteorológico Nacional, opera 79 observatorios y 146 estaciones meteorológicas automáticas (Atlas Digital del Agua, 2012).

2.6.2 Red de estaciones climatológicas:

Al 2012 México cuenta con 3,817 estaciones oficiales en operación. Estas miden las variables climatológicas e hidrométricas que se registran en el país. 1,064 son estaciones de referencia de donde se obtienen datos que determinan el comportamiento normal del clima nacional. Las estaciones climatológicas miden temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento. Actualmente se tiene una carencia de estaciones climatológicas de referencia



en el noroeste, norte, noreste y sureste del país, principalmente entre los estados de Chihuahua y Coahuila (Atlas Digital del Agua, 2012).

En la figura 2.6 y 2.7 muestran la distribución de la red de estaciones climatológicas del país.

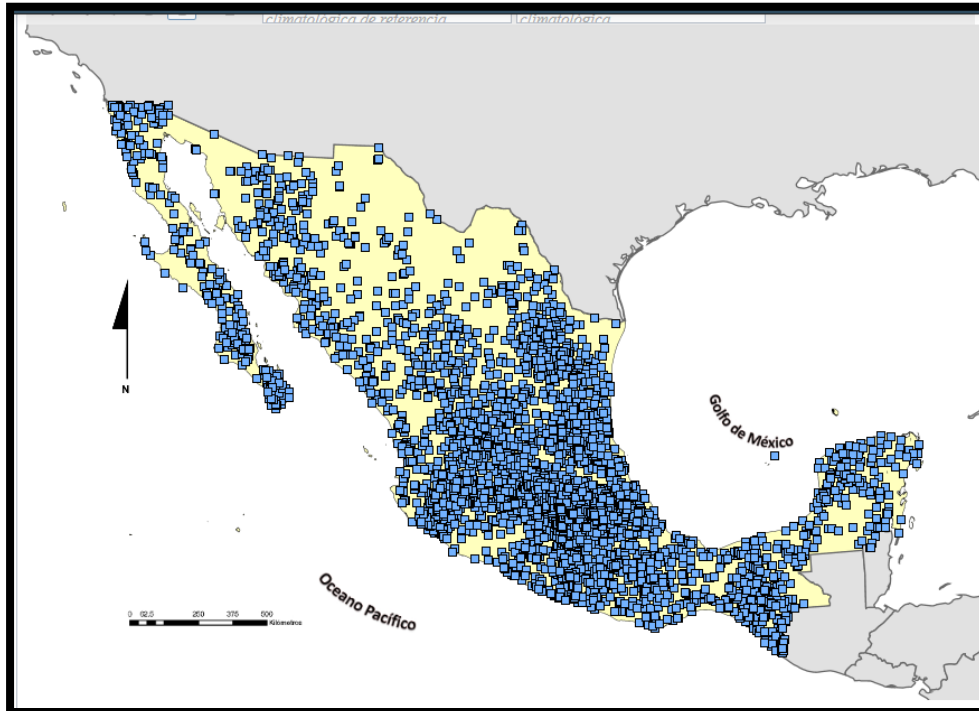


Figura 2.6 Estaciones Climatológicas presentes en el país, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012

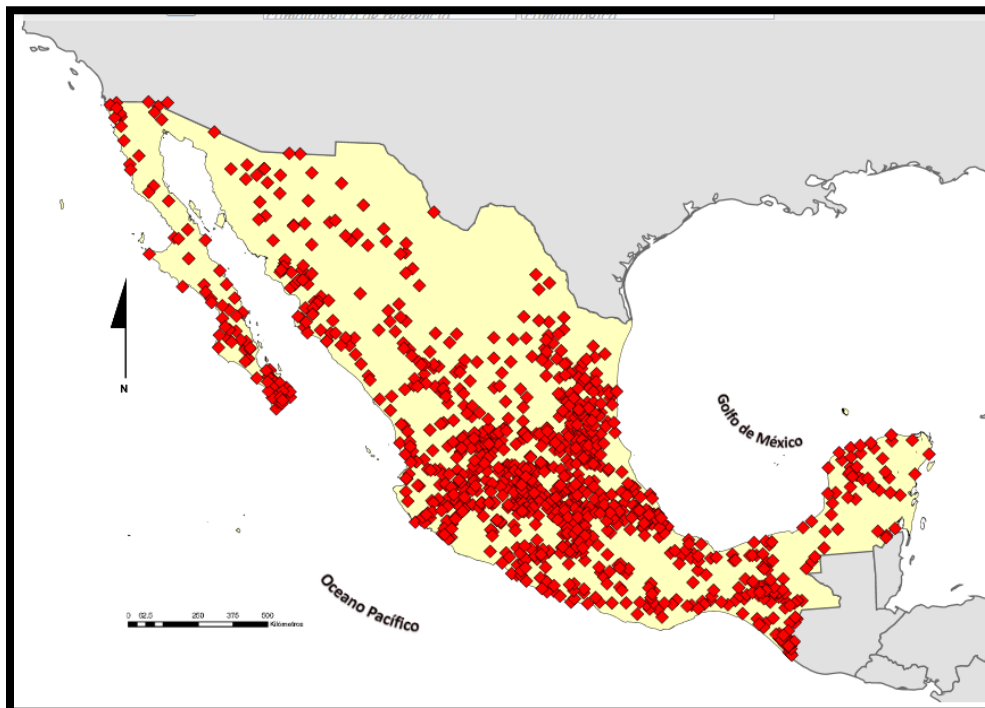


Figura 2.7 Estaciones climatológicas de referencia en el país, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012



2.7 CUENCA (Figura 2.8).

Para realizar el análisis de los fenómenos meteorológicos y en este caso hidrológicos en una región, es necesario delimitar la cuenca. Por ello el país se divide en regiones hidrológicas, que a su vez se dividen en cuencas hidrológicas, y estas se definen como:

Cuenca hidrológica: *Unidad natural definida por la existencia de una división de las aguas en un territorio dado.*

Las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la división geográfica principal de las aguas de las precipitaciones pluviales; también conocido como “parteaguas”. El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja.

En el territorio nacional se han identificado 1 471 cuencas hidrográficas (CONAGUA, 2008)

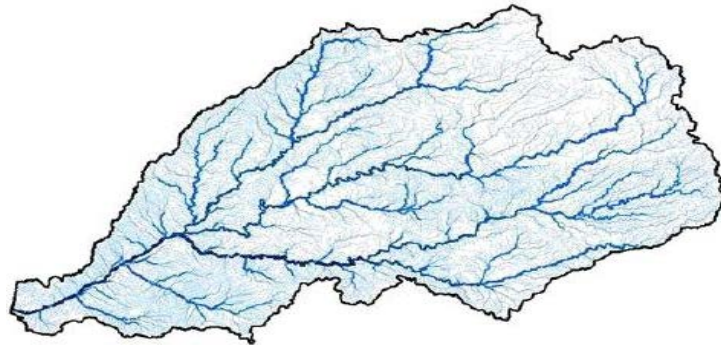


Figura 2.8 Cuenca hidrográfica, escala 1:50 000, INEGI, 2012

2.7.1 Parteaguas es el contorno de una cuenca hidrográfica y su función es la de separar a la cuenca de las cuencas adyacentes. (Figura 2.9)



Figura 2.9 Ejemplo de parteaguas de una cuenca,



Trazo de parteaguas.

- Primero se debe localizar la salida del cauce principal de la cuenca; y de ahí empezar a trazar el parteaguas.
- Este parteaguas debe cortar ortogonalmente las curvas de nivel y pasar por los puntos de más alto nivel topográfico
- El parteaguas nunca cortar o cruzar un río o arroyo, excepto en su salida.

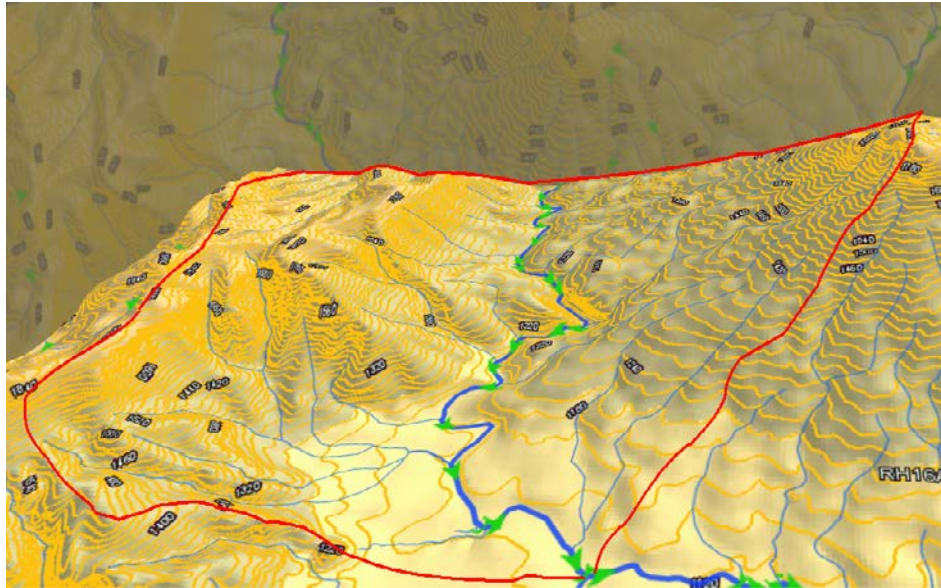


Figura 2.10 Trazo de un Parteaguas. En la zona W 103°1'48'', 19°40'21'', imagen tomada del SIATL, INEGI, 2013

2.8 ÁREA DE LA CUENCA:

El área de la cuenca es el parámetro más importante de esta, pues con base en ella, se regula la intensidad de los fenómenos hidrológicos. En proyección horizontal de la superficie está dada en hectáreas o km^2 . Antes de la aparición de los sistemas de información geográfica (SIG) el obtener el área de alguna cuenca, era un proceso largo y en caso de inexperiencia muy poco confiable.

Se debía comprar una carta topográfica de la república mexicana, de la región de interés; con las siguientes escalas según su área.

1 : 250 000 si Área > 1,500 km^2

1 : 50 000 si Área < 1,500 km^2 (Martínez, 2000)

Posteriormente con ayuda de un planímetro² calcular las áreas.

² Aparato de medición utilizado para medir áreas irregulares, con base a la teoría de integrales de línea o de recorrido.



En la actualidad este método está fuera de comprensión lógica, por lo tardado que es el proceso y en veces poco exacto. Más sin embargo era necesario mencionar este método aunque no se calcule ninguna área por medio de este. Los sistemas de información geográfica (SIG) proporcionan esta información, de una manera rápida y confiable, por lo que son la fuente de estos datos en la actualidad. Esto será desglosado en el capítulo siguiente.

2.9 CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS:

2.9.1 Según su área:

Una forma de clasificar las cuencas es de acuerdo a su tamaño, la tabla 2.2 proporciona valores para poder clasificarlas:

Tabla 2.2, Clasificación de las cuencas según su tamaño.

Área (Km ²)	Denominación.
< 25	Muy pequeña
25 – 250	Pequeña
250 – 500	Intermedia-pequeña
500 – 2500	Intermedia-grande
2500 – 5000	Grande
< 5000	Muy grande

Campos 1984

2.9.2 Analizando las cuencas por su salida de agua, se clasifican en tres tipos, que son:

- d) **Cuencas exorreicas**, en estas el punto de salida del líquido está en los límites de la cuenca y va a otra corriente o al mar (Figura 2.13).
- e) **Cuenca endorreicas**, en estas el punto de salida del líquido está dentro de los mismos límites de la cuenca, ósea en un lago o laguna (Figura 2.11).
- f) **Cuenca arreica**, Son cuencas que no tienen salida de sus flujos hacia el mar, ni a un cuerpo de agua principal (Figura 2.12).

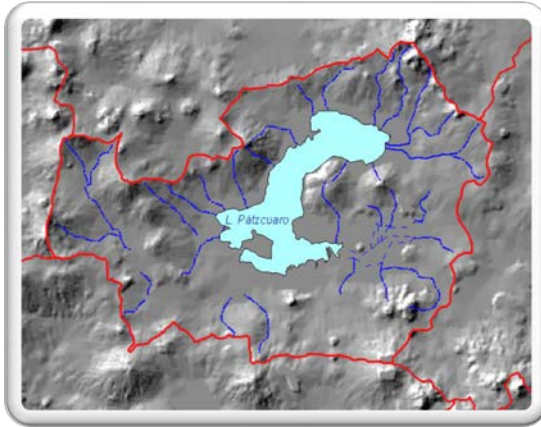


Figura 2.11 Cuenca Endorreica

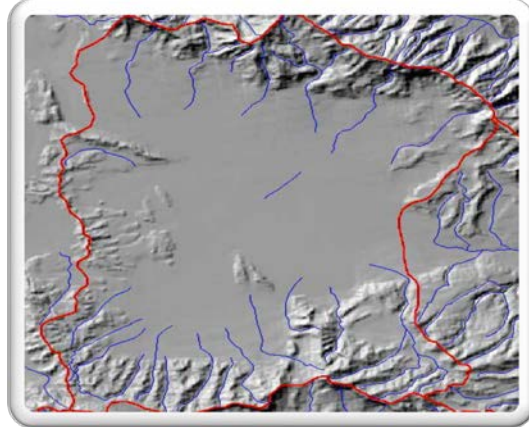


Figura 2.12 Cuenca Arreica



Figura 2.13 Cuenca Exorreica

Fuente: **Delimitación de las Cuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000, 2007**

2.10 FORMA DE LA CUENCA:

La forma de la cuenca igualmente juega un papel fundamental en los cálculos hidrológicos, pues una cuenca alargada no genera hidrógramas semejantes Caudal-Tiempo a los que genera una cuenca redondeada.

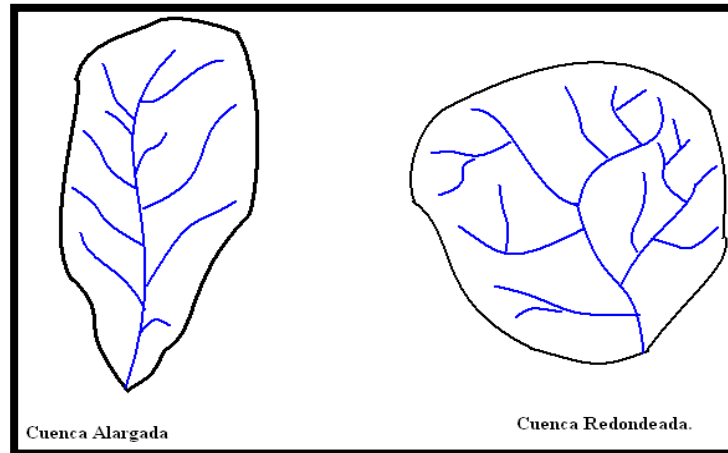


Figura 2.14 Formas de cuencas

Una forma de calcular la redondez de una cuenca es por el **coeficiente de compacidad**, de Gravelius. Que se calcula con la siguiente fórmula.

$$Cc = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Dónde:

Cc = Coeficiente de compacidad. ($Cc=1$, la cuenca es circular; $Cc>1$ la cuenca es alargada)

P = perímetro de la cuenca.

A = área de la cuenca.

2.11 CORRIENTE PRINCIPAL.

Es la corriente que pasa por la salida de la cuenca, nace en la parte más alta de la cuenca por lo regular, y es alimentada por las corrientes secundarias. Toda cuenca tiene una sola corriente principal. La figura 2.14 ilustra 2 cuencas donde se alcanza a apreciar al centro de ellas su corriente principal.

2.12 LONGITUD DE LA CORRIENTE PRINCIPAL.

La longitud de la corriente principal también es un factor a considerar dentro de los rasgos hidrológicos de una cuenca, pues entre mayor alargamiento tenga un cauce, mayor será el tiempo de concentración en el que llegaran las partículas de agua, y en caso contrario a menor longitud, el tiempo de trayecto de estas será menor.



2.13 TIPO DE CORRIENTES:

Estas se definen de acuerdo al tiempo que circula el agua en la corriente.

- Perennes: Siempre llevan agua, excepto en sequías extremas.
- Intermitentes: Si llevan agua la mayor parte del tiempo, especialmente cuando llueve.
- Efímeras: Si sólo llevan agua cuando llueve o inmediatamente después. (Linsley et al, 1949)

2.14 ORDEN DE LAS CORRIENTES (Figura 2.15)

Entre mayor orden tenga una corriente, quiere decir esta es de mayor importancia. La forma de determinar el orden de las corrientes es posicionarse en la parte alta de la cuenca y de ahí se dirige uno a la salida aplicando estas reglas:

- 1) Las corrientes de orden 1 son aquellas que no tienen tributarios³.
- 2) Las corrientes de orden 2 son aquellas que se forma cuando se unen dos corrientes de primer orden.
- 3) Las corrientes de orden 3 son las que unen 3 corrientes de orden 1, o bien una del orden 2 y una de primer orden.

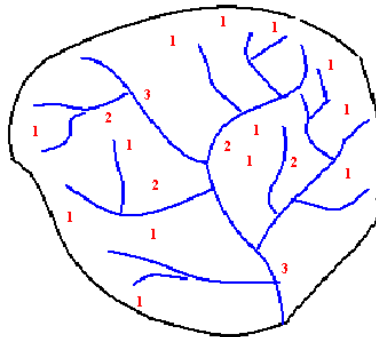


Figura 2.15 Cuenca con orden de corrientes señaladas

2.15 REGIÓN HIDROLÓGICA:

Es el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión

³ Corriente que alimenta a otra corriente.



de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios (Atlas Digital del Agua, 2012).

2.15.1 División por Regiones hidrológicas (Figura 2.16):

El país está dividido para su estudio en diversas regiones hidrológicas, que a su vez se dividen en cuencas, que son divididas en subcuencas. Esta división es realizada por el organismo encargado de preservar y administrar las aguas nacionales de los estados unidos mexicanos (CONAGUA).

En el “Atlas Digital del Agua” (<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>) se establece esta división.

De acuerdo a los trabajos realizados por la CONAGUA, el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) y el INE (Instituto Nacional de Ecología) se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales. Al 31 de diciembre de 2009 se tenían publicadas las disponibilidades de 722 cuencas hidrológicas, en tanto que para el 31 de diciembre de 2010 se habían añadido otras nueve cuencas.

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (Figura 2.16) (Tabla 2.3), que a su vez se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA) (Figura 2.17). (CONAGUA, 2013)



Tabla 2.3, División nacional por regiones hidrológicas, CONAGUA, subdirección general técnica, Atlas Digital del Agua, México 2012.

Características de las regiones hidrológicas , 2010

Nombre de región hidrológica	Extensión territorial continental (km ²)	Precipitación normal anual 1971-2000 (mm)	Escurrimiento natural medio superficial interno (hm ³ /año)	Importaciones (+) o exportaciones (-) de otros países (hm ³ /año)	Escurrimiento natural medio superficial total (hm ³ /año)	Número de cuencas hidrológicas
1. B.C. Noroeste	28 492	249	359		359	16
2. B.C. Centro-Oeste	44 314	103	449		449	16
3. B.C. Suroeste	29 722	184	318		318	15
4. B.C. Noreste	14 418	190	105		105	8
5. B.C. Centro-Este	13 626	101	53		53	15
6. B.C. Sureste	11 558	274	219		219	14
7. Río Colorado	6 911	107	80	1 850	1 930	4
8. Sonora Norte	61 429	304	139		139	5
9. Sonora Sur	139 370	505	4 934		4 934	16
10. Sinaloa	103 483	713	14 350		14 350	23
11. Presidio-San Pedro	51 717	818	8 299		8 299	23
12. Lerma-Santiago	132 916	723	13 211		13 211	58
13. Río Huicicila	5 225	1 387	1 277		1 277	6
14. Río Ameca	12 255	1020	2 235		2 235	9
15. Costa de Jalisco	12 967	1 175	3 684		3 684	11
16. Armería-Coahuayana	17 628	908	3 985		3 985	10
17. Costa de Michoacán	9 205	888	1 612		1 612	6
18. Balsas	118 268	952	17 057		17 057	15
19. Costa Grande de Guerrero	12 132	1 234	6 091		6 091	28
20. Costa Chica de Guerrero	39 936	1391	18 714		18 714	32
21. Costa de Oaxaca	10 514	967	3 389		3 389	19
22. Tehuantepec	16 363	821	2 606		2 606	15
23. Costa de Chiapas	12 293	2 347	12 617	1 586	14 203	25
24. Bravo-Conchos	229 740	453	5 588	- 432	5 156	37
25. San Fernando-Soto La Marina	54 961	757	4 842		4 842	45
26. Pánuco	96 989	892	20 330		20 330	77
27. Norte de Veracruz	26 592	1 427	14 306		14 306	12
28. Papaloapan	57 355	1460	48 176		48 176	18
29. Coatzacoalcos	30 217	1 946	39 482		39 482	15
30. Grijalva-Usumacinta	102 465	1709	73 316	44 080	117 396	83
31. Yucatán Oeste	25 443	1 229	707		707	2
32. Yucatán Norte	58 135	1091	0		0	0
33. Yucatán Este	38 308	1 243	1 109	864	1 973	1
34. Cuencas Cerradas del Norte	90 829	404	1 701		1 701	22
35. Mapimí	62 639	361	957		957	6
36. Nazas-Aguanaval	93 032	425	1 912		1 912	16
37. El Salado	87 801	431	2 876		2 876	8
Total	1 959 248	760	331 086	47 949	379 034	731



Figura 2.16 División nacional por regiones hidrológicas, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012

2.15.2 División por Regiones Hidrológico-Administrativas (Figura 2.17).

Como se ha mencionado el país está dividido en 37 regiones hidrológicas pero por razones de facilidad en trámites y proyectos, la CONAGUA hizo una división administrativa de estas cuencas, donde se respete la división política para facilitar su administración. Esta división es justificada por la CONAGUA con lo siguiente:

El país se ha dividido en 13 regiones hidrológico-administrativas, las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, sus límites respetan los municipales, para facilitar la administración e integración de la información socioeconómica.

La CONAGUA, órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña sus funciones a través de estos 13 organismos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las regiones hidrológico-administrativas (Atlas Digital del Agua, 2012).



Tabla 2.4 División hidrológica-Administrativa del país, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012

Ciudades sedes de los organismos de cuencas		
	Organismo de cuenca	Ciudades sedes
I	Península de Baja California	Mexicali, Baja California
II	Noroeste	Hermosillo, Sonora
III	Pacífico Norte	Culiacán, Sinaloa
IV	Balsas	Cuernavaca, Morelos
V	Pacífico Sur	Oaxaca, Oaxaca
VI	Río Bravo	Monterrey, Nuevo León
VII	Cuencas Centrales del Norte	Torreón, Coahuila de Zaragoza
VIII	Lerma Santiago Pacífico	Guadalajara, Jalisco
IX	Golfo Norte	Ciudad Victoria, Tamaulipas
X	Golfo Centro	Xalapa, Veracruz
XI	Frontera Sur	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
XII	Península de Yucatán	Mérida, Yucatán
XIII	Aguas del Valle de México	Distrito Federal, Cd. de México



Figura 2.17 Mapa de división Hidrológica-Administrativa para el país, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 201



Capítulo III

METODOLOGÍA

En este capítulo se define el marco conceptual del área en la que nos desempeñaremos. Por ello es fundamental en el caso de la cuenca conocer sus características físicas, porque de ellas depende el escurrimiento, el cual nos origina los fenómenos hidrológicos que serán el tema de este trabajo de tesis. Estas características físicas son: el área y el relieve de la cuenca, la dirección y pendiente del cauce principal, así como de los afluentes⁴ y el tipo de suelo existente en ella.

En la actualidad existen diversas maneras de realizar estos cálculos y obtener los datos necesarios para realizar una planeación en la fase diagnóstica de un proyecto para una cuenca o región hidrológica.

Sistema de Información Geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica (SIG), han agilizado la obtención de datos, así como la constante actualización de estos. La mayoría de ellos son amigables con el usuario y permiten la obtención de gran cantidad de información con un solo clic. En algunos casos los SIG proporcionan información más exacta que la que se podría obtener con los medios tradicionales de cálculo.

A pesar de todo esto se debe considerar que aunque existen ciertas similitudes entre los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los métodos usados en la hidrología, estos no tienen el mismo fin, pues mientras los primeros se encargan de solo señalar las características de ciertas regiones, como el clima, la vegetación, el área, la pendiente y demás datos capturados; los métodos hidrológicos estudian el cómo estos datos pueden modificar el ciclo hidrológico en una región y afectar su entorno. Por lo consiguiente la hidrología en los últimos años se ha apoyado mucho de estos SIG para elaborar sus estudios.

Se han señalado algunos de los beneficios que otorgan estos sistemas de información geográfica (SIG) a la ingeniería, y en especial a la hidrología. Pero así como hay elementos que los favorecen también existen detalles que los pueden volver un herramienta que puede dar información errónea, todo esto en caso de una mala programación o de desconocer el cómo interpretar los datos arrojados por ellos.

Se ha mencionado en la introducción de este trabajo que los datos arrojados por el SIATL (Simulador de flujos de Agua de cuencas Hidrográficas) del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) en algunas regiones son distintos a los obtenidos con el (SIG) ArcView de ESRI y con los Boletines Hidrológicos publicados por CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología de Agua).

⁴ Ríos secundarios que descargan al río principal.



Procurando la objetividad en el trabajo el primer paso es conocer los fundamentos de cómo se calculan y obtienen estos rasgos hidrológicos de las cuencas, para en seguida pasar a la obtención de estos mismos con los SIG y por último llegar a la comparación de resultados para formular una evaluación de fiabilidad de cada una de las fuentes.

3.1 MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

Un modelo digital de elevaciones puede ser definido como una representación visual de las diversas elevaciones en una región con respecto al nivel del mar, la cual proporciona una idea de cómo está conformado el relieve en dicha región. El contar con estos datos es esencial para el cálculo del área drenada, pues en base a esta información se podrá analizar de qué parte de la cuenca escurrirá el líquido a las corrientes existentes.

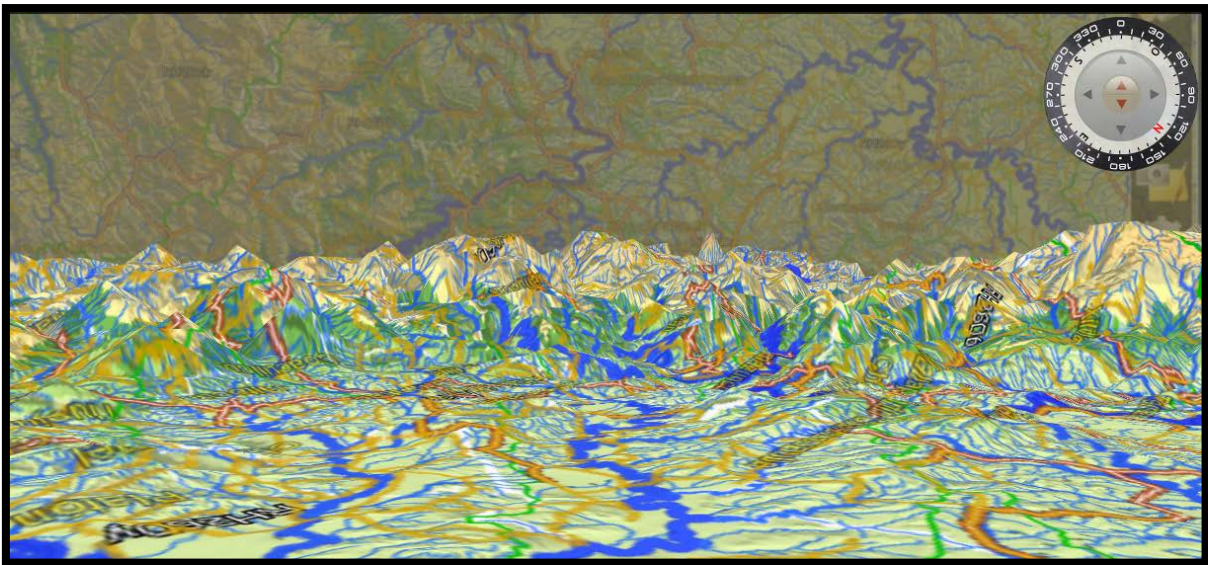


Figura 3.1 Ejemplo de un modelo digital de elevaciones, SIATL, INEGI, 2013

3.2 DENSIDAD DE CORRIENTES O HIDROGRÁFICA:

Esta define el número de corrientes o canales existentes por una unidad de superficie, en este caso km^2

$$Dc = \frac{\sum Nu}{A} \quad (2)$$

Dónde:

Dc= densidad de corriente.

A = Área de la cuenca.

Nu= Número de corrientes de todos los órdenes.



3.3 DENSIDAD DE DRENAJE:

Este valor es la relación del material que forma la cuenca y su relieve. Según Horton esta se define como:

$$Dd = \frac{\sum Lu}{A} \quad (3)$$

Dónde:

Dd= Densidad de drenaje, en Km a la menos 1 (km^{-1})

$\sum Lu$ = Sumatoria de las longitudes de los cauces de todos los órdenes, en kilómetros.

A= Área de la cuenca, (km^2)

Si la densidad de drenaje adquiere un valor bajo, entonces la cuenca puede presentar alguna de las condiciones siguientes: está formada por roca muy resistente, cuenta con suelo muy permeable, vegetación densa, o suelos planos. Si por el contrario la densidad de drenaje es alta, entonces las condiciones pudieran ser: roca poco resistente, suelos permeables, poca vegetación o bastante relieve. (Martínez, 2000).

3.4 RAZÓN DE RELIEVE DE LA CUENCA.

La razón de relieve de la cuenca es una medida de intensidad de la erosión en la cuenca. A mayor razón de relieve, mayor aporte de sedimentos. Se calcula con (Strahler, 1964):

$$r = \frac{H}{L} \quad (4)$$

Dónde:

r = razón de relieve, adimensional.

H = altura de la cuenca (desnivel máximo de la cuenca, o sea, elevación del punto más alto de la cuenca menos elevación del punto de salida) en kilómetros

L = longitud característica de la cuenca, en kilómetros.



3.5 CURVA HIPSOMÉTRICA:

Esta curva hipsométrica es una representación gráfica de las elevaciones de la cuenca contra las áreas asociadas a las elevaciones en km². La tabla 3.1 se elaboró con los datos necesarios para crear esta curva, y en la figura 3.2 se traza esta curva con los datos propuestos.

Tabla 3.1 Elevaciones, y áreas para las curvas hipsométricas.

Elevaciones (msnm)	Área entre las elevaciones (km2)	Área acumulada (km2)
2800	0.78	0.78
2750	1.2	1.98
2700	0.23	2.21
2650	2.36	4.57
2600	0.18	4.75
2550	1.25	6
2500	4.06	10.06
2450	1.58	11.64
2400	0.75	12.39

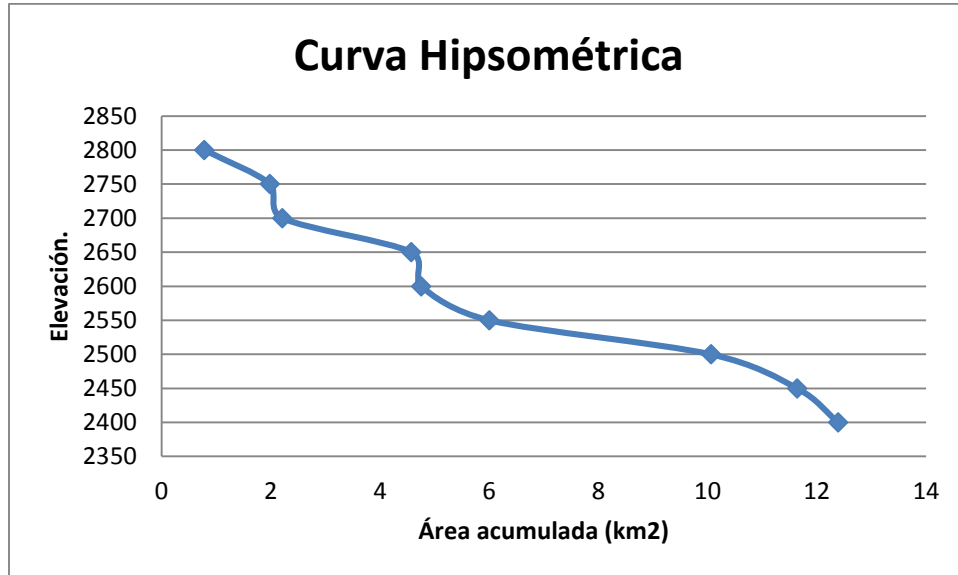


Figura 3.2 Curva hipsométrica, de los datos propuestos



3.6 ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA:

La elevación media de la cuenca es el promedio de elevación que tienen todos los puntos de su superficie. De los datos que nos genere ésta se estiman gran cantidad de cálculos hidrológicos. Existen varios métodos para determinar dicha elevación, pero en el ejemplo aquí desarrollado se aprovechó que ya se tenía la curva hipsométrica para obtenerla de la siguiente manera.

El valor total de las áreas acumuladas, se divide entre 2 ($A/2$) que en este caso $A= 12.39$ por lo tanto $A/2= 6.19$.

Con este valor entramos a la curva hipsométrica en el eje de las áreas y buscamos la elevación media. Como se muestra en la figura 3.3 donde observamos que la elevación media de la cuenca es de 2540 msnm.

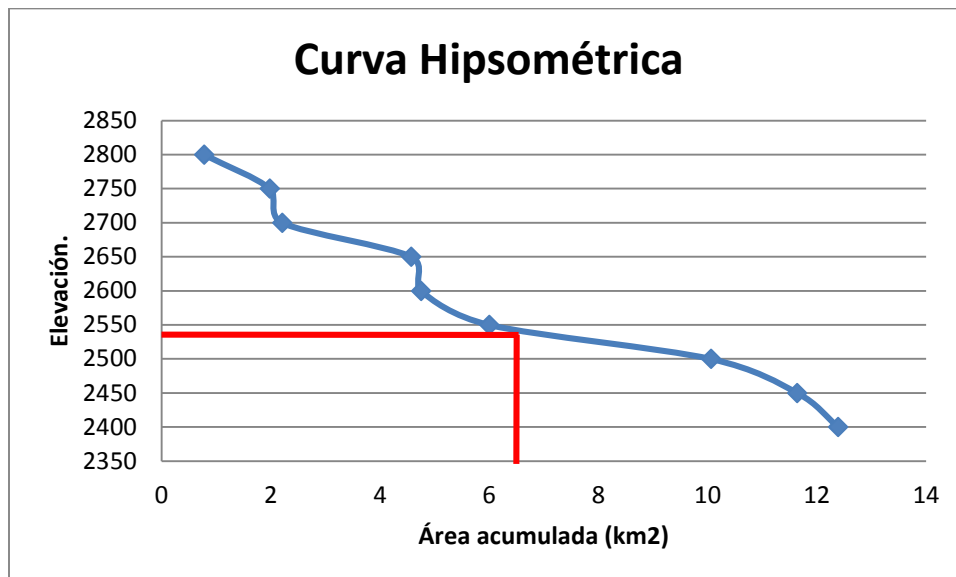


Figura 3.3 Cálculo de Elevación media en la cuenca, por la curva hipsométrica

3.7 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA:

La pendiente media cuenca es fundamental para la realización de los cálculos hidrológicos, como lo son el de escorrentía, e infiltración; por lo que esta característica determina la aportación que de líquido que tendrá la cuenca un río.

Existen varios métodos para calcularla, algunos de ellos son:



3.7.1 Criterio de Alvord.

Este método se simplifica a la siguiente fórmula:

$$S_c = \frac{D \cdot L}{A} \quad (5)$$

Dónde:

S_c = Pendiente media de la cuenca.

D = Desnivel constante.

L = Longitud total de las curvas de nivel.

A = Área de la cuenca.

3.7.2 Método de Horton.

Para este método es necesario trazar una malla de cuadrados sobre el total del área de la cuenca a estudiar, esta debe estar orientada de acuerdo a la dirección de la corriente principal. Si la cuenca es pequeña ($A < 250 \text{ km}^2$ Según la clasificación mostrada en la tabla 2.2) se debe contar cuando menos con una cuadrícula de 4×4 , y entre mayor sea el área de cuenca, se debe aumentar el número de cuadros, pues de ellos depende la precisión de este método. La figura 3.4 ilustra el trazado de la malla sobre una cuenca.

En seguida de esto se miden las longitudes de las líneas de la malla dentro de la cuenca y se encuentra intersecciones y tangenciales de cada línea con curvas de nivel. (Luis, 2012).

Las pendientes en “x” y “y” se calculan con:

$$S_x = \frac{n_x D}{L_x}; \quad S_y = \frac{n_y D}{L_y} \quad (6)$$

Dónde:

D = Desnivel entre curvas de nivel (km).

n_x, n_y = número de intersecciones tangenciales de las líneas de la malla con las curvas de nivel en las direcciones “x” e “y” respectivamente.

L_x, L_y = Longitud total de las líneas de la malla en las direcciones “x” e “y” dentro de la cuenca. (Martínez, 2000)



Realizado lo anterior, la pendiente promedio se puede calcular de dos maneras, por el medio geométrico (ecuación 7) o por el método aritmético (ecuación 8).

$$Sc = \sqrt{Sx Sy} \quad (7)$$

$$Sc = \frac{Sx+Sy}{2} \quad (8)$$

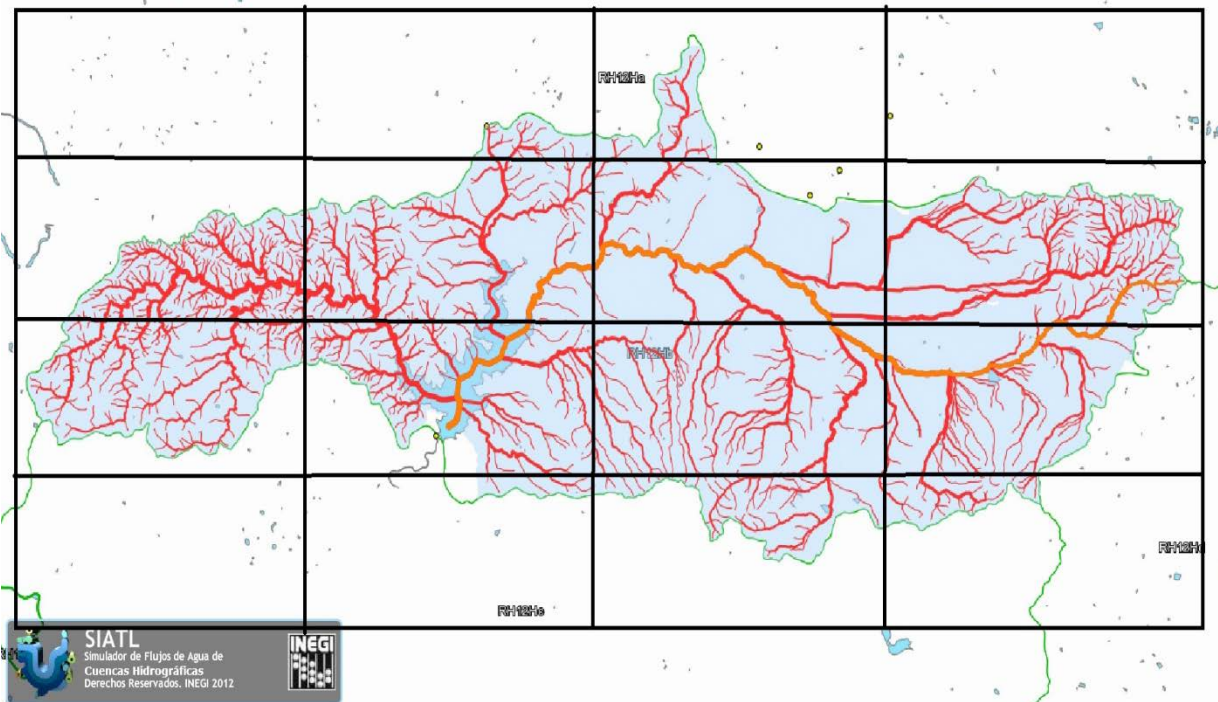


Figura 3.4 Elaboracion de la malla para el metodo de Horton

3.7.3 Método de Nash.

Este método a diferencia del de Horton si nos exige un mínimo de 100 intersecciones dentro de la malla que ira sobre la cuenca a calcular, es decir una malla cuando menos de 10x10 (Figura 3.5).

En cada intersección se mide la distancia mínima entre curvas de nivel, la cual se define como el segmento de recta de menor longitud posible pasando por el punto de intersección y se calcula la pendiente en cada punto. (Luis, 2012).



$$S_i = \frac{D_c}{d_i} \quad (9)$$

Dónde:

- Si= pendiente al punto.
- Dc= desnivel constante.
- di= Distancia mínima.

Obteniendo estas distancias se procede a calcular la pendiente media de la cuenca (ecuación 10).

$$S_c = \frac{\sum S_i}{n} \quad (10)$$

Dónde:

- Sc= pendiente media de la cuenca.
- Si= Pendiente al punto.
- n= número de intersecciones y tangenciales detectadas. (Luis, 2012).

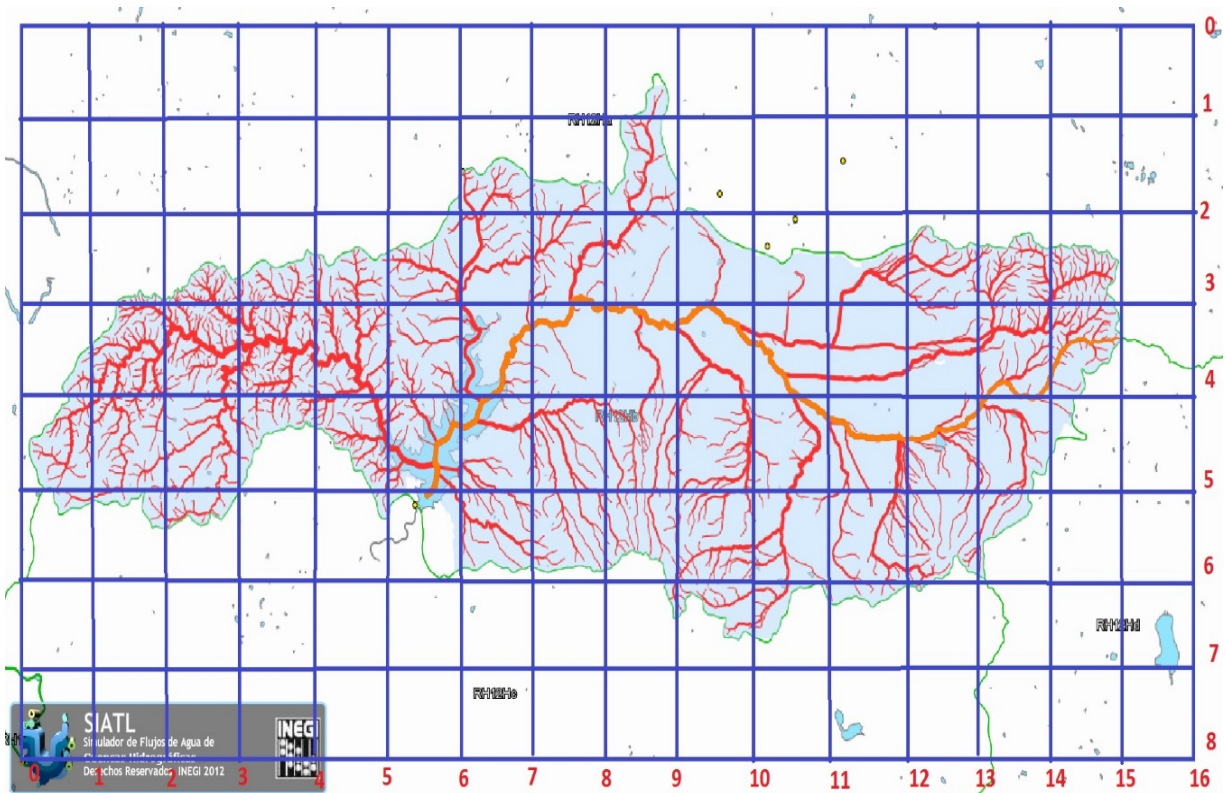


Figura 3.5 elaboración de la malla para el método de Nash



3.8 PRECIPITACIÓN MEDIA EN UNA CUENCA:

Para evaluar el volumen total de precipitaciones en una región, es necesario conocer la altura media de lámina de caída. Para el cálculo de la precipitación media en las cuencas, existen varios métodos, y los más utilizados son:

3.8.1 Método de la media aritmética: Este método considera como alturas de precipitaciones medias regionales, la media aritmética de los valores registrados en varias estaciones durante un período fijo de tiempo. (Llamas, 1989).

$$P = n^{-1} \sum_{i=1}^n P_i \quad (11)$$

Dónde:

P= Precipitación media en la cuenca.

n= número de estaciones.

P_i= precipitaciones registradas en la estación (i).

3.8.2 Método de Horton: La fórmula (12) permite medir la altura media de las precipitaciones cubiertas por un aguacero, y cuyo registro ha sido realizado en el centro de éste.

$$P = P_{max} e^{-kA^n} \quad (12)$$

Dónde:

P= precipitación media en mm.

P_{max}= precipitaciones máximas en el centro del aguacero, en mm.

A= superficie cubierta por el aguacero.

k, n= parámetros del aguacero.



3.8.3 Método de los Polígonos de Thiessen. Este método evalúa la altura media de precipitación sobre una cuenca tomando en cuenta las estaciones situadas dentro de la ella y las estaciones más cercanas.

Pasos a seguir para aplicar este método:

- I. En un mapa de la cuenca, dibujado a una escala adecuada, se localizan exactamente las estaciones hidrométricas.
- II. Se trazan segmentos de recta de estación a estación, de tal manera que dichos segmentos formen triángulos, cuidando que cada triángulo sea lo más parecido a un triángulo equilátero.
- III. De los lados de cada triángulo se trazan rectas mediatrices. La intersección de las tres mediatrices que parten de un mismo triángulo define un vértice de un polígono. Habrá tantos vértices como triángulos se hayan definido.
- IV. Los lados de los polígonos (de Thiessen) coinciden con los segmentos de las rectas mediatrices comprendidos entre cada uno de los vértices obtenidos en el punto anterior. Nótese que los polígonos definidos en la frontera de la cuenca suelen no cerrarse.
- V. El área de influencia en cada estación se supone limitada por el polígono que rodea dicha estación.
- VI. El área de influencia de una estación con respecto a la cuenca de estudio será la intersección del área de influencia de dicha estación y el área de la cuenca. (Martínez, 2000).

En la figura 3.6 se muestra el trazado de los polígonos de Thiessen sobre una cuenca hidrográfica, con ayuda del programa ArcView 3.0. Los puntos rojos, son las estaciones hidrométricas.

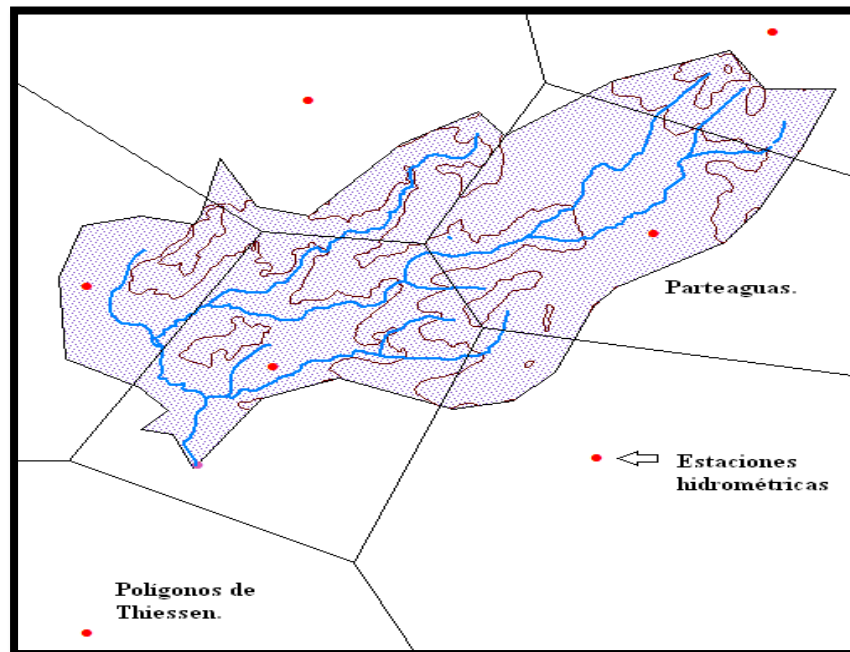


Figura 3.6 Trazo de polígonos de Thiessen, con Arcview 3.0



Con esta información se utiliza la siguiente la ecuación (13) para calcular la precipitación promedio en la cuenca.

$$P = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n p_i * A_i$$

(13)

Dónde:

P= Altura de precipitación media en la cuenca.

p_i = Precipitación medida en la estación i , en milímetros (mm).

A_i =Área de influencia dentro de la cuenca de la estación i , en km^2 .

A= Área total de la cuenca.

3.8.4 Método de las isoyetas:

Una isoyeta es una curva que une puntos con igual altura de precipitación. Estas se pueden trazar para un mes, una tormenta o la duración que se requiera (Figura 3.7).

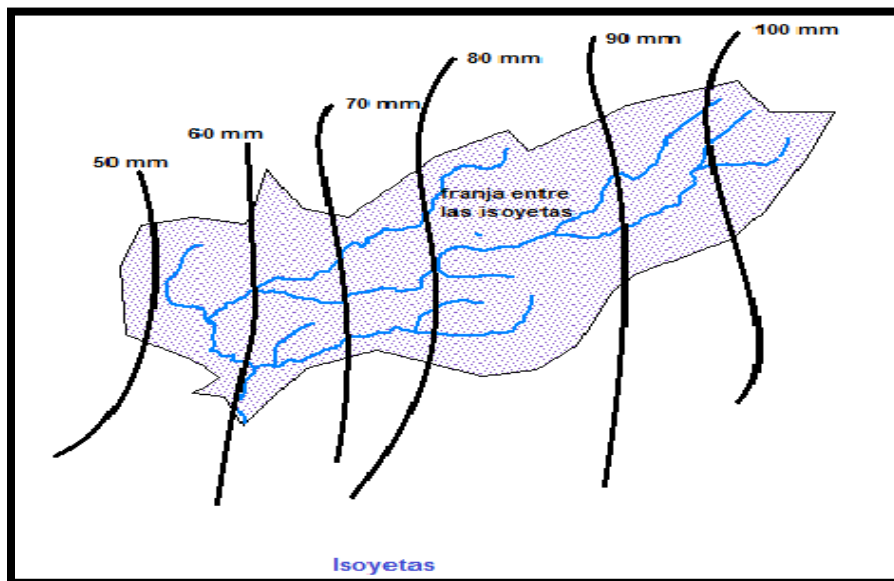


Figura 3.7 Ilustración de Isoyetas cortando una cuenca

Para este método se calcula el área entre cada dos isoyetas, y se multiplica por la media de la precipitación entre ambas. Al final se hace la sumatoria de todas y se divide con el área de la cuenca. (Ecuación 14)



$$P = \frac{1}{A} \sum_{1}^{n} P_i * A_i$$

(14)

Dónde:

P= Altura de precipitación media de la cuenca.

pi= Precipitación de la franja i, obtenida con el promedio de la precipitación de las isoyetas que rodean dicha franja, en milímetros (mm)

Ai= Área de la franja i, en km².

n= número de franjas.

3.9 PRECIPITACIÓN NACIONAL.

El principal factor de estudio de este trabajo es conocer el área drenada en diversas regiones del país, para lo cual conocer la precipitación media dentro del país es indispensable. Una vez analizados los métodos para la precipitación promedio, se presenta el valor de estos cálculos para las regiones hidrológico-administrativa del país según la CONAGUA y la Coordinación General del Servicio Meteorológico nacional (Tabla 3.2).

Al 2000, la precipitación normal promedio del país fue 760 mm anuales. La distribución es bastante irregular, siendo las regiones hidrológicas administrativas III, IV, V, VIII, IX, X, XI, y XII las que presentan una distribución por arriba del promedio nacional, con áreas muy húmedas en las vertientes del Pacífico sur y Golfo de México al suroeste, sur y sureste. Las regiones que presentan un comportamiento por debajo de la media nacional son: I, II, VI, VII y en menor medida la XIII. Acentuándose este déficit de precipitación principalmente en la parte centro norte en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango Nuevo León, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas y en mayor medida el noroeste del país en Sonora y las Baja Californias, con promedios oscilantes de los 56 mm a los 200 mm anuales de precipitación acumulada anual (Atlas Digital del Agua, 2012).

En la figura 3.8 se ilustra la precipitación promedio mensual en la república mexicana.



Tabla 3.2 Precipitaciones 1971-2000 por región hidrológico-administrativa, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2012.

Precipitación pluvial normal mensual histórica por región hidrológico-administrativa, en el periodo de 1971 a 2000														
No	Región hidrológico-administrativa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
I	Península de Baja California	23.4	21.6	16.9	4.2	1.2	0.7	9.1	23.3	23.6	11.8	11.6	21.3	168.6
II	Noroeste	24.9	22.9	13.2	5.4	4.9	17.6	111.2	107.4	56.3	28.5	19.6	33.2	445.2
III	Pacífico Norte	26.9	11.7	5.2	4.6	8.2	61.9	188.3	192.9	136.3	53.6	29.2	28.0	746.9
IV	Balsas	14.9	5.2	5.8	13.6	51.6	186.4	197.5	192.0	189.0	83.5	16.3	7.0	962.9
V	Pacífico Sur	9.1	8.0	7.5	20.4	78.5	243.6	204.7	225.2	249.2	111.1	20.9	8.9	1187.2
VI	Río Bravo	16.2	12.0	9.6	16.1	30.6	49.6	75.1	80.6	80.5	36.2	14.8	16.9	438.3
VII	Cuencas Centrales del Norte	16.2	6.2	4.9	12.0	27.0	59.5	86.9	86.1	71.7	32.0	12.6	14.7	429.8
VII I	Lerma-Santiago-Pacífico	21.8	6.3	3.1	6.3	23.4	130.9	201.2	185.1	149.5	58.7	17.6	12.3	816.3
IX	Golfo Norte	26.5	17.2	20.6	40.1	76.3	142.0	145.0	129.5	175.7	82.4	29.5	28.8	913.6
X	Golfo Centro	44.9	34.1	29.9	40.6	84.7	225.6	254.7	252.7	281.0	161.5	88.1	60.5	1 558.2
XI	Frontera Sur	60.3	52.1	38.0	52.0	135.3	278.1	219.1	266.1	332.0	222.2	114.3	76.9	1 846.5
XII	Península de Yucatán	48.2	31.4	28.7	37.7	83.0	171.9	158.3	172.6	212.0	147.0	75.5	51.9	1 218.4
XII I	Aguas del Valle de México	9.5	8.2	12.7	27.7	56.0	104.6	114.8	104.3	97.9	50.4	12.8	7.0	606.0
Total nacional		25.4	17.1	13.4	18.2	41.2	104.7	136.5	139.7	136.4	69.8	30.9	26.8	759.9

La Figura 3.9 presenta la precipitación normal del país en el periodo de 1971 a 2000 la cual fue de 760 milímetros. Entendiéndose por precipitación normal a la precipitación medida para un periodo uniforme y relativamente largo, el cual debe tener como mínimo 30 años de datos, lo que se considera como un periodo climatológico mínimo representativo, y que inicie el 1° de enero de un año que termine en uno y finalice el 31 de diciembre de un año que termine en cero (Atlas Digital del Agua, 2012).

Mientras que la figura 3.10 ilustra los colores utilizados para marcar el mapa, de acuerdo a la precipitación anual.



Precipitación pluvial media mensual histórica en México en el periodo 2000 a 2011 (milímetros)

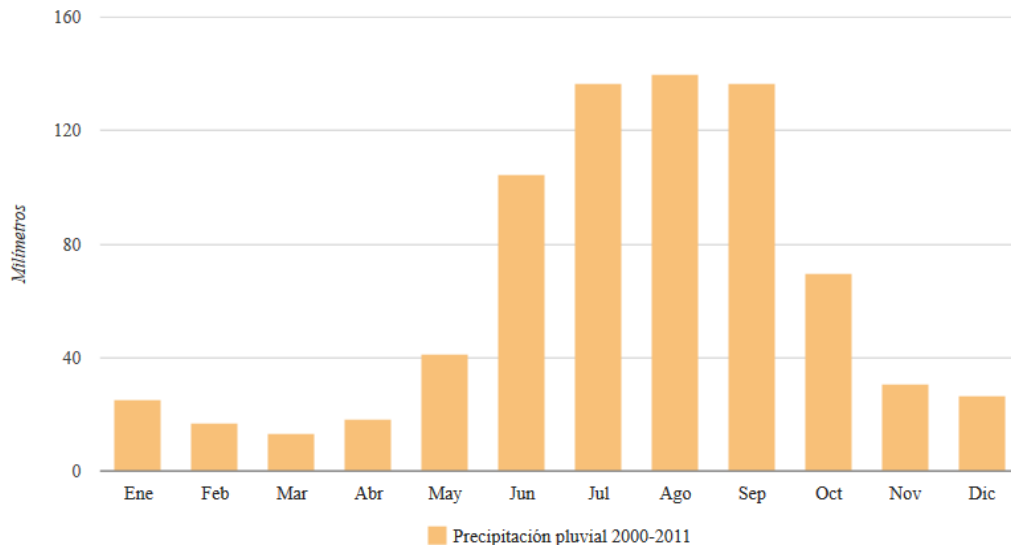


Figura 3.8 Grafica precipitación mensual histórica, 2000-2011, Atlas Digital del Agua, 2012

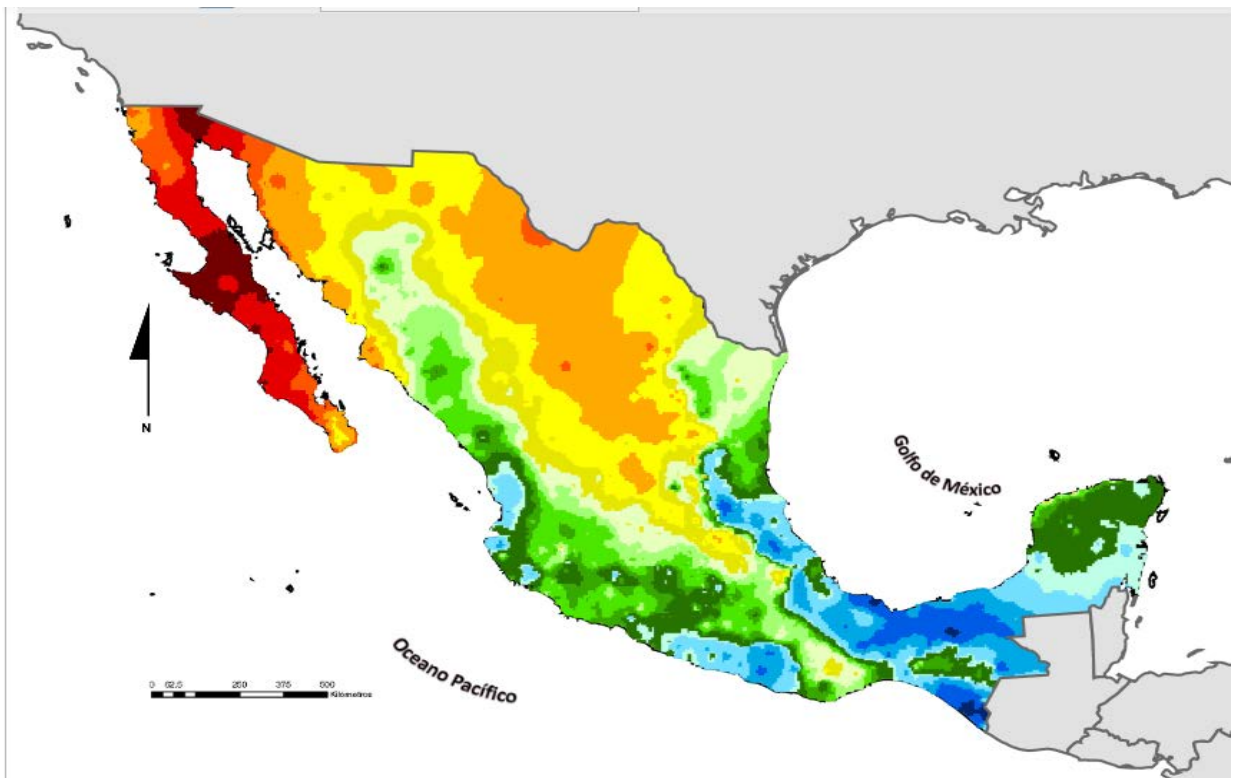


Figura 3.9 Mapa de precipitación promedio anual, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2013

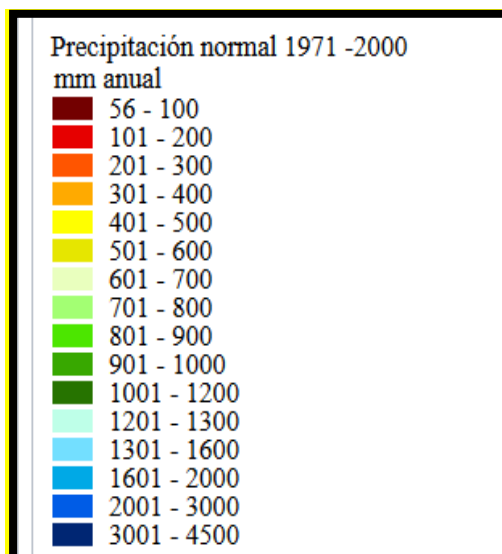


Figura 3.10 Colores ilustrativos de la precipitación en la figura 3.9, Atlas Digital del Agua, CONAGUA, 2013

3.10 ÁREA DRENADA EN UNA CUENCA.

El área drenada de la cuenca, es el factor principal a analizar en este trabajo. En el capítulo anterior se proporcionó la definición del Área de una cuenca, pero es necesario aclarar aunque el área está dada por un parteaguas que rodea las partes altas de dicha cuenca y que por lo consiguiente todo el terreno de la cuenca debería escurrir hacia un caudal principal.

No es esto acertado en todos los casos, pues en muchas cuencas existen depresiones de terreno cobijadas por levantamientos de éste, y ellas quedan muchas veces aisladas del resto de la cuenca, concentrando todas sus aportaciones en una pequeña laguna o algún pozo (cuencas endorreicas). O bien, ciertas zonas de la cuenca no tienen pendiente suficiente para aportar el agua que se precipita sobre ellas aun cauce, esto dependiendo el material que componga esta zona y puede evaporarse este líquido o bien filtrarse al subsuelo (corrientes efímeras).

Por lo cual no es posible decir que toda el área delimitada por los puntos más altos en una cuenca corresponde al área drenada de la cuenca, por muy parecida que en muchos casos sean éstas, pueden existir esas pequeñas diferencias que llevan a realizar esta investigación.

Es decir, la topografía de un terreno es muy variable, y no siempre responde a lo esperado para el escurrimiento, existiendo variaciones drásticas en esta lo cual ocasiona problemas en las estimaciones del área drenada.

La figura 3.11 muestra un ejemplo del como el SIATL reconoce estas zonas donde el agua no escurre a algún cauce y por lo tanto no aporta a este, ocasionando el área drenada no sea similar al área de la cuenca.

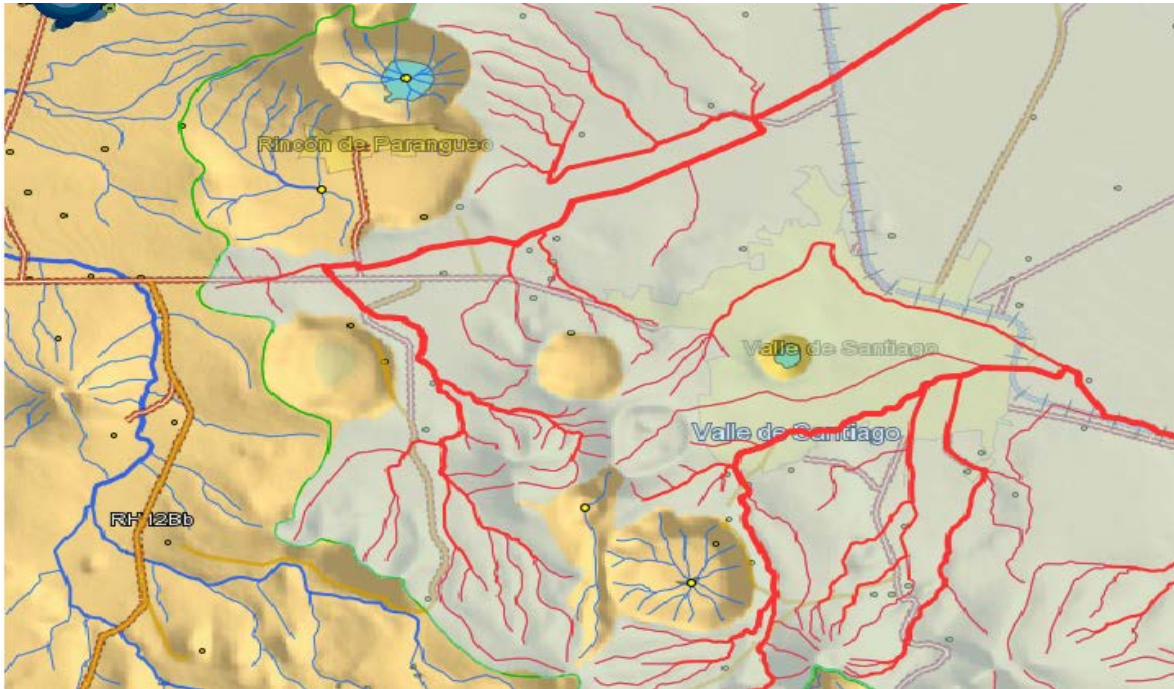


Imagen 3.11 Microcuencas dentro de una cuenca, lo cual modifica el área drenada total, SIATL, INEGI, 2013



3.11 SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas).

PRESENTACIÓN.

El SIATL (Simulador de Flujos de Agua de cuencas hidrográficas) versión 2.2, creado por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), es definido en su página web (http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/index.html#) como:

El simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas “SIATL” es una aplicación geoespacial que facilita la construcción de escenarios orientados a la toma de decisiones para apoyar diversos proyectos como: ordenamiento territorial, administración del agua, prevención de desastres, construcción de infraestructura, estudios ecológicos, entre otros. (SIATL, 2013).

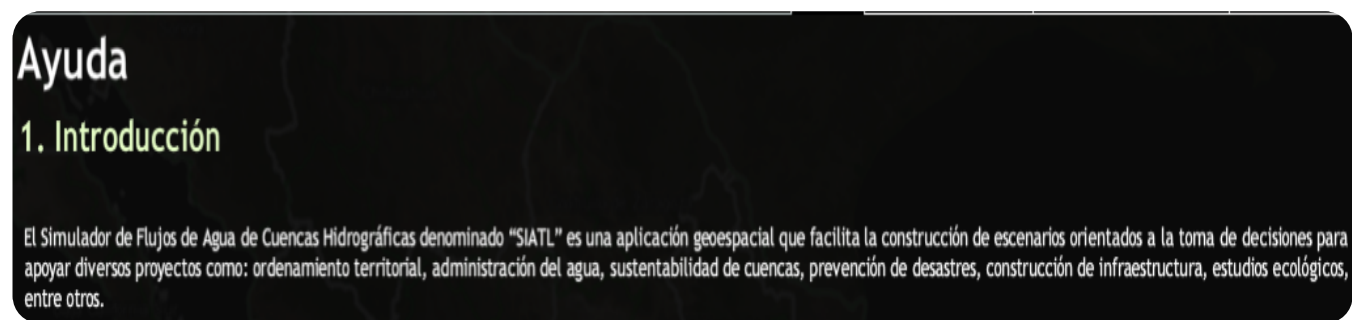


Figura 3.12 Pestaña de ayuda de la aplicación, SIATL 2.2, INEGI, 2013

Esta aplicación fue creada de acuerdo el INEGI con el fin de cubrir ciertas necesidades de información en el país y para la modulación de proyectos preventivos. En la introducción esta aplicación nos explica lo siguiente:

Introducción:

“Actualmente, el tema del agua reviste gran importancia por su escasez, degradación y riesgo que representan las avenidas de ríos, deslaves e inundaciones ocasionadas por lluvias intensas, además de considerarse un asunto estratégico para las políticas de los gobiernos.”

En este sentido y dada la necesidad de proveer información vectorial a mayor detalle como apoyo a lo mencionado, el INEGI generó la Red Hidrográfica escala 1:50 000 la cual modela el drenaje superficial de una cuenca hidrográfica, así como esta aplicación que permite a los usuarios consultar y analizar dicha información (SIATL, 2013).

Yendo a la parte de introducción a la aplicación web, nos da algunas opciones que se presentan a los usuarios en el administrador de capas. (Figura 3.13)



- *En el administrador de capas*

- *Desagrupación de localidades urbanas, localidades rurales, regiones hidrográficas, cuencas, subcuencas.*

- *Se incluyen como capa las etiquetas de nombres de localidades.*

- *Función para acercar a los rasgos descritos en el grupo de capas “Sitios de Interés” (grupo dinámico que se estará actualizando).*

- *Ampliación de la herramienta “Identificar” para consultar las variables del Censo de Población y Vivienda 2010 para estados y municipios.*

- *Configuración para visualizar coordenadas en grados sexagesimales (grados, minutos, segundos) o grados decimales.*

- En el administrador de capas
 - Desagrupación de localidades urbanas, localidades rurales, regiones hidrográficas, cuencas, subcuencas.
 - Se incluyen como capa las etiquetas de nombres de localidades.
 - Función para acercar a los rasgos descritos en el grupo de capas “Sitios de Interés” (grupo dinámico que se estará actualizando).
- Ampliación de la herramienta “Identificar” para consultar las variables del Censo de Población y Vivienda 2010 para estados y municipios.
- Configuración para visualizar coordenadas en grados sexagesimales (grados, minutos, segundos) o grados decimales.

Figura 3.13 Portada de inicio de la página web, http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/index.html#

Se observa en la portada de esta aplicación (Figura 3.13) las ventajas que tiene la versión 2.2, sobre la anterior, así como varias opciones nuevas para el usuario. En el primer cuadro de imágenes nos ilustra que entre las novedades esta:

Análisis del área de escurrimiento (Figura 3.14).

- Población, vivienda y servicios.
- Distribución de vegetación.
- Temperatura y precipitación media.
- Lluvia probabilística.

Cartografía participativa.

- Listado de fotografías.



Figura 3.14 Primer cuadro de imágenes en la portada de la aplicación SIATL 2.2, INEGI, 2013

En el segundo cuadro de ilustraciones, se describen otras opciones que brinda esta página web (Figura 3.15).

Además de:

- Módulos ambientales 2011 INEGI.
- Servicios atmosféricos.
- Vista 3D.
- Exportar datos tabulares.
- Descarga de la red hidrográfica.
- Actualización.



Figura 3.15 segundo cuadro de imágenes en la portada del SIATL 2.2, INEGI, 2013



3.12 USO DEL SIATL.

Como fue mencionado la página web donde encontramos esta aplicación responde a la siguiente dirección: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/index.html# donde se muestra la pantalla de inicio ilustrada por la figura 3.16.



Figura 3.16 Página de inicio, aplicación SIATL 2.2, INEGI, 2013

Para ingresar a esta aplicación y por consiguiente con la información que nos interesa, tenemos dos opciones:

- Entrar directamente, dando clic en la pestaña de “Entrar” (Figura 3.17).
- Ingresar como colaborador (Figura 3.18), allí se pide un nombre de Usuario y Contraseña.

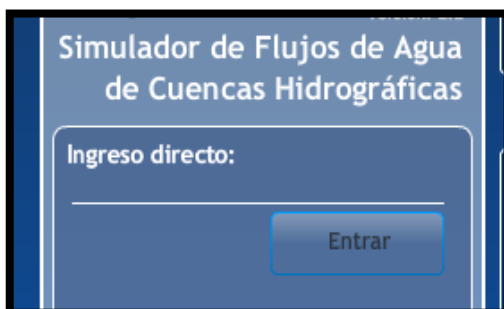


Figura 3.17 Ingreso directo al SIATL 2.2

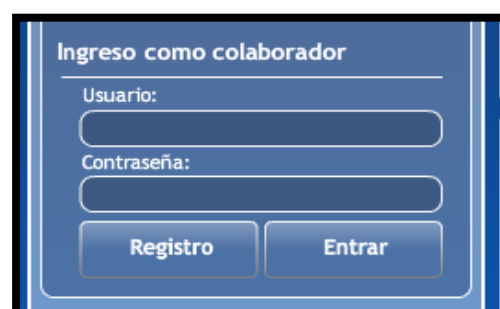


Figura 3.18 Ingreso al SIATL 2.2, como colaborador

Si uno ingresa como colaborador la página solicita registro, haciendo clic en la pestaña de registro, de ahí abre la ventana ilustrada en la figura 3.19, donde además de todo nos explica el registro es



para quienes desean colaborar con fotografías de los rasgos hidrológicos y en la mejora de la red, a través de observaciones.

Figura 3.19 Pestaña de ingreso como colaborador para la aplicación SIATL 2.2, INEGI, 2013

Una vez habiendo ingresado a esta aplicación, ya sea como colaborador o por ingreso directo, se nos presenta el mapa de la república mexicana con división estatal, en líneas blancas, y por división en regiones hidrológicas por medio de las líneas color verde (figura 3.20).

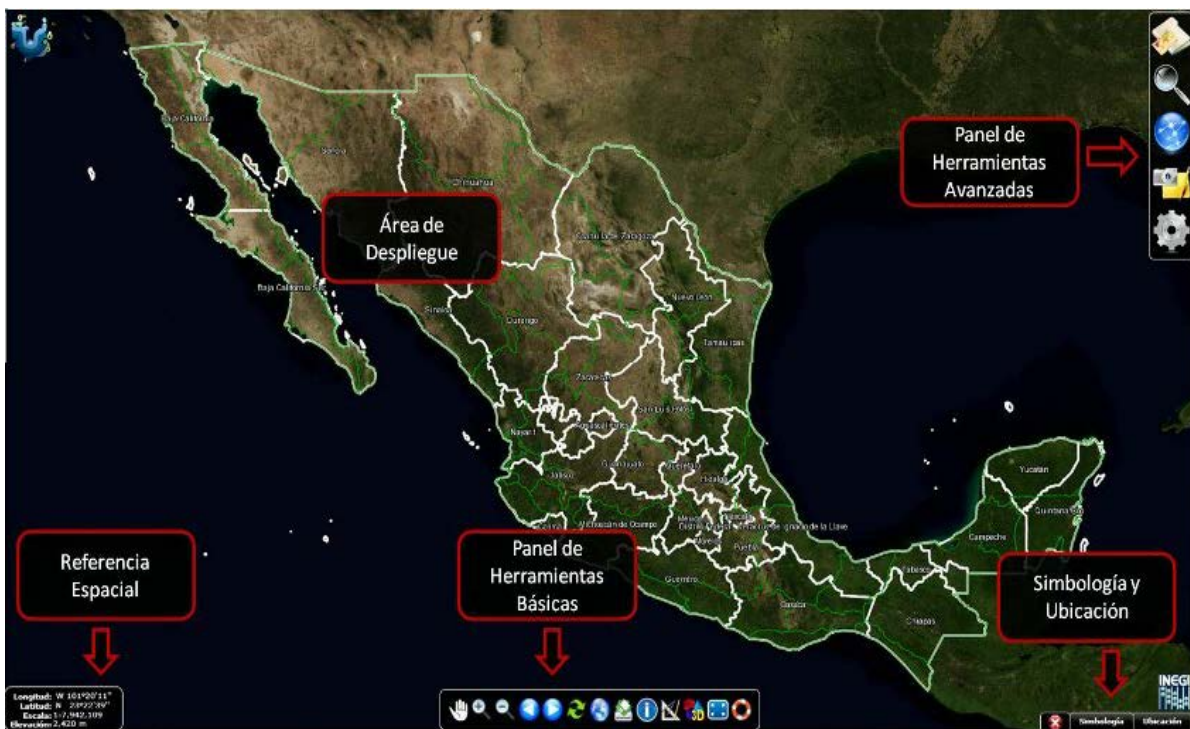


Figura 3.20 mapa de la república mexicana, ingreso a la página SIATL 2.2, INEGI, 2013



En la figura 3.20 se señala cada una de las secciones que componen este mapa. Y con las cuales el usuario debe interactuar para la obtención de los datos deseados.

En la opción de ayuda (Figura 3.21), en el punto “3. Entorno” se describe cada uno de las secciones mostradas (Figura 3.20).

- Referencia espacial: información espacial en coordenadas geográficas y elevación geodésica en metros de la ubicación del cursor, así como de la escala de lo visualizado.
- Panel de herramientas básicas- funciones de visualización además de otras para medición de distancias y áreas, visualización en 3D, captura de imagen y descarga de la red hidrográfica, así como la ayuda (Figura 3.21)
- Simbología y ubicación- Referencia de capas activas y ubicación de la vista respecto al contexto nacional.
- Herramientas avanzadas. Panel con herramientas para administración de las capas de información, búsqueda de sitios en cuatro modalidades, funciones de redes para analizar escorrentías y áreas drenadas, además del medio de cartografía participativa con inserción de observaciones y fotografías.

Todo esto será detallado en la parte de “Descripción de las herramientas” dentro de este mismo capítulo.



Figura 3.21 símbolo de ayuda del SIATL 2.2, INEGI, 2013



3.12.1 INFORMACION DISPONIBLE DEL SIATL.

El SIATL en la pestaña de ayuda (Figura 3.21), nos brinda los datos de la información contenida en el programa. En el inicio de esta pestaña nos menciona que “Corresponde a todas las capas de información mediante las cuales se pueden realizar consultas y las cuales han sido agrupadas para facilitar su manejo de la siguiente manera”: (SIATL, INEGI, 2013).

Subtemas:

1 Rasgos hidrográficos:

Que incluye: Nombres de los rasgos hidrográficos, cuerpos de agua y coeficientes de escurrimiento que incluyen factores como cobertura digital, permeabilidad del suelo, cantidad de precipitación y pendiente del terreno.

2 Red hidrográfica 1:50 000.

Comprende datos de la Estructuración de la red hidrográfica en su edición 2.0, siendo las siguientes: direcciones del flujo, puntos de drenaje, clasificación de la red con magnitud de orden (Strahler) unidades de captación de aguas superficiales y nivel jerárquico de corrientes.

3 Vías de transporte.

Comprende información extraída de datos topográficos 1:50 000

Caminos, carreteras (en base al atlas de la SCT, 2007) y vías de ferrocarril.

4 Geoestadístico y social.

Información del censo más reciente: Localidades rurales y urbanas, con variables del censo de población y vivienda 2010, núcleos agrarios, división estatal y municipal.

5 División cartográfica.

Caneva 1:50,000.

6 Altimetría.

Capas para conocer el relieve: curvas de nivel equidistantes a cada 20 metros, y modelo de relieve.

7 Servicios de imagen.

Imagen cartográfica 1:50,000 (cartas topográficas digitales georreferenciadas), ortofotos 1:20,000, imagen de satélite spot 2009 e imagen global MODIS NASA.

8 Sitios de interés.

Infraestructura o áreas de desastre.

9 Visualización de acuerdo a escala (Figura 3.22).



Capa de Información	Visible entre Escalas:	
	A partir de:	Hasta:
Grupo "Rasgos Hidrográficos"		
Nombres de Rasgos Hidrográficos	1:200 000	1:3 500
Cuerpos de Agua 1:50 000	1:300 000	1:3 500
Coefficiente de escurrimiento 1:250 000	1:800 000	1:10 000
Grupo "Red Hidrográfica 1:50 000"		
Direcciones de Flujo	1:200 000	1:3 500
Puntos de Drenaje	1:200 000	1:3 500
Red Hidrografica	1:2 300 000	1:3 500
Regiones 1:50 000	1:14 000 000	1:3 500
Cuencas 1:50 000	1:14 000 000	1:3 500
Subcuencas 1:50 000	1:14 000 000	1:3 500
Grupo "Vías de Transporte 1:50,000"		
Caminos	1:50 000	1:3 500
Carreteras	1:750 000	1:3 500
Vías de Ferrocarril	1:250 000	1:3 500
Grupo "Geoestadístico y Social"		
División Estatal, Municipal y Localidades	1:14 000 000	1:3 500
Etiquetas de: Estados, Municipios y Localidades	1:5 000 000	1:3 500
Núcleos Agrarios	1:750 000	1:3 500
Grupo "Altimetría"		
Curvas de Nivel 1:50 000	1:75 000	1:3 500
Modelo de Relieve - Sombreado	1:14 000 000	1:50 000
Modelo de Relieve para Anaglifos	1:350 000	1:3 500
Modelo de Relieve - Hipsográfico	1:14 000 000	1:2 500 000
Grupo "Servicios de Imagen"		
Imagen Cartográfica 1:50 000	1:14 000 000	1:3 500
Ortofoto 1:20 000	1:300 000	1:3 500
Imagen Spot 2009	1:300 000	1:3 500
Imagen Global MODIS NASA	1:14 000 000	1:300 000
Grupo "División Cartográfica"		
Caneva 1:50 000	1:500 000	1:3 500
Grupo "Sitios de Interés"		
Contenido	1:250 000	1:3 500

Figura 3.22 Escalas de las capas de información en el SIATL 2.2, INEGI, 2013



3.12.2 HERRAMIENTAS BASICAS DEL PANEL DE CONTROL (Figura 3.23).

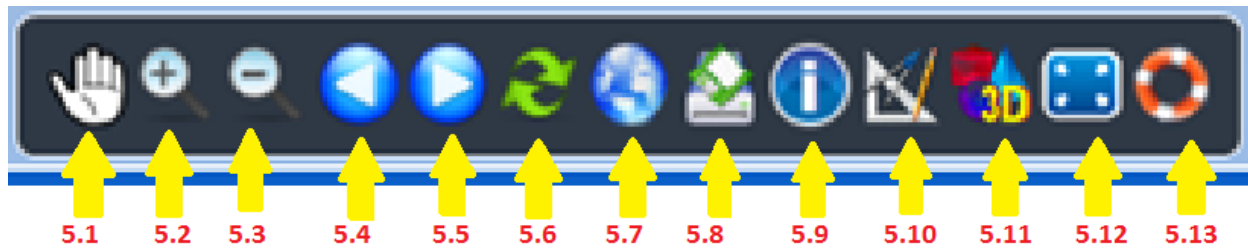


Figura 3.23 Panel de herramientas avanzadas, SIATL, INEGI, 2013

5.1 Mover: Esta herramienta permite desplazar el mapa con el mouse, dando clic y arrastrando el mapa sin soltarlo.

5.2 Acercar: Permite dar zoom a la zona seleccionada del mapa con un clic.

5.3 Alejar: Permite seleccionar el área de alejamiento con un clic en la zona.

5.4 Vista anterior: Permite regresar a la vista anterior en la pantalla.

5.5 Siguiete vista: Se puede usar después de vista anterior para regresar a la vista previa.

5.6 Actualizar: Actualiza los datos en el mapa.

5.7 Extensión máxima: Coloca las coordenadas máximas de visualización.

5.8 Guardar imagen: Permite generar una imagen extensión .jpg o .png o descargar la red hidráulica con los Shapes en un archivo .zip

5.9 Información: Muestra los datos del elemento seleccionado.

5.10 Medir distancia o área: Permite realizar mediciones de una ruta o área.

5.11 Vista 3D: traza el escenario actual a vista 3D.

5.12 Pantalla completa: Aumenta el tamaño de la pantalla.

5.13 Ayuda: abre el panel de ayuda.



3.12.3 HERRAMIENTAS AVANZADAS.

El SIATL, nos presenta un cuadro de herramientas avanzadas (Figura 3.24), en el cual los usuarios se deben apoyar para filtrar la información que es de su interés o bien para realizar cálculos hidrológicos o geográficos que lleven a la obtención da la información necesaria.



Figura 3.24 Panel de herramientas avanzadas, SIATL, INEGI

I.- Administrador de capas (Figura 3.25).

En esta opción se activa o desactiva las capas de información de la aplicación.



Figura 3.25 Uso de la pestaña “Administrador de capas”, SIATL, INEGI, 2013



II.- Búsquedas (Figura 3.26).

En esta pestaña es posible buscar la región hidrológica o cuenca de interés, por medio de: la división política (Estado, Municipio o localidad), Subcuenca (nombre o clave), Raso hidrográfico (rio, arroyo, presa, lago, etc.) o por coordenada. (Figura 3.26).

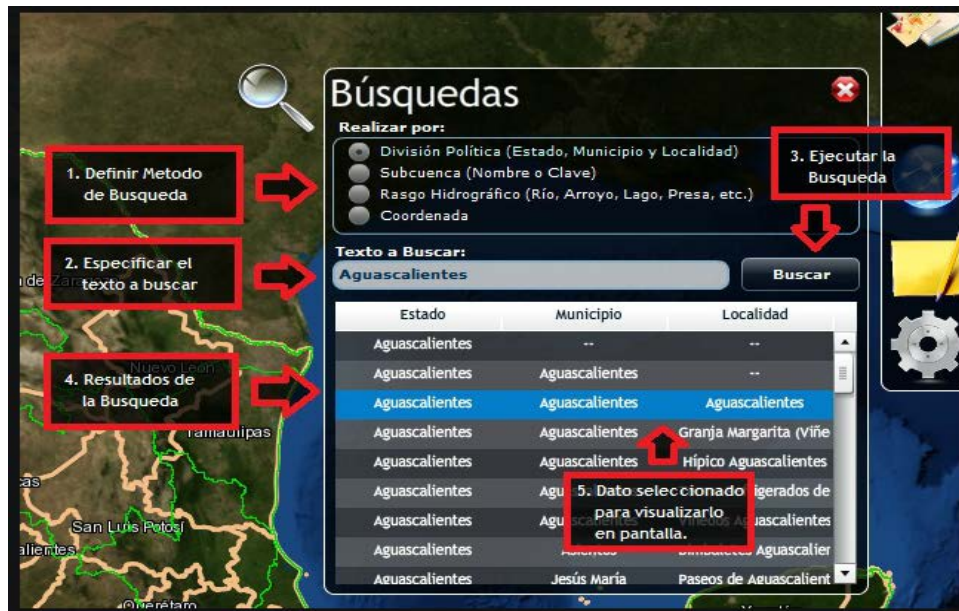


Figura 3.26 Uso de la pestaña “búsqueda”, SIATL, INEGI, 2013

III.- Configuración (Figura 3.27).

Permite cambiar la referencia entre grados sexagesimales y decimales, así como habilitar el fondo.



Figura 3.27, Pestaña de Configuración, SIATL, INEGI, 2013



IV.- Administrador de capas (cartografía participativa) (Figura 3.28).

Esta opción tiene dos funciones, si se entra en la pantalla de inicio, en la opción de “Ingreso directo” (Figura 3.28) nos permite observar las imágenes que los usuarios incorporan a la aplicación. Y si se ingresa como “Colaborador” es posible participar con las fotografías que uno tenga de la región o zona de estudio. Esto mismo se aplica para las observaciones existentes de la zona o las que uno puede agregar.

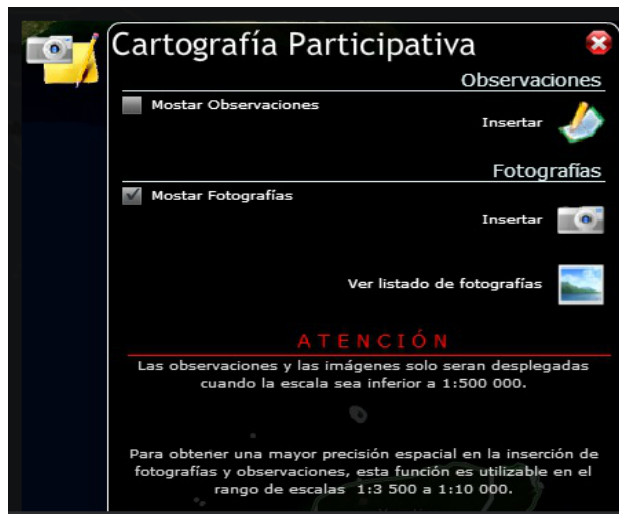


Figura 3.28 Pestaña de Cartografía participativa, SIATL, INEGI, 2013

V.- Simbología (Figura 3.29).

La aplicación cuenta con diferentes símbolos dentro de los mapas o capas, por lo cual nos brinda en la esquina inferior derecha, un cuadro con la explicación de cada uno de estos símbolos (Figura 3.29).



Figura 3.29 Cuadro de simbología, SIATL, INEGI, 2013



VI.- Funciones de redes (Figura 3.30)

La pestaña de funciones de redes (Figura 3.30) es la herramienta principal para este trabajo de tesis, pues en ella vienen la mayoría de opciones para el cálculo de las características hidrológicas de las cuencas. Por lo cual desgloso cada una de sus opciones y menciono como la aplicación en base a métodos establecidos realiza estos cálculos.

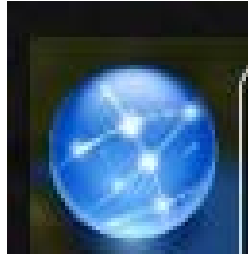


Figura 3.30 Pestaña de funciones de redes, SIATL, INEGI, 2013

VII.-Flujos de corrientes aguas arriba (Figura 3.31)

Tocando con el mouse un segmento de la red hidrográfica se muestran con rojo los ríos tributarios en sentido aguas arriba al cauce seleccionado, acotado a la divisoria de la Subcuenca y el cauce principal se resalta de color naranja (Figura 3.31).

Además de esto en algunas regiones se muestra el polígono de captación o AREA DRENADA, en función de la existencia de información procesada y derivada del modelo digital de elevación. **De tal manera que la función para determinar el área, estará condicionada a la existencia de datos.** (SIATL, 2013).

El SIATL nos indica que para las cuencas en donde no determine este valor se puede calcular manualmente con alguna herramienta para medición.

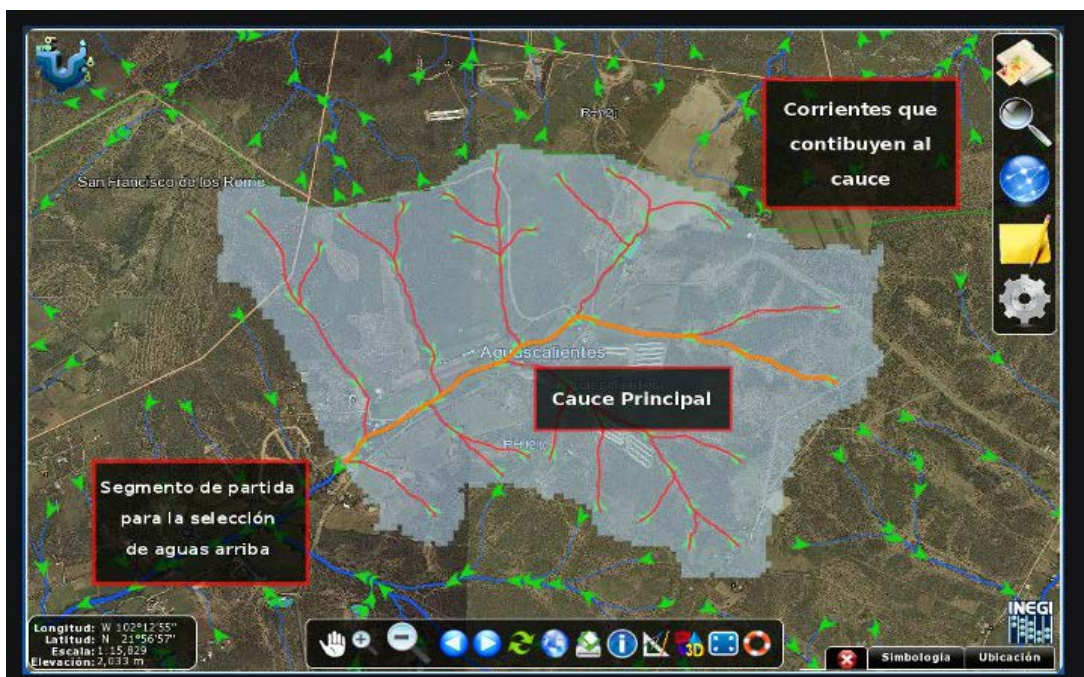


Figura 3.31 Uso de la pestaña "Flujos de corrientes aguas arriba", SIATL, INEGI, 2013



VI.II.- Flujo Corriente Abajo (Figura 3.32)

Dando un clic sobre el segmento de la red hidrográfica, en color rojo se muestra la trayectoria en dirección aguas abajo hasta la divisoria de la Subcuenca. (SIATL, 2013).

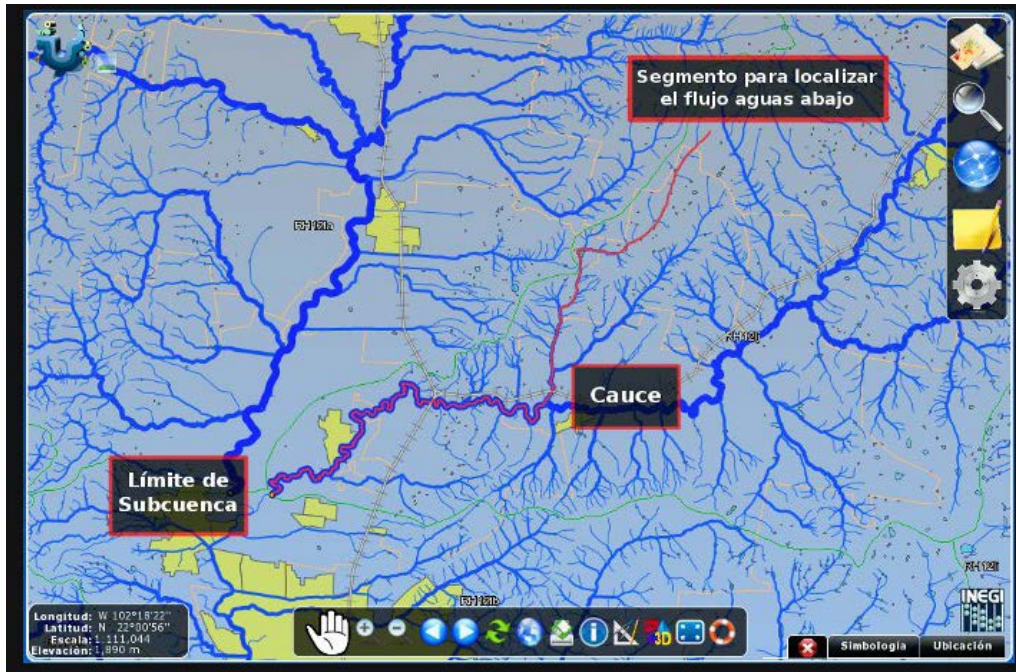


Figura 3.32 Uso de la pestaña “Flujo Corriente Abajo” SIATL, INEGI, 2013

VI.III.- Intersección de localidades (Figura 3.33 y 3.34)

Muestra todas aquellas localidades urbanas o rurales que se encuentran en un margen de la líneas de flujo que previamente fueron seleccionadas con las funciones de “Flujos de corrientes Arriba” o “Flujos de Corrientes Abajo” (SIATL, 2013).



Figura 3.33 Uso de la pestaña Intersección de localidades, SIATL, INEGI, 2013

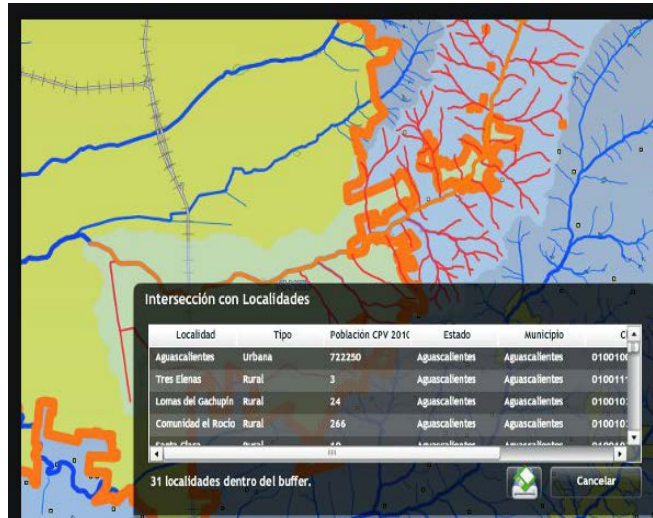


Figura 3.34 Resultados de la pestaña Intersección de localidades, SIATL, INEGI, 2013

VI.IV.- Ver selección (Figura 3.35).

Permite ver todas las corrientes de agua resultado de ejecutar las funciones de flujo



Figura 3.35 Icono de Ver selección, SIATL, INEGI, 2013

VI.V.- Limpiar sección (Figura 3.36).

Limpia los datos seleccionados, ya sean corrientes de agua o localidades.

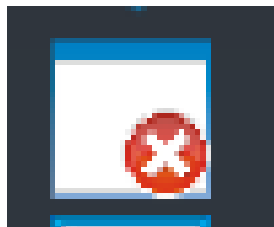


Figura 3.36 Icono de Limpiar sección, SIATL, INEGI, 2013



VI.VI.- Perfil de elevaciones (Figura 3.37).

Herramienta que grafica el perfil de elevaciones de la zona en la que se encuentra uno situado, a partir de 2 puntos dados, con una máxima de distancia de 5 kilómetros. Un ejemplo del resultado de crear una grafica con esta herramienta se muestra en la figura 3.38.

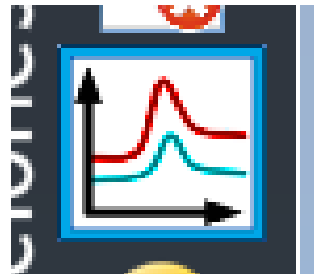


Figura 3.37 Icono de Perfil de elevaciones, SIATL, INEGI, 2013

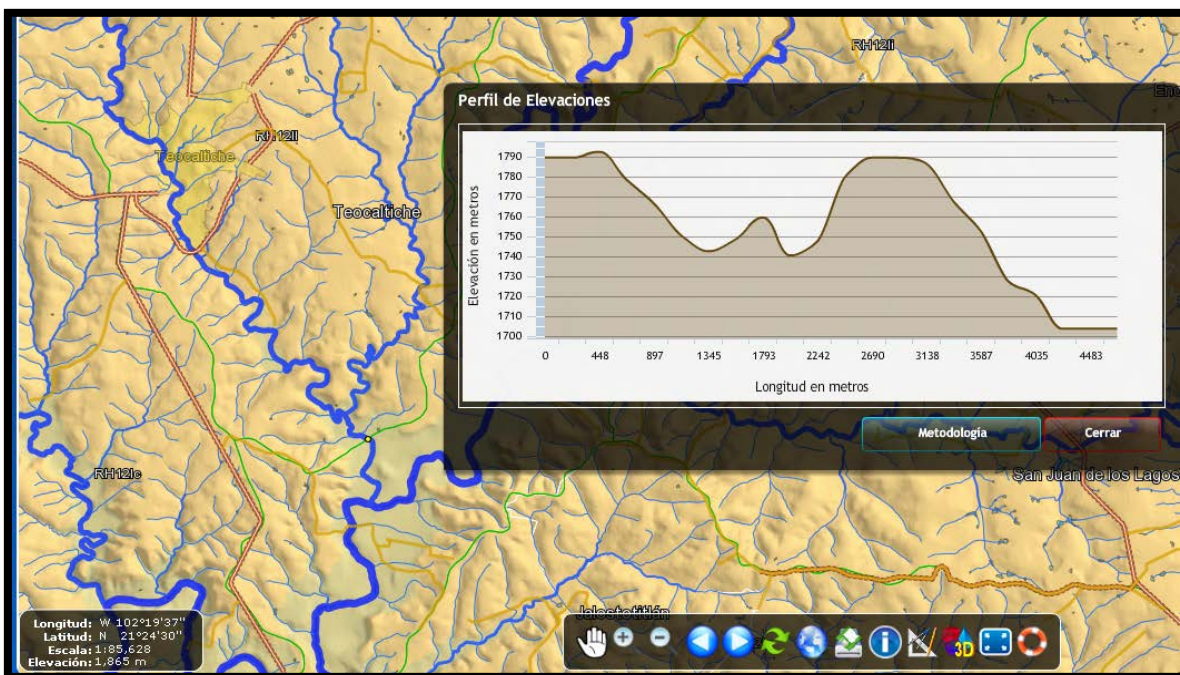


Figura 3.38 Trazo de un Perfil de elevaciones en la coordenada W 102°19'37", N 21°24'30" SIATL, INEGI, 2013

VI.VII.- Análisis del área de escurrimiento (Figura 3.39).

Esta herramienta realiza un análisis de área de escurrimiento o micro cuenca generada y proporciona graficas sobre población, vivienda, servicios, vegetación, temperaturas, precipitaciones promedio, lluvia y probabilística. Todo esto previo a la generación de un “Flujo corrientes arriba”.

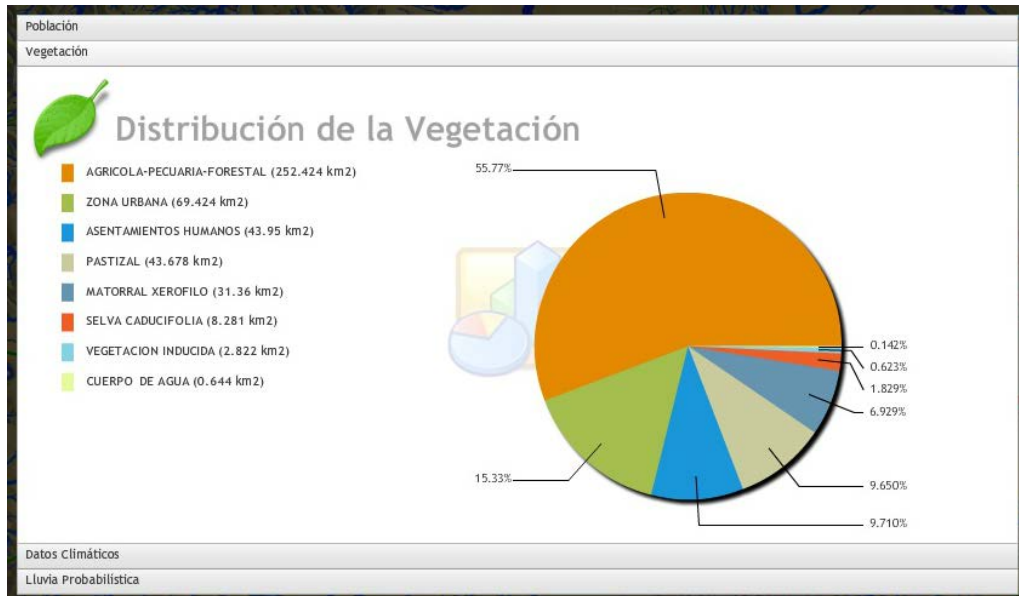


Figura 3.39 Resultados del proceso de la pestaña área de escurrimiento, SIATL, INEGI, 2013

VII.- Indicadores.

El presente apartado es el de mayor importancia de la aplicación para el desarrollo de este trabajo de tesis, pues en él encontraremos la mayor parte de los datos sujetos a la comparación propuesta.

Por lo cual se explica detalladamente los métodos utilizados por la aplicación para la obtención de estos valores.

VII.I.- Indicadores morfométricos (Figura 3.40).

Con esta función se determinan algunos valores morfométricos del cauce principal (color naranja) para el caso de la selección con la función de flujos corriente Arriba o del cauce seleccionado Flujo Corriente Abajo (SIATL, 2013).

Los índices son:

- Elevación máxima
- Elevación mínima.
- Elevación media.
- Longitud
- Pendiente media.
- Tiempo de concentración.
- Área (de la microcuenca o escorrentía, sólo para la función Flujo Corrientes Arriba y disponibilidad de la información procesada del modelo digital de elevación de esa Subcuenca)



Figura 3.40 Indicadores morfométricos, SIATL, INEGI, 2013

VII.II.- Perfil de elevaciones del cauce principal.

La gráfica en la figura 3.41, muestra los desniveles del cauce, su representación está en función del rango de elevaciones en metros en el eje Y, y kilómetros en el eje X.

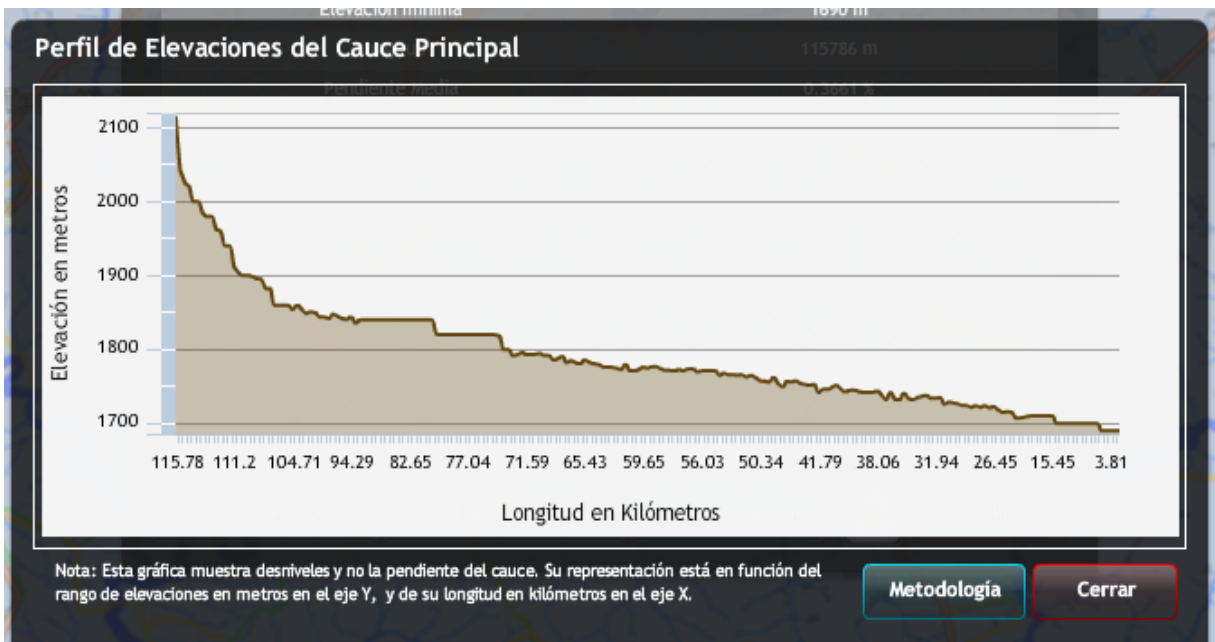


Figura 3.41 Perfil de un cauce, SIATL, INEGI, 2013

El perfil de elevación se genera a partir de la intersección de los nodos y las líneas del flujo, con el modelo digital de elevación con resolución de 1'' de arco (aproximadamente 30 metros por pixel) y



es posible que en la gráfica se generen descensos extremos o ascensos aparentemente incorrectos que se contraponen con el flujo natural del agua por la fuerza de gravedad. El motivo se debe a que los datos vectoriales presentan mayor exactitud respecto a los rasgos físicos sobre las imágenes (SIATL, 2013).

VII.III.- Calcular caudal.

En el SIATL se incluye el método racional para el cálculo del caudal, que por sus características y simplicidad, permite la estimación en pocos parámetros de forma sencilla, no obstante su precisión estará en función del tamaño de las áreas y de la fidelidad de los datos adicionales que deberán ingresarse. Es decir a mayor extensión, mayor margen de error (SIATL, 2013)

Formula: El cálculo del caudal se determina con el método racional, la cual debe utilizarse con las reservas de su alcance (limitado a cuencas pequeñas <250 km²).

$$Q = \frac{C I A}{360} \quad (15)$$

Dónde:

Q = El caudal en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía sin dimensiones.

A = Superficie de la cuenca en hectáreas.

I = Intensidad en milímetros por hora.

VII.IV.- Coeficiente de escurrimiento.

Este valor refiere la cantidad que se escurre en forma laminar en la superficie. De la cantidad de precipitación y de la pérdida por infiltración o evotranspiración en función de los tipos de suelos y rocas así como del tipo de vegetación y clima. (SIATL, 2013).

Este dato puede consultarse en el SIATL solicitando información a la capa de coeficiente de escurrimiento escala 1: 250 000 que se incluye en el grupo de Rasgos Hidrográficos. (SIATL, 2013).

VII.V.- Intensidad de lluvia.

Es una relación de precipitación en relación del tiempo. Este indicador se determina en función de la medición de la cantidad precipitada y del tiempo en minutos y proyectada a horas. La unidad son milímetros o centímetros por un tiempo determinado (SIATL, 2013).



VII.VI.- Área drenada.

El SIATL tiene la funcionalidad de calcular el área de la escorrentía que esté seleccionada con la función “Flujos de Agua Corriente Arriba” y mostrar el polígono de captación o área drenada, pero otro factor que se necesita para esto, es contar con la información procesada y derivada del modelo digital de elevación, misma que se estará cargando a la base de datos conforme se avance con el cubrimiento nacional. De tal manera que la función para determinar el área, estará condicionada a la existencia de los datos (SIATL, 2013).

VIII.- Cálculo del Caudal (Q) con el SIATL (Figura 3.42).

El SIATL cuenta con la función de calcular el caudal para una cuenca de nuestra elección, esto en la pestaña de “Índices morfométricos” y después en la de “Estimación de caudal”.

La aplicación no lo hace de manera automática sino que el usuario debe proporcionar ciertos valores hidrológicos de la cuenca analizada, y con base en estos datos y los que el SIATL es capaz de estimar se realiza el cálculo del caudal pico.

Para el cálculo es necesario: Seleccionar las líneas de flujo de una escorrentía, con esto el programa nos dará en la mayoría de los casos el área drenada, y en los que no será necesario calcularla. En seguida se ingresa el tiempo de concentración, el coeficiente de escurrimiento, el periodo de retorno deseado, y la lluvia en mm. Con esto el programa calculará la intensidad de lluvia, y posteriormente al dar clic en “Calcular” estimará el caudal para ese cauce.

Figura 3.42 Herramienta para el cálculo del Caudal de un río, SIATL, INEGI, 2013



Capítulo IV.

APLICACIÓN Y RESULTADOS.

El presente capítulo expone la forma de obtener datos hidrológicos de 24 cuencas por algunos métodos citados en el capítulo III “Metodología”, se resalta el cálculo del área drenada.

Las 24 cuencas, correspondientes a estaciones hidrométricas de prácticamente las 37 regiones del país, se seleccionaron de manera uniforme a lo largo del territorio nacional a partir de una lista de estaciones hidrométricas previamente obtenida bajo el criterio de considerar cuencas vírgenes (es decir con escurrimientos no regulados o sin influencia por la presencia de embalses aguas arriba) y que contaran con por lo menos 20 años de registro

Por un lado con el SIATL se obtuvo el área drenada y, por otro lado, al contar con estas características hidrológicas se hizo la comparación de estos resultados con los valores presentados por el catalogo BANDAS (Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales) actualizado hasta el 2006 y depurado en 2008, por la CONAGUA y el IMTA. Adicionalmente el área obtenida con el SIATL se comparó las obtenidas con el SIG, ArcView de ESRI©, en un proyecto de regionalización de avenidas desarrollado en el Instituto de Ingeniería (IINGEN) en el año 2013.

Las cuencas seleccionadas para este estudio, por región hidrológica se presentan en la tabla 4.1, con sus respectivas coordenadas proporcionadas por el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) en el apartado de “Fichas: Estaciones Hidrométricas” de la página del IMTA.

Se presta especial atención en el uso del SIATL, para corroborar los posibles errores que pueda tener esta aplicación web, por lo cual cada una de las estaciones de estudio fue ilustrada con imágenes que señalan las probables equivocaciones o diferencias en los valores, así como la manera paso a paso de obtener esta área drenada, anexando en cada una de las estaciones estudiadas los archivos de Excel que genera esta aplicación con las características hidrológicas de la región, cuenca, Subcuenca y la citada estación hidrométrica.

Tabla 4.1, Estaciones hidrométricas seleccionadas para la comparación de este estudio, coordenadas geográficas tomadas del BANDAS.

Clave	Nombre de la estación	RH	Grados sexagesimales						
			Latitud			Longitud.			
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
01023	AGUA CALIENTE	01		32°06'28'			116°27'14'		
03001	EL OJO DE AGUA	03		26°20'00'			111°59'20'		
08018	PITIQUITO II	08		30°41'30'			112°06'00'		
09008	TECORI	09		28°02'30'			109°42'00'		
10122	LAS CAÑAS II	10		26°25'06'			108°37'13'		



Clave	Nombre de la estación	RH	Grados sexagesimales					
			Latitud			Longitud.		
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
11008	SAN FELIPE	11		24°00'00'				104°35'56'
12693	EL CARRIZAL	13		21°50'32'				104°46'29'
13001	PASO DE AROCHA	14		21°17'00'				105°04'30'
15005	CUIXAMALA	15		19°23'30'				104°58'00'
16022	CALLEJONES	16		18°48'00'				103°37'30'
18460	RÍO CHIQUITO	18		19°34'25'				100°27'45'
19005	TECPAN	19		17°15'00'				100°37'15'
20025	LAS JUNTAS	20		16°42'15'				98°16'00'
22015	TEQUISISTLAN	21		16°24'50'				95°35'50'
23003	CUHUACAN	22		14°43'00'				92°16'15'
24333	SABINAS HIDALGO	23		26°29'30'				100°07'00'
25010	PABLILLO	24		24°51'25'				99°33'20'
26412	EL CONDE	25		19°27'55'				99°14'40'
27001	MARTINEZ DE LA T	26		20°03'42'				97°02'18'
28013	AZUETA	27		18°05'00'				95°43'00'
29005	LAS PERLAS	28		17°26'17'				94°52'00'
29007	PASO ARNULFO	29		16°54'00'				94°42'00'
36071	SARDINAS	30		26°05'00'				105°34'12'
37012	TULA			23°00'05'				99°42'45'

4.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS, SUBCUENCAS Y ESTACIONES HIDROMÉTRICAS SEGÚN DATOS DEL SIATL

En el presente apartado del capítulo se presentan los resultados que el SIATL arroja para cada hidrométrica propuesta en la tabla 4.1.

La tabla 4.2 de nombre “Resumen de datos presentados por el SIATL” se expone al final del capítulo con el resumen de estos resultados para facilitar su consulta y posterior comparación, la tabla 4.3 “Características de las regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas de las hidrométricas seleccionadas” genera un resumen de los detalles hidrológicos de cada cuenca en estudio, proporcionados por el SIATL, mientras que la tabla 4.4 se explican las diferencias y posibles errores de cada estación hidrológica.

4.1.1.- Agua Caliente:

La estación hidrométrica 01023 de nombre Agua Caliente, según la Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) está ubicada sobre el río de Guadalupe a 3 km al SW del rancho Valle Seco así como a 11 Km al WSW del Ejido Francisco Zarco (Guadalupe), en el municipio de Ensenada del estado de Baja California Norte.

Este mismo banco de información nos indica que sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:



Longitud: 116°27'14"

Latitud: 32°06'28"

Capturando estas coordenadas propuestas por la red BANDAS, en la sección de búsquedas de la aplicación SIATL, se presenta una imagen ilustrada por la figura 3.26, que nos manda a la zona de estudio. Y aquí surge la primer diferencia, pues la red BANDAS indica en estas coordenadas se encuentra la hidrométrica, mientras que como se ilustra en el figura 4.1 el SIATL la ubica un segundo diferente para la latitud e igual para la longitud. (Longitud 116°27'15", Latitud 32°06'27"). Aparte de esto solo se nos muestra en la imagen una estación climatológica del mismo nombre pero con clave 2001, regida por el SMN y el CENAPRED.

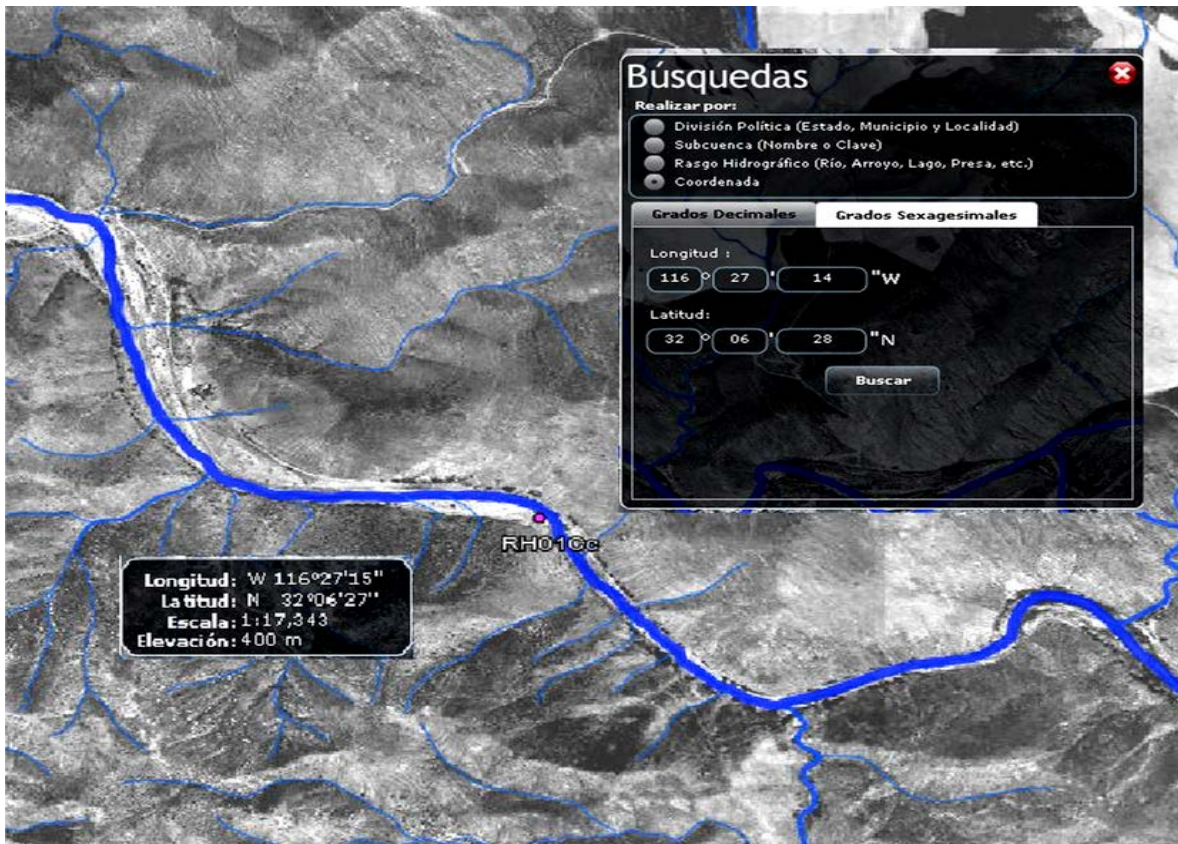


Figura 4.1 Coordenada de ubicación la hidrométrica según le SIATL, INEGI, 2013

Una vez localizada la cuenca en la coordenada de la hidrométrica; con la opción de “Flujos de corrientes Aguas Arriba” (Figura 3.31 del capítulo III) se seleccionó el cauce para obtener sus rasgos hidrológicos con la tecla de “Información” (Figura 3.23) y se nos presenta el área drenada supuesta por la aplicación SIATL para esta estación climatológica, ilustrado en la figura 4.2.

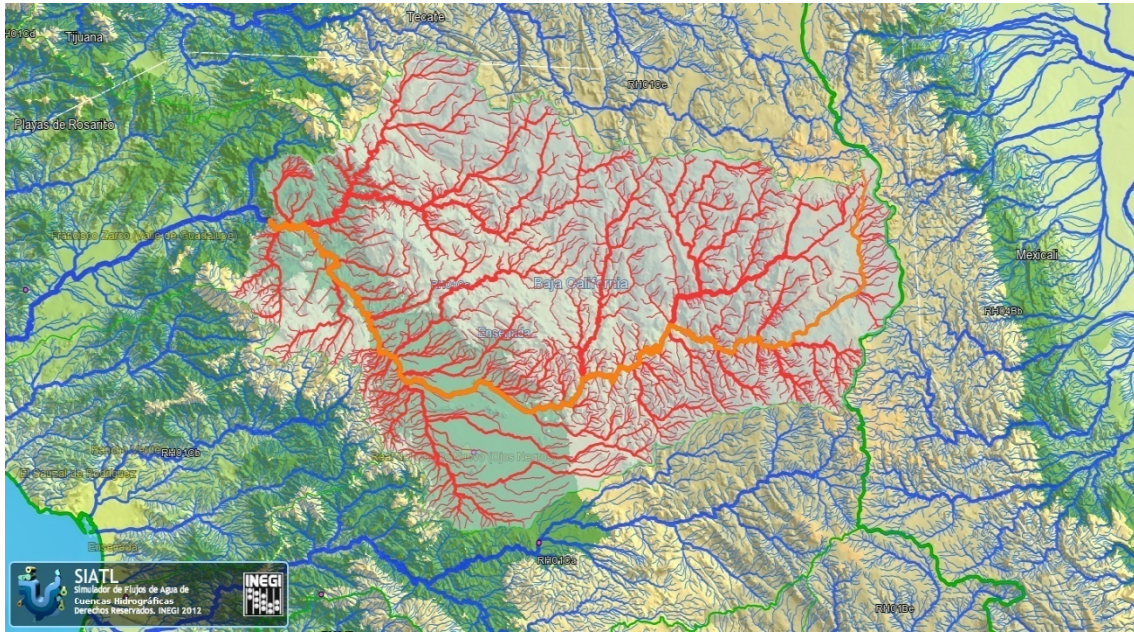


Figura 4.2 Selección de los flujos aguas arriba para la estación climatológica. SIATL, INEGI, 2013



Figura 4.3 Depuración del área drenada de interés, SIATL, INEGI, 2013

Dentro del área drenada seleccionada en automático por el simulador, existen pequeñas zonas que no son sombreadas, y por lo tanto tampoco consideradas para el cálculo del área en estudio, sin existir una razón visible para ello, las figuras 4.4 a 4.7 muestran estas zonas, con la capa de curvas de nivel donde no se alcanza a distinguir alguna elevación o depresión del terreno que pueda ocasionar la omisión de este para el cálculo.

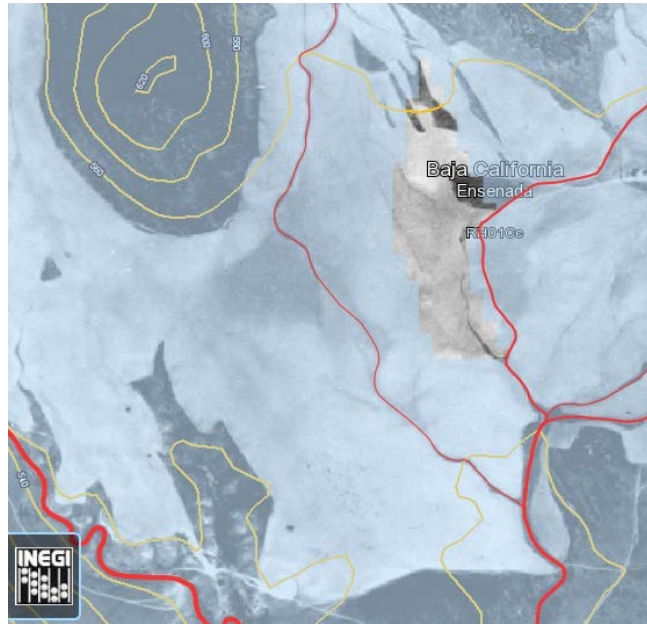


Figura 4.4 Área sin sombrear en la zona, SIATL, INEGI, 2013

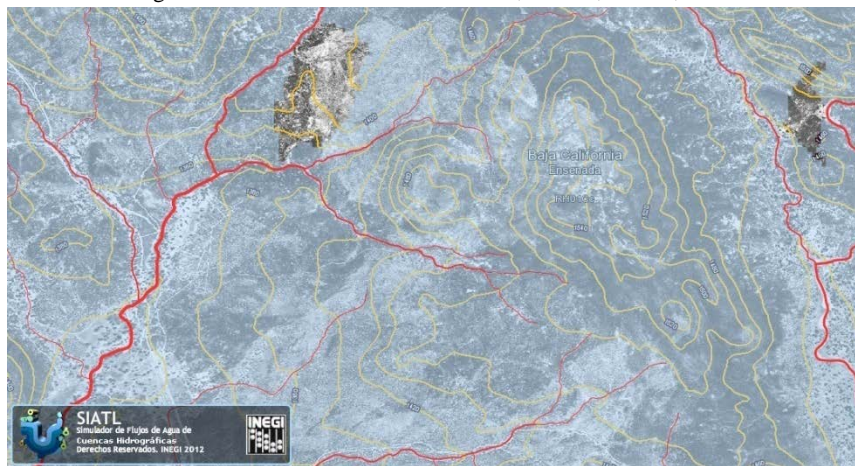


Figura 4.5 Área sin sombrear en la zona, SIATL, INEGI, 2013

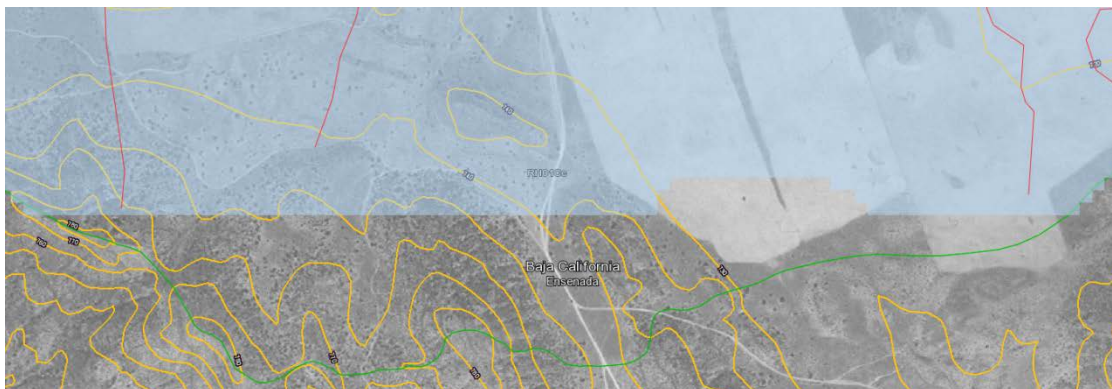


Figura 4.6 Área sin sombrear en la zona, SIATL, INEGI, 2013

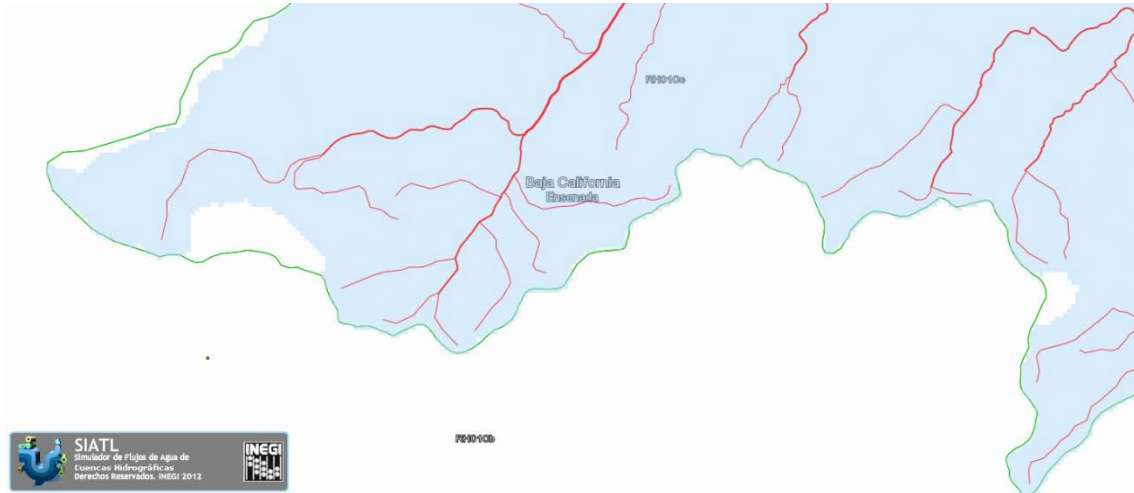


Figura 4.7 Área sin sombrear en la cuenca, SIATL, INEGI, 2013

Obteniendo el modelo digital de elevación de la figura 4.7 se observa dicha área sin seleccionar que parece no aportar al cauce principal (Figura 4.8).

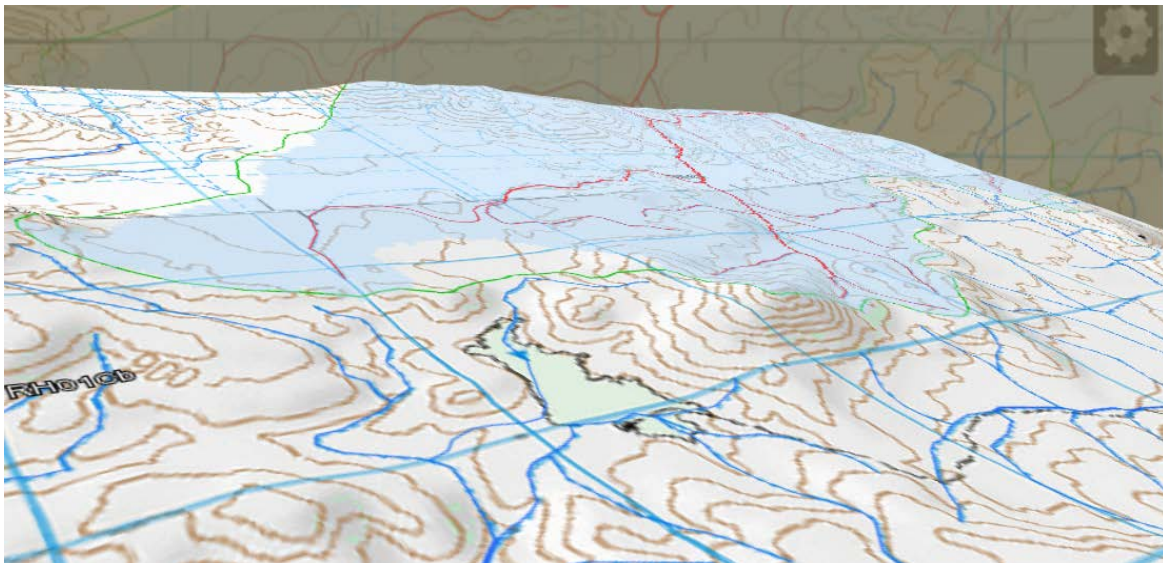


Figura 4.8 Modelo digital de elevación de la figura 4.7, SIATL, INEGI, 2013

Teniendo en cuenta estos detalles se descargan los rasgos hidrológicos de dicha región, cuenca, Subcuenca, y estación hidrométrica, en formato .xml y los valores son presentados tal cual los otorga el SIATL en formato .xml, siendo los siguientes:

Región hidrológica:

Propiedad	Valor
Identificador	1
Clave Región Hidrológica	RH01
Nombre de la Región Hidrológica	BAJA CALIFORNIA NOROESTE (ENSENADA)
Área (km ²)	26624.6



Perímetro (km)	1348.71
----------------	---------

Cuenca:

Propiedad	Valor
Identificador	3
Clave Región Hidrológica	RH01
Nombre de la Región Hidrológica	BAJA CALIFORNIA NOROESTE (ENSENADA)
Clave Cuenca	C
Nombre Cuenca	R. TIJUANA - A. DE MANEADERO
Área (km ²)	7915.43
Perímetro (km)	453.64

Subcuenca:

Propiedad	Valor
Identificador en Base de Datos	963
Clave de Subcuenca compuesta	RH01Cc
Clave de Región Hidrográfica	RH01
Nombre de Región Hidrográfica	BAJA CALIFORNIA NOROESTE (ENSENADA)
Clave de Cuenca	C
Clave de Cuenca Compuesta	C
Nombre de Cuenca	R. TIJUANA - A. DE MANEADERO
Clave de Subcuenca	C
Nombre de Subcuenca	R. Guadalupe
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	351.99
Área (km ²)	2402.67
Densidad de Drenaje	2.1785
Coefficiente de Compacidad	2.0251
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.114756
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1880



Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	19.67
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1760
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	8
Longitud de Corriente Principal (m)	172001
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.018
Sinuosidad de Corriente Principal	1.837939

Coefficiente de escurrimiento:

propiedad	Valor
Identificador	4
FC	16792
Clave	2
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 05 a 10%
Área (m ²)	31600000000
Perímetro (m)	10173789

Estación Hidrométrica: Solo climatológica.

Propiedad	valor
Identificador	51
Clave de estación climatológica	2001
Nombre de estación climatológica	AGUA CALIENTE
Municipio	ENSENADA
Cuenca	RIO TIJUANA-A. DE MANEADERO
Subcuenca	BAHIA TODOS LOS SANTOS
Organismo	CNA-DGE
Latitud en grados	32
Latitud en minutos	6
Latitud en segundos	27
Longitud en grados	-116
Longitud en minutos	27
Longitud en segundos	14
Altura (m)	410
Coordenada geográfica X	-116.45
Coordenada geográfica Y	32.1
Lluvia con periodo de retorno de 2 año (mm)	34.117241
Lluvia con periodo de retorno de 5 años (mm)	54.587586
Lluvia con periodo de retorno de 10 años (mm)	73.452414
Lluvia con periodo de retorno de 20 años (mm)	90.310345



Lluvia con periodo de retorno de 50 años (mm)	110.78069
Lluvia con periodo de retorno de 100 años (mm)	125.230345
Lluvia con periodo de retorno de 200 años (mm)	139.278621
Lluvia con periodo de retorno de 500 años (mm)	157.742069
Lluvia con periodo de retorno de 1000 años (mm)	171.790345
Lluvia con periodo de retorno de 2000 años (mm)	185.838621
Lluvia con periodo de retorno de 5000 años (mm)	203.90069
Lluvia con periodo de retorno de 10000 años (mm)	218.751724
Fuente	SMN-CENAPRED

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1760 m
Elevación media	1080 m
Elevación mínima	400 m
Longitud	104205 m
Pendiente Media	1.3051 %
Tiempo de Concentración	755.54 (minutos)
Área Drenada	1571.49 km²

4.1.2.-El Ojo de Agua:

La estación hidrométrica con clave 03001 según la Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, pertenece a la región hidrológica número III y está ubicada al noreste de la Purísima, municipio de Comondú, Territorio de B. C. y aguas arriba de los poblados de Huerta Vieja y San Isidro, en La Paz, Baja California.

Este banco de información nos indica que sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 111°59'14"

Latitud: 26°20'00"

Capturando estas coordenadas en la aplicación SIATL, nos manda a la zona de estudio ilustrada por la figura 4.9.

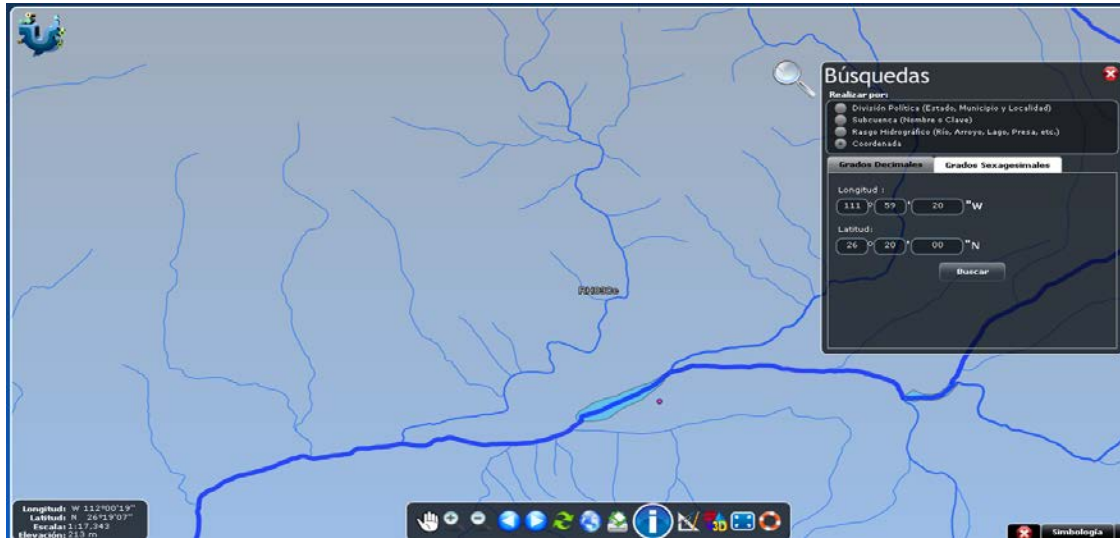
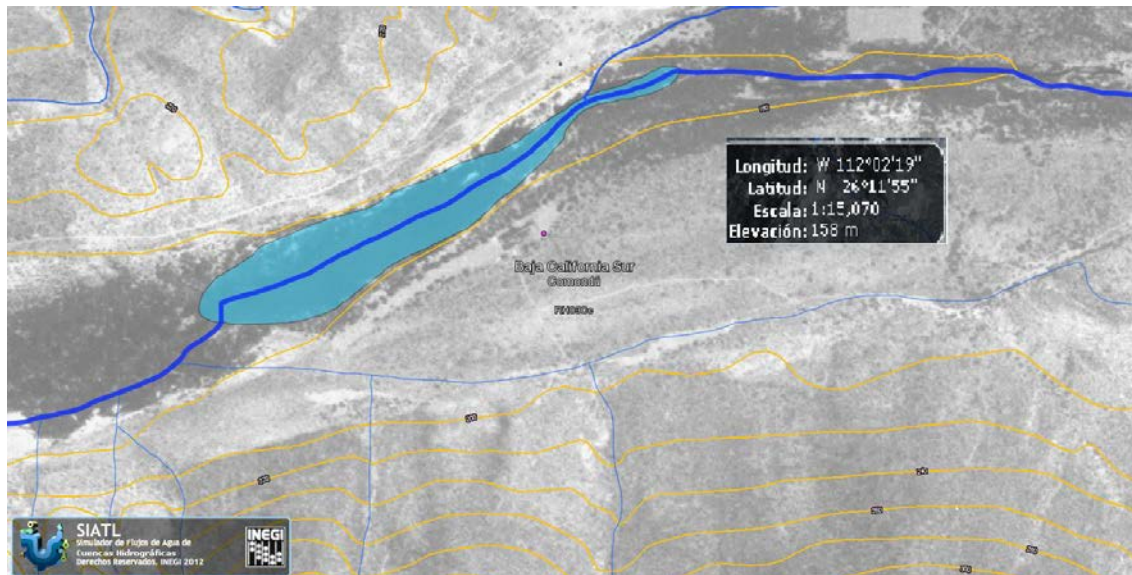


Figura 4.9 Ilustración de la imagen aportada por las coordenadas del el ojo de agua, SIATL, INEGI, 2013

Como se muestra en la figura 4.9, las coordenadas proporcionadas por el BANDAS dirigen a una zona donde la hidrométrica no coincide. En la figura 4.10 se muestran las coordenadas en las que el SIATL ubica la estación (W 112°02'19", N 26°11'55") que debe señalarse no aparece como estación hidrométrica, sino como estación climatológica a cargo del CENAPRED y SMN, con clave 3039.



4.10 Ilustración de la coordenada donde se ubica la hidrométrica, SIATL, INEGI, 2013

Aclarando esto, se seleccionó la parte más cercana del cauce principal a la hidrométrica para obtener el área de aportación a esta con la función de “Flujo Aguas Arriba”, la figura 4.11 ilustra este proceso y resultado.



Figura 4.11 Selección del área drenada para la hidrométrica ojo de agua, SIATL, INEGI, 2013

En este caso al igual que con la hidrométrica anterior se detectaron pequeñas zonas donde la aplicación no consideraba ciertas superficies de la cuenca, pero en esta ocasión este fenómeno resultó por presuntos cuerpos de agua, que cortan algunos riachuelos. Las figuras 4.12 y 4.13 ilustran esto, mientras que las figuras 4.12.1 y 4.13.1 son modelos digitales de elevación de sus figuras correspondientes.

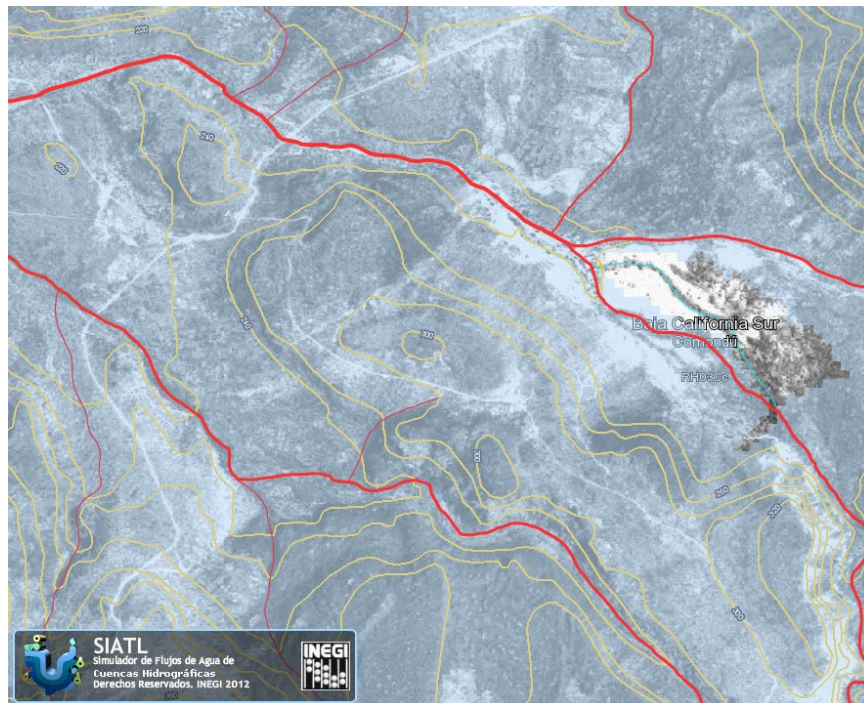


Figura 4.12 Área sin considerar para estimación del área drenada, por el SIATL, INEGI, 2013

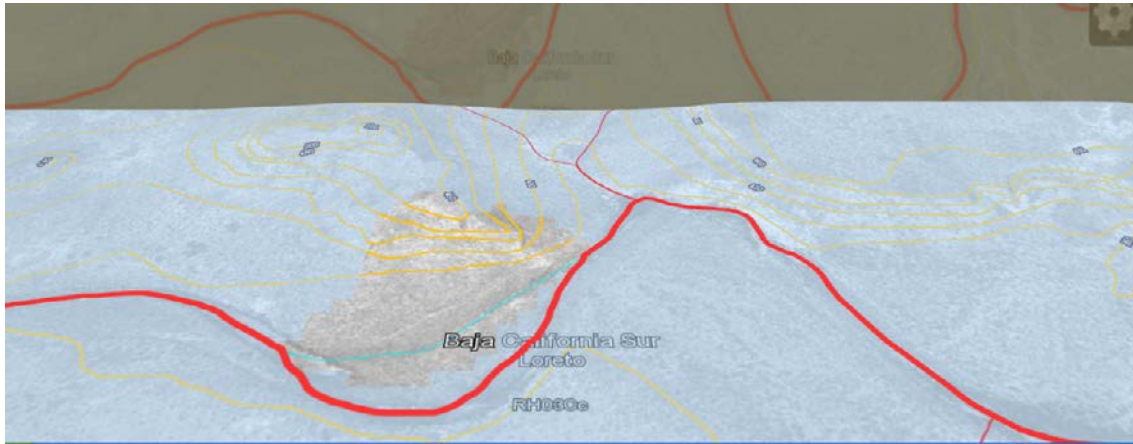


Figura 4.12.1 Modelo digital de elevación de la figura 4.12

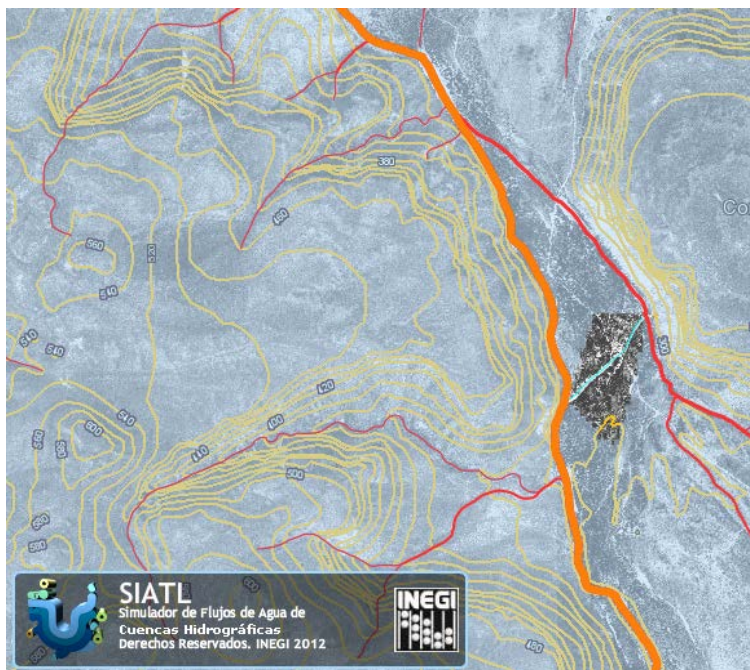


Figura 4.13 Área sin seleccionar por un presunto canal de abastecimiento, SIATL, INEGI, 2013

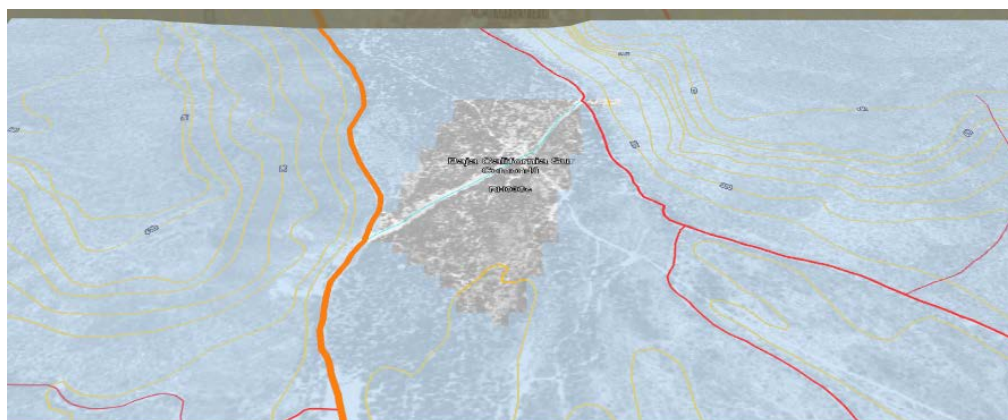


Figura 4.13.1 Modelo digital de elevación de la figura 4.13



La figura 4.14 muestra un área sin considerar por le SIATL, pero al hacer el cambio de capas y activar la imagen cartográfica 1 : 50 000 no cambia esta superficies sin considerar (Figura 4.15).

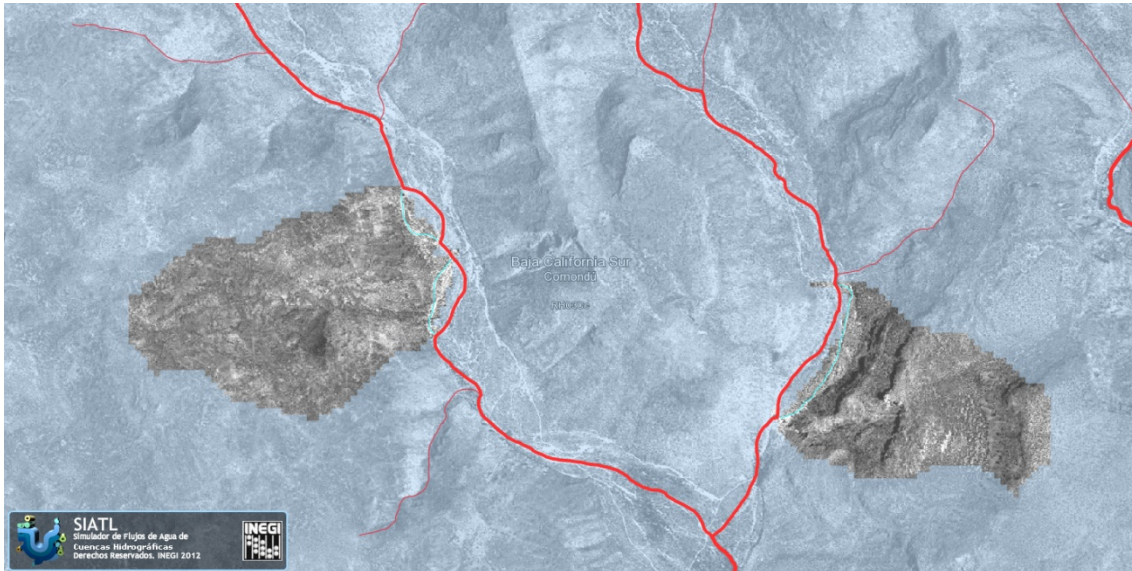


Figura 4.14 Área sin considerar para estimación del área drenada, SIATL, INEGI, 2013

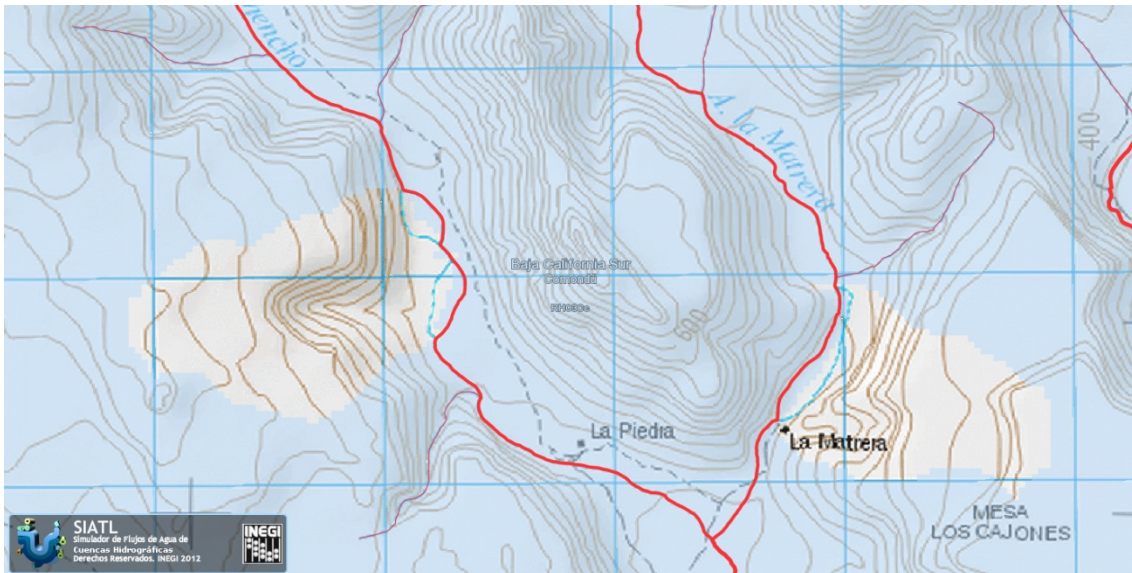


Figura 4.15 Área Sin considerar, imagen cartográfica 1 : 50 000, SIATL, INEGI

De igual manera, teniendo en cuenta estos detalles, se procede a calcular los rasgos hidrológicos de la Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y estación climatológica.

**Región hidrológica:**

Propiedad	Valor
Identificador	3
Clave Región Hidrológica	RH03
Nombre de la Región Hidrológica	BAJA CALIFORNIA SUROESTE (MAGDALENA)
Área (km ²)	29144.99
Perímetro (km)	1514.13

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	9
Clave Región Hidrológica	RH03
Nombre de la Región Hidrológica	BAJA CALIFORNIA SUROESTE (MAGDALENA)
Clave Cuenca	C
Nombre Cuenca	A. MEZQUITAL - A. COMONDÚ
Área (km ²)	5001.11
Perímetro (km)	386.61

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	714
Clave de Subcuenca compuesta	RH03Cc
Clave de Región Hidrográfica	RH03
Nombre de Región Hidrográfica	BAJA CALIFORNIA SUROESTE (MAGDALENA)
Clave de Cuenca	C
Clave de Cuenca Compuesta	C
Nombre de Cuenca	A. MEZQUITAL - A. COMONDÚ
Clave de Subcuenca	c
Nombre de Subcuenca	R. Cadegomo
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH03Cd A. San Gregorio
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-



Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	299.9
Área (km ²)	1829.42
Densidad de Drenaje	1.7419
Coefficiente de Compacidad	1.9773
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.143521
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1240
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	20
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	25.34
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	719
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	129446
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.539
Sinuosidad de Corriente Principal	1.922826

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	408
FC	16791
Clave	1
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	5210000000
Perímetro (m)	25760934

Estación hidrométrica: Solo Climatológica.

Propiedad	valor
Identificador	115
Clave de estación climatológica	3039
Nombre de estación climatológica	OJO DE AGUA
Municipio	COMONDU
Cuenca	A. MEZQUITAL-A. COMONDU
Subcuenca	BAHIA MAGDALENA
Organismo	CNA-DGE
Latitud en grados	26
Latitud en minutos	19
Latitud en segundos	27
Longitud en grados	-111
Longitud en minutos	59



Longitud en segundos	4
Altura (m)	160
Coordenada geográfica X	-112.004167
Coordenada geográfica Y	26.488889
Lluvia con periodo de retorno de 2 año (mm)	36.104
Lluvia con periodo de retorno de 5 años (mm)	60.9255
Lluvia con periodo de retorno de 10 años (mm)	88.4548
Lluvia con periodo de retorno de 20 años (mm)	115.9841
Lluvia con periodo de retorno de 50 años (mm)	145.3186
Lluvia con periodo de retorno de 100 años (mm)	165.6271
Lluvia con periodo de retorno de 200 años (mm)	185.033
Lluvia con periodo de retorno de 500 años (mm)	210.7571
Lluvia con periodo de retorno de 1000 años (mm)	229.7117
Lluvia con periodo de retorno de 2000 años (mm)	249.1176
Lluvia con periodo de retorno de 5000 años (mm)	274.3904
Lluvia con periodo de retorno de 10000 años (mm)	293.345
Fuente	SMN-CENAPRED

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	719 m
Elevación media	449 m
Elevación mínima	180 m
Longitud	67348 m
Pendiente Media	0.8003 %
Tiempo de Concentración	650.11 (minutos)
Área Drenada	1208.45 km²

4.1.3.- Pitiquito II:

La estación hidrométrica con clave 08018 de nombre Pitiquito II, según la Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) está ubicada a 6 km aguas abajo del poblado de Pitiquito, Sonora y a 4 km al sureste de Caborca, frente al Cerro de Cañedo en el municipio de Pitiquito, en el estado de Sonora.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 112°06'00"

Latitud: 30°41'30"

Al ingresar estos valores de las coordenadas nos manda a la pantalla ilustrada por la figura 4.16.



Figura 4.16 Ilustración de la coordenada de la estación Pitiquito II, SIATL, INEGI, 2013

En este caso la coordenada es correcta y coincide exactamente con las coordenadas proporcionadas por el BANDAS.

Teniendo como única observación el que esta hidrométrica aparece algo distante de la corriente principal, y al momento de querer seleccionar el cauce se tiene uno que separa de esa coordenada, ocasionando que este clic sea a criterio del usuario, pudiendo causar valores distintos según lugar del cauce seleccionado.

La selección área de aportación para este cauce queda como muestra la figura 4.17.

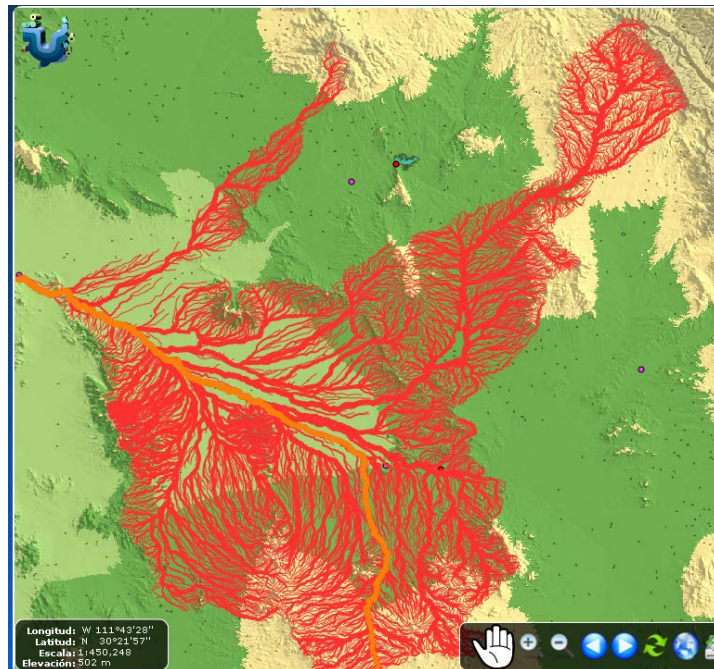


Figura 4.17 Selección del área drenada para Pitiquito II, SIATL, INEGI, 2013



Como se observó en la figura 4.17, el área tiene una forma muy extraña, que no parece estar bien estimada y en primera instancia genera la imagen de que los valores serán incorrectos.

Para dicha hidrométrica no hubieron áreas sin seleccionar, pero si una gran variación con los datos proporcionados por la ficha del BANDAS. Al parecer por lo mencionado de que la hidrométrica queda fuera del cauce principal.

Los archivos .xml dados por la aplicación se presentan a continuación.

Región Hidrológica:

propiedad	Valor
Identificador	8
Clave Región Hidrológica	RH08
Nombre de la Región Hidrológica	SONORA NORTE
Área (km ²)	55699.5
Perímetro (km)	1734.61

Cuenca:

propiedad	Valor
Identificador	21
Clave Región Hidrológica	RH08
Nombre de la Región Hidrológica	SONORA NORTE
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. CONCEPCIÓN - A. COCASPERA
Área (km ²)	25484.91
Perímetro (km)	1049

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	926
Clave de Subcuenca compuesta	RH08Bc
Clave de Región Hidrográfica	RH08
Nombre de Región Hidrográfica	SONORA NORTE
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B
Nombre de Cuenca	R. CONCEPCIÓN - A. COCASPERA
Clave de Subcuenca	c
Nombre de Subcuenca	R. Magdalena
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH08Ba R. de la Concepción
Total de Descargas (drenaje principal)	2



Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	2
Perímetro (km)	723.47
Área (km ²)	5515.68
Densidad de Drenaje	2.6403
Coefficiente de Compacidad	2.7471
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.094686
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1740
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	180
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	9.76
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	973
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	170
Longitud de Corriente Principal (m)	160626
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.499
Sinuosidad de Corriente Principal	1.513257

Coefficiente de escurrimiento:

propiedad	Valor
Identificador	8
FC	16791
Clave	1
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	9350000000
Perímetro (m)	30437184

Estación hidrométrica:

propiedad	Valor
Identificador	518
Nombre De Estación Hidrométrica	PITIQUITO
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	II
Organismo	OCNW
Estado	SON
Municipio	SONORA



Región Hidrológica	0
Cuenca	RIO CONCEPCIÓN
Subcuenca	BAMORI DE LOS ALISOS
Corriente	PITIQUITO
Latitud (gms)	30.691667
Longitud (gms)	-112.1
Altitud (m)	287
Caudal Máximo m ³ /s	1194
Caudal Mínimo m ³ /s	0.00000
Caudal Medio Anual m ³ /s	1.52985
Clave De Estación	8011
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

Propiedad	valor
Elevación máxima	973 m
Elevación media	633 m
Elevación mínima	293 m
Longitud	120017 m
Pendiente Media	0.5665 %
Tiempo de Concentración	1163.19 (minutos)
Área Drenada	4614.04 km²

4.1.4.- Tecori:

La estación hidrométrica 09008, nombrada Tecori, según la Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, estuvo localizada aproximadamente 35 km aguas arriba de la presa Álvaro Obregón, en el municipio de Cajeme, estado de Sonora.

Las coordenadas geográficas que ubicaban esta estación son:

Longitud: 109°49'00"

Latitud: 28°02'30"

Al insertar estas coordenadas en la aplicación SIATL nos muestra una pantalla donde se aprecia que no aparece ninguna hidrométrica, lo cual se atribuye a que esta estación se encuentra fuera de servicio. (Figura 4.18).

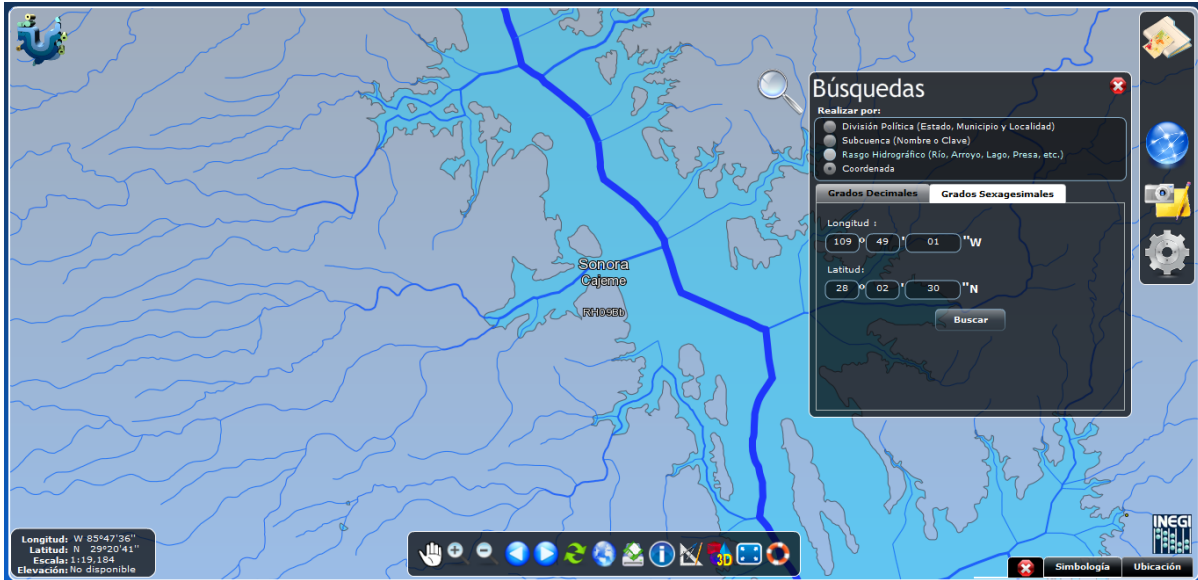


Figura 4.18 Ilustración de la coordenada perteneciente a la hidrométrica 09008, SIATL, INEGI, 2013

Considerando lo anterior, para realizar el estudio en esta región se buscó la coordenada exacta donde debería estar ubicada y se seleccionó el punto que tocara lo más posible al más cercano dentro cauce para generar el área drenada de la zona.

En la figura 4.19 se observa en un círculo de contorno rojo, el lugar donde se ubica la coordenada presentada por la red BANDAS, lo cual muestra la estación en caso de seguir en operación estaría fuera del cauce principal, inclusive quedaría fuera del cuerpo de agua.

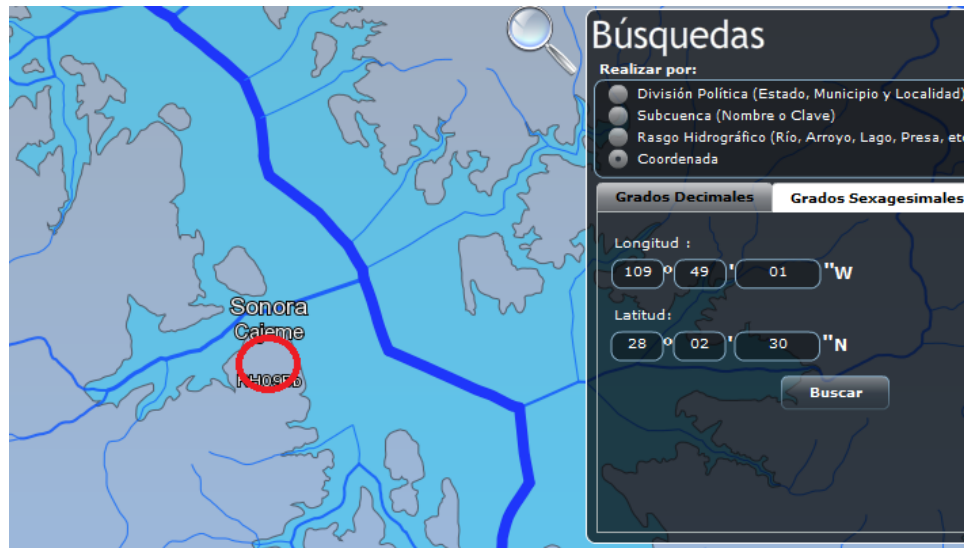


Figura 4.19 ubicación exacta de la coordenada propuestas por el BANDAS, SIATL, INEGI, 2013

Lo anterior trae como consecuencia variaciones importantes en los cálculos hidráulicos de la zona.

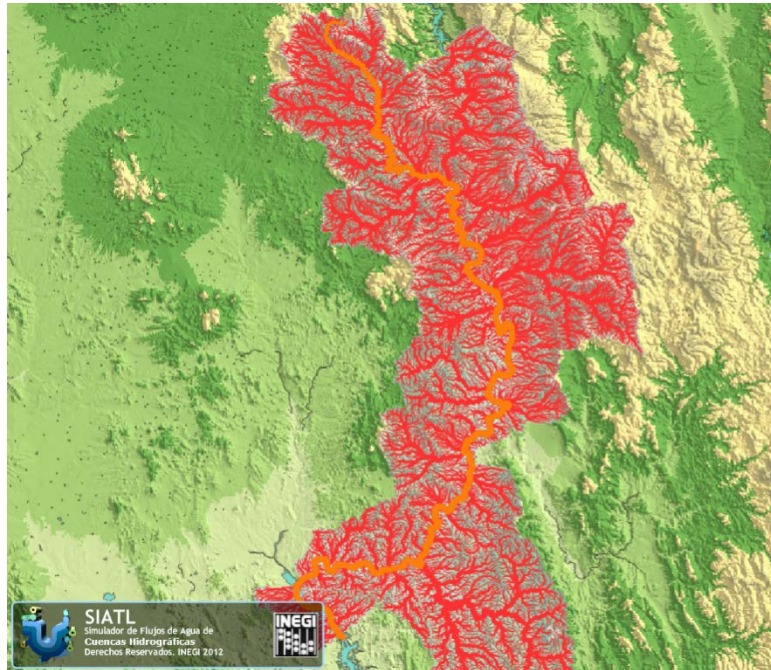


Figura 4.20 Área drenada seleccionada por la aplicación con las coordenadas del BANDAS, SIATL, INEGI, 2013

Con el área seleccionada (Figura 4.20) y sin el problema de superficies sin considerar se obtuvieron los archivos .xml con las características hidrológicas de la zona y en especial el área drenada, ya que no se encontraron áreas sin sombrear de gran importancia como en los casos anteriores.

Los valores hidrológicos para esta Subcuenca:

Región Hidrológica:

Propiedad	Valor
Identificador	9
Clave Región Hidrológica	RH09
Nombre de la Región Hidrológica	SONORA SUR
Área (km ²)	138761.3
Perímetro (km)	2629.32

Cuenca:

Propiedad	Valor
Identificador	24
Clave Región Hidrológica	RH09
Nombre de la Región Hidrológica	SONORA SUR
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. YAQUI
Área (km ²)	72859.05
Perímetro (km)	2333.03

**Subcuenca:**

Propiedad	Valor
Identificador en Base de Datos	835
Clave de Subcuenca compuesta	RH09Bb
Clave de Región Hidrográfica	RH09
Nombre de Región Hidrográfica	SONORA SUR
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B
Nombre de Cuenca	R. YAQUI
Clave de Subcuenca	B
Nombre de Subcuenca	R. Yaqui - P. Álvaro Obregón
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH09Ba R. Yaqui - Vicam
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	607.32
Área (km ²)	4946.9
Densidad de Drenaje	3.1373
Coefficiente de Compacidad	2.435
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.079686
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1740
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	80
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	32.02
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1147
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	85
Longitud de Corriente Principal (m)	238775
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.444
Sinuosidad de Corriente Principal	1.782750

Coefficiente de escurrimiento.

Propiedad	Valor
Identificador	568
FC	16793



Clave	3
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	489000000000
Perímetro (m)	129381744

Hidrométrica: No se encontraron datos

ÁREA DRENADA:

propiedad	Valor
Elevación máxima	1147 m
Elevación media	623 m
Elevación mínima	100 m
Longitud	206561 m
Pendiente Media	0.5068 %
Tiempo de Concentración	1840.68 (minutos)
Área Drenada	3845.82 km²

4.1.5.- Las Cañas II:

La estación hidrométrica 10122, Las Cañas II, según los datos del BANDAS está ubicada sobre el río Fuerte a unos 12 km aguas debajo de la cortina de la presa Miguel Hidalgo, en el municipio del Fuerte del estado de Sinaloa, en las afueras de la población del fuerte, en las inmediaciones de la esquina que forman las calles Sarabia y Juárez de dicha población.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 108°37'13"

Latitud: 26°25'25"

Se introdujeron estas coordenadas al SIATL, y resultado de nuevo el problema de que estas nos dirigieron una zona donde no aparece la estación hidrométrica 10122 en pantalla, siendo que está según datos de la red BANDAS aún se encuentra en operación, en la figura 4.21 se encerró en un círculo rojo la zona donde debería estar dicha estación.

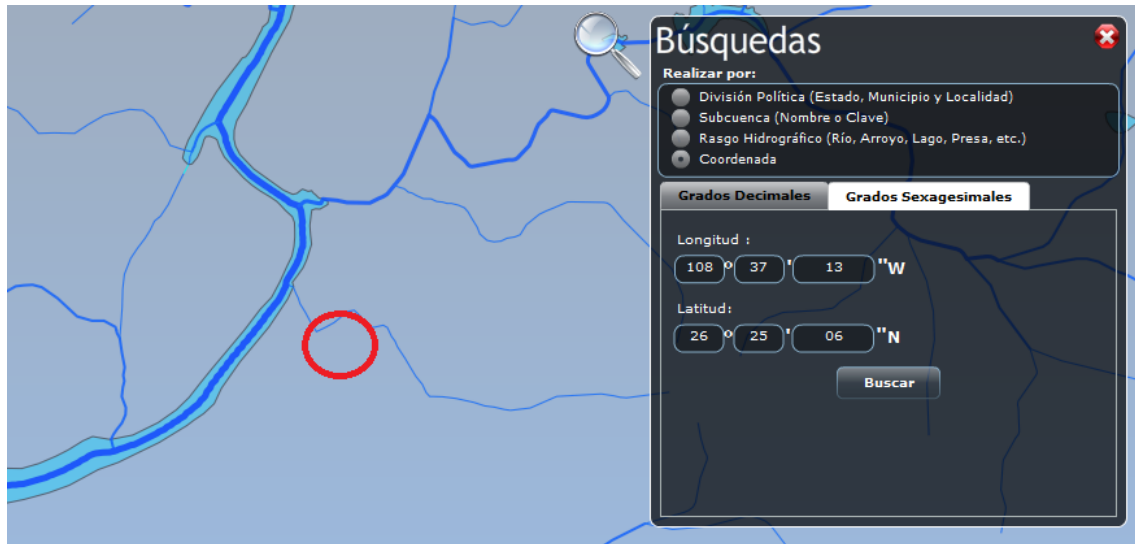


Figura 4.21 coordenada donde debería estar la estación hidrológica 10122, SIATL, INEGI, 2013

Al igual que en el caso de la estación 09008 (Tecori) se intentó buscar la zona más cercana del cauce a la coordenada proporcionada por el BANDAS para obtener el área de aportación que tendría esta hidrométrica. Con esto se sombrea un área ilustrada en la figura 4.22.

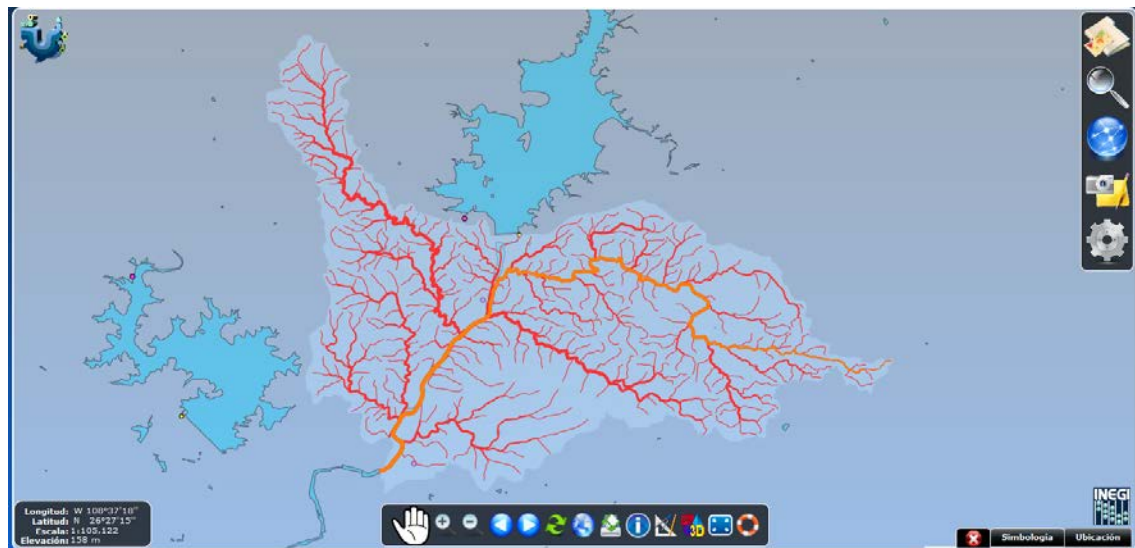


Figura 4.22 supuesta área drenada para la estación 10122, SIATL, INEGI, 2013

Los datos hidrológicos presentados por el SIATL son los siguientes:

Región Hidrológica:

propiedad	valor
Identificador	10
Clave Región Hidrológica	RH10
Nombre de la Región Hidrológica	SINALOA
Área (km ²)	106162.54
Perímetro (km)	2079.71

**Cuenca:**

propiedad	valor
Identificador	34
Clave Región Hidrológica	RH10
Nombre de la Región Hidrológica	SINALOA
Clave Cuenca	G
Nombre Cuenca	R. FUERTE
Área (km ²)	34676.27
Perímetro (km)	1645.93

Subcuenca:

propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	710
Clave de Subcuenca compuesta	RH10Ga
Clave de Región Hidrográfica	RH10
Nombre de Región Hidrográfica	SINALOA
Clave de Cuenca	G
Clave de Cuenca Compuesta	G
Nombre de Cuenca	R. FUERTE
Clave de Subcuenca	a
Nombre de Subcuenca	R. Fuerte - San Miguel
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	RH10Fb B. Ohuira
Total de Descargas 2	1
Lugar a donde drena 3	RH10Ha Estero de Bacorehuis
Total de Descargas 3	1
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	3
Perímetro (km)	456.06
Área (km ²)	2833.85
Densidad de Drenaje	1.8772
Coefficiente de Compacidad	2.4159
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.133177
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1040
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	13.35



Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	875
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	220097
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.398
Sinuosidad de Corriente Principal	1.638261

Coefficiente de escurrimiento.

propiedad	valor
Identificador	8
FC	16791
Clave	1
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	93500000000
Perímetro (m)	30437184

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	420 m
Elevación media	250 m
Elevación mínima	80 m
Longitud	35085 m
Pendiente Media	0.969 %
Tiempo de Concentración	366.32 (minutos)
Área Drenada	214.57 km²

4.1.6.- San Felipe:

La estación hidrométrica 11008, San Felipe, se encuentra localizada sobre el río el Tunal, a unos ocho kilómetros al norte de la ciudad de Durango en el municipio del mismo nombre; 20 kilómetros debajo de la presa Presidente Guadalupe Victoria, 3.5 kilómetros aguas arriba de la derivadora Navacoyán y aproximadamente a 15 kilómetros aguas arriba de la confluencia del río Tunal con el río de la Saucedá.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 104° 35' 56''

Latitud: 24° 00' 00''

Estas coordenadas ingresadas en el SIATL nos dirigieron a una parte de la república ilustrada en la figura 4.23. Que al igual que en casos anteriores, no apareció la hidrométrica, siendo una que según



datos del BANDAS esta sigue en operación, pero el SIATL no la tiene registrada. El círculo rojo ilustra la zona donde debió haberse encontrado esta hidrométrica.

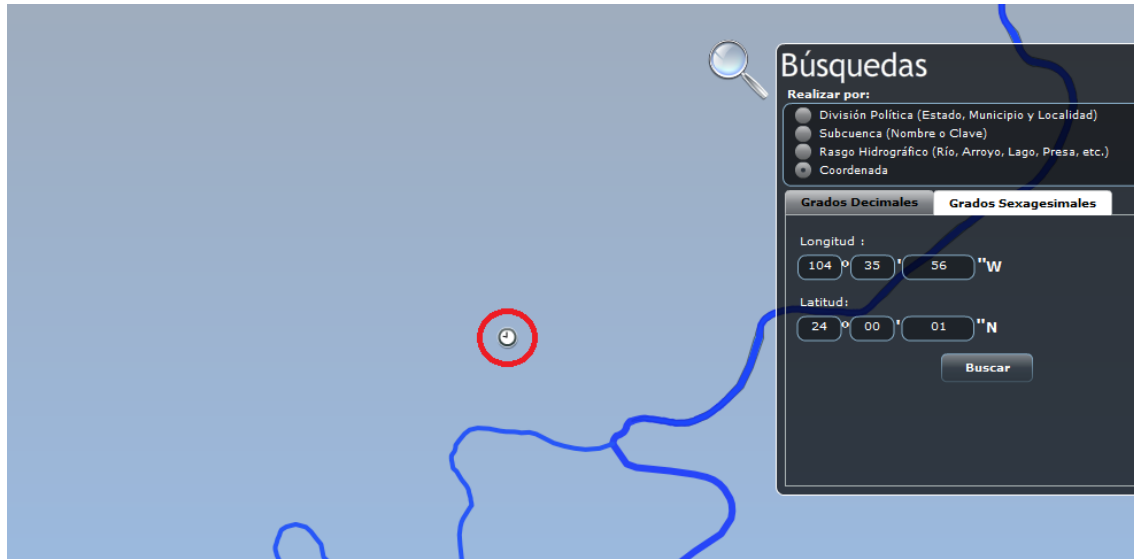


Figura 4.23 Zona donde debería estar ubicada la hidrométrica 11008, SIATL, INEGI, 2013

Al igual que en los ejemplos anteriores donde se tiene esta situación, se seleccionó la parte del cauce más cercana a la coordenada dada por la red BANDAS, sombreando como área drenada a lo ilustrado en la figura 4.24.



Figura 4.24 Área drenada seleccionada para la estación 11008, SIATL, INEGI, 2013

En esta zona aparte del problema de no encontrarse la estación, surgió el problema de no autoseleccionarse algunas partes de la zona y por lo tanto no ser consideradas para el cálculo del área drenada, esto se ilustró en la figura 4.25, donde se aprecian 2 partes de gran tamaño que no fueron consideradas por el SIATL, sin alguna razón visible.

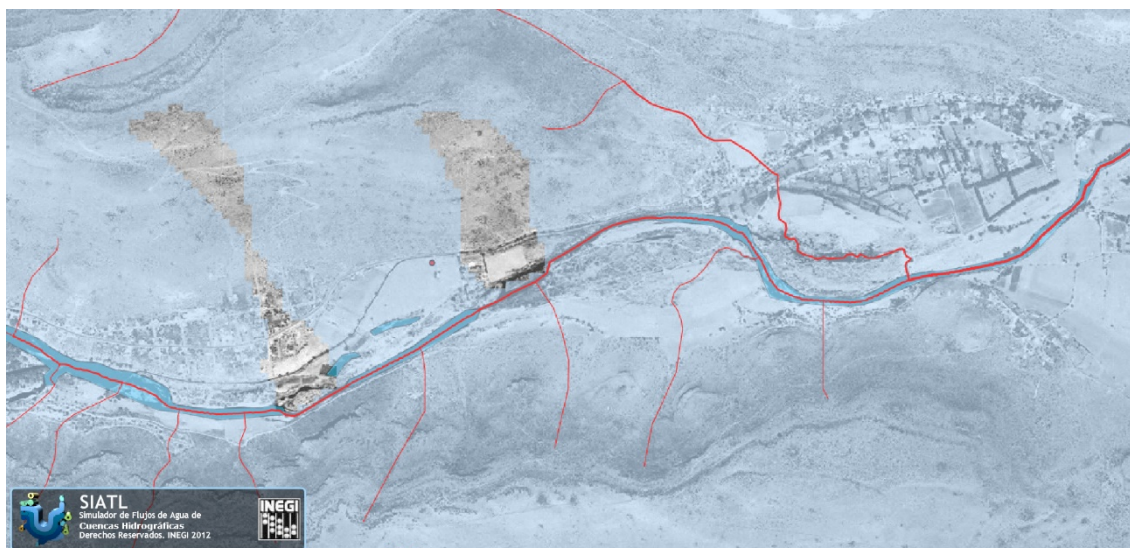


Figura 4.25 Áreas sin seleccionar dentro del área drenada para la estación 11008, SIATL, INEGI, 2013

Con todas estas diferencias y dudas se obtuvieron los valores hidrológicos de la Subcuenca esperando menores diferencias respecto a los reportados por los demás métodos.

Región Hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	11
Clave Región Hidrológica	RH11
Nombre de la Región Hidrológica	PRESIDIO - SAN PEDRO
Área (km ²)	52037.11
Perímetro (km)	1723.06

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	36
Clave Región Hidrológica	RH11
Nombre de la Región Hidrológica	PRESIDIO - SAN PEDRO
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. SAN PEDRO
Área (km ²)	29366.53
Perímetro (km)	1650.82

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	605
Clave de Subcuenca compuesta	RH11Af
Clave de Región Hidrográfica	RH11



Nombre de Región Hidrográfica	PRESIDIO - SAN PEDRO
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. SAN PEDRO
Clave de Subcuenca	f
Nombre de Subcuenca	R. Durango
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH11Ab R. Mezquital
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	513.81
Área (km ²)	4904.1
Densidad de Drenaje	1.0326
Coefficiente de Compacidad	2.0691
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.242107
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3020
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1720
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	8.49
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2288
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1710
Longitud de Corriente Principal (m)	131968
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.437
Sinuosidad de Corriente Principal	1.766894

Coefficiente de escurrimiento.

Propiedad	valor
Clave	1
Identificador	11669
FC	16791
Perímetro (m)	1631269.6
Área (m ²)	2530000000
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%

Hidrométrica: No existieron datos.**ÁREA DRENADA:**



propiedad	valor
Elevación máxima	2521 m
Elevación media	2195 m
Elevación mínima	1870 m
Longitud	51245 m
Pendiente Media	1.2703 %
Tiempo de Concentración	441.05 (minutos)
Área Drenada	306.89 km²

4.1.7.- El Carrizal:

La estación hidrométrica 12693 El Carrizal, se encuentra sobre el cauce del río Santiago, a 9 kilómetros de la confluencia de este con el río Huaynamota, a 39.5 kilómetros NE de Tepic y a unos 39.6 al SE de la población de Ruiz, municipio del mismo nombre, estado de Nayarit.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud: 104°46'29"

Latitud: 21°50'32"

Para esta hidrométrica se presentó de nuevo un problema recurrente, la no aparición de la hidrométrica. En la figura 4.26 se señala el lugar donde debería haberse encontrado con un círculo con contorno rojo. Este problema generó que la selección del tramo del cauce que se toca con el mouse para seleccionar el área drenada, quede al criterio del usuario, lo que pudo causar variación en los datos. La figura 4.27 muestra la parte del cauce que se tocó siendo el más cercano a las coordenadas proporcionadas. Y la figura 4.28 muestra el área total que el programa seleccionó al hacer lo anterior.

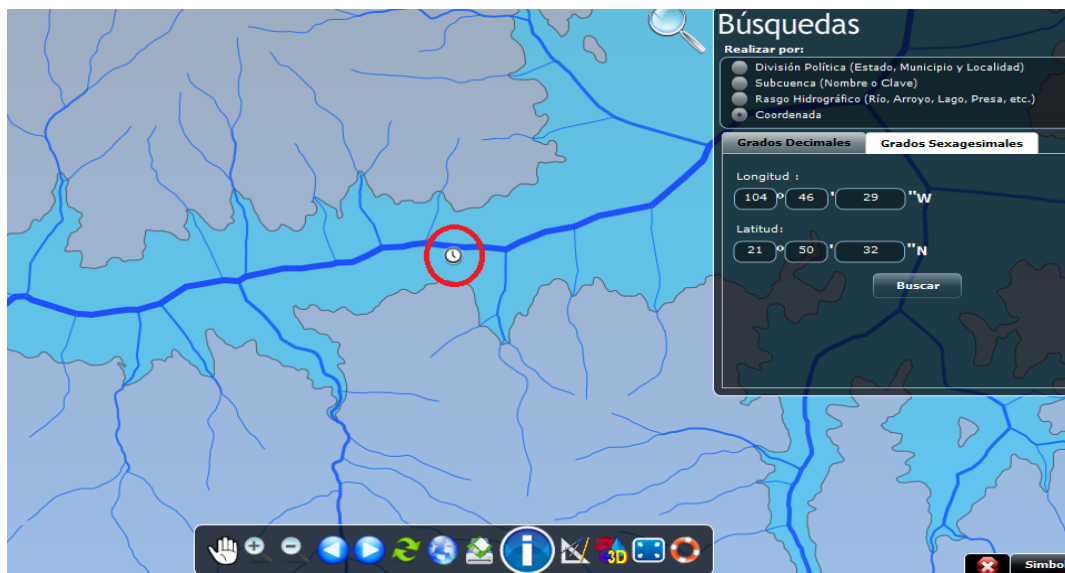


Figura 4.26 lugar donde debería hallarse la hidrométrica 12693, SIATL, INEGI, 2013

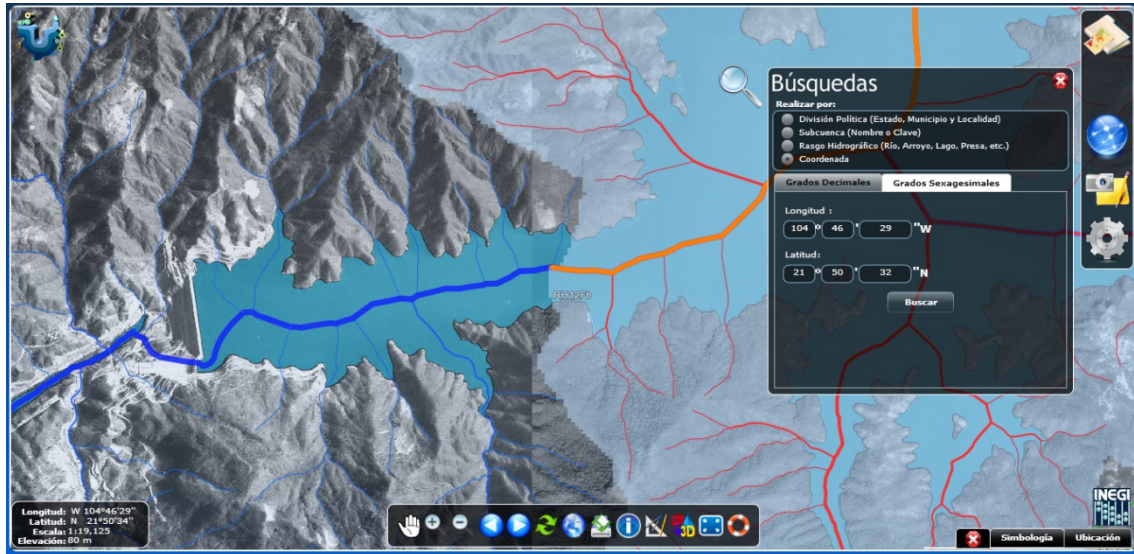


Figura 4.27 Zona del cauce seleccionada para sombrear el área hidráulica, SIATL, INEGI, 2013

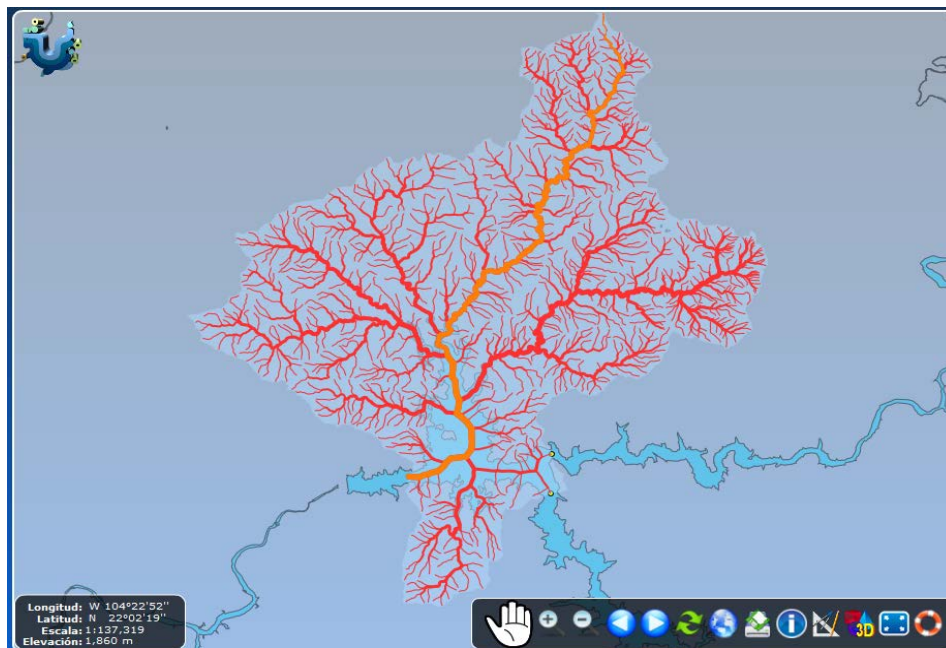


Figura 4.28 Área seleccionada por la aplicación suponiendo es el área drenada, SIATL, INEGI, 2013

Los resultados hidrológicos para esta Subcuenca fueron:

Región Hidrológica:

Propiedad	Valor
Identificador	12
Clave Región Hidrológica	RH12
Nombre de la Región Hidrológica	LERMA - SANTIAGO
Área (km ²)	135493.17
Perímetro (km)	3190.07

**Cuenca:**

Propiedad	Valor
Identificador	45
Clave Región Hidrológica	RH12
Nombre de la Región Hidrológica	LERMA - SANTIAGO
Clave Cuenca	F
Nombre Cuenca	R. SANTIAGO - AGUAMILPA
Área (km ²)	6833.16
Perímetro (km)	733.4

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	481
Clave de Subcuenca compuesta	RH12Fb
Clave de Región Hidrográfica	RH12
Nombre de Región Hidrográfica	LERMA - SANTIAGO
Clave de Cuenca	F
Clave de Cuenca Compuesta	F
Nombre de Cuenca	R. SANTIAGO - AGUAMILPA
Clave de Subcuenca	b
Nombre de Subcuenca	R. Huaynamota - Océano
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	2
Lugar a donde drena 2	RH11Aa R. San Pedro
Total de Descargas 2	1
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	3
Perímetro (km)	364.25
Área (km ²)	1716.13
Densidad de Drenaje	2.6628
Coefficiente de Compacidad	2.4796
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.093888
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1980
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	25.66



Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1935
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	168266
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.15
Sinuosidad de Corriente Principal	1.854877

Coefficiente de escurrimiento.

Propiedad	Valor
Identificador	14562
FC	6292
Clave	H2O
Descripción	Cuerpo de agua perenne
Área (m ²)	101709024
Perímetro (m)	279788.59

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

Propiedad	valor
Elevación máxima	1935 m
Elevación media	1011 m
Elevación mínima	88 m
Longitud	33873 m
Pendiente Media	5.4527 %
Tiempo de Concentración	180.02 (minutos)
Área Drenada	319.60 km²

4.1.8.- Paso de Arocha:

La estación hidrométrica 13001 Paso de Arocha, se ubica sobre el río Hucicila, a la altura del poblado Paso Arocha, perteneciente al municipio de Compostela, Nayarit, aproximadamente a 20 kilómetros de la desembocadura.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud: 105°04'30"

Latitud: 21°17'00"

Al introducir estas coordenadas a la aplicación SIATL existió un problema, pues la estación no apareció en la coordenada indicada, sino debajo de está, con una coordenada de (**Longitud 105° 04' 52'' y Latitud 21° 16' 31''**) lo cual nos dio no solo varios segundos de diferencia en la longitud, sino que algunos minutos de diferencia en la latitud. Esto se ilustró en la figura 4.29 donde con un



círculo rojo se marca la coordenada que nos da el BANDAS y con un círculo amarillo el lugar donde estaba ubicada la hidrométrica.

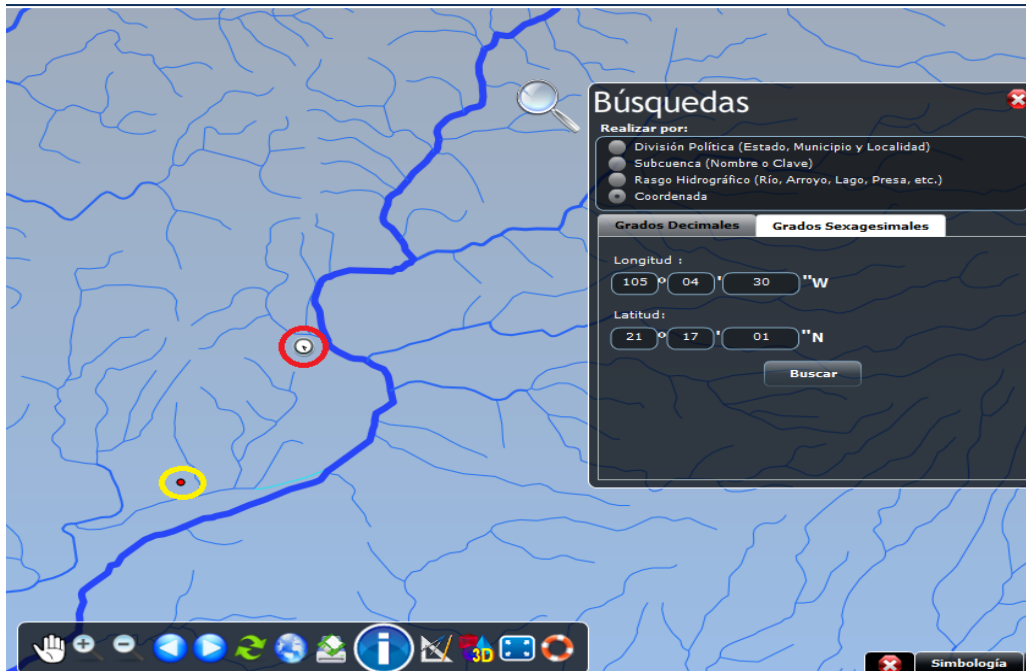


Figura 4.29 Lugar de ubicación de la hidrométrica y lugar donde debería estar según el BANDAS, SIATL, INEGI, 2013

Aun existiendo este problema se buscó tocar el cauce más cercano a la estación hidrométrica para realizar el cálculo del área de aportación lo que aparece en el mapa, nos sombrea un área, ilustrada por la figura 4.30.



Figura 4.30 supuesta área drenada para la hidrométrica 13001, SIATL, INEGI, 2013

Los datos hidrológicos para esta Subcuenca son:

**Región Hidrológica:**

Propiedad	valor
Identificador	13
Clave Región Hidrológica	RH13
Nombre de la Región Hidrológica	HUICICILA
Área (km ²)	4981.39
Perímetro (km)	793.73

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	53
Clave Región Hidrológica	RH13
Nombre de la Región Hidrológica	HUICICILA
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. HUICICILA - SAN BLAS
Área (km ²)	3492.41
Perímetro (km)	501.8

Subcuenca:

Propiedad	Valor
Identificador en Base de Datos	450
Clave de Subcuenca compuesta	RH13Ba
Clave de Región Hidrográfica	RH13
Nombre de Región Hidrográfica	HUICICILA
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B
Nombre de Cuenca	R. HUICICILA - SAN BLAS
Clave de Subcuenca	a
Nombre de Subcuenca	R. Hucicila
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	178
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	178
Perímetro (km)	375.04



Área (km ²)	1942.48
Densidad de Drenaje	3.3703
Coefficiente de Compacidad	2.3996
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.074177
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2240
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	30.9
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1672
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1
Longitud de Corriente Principal (m)	95117
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.756
Sinuosidad de Corriente Principal	2.077631

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	568
FC	16793
Clave	3
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	489000000000
Perímetro (m)	129381744

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	413
Nombre De Estación Hidrométrica	PASO DE AROCHA
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	VIII
Organismo	OCLSP
Estado	NAY
Municipio	COMPOSTELA
Región Hidrológica	13
Cuenca	HUICICILA
Subcuenca	HUICICILA
Corriente	RIO HUICICILA
Latitud (gms)	21.275278
Longitud (gms)	-105.081111
Altitud (m)	20
Caudal Máximo m ³ /s	0.0000000000



Caudal Mínimo m ³ /s	0.00000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	0.00000000000
Clave De Estación	13001
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1672 m
Elevación media	879 m
Elevación mínima	86 m
Longitud	73194 m
Pendiente Media	2.1668 %
Tiempo de Concentración	473.29 (minutos)
Área Drenada	487.17 km²

4.1.9.- Cuixamala:

La estación hidrométrica 15005 de nombre Cuixamala. Nos dice que el río Cuixmala es una corriente jalisciense que nace en las estribaciones del cerro Camalote, el cual se localiza unos 15 Km al Noroeste del poblado de Purificación, Jalisco.

Desciende desde una altitud de 1 500 m.s.n.m. con el nombre de río Jiosto y con dirección hacia el Sur-Suroeste, encontrándose en esta parte de la cuenca una serie de rancherías y congregaciones pertenecientes al municipio de Purificación. Aguas abajo recibe las aguas del río San Miguel por la margen izquierda, y a partir de aquí describe una curva que remata, al confluir con el arroyo Tene (BANDAS, 2013).

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 104°58'00''

Latitud: 19°23'30''

Para estas coordenadas proporcionadas por la red BANDAS ocurrió el problema de la no existencia de la hidrométrica en la aplicación SIATL, la imagen 4.31 ilustra la zona donde debería estar ubicada la hidrométrica con un círculo de color rojo.

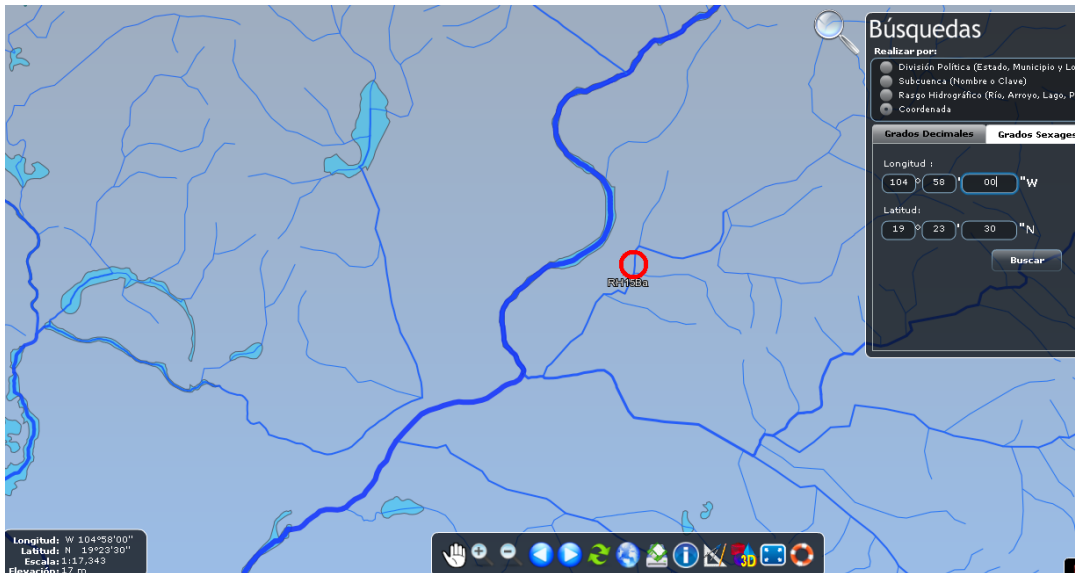


Figura 4.31 Imagen de las coordenadas donde debería encontrarse la hidrométrica Cuixamala, SIATL, INEGI, 2013

Al ser seleccionada la zona más cercana al cauce principal para buscar el área drenada el programa proporciona un área de aportación presentada en la figura 4.32.

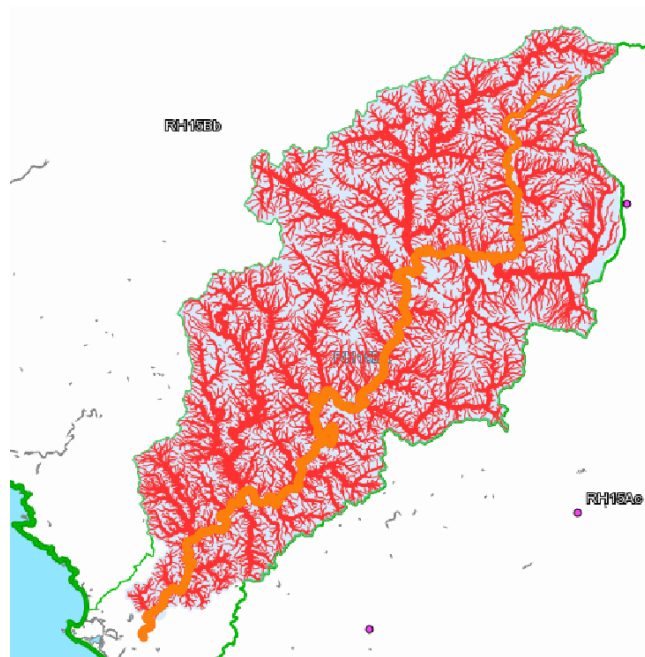


Figura 4.32 Área de aportación al cauce principal para la hidrométrica Cuixamala, SIATL, INEGI, 2013

Para la coordenada Longitud W 104°39'06' y la Latitud N 19°51'16' se observó un área sin seleccionar por la aplicación, de igual manera sin una razón aparente lo cual es ilustrado en la figura 4.33.

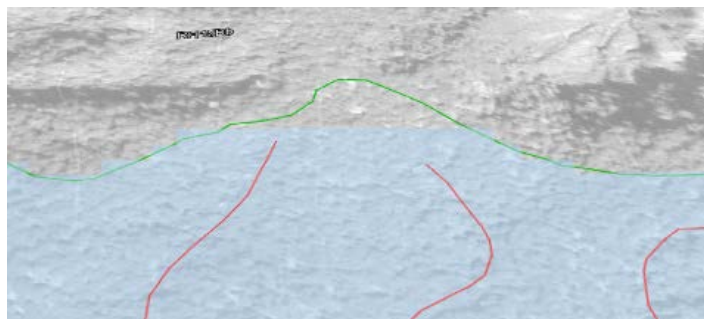


Figura 4.33 Área sin seleccionar por la aplicación, SIATL, INEGI, 2014

Aparte de este detalle no se encontraron más variaciones en la subcuenca, por lo cual se presentan a continuación los datos hidrológicos de dicha zona.

Región Hidrológica.

Propiedad	valor
Identificador	15
Clave Región Hidrológica	RH15
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA DE JALISCO
Área (km ²)	13026.86
Perímetro (km)	863.66

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	58
Clave Región Hidrológica	RH15
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA DE JALISCO
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. SAN NICOLÁS - CUITZMALA
Área (km ²)	3903.83
Perímetro (km)	417.9

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	331
Clave de subcuenca compuesta	RH15Ba
Clave de Región Hidrográfica	RH15
Nombre de Región Hidrográfica	COSTA DE JALISCO
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B



Nombre de Cuenca	R. SAN NICOLÁS - CUITZMALA
Clave de Subcuenca	a
Nombre de Subcuenca	R. Cuitzmala
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	8
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	8
Perímetro (km)	235.38
Área (km ²)	1121.11
Densidad de Drenaje	3.5506
Coefficiente de Compacidad	1.9824
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.070410
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1760
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	32.28
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1514
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	16
Longitud de Corriente Principal (m)	105267
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.423
Sinuosidad de Corriente Principal	1.676797

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	18788
FC	6292
Clave	H2O
Descripción	Cuerpo de agua perenne
Área (m ²)	808780.56
Perímetro (m)	13096.344

Hidrométrica: No existieron datos.



ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1514 m
Elevación media	765 m
Elevación mínima	17 m
Longitud	101376 m
Pendiente Media	1.4766 %
Tiempo de Concentración	704.41 (minutos)
Área Drenada	1034.17 km²

4.1.10.- Callejones:

La estación hidrométrica 16022 llamada Callejones según la red Bandas se encuentra ubicada sobre el río Coahuayana, a la altura del poblado de Callejones, dentro del municipio de Tecomán, estado de Colima.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales proporcionadas por esta misma red son:

Longitud: 103°37'30"

Latitud: 18°48'00"

Al ingresar estas coordenadas sexagesimales al sistema SIATL nos dirigió a la pantalla en donde la hidrométrica aparece exactamente en las coordenadas indicadas por el BANDAS, cabe destacar que esta coincidencia casi no ocurrió hasta esta parte del trabajo aquí expuesto. La figura 4.34 ilustra esta hidrométrica en la coordenada exacta.



Figura 4.34 Ubicación de la hidrométrica 16022, según datos de la red BANDAS, SIATL, INEGI, 2014

El único problema que presentó esta ubicación como se observa en la figura 4.34, fue que esta hidrométrica está fuera del cauce principal, y como se explicó en este trabajo para seleccionar un área de aportación es necesario tocar el cauce con el mouse.



Por lo cual se recurrió a tocar la zona más cercana del cauce existiendo la posibilidad de valores diferentes a los proporcionados por la red BANDAS.

Una vez realizado este paso se resaltó un área de aportación ilustrada por la figura 4.35.

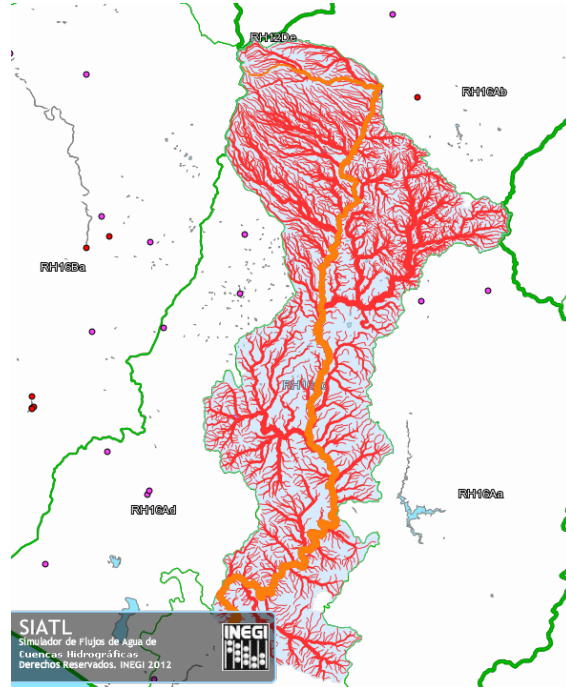


Figura 4.35 Área drenada para la estación hidrométrica 16022, SIATL, INEGI, 2014

En esta Subcuenca existió el mismo problema que en anteriores casos, el hecho de que pequeñas áreas no aparecen sombreadas y por lo cual no fueron consideradas para el cálculo de dicha área drenada. Estas se ilustran en las figuras 4.36 a 4.39.

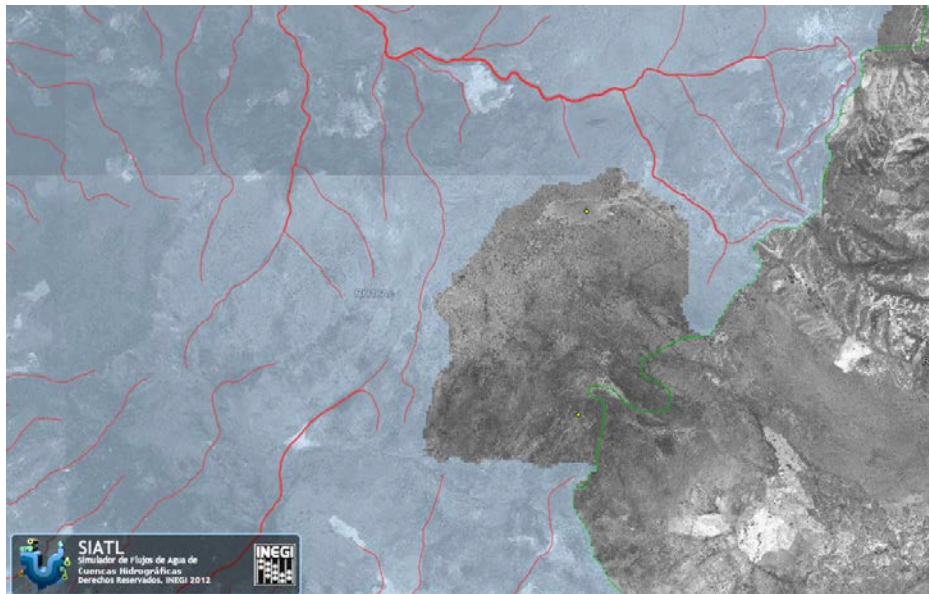


Figura 4.36 Superficie sin seleccionar por la aplicación SIATL, para el cálculo del área drenada para la hidrométrica 16022, SIATL, INEGI, 2014

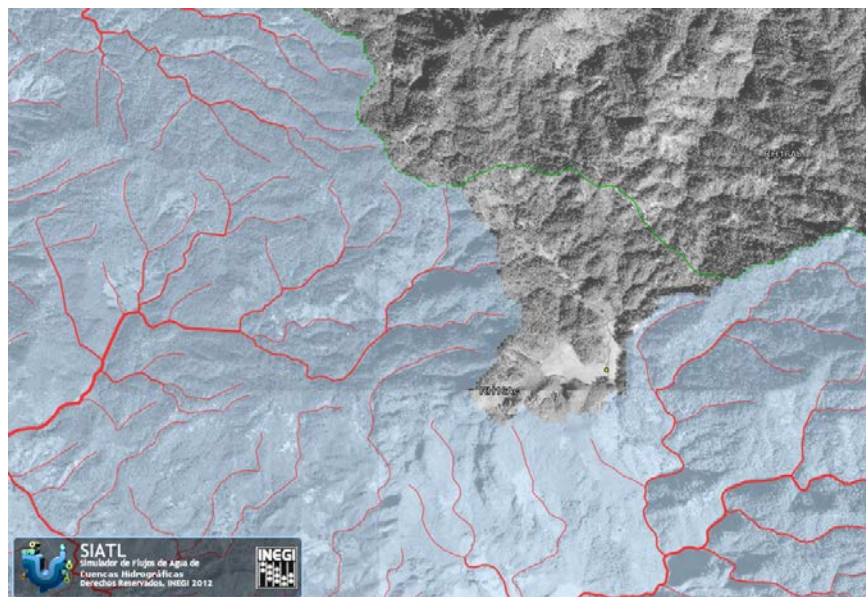


Figura 4.37 Superficie sin seleccionar por la aplicación SIATL, para el cálculo del área drenada para la hidrométrica 16022, SIATL, INEGI, 2014



Figura 4.38 Superficie sin seleccionar por la aplicación SIATL, para el cálculo del área drenada para la hidrométrica 16022, SIATL, INEGI, 2014



Figura 4.39 Área sin seleccionar por la aplicación SIATL, para el cálculo del área drenada para la hidrométrica 16022, SIATL, INEGI, 2014

Como se mostró existen 4 zonas de importancia donde no se sombrearon superficies para el cálculo del área de escurrimiento, lo cual considero ocasionara una notable variación en los resultados de esta. Los archivos de datos hidrológicos proporcionados por el SIATL se presentan a continuación.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	16
Clave Región Hidrológica	RH16
Nombre de la Región Hidrológica	ARMERÍA - COAHUAYANA
Área (km ²)	17692.73
Perímetro (km)	1007.69

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	60
Clave Región Hidrológica	RH16
Nombre de la Región Hidrológica	ARMERÍA - COAHUAYANA
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. COAHUAYANA
Área (km ²)	7896.66
Perímetro (km)	592.61

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	311
Clave de subcuenca compuesta	RH16Ac
Clave de Región Hidrográfica	RH16
Nombre de Región Hidrográfica	ARMERÍA - COAHUAYANA
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. COAHUAYANA
Clave de Subcuenca	c
Nombre de Subcuenca	R. Coahuayana
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	5
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	5
Perímetro (km)	409.58
Área (km ²)	2255.75
Densidad de Drenaje	2.1007
Coefficiente de Compacidad	2.4319
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.119007
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	4260
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	29.3
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	3882
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1
Longitud de Corriente Principal (m)	176971
Pendiente de Corriente Principal (%)	2.193
Sinuosidad de Corriente Principal	1.808400

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	20051
FC	16791
Clave	1



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	46805908
Perímetro (m)	50399.832

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	314
Nombre De Estación Hidrométrica	CALLEJONES
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	VIII
Organismo	OCLSP
Estado	MICH
Municipio	
Región Hidrológica	16
Cuenca	COAHUA
Subcuenca	C PAL M DER
Corriente	
Latitud (gms)	18.8
Longitud (gms)	-103.625
Altitud (m)	0
Caudal Máximo m ³ /s	0.0000000000
Caudal Mínimo m ³ /s	0.0000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	3.13935
Clave De Estación	16061
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	3882 m
Elevación media	1951 m
Elevación mínima	20 m
Longitud	153551 m
Pendiente Media	2.5151 %
Tiempo de Concentración	790.06 (minutos)
Área Drenada	1787.94 km²



4.1.11.- Río Chiquito:

La estación hidrométrica 18460 llamada Río Chiquito se encuentra ubicada según los datos de BANDAS el río Chiquito o Anganguero a 400 m aguas arriba de su confluencia al río Tuxpan; dentro de la población del mismo nombre, en su parte norte, a 1.5 km al nor-noreste de la presa Tuxpan y a 200 m al sureste de la estación hidrométrica Río Grande dentro del municipio de Tuxpan, estado de Michoacán.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 100°27'45''

Latitud: 19°3'25''

Estas coordenadas nos dirigieron a la pantalla ilustrada por la figura 4.40 donde de nueva manera se observa la hidrométrica coincidió exactamente donde la red BANDAS indicó.

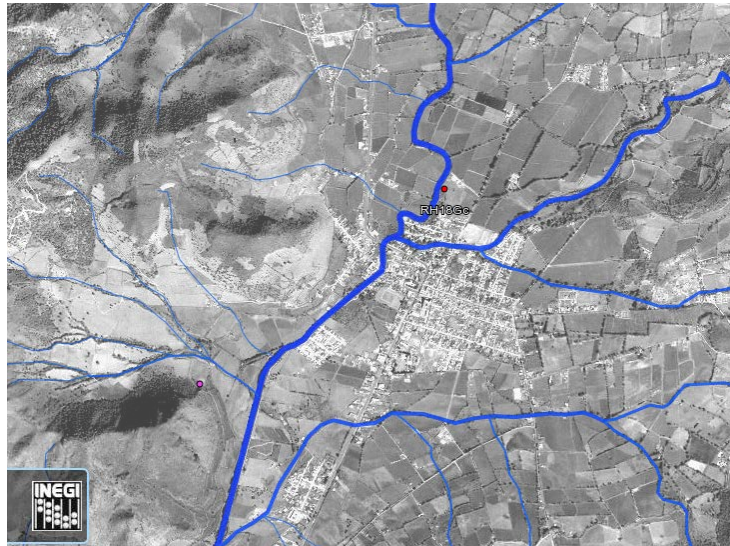


Figura 4.40 Ubicación de la hidrométrica Río Chiquito, SIATL, INEGI, 2014

Aunque la ubicación de la hidrométrica es coincidente con los datos que nos da BANDAS existe el detalle que de nueva cuenta esta no está dentro del cauce principal, lo que ocasionó variación en el área de aportación pues no es exacta la zona donde se dará el clic de selección. Esta lejanía se ilustró en la figura 4.41.

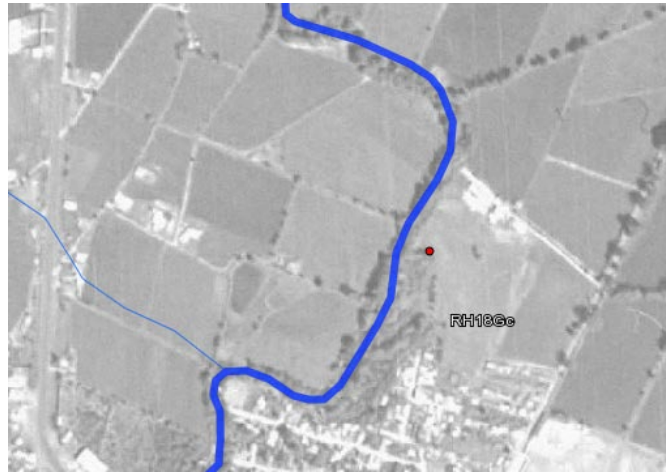


Figura 4.41 Distancia entre la hidrométrica y el cauce principal, SIATL, INEGI, 2014

Al seleccionar el punto del cauce más cercano a la hidrométrica el área que se selecciona se muestra en la figura 4.42.

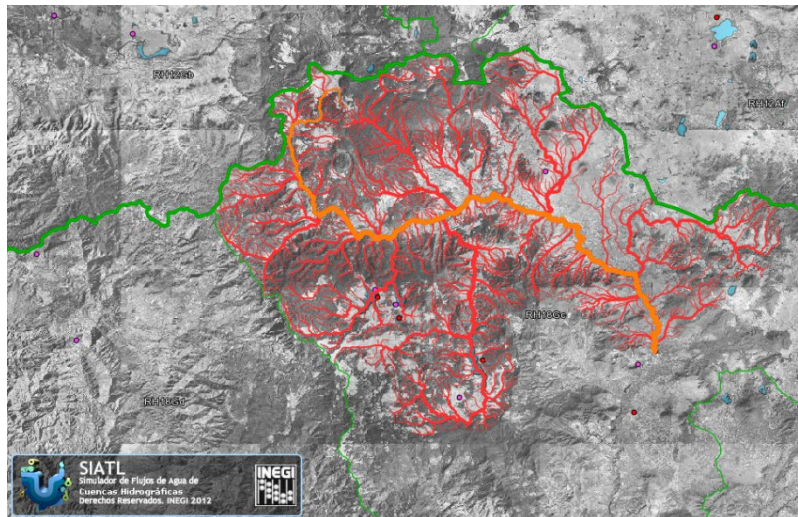


Figura 4.42 Área drenada para la hidrométrica 18460, SIATL, INEGI, 2014

En esta hidrométrica de igual manera existen zonas donde no se sombrea la superficie sin una razón clara, más que en una de ellas un punto de drenaje (Figura 4.43) La figura 4.44 ilustra ambas áreas en las que no existió razón visible para su no selección.

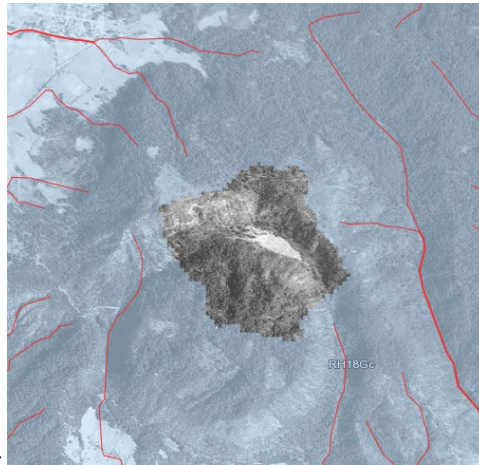


Figura 4.43 superficie sin seleccionar para el área drenada de la hidrométrica 18640, SIATL, INEGI, 2014

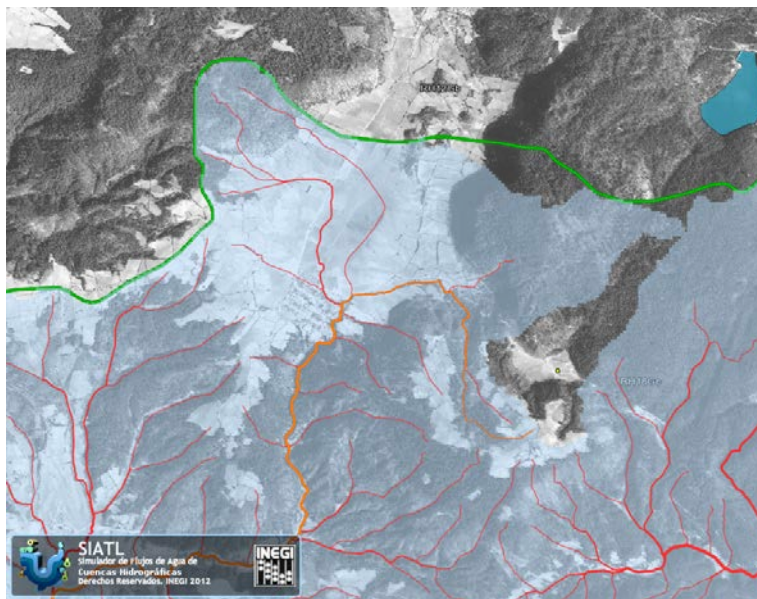


Figura 4.44 superficie sin seleccionar para el área drenada de la hidrométrica 18640, SIATL, INEGI, 2014

Como se muestra estas áreas pudieron crear variaciones en el resultado final, todo esto se analizó en al final del capítulo. Por lo mientras los valores hidrológicos para esta subcuenca son los siguientes.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	18
Clave Región Hidrológica	RH18
Nombre de la Región Hidrológica	BALSAS
Área (km ²)	117203.89
Perímetro (km)	2948.79

**Cuenca:**

Propiedad	valor
Identificador	70
Clave Región Hidrológica	RH18
Nombre de la Región Hidrológica	BALSAS
Clave Cuenca	G
Nombre Cuenca	R. CUTZAMALA
Área (km ²)	13347.89
Perímetro (km)	723.53

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	329
Clave de subcuenca compuesta	RH18Gc
Clave de Región Hidrográfica	RH18
Nombre de Región Hidrográfica	BALSAS
Clave de Cuenca	G
Clave de Cuenca Compuesta	G
Nombre de Cuenca	R. CUTZAMALA
Clave de Subcuenca	c
Nombre de Subcuenca	R. Tuxpan
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH18Gb R. Zitácuaro
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	259.2
Área (km ²)	1881.22
Densidad de Drenaje	2.1637
Coefficiente de Compacidad	1.6853
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.115542
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3640
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	660
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	32.57
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2797



Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	655
Longitud de Corriente Principal (m)	113963
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.879
Sinuosidad de Corriente Principal	2.008335

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	568
FC	16793
Clave	3
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	489000000000
Perímetro (m)	129381744

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	356
Nombre De Estación Hidrométrica	RIO CHIQUITO
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	XIII
Organismo	OCAVAMEX
Estado	MICH
Municipio	Tuxpan
Región Hidrológica	26
Cuenca	PRESA TUXPAN
Subcuenca	CHIQUITO
Corriente	Rio Chiquito
Latitud (gms)	19.573611
Longitud (gms)	-100.4625
Altitud (m)	0
Caudal Máximo m ³ /s	0.000000
Caudal Mínimo m ³ /s	0.000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	0.000000
Clave De Estación	
Fuente	CONAGUA-IMTA



ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	2797 m
Elevación media	2267 m
Elevación mínima	1737 m
Longitud	67148 m
Pendiente Media	1.5786 %
Tiempo de Concentración	500.50 (minutos)
Área Drenada	913.08 km²

4.1.12.- Tecpan:

La hidrométrica con clave 19005 de nombre Tecpan está localizada en el estado de Guerrero, municipio de Tecpan de Galeana, unos 5 Km aguas arriba del puente del camino Acapulco-Zihuatanejo sobre la corriente. La población más próxima es Tecpan

Las coordenadas geográficas en grados sexagesimales para esta hidrométrica son:

Longitud: 100°37'15"

Latitud: 17°15'00"

Esta coordenada al ser ingresada en el SIATL genero de nueva cuenta un muy recurrente problema de falta de ubicación de la hidrométrica dentro de la pantalla, es decir la hidrométrica 19005 que el BANDAS indica debería aparecer en la coordenada citada, pero dentro del SIATL es inexistente. Lo cual ilustra la figura 4.45, donde con un círculo rojo se marca la zona donde debería hallarse.

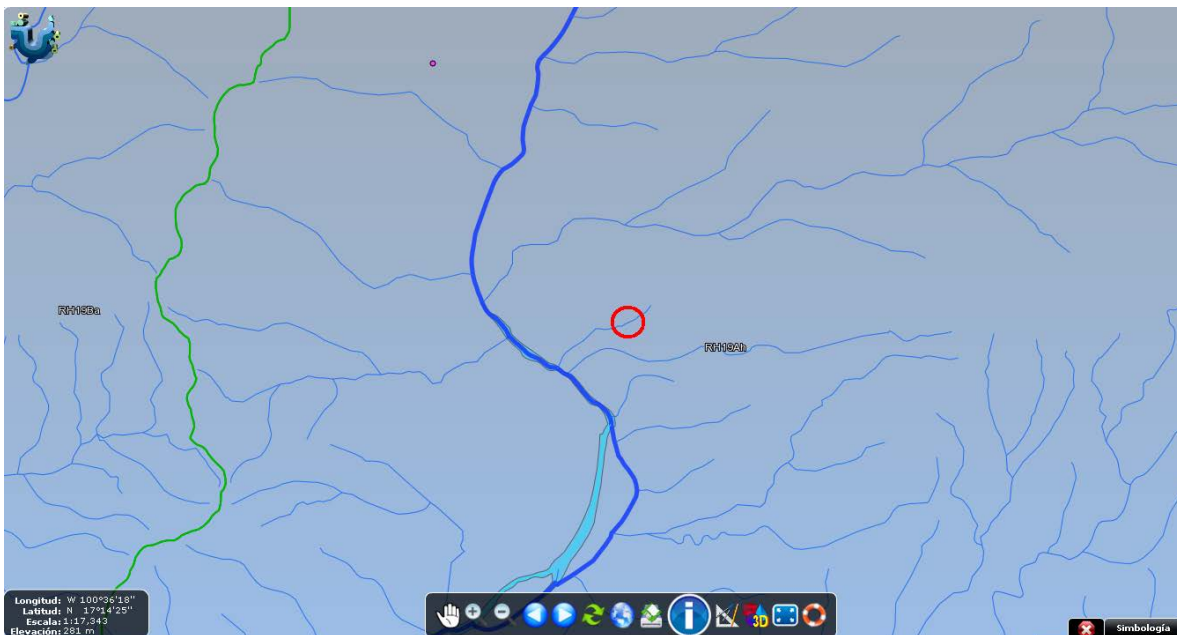


Figura 4.45 Coordenada donde debería ubicarse la hidrométrica 19005, SIATL, INEGI, 2014



Al existir este contratiempo se recurrió a seleccionar la parte más cercana del cauce principal a la coordenada del BANDAS para estimar el área de aportación y tener material de comparación. El área resultante se presenta en la figura 4.46.

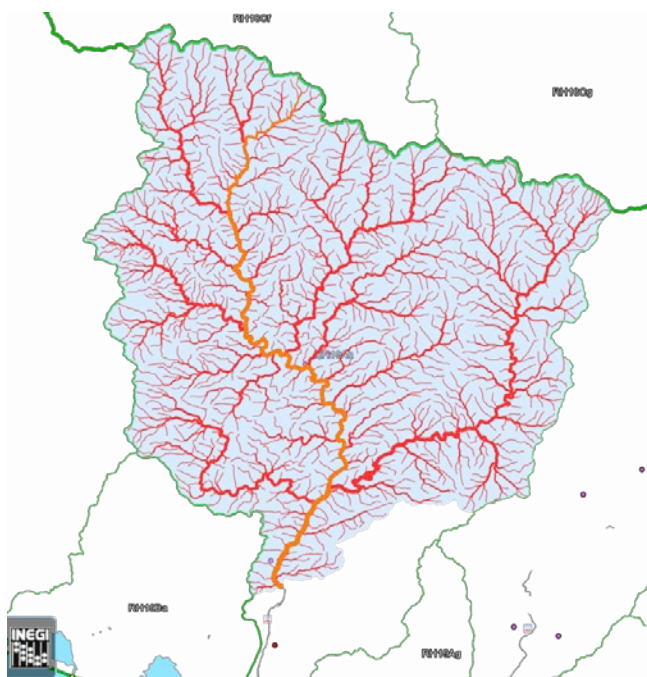


Figura 4.46 Área drenada para la hidrometría 19005

En este caso no existió el detalle de pequeñas superficies sin considerar para el cálculo final por parte del SIATL por lo cual se pasa a la presentación de los rasgos hidrológicos de la zona.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	19
Clave Región Hidrológica	RH19
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA GRANDE
Área (km ²)	12647.36
Perímetro (km)	922.86

Cuenca:

Identificador	74
Clave Región Hidrológica	RH19
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA GRANDE
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. ATOYAC Y OTROS
Área (km ²)	5390.08
Perímetro (km)	504.73

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	146
Clave de subcuenca compuesta	RH19Ah
Clave de Región Hidrográfica	RH19
Nombre de Región Hidrográfica	COSTA GRANDE
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. ATOYAC Y OTROS
Clave de Subcuenca	h
Nombre de Subcuenca	R. Teapan
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	214.91
Área (km ²)	1338.38
Densidad de Drenaje	1.8464
Coefficiente de Compacidad	1.6566
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.135398
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3040
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	42.21
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2225
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	80223
Pendiente de Corriente Principal (%)	2.774
Sinuosidad de Corriente Principal	1.447326

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	Valor
Identificador	568



FC	16793
Clave	3
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	489000000000
Perímetro (m)	129381744

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	2225 m
Elevación media	1131 m
Elevación mínima	37 m
Longitud	64150 m
Pendiente Media	3.4107 %
Tiempo de Concentración	359.15 (minutos)
Área Drenada	1191.97 km²

4.1.13.- Las Juntas:

La estación hidrométrica 20025 conocida como Las Juntas según la red BANDAS está ubicada en el estado de Guerrero, municipio de Xochistlauaca y se localiza 500 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Sta. Catarina y Puente

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 98°16'00"

Latitud: 16°42'15"

Esta coordenada proporcionada por la red BANDAS al ser ingresada en el SIATL no presentó la hidrométrica, siendo inexistente en el perímetro de la zona y por lo tanto de los datos de la aplicación. El círculo rojo en la Figura 4.47 ilustra la zona donde debería localizarse esta.

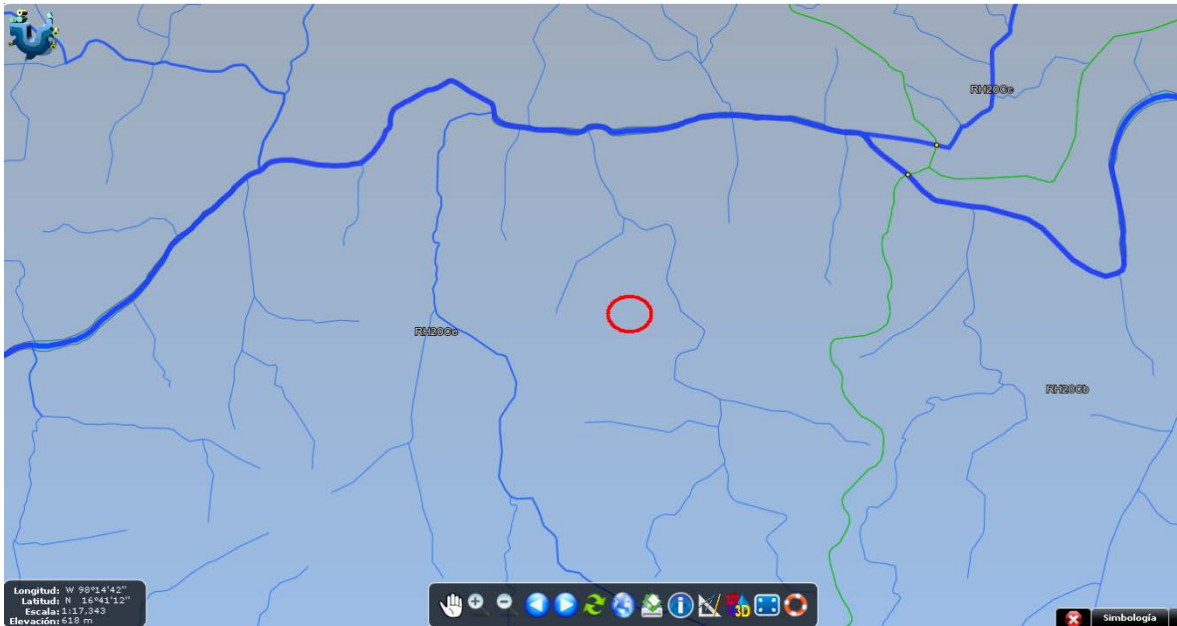


Figura 4.47 supuesta ubicación de la hidrométrica las juntas, SIATL, INEGI, 2014

Existiendo el problema se recurrente de la coordenada estar fuera del cauce principal y recurriendo a tocar el punto más cercano esta al cauce principal para buscar el área drenada de esta zona. Quedando esta como ilustra la figura 4.48.

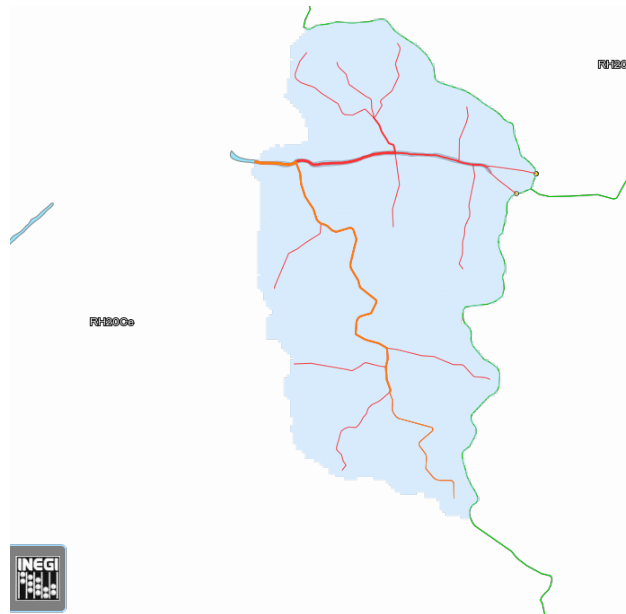


Figura 4.48 área drenada para la coordenada de la estación 20025, SIATL, INEGI, 2014

Para esta zona no existieron superficies sin seleccionar por la aplicación, por lo cual se presentan los rasgos hidrológicos de la zona en cuestión.

**Región hidrológica:**

Propiedad	valor
Identificador	20
Clave Región Hidrológica	RH20
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA CHICA - RÍO VERDE
Área (km ²)	39856.87
Perímetro (km)	1522.86

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	79
Clave Región Hidrológica	RH20
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA CHICA - RÍO VERDE
Clave Cuenca	C
Nombre Cuenca	R. OMETEPEC O GRANDE
Área (km ²)	7029.89
Perímetro (km)	485.26

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	84
Clave de subcuenca compuesta	RH20Ce
Clave de Región Hidrográfica	RH20
Nombre de Región Hidrográfica	COSTA CHICA - RÍO VERDE
Clave de Cuenca	C
Clave de Cuenca Compuesta	C
Nombre de Cuenca	R. OMETEPEC O GRANDE
Clave de Subcuenca	e
Nombre de Subcuenca	R. Santa Catarina
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH20Cd R. Quetzala
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0



Total de Descargas	1
Perímetro (km)	115.9
Área (km ²)	360.53
Densidad de Drenaje	1.6114
Coefficiente de Compacidad	1.7214
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.155144
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1060
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	20
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	24.22
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	767
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	60973
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.225
Sinuosidad de Corriente Principal	2.440396

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	22551
FC	16794
Clave	4
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 20 a 30%
Área (m ²)	28400000000
Perímetro (m)	8125850.5

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	527 m
Elevación media	293 m
Elevación mínima	60 m
Longitud	5221 m
Pendiente Media	8.9446 %
Tiempo de Concentración	34.79 (minutos)
Área Drenada	9.56 km²



4.1.14.- Tequisistlan:

La estación hidrométrica Tequisistlan con clave 22015 está localizada en el estado de Oaxaca, municipio de Tehuantepec, unos 100 m aguas abajo del puente de la carretera internacional Cristóbal Colón, sobre el río Tequisistlán. El poblado más próximo es Tequisistlán, que está inmediato a la estación.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 95°35'50"

Latitud: 16°24'50"

El registrar esta coordenada en el SIATL nos dio una imagen donde se puede ver la hidrométrica, pero fuera de la coordenada dada por el BANDAS, en la figura 4.49 se marca con un círculo amarillo la zona donde está la hidrométrica y con una rojo la zona donde debería estar.

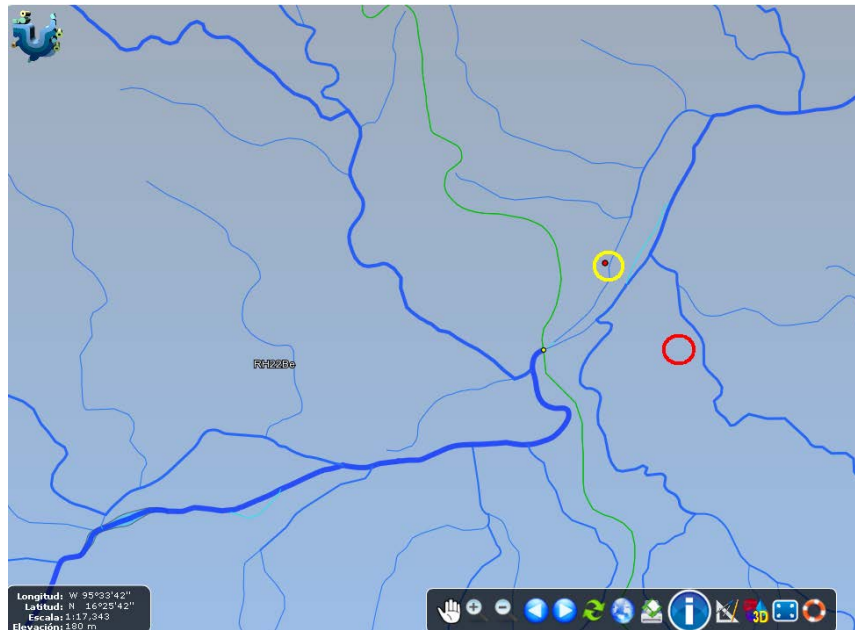


Figura 4.49 Diferencia entre las coordenadas donde se propone la misma hidrométrica, SIATL, INEGI, 2013

Para esta figura se observan ambas coordenadas están fuera del cauce principal lo cual de nueva cuenta dificultó la selección de la zona del cauce para generar el área drenada. Se decidió tocar el más cercano a la coordenada de la hidrométrica propuesta por el SIATL, y esta área queda ilustrada en la figura 4.50.

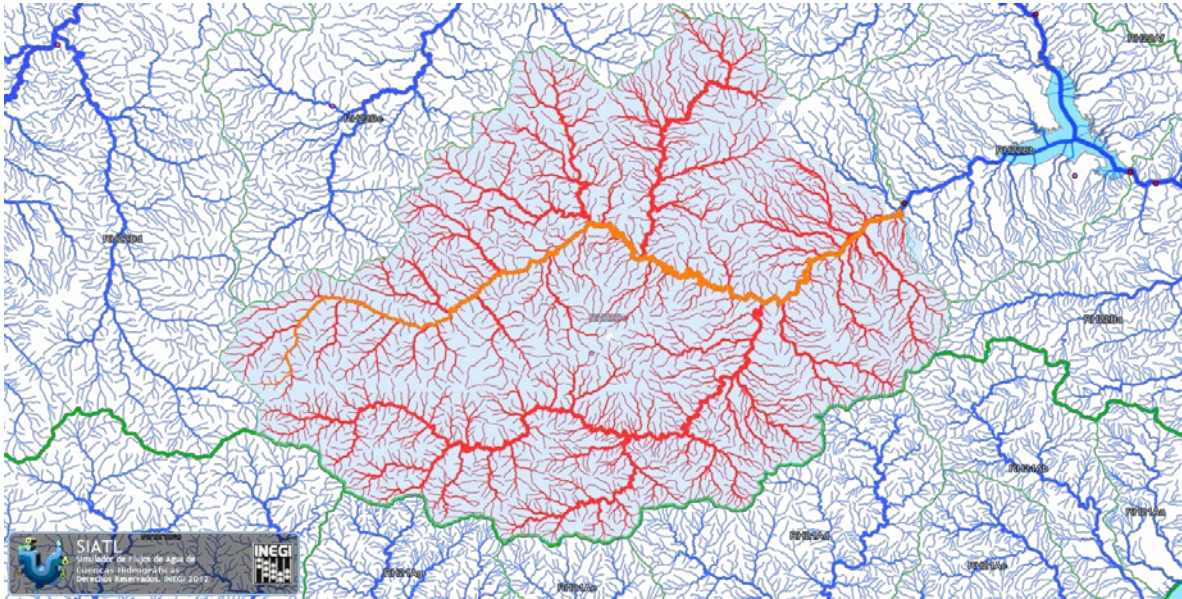


Figura 4.50 Área de aportación para la hidrométrica 22015, SIATL, INEGI, 2013

En el centro de esta figura seleccionada se encuentra un área sin seleccionar, al parecer existe una zona de drenaje pero no es claro el porqué de ello, la figura 4.51 lo muestra.

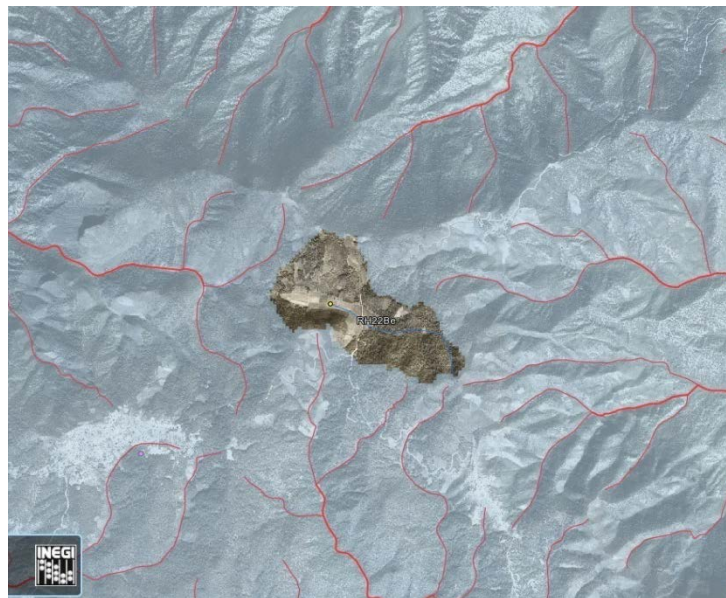


Figura 4.52 superficie sin considerar para el cálculo del área drenada, SIATL, INEGI, 2014

Teniendo en cuenta este detalle del cual no existe razón explicada con detalle en la documentación del SIATL, se obtuvieron los siguientes valores hidrológicos de la zona:

**Región hidrológica:**

Propiedad	valor
Identificador	22
Clave Región Hidrológica	RH22
Nombre de la Región Hidrológica	TEHUANTEPEC
Área (km ²)	16719.17
Perímetro (km)	860.04

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	86
Clave Región Hidrológica	RH22
Nombre de la Región Hidrológica	TEHUANTEPEC
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. TEHUANTEPEC
Área (km ²)	10213.34
Perímetro (km)	583.11

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	75
Clave de subcuenca compuesta	RH22Bb
Clave de Región Hidrográfica	RH22
Nombre de Región Hidrográfica	TEHUANTEPEC
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B
Nombre de Cuenca	R. TEHUANTEPEC
Clave de Subcuenca	b
Nombre de Subcuenca	P. Benito Juárez
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH22Ba R. Bajo Tehuantepec
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0



Total de Descargas	1
Perímetro (km)	135.77
Área (km ²)	712.76
Densidad de Drenaje	1.9002
Coefficiente de Compacidad	1.4341
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.131565
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2160
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	120
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	24.33
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	858
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	110
Longitud de Corriente Principal (m)	39903
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.874
Sinuosidad de Corriente Principal	1.806206

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	23789
FC	16791
Clave	1
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	21453108
Perímetro (m)	38111.441

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	456
Nombre De Estación Hidrométrica	TEQUISISTLAN
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	V
Organismo	OCPS
Estado	OAX
Municipio	MAGDALENA TEQUISISTLAN
Región Hidrológica	22
Cuenca	RÖO TEHUANTEPEC
Subcuenca	RÖO TEQUISISTLAN
Corriente	RIO TEQUISISTLAN
Latitud (gms)	16.4175



Longitud (gms)	-95.598889
Altitud (m)	278
Caudal Máximo m ³ /s	0.00000000000
Caudal Mínimo m ³ /s	0.00000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	0.00000000000
Clave De Estación	22015
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	3305 m
Elevación media	1743 m
Elevación mínima	182 m
Longitud	101850 m
Pendiente Media	3.0662 %
Tiempo de Concentración	531.68 (minutos)
Área Drenada	2165.00 km²

4.1.15.- Cahuacan:

La estación hidrométrica 23003 de nombre Cahuacan está ubicada al sur de Tapachula, aproximadamente a 20 Km de dicha población, a 16 Km al noroeste de Cd. Hidalgo, a 16 Km al este de Puerto Madero, a 12 Km aguas arriba de la desembocadura del río en el Océano Pacífico; sobre el puente del ferrocarril Panamericano en el Kilómetro 905 de la línea Veracruz a Cd. Hidalgo, perteneciendo al municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 92°16'15"

Latitud: 14°43'00"

Al ingresar estas coordenadas nos dirigió a la pantalla ilustrada por la figura 4.52 donde la coordenada no coincidió con la ubicación que nos presenta la red BANDAS, es decir el SIATL nos presentó la hidrométrica en la coordenada:

Longitud: 92°16'20"

Latitud: 14°43'14"

Existiendo una diferencia de 5 segundos en la Longitud y 14 segundos en la Latitud.



Figura 4.52 Ubicación territorial de la hidrométrica 23003, según el SIATL, INEGI, 2014

Lo que como se ha visto con anterioridad en este trabajo ocasionó variaciones en el área de aportación pues la selección del cauce queda a criterio del usuario al no existir cercanía con el cauce. En la figura 4.53 se muestra como al seleccionar el cauce más cercano a la hidrométrica, esta área de aportación se alejó bastante de la hidrométrica siendo que debería llegar justo solo a ella.

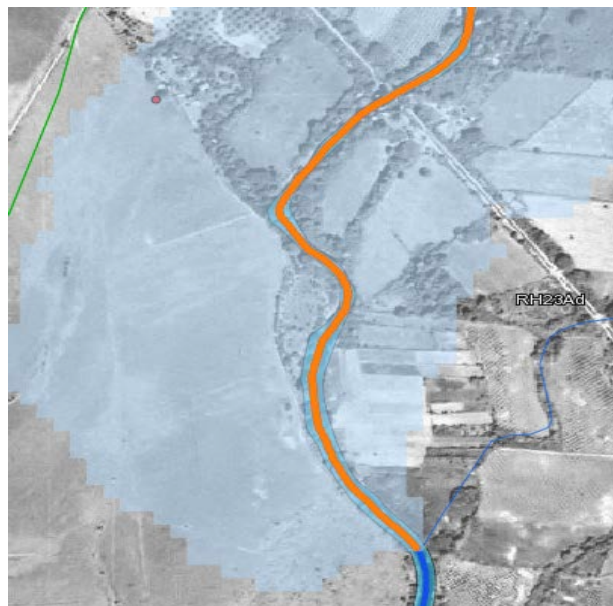


Figura 4.53 Diferencia entre distancia del área drenada seleccionada y la hidrométrica, SIATL, INEGI, 2013

En la figura 4.54, se muestra el área drenada total que el SIATL considera llega a la hidrométrica de este punto.

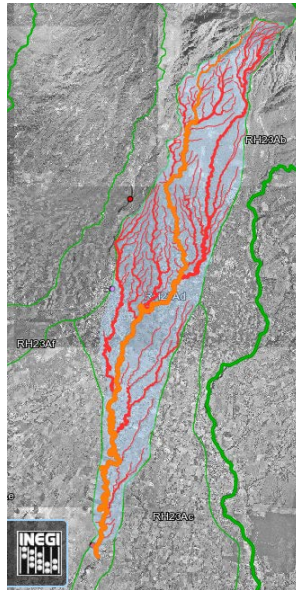


Figura 4.54 Área de aportación a la hidrométrica 23003 según el SIATL, INEGI, 2014

De nueva cuenta existieron zonas sin sombrear dentro de la superficie de la subcuenca lo cual generó variaciones en el área de aportación, estas se muestran en la figura 4.55.

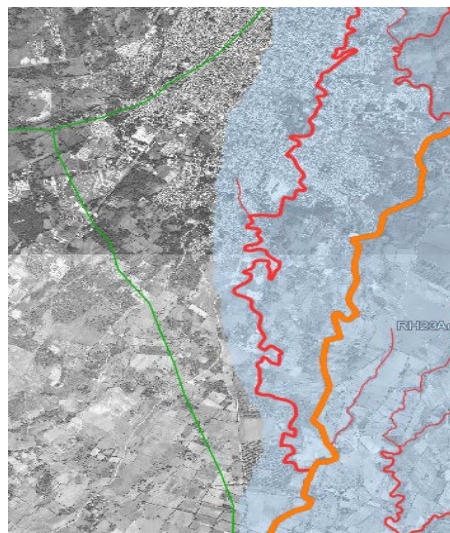


Figura 4.55 Zonas sin considerar para el área de aportación en la hidrométrica 23003, SIATL, INEGI, 2014

Los datos hidrológicos proporcionados por el SIATL son los siguientes:

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	23
Clave Región Hidrológica	RH23
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA DE CHIAPAS
Área (km ²)	12369.52
Perímetro (km)	874.11

**Cuenca:**

Propiedad	valor
Identificador	87
Clave Región Hidrológica	RH23
Nombre de la Región Hidrológica	COSTA DE CHIAPAS
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. SUCHIATE Y OTROS
Área (km ²)	2289.77
Perímetro (km)	258.75

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	3
Clave de subcuenca compuesta	RH23Ad
Clave de Región Hidrográfica	RH23
Nombre de Región Hidrográfica	COSTA DE CHIAPAS
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. SUCHIATE Y OTROS
Clave de Subcuenca	d
Nombre de Subcuenca	R. Cahuacán
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH23Ae Puerto Madero
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	140.64
Área (km ²)	287.41
Densidad de Drenaje	1.7355
Coefficiente de Compacidad	2.3393
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.144045
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3620
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	14.38
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2739



Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1
Longitud de Corriente Principal (m)	92445
Pendiente de Corriente Principal (%)	2.961
Sinuosidad de Corriente Principal	1.538242

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	24272
FC	16793
Clave	3
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	3210000000
Perímetro (m)	1379770.6

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	44
Nombre De Estación Hidrométrica	CAHUACAN
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	XI
Organismo	OCFS
Estado	CHIS
Municipio	SUCHIATE
Región Hidrológica	23
Cuenca	R. CAHUACAN
Subcuenca	R. CAHUACAN
Corriente	R. CAHUACAN
Latitud (gms)	14.720833
Longitud (gms)	-92.272222
Altitud (m)	50
Caudal Máximo m ³ /s	498.923
Caudal Mínimo m ³ /s	1.343
Caudal Medio Anual m ³ /s	18.60765
Clave De Estación	23003
Fuente	CONAGUA-IMTA

**ÁREA DRENADA:**

propiedad	valor
Elevación máxima	2739 m
Elevación media	1377 m
Elevación mínima	15 m
Longitud	74581 m
Pendiente Media	3.6524 %
Tiempo de Concentración	391.18 (minutos)
Área Drenada	241.37 km²

4.1.16.- Sabinas Hidalgo:

La estación hidrométrica 24333 nombrada Sabinas Hidalgo se encuentra dentro del municipio de Sabinas Hidalgo en el estado de Nuevo León, a dos kilómetros aguas arriba de dicha población y a unos 85 Km aguas arriba de la confluencia con el río Salado.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 100°07'00"

Latitud: 26°29'30"

Estas coordenadas nos dirigieron a una zona donde no apareció la hidrométrica, a pesar de que según datos de BANDAS aún se encuentra en operación (figura 4.56).



Figura 4.56 Coordenada donde debería encontrarse la hidrométrica 24333, SIATL, INEGI, 2014

Por lo cual se recurrió a seleccionar la parte del cauce más cercana a la coordenada dada por el BANDAS para ver si el área drenada coincidía. El área seleccionada se muestra en la figura 4.57.

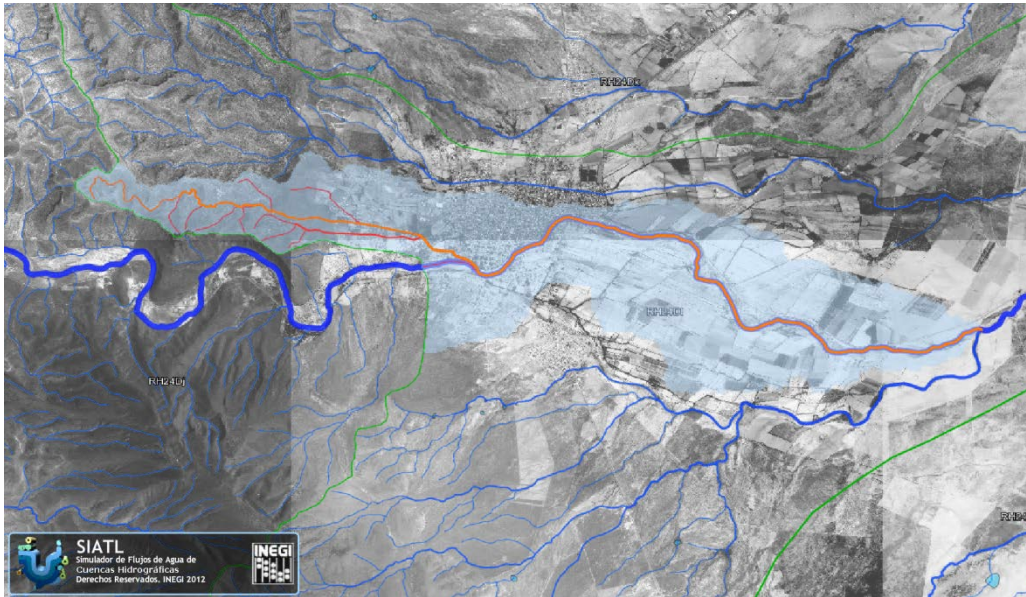


Figura 4.57 Área drenada para la zona donde debería estar la hidrométrica 24333, SIATL, INEGI, 2014

Los valores hidrográficos para esta subcuenca son:

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	24
Clave Región Hidrológica	RH24
Nombre de la Región Hidrológica	BRAVO CONCHOS
Área (km ²)	231516.77
Perímetro (km)	6968.95

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	94
Clave Región Hidrológica	RH24
Nombre de la Región Hidrológica	BRAVO CONCHOS
Clave Cuenca	D
Nombre Cuenca	P. FALCÓN - R. SALADO
Área (km ²)	61027.36
Perímetro (km)	1954.27

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	725
Clave de subcuenca compuesta	RH24DI
Clave de Región Hidrográfica	RH24
Nombre de Región Hidrográfica	BRAVO CONCHOS
Clave de Cuenca	D
Clave de Cuenca Compuesta	D
Nombre de Cuenca	P. FALCÓN - R. SALADO
Clave de Subcuenca	1
Nombre de Subcuenca	R. Sabinas Hidalgo
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH24Da P. Falcón
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	226.99
Área (km ²)	631.08
Densidad de Drenaje	1.1584
Coefficiente de Compacidad	2.548
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.215814
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1300
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	120
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	5.14
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	951
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	110
Longitud de Corriente Principal (m)	110112
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.763
Sinuosidad de Corriente Principal	1.399546

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	4694
FC	16792
Clave	2



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 05 a 10%
Área (m ²)	14400000000
Perímetro (m)	8632892

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	726 m
Elevación media	508 m
Elevación mínima	290 m
Longitud	21369 m
Pendiente Media	2.0403 %
Tiempo de Concentración	185.58 (minutos)
Área Drenada	52.38 km²

4.1.17.- Pablillo:

La estación hidrométrica 25010 de nombre Pablillo está ubicada en el río Pablillo unos 116 Km al Sureste de Monterrey. N.L., municipio de Linares del mismo estado de Nuevo León, en el puente de la Carretera No. 85 sobre la corriente y en las inmediaciones de la población de Linares.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 99°33'20"

Latitud: 24°51'25"

Estas coordenadas coincidieron con las registradas por el SIATL, y se destaca que aún esta hidrométrica se encuentre dentro del cauce en la imagen que presenta el SIATL, lo cual facilitó el cálculo. Situación que se supone debería haber ocurrido con todas las hidrométricas. La figura 4.58 ilustra el caso.



Figura 4.58 hidrométrica 25010 Pabllillo, SIATL, INEGI, 2014

Para dicha coordenada el área drenada que nos presentó el SIATL, es ilustrado por la figura 4.59.

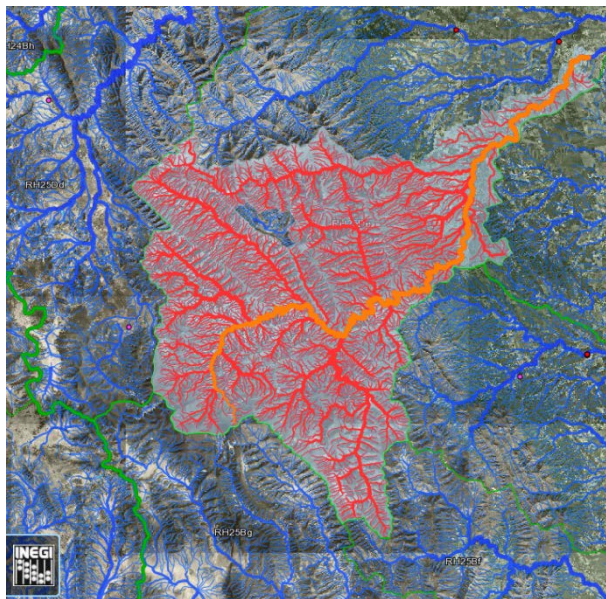


Figura 4.59 área drenada para la estación 25010, SIATL, INEGI, 2013

En la figura 4.59 como se mencionó se ilustra el área drenada que el SIATL propuso para la hidrométrica seleccionada, pero se alcanzó a notar un área de gran tamaño sin considerar para el cálculo sin haber una razón clara para ello, esto se detalló en la figura 4.60.

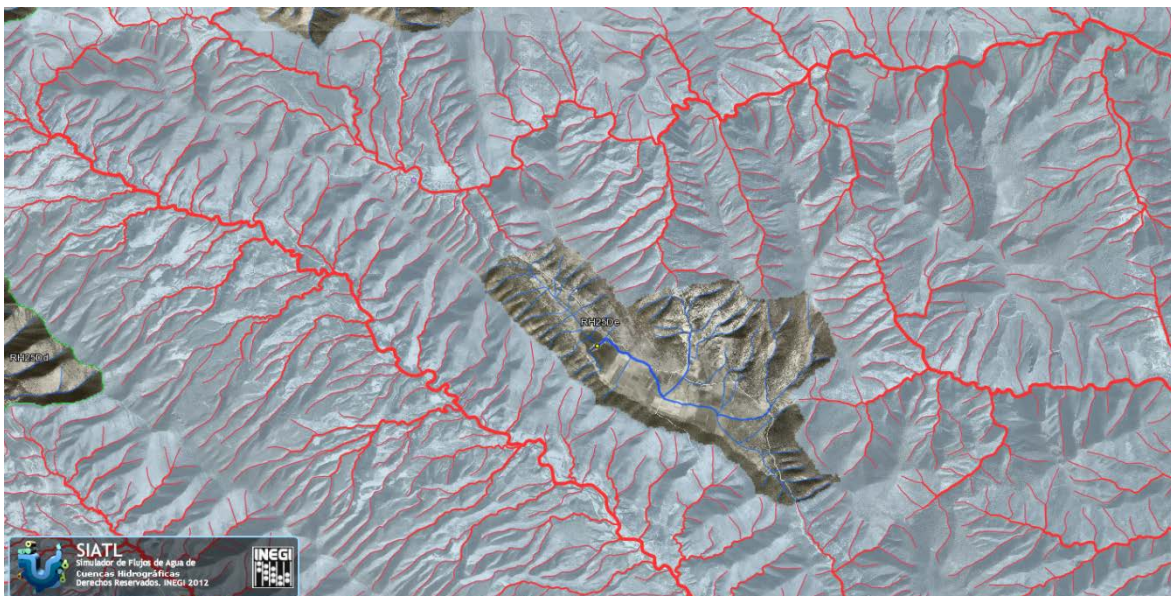


Figura 4.60 superficie sin seleccionar para el cálculo del área de aportación en la hidrométrica 25010, SIATL, INEGI, 2014

Se pudo observar al centro de esta superficie existe un punto amarillo el cual señala existe un punto de drenaje, tal vez esta es la razón de que no se considere esta parte, aunque el corte de esta superficie atravesase algunos arroyos.

Aparte de este detalle no existieron otros inconvenientes por lo cual se presentan los datos hidrológicos de la zona.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	25
Clave Región Hidrológica	RH25
Nombre de la Región Hidrológica	SAN FERNANDO - SOTO LA MARINA
Área (km ²)	56861.85
Perímetro (km)	1483.8

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	108
Clave Región Hidrológica	RH25
Nombre de la Región Hidrológica	SAN FERNANDO - SOTO LA MARINA
Clave Cuenca	D
Nombre Cuenca	R. SAN FERNANDO
Área (km ²)	16993.64
Perímetro (km)	896.3

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	622
Clave de subcuenca compuesta	RH25De
Clave de Región Hidrográfica	RH25
Nombre de Región Hidrográfica	SAN FERNANDO - SOTO LA MARINA
Clave de Cuenca	D
Clave de Cuenca Compuesta	D
Nombre de Cuenca	R. SAN FERNANDO
Clave de Subcuenca	e
Nombre de Subcuenca	R. Limón
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH25Dd R. Potosí
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	267.18
Área (km ²)	1738.21
Densidad de Drenaje	2.5545
Coefficiente de Compacidad	1.8072
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.097866
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3160
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	240
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	37.3
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2912
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	221
Longitud de Corriente Principal (m)	122128
Pendiente de Corriente Principal (%)	2.203
Sinuosidad de Corriente Principal	1.601073

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	7226
FC	16793
Clave	3



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	43000000000
Perímetro (m)	23264638

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	431
Nombre De Estación Hidrométrica	PABLILLO
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	VI
Organismo	OCRB
Estado	NL
Municipio	LINARES
Región Hidrológica	25
Cuenca	SAN FDO.-S. LA MARINA
Subcuenca	RIO SAN FERNANDO
Corriente	RIO PABLILLO
Latitud (gms)	24.856944
Longitud (gms)	-99.555556
Altitud (m)	210
Caudal Máximo m ³ /s	472
Caudal Mínimo m ³ /s	0.0000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	3.27557
Clave De Estación	25010
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	2912 m
Elevación media	1631 m
Elevación mínima	350 m
Longitud	90108 m
Pendiente Media	2.8432 %
Tiempo de Concentración	500.85 (minutos)
Área Drenada	968.31 km²



4.1.18.- El conde:

La estación hidrométrica 26412 llamada El Conde se localiza dentro de la república mexicana a unos 30.00 m aguas arriba del cruce de la Autopista México-Querétaro con la corriente, a la altura del km 13+800, y a 1.0 km al sur de la población Naucalpan de Juárez, dentro del municipio del mismo nombre, en el Estado de México.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 99°14'40''

Latitud: 19°27'55''

Estas coordenadas llevaron a una pantalla del SIATL donde no apareció la estación hidrométrica, existiendo una estación climatológica de nombre Totolica San Bartolo, cerca de la coordenada proporcionada por el BANDAS, pero sin información de la estación 26412 buscada.

Cabe destacar la omisión de esta hidrométrica ya que se localiza en una región importante del centro de país. (Figura 4.61)

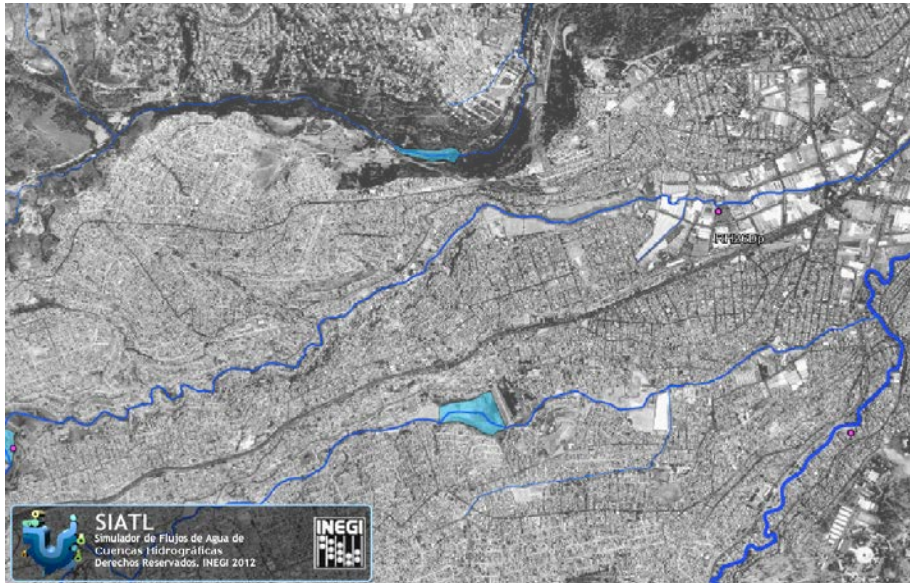


Figura 4.61 Coordenada donde debería encontrarse la Hidrométrica 26412, SIATL, INEGI, 2013

Se considera impreciso realizar el cálculo del área drenada en esta zona cuando la corriente principal se encuentre tan lejana, pero como este trabajo es de comparativa, se realizó para analizar la disparidad en los valores. Quedando el área drenada como se muestra en la figura 4.62.

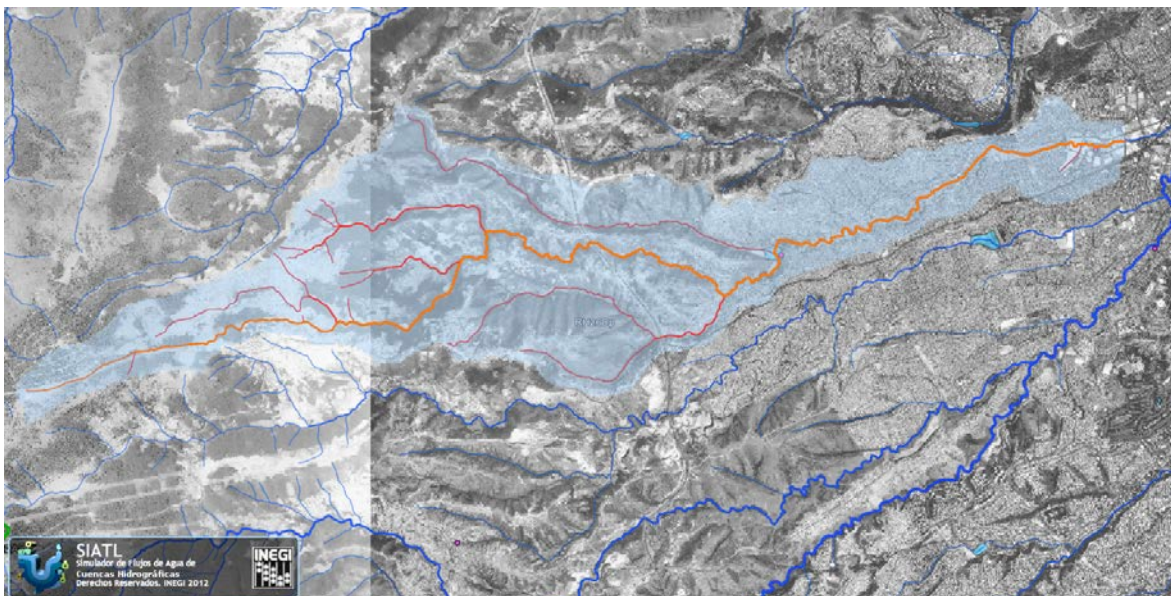


Figura 4.62 Área drenada de la zona donde debería estar la hidrométrica El Conde, SIATL, INEGI, 2014

No se consideró oportuno realizar un estudio más detallado de las variaciones o diferencias de esta zona pues es aleatoria su selección y solo se muestran sus valores hidrológicos.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	26
Clave Región Hidrológica	RH26
Nombre de la Región Hidrológica	PÁNUCO
Área (km ²)	98050.96
Perímetro (km)	2568.06

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	112
Clave Región Hidrológica	RH26
Nombre de la Región Hidrológica	PÁNUCO
Clave Cuenca	D
Nombre Cuenca	R. MOCTEZUMA
Área (km ²)	43622.05
Perímetro (km)	1490.41

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	334
Clave de subcuenca compuesta	RH26Dp
Clave de Región Hidrográfica	RH26
Nombre de Región Hidrográfica	PÁNUCO
Clave de Cuenca	D
Clave de Cuenca Compuesta	D
Nombre de Cuenca	R. MOCTEZUMA
Clave de Subcuenca	p
Nombre de Subcuenca	L. Texcoco y Zumpango
Tipo de Subcuenca	ENDORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH26Dq R. Salado
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	RH26Dn R. Cuautitlán
Total de Descargas 2	1
Lugar a donde drena 3	RH26Do Tepetzotlán
Total de Descargas 3	1
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	3
Perímetro (km)	393.84
Área (km ²)	4865.49
Densidad de Drenaje	1.35
Coefficiente de Compacidad	1.5922
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.185185
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	5200
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	2240
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	12.67
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	4000
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	2310
Longitud de Corriente Principal (m)	126344
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.337
Sinuosidad de Corriente Principal	1.222683

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	Valor
Identificador	16669
FC	16792
Clave	2



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 05 a 10%
Área (m ²)	8310000000
Perímetro (m)	3529852

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	3311 m
Elevación media	2797 m
Elevación mínima	2283 m
Longitud	18108 m
Pendiente Media	5.677 %
Tiempo de Concentración	111.14 (minutos)
Área Drenada	23.23 km²

4.1.19.- Martínez de la Torre:

La estación hidrométrica 27001 de Martínez de la Torre se encuentra sobre el río Bobos, a la altura del cruce con la carretera Martínez de la torre- Misantla, en el lado sur de la población Martínez de la Torre, dentro del municipio del mismo nombre, estado de Veracruz

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 97°02'18"

Latitud: 20°03'42"

Esta coordenada no coincidió con la ubicación que el SIATL tiene para esta hidrométrica, la imagen 4.63 presenta la pantalla que nos dio el SIATL, pero la coordenada que proporcionó es:

Longitud: 97°02'54"

Latitud: 20°04'03"

Existiendo una diferencia de 36 segundos en la Longitud y de 21 segundos para la Latitud, siendo una diferencia muy considerable.

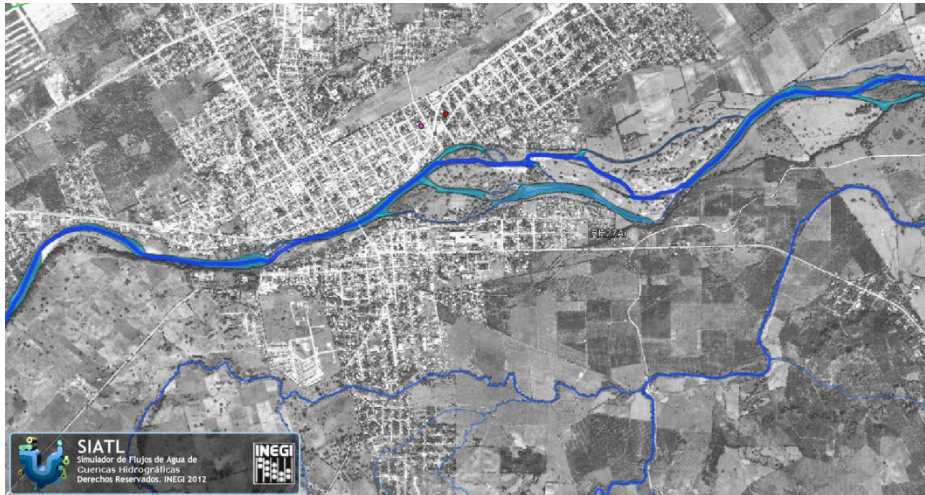


Figura 4.63 Ubicación propuesta y real de la hidrométrica 27001, SIATL, INEGI, 2014

De igual manera se tuvo que realizar la selección del cauce hasta el que afecta la hidrométrica manualmente pues este queda retirado de la ubicación de la hidrométrica propuesta por ambas fuentes. Al realizar esto se seleccionó un área ilustrada por la figura 4.64.

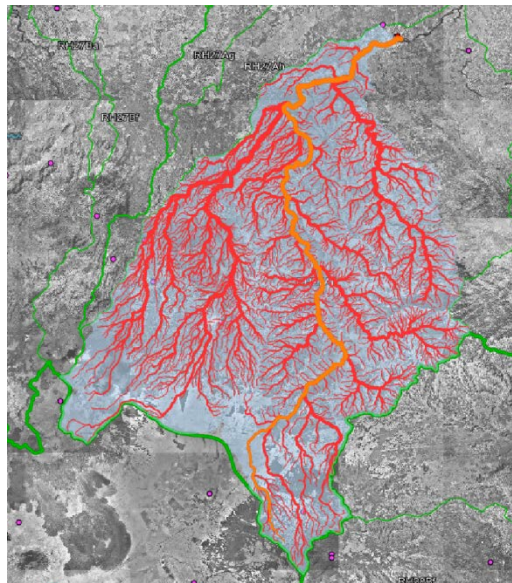


Figura 4.64 Área de aportación para la hidrométrica 27001, SIATL, INEGI, 2014

Para esta zona no se detectaron tantas regiones sin considerar, por lo cual fue esperado el área drenada fuera similar a pesar del detalle de la variación en las coordenadas. Solo la figura 4.65 ilustra una zona sin tomar en cuenta, otra vez sin una razón aparente.

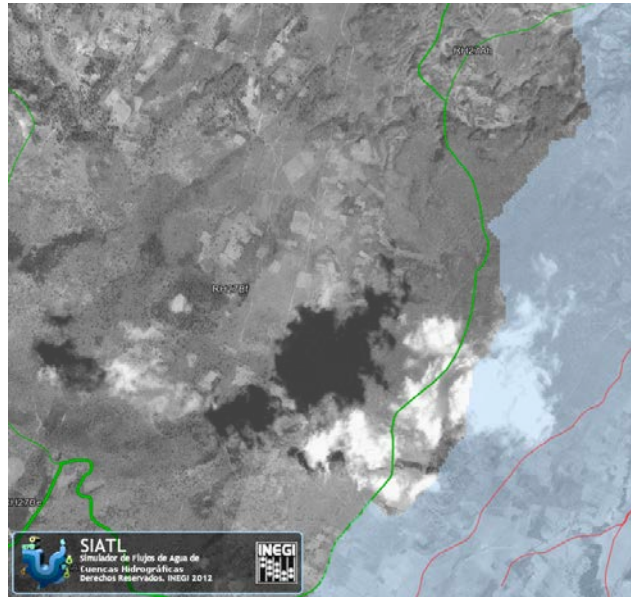


Figura 4.65 Área sin considerar para el cálculo de área drenada, SIATL, INEGI, 2014

Teniendo en cuenta lo anterior, los valores hidrológicos para esta región son los siguientes:

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	27
Clave Región Hidrológica	RH27
Nombre de la Región Hidrológica	TUXPAN - NAUTLA
Área (km ²)	26887.95
Perímetro (km)	1141.45

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	113
Clave Región Hidrológica	RH27
Nombre de la Región Hidrológica	TUXPAN - NAUTLA
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. NAUTLA Y OTROS
Área (km ²)	5160.97
Perímetro (km)	391.66

**Subcuenca:**

Propiedad	Valor
Identificador en Base de Datos	356
Clave de subcuenca compuesta	RH27Ai
Clave de Región Hidrográfica	RH27
Nombre de Región Hidrográfica	TUXPAN - NAUTLA
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. NAUTLA Y OTROS
Clave de Subcuenca	I
Nombre de Subcuenca	R. Bobos
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH27Af R. Nautla
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	234.23
Área (km ²)	1789.85
Densidad de Drenaje	1.8269
Coefficiente de Compacidad	1.5613
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.136846
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	4200
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	40
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	32.63
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	3299
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	22
Longitud de Corriente Principal (m)	100533
Pendiente de Corriente Principal (%)	3.259
Sinuosidad de Corriente Principal	1.482852

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	Valor
Identificador	17400
FC	16795
Clave	5



Descripción	Coefficiente de escurrimiento mayor de 30%
Área (m ²)	26257412
Perímetro (m)	31159.568

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	648
Nombre De Estación Hidrométrica	MARTINEZ DE LA TORRE
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	X
Organismo	OCGC
Estado	VER
Municipio	MARTINEZ DE LA TORRE
Región Hidrológica	27
Cuenca	NAUTLA
Subcuenca	RIO BOBOS
Corriente	BOBOS
Latitud (gms)	20.0675
Longitud (gms)	-97.048333
Altitud (m)	50
Caudal Máximo m ³ /s	4540
Caudal Mínimo m ³ /s	8
Caudal Medio Anual m ³ /s	54.54664
Clave De Estación	27001
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	Valor
Elevación máxima	3299 m
Elevación media	1684 m
Elevación mínima	70 m
Longitud	89812 m
Pendiente Media	3.5952 %
Tiempo de Concentración	453.67 (minutos)
Área Drenada	1442.25 km²



4.1.20.- Azueta:

La hidrométrica 28013 nombrada Azueta se localiza inmediata a la población de Villa Azueta, Veracruz, a 60 kilómetros de Cd. Alemán.

Las coordenadas geográficas en grados sexagesimales para esta hidrométrica son:

Longitud: 95°43'00"

Latitud: 18°05'00"

Estas coordenadas de nueva manera no coincidieron con las que brinda el SIATL, pues la figura 4.66 muestra con un círculo amarillo la supuesta ubicación de la hidrométrica y con un círculo rojo la ubicación que nos da el SIATL. Notándose una gran diferencia de acuerdo a la escala.

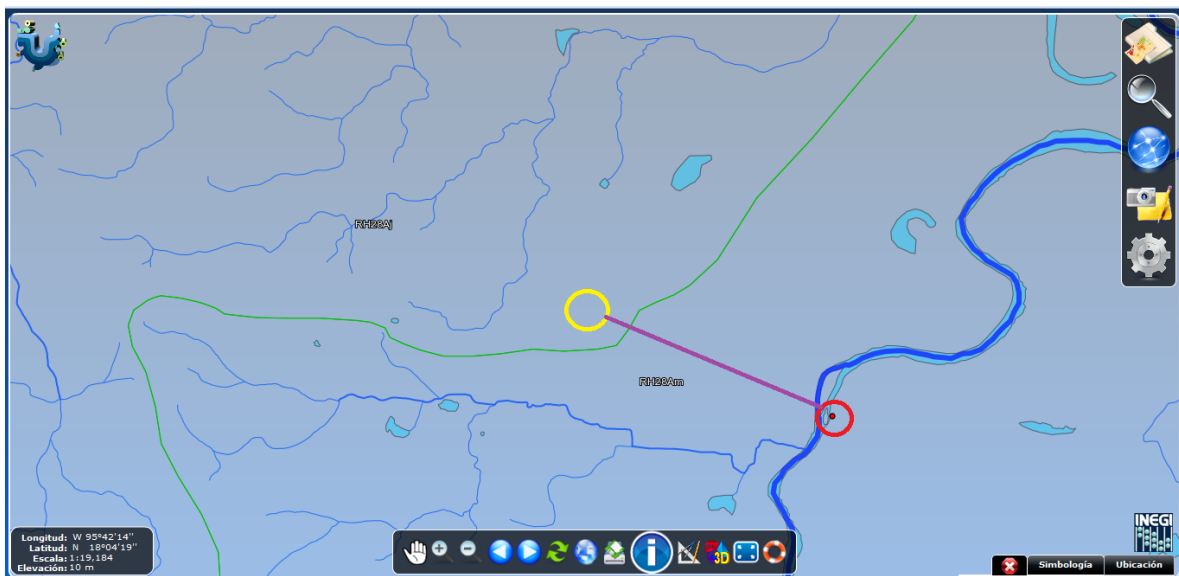


Figura 4.66 distancia entre las coordenadas donde debería estar la hidrométrica según BANDAS y SIATL, INEGI, 2014

Las coordenadas en las que el SIATL presentó la hidrométrica son:

Longitud: 95°42'00"

Latitud: 18°04'30"

Existiendo 1 minuto de diferencia en la longitud y 30 segundos para la Latitud.

Para este trabajo se tocó la hidrométrica buscando obtener el área de aportación a esta, existiendo un segundo detalle, que se volvió común, el que no se encuentra dentro del cauce principal.

Hecho este paso, el área drenada propuesta para la hidrométrica Azueta por el SIATL se ilustró en la figura 4.67.

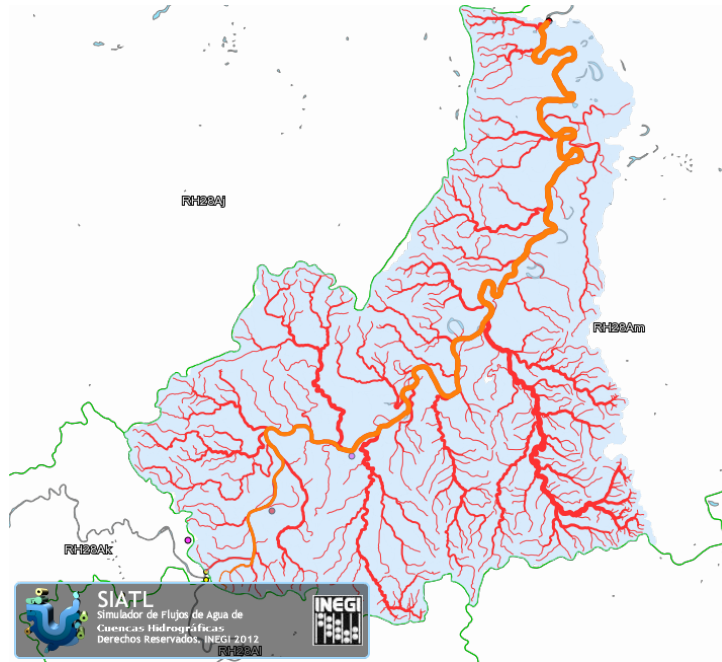


Figura 4.67 área de aportación para la hidrométrica 28013, SIATL, INEGI, 2014

En esta zona no se detectaron superficies sin considerar, por lo cual el único detalle fue la ubicación de la hidrométrica, los valores hidrológicos se presentan a continuación.

Región hidrológica:

Propiedad	valor
Identificador	28
Clave Región Hidrológica	RH28
Nombre de la Región Hidrológica	PAPALOAPAN
Área (km ²)	57537.53
Perímetro (km)	1463.8

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	118
Clave Región Hidrológica	RH28
Nombre de la Región Hidrológica	PAPALOAPAN
Clave Cuenca	A
Nombre Cuenca	R. PAPALOAPAN
Área (km ²)	47537.2
Perímetro (km)	1310.11

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	197
Clave de subcuenca compuesta	RH28Am
Clave de Región Hidrográfica	RH28
Nombre de Región Hidrográfica	PAPALOAPAN
Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	R. PAPALOAPAN
Clave de Subcuenca	m
Nombre de Subcuenca	R. Tesechoacán
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH28Aa R. Papaloapan
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	230.96
Área (km ²)	1586.59
Densidad de Drenaje	1.8465
Coefficiente de Compacidad	1.6352
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.135391
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	200
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	20
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	5.2
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	158
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	10
Longitud de Corriente Principal (m)	101935
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.145
Sinuosidad de Corriente Principal	1.946596

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	valor
Identificador	21043
FC	16793
Clave	3



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 10 a 20%
Área (m ²)	9850000000
Perímetro (m)	2642992.5

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	60 m
Elevación media	35 m
Elevación mínima	10 m
Longitud	72025 m
Pendiente Media	0.0694 %
Tiempo de Concentración	1761.51 (minutos)
Área Drenada	647.37 km²

4.1.21.- Las Perlas:

La estación hidrométrica 29005 Las Perlas, se encuentra instalada en esta corriente a 10 km aproximadamente aguas abajo de la confluencia de río Jaltepec, a 24 km de Jesús Carranza y frente a la ranchería Las Perlas en el municipio de Jesús Carranza del estado de Veracruz.

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 94°52'00"

Latitud: 17°26'17"

Como se muestra en la figura 4.68 la hidrométrica 29005 que el BANDAS detalló debería aparecer en la coordenada dada, no se encontró en el SIATL, ni en la zona propuesta, ni en los terrenos aledaños.

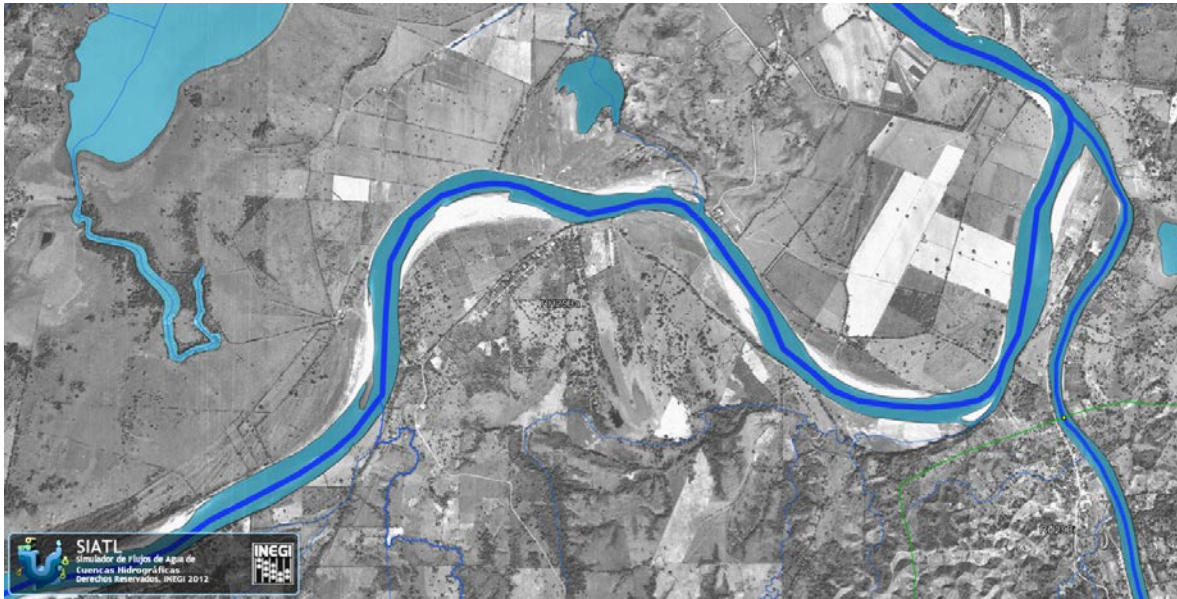


Figura 4.68 Supuesta ubicación de la hidrométrica 29005 según la red BANDAS, SIATL, INEGI, 2014

De nueva cuenta se localizó la coordenada proporcionada por BANDAS y se buscó la zona más cercana del cauce principal para obtener un área drenada para esta zona. Esta área se muestra en la figura 4.69.



Figura 4.69 área de aportación para la zona donde debería estar la hidrométrica 29005, SIATL, INEGI, 2014

Al no haber existidas superficies sin considerar en esta zona se presentan a continuación los datos de la región.

**Región hidrológica:**

Propiedad	valor
Identificador	29
Clave Región Hidrológica	RH29
Nombre de la Región Hidrológica	COATZACOALCOS
Área (km ²)	29775.38
Perímetro (km)	1053.1

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	121
Clave Región Hidrológica	RH29
Nombre de la Región Hidrológica	COATZACOALCOS
Clave Cuenca	B
Nombre Cuenca	R. COATZACOALCOS
Área (km ²)	21501.36
Perímetro (km)	915.53

Subcuenca:

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	189
Clave de subcuenca compuesta	RH29Ba
Clave de Región Hidrográfica	RH29
Nombre de Región Hidrográfica	COATZACOALCOS
Clave de Cuenca	B
Clave de Cuenca Compuesta	B
Nombre de Cuenca	R. COATZACOALCOS
Clave de Subcuenca	a
Nombre de Subcuenca	R. Coatzacoalcos
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0



Total de Descargas	1
Perímetro (km)	975.99
Área (km ²)	6116.09
Densidad de Drenaje	1.4269
Coefficiente de Compacidad	3.5193
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.175204
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2280
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	20.79
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1326
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	880
Longitud de Corriente Principal (m)	4410
Pendiente de Corriente Principal (%)	10.113
Sinuosidad de Corriente Principal	0.024183

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	Valor
Identificador	21987
FC	16795
Clave	5
Descripción	Coefficiente de escurrimiento mayor de 30%
Área (m ²)	8200000000
Perímetro (m)	1845119.2

Hidrométrica: No existieron datos.

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1918 m
Elevación media	964 m
Elevación mínima	10 m
Longitud	257658 m
Pendiente Media	0.7405 %
Tiempo de Concentración	1886.01 (minutos)
Área Drenada	3221.40 km²



4.1.22.- Las Flores II:

La hidrométrica 30072 de nombre Las Flores II según la red BANDAS se encuentra a 60 kilómetros al oeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en el municipio de Jiquipilas, del estado de Chiapas estando ubicada en el puente llamado Las Flores y perteneciente a la carretera Panamericana sobre el río Zoyatenco.

A unos 18 kilómetros al este de Cintalapa junto al poblado El Yeso, en el Km 103 de la mencionada carretera.

Las coordenadas geográficas en grados sexagesimales de su ubicación son:

Longitud: 93°33'00"

Latitud: 16°42'00"

Para esta coordenada proporcionada por BANDAS el programa SIATL presentó una pantalla donde a pesar de que si apareció la hidrométrica de estudio, no se encontró en la coordenada propuesta. Esto se ilustra en la figura 4.70 donde con un círculo rojo se señaló la ubicación que debería haber tenido según los datos del IMTA, y con un círculo amarillo la ubicación que le dio el SIATL.

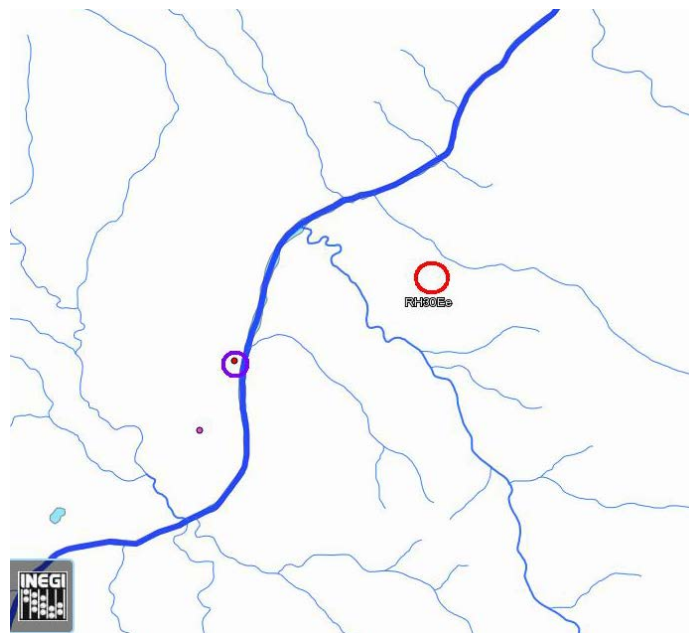


Figura 4.70 Ubicación propuesta y grafica de la hidrométrica 30072, SIATL, INEGI, 2014

Esta localización de la hidrométrica se encontró fuera del cauce principal, al igual que la que el BANDAS propone. Pero para continuar con este trabajo se tocó el punto más cercano a la propuesta por el SIATL lo que nos dio el área de aportación ilustrada en la figura 4.71.

Al no existir zonas de gran importancia fuera de consideración, se indican abajo las características hidrológicas de dicha zona.

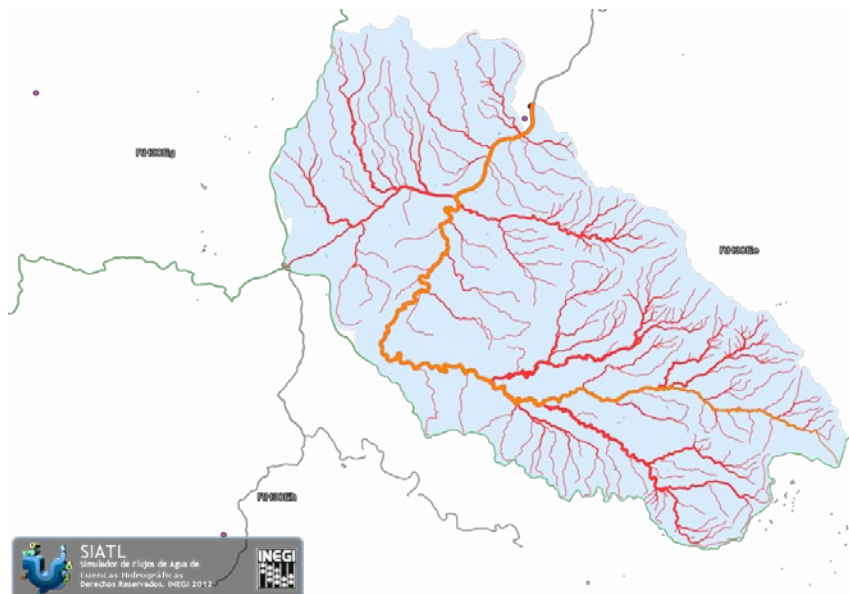


Figura 4.71 Área de aportación propuesta para la hidrométrica 30072, SIATL, INEGI, 2014

Región hidrológica:

propiedad	valor
Identificador	30
Clave Región Hidrológica	RH30
Nombre de la Región Hidrológica	GRIJALVA - USUMACINTA
Área (km ²)	103879.1
Perímetro (km)	2394.76

Cuenca:

propiedad	valor
Identificador	126
Clave Región Hidrológica	RH30
Nombre de la Región Hidrológica	GRIJALVA - USUMACINTA
Clave Cuenca	E
Nombre Cuenca	R. GRIJALVA - TUXTLA GUTIÉRREZ
Área (km ²)	16734.8
Perímetro (km)	795.04

**Subcuenca:**

propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	97
Clave de subcuenca compuesta	RH30Ee
Clave de Región Hidrográfica	RH30
Nombre de Región Hidrográfica	GRIJALVA - USUMACINTA
Clave de Cuenca	E
Clave de Cuenca Compuesta	E
Nombre de Cuenca	R. GRIJALVA - TUXTLA GUTIÉRREZ
Clave de Subcuenca	e
Nombre de Subcuenca	R. de la Venta
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH30Ea P. Netzahualcóyotl
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	222.17
Área (km ²)	1304.34
Densidad de Drenaje	1.2327
Coefficiente de Compacidad	1.7347
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.202806
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1540
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	200
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	26.38
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1083
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	200
Longitud de Corriente Principal (m)	102703
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.859
Sinuosidad de Corriente Principal	1.858456

Coefficiente de escurrimiento:

propiedad	valor
Identificador	22797
FC	16792
Clave	2



Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 05 a 10%
Área (m ²)	3620000000
Perímetro (m)	1361446.8

Hidrométrica:

propiedad	valor
Identificador	53
Nombre De Estación Hidrométrica	LAS FLORES II
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	XI
Organismo	OCFS
Estado	CHIS
Municipio	JIQUIPILAS
Región Hidrológica	30
Cuenca	RIO GRIJALVA
subcuenca	RIO LA VENTA
Corriente	SOYATENCO
Latitud (gms)	16.695833
Longitud (gms)	-93.561111
Altitud (m)	490
Caudal Máximo m ³ /s	9350
Caudal Mínimo m ³ /s	0.001000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	12.52763
Clave De Estación	30072
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1083 m
Elevación media	781 m
Elevación mínima	480 m
Longitud	35327 m
Pendiente Media	1.7069 %
Tiempo de Concentración	294.57 (minutos)
Área Drenada	185.19 km²



4.1.23.- Sardinas:

La hidrométrica 36071 denominada Sardinas se encuentra instalada sobre el río Sextín o del Oro a unos 390 m aguas arriba de la confluencia con el arroyo Sardinas; a un Km al poniente del poblado del mismo nombre, así como a 12 Km al noroeste de la población San Bernardo, dentro del municipio del mismo nombre del estado de Durango..

Las coordenadas geográficas en grados sexagesimales de su ubicación son:

Longitud: 105°34'12''

Latitud: 26°05'00''

Esta coordenada proporcionada por BANDAS de nueva cuenta no coincidió por la presentada por el SIATL, pues la ubicó en una coordenada diferente y fuera del río, cuando se nos indicó en la ficha del BANDAS que está sobre el río, lo cual no fue visible en el SIATL

La figura 4.72 presenta la ubicación que proporcionó el SIATL para la hidrométrica Sardinas con un punto rojo y con el círculo rojo la ubicación donde debería haber estado la hidrométrica según datos del BANDAS, existiendo cierta distancia. Pero como se observa la coordenada del BANDAS si se encontró sobre el río.

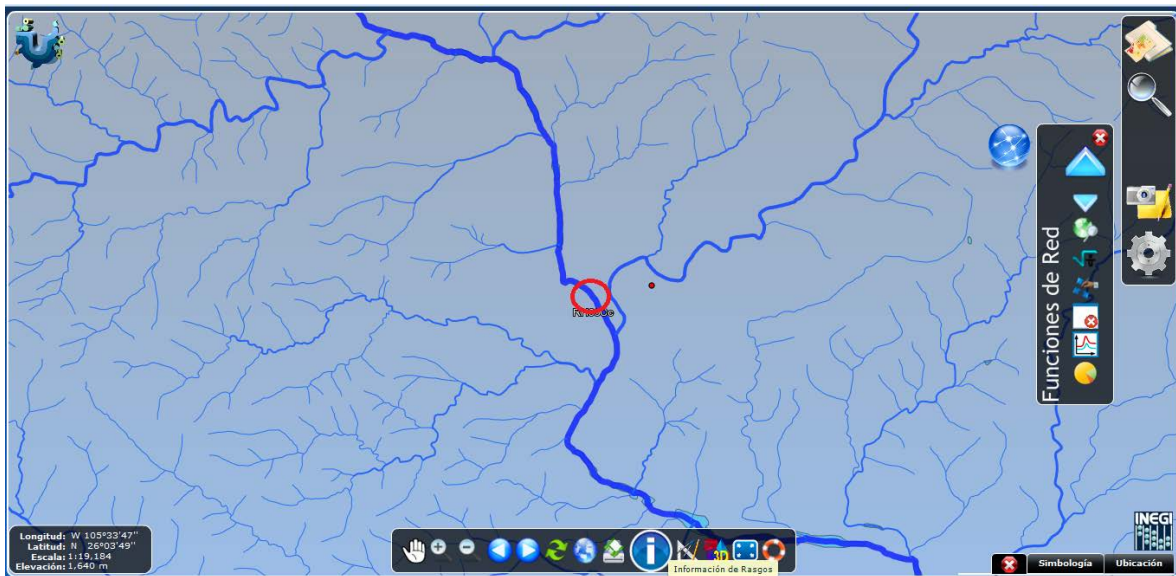


Figura 4.72 Ubicación grafica y supuesta de le hidrométrica 36071, SIATL, INEGI, 2014

La coordenada donde el SIATL nos indicó se encuentra la hidrométrica 36071 es:

Longitud: 105°33'57''

Latitud: 26°05'02''

Existiendo diferencia de 15 segundos para la longitud y 2 segundos de Latitud.

Al seleccionar el cauce que el BANDAS indicó corresponde a la ubicación de la hidrométrica se mostró el área drenada ilustrada en la figura 4.73.

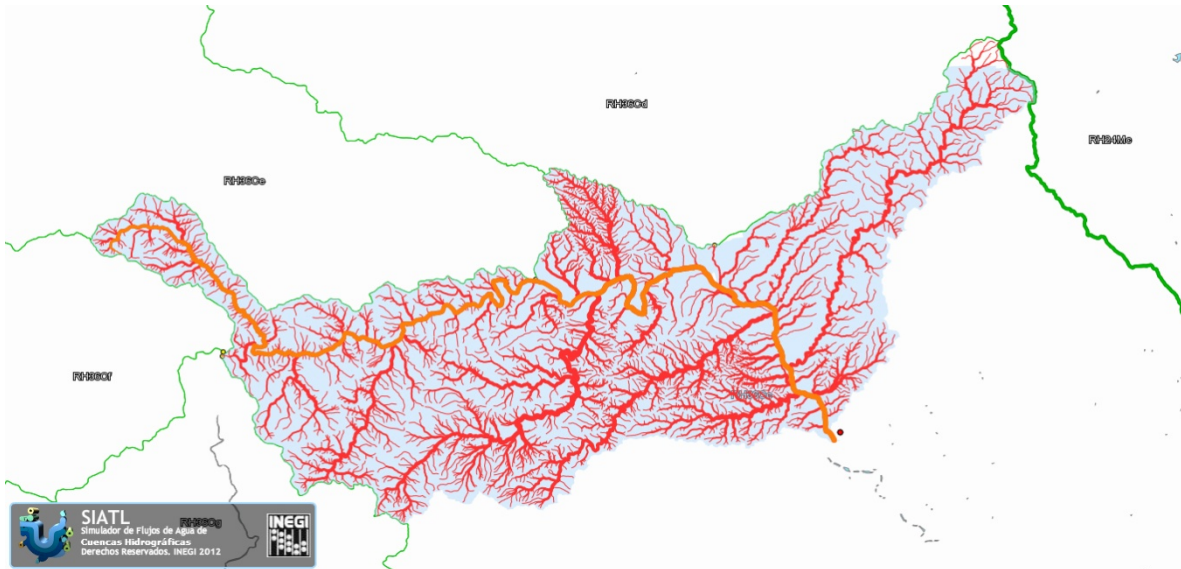


Figura 4.73 Área drenada según la coordenada del BANDAS por SIATL, INEGI, 2014

No se encontraron áreas de importancia sin seleccionar en el primer caso por lo que a continuación se presentan los valores hidrológicos del SIATL.

Región hidrológica:

Propiedad	Valor
Identificador	36
Clave Región Hidrológica	RH36
Nombre de la Región Hidrológica	NAZAS - AGUANAVAL
Área (km ²)	90634.64
Perímetro (km)	3296.01

Cuenca:

Propiedad	valor
Identificador	148
Clave Región Hidrológica	RH36
Nombre de la Región Hidrológica	NAZAS - AGUANAVAL
Clave Cuenca	C
Nombre Cuenca	P. LÁZARO CÁRDENAS
Área (km ²)	18321.64
Perímetro (km)	1162.12

**Subcuenca:**

Propiedad	valor
Identificador en Base de Datos	688
Clave de subcuenca compuesta	RH36Cc
Clave de Región Hidrográfica	RH36
Nombre de Región Hidrográfica	NAZAS - AGUANAVAL
Clave de Cuenca	C
Clave de Cuenca Compuesta	C
Nombre de Cuenca	P. LÁZARO CÁRDENAS
Clave de Subcuenca	C
Nombre de Subcuenca	R. del Oro o de Sextín
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH36Ca P. Lázaro Cárdenas
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	353.15
Área (km ²)	2553.78
Densidad de Drenaje	2.9566
Coefficiente de Compacidad	1.9707
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.084556
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2700
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1520
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	29.48
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2383
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1520
Longitud de Corriente Principal (m)	144950
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.595
Sinuosidad de Corriente Principal	1.585738

Coefficiente de escurrimiento:

Propiedad	Valor
Identificador	7932
FC	16791
Clave	1



Descripción	Coeficiente de escurrimiento de 0 a 05%
Área (m ²)	460877504
Perímetro (m)	535568.25

Hidrométrica:

Propiedad	valor
Identificador	109
Nombre De Estación Hidrométrica	SARDINAS
Tipo De Estación	H
S_a	O
Oc	VII
Organismo	OCCCN
Estado	DGO
Municipio	San Bernardo
Región Hidrológica	36
Cuenca	RIO NAZAS
Subcuenca	RIO SEXTIN
Corriente	RIO SEXTIN
Latitud (gms)	26.084167
Longitud (gms)	-105.565833
Altitud (m)	1639
Caudal Máximo m ³ /s	0.0000000000
Caudal Mínimo m ³ /s	0.0000000000
Caudal Medio Anual m ³ /s	0.0000000000
Clave De Estación	36071
Fuente	CONAGUA-IMTA

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	2068 m
Elevación media	1864 m
Elevación mínima	1660 m
Longitud	23570 m
Pendiente Media	1.731 %
Tiempo de Concentración	212.05 (minutos)
Área Drenada	74.67 km²



4.1.24.- Tula:

La estación hidrométrica con clave 37012 de nombre Tula, según la Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales está en el estado de Tamaulipas, municipio de Tula, en el puente carretero que se localiza en el norte de la población de Tula a unos 600 m del centro (Calle Damián Carmona).

Sus coordenadas geográficas en grados sexagesimales son:

Longitud: 99°42'45"

Latitud: 23°00'05"

El ingresar estas coordenadas del BANDAS a la aplicación SIATL nos dirigió a una pantalla donde no fue visible la estación hidrométrica Tula como tal, sino se encontró una estación climatológica del mismo nombre en la misma coordenada, pero regida por el SMN (Servicio Meteorológico Nacional) y el CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), con clave 28114.

La figura 4.74 ilustra esta pantalla notándose el color rosa de la estación, lo que indica es meteorológica, siendo el rojo para las hidrométricas.



Figura 4.74 Aparición de la estación meteorológica en lugar de la hidrométrica. SIATL, INEGI, 2014

Dicha estación se localizó dentro del cauce principal facilitando su selección para calcular el área de aportación a pesar de no ser hidrométrica sino meteorológica según el SIATL. La figura 4.75 ilustra el área que esta aplicación selecciona para la hidrométrica 37012.

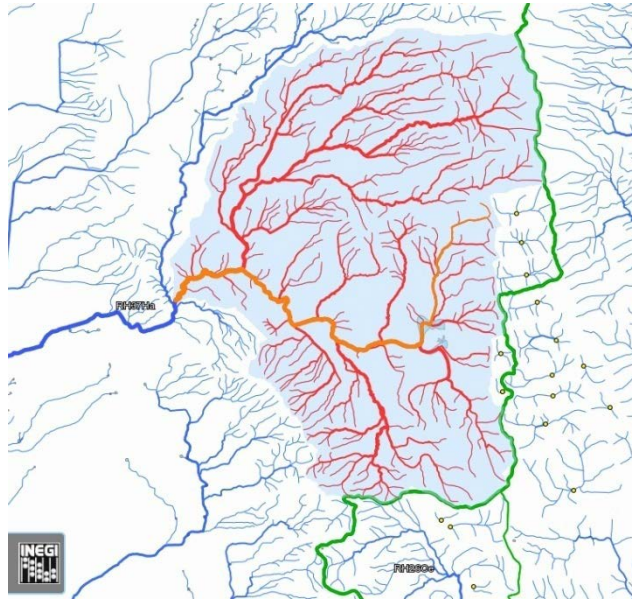


Figura 4.75 área de aportación para la estación meteorológica Tula, SIATL, INEGI, 2014

En esta región existieron varias superficies sin considerar para este cálculo, las cuales al parecer son afectadas por puntos de drenaje representados por círculos amarillos, estas áreas se ilustran en las figuras 4.76 y 4.77.



Figura 4.76 Superficies sin considerar para el cálculo del área drenada para la estación Tula por presuntos puntos de drenaje, SIATL, INEGI, 2014

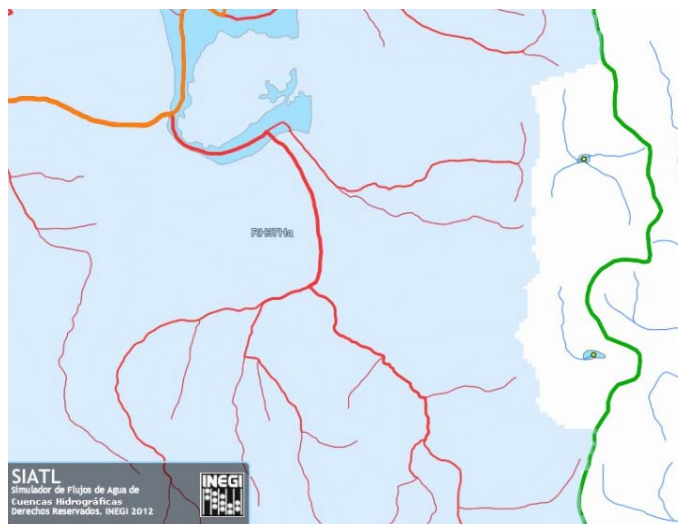


Figura 4.77 Superficies sin considerar para el cálculo del área drenada para la estación Tula por presuntos puntos de drenaje, SIATL, INEGI, 2014

Región hidrológica:

propiedad	valor
Identificador	37
Clave Región Hidrológica	RH37
Nombre de la Región Hidrológica	EL SALADO
Área (km ²)	87518.7
Perímetro (km)	2303.72

Cuenca:

propiedad	valor
Identificador	158
Clave Región Hidrológica	RH37
Nombre de la Región Hidrológica	EL SALADO
Clave Cuenca	H
Nombre Cuenca	SIERRA MADRE
Área (km ²)	11326.59
Perímetro (km)	771.34

Subcuenca:

propiedad	Valor
Identificador en Base de Datos	97
Clave de subcuenca compuesta	RH30Ee
Clave de Región Hidrográfica	RH30
Nombre de Región Hidrográfica	GRIJALVA - USUMACINTA



Clave de Cuenca	E
Clave de Cuenca Compuesta	E
Nombre de Cuenca	R. GRIJALVA - TUXTLA GUTIÉRREZ
Clave de Subcuenca	E
Nombre de Subcuenca	R. de la Venta
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH30Ea P. Netzahualcóyotl
Total de Descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	1
Perímetro (km)	222.17
Área (km ²)	1304.34
Densidad de Drenaje	1.2327
Coefficiente de Compacidad	1.7347
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.202806
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	1540
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	200
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	26.38
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	1083
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	200
Longitud de Corriente Principal (m)	102703
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.859
Sinuosidad de Corriente Principal	1.858447

Coefficiente de escurrimiento:

propiedad	valor
Identificador	13120
FC	16792
Clave	2
Descripción	Coefficiente de escurrimiento de 05 a 10%
Área (m ²)	132573408
Perímetro (m)	147409.59

**Hidrométrica: Solo Climatológica.**

propiedad	valor
Identificador	1966
Clave de estación climatológica	28114
Nombre de estación climatológica	TULA
Municipio	TULA
Cuenca	EL SALADO
subcuenca	RIO LAS CANALITAS
Organismo	CNA-DGE
Latitud en grados	23
Latitud en minutos	0
Latitud en segundos	4
Longitud en grados	-99
Longitud en minutos	42
Longitud en segundos	45
Altura (m)	1140
Coordenada geográfica X	-99.7125
Coordenada geográfica Y	23.001111
Lluvia con periodo de retorno de 2 año (mm)	50.602841
Lluvia con periodo de retorno de 5 años (mm)	75.663295
Lluvia con periodo de retorno de 10 años (mm)	105.061136
Lluvia con periodo de retorno de 20 años (mm)	130.603523
Lluvia con periodo de retorno de 50 años (mm)	157.591705
Lluvia con periodo de retorno de 100 años (mm)	175.423182
Lluvia con periodo de retorno de 200 años (mm)	193.254659
Lluvia con periodo de retorno de 500 años (mm)	215.905455
Lluvia con periodo de retorno de 1000 años (mm)	233.255
Lluvia con periodo de retorno de 2000 años (mm)	250.604545
Lluvia con periodo de retorno de 5000 años (mm)	0
Lluvia con periodo de retorno de 10000 años (mm)	0
Fuente	SMN-CENAPRED

ÁREA DRENADA:

propiedad	valor
Elevación máxima	1760 m
Elevación media	1460 m
Elevación mínima	1161 m
Longitud	19713 m
Pendiente Media	3.0386 %
Tiempo de Concentración	147.39 (minutos)
Área Drenada	161.10 km²



4.2.- RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LAS CUENCAS SEGÚN EL SIATL.

Una vez analizadas en su totalidad las estaciones hidrométricas propuestas al principio del Capítulo IV, de acuerdo al criterio mencionado con anterioridad, se realizó el resumen de los factores más trascendentes de cada una de las estaciones hidrométricas así como de la región hidrológica, cuenca, y Subcuenca.

Presentando estos rasgos en la tabla 4.2 y 4.3, para facilitar su posterior comparación con los datos obtenidos de las demás fuentes. Así como la tabla 4.4 con el resumen de las observaciones encontradas para cada estación.

Tabla 4.2 áreas de las regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas de las hidrométricas seleccionadas, SIATL, INEGI, 2014

Resumen de los datos presentados por el SIATL.						
Clave	Nombre de la estación	RH*	Áreas (m ²)			
			RH.	Cuenca	Subcuenca	Drenada.
01023	AGUA CALIENTE	01	26624.6	7915.43	2402.67	1571
03001	EL OJO DE AGUA	03	29144.99	5001.11	1829.42	1208.45
08018	PITIQUITO II	08	55699.5	25484.91	5515.68	4614.04
09008	TECORI	09	138761.3	72859.05	4946.9	3845
10122	LAS CAÑAS II	10	106162.54	34676.3	2833.85	214.57
11008	SAN FELIPE	11	52037	29366.53	4904.1	306.89
12693	EL CARRIZAL	12	135493.17	6833.16	1716.13	319.6
13001	PASO DE AROCHA	13	4981.39	3942.41	1942.48	487.17
15005	CUIXMALA	15	13026.86	3903.83	1121.11	1034.17
16022	CALLEJONES	16	17692.73	7896.66	2255.75	1787.94
18460	RIO CHIQUITO	18	117203.89	13347.89	1881.22	913.08
19005	TECPAN	19	12647.36	5390.08	1338.38	1191.97
20025	LAS JUNTAS	20	39856.87	7029.89	360.53	9.56
22015	TEQUISISTLAN	22	16719.17	10213.34	712.76	2165
23003	CAHUACAN	23	12369.52	2289.77	287.41	241.37
24333	SABINAS HIDALGO	24	231516.77	61027.36	631.08	52.38
25010	PABLILLO	25	56861.85	16993.64	1738.21	968.31
26412	EL CONDE	26	98050.96	43622.05	4865.49	23.23
27001	MARTINEZ DE LA TORRE	27	26887.95	5160.97	1789.85	1442.25
28013	AZUETA	28	57537.53	47537.2	1586.59	647.37
29005	LAS PERLAS	29	29775.38	21501.36	6116.09	3221.4
30072	LAS FLORES II	30	103879.1	16734.8	1304.34	185.19
36071	SARDINAS	36	90634.64	18321.64	2553.78	74.67
37012	TULA	37	87518.7	11326.59	1304.34	161.1

*RH (Región hidrológica)



Tabla 4.3 Características de las regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas de las hidrométricas seleccionadas, SIATL, INEGI, 2014

Clave	Nombre de la estación	Corriente principal		Pend. Media %	Tc. (min)	Caudal (Q)		Estación Hidrométrica
		Long. (m)	Pend. %			Máximo	Mínimo	
01023	AGUA CALIENTE	172001	1.018	0.013	755.54	---	---	Climatológica
03001	EL OJO DE AGUA	129446	0.539	0.8003	650.11	---	---	Climatológica
08018	PITIQUITO II	160626	0.499	0.5665	1163.19	1194	0	8011
09008	TECORI	238775	0.444	0.507	1840.7	---	---	Inexistente*
10122	LAS CAÑAS II	220097	0.398	0.969	366.32	---	---	Inexistente*
11008	SAN FELIPE	131968	0.437	1.2703	441.05	---	---	Inexistente*
12693	EL CARRIZAL	168266	1.15	5.4527	180.02	---	---	Inexistente*
13001	PASO DE AROCHA	95117	1.756	2.167	473.29	0	0	13001
15005	CUIXMALA	105267	1.423	1.476	704.41	---	---	Inexistente*
16022	CALLEJONES	176971	2.193	2.515	790.06	0	0	16061
18460	RIO CHIQUITO	113963	1.879	1.579	500.5	0	0	18460
19005	TECPAN	80223	2.774	3.411	359.15	---	---	Inexistente*
20025	LAS JUNTAS	60973	1.225	8.945	34.79	---	---	Inexistente*
22015	TEQUISISTLAN	39903	1.874	3.066	531.68	0	0	22015
23003	CAHUACAN	9244.5	2.961	3.652	391.18	498.92	1.343	23003
24333	SABINAS HIDALGO	110112	0.763	2.04	185.58	---	---	Inexistente*
25010	PABLILLO	122128	2.203	2.843	500.85	472	0	25010
26412	EL CONDE	126344	1.337	5.677	111.14	---	---	Inexistente*
27001	MARTINEZ DE LA TORRE	100533	3.259	3.595	453.67	4540	8	27001
28013	AZUETA	101935	0.145	0.069	1761.51	---	---	Inexistente*
29005	LAS PERLAS	4410	10.113	0.741	1886.01	---	---	Inexistente*
30072	LAS FLORES II	102703	0.859	1.707	294.57	9350	0.001	30072
36071	SARDINAS	144950	0.595	1.731	121.05	0	0	36071
37012	TULA	102703	0.859	3.038	147.39	---	---	Climatológica

*Inexistente: Hace referencia a que dichas hidrométricas no se encontraron en la aplicación SIATL, mientras que la red BANDAS confirma su existencia.

La tabla 4.4 presenta en manera de resumen las observaciones que realice a cada hidrométrica en estudio, marcando con colores de tono más fuerte aquellas en las que detecte más de 2 presuntas irregularidades y descendiendo el tono de acuerdo al número de estas.



Tabla 4.4 Resumen de observaciones para cada hidrométrica analizada con el SIATL

Clave	Nombre de la estación	Observaciones
01023	AGUA CALIENTE	Hidrométrica Inexistente , solamente una climatológica de clave 2001, su coordenada sexagesimal es un segundo distinta en la longitud y latitud. Además de esto existen pequeñas superficies sin considerar para el cálculo del área drenada, sin alguna razón visible.
03001	EL OJO DE AGUA	Hidrométrica Inexistente , solo una climatológica (3039) con coordenadas distintas a la de BANDAS, la cual tampoco está dentro del cauce, complicando la parte de selección de este para obtener el área drenada y al calcular esta existen superficies sin considerar
08018	PITIQUITO II	Coordenada para la hidrométrica coincidente con BANDAS pero fuera del cauce, complicando selección del cauce donde debería estar la estación y por consiguiente el cálculo de área drenada. Área de aportación de contorno extraño
09008	TECORI	Hidrométrica inexistente , y coordenada del BANDAS fuera del cauce dificultando selección del cauce para cálculo de área drenada.
10122	LAS CAÑAS II	Hidrométrica inexistente para la aplicación, coordenada del BANDAS fuera del cauce, complicando selección de este para calculo de área drenada
11008	SAN FELIPE	Hidrométrica Inexistente , y coordenada del BANDAS fuera del cauce dificultando selección del cauce para cálculo de área drenada y al realizarlo existen superficies sin considerar sin razón visible.
12693	EL CARRIZAL	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de este para el cálculo del área de aportación.
13001	PASO DE AROCHA	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS , con 22 segundos en la longitud y 29 segundos en la Latitud, ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada.
15005	CUIXMALA	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de la parte de este para el cálculo del área de aportación.
16022	CALLEJONES	Hidrométrica con ubicación coincidente con las coordenadas propuestas por BANDAS, pero fuera del cauce principal, complicando selección de este para cálculo del área drenada, con 4 superficies sin considerar para el cálculo del área de aportación sin razón visible.
18460	RIO CHIQUITO	Hidrométrica con ubicación coincidente con las coordenadas propuestas por BANDAS, pero fuera del cauce principal, complicando selección de este para cálculo del área drenada, con 3 superficies sin considerar para el cálculo del área de aportación sin razón visible.
19005	TECPAN	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de la parte de este para el cálculo del área de aportación.
20025	LAS JUNTAS	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de la parte de este para el cálculo del área de aportación.
22015	TEQUISISTLAN	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS y ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada.
23003	CAHUACAN	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS , con 5 segundos en la longitud y 14 segundos en la Latitud, ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada.
24333	SABINAS HIDALGO	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de este para el cálculo del área de aportación.



25010	PABLILLO	Hidrométrica con ubicación coincidente con las coordenadas propuestas por BANDAS y dicha ubicación dentro del cauce principal. Con 1 superficie sin considerar por un punto de drenaje
26412	EL CONDE	Hidrométrica Inexistente , solamente una climatológica (Totolica San Bartolo), con coordenada sexagesimal distinta a la del BANDAS dificultando selección de la parte de este para el cálculo del área de aportación.
27001	MARTINEZ DE LA TORRE	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS , con 36 segundos en la longitud y 21 segundos en la Latitud, ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada. Con 1 área sin seleccionar para el calculo
28013	AZUETA	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS , con 1 minuto en la longitud y 30 segundos en la Latitud, ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada.
29005	LAS PERLAS	Hidrométrica inexistente y coordenada del BANDAS fuera del cauce principal dificultando selección de la parte de este para el cálculo del área de aportación.
30072	LAS FLORES II	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS y ambas fuera del cauce principal, dificultando selección de este para cálculo de área drenada.
36071	SARDINAS	Hidrométrica con coordenada diferente a la de BANDAS , con 15 segundos en la longitud y 2 segundos en la Latitud, con la del BANDAS dentro del cauce y la del SIATL fuera de el.
37012	TULA	Hidrométrica Inexistente , solamente una climatológica de clave 2814 encontrándose dentro del cauce principal. Además de esto existen pequeñas superficies sin considerar para el cálculo del área drenada, por puntos de drenaje marcados.



4.3.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS, SUBCUENCAS Y ESTACIONES HIDROMÉTRICAS, SEGÚN DATOS DEL CATÁLOGO BANDAS.

Parte fundamental de los valores usados en este trabajo de investigación, son los proporcionados por el catálogo BANDAS (Banco Nacional De Aguas Superficiales) presentado por la CONAGUA y el IMTA, esta recopilación de datos hidrológicos nacionales, es de acceso libre por medio de la página del mismo IMTA (<http://www.imta.gob.mx/index.php>) o bien de la CONAGUA (<http://www.cna.gob.mx/>).

Accediendo al catálogo de fichas de las estaciones hidrométricas en la dirección http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=145 se presentó la lista con todas las estaciones hidrológicas en funcionamiento y fuera de él, de acuerdo a su Clave.

Al seleccionar alguna de ellas nos dirigió a la información de está, donde se nos despliega un archivo con el siguiente formato:

- Descripción de la estación: XXXXX*
1. *Nombre de la estación: XXXXXXXXXXXX*
 2. *Clave hidrológica larga: XX-XXX-X-X—X—XXX-XX-*
 3. *Características geográficas:*
 - 3.1. *Hidrografía: (Datos hidrológicos, Afluente, corriente)*
 - 3.2. *Área Drenada*
 - 3.3. *Coordenadas.*
 - 3.4. *Ubicación.*
 - 3.5. *Accesos*
 4. *Objeto de su instalación*
 5. *Características del cauce, estructuras, aparatos y observaciones.*
 - 5.1. *Condiciones del tramo.*
 - 5.2. *Sección de aforos.*
 - 5.3. *Escala*
 - 5.4. *Estructura de aforos.*
 - 5.5. *Aforos*
 - 5.6. *Registro de niveles.*
 - 5.7. *Sólidos en suspensión.*
 6. *Gastos extremos en el periodo de observaciones.*
 7. *Calculo hidrométrico*
 8. *Estación climatológica el en sitio.*
 9. *Notas*

Con la lista presentada en la tabla 4.1 de la selección de estaciones hidrométricas para este estudio se descargaron las fichas de cada una de ellas, las cuales para mayor claridad en la presentación de los valores necesarios se presentan en el “Capítulo 7, ANEXOS” de este trabajo, mientras que en el



presente capítulo se resumió solamente lo rasgos hidrológicos más útiles respecto a esta investigación en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Datos de las hidrométricas, presentadas por el catalogo BANDAS

Clave	Nombre de la estación	Coordenadas		Gastos (m ³ /s)			Velocidad media (m/s)	Prof. Máxima (m)	Área drenada
		Latitud	Longitud	Máximo	Máximo aforado	Mínimo			
01023	AGUA CALIENTE	32°06'28'	116°27'14'	421	4.2	0	1.35	2.16	1577.0
03001	EL OJO DE AGUA	26°20'00'	111°59'20'	0		0			1378.0
08018	PITIQUITO II	30°41'30'	112°06'00'	1882	564	0	3.6	2	16616.0
09008	TECORI	28°02'30'	109°42'00'	3900	3674	0	2.42	12.16	66878.0
10122	LAS CAÑAS II	26°25'06'	108°37'13'	2595	968	1.35	1.26	3.96	29646.0
11008	SAN FELIPE	24°00'00'	104°35'56'	740	328	0.06	1.03	6.54	2008.0
12693	EL CARRIZAL	21°50'32'	104°46'29'	6687.86		5			121.22
13001	PASO DE AROCHA	21°17'00'	105°04'30'	1386	957	0	4.33	2.35	522.0
15005	CUIXAMALA	19°23'30'	104°58'00'	2125	989	0	1.89	4.21	1080.0
16022	CALLEJONES	18°48'00'	103°37'30'	17000	740	2.59	2.68	2.74	6835.0
18460	RÍO CHIQUITO	19°34'25'	100°27'45'	0		0			247.8
19005	TECPAN	17°15'00'	100°37'15'	4760	1034	0	2.48	3.96	1176.0
20025	LAS JUNTAS	16°42'15'	98°16'00'	1605.25		7.132			2514.0
22015	TEQUISISTLAN	16°24'50'	95°35'50'	1360.45	1180	0	3.32	5.39	2213.0
23003	CUHUACAN	14°43'00'	92°16'15'	499	473	1.76	1.26	6.48	250.0
24333	SABINAS HIDALGO	26°29'30'	100°07'00'	979	945	0	1.71	4.80	5334.0
25010	PABLILLO	24°51'25'	99°33'20'	472	397	0	2.86	3.08	994.0
26412	EL CONDE	19°27'55'	99°14'40'	94.93		0			203.1
27001	MARTINEZ DE LA T	20°03'42'	97°02'18'	4540	4376	8	5.84	8.28	1467.0
28013	AZUETA	18°05'00'	95°43'00'	2093		18.6			4655.7
29005	LAS PERLAS	17°26'17'	94°52'00'	7430	4687	18	2.36	11.67	9224.0
29007	PASO ARNULFO	16°54'00'	94°42'00'	2159.4	777	3.77	2.72	5.90	1480.0
36071	SARDINAS	26°05'00'	105°34'12'	1830	1545	0.056	2.90	7.11	4911.0
37012	TULA	23°00'05'	99°42'45'	200.38	8.79	0	1.27		80.0



4.4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS, SUBCUENCAS Y ESTACIONES HIDROMÉTRICAS, SEGÚN DATOS OBTENIDOS CON AL ARCVIEW.

El tercer método para la estimación de áreas drenadas que se ocupó en este trabajo de tesis, es el uso del software ArcView, de ESRI ©. Siendo indispensable señalar para el presente trabajo, las áreas obtenidas, se recopilaron del estudio. “Regionalización de datos de escurrimiento de las regiones hidrológicas de México para la estimación de avenidas de diseño” que se realiza en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en la coordinación de Hidráulica.

Este trabajo es una propuesta que forma parte de las acciones en materia hidrológica para coadyuvar en las tareas de reducción de riesgos en el país, realizando un estudio a nivel nacional para contar con herramientas confiables para estimar hidrógramas de diseño para periodos de retorno de hasta 200 años en cuencas con áreas que se estiman entre 500 y 2000 km². Para dicho estudio parte de la investigación es el cálculo de áreas drenadas para ciertas cuencas de la república mexicana, por lo cual tomé estos valores hidrológicos de las hidrométricas previamente seleccionadas en mi trabajo de tesis y las use para la comparación final.

El software ArcView propiedad de ESRI © compatible para Windows y Unix es un sistema de información geográfica (SIG). Los cuales han sido mencionados en el capítulo III “Metodología” de este trabajo.

ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) es una empresa fundada en 1969 que actualmente desarrolla y comercializa software de Sistemas de Información Geográfica Teniendo sede en California, E. U.

Se hizo una revisión de cada una de las áreas obtenidas con ArcView en el estudio ya mencionado; además de que se agregó un archivo de extensión .shp con las coordenadas dadas en el mismo estudio hidrológico del instituto de ingeniería; con el fin de analizar el error recurrente en el SIATL donde las hidrométricas no coinciden con los cauces de los ríos, pues esto puede ser un error de proyección en el mismo. En las figuras 4.78 a 4.84 se ilustra este procedimiento.

Al final de este subcapítulo se generó la tabla de resumen con estas áreas drenadas, para su posterior comparación.

La figura 4.78 presenta la pantalla del software con la figura de las cuencas estudiadas en el proyecto del IINGEN.

La tabla 4.6 resume las coordenadas que el estudio el IINGEN me proporciono para cada una de las hidrométricas seleccionadas para este estudio. Las cuales se introdujeron en el programa y se creó el Shape ilustrado en la figura 4.80.

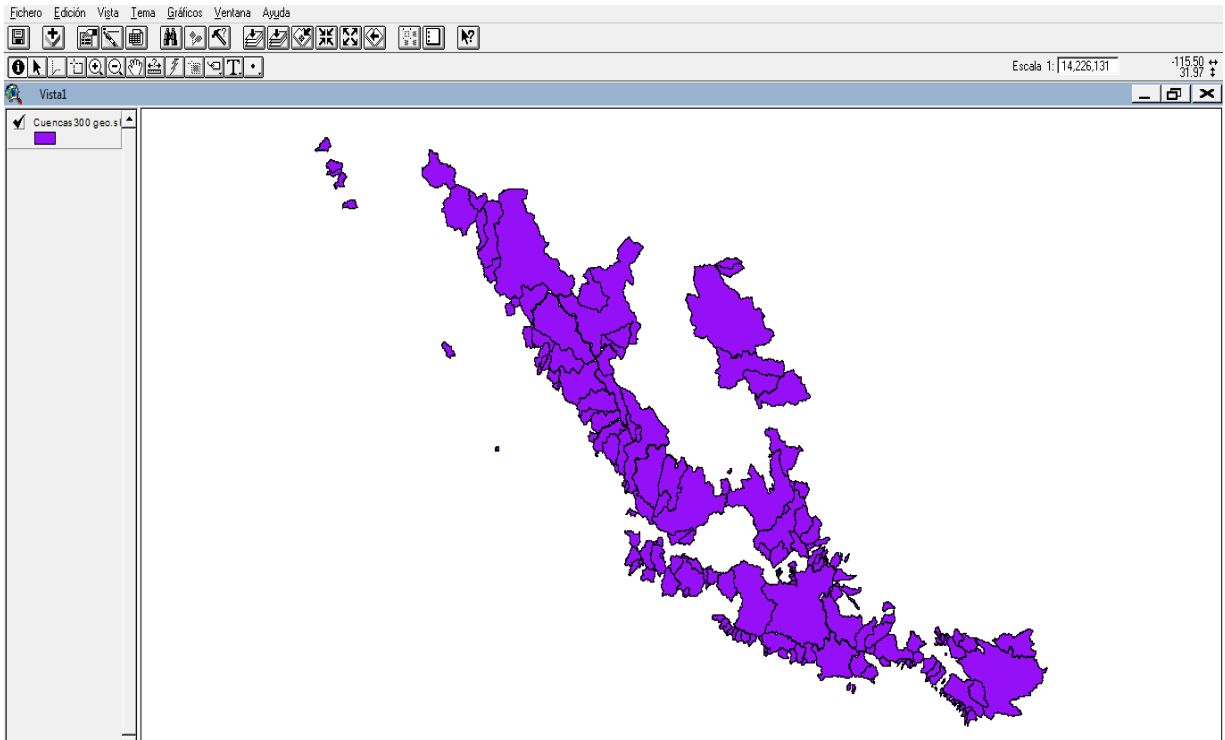


Figura 4.78 áreas de aportación en estudio para el proyecto de regionalización de gastos del IINGEN, 2014

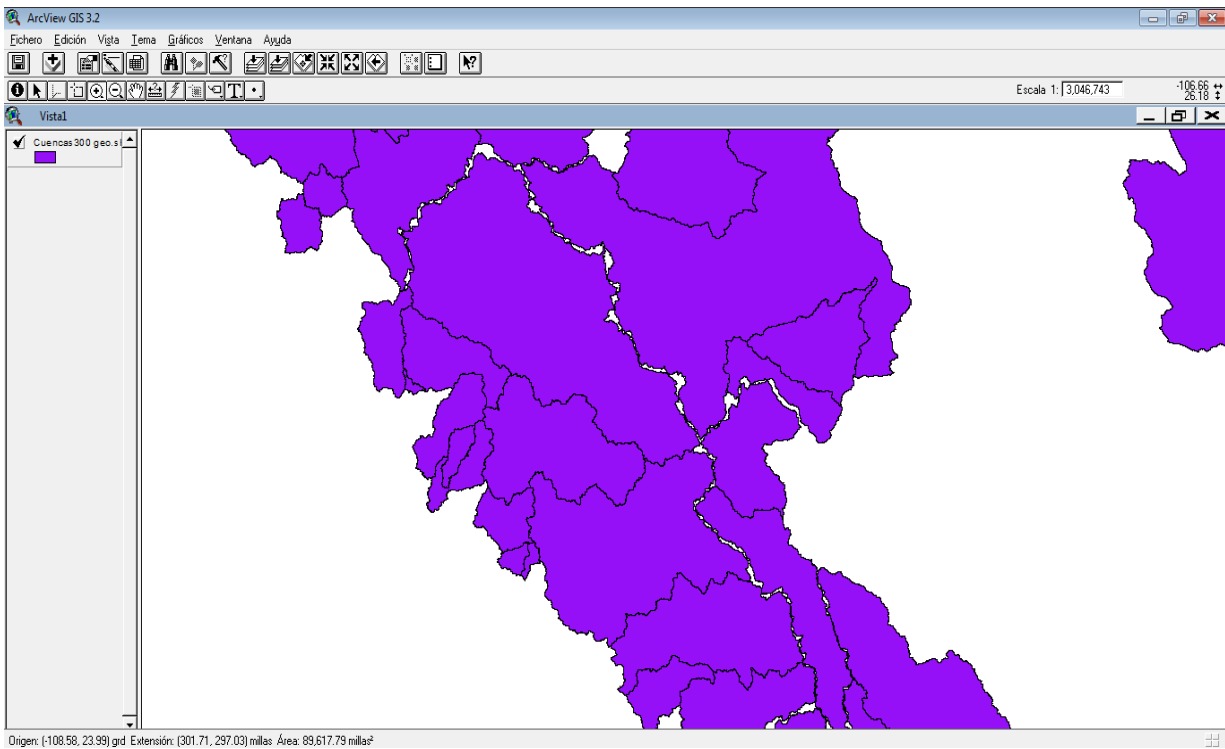
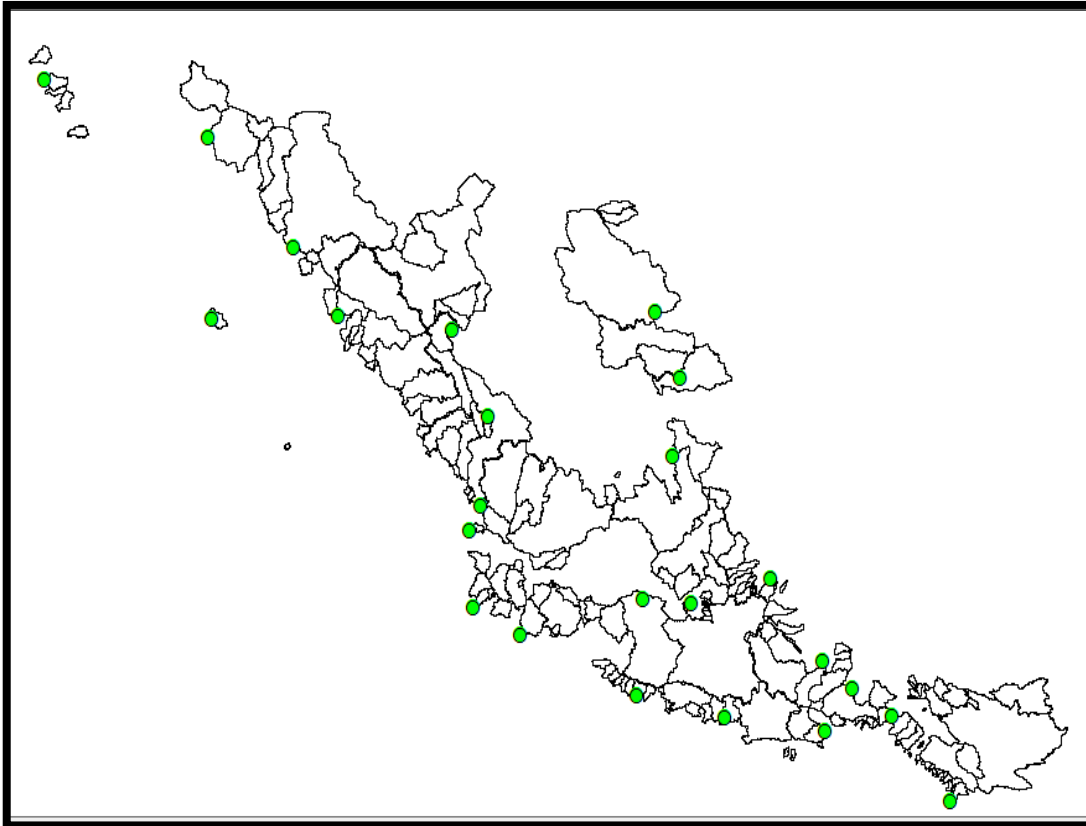


Figura 4.79 acercamiento a las áreas en estudio para el proyecto de regionalización de gastos del IINGEN, 2014



Tabla 4.6 coordenadas para las hidrométricas en estudio por este trabajo, proporcionadas por la el IINGEN, en la investigación de regionalización de gastos, 2014

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la estación</i>	<i>lon_grad</i>	<i>lon_min</i>	<i>lon_seg</i>	<i>lat_gra</i>	<i>lat_min</i>	<i>lat_seg</i>
01023	AGUA CALIENTE	116	27	14	32	6	30
03001	EL OJO DE AGUA	111	59	11	26	19	25
08018	PITIQUITO II	112	6	2	30	41	55
09008	TECORI	109	48	45	28	2	43
10122	LAS CAÑAS II	108	37	41	26	25	6
11008	SAN FELIPE	104	36	11	23	59	42
12693	EL CARRIZAL	104	48	37	21	50	7
13001	PASO DE AROCHA	105	6	53	21	15	4
15005	CUIXMALA	105	0	3	19	22	5
16022	CALLEJONES	103	44	9	18	42	15
18460	RIO CHIQUITO	100	27	44	19	34	17
19005	TECPAN	100	37	39	17	14	56
20025	LAS JUNTAS	98	16	15	16	42	53
22015	TEQUISISTLAN	95	35	53	16	24	44
23003	CAHUACAN	92	16	7	14	42	53
24333	SABINAS HIDALGO	100	9	11	26	29	59
25010	PABLILLO	99	28	57	24	53	51
26412	EL CONDE MARTINEZ DE LA	99	9	54	19	28	23
27001	TORRE	97	2	46	20	3	40
28013	AZUETA	95	40	43	18	4	30
29005	LAS PERLAS	94	52	7	17	26	30
30072	LAS FLORES II	93	48	52	16	45	18
36071	SARDINAS	105	34	9	26	4	52
37012	TULA	99	41	24	23	0	41



Figura

4.80 ubicación de las hidrométricas en estudio, según las coordenadas del proyecto de IINGEN, 2014

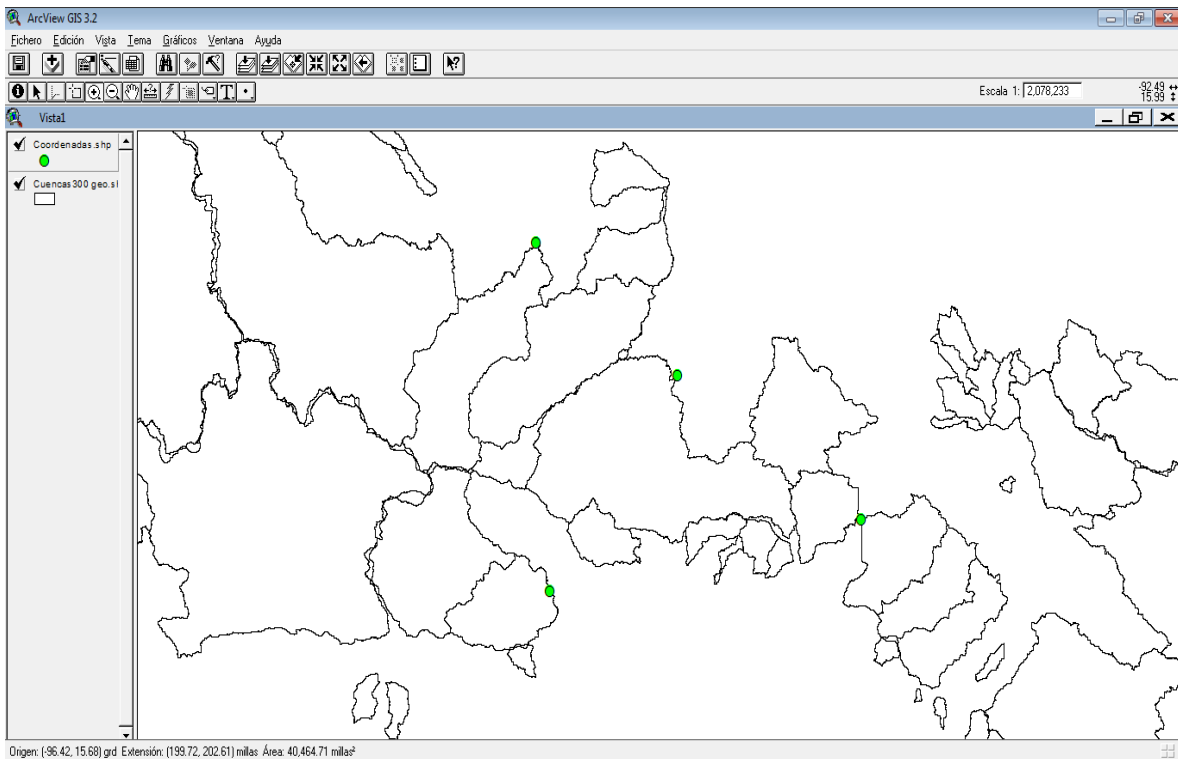


Figura 4.81 acercamiento a las de las hidrométricas en estudio, según las coordenadas del proyecto de IINGEN, 2014

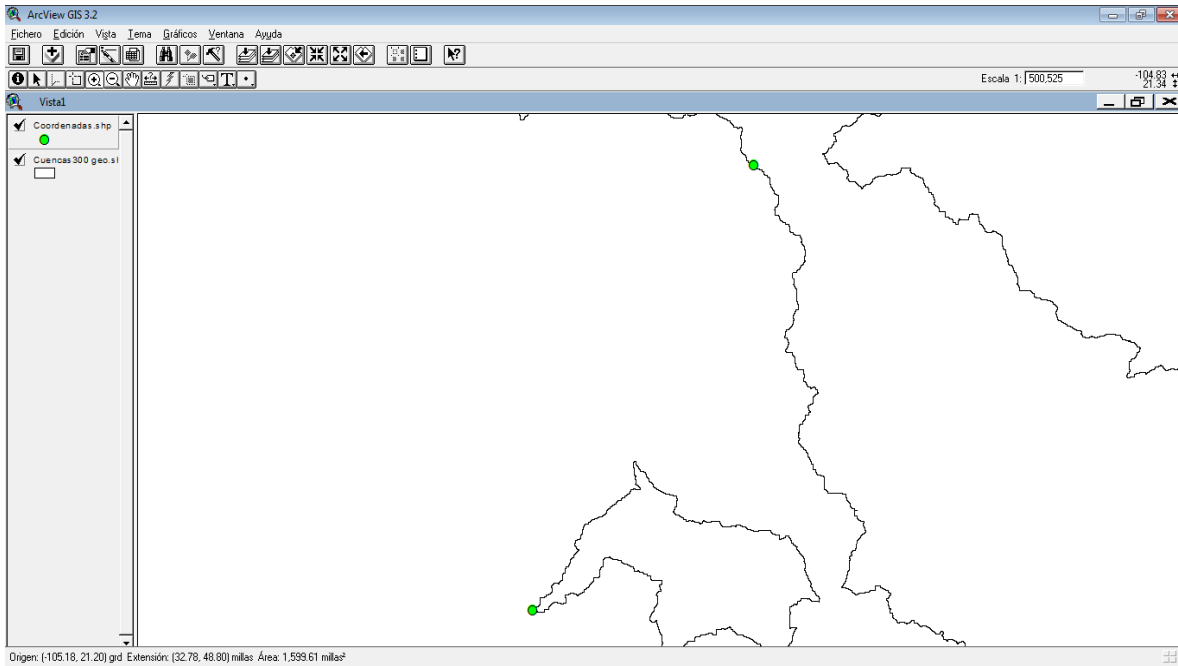


Figura 4.82 muestra de cómo las hidrométricas se encuentran a la salida de las cuencas 2014

ArcView GIS 3.2

Fichero Edición Tabla Campo Ventana

0 de 24 seleccionado/s

Atributos de Coordenadas.shp

Shape	Id	Hidrometri
Point	0	AGUA CALIENTE
Point	0	EL OJO DE AGUA
Point	0	PITIQUITO II
Point	0	TECORI
Point	0	LAS CAÑAS II
Point	0	SAN FELIPE
Point	0	EL CARRIZAL
Point	0	PASO DE AROCHA
Point	0	CUIXMALA
Point	0	CALLEJONES
Point	0	RIO CHIQUITO
Point	0	TECPAN
Point	0	LAS JUNTAS
Point	0	TEQUISISTLAN
Point	0	CAHUACAN
Point	0	SABINAS HIDALGO
Point	0	PABLILLO
Point	0	EL CONDE
Point	0	MARTINEZ DE LA TORRE
Point	0	AZUETA
Point	0	LAS PERLAS
Point	0	LAS FLORES II
Point	0	SARDINAS
Point	0	TULA

Figura 4.83 nombre de las hidrométricas en estudio capturadas en el ArcView 2014



ArcView GIS 3.2

Fichero Edición Tabla Campo Ventana Ayuda

0 de 309 seleccionado/s

Atributos de Cuenca300 geo.shp

Shape	Clave	Nombre	Km2	Area	Perimeter	Elevation	Slo_endpt	Slo_1065	Longestfl	Centroidal
Polygon	37012	TULA	92.350	92350000.00	51600.00000	1412.0000	0.071	0.048	19816.652	12663.961
Polygon	37006	EL GRITO	152.290	152290000.0	79400.00000	1960.0000	0.026	0.016	25373.506	12573.149
Polygon	37005	LOS PILARES	1537.240	1537240000.	284600.0000	2113.0000	0.007	0.004	86567.828	35828.279
Polygon	28103	AMAPA	412.800	412799999.8	229800.0000	105.0000	0.004	0.003	87224.682	39775.945
Polygon	28077	TEPEMEME	205.450	205450000.0	97800.00000	2112.0000	0.010	0.007	22303.658	7859.798
Polygon	28075	ZAPOTE	754.770	754770000.0	202400.0000	332.0000	0.041	0.019	54625.693	20650.967
Polygon	28074	LA ANGOSTURA	5861.980	5861979999.	673000.0000	1366.0000	0.024	0.014	168987.128	53601.429
Polygon	28072	XIQUILA	983.030	983030000.0	233000.0000	2049.0000	0.026	0.025	70522.749	39542.136
Polygon	28069	CAPULINES	1385.644	1385643771.	381558.4950	641.0000	0.024	0.014	142709.612	74088.567
Polygon	28066	LA JUNTA	11793.000	11793000000.	1068400.0000	1297.0000	0.020	0.011	223019.928	54032.799
Polygon	28064	SANTO DOMINGO	11720.370	11720369999.	1083200.0000	1236.0000	0.018	0.012	246595.159	84319.300
Polygon	28062	LA ESTRILLA	774.090	774089999.7	176000.0000	453.0000	0.048	0.024	55981.328	27839.192
Polygon	28056	JACATEPEC	1209.090	1209089999.	251000.0000	756.0000	0.036	0.033	83825.188	37073.506
Polygon	28040	EL TEJAR	1769.180	1769179999.	420800.0000	351.0000	0.021	0.012	164365.808	78797.980
Polygon	28026	LAS PRIETAS	221.450	221450000.0	131200.0000	159.0000	0.006	0.005	51070.058	23089.444
Polygon	28025	LAUCHAPAN	858.536	858535947.1	209661.8351	273.0000	0.018	0.009	69547.623	32762.830
Polygon	28023	CUICHAPA	1652.920	1652920000.	270000.0000	1624.0000	0.031	0.025	81960.721	34360.512
Polygon	28020	ACHOTAL	2490.490	2490489999.	493000.0000	291.0000	0.014	0.004	195406.219	101997.475
Polygon	28019	QUIOTEPEC	4759.150	4759150000.	530000.0000	976.0000	0.019	0.012	144708.954	46173.001
Polygon	28018	BELLACO	2738.104	2738104030.	454093.6765	94.0000	0.018	0.006	158981.626	69953.767
Polygon	28017	MONTE ROSA	2780.250	2780250000.	461800.0000	986.0000	0.018	0.011	169602.561	91031.789
Polygon	28016	CANTON	14304.240	14304239999.	1084800.0000	1239.0000	0.009	0.008	277318.413	113258.492
Polygon	28015	CUATOTOLAPAN	6345.161	6345160756.	706990.1262	79.0000	0.014	0.002	246207.093	129813.064
Polygon	28013	AZUETA	4581.275	4581274968.	617786.1777	951.0000	0.014	0.006	238073.139	119134.635
Polygon	28003	CARDEL	2072.492	2072492031.	340277.2517	991.0000	0.023	0.017	136364.031	83724.869
Polygon	28001	SAN JUAN EVANGELISTA	4863.808	4863807543.	555538.7508	103.0000	0.017	0.003	190289.970	99335.711
Polygon	27031	JALANCIINGO	89.140	89140000.00	80800.00000	2168.0000	0.065	0.060	31029.141	18304.520
Polygon	27035	NARANJILLO	7.690	7690000.000	21800.00000	1939.0000	0.078	0.067	8491.169	3762.742
Polygon	27055	SONTALACO	42.470	42470000.00	41400.00000	2045.0000	0.086	0.080	16053.911	8426.955
Polygon	27052	BUENOS AIRES	1294.255	1294254503.	283629.4888	2890.0000	0.018	0.013	107939.469	53324.594
Polygon	27050	SANTA ANA	1602.013	1602012823.	367624.4476	2046.0000	0.020	0.021	143390.417	81003.238
Polygon	27049	TECUANTEPEC	1055.309	1055309471.	260449.4847	2120.0000	0.029	0.027	99166.550	51481.350
Polygon	27046	CHALAME	194.815	194814819.0	98449.90521	2137.0000	0.045	0.044	36919.645	15305.706
Polygon	27038	MAPILCO	611.536	611535634.6	175803.4021	1766.0000	0.034	0.032	65074.502	31810.405
Polygon	27036	ALTOTONGA	122.780	122780000.0	83800.00000	2275.0000	0.042	0.041	33911.984	14529.646

Figura 4.84 características hidrológicas de las cuencas, presentes en el archivo extensión .shp del IINGEN, 2014

En la tabla 4.7 se genera el resumen de los rasgos hidrológicos presentados por la investigación con anterioridad mencionada; en específico el área drenada, de principal interés en este trabajo de tesis.



Tabla 4.7 Resumen de área drenada obtenido con el ArcView en el estudio hidrológico del IINGEN.

		Área drenada
<i>Clave</i>	<i>Nombre de la estación</i>	<i>km²</i>
01023	AGUA CALIENTE	1,574
03001	EL OJO DE AGUA	1,323
08018	PITIQUITO II	16,416
09008	TECORI	62,257
10122	LAS CAÑAS II	28,700
11008	SAN FELIPE	2,075
12693	EL CARRIZAL	74,624
13001	PASO DE AROCHA	491
15005	CUIXMALA	1,082
16022	CALLEJONES	6,859
18460	RIO CHIQUITO	240
19005	TECPAN	1,102
20025	LAS JUNTAS	2,475
22015	TEQUISISTLAN	2,188
23003	CAHUACAN	246
24333	SABINAS HIDALGO	5,155
25010	PABLILLO	922
26412	EL CONDE	231
27001	MARTINEZ DE LA T.	1,451
28013	AZUETA	4,581
29005	LAS PERLAS	8,966
30072	LAS FLORES II	2,188
36071	SARDINAS	4,877
37012	TULA	90



4.5.- RESULTADOS FINALES Y COMPARACIÓN.

Como se presentó a lo largo del trabajo en los tres métodos para obtener las características hidrológicas de diversas cuencas y subcuencas existieron diversos detalles a considerar, así como una destacada variación entre los resultados. Tomando como el “Valor real” el proporcionado por el BANDAS, por ser la institución a nivel nacional encargada del manejo de la información hidrológica nacional (CONAGUA), se comparó lo obtenido por el SIATL y ARCVIEW, con el nombre de valores “Calculados”. En la tabla 4.8 “Tabla de Resumen” se compara el área drenada de los tres métodos.

Tabla 4.8 Resumen final de áreas drenadas proporcionadas por los métodos en estudio.

Tabla de Resumen				
Clave	Nombre estación	Área Drenada (km²)		
		Valor Real	Calculados	
		BANDAS	SIATL	Arcview
01023	AGUA CALIENTE	1577	1571	1574
03001	EL OJO DE AGUA	1378	1208	1323
08018	PITIQUITO II	16616	4614.04	16416
09008	TECORI	66878	3845.82	62257
10122	LAS CAÑAS II	29646	214.57	28700
11008	SAN FELIPE	2008	306.89	2075
12693	EL CARRIZAL	121220	319.60	74624
13001	PASO DE AROCHA	522	487.17	491
15005	CUIXMALA	1080	1034.17	1082
16022	CALLEJONES	6835	1787.94	6859
18460	RIO CHIQUITO	247	913.08	240
19005	TECPAN	1176	1191.97	1102
20025	LAS JUNTAS	2514	9.56	2475
22015	TEQUISISTLAN	2213	2165	2188
23003	CAHUACAN	250	241.37	246
24333	SABINAS HIDALGO	5334	52.38	5155
25010	PABLILLO	994	968.31	922
26412	EL CONDE	203	23.23	231
27001	MARTINEZ DE LA TORRE	1467	1442.45	1451
28013	AZUETA	4655	647.37	4581
29005	LAS PERLAS	9224	3221.40	8966
30072	LAS FLORES II	2551	185.19	2188
36071	SARDINAS	4911	74.67	4877
37012	TULA	80	161.10	90

Como se muestra en la tabla 4.8 existen entre cada metodo valores muy diferentes para al área drenada, siendo esto de gran consideracion pues estas diferencias no son de unos cuantos centímetros cuadrados, sino de kilómetros cuadrados, lo que equivale a 1 millón de metros cuadrados cada uno, por lo cual el cálculo con alguno de estos valores diferenciara en gran medida



con el que se realizaría con cualquier otro. La tabla 4.9 muestra de nueva cuenta estas variaciones entre cada método, en la primera columna se muestra la diferencia entre los datos proporcionados para el área drenada por el BANDAS con respecto a los del SIATL, con la diferencia en Km², mientras que en la segunda columna esta diferencia se transforma a m² para que sea apreciable la variación de área existente entre cada método.

En la tercera columna se da la diferencia en Km² para los valores presentados por el BANDAS con respecto a los calculados con el SIATL, mientras que en la columna siguiente al igual que en la segunda columna, se transforman los Km² a m² para hacer más evidente esta enorme diferencia.

Es indispensable señalar las columnas de color que se muestran en cada casilla de la tabla son una escala que ilustra la mayor diferencia de área para dicha comparación con la columna más grande y la menor para la columna más pequeña.

Por último en la tercera se estima entre los dos métodos de cálculo (SIATL y ArcView) cuál cuenta con una menor diferencia del valor de área drenada con respecto a los valores que se supusieron como reales que son del BANDAS.

Tabla 4.9 Diferencia de área drenada entre los valores del BANDAS, con respecto a los calculados con el SIATL y Arcview.

Clave	Nombre estación	Diferencias en Área drenada				Menor diferencia
		BANDAS-SIATL		BANDAS-ArcView		
		km ²	m ²	km ²	m ²	
01023	AGUA CALIENTE	6	6000000	3	3230000	ArcView
03001	EL OJO DE AGUA	170	170000000	55	54710000	ArcView
08018	PITIQUITO II	12002	12001960000	201	200500000	ArcView
09008	TECORI	63032	63032180000	4621	4621000000	ArcView
10122	LAS CAÑAS II	29431	29431430000	946	946340000	ArcView
11008	SAN FELIPE	1701	1701110000	67	67115000	ArcView
12693	EL CARRIZAL	120900	1.209E+11	46596	46595890000	ArcView
13001	PASO DE AROCHA	35	34830000	31	30620000	ArcView
15005	CUIXMALA	46	45830000	2	1867000	ArcView
16022	CALLEJONES	5047	5047060000	24	23710000	ArcView
18460	RIO CHIQUITO	666	666080000	7	7080000	ArcView
19005	TECPAN	16	15970000	74	74050000	SIATL
20025	LAS JUNTAS	2504	2504440000	39	38999000	ArcView
22015	TEQUISISTLAN	48	48000000	25	24957000	ArcView
23003	CAHUACAN	9	8630000	4	3950000	ArcView
24333	SABINAS HIDALGO	5282	5281620000	179	179142000	ArcView
25010	PABLILLO	26	25690000	72	72000000	SIATL
26412	EL CONDE	180	179770000	28	27600000	ArcView
27001	MARTINEZ DE LA T.	25	24550000	16	16189000	ArcView
28013	AZUETA	4008	4007630000	74	73725000	ArcView
29005	LAS PERLAS	6003	6002600000	258	258480000	ArcView
30072	LAS FLORES II	2366	2365810000	363	363130000	ArcView
36071	SARDINAS	4836	4836330000	34	34058000	ArcView
37012	TULA	81	81100000	10	10000000	ArcView



Existen grandes diferencias en los datos hidrológicos presentados por cada método en la tabla 4.9, si alguno de estos se tomara para el cálculo de alguna obra hidráulica, sin duda alguna generaría una sobre estimación o subestimación de esta.

Es decir si para el caso de a comparativa entre el BANDAS y el SIATL la menor diferencia es de 6,000,000 metros cuadrados; si se obtiene el caudal de aportación correspondiente a esta diferencia de área en una gran tormenta sin duda alguna sería un valor que podría ocasionar daños en las obras, y es la menor diferencia; así que de tomarse la mayor diferencia el resultado sería más adverso.

La última columna nos muestra que a pesar de que ambos métodos generan diferencias de consideración en las áreas de aportación; el método de cálculo con el ArcView es más próximo a los valores otorgados por el BANDAS, debido a que genera menor diferencia en 22 de los 24 casos de estudio.

En el caso de la ubicación para cada hidrométrica, los tres métodos proponen una coordenada geográfica en grados sexagesimales. Siendo de señalar en la mayoría de los casos no existe coincidencia en estos. El BANDAS en cada una de las fichas para cada hidrométrica proporciona una coordenada para la latitud y la longitud, mismas que se utilizaron como base para la búsqueda en el SIATL.

En el SIATL se observó en la mayoría de ocasiones no presentó estación hidrológica y en las que lo presentó no siempre coincidía con la coordenada del BANDAS, dándonos una coordenada distinta. Y el trabajo de ArcView que nos está brindando la información presentada nos da otras coordenadas.

Por lo cual en la tabla 4.10 se muestran las coordenadas proporcionadas por cada fuente. Resaltando en la columna de las del SIATL con color amarillo idéntico al utilizado en la columna del BANDAS las coordenadas coincidentes.

Tabla 4.10 Coordenadas geográficas proporcionadas por cada método para la ubicación de las hidrométricas de estudio.

Clave	Nombre estación	Ubicación de la hidrométrica					
		BANDAS		ArcView		SIATL	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
01023	AGUA CALIENTE	32°06'28'	116°27'14'	32°06'30'	116°27'14'	32°06'27''	116°27'15''
03001	EL OJO DE AGUA	26°20'00'	111°59'20'	26°19'25'	111°59'11'	26°11'55''	112°02'19''
08018	PITIQUITO II	30°41'30'	112°06'00'	30°41'55'	112°06'02'	26°20'00'	111°59'20'
09008	TECORI	28°02'30'	109°42'00'	28°02'43'	109°48'45'		
10122	LAS CAÑAS II	26°25'06'	108°37'13'	26°25'06'	108°37'41'		
11008	SAN FELIPE	24°00'00'	104°35'56'	23°59'42'	104°36'11'		
12693	EL CARRIZAL	21°50'32'	104°46'29'	21°50'07'	104°48'37'		
13001	PASO DE AROCHA	21°17'00'	105°04'30'	21°15'04'	105°06'53'	21° 16' 31''	105° 04' 52''
15005	CUIXMALA	19°23'30'	104°58'00'	19°22'05'	105°00'03'		
16022	CALLEJONES	18°48'00'	103°37'30'	18°42'15'	103°44'09'	18°48'00'	103°37'30'
18460	RIO CHIQUITO	19°34'25'	100°27'45'	19°34'17'	100°27'44'	19°34'25'	100°27'45'
19005	TECPAN	17°15'00'	100°37'15'	17°14'56'	100°37'39'		



20025	LAS JUNTAS	16°42'15'	98°16'00'	16°42'53'	98°16'15'		
22015	TEQUISISTLAN	16°24'50'	95°35'50'	16°24'44'	95°35'53'	16°23'32'	95°33'20'
23003	CAHUACAN	14°43'00'	92°16'15'	14°42'53'	92°16'07'	14°43'14"	92°16'20"
24333	SABINAS HIDALGO	26°29'30'	100°07'00'	26°29'59'	100°09'11'		
25010	PABLILLO	24°51'25'	99°33'20'	24°53'40'	99°28'57'	24°51'25'	99°33'20'
26412	EL CONDE	19°27'55'	99°14'40'	19°28'23'	99°09'54'		
27001	MARTINEZ DE LA T.	20°03'42'	97°02'18'	20°03'40'	97°02'46'	20°04'03"	97°02'54"
28013	AZUETA	18°05'00'	95°43'00'	18°04'30'	95°40'43'		
29005	LAS PERLAS	17°26'17'	94°52'00'	17°26'30'	94°52'07'		
30072	LAS FLORES II	16°54'00'	94°42'00'	16°45'18'	93°48'52'	16°52'00'	94°43'36'
36071	SARDINAS	26°05'00'	105°34'12'	26°04'52'	105°34'09'	26°05'02"	105°33'57"
37012	TULA	23°00'05'	99°42'45'	23°00'41'	99°41'24'	23°00'05'	99°42'45'

Como anexo a esta tabla, y siendo los valores presentados por el SIATL los que tienen mayor diferencia con respecto a el "Valor real" considerado en este estudio como el del BANDAS, la tabla 4.11 presenta las observaciones para cada hidrométrica, así como señalando si se encontró dentro del cauce o no.

Tabla 4.11 Observaciones para las hidrométricas generadas por el SIATL.

Clave	Nombre estación	Detalles para las hidrométricas presentes en el SIATL
		Observación
01023	AGUA CALIENTE	FUERA DEL CAUCE, Solamente apareció la climatológica.
03001	EL OJO DE AGUA	FUERA DEL CAUCE, Solamente apareció la climatológica.
08018	PITIQUITO II	FUERA DEL CAUCE
09008	TECORI	Inexistente*
10122	LAS CAÑAS II	Inexistente*
11008	SAN FELIPE	Inexistente*
12693	EL CARRIZAL	Inexistente*
13001	PASO DE AROCHA	FUERA DEL CAUCE
15005	CUIXMALA	Inexistente*
16022	CALLEJONES	FUERA DEL CAUCE
18460	RIO CHIQUITO	FUERA DEL CAUCE
19005	TECPAN	Inexistente*
20025	LAS JUNTAS	Inexistente*
22015	TEQUISISTLAN	FUERA DEL CAUCE
23003	CAHUACAN	FUERA DEL CAUCE
24333	SABINAS HIDALGO	Inexistente*
25010	PABLILLO	DENTRO DEL CAUCE.
26412	EL CONDE	Inexistente*
27001	MARTINEZ DE LA T.	FUERA DEL CAUCE
28013	AZUETA	Inexistente*



29005	LAS PERLAS	Inexistente*
30072	LAS FLORES II	FUERA DEL CAUCE
36071	SARDINAS	FUERA DEL CAUCE
37012	TULA	DENTRO DEL CAUCE, climatológica.

*Inexistente: no se encontro dentro de la palicación SIATL, cuando el BANDAS afirma su existencia.

Otros de los valores presentados por el SIATL y por el BANDAS son el cuadal máximo en la subcuenca, esto se presenta en la tabla 4.12. Este dato solo se presento el las subcuencas en las que aparecia la hidrométrica.

Tabla 4.12 Caudales maximos presentados por el BANDAS y el SIATL.

Tabla de Resumen			
Clave	Nombre estación	Caudal Máximo (Qmax)	
		Valor Real	Propuesto
		BANDAS	SIATL
01023	AGUA CALIENTE	421	---
03001	EL OJO DE AGUA	0	---
08018	PITIQUITO II	1882	1194
09008	TECORI	3900	---
10122	LAS CAÑAS II	2595	---
11008	SAN FELIPE	740	---
12693	EL CARRIZAL	6687.86	---
13001	PASO DE AROCHA	1386	0
15005	CUIXMALA	2125	---
16022	CALLEJONES	17000	0
18460	RIO CHIQUITO	0	0
19005	TECPAN	4760	---
20025	LAS JUNTAS	1605.25	---
22015	TEQUISISTLAN	1360.45	0
23003	CAHUACAN	499	498.92
24333	SABINAS HIDALGO	979	---
25010	PABLILLO	472	472
26412	EL CONDE	94.93	---
27001	MARTINEZ DE LA TORRE	4540	4540
28013	AZUETA	2093	---
29005	LAS PERLAS	7430	---
30072	LAS FLORES II	1162.7	9350
36071	SARDINAS	1830	0
37012	TULA	200.37	---



4.6.- EJERCICIO DE COMPARACIÓN:

Como se ha mostrado en el trabajo los valores que cada fuente nos brinda en la mayoría de los casos son muy distintos. Lo cual en primera instancia solo queda como información para tener cuidado con el uso de estas nuevas herramientas como el SIATL o el ArcView.

Para complementar este trabajo y dar una muestra de su aplicación, se elaboró un ejemplo donde con los valores de área drenada que estas fuentes proporcionan se calculó el caudal en una subcuenca.

El objetivo de este cálculo fue utilizar estos valores que cada método da para obtener el caudal y que sería indispensable para la elaboración de cualquier obra hidráulica en la zona, para este caso en la zona de selección se plantea entubar el caudal del río que pasa por la hidrométrica con el fin de posteriormente ser utilizado para fines de riego. Procurando demostrar el cómo estas diferencias en el área drenada pueden ocasionar el sobredimensionamiento de la obra o bien el subdimensionamiento ocasionando un mal funcionamiento o hasta el colapso.

La aplicación SIATL realiza sus cálculos con el método Racional, explicado en el capítulo III, Metodología, en el apartado VII.III “Calcular Caudal”. Por lo cual se utilizó este método con la intención de utilizar todas las herramientas que el SIATL propone para diseño y ver qué tan eficientes son con respecto a las otras en comparación.

Como se refirió el **Método Racional** está basado en la idea de que las lluvias se aplican a un ritmo constante en una superficie impermeable, teniendo un escurrimiento igual al ritmo de lluvia. Por lo cual este método es principalmente utilizado para diseñar drenes de tormenta, alcantarillas y otras estructuras contenedoras pero en áreas pequeñas. Que según el criterio expuesto en el capítulo II, Conceptos generales de hidrología, presentado por el libro “Procesos del ciclo hidrológico” de Campos, Aranda. Para que una cuenca sea considerada pequeña debe ser menor a 250 km².

Por lo cual se utilizó una cuenca pequeña. La cuenca que aporta a la hidrométrica **37012 (Tula)** en la cual ninguna de las 3 áreas sobrepasa los 250 km².

Para demostrar la enorme variación de caudal que puede existir al calcularlo con este método se utilizaran constantes en los tres cálculos para cada área drenada en este método, es decir. El método racional utiliza la fórmula (16).

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Dónde:

Q= Caudal (m³/s)

C= Coeficiente de escurrimiento.

I = Lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno dado (mm/h).

A = Área drenada (ha).

360= Factor de ajuste de unidades.



El coeficiente de escurrimiento se supuso constante en el cálculo para los tres métodos, obtenido de la tabla 4.13 dada por mismo SIATL y coincidente con la tabla propuesta por la SAGARPA en su documento web de “Escurrecimientos superficiales”.

Tabla 4.13 de coeficientes de escurrimiento para el método Racional, SAGARPA

Uso del suelo y pendiente del terreno	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/24/02.pdf>

La intensidad de lluvia se utilizó según el criterio de dado por la **NORMA DE DISEÑO PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO, ALCANCES Y OPORTUNIDADES**. Publicado por la CONAGUA en el XXII congreso Nacional de Hidráulica en noviembre de 2012. Donde en la tabla 4.14 nos dice para “Zona recreativa de alto valor e intenso uso por el público” se debe utilizar un Tr (periodo de retorno) de 5 años, el cual se utilizó para los tres métodos y solo existió variación en el área drenada, donde se utilizó la proporcionada por cada uno de los métodos.

Tabla 4.14 Periodos de retorno para obras de drenaje urbano, CONAGUA, 2012

TIPO DE USO	Tr (años)
Zona de actividad comercial	15
Zona de actividad industrial	15
Zona de edificios públicos	15
Zona residencial multifamiliar de alta densidad	10
Zona residencial unifamiliar y multifamiliar de baja densidad	5
Zona recreativa de alto valor e intenso uso por el público	5
Otras áreas y recreativas	3



Para todo lo anterior El SIATL nos muestra que la zona es un lugar con una vegetación en su mayoría compuesta por “Matorral xerófilo” y una pequeña porción de suelo “Agrícola-Pecuario” como muestra la figura 4.85. Esta misma aplicación nos muestra una pendiente para esta área drenada de 3.04%. Por lo cual utilizando la tabla 4.13 podemos decir el Coeficiente de escurrimiento para esta zona es de, **C=0.10**.

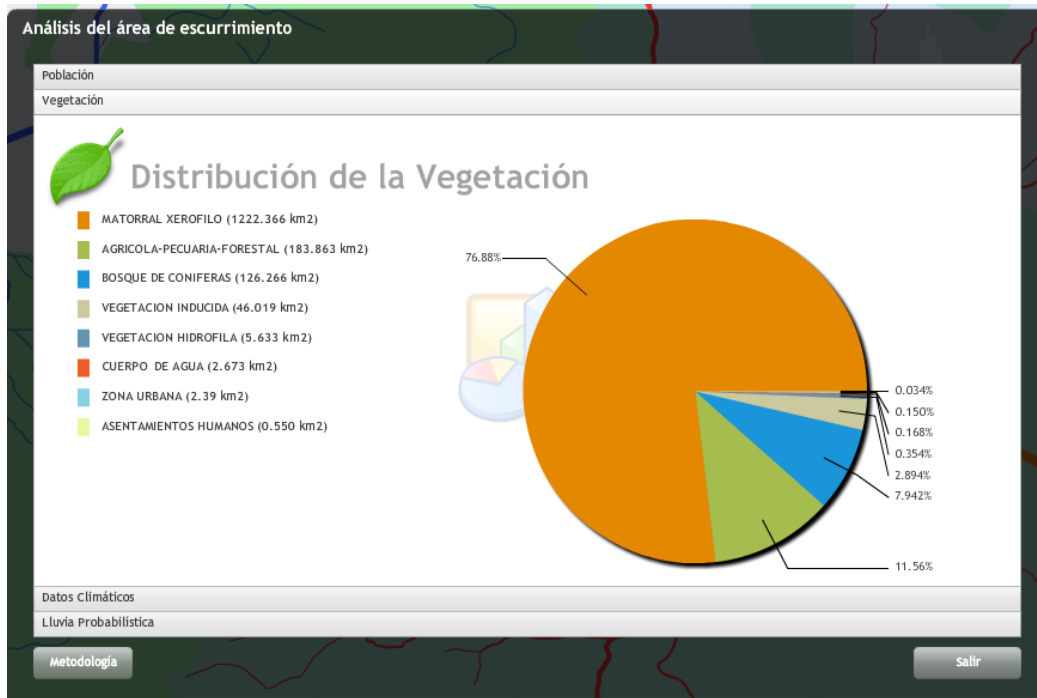


Figura 4.85, Tipo de vegetación en el suelo correspondiente a la hidrométrica 37012, SIATL, INEGI, 2014.

El mismo SIATL nos propone una intensidad de lluvia para diversos periodos de retorno, utilizando el TR= 5 años, que con anterioridad mencionamos utilizaremos según las normas de la CONAGUA para drenaje urbano, la intensidad de lluvia propuesta por el SIATL, en este mismo capítulo en el apartado 4.1.24 (Tula) es de: **i=75.66. mm/h**

4.6.1.- Ejercicio 1, Método Racional con el área drenada propuesta por el SIATL.

El área drenada que el SIATL propone es de 80 km², este valor se debe pasar a hectáreas para poder utilizar la formula presentada para el método racional.

Al hacer la conversión queda:

$$\begin{aligned} \text{Si } 1 \text{ km}^2 &= 100 \text{ ha.} \\ 161.1 \text{ km}^2 &= \underline{\underline{16110 \text{ ha.}}} \end{aligned}$$



Teniendo estos tres valores, podemos utilizar la fórmula del método racional y calcular el caudal esperado para esta hidrométrica.

$$C = 0.10$$

$$i = 75.66 \text{ mm/h}$$

$$A = 16110 \text{ ha}$$

$$Q = \frac{0.1 * 75.66 * 16110}{360}$$

$$Q = 338.57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como se comentó en el “Capítulo III, Metodología” El SIATL nos da la opción de hacer este cálculo por medio de la misma aplicación, usando el ya mencionado método racional.

Presentándonos la pantalla ilustrada por la figura 4.86, donde por automático la aplicación toma en cuenta el área drenada seleccionada y por los datos con los que cuenta genera un tiempo de concentración (T_c), estos dos datos se enmarcan con un cuadro de color amarillo.

El usuario debe ingresar los valores de:

- 1.- coeficiente de escurrimiento, que calculamos y que es coincidente con los que el SIATL de igual manera presenta.
- 2.- Periodo de retorno según el proyecto, para este ejercicio se tomó uno de 5 años.
- 3.- La intensidad de lluvia, que en este ejemplo se tomó de $i=75.66 \text{ mm/h}$

Figura 4.86 pantalla para el ingreso de datos hidrológicos de la cuenca y posterior cálculo de Gasto, SIATL, INEGI, 2014



Una vez ingresados estos valores la aplicación realiza el cálculo y se presenta una pantalla con el resumen de rasgo hidrológicos de la cuenca. Figura 4.87 y tabla 4.15.

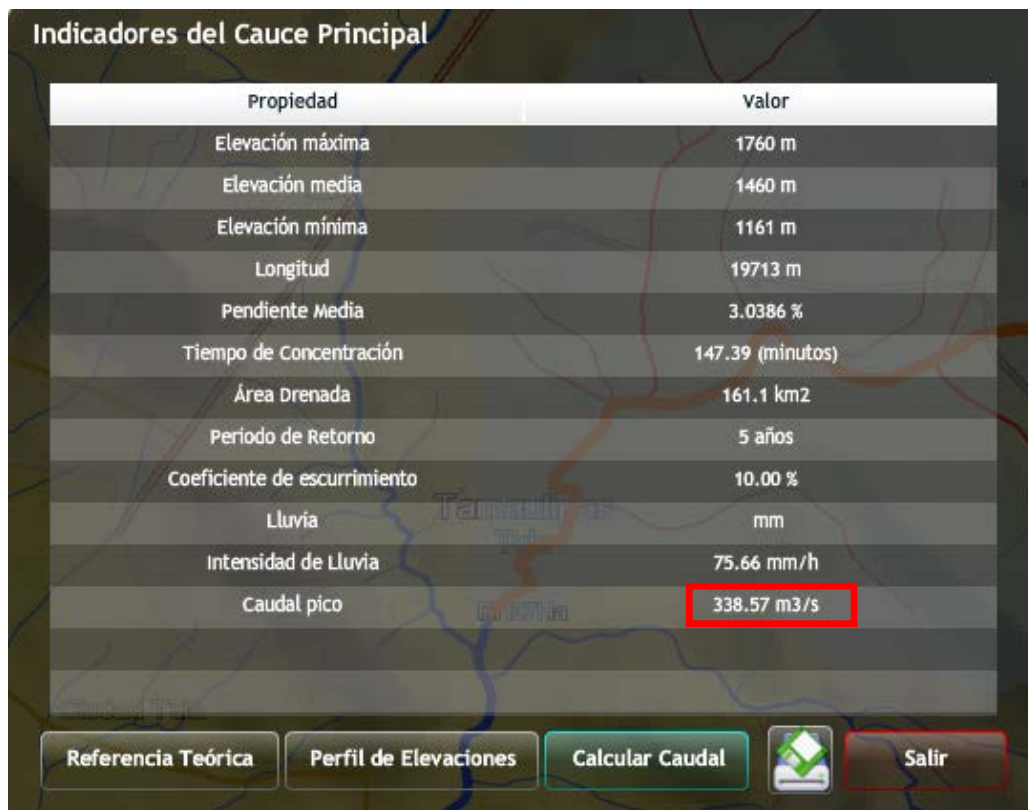


Figura 4.87 Resultado de calcular el Caudal, SIATL, INEGI, 2014

Tabla 4.15, resultados del calcular el caudal con la aplicación SIATL, INEGI, 2014.

Propiedad	Valor
Elevación máxima	1760 m
Elevación media	1460 m
Elevación mínima	1161 m
Longitud	19713 m
Pendiente Media	3.0386 %
Tiempo de Concentración	147.39 (minutos)
Área Drenada	161.1 km ²
Periodo de Retorno	5 años
Coefficiente de escurrimiento	10.00 %
Lluvia	Mm
Intensidad de Lluvia	75.66 mm/h
<u>Caudal pico</u>	<u>338.57 m³/s</u>



Adjunto a esto, la aplicación permite calcular el perfil de elevaciones de la zona en estudio, tal como ilustra en la figura 4.88.

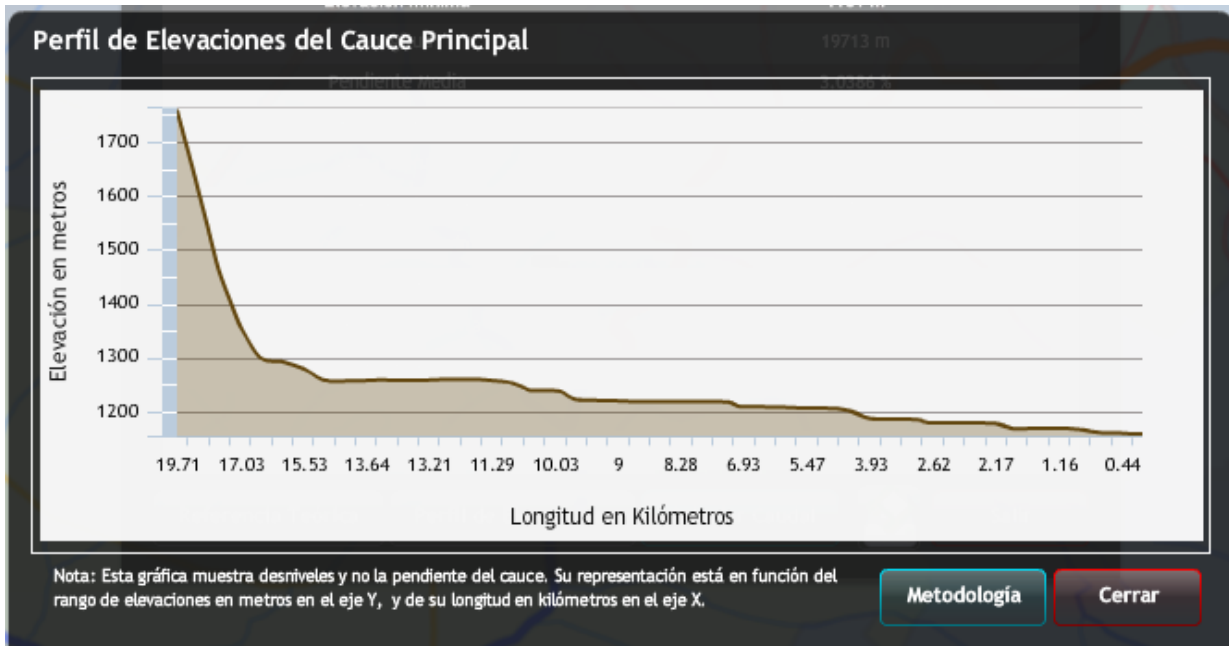


Figura 4.88 perfil de elevaciones para el área drenada correspondiente a la hidrométrica 37012 (Tula), SIATL, INEGI, 2014

4.6.2.- Ejercicio 2; Método Racional con el área drenada propuesta por el BANDAS.

Para el cálculo con los datos del BANDAS se utilizó la intensidad (i) y el Coeficiente de escurrimiento (C) dados por el SIATL en el ejercicio anterior. Solo cambia el área drenada que será el dado por la red BANDAS.

$$\text{Si } 1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha.}$$

$$80 \text{ km}^2 = \underline{8000 \text{ ha.}}$$

Por lo tanto:

$$C = 0.10$$

$$i = 75.66$$

$$\mathbf{A = 8000 \text{ ha}}$$

$$Q = \frac{0.1 * 75.66 * 8000}{360}$$

$$\mathbf{Q = 168.13 \text{ m}^3/\text{s}}$$



4.6.3.- Ejercicio 1; Método Racional con el área drenada propuesta por el ArcView.

Al igual que para el cálculo anterior se usaron los mismo valores de “C” y de “i” y solo se modificó el área drenada, usando la proporcionada por este SIG.

$$\begin{aligned} \text{Si } 1 \text{ km}^2 &= 100 \text{ ha.} \\ 90 \text{ km}^2 &= \underline{9000 \text{ ha.}} \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$C = 0.10$$

$$i = 75.66$$

$$A = 9000 \text{ ha}$$

$$Q = \frac{0.1 * 75.66 * 9000}{360}$$

$$\underline{Q = 189.15 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Resumen.

Caudal Calculado		
SIATL	BANDAS	Arc View
338.37 m³/s	168.13 m³/s	189.15 m³/s

Como se muestra existe una considerable diferencia (170.24 m³/s) entre el caudal obtenido con el área drenada propuesta por el SIATL y el BANDAS, siendo calculado con el mismo método y los mismo valores para “i” y “C”. **En este caso el SIATL daría un notable sobredimensionamiento de la obra, lo que implica un mayor costo en la misma.**



Capítulo V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A pesar de que en la república mexicana existen diversas fuentes, así como software para obtener las características hidrológicas de cualquier cuenca en el país; la escases en los registros históricos en algunos casos, aunado a lo que ha sido ejemplificado en el presente estudio, la disparidad de información que cada fuente proporciona. Demuestra que queda mucho trabajo por hacer en esta área de la ingeniería civil.

Parece poco creíble que aun entre las instituciones de orden público encargadas del manejo de información hidrológica a nivel nacional y las cuales auguran brindar información real y confiable para la elaboración de cualquier proyecto ingenieril, existan tan grandes diferencias en los valores presentados.

En el caso específico del SIATL, herramienta de principal estudio en esta tesis; es de sorprenderse valores tan básicos como el área drenada o la simple existencia de una estación hidrométrica no se tenga estimada de manera correcta o en otros casos esta sea completamente inexistente. Aunado a esto el detalle de la muy constante falta de información hidrológica en varias cuencas del país, así como el uso del método racional en cuencas de gran área, siendo ya estudiado y conocido la inconveniencia de usar este método para cuencas de gran extensión.

Y por último una de las razones para la falta de confianza que género en mi dicha aplicación web del INEGI es que dentro de la sección de referencias cuenten con la de Wikipedia, sabiendo la redacción libre es la fuente de dicha biblioteca virtual.

Acerca de la red BANDAS considerada para el presente estudio como la fuente más confiable de información hidrológica, al ser emitida por la institución a nivel nacional encargada del manejo de los recursos hidráulicos, la CONAGUA en colaboración con el IMTA. Puedo decir existe una notable y constante ausencia de valores hidrológicos fundamentales, dentro de las fichas presentadas por estas instancias para cada estación hidrométrica; siendo los valores faltantes fundamentales, como lo es el caudal máximo y mínimo para ciertas cuencas en el país.

Si se toma en cuenta el cálculo de las áreas drenadas presentado en las mencionadas fichas se remonta a hace más de 20 años, cuando aún se usaba el método del planímetro y no existían el apoyo de los SIG, nos sigue quedando la duda de si esta información será correcta; debido a las deficiencias que pueda tener este método y a los constantes cambios en la superficie terrestre ocasionados por el hombre. Por lo cual esta fuente también genera algunas dudas acerca de su certeza.

Y por último para el software comercial de nombre ArcView, propiedad de ESRI ©, no encontré errores que mencionar, pero si observe los valores arrojados son muy parecidos a los proporcionados por la red BANDAS lo cual genera un tanto de seguridad en su funcionamiento sea correcto.



En resumen, el poder descartar de manera tajante alguno de los tres métodos o bien, decir los cálculos realizados por ellos son incorrectos no fue el motivo de este trabajo de tesis, debido a la gran cantidad de tiempo que requeriría el ahondar en cada uno de ellos; mas sin embargo lo que se busco fue demostrar a pesar de que algunos de los 3 sean basados en sistemas modernos de posicionamiento global o bien sean proporcionados por instituciones encargadas del manejo de esta información, pueden existir errores grandes de estimación en los valores hidrológicos; lo cual generará problemas en el diseño de alguna obra pública o privada, tanto de dimensionamiento, así como de costos y la misma seguridad de las personas.

La aplicación web SIATL del INEGI, presento una gran cantidad de valores extraños en muchos casos o la ausencia de estos en otros, aunado a una falta de información hidrológica de todo el país. A pesar de que el INEGI presente a esta aplicación como una herramienta capaz de ayudar a solucionar problemas de falta de información para el diseño de obras hidráulicas; yo en lo personal no recomendaría el uso de sus valores para el diseño, por toda esta gran cantidad de incongruencias; y solo recomendaría su uso para fines didácticos e ilustrativos, ya sea el mostrar las características de las cuencas o de los flujos, mas nunca como herramienta de trabajo. Hasta analizar una actualización de esta versión y comprobar no existen estos u otros errores.

El ArcView es una herramienta moderna que a mi parecer genera valores de mayor confianza al ser casi idénticos a los presentados por la red de información BANDAS, pero se debe tener cuidado en el manejo de él, pues un error puede ocasionar problemas como los del SIATL. En general me parece una herramienta útil, capaz de generar estos valores para el diseño, pero que siempre debe apoyarse de otras fuentes para evitar problemas.

Para finalizar el BANDAS, es un banco de información proporcionado por la dependencia encargada de las aguas a nivel nacional, y a pesar de que tal vez algunos valores no sea actuales o algunos otros no existan; no deja de ser la dependencia a la cual se debe consultar para la elaboración de diseños hidráulicos. Por lo cual me basaría en los valores que esta ofrece y solo los corroboraría con el ArcView o alguna otra herramienta SIG.

Me parece importante a corto plazo se genere un banco de información a nivel nacional, universal para todas las instituciones públicas y privadas del cual se exija se use para el diseño hidráulico de cualquier obra en el país. Este debería realizarse en colaboración por las instituciones encargadas de los estudios en esta área, para que no existiera esta gran disparidad en información que puede generar accidentes como los vistos en recientes fechas en el estado de Guerrero 2013, Tabasco en 2007 o las constantes inundaciones en Veracruz a causa de desbordamientos de los ríos Panuco y Coatzacoalcos.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Comisión Docente. Curso Internacional de Hidrología Subterránea. *Hidrogeología*. Primera Edición, marzo 2009.
- José Llamas. *Hidrología general, principios y aplicaciones*. Universidad Autónoma del Estado de México. (1989)
- Sergio Ignacio Martínez Martínez. *Introducción a la hidrología superficial*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Textos Universitarios.
- Campos Aranda. *Procesos del ciclo Hidrológico*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Volumen 1, 1984.
- Strahler, A. N. *Section 4.II geology. Part II Quatitative geomorphology of Drainage Basins and chanel networks*.
- Ray Keyes Linsley, *Hidrología para ingenieros*.
- Luis Vigueras Muñoz Pomoso. Apuntes del curso de hidrología. 2013
- Atlas Digital del Agua, CONAGUA, México 2012.
<http://www.conagua.gob.mx/atlas/index.html>
- http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/regiones_hidrograficas.aspx
- <http://us.123rf.com/400wm/400/400/crossi/crossi0602/crossi060200072/340962-turquesa-del-ra-o-las-montaa-as-y-los-cielos-altay.jpg>
- <http://201.116.60.25/sina/Default4.aspx?tab=75>
- <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>.
- <http://www.teorema.com.mx/wp-content/uploads/cona-14hura.jpg>
- <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>



Anexos.

ESTACIONES DEL CATALOGO BANDAS:

=====

Descripción de la estación: 01023

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: AGUA CALIENTE
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 01-170-0-0--0--413-02-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
 - 3.1 Hidrografía
 - 3.1.1 Colector general: ARROYO GUADALUPE === 170 ===
 - 3.1.2 Afluente: === 0 ===
 - 3.1.3 Subafluente: === 0 ===
 - 3.1.4 Canal: === 0 ===
 - 3.1.5 Estación: AGUA CALIENTE === 413 ===

=== Número de

clasificación===

- Corriente: ARROYO GUADALUPE

Descripción de la corriente: El arroyo Guadalupe es una corriente perenne que se origina a partir de la unión de varios arroyos que descienden del accidente orográfico conocido como tierra de Juárez, en su vertiente occidental; desde altitudes superiores a los 1800 m s.n.m. Entre los principales arroyos formadores cabe mencionar el de la República, El Telarcito, El Borbón, y El Agua Caliente. El colector principal se identifica como arroyo El Borbón, el cual al recibir como afluente al arroyo Agua Caliente constituye propiamente el arroyo Guadalupe el cual escurre 20 Km con dirección SW y luego cambia paulatinamente su dirección mediante una amplia curva al WSW a la altura de los ejidos Francisco Zarco y El Porvenir, a partir de donde escurre en una zona plana correspondiente al Valle de Guadalupe, sitio donde se utiliza sus escurrimientos en usos agrícolas e industriales; aguas abajo su régimen se torna intermitente; escurre a través de una serie de rápidas; aguas abajo recibe por la margen derecha la aportación de un arroyo cuya cuenca se caracteriza por la gran cantidad de cañadas. Después de un recorrido de 115 Km desemboca en la Roca de la Misión, en un punto que dista a unos 30 Km al noreste de la ciudad de Ensenada, en el Océano Pacífico. La lluvia media anual en su cuenca queda comprendida entre los 350 mm en la zona de sus corrientes formadoras y los 200 mm en las cercanías de su desembocadura.

3.2 Área drenada (km2): 1577.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 32o, 06", 28' Longitud (G,M,S): 116o, 27", 14'

3.4 Ubicación: Está instalada sobre el río Guadalupe a 3 Km al SW del rancho Valle Seco; así como a 11 Km al WSW del Ejido Francisco Zarco (Guadalupe), en el municipio de Ensenada del estado de Baja California Norte.

3.5 Accesos: Con origen en la ciudad de Ensenada, B.C.N, hacia el norte por la carretera federal libre N° 1 se transitan 7 Km para entroncar con la carretera estatal N°3 que conduce a Tecate B.C.N., por ésta se continúa durante 30 Km hasta la Vinícola Guadalupe, de donde parte una brecha al oriente por el que se recorren 21 Km finales hasta el sitio de la estación hidrométrica Agua Caliente, conocido en los alrededores como rancho Agua Caliente.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Se instaló con la finalidad de conocer el régimen del río Guadalupe en esta parte de su cuenca, antes de los aprovechamientos que se realizan en el Ejido Porvenir y Valle de Guadalupe y ver la factibilidad de construir un vaso de almacenamiento.



5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo de aforos se encuentra enclavado en el cañon Agua Caliente, siendo éste recto en una longitud de 500 m aproximadamente; los taludes son de roca, el lecho está constituido por arena y arcilla.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos es perpendicular al eje del escurrimiento, geoméricamente tiene forma trapecial, los materiales que integran las márgenes como el lecho son los descritos en el tramo.

5.3 Escala: Los niveles de la corriente se observan en una escala dividida en dos tramos instalados en la margen derecha, uno es de concreto graduado cm a cm con una capacidad de registro de 2 m colocado verticalmente al paso de la galería del limnógrafo; el otro tramo es de madera con capacidad de registro de la graduación 1.30 m a 3 m, colocado en el exterior del pozo del limnógrafo.

Las observaciones se iniciaron el mes de enero de 1950 en esta escalas; anteriormente se realizaron desde enero de 1948 en una escala de un vertedor rectangular. En octubre del mismo año se cambio ese vertedor por un Cipolletti; Actualmente se observan en la escala descrita en primer término. Se desconoce la elevación o cota del cero.

5.4 Estructura de aforos: Consiste en un sistema de cable-vía y canastilla, el cable-vía tiene un diámetro de 3/4" y cubre un claro entre apoyos de 63 m; está apoyado en ambas márgenes en torres de concreto armado, de 3 m de altura en la margen derecha y 1.60 m en la margen izquierda.

Anteriormente, de enero a septiembre de 1948, funcionó un vertedor rectangular de 2.25 m de longitud de cresta que se cambió desde octubre del mismo año por un vertedor Cipolletti con 2.00 m de longitud de cresta y taludes de 1:4; en noviembre de 1953 dejó de funcionar y se construyó otro vertedor, esta vez trapecial de 1.00 m de longitud de cresta, 1.50 m de base superior y 0.40 m de altura.

5.5 Aforos: Se ha aforado en la estación desde el mes de enero de 1949, empleando el sistema de sección y velocidad, determinando esta con molinete hidráulico marca Choper.

En las aguas bajas se afora vadeando a diferentes distancias aguas arriba y aguas abajo de la sección principal.

5.6 Registro de niveles: Los niveles de la corriente se determinan en forma gráfica y automática mediante un limnógrafo Stevens "E", el cual se encuentra alojado en una estructura con las siguientes características: caseta constituida de blocks de concreto de 2 m de altura y de sección 1 x 1 m, el techo es de losa de concreto. Pozo de concreto de 70 x 70 cm. de sección interior y una profundidad de 3.30 m, con comunicación directa a los 2.5 m de altura y galería descubierta.

5.7 Sólidos en suspensión: A 40 m aguas abajo de la sección principal sobre la margen izquierda, en la casa del aforador, está instalado el laboratorio de análisis de sólidos en suspensión.

Se hacen observaciones desde el 7 de diciembre de 1966 mediante el sistema de tres muestreos superficiales.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 421

Fecha del gasto máximo:

Lectura (m) del gasto máximo: 1.90

Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 4.200

Fecha del gasto máximo aforado:

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 1.70

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.35

Profundidad máxima (m): 2.16

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo:

Lectura (m) del gasto mínimo: 0.00

Notas del gasto mínimo: Lectura de escala en varios meses de varios años es 0.00

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se ha realizado por medio de diferentes métodos; en algunos periodos se realizó por promedio de gastos y con las hojas del limnógrafo, en otros en base a las curvas de gastos y lecturas de escala; esta información se proceso y calculo



electrónicamente en la computadora CYBER propiedad de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

A 50 m aguas abajo de la sección de aforos en la margen izquierda, funciona la climatológica Agua Caliente de la S.A.R.H., de la cual hay registros pluviográficos desde febrero de 1954; observaciones pluviométricas y de temperatura desde mayo de 1967.

9. NOTAS: 9kmm

=====

Descripción de la estación: 03001

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: EL OJO DE AGUA

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 03-0-0-0--0---03-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: ARROYO CADEGOMO === 0 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: EL OJO DE AGUA === ==

Corriente: ARROYO DE LA PURISIMA

Descripción de la corriente: El arroyo de la purisima, llamado en su parte baja arroyo Cadegomo, nace en la sierra de Guajademi, originalmente con una dirección norte-sur. En las proximidades del poblado del Ojo de Agua su dirección hacia el oeste y más adelante hacia el sur hacia el sitio conocido como Huerta Vieja, de donde continua con una dirección predominante de NE a SW hasta la desembocadura en el Océano Pacífico. Aguas abajo del lugar conocido como La Purísima, el arroyo recibe diversas aportaciones de corrientes secundarias, se le conoce también, a partir de ese sitio, como río Cadegomo.

3.2 Área drenada (km2): 1378.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 26o, 20", 00' Longitud (G,M,S): 111o, 59", 20'

3.4 Ubicación: Esta estación hidrométrica está instalada al noreste de la Purísima, municipio de Comondú, Territorio de B. C. y aguas arriba de los poblados de Huerta Vieja y San Isidro.

3.5 Accesos: Desde la Paz, Capital del territorio de Baja California, se recorre hacia el norte la carretera federal libre N° 1, a lo largo de 209 km; luego se continua por ese mismo camino, por 92 km de carretera revestida y después, con rumbo norte, por 50 km más de brecha hasta la población de la Purísima. Por último, se remonta el curso del arroyo unos 14 km hasta la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: La finalidad de esta estación es conocer el régimen del arroyo de la Purísima que es una corriente permanente con posibilidades de aprovechamiento.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Es recto; rocoso en las laderas y con cantos rodados y matorrales en el lecho.



5.2 Sección de aforos: Es de forma trapecial con lecho y laderas de las mismas características del tramo de aforos. La sección es perpendicular al tramo.

5.3 Escala: Las escalas han estado situadas junto a los vertedores en operación. Además, aguas arriba de la sección de aforos, en la margen derecha, hay una escala vertical, seccional, de 3 partes. Las lecturas se iniciaron el 1° de enero de 1945, y se han interrumpido varias veces por destrucción del equipo.

5.4 Estructura de aforos: Durante el funcionamiento de esta estación se han empleado varios vertedores.

El 1° de enero de 1945 inició el funcionamiento con un vertedor rectangular de 4m. En mayo del mismo año las observaciones se empezaron a hacer en un vertedor rectangular de 2 m, que en junio de 1952 se sustituyó por un vertedor rectangular de 1.30 m de longitud. El 1 de abril de 1960 comenzaron a trabajar dos vertedores rectangulares, ambos de 1.10 m de longitud y carga máxima de 0.30 m los cuales estaban uno hacia la margen izquierda y otro hacia la margen derecha. Actualmente funciona un vertedor que comenzó a operarse el 28 de Julio de 1968. Dicho vertedor es mampostería, con una longitud de 1.50 m; carga máxima de 0.30 m y con una solera de fierro de 1/4 en la cresta.

5.5 Aforos: En esta estación nunca se ha aforado con molinete. Los volúmenes se determinan con las tablas de gastos del vertedor en uso.

5.6 Registro de niveles: Hasta la fecha no se ha instalado equipo de registros automáticos de niveles.

5.7 Sólidos en suspensión: Esta estación carece de laboratorio de análisis de sólidos en suspensión.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 0
 Fecha del gasto máximo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo: 1.30
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s):
 Fecha del gasto máximo aforado: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo aforado:
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):
 Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo:
 Notas del gasto mínimo: Fecha: varios días de junio de 1964. (no se conoce la lectura de escala porque este gasto es la suma de los gastos en los dos vertedores)

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se ha realizado aplicando las tablas de gastos de los vertedores a las lecturas de escala. Se formó una tabla para lecturas de escalas mayores de 0.30 m las cuales se leen en la escala seccional adicional. (En esta forma se obtuvo el gasto máximo)

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:
 La S.R.H ha venido operando un pluviómetro desde julio de 1941; en agosto del mismo año se inició las observaciones termométricas. Ambas operaciones se continúan hasta la fecha. En enero de 1952 se instaló un pluviógrafo que se operó hasta septiembre de 1954. En mayo de 1957 se iniciaron las observaciones de evaporación, que se suspendieron en septiembre del mismo año.

9. NOTAS:

=====

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PITIQUITO II

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 08-500-0-0--0--330-26-



3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río de la Concepción === 500 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Pitiquito II === 330 ===

Corriente: Rio de la Asunción

Descripción de la corriente: Después de la confluencia del río Altar, aproximadamente 50 km aguas arriba de la estación Pitiquito I, el río de la Asunción sigue una trayectoria hacia el oeste pasando por las poblaciones de Pitiquito y Caborca, recibiendo por la margen derecha al río Coyote, cambiando nuevamente su nombre por río de la Concepción hasta su desembocadura en el Golfo de California.

En la planicie costera cruza tierras muy permeables dando por resultado que no siempre descargue sus aguas al Golfo de California , perdiéndose en las arenas de la zona baja.

3.2 Área drenada (km2): 16616.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 30o, 41", 30' Longitud (G,M,S): 112o, 06", 00'

3.4 Ubicación: Localizada a 6 km aguas abajo del poblado de Pitiquito, Son. y a 4 km al sureste de Caborca, frente al Cerro de Cañedo en el municipio de Pitiquito, en el estado de Sonora.

3.5 Accesos: Con origen en la población de Caborca, Son., y por la carretera Federal No.2 rumbo a Pitiquito, Son. 4 km de ahí desviación a la derecha por brecha de 500 m aproximadamente hasta el sitio de la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen de la corriente para su aplicación en el estudio de una presa de almacenamiento y los recursos hidráulicos de la cuenca.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Recto en una longitud aproximada de 800 m. El lecho es principalmente areno limoso y las márgenes están constituídas por roca . La vegetación típica en el tramo es la desértica.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos tiene forma trapecial constituida por los mismos materiales del tramo.

El lecho es divagante y en cada creciente se amplía, sobre todo en la margen derecha. En estiaje se afora por vadeo en secciones variables.

5.3 Escala: Localizada en la margen izquierda a 10.00 m abajo se tiene la escala, dividida en 4 tramos de concreto en posición vertical, el primero marca de 0.00 a 1.50 m y el segundo de 1.50 a 2.50 m. el tercero de 2.50 a 3.50 m y el cuarto de 3.50 m a 4.50 m. La primera lectura en esta escala se hizo el 10 de agosto de 1960.

5.4 Estructura de aforos: Cable y canastilla, apoyada en la margen izquierda mediante una torre de concreto de sección rectangular y de 6.85 m de altura y en la margen derecha sobre un anclaje directo. La distancia entre apoyos es de 285m.



5.5 Aforos: El sistema empleado para efectuar los aforos es el de sección y velocidad, utilizando para ello molinete hidráulico. Se tienen datos de aforos apartir del primero de agosto de 1960.

5.6 Registro de niveles: Se utiliza un limnógrafo Stevens tipo E alojado dentro de una estructura de bloques de concreto para la caseta, que tiene 2.20 m de altura, el pozo de roca natural tiene una altura de 4.00 m. La comunicación se hace por medio de una galería de concreto armado de 5.00m de longitud así como por tubos de 6 pulgadas de diámetro y orificios en el pozo. Este aparato empezó a funcionar el 29 de julio de 1961.

5.7 Sólidos en suspensión: Utilizando el muestreo superficial para la cuantificación de sólidos en suspensión se tienen datos desde el mes de agosto de 1960.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1882
 Fecha del gasto máximo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo: 2.20
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 564.000
 Fecha del gasto máximo aforado: 21/12/1967
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 2.00
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 3.60
 Profundidad máxima (m): 2.00

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.00
 Notas del gasto mínimo: En varios días.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Durante la época de avenidas el cálculo se efectuó con curvas de gastos mensuales aplicadas al registro gráfico de niveles y en el estiaje por promedio de gastos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Cuenta con una estación climatológica instalada junto a la casa del aforador a 150 m aguas abajo del cable, que tiene datos:
 Lluvia: desde marzo de 1954.
 Temperatura: desde marzo de 1954.
 Evaporación: desde enero de 1955.
 Higrotermógrafo: desde marzo de 1962.

9. NOTAS: Esta estación substituye a la de Pitiquiti I a partir del 10. de agosto de 1960, debido a que la creciente del 24 de agosto de 1958 destruyó la torre de la margen izquierda de la estación Pitiquito I.

Descripción de la estación: 09008

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: TECORI
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 09-550-0-0--0--172-26-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
 - 3.1 Hidrografía

=== Número de clasificación===

 - 3.1.1 Colector general: Río Yaqui === 550 ===
 - 3.1.2 Afluente: === 0 ===



3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Técori (Suspendida) === 172 ===

Corriente: Río Yaqui

Descripción de la corriente: Esta corriente, que es una de las principales del noroeste del país, tiene su cuenca de captación en la Sierra Madre Occidental, sus principales formadores se generan en el flanco que va hacia el poniente.

Se origina a partir de la confluencia de los ríos Papigochic o Aros y el Bavispe. Su curso inicial es franco hacia el sur a través de profundos cañones. Recibe a la altura de la población de Batocomachí, al río Sahuaripa por su margen izquierda y por la misma, ya en el embalse de la presa Plutarco Elías Calles al río Bacanora; así como al río Moctezuma por su margen derecha.

Una vez que las aguas de esta corriente son controladas por la presa mencionada, el río prosigue su curso rumbo al sur, donde las únicas corrientes importantes que recibe son el río Tecoripa y el Chico, una vez que ha recibido estos aportadores, el río descarga sus aguas en la presa Alvaro Obregón, cambiando su dirección nuevamente hacia el oeste para descargar sus aguas en el Golfo de California, a través del estero de Santo Domingo.

3.2 Área drenada (km2): 66878.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 28º, 02", 30' Longitud (G,M,S): 109º, 49", 00'

3.4 Ubicación: Esta estación estuvo localizada aproximadamente a unos 35 Km aguas arriba de la presa Alvaro Obregón. en el municipio de Cajeme, estado de Sonora.

3.5 Accesos: Era accesible únicamente por medio del ramal del ferrocarril Sud-Pacífico (corral-Tónichi) hasta la estación Túbaca (Km 160) y de ahí medio kilómetro hasta el sitio de la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Tuvo por objeto conocer el régimen del río Yaqui para el proyecto de la presa Alvaro Obregón.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: La estación estuvo en un tramo variable, formado con materiales limo arenosos en el lecho del río con taludes de roca.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos era de forma trapecial, con el talud de la margen izquierda casi vertical de roca fracturada y el de la margen derecha con menor pendiente igualmente de roca. La sección no era normal al cauce del río.

5.3 Escala: Las observaciones de los niveles se iniciaron el 1 de julio de 1928 y hasta el 31 de octubre de 1936, fueron hechas por la Cía, Constructora Richardson; en una escala de madera con capacidad de 5.75 m. Estaba situada en la margen derecha, adosada al pozo del limnógrafo y cuyo cero tenía una cota arbitraria de 94.82 m.

A partir de 1937, la entonces Comisión Nacional de irrigación, tomó a su cargo la estación hidrométrica, regularizando su operación el 1 de julio de 1937. A partir del 1 de julio de 1938, se instaló una nueva escala de madera, con el cero a la elevación 93.00 m, referido al banco de nivel de la antigua escala. En esta escala se hicieron observaciones hasta el año de 1944. A partir de esta última fecha se construyó una tercera escala, inclinada, graduada de centímetro en centímetro y con una capacidad de 9.0 m; el cero correspondía a la elevación 73.34 m referida a un banco de nivel de cota 84.496 m ubicado en la margen derecha.

Las observaciones se hacían a las 6, 12 y 18 horas diariamente, terminándose el 1 de agosto de 1952, fecha en que se suspendió el funcionamiento de la estación hidrométrica.

5.4 Estructura de aforos: Como estructura de aforos se utilizó un cable y canastilla, apoyada en los taludes mediante anclajes directos, cubriendo un claro de 240 m.

5.5 Aforos: Los aforos se hacían por el método de sección y velocidad utilizando molinete hidráulico. Se cuenta con datos de aforos del 10 de agosto de 1928 al 31 de octubre de 1936 practicados por la Cía. Richardson y del 24 de abril de 1937 al 29 de julio de 1952 por la Comisión nacional de Irrigación.



5.6 Registro de niveles: localizada a 300 m aguas arriba de la sección de aforos, se tenía instalada una estructura de tubo ARMCO, que alojó un limnógrafo Stevens tipo A, que operó del 23 de julio de 1938 al 16 de diciembre de 1941 y posteriormente uno Stevens tipo E, del 1 de abril de 1942 al 1 de agosto de 1952.

5.7 Sólidos en suspensión: Se tienen datos de sólidos en suspensión del 1 de julio de 1942 al 24 de febrero de 1945.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 3900
 Fecha del gasto máximo: 15/01/1949
 Lectura (m) del gasto máximo: 11.05
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 3674.000
 Fecha del gasto máximo aforado: 15/01/1949
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 10.93
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.42
 Profundidad máxima (m): 12.16

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.28
 Notas del gasto mínimo: en varios días durante el período de observaciones.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo se basó principalmente en curvas de gastos, aplicados a las gráficas del limnógrafo.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Existió en el sitio de la estación hidrométrica una estación climatológica, localizada junto a la casa del aforador, aguas abajo de la sección de aforos y que tuvo datos de:

Lluvia: desde enero de 1941 a julio de 1952.
 Temperatura: desde julio de 1942 a julio de 1952.
 Evaporación: desde julio de 1942 a julio de 1952.
 Se tienen datos de lluvia desde enero de 1934 a diciembre de 1937 proporcionados por la Cía Richardson.

9. NOTAS: Esta estación fue operada por la Cía. Richardson del 1 de julio de 1928 al 31 de julio de 1936, siendo operada después por la C.N.I. hasta el 31 de julio de 1952, en que fue suspendida por haber sido inundada por el embalse de la presa Alvaro Obregón.

Descripción de la estación: 10122

- 1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: LAS CAÑAS II
- 2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 10-200-0-0--0--270-25-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río Fuerte === 200 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Las Cañas II === 270 ===

Corriente: RIO FUERTE.



Descripción de la corriente: El río Fuerte tiene su origen en su formador el río San Miguel o Verde, el cual recibe por su margen derecha primero, las aguas del río Urique y después las del río Chínipas, en las cercanías del punto donde coinciden los límites de los estados de Chihuahua, Sinaloa y Sonora. En este lugar cambia de dirección hacia el sur y ya dentro del estado de Sinaloa recibe su afluente derecho, el río Choix; cambia su curso hacia el Poniente entrando después al Vaso Miguel Hidalgo.

Ya regularizada la corriente en éste Vaso, continúa su recorrido por el cauce original y sigue hasta Mochicahui, después de pasar por El Fuerte y San Blas. En las proximidades de ésta última población deriva sus aguas mediante las presas Sufragio y Cahuinahua para ser distribuidas en el Distrito de Riego N° 75. A la altura de Mochicahui cambia de rumbo hacia el Oeste - Suroeste, hasta desembocar en el Golfo de California.

3.2 Área drenada (km2): 29646.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 26o, 25", 06' Longitud (G,M,S): 108o, 37", 13'

3.4 Ubicación: Se encuentra instalada sobre el río Fuerte unos 12 km aguas abajo de la cortina de la presa Miguel Hidalgo, en el municipio de el Fuerte del estado de Sinaloa, en las afueras de la población de el Fuerte, ribereña de esta corriente, y en las inmediaciones de la esquina que forman las calles de Sarabia y Juárez de dicha población.

3.5 Accesos: Partiendo de San Blas se toma hacia el Noreste por la carretera que va de Choix y después de 42 km se llega a el Fuerte. Aquí se continúa por la calle Sarabia, hasta llegar al río en el cruce con la calle Juárez. En éste lugar se encuentra la estación y la torre de la margen izquierda se halla inmediata a dicho cruce.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Las Cañas II se encuentran 7 km aguas abajo de donde se hallaba la primera estación Las Cañas, a la que substituyó, y su objeto es el de medir el agua que sale de la presa Miguel Hidalgo, ya sea por las estructuras de toma o desfuegos, así como por el vertedor de demasías, cuando este funciona.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se encuentra instalada en un tramo recto de 3 km de longitud el cual no esta afectado por caídas ni remansos. Los materiales que forman la margen derecha son de tierra vegetal y mucha piedra suelta de la llamada boleto, y la margen izquierda está constituida sólo por tierra vegetal. El fondo se halla cubierto de arena y grava fina.

5.2 Sección de aforos: Esta es regular y fija, y sus márgenes son de tierra vegetal con bastante piedra en la margen derecha y tierra vegetal, únicamente, en la izquierda. El fondo lo constituyen arena y grava fina. La sección es normal a la corriente. No se practican aforos por el procedimiento de vadeo.

5.3 Escala: Las lecturas se toman diariamente a las 6, 12, y 18 horas, y en avenidas y derrames cada hora. Se encuentra instalada en la margen izquierda, exactamente sobre la sección de aforos, y consta de 9 tramos de concreto de 1.00 m cada uno, colocados verticalmente. La capacidad total de esta escala es de 9.00 m. No se conoce la elevación del cero. Las lecturas en esta escala comenzaron a efectuarse el día 18 de marzo de 1972.

5.4 Estructura de aforos: Para practicar los aforos se emplea una estructura de cable y canastilla cuyo claro total, entre apoyos, es de 252 m. El cable es de 1" (25.4 mm) de diámetro y descansa en dos torres metálicas, siendo de 4.30 m de altura la de la margen izquierda y de 7.50 m la de la margen derecha. La canastilla es del tipo ligero de aluminio. La forma de éstas torres es semejante a la de las de madera que se indican en el instructivo de aforos. Esta estructura empezó a utilizarse el día 16 de marzo de 1972.

5.5 Aforos: Estos se han practicado siempre por el procedimiento de sección y velocidad utilizándose, para medir ésta última, un molinete hidráulico. Se efectúan generalmente tres



aforos al día, haciéndose éstos a las 6, 10 y 13 horas. Se iniciaron el día 16 de marzo de 1972.

5.6 Registro de niveles: No se dispone de limnógrafo en esta estación.

5.7 Sólidos en suspensión: No se practica este tipo de observaciones.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 2595
 Fecha del gasto máximo:
 Lectura (m) del gasto máximo: 83.06
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 968.000
 Fecha del gasto máximo aforado:
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 83.06
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.26
 Profundidad máxima (m): 3.96

Gasto mínimo (m³/s): 1.35
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo: 80.16
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo se basó en 25 curvas de gastos formadas con los aforos y en los hidrogramas construidos con las lecturas de escala. Del 1° al 15 de marzo de 1972 el cálculo se basó en las observaciones de la estación Las Cañas.

Para éste cálculo se utilizó la computadora electrónica de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

No existe climatológica en esta estación; la más próxima se encuentra situada en el campamento de la Comisión del río Fuerte que se halla en la propia población de el Fuerte, Sin., unos 1000 m hacia el Noreste. Consta de:

Pluviómetro:	May. de 1946 a la fecha.
Termómetro:	May. de 1946 a la fecha.
Evaporómetro:	Ene. de 1954 a la fecha.

9. NOTAS: Como ya se indicó antes, la estación hidrométrica Las Cañas II se instaló para substituir las funciones que desempeñaba la primera estación Las Cañas, la cual se encontraba situada 5 km aguas abajo de la cortina de la presa Miguel Hidalgo. Al efectuarse la construcción de la cortina, la maquinaria penetró en el cauce hasta el sitio de la estación para obtener grava, y con este motivo fue destruida totalmente.

Por ésta razón se construyó la estación Las Cañas II, 7 km aguas abajo de la anterior, o sea 12 km aguas abajo de la cortina de la presa Miguel Hidalgo, frente a la población de el Fuerte y en la continuación de la calle denominada Sarabia. La calle más próxima, paralela al río, se llama Juárez y la estación hidrométrica se encuentra, por lo tanto, cerca de la esquina de las calles Sarabia y Juárez.

Descripción de la estación: 11008

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: SAN FELIPE
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 11-900-800-0--0--150-10-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS



3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: RIO MEZQUITAL === 900 ===

3.1.2 Afluente: RIO EL TUNAL === 800 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: SAN FELIPE === 150 ===

Corriente: RIO EL TUNAL

Descripción de la corriente: El río El Tunal tiene su origen en la confluencia de varios arroyos correspondiente a la vertiente Norte de la Sierra de Durango que forma parte de la Sierra Madre Occidental. Corre de sur a norte, por su margen izquierda se le une el río Chico que baja de la parte suroeste de la Sierra de la Cacaria. Antes de bajar al Valle de Durango, sus aguas son detenidas y almacenadas en la presa Guadalupe Victoria que tiene una capacidad de 80 millones de m³ para abastecer de agua potable a la Ciudad de Durango y regar 9600 Ha. Aguas abajo de la presa Guadalupe Victoria el río El Tunal confluye al río La Saucedá, el cual es uno de los formadores del río Mezquital o San Pedro.

3.2 Área drenada (km²): 2008.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 24o, 00", 00' Longitud (G,M,S): 104o, 35", 56'

3.4 Ubicación: La estación está ubicada sobre el río El Tunal, a unos ocho kilómetros al norte de la ciudad de Durango en el Municipio del mismo nombre; 20 Km aguas abajo de la presa Presidente Guadalupe Victoria, 3.5 Km aguas arriba de la derivadora Navacoyán y aproximadamente a 15 Km aguas arriba de la confluencia del río El Tunal con el río de La Saucedá.

3.5 Accesos: Por la carretera federal No. 45 o por la carretera Matamoros a Mazatlán, hasta la ciudad de Durango, de ahí por la carretera que va a la presa Guadalupe Victoria hasta el entronque con el camino vecinal al Mezquital, por este camino se recorren ocho Km hasta el puente de Calleros y 1.8 Km por brecha, a la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen del río El Tunal aguas abajo de la Presa Guadalupe Victoria.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo sobre el que se localiza la estación es recto en una longitud de 90 m. Las márgenes están formadas de tierra y el fondo del cauce por materiales de acarreo.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos es de forma irregular, los taludes están constituidos por materiales de aluvión y el fondo del cauce por acarreos de grava y arena. La posición de la sección de aforos es perpendicular al eje del río.

5.3 Escala: La escala se localiza sobre la margen derecha, a 25 m aguas abajo de la sección de aforos, el primero vertical de 1.70 a 3.35 m, el segundo, también vertical de 3.35 m a 5.10 m y el tercer tramo, gravado en la caseta del limnógrafo, abarca las lecturas de 5.00 a 7.80 m. La capacidad total es de 7.80 m.

El cero de la escala esta referido a una cota arbitraria. Las lecturas de escala se iniciaron el 3 de noviembre de 1942.

5.4 Estructura de aforos: Se utiliza una estructura de cable y canastilla apoyada en torres de concreto, de 5.10 m de altura la de la margen derecha y de 4.40 m la de la margen izquierda; el cable es de 2.5 cm de diámetro y el claro total entre apoyos es de 87.67 m. En época de estiaje se afora por vadeo en una sección situada a 19 m aguas arriba de la sección de aforos.

5.5 Aforos: Se cuenta con datos de aforos por sección y velocidad, utilizando molinete hidráulico, desde el 18 de enero de 1943.



5.6 Registro de niveles: El registro gráfico de niveles se obtiene con un limnógrafo Steven tipo E. El limnógrafo está instalado sobre la margen derecha, en una caseta de ladrillo, con pozo de mampostería y comunicación mediante dos tubos de fierro de 7.5 cm de diámetro. El limnógrafo comenzó a funcionar el 5 de enero de 1943.

5.7 Sólidos en suspensión: No se realizan este tipo de mediciones.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m3/s): 740
Fecha del gasto máximo:
Lectura (m) del gasto máximo:7.84
Notas del gasto máximo: De acuerdo con la curva de gastos correspondiente.

Gasto máximo aforado (m3/s): 328.000
Fecha del gasto máximo aforado:
Lectura (m) del gasto máximo aforado: 7.34
Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.03
Profundidad máxima (m): 6.54

Gasto mínimo (m3/s): 0.06
Fecha del gasto mínimo:
Lectura (m) del gasto mínimo:
Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico se efectuó principalmente por el método de curvas de gastos, utilizando el computador electrónico CDC-3100 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:
La estación climatológica más cercana es la de El Pueblito, a 12 Km aproximadamente; viene operando desde el 3 de julio de 1963.

9. NOTAS: En 1964 se sobre- elevó la caseta del limnógrafo, en vista de que la avenida del 28 de septiembre de 1963 casi alcanzó el aparato.

=====

Descripción de la estación: 12349

- 1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: SOLIS
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 12-0-0-0--0---11-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
3.1 Hidrografía
3.1.1 Colector general: RIO LERMA
3.1.2 Afluente:
3.1.3 Subafluente:
3.1.4 Canal:
3.1.5 Estación: PARASELA SOLIS
Corriente: RIO LERMA

=== Número de

Descripción de la corriente: El río Lerma es una de las corrientes más importantes de México, se origina en las Lagunas de Lerma, en el Estado de México, al E de Toluca; recibe



también parte de los deshielos del Nevado de Toluca, desde altitudes que llegan a los 4500 m.s.n.m.

A lo largo de su recorrido recibe entre un gran número de afluentes, a los ríos Otzolotepec y al Tigre por la margen derecha y a los ríos de Tejalpa, de la Gavia, Jaltepec y Tlapujahua, por la margen izquierda, desde sus orígenes y hasta el sitio donde funciona la estación Pasarela Solís.

3.2 Área drenada (km²): 8358.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 20o, 03", 00' Longitud (G,M,S): 100o, 40", 00'

3.4 Ubicación: Está ubicada sobre el río Lerma, 200 m aguas abajo de la cortina de la Presa Solís y a unos 6 km al E-NE de Acámbaro, dentro del municipio del mismo nombre, del Estado de Guanajuato.

3.5 Accesos: Se va por la carretera que conduce a Jerécuaro, Gto.; a 6 km del origen, parte hacia la derecha la desviación que conduce a la presa Solís. Por este camino que es de terracería se recorren 3 km para llegar al sitio de la estación, pasando antes a un lado del campamento de la presa.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Medir las salidas de la presa Solís que escurren por el río Lerma exceptuando los derrames de la misma.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo donde funciona la estación es recto en una longitud de 80 m.

Las márgenes están formadas por material arcilloso, con tramos revestidos de piedra acomodada, al igual que el lecho. El control lo establece el funcionamiento de la presa Solís.

5.2 Sección de aforos: De forma trapezoidal, teniendo en la parte baja taludes inclinados y hacia arriba, taludes verticales. Los Taludes inclinados están revestidos de piedra acomodada; los verticales con piedra y mortero de cemento-arena. El lecho está en posición perpendicular a eje del tramo.

5.3 Escala: Está en la sección de aforos, en la margen izquierda; está formada por dos tramos, uno inclinado de 0.00 a 2.20 m y a continuación el otro, vertical de 2.20 a 3.70m. Está pintada sobre un aplanado de cemento. Existe otra escala colocada a 0.30 m aguas abajo de la primera.
Se tienen lecturas desde el 26 e julio de 1967.

5.4 Estructura de aforos: Se usa una pasarela formada por una viga I de acero, con andamio de madera y barandal en el lado de aguas arriba. La pasarela tiene una anchura de 0.80 m y cubre un claro de 16.30 m.

5.5 Aforos: Se afora por el método de sección y velocidad empleando molinete Gurley, desde el 13 de junio de 1967.

5.6 Registro de niveles: No se hace este tipo de observaciones.

5.7 Sólidos en suspensión: No se hace este tipo de observaciones.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 0
Fecha del gasto máximo:
Lectura (m) del gasto máximo: 3.05
Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 122.225
Fecha del gasto máximo aforado:
Lectura (m) del gasto máximo aforado: 3.05
Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.98
Profundidad máxima (m): 3.05



Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo:
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: En general se hizo por el método de curvas de gastos aplicadas a las lecturas de escaLa habiéndose empleado el computador electrónico CDC-3300, de la S.R.H. Período con cálculo electrónico y que se publica; lo. de junio de 1967 a la fecha.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:
 Opera la climatológica de Presa Solís, de la cual se tienen datos de lluvia, temperatura y evaporación, desde julio de 1939 y registros pluviográficos desde enero de 1952. Esta climatológica cuenta con 4 evaporómetros: 3 con lirio y otro normal; uno de los de lirio es de 4 x 4 m y los otros son de diámetro normal.

9. NOTAS: De noviembre de 1967 a abril de 1968 no se tienen datos de la estación hidrométrica.
 La causa por la que hay evaporómetros con lirio se debe a la proliferación de esta planta dentro de la presa Solís. La estación climatológica se encuentra a unos 300 m aguas abajo de la cortina de la presa Solís.
 En el campamento de la presa Solís se cuenta con teléfono.

Descripción de la estación: 12693

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: EL CARRIZAL
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 12-500-0-0--0--100-18-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: Río Santiago === 500 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Carrizal === 100 ===

Corriente: Río Santiago

Descripción de la corriente: El río Santiago tiene su nacimiento en la salida del lago de Chapala, en las compuertas de Poncitlán. Su rumbo inicial es al noroeste hasta la confluencia del río Cuixtla donde gira al suroeste hasta la presa Santa Rosa; aquí vuelve a su rumbo anterior, es decir, al noroeste hasta la unión con el río Huaynamota y toma de nuevo un rumbo surponiente hasta la desembocadura al Océano Pacífico. Sus principales afluentes se encuentran por su margen derecha, siendo los ríos Calderón, Verde, Gigante, Juchipila, Cuixtla, Bolaños y Huaynamota. Por margen izquierda son menos importantes en cuanto a su caudal, como son: ríos Mojarras y Tepic, siendo este último afluente de importancia del río Grande de Santiago. Como obras de control de las aguas del río sólo se tiene la presa Santa Rosa que pertenece a la C.F.E. y en proyecto la presa Aguamilpa, situada cerca de la confluencia del río Huaynamota. Existen también obras pequeñas para la generación de energía hidroeléctrica, además de la de Santa Rosa. En el valle cercano a Guadalajara es ampliamente aprovechado en riego, agua potable y otros usos secundarios.

3.2 Área drenada (km²):

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 21o, 50", 32' Longitud (G,M,S): 104o, 46", 29'



3.4 Ubicación: Se localiza sobre el cauce del río Santiago, a 9 km de la confluencia de éste con el río Huaynamota, a 39.5 km al NE de Tepic y a unos 39.6 km al SE de la población de Ruiz, municipio del mismo nombre, estado de Nayarit.

3.5 Accesos: De la ciudad de Tepic, por la carretera a Fco. I Madero se recorren 16 km hasta la estación del F.C.C. Puga donde se toma la desviación a la izquierda por una brecha de 30 km de longitud, pasando por estación Cortés, las Rancherías El Casco y Calaveras, esta última en la margen izquierda del río. De este último punto se continúa a caballo por 4 hrs. hasta la estación distante 11 km aguas arriba; también es posible llegar en canoa. En tiempo de lluvias es difícil el acceso.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Estudiar el régimen de río para el proyecto de la presa Aguamilpa.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Está situada en un tramo recto de 300 m de longitud. Las márgenes están formadas principalmente de roca y arena suelta y el cauce por roca suelta de canto rodado y arenoso.

5.2 Sección de aforos: La sección tiene los mismos materiales del tramo, de forma regular, la margen derecha de mayor pendiente. Tiene un ancho aproximado de 75 m en aguas normales.

5.3 Escala: Se divide en 6 tramos verticales de 2.5 m cada uno, de aluminio, con una capacidad total de 15 m. El cero de la escala es de 66.61 m.s.n.m. determinada con altímetro. Las lecturas se iniciaron el 10. de agosto de 1962.

5.4 Estructura de aforos: Es una estructura de cable y canastilla, con apoyos directos en ambas márgenes. Cubre un claro de 170 m entre apoyos. Fecha de iniciación el 10. de agosto de 1962.

5.5 Aforos: Se efectúan con el método de sección y velocidad determinándose esta última con molinete hidráulico marca Rossbach No. 1256.

5.6 Registro de niveles: Es utilizado un limnógrafo instalado en la margen derecha, localizado a 20 m aguas abajo de la sección principal. Está alojado en una caseta de lámina, cilíndrica de 10" de diámetro y un pozo de tubo de 6" (0.15m) de diámetro y unos 8.0 m de longitud. Los registros se iniciaron el 10. de agosto de 1962.

5.7 Sólidos en suspensión: Se hacen muestreos superficiales, los cuales son procesados en el laboratorio de la estación, instalado en la casa del aforador. Las observaciones se iniciaron en julio de 1964.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 6687.857
 Fecha del gasto máximo:
 Lectura (m) del gasto máximo: 13.80
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s):
 Fecha del gasto máximo aforado:
 Lectura (m) del gasto máximo aforado:
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):
 Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 5
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.11
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se basa en curvas de gastos aplicadas a los registros gráficos de niveles, a las lecturas de escala. Los datos del cálculo fueron proporcionados por la C.F.E. El período de datos publicados es de agosto de 1962 a diciembre de 1971.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:



5.2 Sección de aforos: La sección es de forma irregular, con taludes formados esencialmente de tierra y roca; claro de 120 m de ancho, lecho de piedra y cantos rodados.

5.3 Escala: Se encuentra localizada en la margen derecha a 100 m aguas abajo del cablevía. Es vertical, de concreto y con capacidad de 5 m, adosada a mampostería de piedra con mortero de cemento. Esta escala fue instalada el 22 de febrero de 1950, y sustituyó a la primer escala provisional que se utilizó del 1 de abril de 1949 al 21 de febrero de 1950. Esta primer escala era de mampostería en 3 tramos, localizada en la margen derecha, 3 m aguas abajo del cablevía, teniéndose una equivalente en el cero a 0.54 m de la escala actual.

5.4 Estructura de aforos: Desde su iniciación el 1 de abril de 1949 cuenta con canastilla y cablevía de 1" de diámetro con una longitud de 127 m, con anclajes directos en ambas márgenes.

5.5 Aforos: Se iniciaron el 1 de abril de 1949, mediante el método de sección y velocidad, determinando esta última mediante molinete hidráulico. Los aforos de gastos chicos se efectúan por vadeo en secciones auxiliares en las cercanías del cablevía.

5.6 Registro de niveles: Desde el 24 de abril de 1959 se cuenta con limnógrafo marca Stevens, para el registro gráfico de niveles, está alojado en un tubo Armco de 0.61 m de diámetro y 5.50 m de altura, el cual se fijó en mampostería de piedra con mortero de cemento; se localiza en la margen derecha a 100 m aguas abajo del cable vía.

5.7 Sólidos en suspensión: Para su valorización se cuenta con laboratorio de sedimentos, el que funciona desde el 26 de junio de 1964. Está situado en la casa del aforador.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1386
 Fecha del gasto máximo:
 Lectura (m) del gasto máximo: 3.30
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 957.000
 Fecha del gasto máximo aforado:
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 2.89
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 4.33
 Profundidad máxima (m): 2.35

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo:
 Notas del gasto mínimo: en varias ocasiones durante todo el período; con una lectura de escala que varía de 1.43 a 1.50 m.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se efectuó a partir del 1 de abril de 1949. Para el cálculo se emplean curvas de gastos y lecturas de escala; en los períodos de estiaje se calcula de aforo a aforo.

Los datos se procesaron en la máquina CDC 3300 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

En el poblado de Paso de Arocha, que se encuentra en la margen derecha, a 300 m aguas abajo del sitio de la estación hidrométrica, se encuentra la estación climatológica operada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, instalada junto a la casa del aforador, la cual funciona desde 1949 y está dotada de termómetro, pluviómetro, evaporómetro y veleta, desde el 1° de abril, del mismo año.

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 15005

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: CUIXMALA

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 15-560-0-0--0--80-14-



3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río Cuixmala === 560 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Cuixmala === 80 ===

Corriente: RIO CUIXMALA

Descripción de la corriente: El río Cuixmala es una corriente jalisciense que nace en las estribaciones del cerro Camalote, el cual se localiza unos 15 Km al Noroeste del poblado de Purificación, Jal.

Desciende desde una altitud de 1 500 m s.n.m. con el nombre de río Jirosto y con dirección hacia el Sur-Suroeste, encontrándose en esta parte de la cuenca una serie de rancherías y congregaciones pertenecientes al municipio de Purificación. Aguas abajo recibe las aguas del río San Miguel por la margen izquierda, y a partir de aquí describe una curva que remata, al confluir con el arroyo Tene. Desde esta última aportación se le conoce como río Higuierillas, y escurre con dirección franca hacia el Sur, describiendo una serie de inflexiones debido a lo accidentado de la topografía. A la altura del paralelo 19°30', cambia nuevamente su trayectoria, hacia el Suroeste y cruza la Carretera Federal No. 200 antes de descargar sus aguas al Océano Pacífico, en un punto situado 5 Km al Sureste de Punta Farallón. La longitud total de esta corriente, se estima en 85 Km, con una pendiente, media de 0.0176.

3.2 Área drenada (km2): 1080.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 19o, 23", 30' Longitud (G,M,S): 104o, 58", 00'

3.4 Ubicación: Se encuentra instalada en el puente sobre el río Cuixmala, de la Carretera Federal No. 200, en el tramo de Melaque, Jal., a Tomatlán, Jal., unos 6 Km aguas arriba de su desembocadura al Océano Pacífico, en el municipio de La Huerta del estado de Jalisco.

3.5 Accesos: Con origen en la ciudad de Guadalajara se parte hacia el Suroeste por la Carretera Federal No. 80, rumbo al Melaque, Jal.; se recorren por ésta 297 Km para entroncar con la Carretera Federal No. 200 que conduce a Puerto Vallarta, Jal. y por esta otra se transitan 35 Km, aproximadamente, para llegar al puente carretero sobre el río Cuixmala, que se utiliza como estructura aforadora.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen hidráulico del río Cuixmala y aplicar esta información básica en los estudios hidrológicos, para proyectos de aprovechamientos futuros.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se halla instalada en un tramo recto de unos 1 000 m de longitud el cual no está afectado por caídas ni remansos. Las márgenes son arcillo-arenosas, pobladas con hierbas y arbustos y sujetos a la erosión. El lecho es arenoso con grava y cantos rodados.

5.2 Sección de aforos: La estación de aforos es de forma irregular, normal a la corriente y limitada lateralmente por los estribos del puente. Los materiales que integran el lecho son los mismos descritos al hablar del tramo. En aguas bajas se afora vadeando en unas secciones que se localizan entre 100 y 600 m aguas arriba de la principal, y entre 100 y 1 500 m aguas abajo de la misma.

5.3 Escala: Inicialmente se contaba con una escala de concreto, grabada y pintada, la cual estaba adosada a la primera pila de la margen izquierda. Tenía capacidad para registrar tirantes hasta de 5 m, y en ésta se hicieron observaciones en el período del 8 de octubre de 1953 al 30 de septiembre de 1967. Posteriormente se instaló una escala de hierro con graduaciones y números calados, compuesta de 3 tramos: el primero con una capacidad de



registro de 1.50 m, el segundo de 0.30 m y el tercero de 4.20 m, lo que le da una capacidad total de registro de 6.00 m. Las observaciones en esta escala se iniciaron el día 10. de julio de 1971, continuándose hasta la fecha. Las observaciones se hacen a las 6, 12 y 18 hrs en estiaje y cada hora (de las 6 a las 18 hrs) en avenidas. No se ha determinado hasta la fecha la elevación del cero de la escala con relación al nivel del mar.

5.4 Estructura de aforos: Se utiliza como estructura para aforar, el propio puente de la Carretera No. 200 sobre la corriente, el cual está compuesto de 6 tramos, con losas de concreto de doble nervadura, que se apoyan en las pilas y estribos de igual material. Los tramos extremos tienen 32.25 m y los intermedios 32.50 m, por lo que la longitud total es de 194.50 m. Las Pilas no alteran las mediciones ya que están hacia dentro con respecto a la orilla de la superestructura del puente, desde la cual se afora. La estructura se comenzó a utilizar para aforar a partir del 14 de agosto de 1971.

5.5 Aforos: Estos se practican por el procedimiento de sección y velocidad, midiéndose esta última con la ayuda de un molinete hidráulico. Las mediciones comenzaron a efectuarse el día 14 de agosto de 1971 y se hace generalmente un aforo diario durante el estiaje, incrementándose su número durante la época de avenidas.

5.6 Registro de niveles: La estructura para el limnógrafo, se encuentra instalada en la segunda pila de la margen derecha, unos 9 m aguas abajo de la sección principal, estando sujeta por abrazaderas y tirantes metálicos. Consiste, esencialmente, en un tubo de hierro de 15 cm de diámetro y 13.50 m de altura que forma el pozo, y una caseta cilíndrica de 80 cm de diámetro y 80 cm de altura, colocada en el extremo superior del tubo. La comunicación con la corriente se hace en forma directa. El limnógrafo comenzó a funcionar el día 7 de agosto de 1971, desmontándose del 31 de ese mes al 8 de septiembre del mismo año debido a una avenida extraordinaria y para evitar que lo arrastrara el agua.

5.7 Sólidos en suspensión: No se toman muestras de sedimentos en esta estación hidrométrica.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 2125

Fecha del gasto máximo: 01/09/1971

Lectura (m) del gasto máximo: 5.20

Notas del gasto máximo: Su valor se obtuvo mediante una curva de gastos formada con los aforos de julio, agosto y septiembre del mismo año, extrapolada logarítmicamente a partir del gasto máximo aforado.

Gasto máximo aforado (m³/s): 989.000

Fecha del gasto máximo aforado: 01/09/1971

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 2.98

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.89

Profundidad máxima (m): 4.21

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899

Lectura (m) del gasto mínimo: 0.12

Notas del gasto mínimo: Su valor se obtuvo mediante una curva de gastos de abril, mayo y junio de ese mismo año.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Durante los estiajes el cálculo se efectuó por interpolación lineal entre los gastos aforados y en las épocas de avenidas éste se realizó con base en 18 curvas de gastos que se formaron con los aforos practicados. Además, en ambos casos se dispuso de las gráficas continuas del limnógrafo y de las lecturas de escala correspondientes. Los datos de esta estación se procesaron en la computadora de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Se cuenta con estación climatológica en el sitio, la cual se halla instalada a unos 100 m del puente carretero. Dispone de los siguientes aparatos y períodos de observación:

Pluviómetro: Jun. de 1955 a la fecha.

Termómetro: Jun. de 1961 a la fecha.

Descripción de la estación: 16022

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: CALLEJONES



2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 16-800-0-0--0--185-06-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: RIO COAHUAYANA === 800 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: CALLEJONES === 185 ===

Corriente: RIO COAHUAYANA

Descripción de la corriente: Esta corriente nace con el nombre de río Tuxpan en las inmediaciones del cerro del Tigre, en la parte sureste del estado de Jalisco, a una elevación aproximada de 2530 m s.n.m. En sus orígenes recibe numerosas corrientes, siendo las de cauce mejor definido, el arroyo de las Varas y el río Tachinaste, y aproximadamente a 170 Km de su desembocadura, donde recibe por su margen derecha al río Cobianes, cambia su nombre por el de río Coahuayana. Desemboca en el Océano Pacífico en la Boca de Apiza, después de un recorrido de 203 Km y con un área de cuenca total de 7114 Km².

3.2 Área drenada (km²): 6835.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 18o, 48", 00' Longitud (G,M,S): 103o, 37", 30'

3.4 Ubicación: Se encuentra sobre el río Coahuayana, a la altura del poblado de Callejones, dentro del municipio de Tecomán, estado de Colima.

3.5 Accesos: Partiendo por la carretera Guadalajara a Manzanillo, se toma la desviación a Tecomán, siguiendo por camino de terracería hacia el poblado Cerro de Ortega, por el que con un recorrido de 21 Km se llega al canal de Otero, en el cruce del camino con el canal se toma el bordo de éste y 10 Km aguas arriba se sigue por brecha hasta llegar al poblado de Callejones, 2 Km adelante se encuentra la estación hidrométrica.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen del río, para futuros aprovechamientos.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Tramo recto de 600 m de longitud, la margen derecha es de roca y la margen izquierda es de arena y grava.

5.2 Sección de aforos: Irregular, con lecho de arena y cantos rodados con vegetación en la margen derecha.

5.3 Escala: De concreto, grabada y pintada, con capacidad de 10 m, situada en la margen derecha en 9 tramos, colocada en posición vertical, a 2 m aguas arriba de la sección de aforos. Hay observaciones desde el 1o de enero de 1949. La lectura de escala para gasto nulo es de 0.23 m.

5.4 Estructura de aforos: Se cuenta con cablevía de 1" (2.54 cm) de diámetro, salvando un claro entre apoyos de 280 m, sus anclajes son: en la margen derecha, directo y en la margen izquierda, tipo muerto; en esta margen tiene una torre apoyo de concreto de 10 m de altura. Fue instalada el 1o de enero de 1949.

5.5 Aforos: Se efectuaron mediante molinete hidráulico y sondeos desde el 4 de enero de 1949.

5.6 Registro de niveles: Se cuenta con limnógrafo marca Stevens tipo "E" que funciona desde el 25 de enero de 1959, está alojado en caseta de tubo Armco de 0.61 m de diámetro y pozo



del mismo material de 12 m de altura, colocado en la margen derecha a 2 m aguas arriba del cablevía.

5.7 Sólidos en suspensión: Se efectúan observaciones desde el 1o de agosto de 1964, en laboratorio instalado en la casa del aforador, situada en el poblado de Callejones.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m3/s): 17000
 Fecha del gasto máximo:
 Lectura (m) del gasto máximo: 7.47
 Notas del gasto máximo: Deducido por sección y pendiente en el Departamento de Estudios Hidrológicos de la Dirección de Hidrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Gasto máximo aforado (m3/s): 740.000
 Fecha del gasto máximo aforado:
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 2.27
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.68
 Profundidad máxima (m): 2.74

Gasto mínimo (m3/s): 2.59
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo: 1.09
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico se efectuó a partir del día 1o de enero de 1949 principalmente por el método de curvas de gastos. Los datos se procesaron en la computadora CDC 3300 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:
 Se encuentra instalada junto a la casa del aforador, cuenta con veleta, termómetro, pluviómetro y evaporómetro, desde el 1o de enero de 1949.

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 18460

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: RIO CHIQUITO

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: -----

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: RIO BALSAS === 0 ===

3.1.2 Afluente: RIO CUTZAMALA === 0 ===

3.1.3 Subafluente: RIO CHIQUITO === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: RIO CHIQUITO === ==

Corriente: RIO ANGANGUEO

Descripción de la corriente: El río Anganguero ó Chiquito como se le conoce en su parte baja, se origina de los escurrimientos que descienden del cerro Oyamel desde un altitud de 2950 m.s.n.m. a 7.5 Km al nor-noroeste del poblado Mineral de Anganguero, Mich. Empieza a escurrir con dirección suroeste y a la altura del poblado antes mencionado, cruza la vía del F.F.C.C. que vá de Anganguero a Maravatío, Mich. Aguas abajo el río empieza a describir una curva muy forzada que se inicia con dirección sur y que va formando un semicírculo al ir faldeando el cerco Camacho; finalmente y ya con dirección oeste-suroeste el río Anganguero confluye al río Grande ó Tuxpan por la margen izquierda de éste dentro de la población de Tuxpan, Mich.



Todo el recorrido del río Anganguero se efectúa a través de una región completamente boscosa y de cultivos de alto rendimiento; recibe por la margen izquierda como único afluente de importancia al río Ocampo en las inmediaciones de Ocampo, Mich. La longitud total del río Anganguero es de aproximadamente 32 km y a 400 m aguas arriba de su confluencia al río Tuxpan el Servicio Hidrométrico de la C.F.E. tiene instalada la estación hidrométrica "Río Chiquito" que determina el régimen de la corriente.

3.2 Área drenada (km²): 247.8

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 19º, 34", 25' Longitud (G,M,S): 100º, 27", 45'

3.4 Ubicación: La estación Río Chiquito se encuentra sobre el río Chiquito o Anganguero a 400 m aguas arriba de su confluencia al río Tuxpan; dentro de la población del mismo nombre, en su parte norte, a 1.5 km al nor-noreste de la presa Tuxpan y a 200 m al sureste de la estación hidrométrica Río Grande dentro del municipio de Tuxpan, estado de Michoacán.

3.5 Accesos: Por la carretera federal No. 15 México a Guadalajara hasta la altura del km 193+100 en el poblado de Tuxpan, Mich. En este lugar se sigue por la calle Zaragosa hacia el norte de la población hasta llegar al puente por donde cruza el río; de ahí a 75 m aguas arriba se encuentra la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Determinar el régimen del escurrimiento para conocer las aportaciones del río Chiquito al río Grande o Tuxpan, cuyas aguas son almacenadas en la presa Tuxpan y conducidas a la presa El Bosque del sistema hidroeléctrico Miguel Alemán.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo en el que se encuentra instalada la estación es recto en una longitud de aproximadamente 100 m, enclavado en una zona poblada, estando las márgenes ocupadas por huertas. El cauce está delimitado por un muro de mampostería en la margen derecha y por el terreno natural en la margen izquierda, el lecho está cubierto por limos y piedras de boleto de regular tamaño.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos está delimitada por el muro de mampostería de la margen derecha y la estructura que soporta al puente desde el cual se afora. A 25 m aguas abajo existe una sección de control.

5.3 Escala: La escala se encuentra situada en la margen izquierda a 10 m aguas abajo de la sección de aforos; es de aluminio, adosada a una pilastra de concreto y su capacidad es de 2.50 m. La elevación de la cota del cero está a 1806.30 m.s.n.m. y se tienen datos disponibles desde el mes de marzo de 1947 a la fecha.

5.4 Estructura de aforos: Consiste en un puente pasarela de concreto armado de 10.50 m de largo por un metro de ancho, apoyado en estribos de mampostería con remates en forma de caseta en su parte superior, con puertas de acceso. El puente tiene una altura de 5 m.

5.5 Aforos: Se practican por el método de sección y velocidad con molinete hidráulico desde el puente de concreto en época de crecientes y vadeando en el estiaje. Datos disponibles a partir del mes de marzo de 1947.

5.6 Registro de niveles: El registro gráfico y automático de los niveles se obtiene con un limnógrafo Stevens tipo "E", situado a 10 m aguas abajo de la sección de aforos en la margen izquierda y colocado en una caseta de tabique de 2.50 x 2.50 m de sección; el pozo tiene una profundida de 2.50 m y la comunicación se logra mediante una galería de concreto de 5 m de largo por 1.50 de ancho y 0.50 m de altura.

5.7 Sólidos en suspensión: En esta estación se practican análisis de azolves desde el mes de junio de 1954 a julio de 1956.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 0
 Fecha del gasto máximo: 25/03/2011
 Lectura (m) del gasto máximo: 2.20
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s):
 Fecha del gasto máximo aforado: 25/03/2011



Lectura (m) del gasto máximo aforado:
Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):
Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 0
Fecha del gasto mínimo: 25/03/2011
Lectura (m) del gasto mínimo:
Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico que a continuación se publica y que comprende el período del 22 de marzo de 1947 al 31 de mayo de 1970, fue calculado por personal de la Comisión Federal de Electricidad.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:
No hay. La mas cercana se encuentra a un lado de la cortina de la presa Tuxpan, en la margen izquierda a 1.5 km al sur-suroeste de la estación hidrométrica. Es operada por la C.F.E. y funciona desde noviembre de 1952 con pluviómetro, termómetro, evaporómetro y veleta.

9. NOTAS: Todos los datos de la presente descripción y el cálculo hidrométrico que a continuación se publica fueron proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad.

Descripción de la estación: 19005

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: TECPAN
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 19-600-0-0--0--160-12-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
 - 3.1 Hidrografía

=== Número de clasificación===

 - 3.1.1 Colector general: Río Tecpan === 600 ===
 - 3.1.2 Afluente: === 0 ===
 - 3.1.3 Subafluente: === 0 ===
 - 3.1.4 Canal: === 0 ===
 - 3.1.5 Estación: Tecpan === 160 ===

Corriente: RIO TECPAN

Descripción de la corriente: El origen del río Tecpan se halla en la Sierra Madre del Sur a una altitud de 2 500 m s.n.m., en una corriente que baja de Norte a Sur llamada Arroyo Magueyes o Tepalcatepec, la que después de unos 25 Km de recorrido cambia de dirección hacia el Sureste. Entre sus afluentes se encuentran el río Carrizal y los ríos Frío y Moreno, así como el río Chiquito que viene desde el cerro Naranjo, en el parteaguas de la Sierra Madre, y el arroyo Ajuquiaque.

3.2 Área drenada (km²): 1176.0

3.3 Coordenadas:
Latitud (G,M,S): 17o, 15", 00' Longitud (G,M,S): 100o, 37", 15'

3.4 Ubicación: Se encuentra situada en el estado de Guerrero, municipio de Tecpan de Galeana, unos 5 Km aguas arriba del puente del camino Acapulco-Zihuatanejo sobre la corriente. La población más próxima es Tecpan.

3.5 Accesos: Se llega a la estación por la carretera Acapulco-Zihuatanejo, de la que parte una desviación hacia arriba en el poblado denominado El Zúchil, a la altura del Km 104.5. De ahí se sigue por una brecha que corre sobre la margen derecha de la corriente, y la distancia de la carretera al sitio de la estación es de unos 5 Km.



4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen de la corriente para futuras obras de aprovechamiento de las aguas de este río.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se encuentra situada en un tramo recto del río de unos 1 000 m de longitud.

5.2 Sección de aforos: El material que forma la margen derecha es tepetate y los de la margen izquierda son arcilla y boleto. El fondo es de boleto de unos 15 cm de diámetro, en promedio.

5.3 Escala: Se toman lecturas de escala diariamente a las 6, 12 y 18 hrs. en la temporada de estiaje y cada dos horas durante las avenidas. Las observaciones de la escala se iniciaron el 9 de jul. de 1952 pero en Nov. del mismo año el río se llevó el apoyo de madera del puente donde estaba instalada la escala, habiéndose reinstalado ésta el 25 del mismo mes y año. El 29 de Sep. de 1954 una avenida se llevó el puente reanudándose las observaciones el 5 de Oct. La escala alcanzó a 4.00 m de lectura.

El 12 de Nov. de 1961 otra creciente se llevó parte del puente dejando azolvada la escala, por lo que se suspendieron las observaciones del 14 al 22 de ese mes de Nov. y del 10. de Dic. siguiente al 6 de Dic. de 1962. En esta escala el gasto nulo corresponde a una lectura de 2.70 m. Dicha escala es vertical y está compuesta de cinco tramos: uno de madera de 1.50 m, tres de concreto de 1.00 m y uno de concreto de 1.20 m hallándose colocados en la margen derecha, unos 20 m aguas abajo de la sección de aforos. La capacidad de la escala es de 5.70 m. La cota arbitraria del cero de la escala es de 83.35 m.

5.4 Estructura de aforos: Consta de cable y canastilla. El cable es de 1 1/4" (31.8 mm) de diámetro y cubre un claro de 280 m, estando apoyado en la margen derecha sobre una torre de concreto armado de 7.50 m de altura y en la margen izquierda sobre un anclaje directo. Comenzó a usarse el 9 de Ago. de 1963. Durante su iniciación se aforaba desde el puente de la carretera.

5.5 Aforos: Se practican siguiendo el método de sección y velocidad, para lo cual se mide esta última mediante un molinete hidráulico. En los gastos bajos se practica el procedimiento de vadeo. Se iniciaron las mediciones el 10. de Nov. de 1953 y se suspendieron del 29 de Sep. al 5 de Nov. de 1954, debido a que una avenida se llevó el puente.

5.6 Registro de niveles: Se utilizaba para esto un limnógrafo instalado en la margen derecha, unos 20 m aguas abajo de la sección de aforos, siendo el pozo un tubo ARMCO de unos 6 m de altura. Este aparato comenzó a funcionar el 20 de Ene. de 1956. No funcionó del 28 de May. de 1957 al 30 de Jun. de 1959 y del 28 de Jun. de 1961 al 8 de Ago. de 1965. Se perdió en la creciente de Sep. de 1967.

5.7 Sólidos en suspensión: Se practican muestreos superficiales y las muestras se procesan en el laboratorio de la propia estación, instalado en la casa del aforador. Las observaciones se iniciaron el 10. de Ene. de 1956.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 4760

Fecha del gasto máximo: 30/12/1899

Lectura (m) del gasto máximo: 8.60

Notas del gasto máximo: El gasto se estimó extrapolando logarítmicamente unas curvas de gastos de 1963 y de 1967, desde una lectura de escala de 5.60 m, correspondiente a un gasto de 963 m³/s, hasta una lectura de escala de 8.60 m.

Gasto máximo aforado (m³/s): 1034.000

Fecha del gasto máximo aforado: 13/09/1961

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 3.20

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.48

Profundidad máxima (m): 3.96

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899

Lectura (m) del gasto mínimo: 2.25

Notas del gasto mínimo: Se obtuvo por medio de una curva de gastos formada con aforos de mayo a agosto de 1968 y mediante un hidrograma construido con las escalas observadas.



7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Este se ha hecho utilizando los registros continuos del limnógrafo o los hidrogramas formados con las lecturas de escala y diversas curvas de gastos. Cuando las variaciones del tirante son pequeñas se procede por promedio de gastos. El período del 10. de Dic. de 1961 al 6 de Dic. de 1962 se calculó por promedio de gastos por lo que debe tomarse con reservas por no haber lecturas de escala ni limnógrafo. El cálculo se hizo utilizando una computadora electrónica CDC-3100 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

No existe estación climatológica en este sitio. La más próxima se encuentra en San Jerónimo y consta de los siguientes aparatos con los períodos de observación que se anotan:

Pluviómetro: Jun. de 1960 a la fecha.
 Termómetro: Ago. de 1960 a la fecha.
 Evaporómetro: Sep. de 1960 a la fecha.

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 20025

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: LAS JUNTAS

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 20-500-0-0--0--490-12-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río Omotepec o Grande === 500 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Las Juntas === 490 ===

Corriente: RIO STA. CATARINA

Descripción de la corriente: Río Sta. Catarina es el nombre del río Omotepec o Grande antes de la confluencia del río Quetzala. Está formado por dos corrientes: el río Puente y el río San Miguel que se unen y toman el nombre de Sta. Catarina; este último se une a su vez al río Quetzala para formar el Omotepec o Grande.

3.2 Área drenada (km²): 2514.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 16o, 42", 15' Longitud (G,M,S): 98o, 16", 00'

3.4 Ubicación: Se encuentra situada en el estado de Guerrero, municipio de Xochistlauaca y se localiza 500 m aguas abajo de la confluencia de los río Sta. Catarina y Puente.

3.5 Accesos: Se llega a la estación partiendo del poblado de Xochistlauaca, por un camino de herradura que bordea el río Puente por la margen izquierda hasta llegar a la confluencia con el río Sta. Catarina. La distancia es de unos 15 Km y a caballo se hacen 4 horas, aproximadamente. También hay acceso por aire a Xochistlauaca y para más detalles véase la estación Xochistlauaca.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Fue instalada para conocer el régimen del río y estudiar posibles aprovechamientos hidroeléctrico

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se encuentra situada en un tramo recto de unos 400 m de longitud, aproximadamente.



5.2 Sección de aforos: El lecho del río en este lugar es arenoso con grava y las márgenes de roca.

5.3 Escala: Durante el estiaje se toman lecturas de escala a las 6, 12, y 18 hs diariamente y en la época de lluvias cada dos horas. La escala es vertical, de aluminio, con capacidad de 10 m, seccionada en varios tramos e instalada en la margen izquierda. La elevación del cero de la escala es de 54.57 m s.n.m. y la del banco del nivel de 64.78 m s.n.m. y la del banco de nivel de 64.78 m s.n.m. Se iniciaron las lecturas en Abr. de 1954.

5.4 Estructura de aforos: Consta de cable y canastilla. El cable es de 1" (25.4 mm) de diámetro y cubre un claro de 111.50 m entre anclajes directos. Cuando los gastos son muy bajos se afora vadeando.

5.5 Aforos: Se practican por el método de sección y velocidad, midiéndose esta última mediante un molinete hidráulico. Se iniciaron en May. de 1954.

5.6 Registro de niveles: Se utiliza un limnógrafo instalado en la margen derecha, unos 6 m aguas abajo de la sección de aforos. Empezó a funcionar en Ago. de 1964.

5.7 Sólidos en suspensión: Las muestras se procesan en las Oficinas de la División Hidrológica (C.F.E.) situadas en Chilpancingo, Gro. Comenzó a operarse en Jun. de 1967.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1605.25
 Fecha del gasto máximo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo: 7.40
 Notas del gasto máximo: Se observó el 19 de Sep. y el 14 de Oct. de 1955.

Gasto máximo aforado (m³/s):
 Fecha del gasto máximo aforado: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo aforado:
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):
 Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 7.132
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.46
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se utilizó una computadora electrónica.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Se encuentra instalada junto a la estación hidrométrica y dispone de los siguientes aparatos y períodos de observación:

Pluviómetro: Sep. de 1952 a la fecha.
 Termómetro: Sep. de 1952 a la fecha.
 Evaporómetro: Sep. de 1952 a la fecha.

9. NOTAS: Esta estación es operada por la Comisión Federal de Electricidad, la que gentilmente ha proporcionado los datos y la información complementaria que aquí se presentan. Los datos de azolve no han terminado de procesarse, por lo que no se incluyen en este boletín

Descripción de la estación: 22015

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: TEQUISISTLAN

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 22-200-410-0--0--100-20-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación==

=== Número de



3.1.1 Colector general: Río Tehuantepec === 200 ===

3.1.2 Afluente: Río Tequisistlán === 410 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Tequisistlán === 100 ===

Corriente: RIO TEQUISISTLAN

Descripción de la corriente: El principal afluente del río Tehuantepec es el Tequisistlán; éste recibe el nombre de Amarillo en sus orígenes y en su parte media los de Carrizal y Otates, confluyendo por la margen derecha con el Tehuantepec, unos 30 Km aguas arriba de la ciudad de Tehuantepec, precisamente en el sitio en que actualmente se halla la presa Benito Juárez. Sus principales afluentes son el río San Bartolo y el río Hondo.

3.2 Área drenada (km2): 2213.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 16o, 24", 50' Longitud (G,M,S): 95o, 35", 50'

3.4 Ubicación: Se encuentra situada en el estado de Oaxaca, municipio de Tehuantepec, unos 100 m aguas abajo del puente de la carretera internacional Cristóbal Colón, sobre el río Tequisistlán. El poblado más próximo es Tequisistlán, que está inmediato a la estación.

3.5 Accesos: Se llega a la estación por la carretera internacional Cristóbal Colón, encontrándose ésta 100 m aguas abajo del puente de dicha carretera sobre el río Tequisistlán, el cual se halla, aproximadamente, en el Km 745.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer las aportaciones que el río Tequisistlán proporciona al vaso de la presa Presidente Benito Juárez.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se encuentra situada en un tramo recto de unos 200 m de longitud.

5.2 Sección de aforos: Las márgenes son rocosas y el lecho pedregoso y arenoso.

5.3 Escala: Se toman lecturas de escala diariamente a las 6, 12 y 18 hs en la temporada de estiaje y cada hora durante las avenidas. La escala es vertical, de concreto y se encuentra situada en la margen derecha, unos 50 m aguas abajo de la sección de aforos. Está compuesta de dos tramos de 3 y 4 m. siendo la capacidad total de ambas de 6 m. Las observaciones se iniciaron el día 3 de Jun. de 1947. El 10 de Dic. de 1952 se cambió la escala, quedando el cero de esta última 0.60 m abajo de la anterior. El 19 de Jun. de 1954 una creciente arrastró la escala por lo que del 20 de Jun. al 31 de Jul. de ese año las observaciones se efectuaron en una escala provisional. El día 1o. de Ago. de 1954 las lecturas comenzaron a hacerse en la nueva escala definitiva que estaba adosada a una pila del puente. En Sep. de 1963 se cambió la sección de aforos, del puente de la carretera al sitio donde se construyó la nueva estructura y con ello se cambió también la escala.

5.4 Estructura de aforos: Es del tipo de cable y canastilla, siendo dicho cable de 1 1/8" (28.6 mm) de diámetro. Este se apoya en dos torres de concreto reforzado, siendo la de la margen izquierda de 3.80 m de altura y la de la margen derecha de 3 m de alto. El claro total es de 260 m. La estructura de aforos se comenzó a usar el 28 de Sep. de 1963.

5.5 Aforos: Se practican por el procedimiento de sección y velocidad, midiéndose esta última mediante un molinete hidráulico. Cuando los tirantes son bajos se utiliza el procedimiento de vadeo en secciones variables. Se iniciaron el 4 de Jun. de 1947.

5.6 Registro de niveles: Se instaló el 27 de Oct. de 1948 pero dejó de funcionar en Dic. de 1949. Su funcionamiento se reanudó en Sep. de 1952 habiendo periodos de interrupción debido a que las crecientes se llevaban la parte inferior del tubo. El 30 de Ago. de 1960 una creciente se llevó el limnógrafo y éste no se ha vuelto a instalar.

5.7 Sólidos en suspensión: Se practican muestreos superficiales procesándose las muestras en el laboratorio de la propia estación. Las observaciones se iniciaron el 1o. de Oct. de 1958.



6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1360.45
 Fecha del gasto máximo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo: 5.37
 Notas del gasto máximo: Se obtuvo de una curva de gastos.

Gasto máximo aforado (m³/s): 1180.000
 Fecha del gasto máximo aforado: 18/06/1952
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 4.90
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 3.32
 Profundidad máxima (m): 5.39

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.75
 Notas del gasto mínimo: Se obtuvo de una curva de gastos.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Este se hizo por interpolación de aforo a aforo en estiaje y con curvas de gastos en tiempo de lluvias. Además, se apoyó el cálculo en el registro gráfico del limnógrafo y cuando éste dejó de operar se formaron hidrogramas con las lecturas de escala. Los gastos de la época de crecientes, cuando se aforaba desde el puente, deben de tomarse con cierta reserva, por los remolinos que producen las pilas del mismo. Se utilizó una computadora electrónica CDC-3100 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Se encuentra junto a la casa del aforador, en la margen izquierda del río Tequisistlán, y consta de los aparatos y períodos de operación que se anotan:

Pluviómetro: Oct. de 1949 a la fecha.
 Termómetro: Oct. de 1949 a la fecha.
 Evaporómetro: Oct. de 1949 a la fecha.
 Pluviógrafo: Jun. de 1965 a la fecha.
 Higrotermógrafo: Muy irregular

9. NOTAS: En estiaje están afectadas las lecturas de escala por represas que construyen para derivar las aguas del río.

Descripción de la estación: 23003

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: CAHUACAN
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 23-900-0-0--0--100-07-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
 - 3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

 - 3.1.1 Colector general: RIO CAHUACAN === 900 ===
 - 3.1.2 Afluente: === 0 ===
 - 3.1.3 Subafluente: === 0 ===
 - 3.1.4 Canal: === 0 ===
 - 3.1.5 Estación: CAHUACAN === 100 ===

Corriente: RIO CAHUACAN.

Descripción de la corriente: El río Cahuacán tiene sus orígenes en las faldas del volcán Tacaná en los límites con Guatemala, sigue una dirección norte-sur, pasando por los poblados de Zintahuayate, Cahuacán, Yagual y Palo Blanco, hasta desembocar en el Océano Pacífico, la forma de su cuenca es alargada con un colector principal de un desarrollo de unos 72 Km, estando íntegramente dentro del Territorio Mexicano.



3.2 Área drenada (km²): 250.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 14o, 43", 00' Longitud (G,M,S): 92o, 16", 15'

3.4 Ubicación: La estación hidrométrica se localiza al sur de Tapachula, aproximadamente a 20 Km de dicha población, a 16 Km al noroeste de Cd. Hidalgo, a 16 Km al este de Puerto Madero, a 12 Km aguas arriba de la desembocadura del río en el Océano Pacífico; sobre el puente del ferrocarril Panamericano en el Kilómetro 905 de la línea Veracruz a Cd. Hidalgo, perteneciendo al municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas.

3.5 Accesos: De Tapachula por la carretera a Puerto Madero a 10 Km se desvía a la izquierda por una brecha transitable en época de estiaje y a 15 Km se encuentra la estación de F. C. Cahucacán y de ésta a la estación Hidrométrica son aproximadamente 300 metros.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen hidráulico de la corriente y aprovechar los datos en futuras obras de riego.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo es ligeramente esviado con una longitud de 200.00 m siendo el fondo del cauce arenoso y variable en época de avenidas.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos es de forma rectangular, está limitada por los machones intermedios del puente y por los taludes que forman el cauce, el fondo está constituido de material de arrastre.

5.3 Escala: Se localiza en la margen izquierda junto a la estructura del limnógrafo, en una pila del puente, está hecha de mosaicos graduados en posición vertical y con una capacidad de 6.90 m. La cota del cero de la escala es de 95.59 m referida a un banco de nivel arbitrario de cota 100.00. Existe otra escala de mosaicos, usada como auxiliar, en el muro de la margen derecha, referida al mismo banco de nivel, a 4 m de la sección de aforos y graduada de 4.00 a 6.00 metros. Se iniciaron las lecturas el 1° de junio de 1948 y continúan hasta la fecha.

5.4 Estructura de aforos: Se utiliza el puente del ferrocarril Panamericano formado con estructura metálica de paso a través con un claro total de 160.00 m y machones intermedios.

5.5 Aforos: Se utiliza un molinete marca Gurley Núm. 622 aforándose hacia aguas arriba en el puente, contándose con datos de aforos desde el 26 de junio de 1948 hasta la fecha.

5.6 Registro de niveles: El registro de niveles, gráfico continuo y automático se lleva mediante el empleo de un limnógrafo Stevens vertical tipo E, instalado en estructura de tubo ARMCO con una altura de 9.00 metros y colocado en una de las pilas del puente y a 8 m aguas abajo de la sección de aforos, habiéndose iniciado su operación el 4 de julio de 1958.

5.7 Sólidos en suspensión: No se practica este tipo de mediciones.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 499

Fecha del gasto máximo: 27/09/1963

Lectura (m) del gasto máximo: 6.71

Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 473.000

Fecha del gasto máximo aforado: 27/09/1963

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 6.49

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.26

Profundidad máxima (m): 6.48

Gasto mínimo (m³/s): 1.76

Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899

Lectura (m) del gasto mínimo: 0.64

Notas del gasto mínimo: Se ha presentado el 9 y el 25 de abril de 1957.



7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico se realizó por el método de curvas de gastos; los datos fueron procesados en la computadora electrónica CDC 3300 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Se localiza a 250.00 m de la sección de aforos en la margen derecha, habiéndose iniciado las observaciones el 1° de diciembre de 1961; contando desde el principio con pluviómetro, termómetro, evaporómetro y veleta.

9. NOTAS: Del 1° al 23 de julio de 1948, los meses de octubre y noviembre de 1949 y del 1° al 8 de octubre de 1953 no existen datos ya que las observaciones fueron insuficientes para el cálculo.

Las lecturas de escala se reportan como cotas referidas al cero de la escala, con excepción de los períodos que comprenden de junio de 1948 a diciembre de 1950 y de mayo de 1968 a la fecha en que se reportan en metros sobre el cero de la escala.

Descripción de la estación: 24333

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: SABINAS HIDALGO

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 24-500-137-90--0--33-19-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: RIO BRAVO === 500 ===

3.1.2 Afluente: RIO SALADO === 137 ===

3.1.3 Subafluente: RIO SABINAS === 90 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: SABINAS HIDALGO === 33 ===

Corriente: RIO SABINAS HIDALGO

Descripción de la corriente: Afluente importante del río Salado que baja de la sierra de la Garia, situada cerca de los límites entre los estados de Coahuila y Nuevo León; recibe las aportaciones importantes del arroyo Huizache y desemboca finalmente en el río Salado a dos kilómetros aguas abajo de la estación hidrométrica "Las Tortillas".

Este río corre hacia el este atravesando la sierra de Gomas y la sierra de Sabinas por estrechos cañones, pasando junto a la población de Sabinas Hidalgo, situada al pie de la sierra de Sabinas. A la altura del cerro Belcebú, situado a unos 35 Km arriba de su confluencia con el río Salado, cambia la dirección de su curso para correr aproximadamente hacia el norte, hasta confluir con el río Salado. La longitud total recorrida por este río es de aproximadamente 195 kilómetros.

3.2 Área drenada (km²): 5334.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 26o, 29", 30' Longitud (G,M,S): 100o, 07", 00'

3.4 Ubicación: La estación hidrométrica Sabinas Hidalgo se encuentra situada dentro del municipio de Sabinas Hidalgo en el estado de Nuevo León, a dos kilómetros aguas arriba de dicha población y a unos 85 Km aguas arriba de la confluencia con el río Salado.

3.5 Accesos: El acceso puede hacerse por la carretera federal No. 85, México-Nuevo Laredo, hasta el poblado de Sabinas Hidalgo, de aquí se continúan dos kilómetros por la carretera estatal No. 34 que une a Sabinas Hidalgo con la población de Parás y Agualeguas y entronca en General Treviño con la carretera estatal No. 12 que va de Monterrey a Ciudad Mier.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el volumen aportado por esta corriente al río Salado y formar una estadística de datos hidrométricos para su posible empleo en estudios hidrológicos de esta corriente.



5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo en donde se haya ubicada la estación hidrométrica tiene una longitud en recta de 800 m aproximadamente. El material constitutivo es principalmente areno-arcilloso, abundando en las márgenes los conglomerados, siendo éstos más compactos en el cauce.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforo tiene un claro de 160 m y su tirante máximo al cable es de 9.00 m con una seguridad en las avenidas máximas extraordinarias de 2.00 m.

5.3 Escala: La diferencia de niveles del escurrimiento del río se observa en una escala de concreto dispuesta en tramos verticales de 1.00 m cada una con una capacidad total de 7.00 m estando colocada en la margen izquierda a siete m aguas arriba de la sección de aforos. La cota del cero no se ha determinado. Hay datos disponibles del primero de enero de 1963 a la fecha.

5.4 Estructura de aforos: En la estación de aforos se utiliza una estructura consistente en torres de concreto con una sección de 30 x 30 cm y una altura de cinco metros desde su base, separadas entre sí 160 m. Cable de acero de 2.0 cm de diámetro y canastilla de fierro, acondicionada para malacate.

5.5 Aforos: Los aforos se practican con molinete desde la canastilla del cable en época de crecientes y vadeando en época de estiaje. Se iniciaron los aforos el día 27 de octubre de 1964.

5.6 Registro de niveles: No se cuenta con limnógrafo.

5.7 Sólidos en suspensión:

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 979

Fecha del gasto máximo:

Lectura (m) del gasto máximo: 5.22

Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 945.000

Fecha del gasto máximo aforado:

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 5.05

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.71

Profundidad máxima (m): 4.80

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo:

Lectura (m) del gasto mínimo:

Notas del gasto mínimo: Cero durante varias veces al año en todo el período.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El Cálculo Hidrométrica está basado en datos de numerosos aforos y lecturas continuas de escala por medio de los cuales se obtuvieron los datos necesarios para el trazo de curvas de gastos. El proceso de cálculo se realizó por medio de la computadora electrónica CDC-3300 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

Se cuenta con la estación climatológica de Sabinas Hidalgo, la que dispone de pluviómetro desde enero de 1959 y de termómetro desde enero de 1962. Estos aparatos vienen funcionando normalmente hasta la fecha.

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 25010

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PABLILLO

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 25-350-682-0--0--310-19-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS



3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río San Fernando === 350 ===

3.1.2 Afluente: Río Pablillo === 682 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Pablillo === 310 ===

Corriente: RIO PABLILLO

Descripción de la corriente: El río Pablillo. que es el origen del río Conchos a San Fernando, nace unos 60 Km al Suroeste de la población de Linares a elevaciones del orden de 3 000 m s.n.m., en las proximidades de los cerros Infiernillo y Pablillo. Su dirección es, en general hacia el Noreste y pasa por Linares, donde su elevación es ya de unos 400 m s.n.m., después de haber descendido con una pendiente pronunciada y continúa por unos 30 Km, hasta recibir la confluencia izquierda del río Potosí. De aquí siguen, ya unidos, por unos 7 Km hasta la confluencia derecha del arroyo de Los Anegados o Conchos para continuar, con el nombre de río Conchos o San Fernando, hasta su desembocadura al Golfo de México a través de la albufera Laguna Madre.

3.2 Área drenada (km2): 994.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 24o, 51", 25' Longitud (G,M,S): 99o, 33", 20'

3.4 Ubicación: Se halla instalada en el río Pablillo unos 116 Km al Sureste de Monterrey. N.L., municipio de Linares del mismo estado de Nuevo León, en el puente de la Carretera No. 85 sobre la corriente y en las inmediaciones de la población de Linares.

3.5 Accesos: Se parte de Ciudad Victoria, Tamps., con dirección a Monterrey, por la Carretera asfaltada No. 85, y después de recorrer 152.6 Km se llega al río Pablillo donde se encuentra la estación, y en cuya margen izquierda está la población de Linares. Este camino es transitable en todo tiempo.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer el régimen de caudales de la corriente para apoyar en éstos los estudios hidrológicos de su aprovechamiento en la presa de Cerro Prieto.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Se halla instalada en un tramo recto de 400 m que no está afectado por remansos ni por caídas. Los materiales que forman la margen derecha son conglomerados y tierra con vegetación; en la margen izquierda se componen de grava y tierra con vegetación baja. El fondo del cauce lo constituyen grava, arena y algo de cantos rodeados.

5.2 Sección de aforos: La sección es regular y fija. Los materiales que forman la margen derecha son de conglomerado y tierra con vegetación; la margen izquierda la constituyen arena, grava y tierra con poca vegetación. El fondo está formado por grava, arena y cantos rodados. La sección de aforos es perpendicular a la corriente. En aguas bajas se practican aforos por vadeo 20 m arriba de la sección principal.

5.3 Escala: En la actualidad las lecturas de escala se efectúan durante el estiaje diariamente a las 6, 12 y 18 hs y cada hora en las épocas de avenidas. La escala en la que hacen las lecturas se encuentra en la siguiente forma: el primer tramo está situado sobre la margen derecha, 20 m aguas abajo del puente desde el cual se practican los aforos. Este tramo es vertical, de concreto y mide de 0.00 a 1.00 m. El segundo tramo es vertical, de concreto, instalado en las tercera pila del puente, partiendo de la margen izquierda, 7 m



aguas abajo de la sección principal de aforos, y mide de 1.00 a 5.76 m. La capacidad de la escala es de 5.76 m³; no se ha terminado la elevación del cero de la misma y no hay banco de nivel en los alrededores. La primera escala se instaló el 18 de noviembre de 1930 y hasta febrero de 1937 las lecturas se tomaban solamente una vez al día. De marzo de 1937 a abril de 1952 no se hicieron observaciones. A partir del 10. de mayo de 1952 se hacen normalmente, como se ha indicado. Debido a que se desvió el cauce, no se tomaron lecturas de agosto de 1952 a noviembre de 1953. El día 10 de julio de 1962 se cambió la escala adonde ahora se encuentra (20 m aguas abajo del puente), quedando el cero 0.14 m abajo del anterior.

5.4 Estructura de aforos: Se utiliza el puente de la carretera el cual tiene un claro total de 123 m con tres pilas intermedias de 1.50 m de espesor, a la altura de la corona, por lo que quedan unos 118.50 m libres. La estructura está formada por pilas de mampostería sobre las cuales se apoya una superestructura de cuatro armaduras de hierro estructural.

5.5 Aforos: Estos se efectúan por el procedimiento de sección y velocidad, midiéndose esta última con la ayuda de un molinete hidráulico. Los aforos se iniciaron el 28 de octubre de 1931. Las observaciones fueron esporádicas hasta diciembre de 1936, interrumpiéndose de enero de 1937 a mayo de 1951. Del 16 de mayo de 1951 al 26 de abril de 1952 se hicieron sin lecturas de escala habiéndose interrumpido en los siguientes períodos de 1951: del 5 al 30 de junio ; del 23 de agosto al 8 de septiembre y del 16 de septiembre hasta noviembre. A partir del 27 de abril de 1952 las observaciones se hacen normalmente, practicándose diariamente una observación en tiempo de estiaje y en las avenidas hasta 4 al día, según sean las necesidades. No ha habido cambios de sitio en ésta sección.

5.6 Registro de niveles: Se encuentra instalado en la tercera pila, a partir de la margen izquierda, un limnógrafo que se halla a una distancia de 7 m aguas abajo de la sección de aforos. El pozo del limnógrafo lo constituye un tubo ARMCO de 6.80 m de altura y 0.61 m de diámetro, el cual tiene comunicación directa con la corriente. La caseta es de 0.61 m de diámetro por 1.70m de altura y el acceso se hace por el propio puente. Este aparato funcionó del 16 de agosto de 1960 hasta el 10. de abril de 1963.

5.7 Sólidos en suspensión: Desde el 18 de noviembre de 1963 se toman muestras superficiales en cada aforo, las que se procesan en el laboratorio de la misma estación. Únicamente se han interrumpido los muestreos de septiembre a noviembre de 1967.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 472

Fecha del gasto máximo:

Lectura (m) del gasto máximo:4.30

Notas del gasto máximo: Y su valor se obtuvo de la curva de gastos formada con aforos del mismo mes y año.

Gasto máximo aforado (m³/s): 397.000

Fecha del gasto máximo aforado:

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 4.15

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.86

Profundidad máxima (m): 3.08

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo:

Lectura (m) del gasto mínimo:

Notas del gasto mínimo: Se observo en varios días de varios meses con lecturas de escala variables.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo durante los estiajes se efectuó, generalmente, por interpolación lineal entre los gastos aforados y en las épocas de avenidas se basó en un promedio de 2 curvas de gastos para cada año. Además se tuvieron en cuenta las variaciones en los niveles del agua. Los períodos en los cuales no se realizaron observaciones de escala, se calcularon por interpolación lineal entre los gastos aforados. El cálculo se inicio a partir del 16 de mayo de 1951, debido a que los datos anteriores eran insuficientes para efectuar dicho cálculo.

Los datos se procesaron en la computadora electrónica CDC-3300 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.



8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

No existe; la más próxima está en Camacho y aparece con el nombre de Linares, a una distancia de 2 Km al Norte de la estación. Dispone de los siguientes aparatos y períodos de observación:

Pluviómetro: Abr. 1939 a la fecha.
 Termómetro: Jul. 1948 a la fecha.
 Evaporómetro: Jul. 1954 a la fecha.
 Pluviógrafo: Jul. 1938 a la fecha.

9. NOTAS: Existen otras escalas ya abandonadas que están referidas a la actual.

Descripción de la estación: 26412

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: EL CONDE

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 26-500-918-0--0--815-15-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: Desv. Combinada y Emisor Poniente === 500 ===

3.1.2 Afluente: Río de los Remedios === 918 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: === 815 ===

Corriente: Río de los Remedios

Descripción de la corriente: El río Hondo o los Remedios tiene su origen en la Sierra de Las Cruces, en una zona de topografía accidentada y cubierta vegetal boscosa. Se inicia propiamente con la unión de varias corrientes, entre las que destacan el arroyo Agua Blanca, el Huixquilucan y el río el Borracho. Estos formadores siguen una dirección general al Noreste hasta formar el río Hondo; el cual siguiendo la misma dirección recibe, por la margen izquierda, los excedentes de los ríos Sordo, Los Cuartos y Totolica; y adelante, por la derecha, las aguas del canal el Tornillo, a partir de este afluente, escurre por el cauce artificial denominado río de Los Remedios. En la actualidad el río Hondo o los Remedios descarga directamente hacia el vaso regulador El Cristo, habiendo recibido previamente los volúmenes del Interceptor del Poniente, a la altura del cruce con la autopista a Querétaro. En su cuenca se localizan gran número de manantiales, entre los que se encuentran los de Leones y Ajolotes; que se aprovechan en abastecimiento de agua potable.

3.2 Área drenada (km²): 203.1

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 19o, 27", 55' Longitud (G,M,S): 99o, 14", 40'

3.4 Ubicación: Se localiza a unos 30.00 m aguas arriba del cruce de la Autopista México-Querétaro con la corriente, a la altura del km 13+800, y a 1.0 km al sur de la población Naucalpan de Juárez, dentro del municipio del mismo nombre, en el Estado de México.

3.5 Accesos:

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Determinar el régimen del escurrimiento del río de los Remedios en este sitio, para estimar, en base a éste aforo y al de la estación Molino Blanco, las aportaciones del Interceptor del Poniente.



5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo:

5.2 Sección de aforos:

5.3 Escala: Los niveles se observan en una escala que se encuentra en la margen derecha, a 6.70 m aguas arriba de la sección de aforos. Consta de dos tramos de pasta cemento: el primero es vertical y está graduado de 0 a 0.60 m, el segundo es inclinado y está graduado de 0.60 a 7.60 m. Hasta la fecha no se ha determinado el cero de la escala con referencia al nivel medio del mar.

5.4 Estructura de aforos: La estructura para cuantificar los volúmenes consiste en una pasarela de concreto, soportada por una estructura diseñada a base de varilla corrugada; tiene barandal, y sus dimensiones son: 0.80 m de ancho y 16.50 m de longitud.

5.5 Aforos:

5.6 Registro de niveles: Las gráficas de las fluctuaciones de los niveles se obtienen por medio de un limnógrafo "Rossbach", alojado en una estructura de tubo "ARMCO" de 0.65 m de diámetro y 6.00 m de altura. La galería es abierta y consiste en una escotadura abierta en el talud. Sus paredes son de tabique y en su parte superior tiene 0.83 X 4.00 m de sección, y 3.00 m de longitud.

5.7 Sólidos en suspensión: En este sitio de aforos se toman muestras de sólidos en suspensión desde 1978; y para tal efecto, se cuenta con laboratorio en la casa del aforador.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 94.93
 Fecha del gasto máximo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo:
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s):
 Fecha del gasto máximo aforado: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto máximo aforado:
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):
 Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 0
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo:
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Para los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre, el cálculo se realizó por el método de interpolación lineal entre 246 aforos. Para los meses de junio, julio, agosto y septiembre se realizó basándose en 3 curvas de gastos formadas con los datos de 177 aforos, determinándose la velocidad con molinete hidráulico.

Además se dispuso de las gráficas del limnógrafo durante todo el año comprobándolas con lecturas de escala observadas a las 6, 12 y 18 horas de cada día. La información una vez codificada, capturada se procesó en microcomputadora PC.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

9. NOTAS: Esta estructura de aforos, es operada por la Delegación del Estado y Valle de México, en coordinación con la Dirección de Aguas Superficiales de la S.A.R.H.

Descripción de la estación: 27001

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: MARTINEZ DE LA TORRE

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 27-780-0-0--0--374-30-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS



3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río Nautla === 780 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Martínez de la Torre === 374 ===

Corriente: Río Bobos

Descripción de la corriente: Esta corriente nace en el Cofre de Perote a 4 250 m s.n.m. Recibe primeramente los nombres de arroyo Borregos, río Trinidad y río Bobos, recorriendo con este último nombre la mayor parte de su trayecto. Pasa por la población de Martínez de la Torre y recibe por margen izquierda al río María de la Torre y por margen derecha a los ríos Quilate y Chapachapa. En la parte final de su recorrido es llamado río Nautla, recibe por margen izquierda al estero Tres encinos y desemboca en el golfo de México, a la altura de la Barra de Nautla.

3.2 Área drenada (km²): 1467.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 20°, 03", 42' Longitud (G,M,S): 97°, 02", 18'

3.4 Ubicación: La estación está situada sobre el río Bobos, a la altura del cruce con la carretera Martínez de la Torre- Misantla, en el lado sur de la población Martínez de la Torre, dentro del municipio del mismo nombre, estado de Veracruz.

3.5 Accesos: Se efectúa por la carretera México-jalapa-Veracruz hasta llegar a Perote (km 277), de donde parte desviación a la izquierda que pasando por Altotonga, Teziutlán y Tlapacoyan, conduce a Martínez de la Torre, con recorrido de 103 Km. De esta población y siguiendo el camino a Misantla, en las afueras se encuentra el puente que cruza el río Bobos, sitio en que se localiza la estación.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Estudiar el régimen de la corriente para determinar sus posibilidades de aprovechamiento.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Recto en una longitud de 300 m, con pendiente de 0.8% aproximadamente; el lecho es arenoso-limoso con grava y los taludes arcillo-rocosos, desprovistos de vegetación.

5.2 Sección de aforos: En los mismos materiales que el tramo; es perpendicular al mismo y tiene forma irregular.

5.3 Escala: La constituyen dos tramos de escala precolada de concreto, adosas a la primera pila de la margen izquierda, con el cero en la elevación 142.392 m s.n.m.; el tramo inferior tiene una longitud de 4.50 m y el superior, que es una escala auxiliar, tiene 2.50 m. Las lecturas se efectúan sistemáticamente y permanentemente durante todo el año, desde el 24 de noviembre de 1952.

5.4 Estructura de aforos: Se utiliza el puente carretero que cruza el río dicho puente tiene tres claros principales de 33.42, 33.50 y 33.12 m y cinco claros secundarios de 12.86 m cada uno. La subestructura tiene 14.00 m de altura media sobre el lecho del río.

5.5 Aforos: Se afora por el método de sección y velocidad; para medir esta última se utiliza un molinete de copas marca Gurley.

Los aforos se iniciaron el 24 de noviembre de 1952, continuándose hasta la fecha.

5.6 Registro de niveles: Se llevan a cabo mediante un limnógrafo Stevens, tipo E, instalado en tubo Armco que forma la caseta y el pozo.

Se dispone de registros desde el 18 de diciembre de 1967 a la fecha.



5.7 Sólidos en suspensión: Se practican muestreos para su análisis volumétrico y por peso, que se efectúa en el laboratorio instalado en la caseta del aforador. Estas observaciones se practican desde el 13 de julio de 1959 a la fecha.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m3/s): 4540
Fecha del gasto máximo:
Lectura (m) del gasto máximo:6.40
Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m3/s): 4376.000
Fecha del gasto máximo aforado:
Lectura (m) del gasto máximo aforado: 6.35
Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 5.84
Profundidad máxima (m): 8.28

Gasto mínimo (m3/s): 8
Fecha del gasto mínimo:
Lectura (m) del gasto mínimo: 1.40
Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Por medio de curva de gastos aplicada al registro gráfico de niveles. Se utilizó para el cálculo la computadora CDC-3300 de la S.R.H., publicándose datos de diciembre de 1952 a diciembre de 1969.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO: La estación climatológica está localizada en la colonia independencia de Martínez de la torre, a 500 m del puente. Se dispone de datos de temperatura, lluvia y evaporación. Las observaciones del Servicio Meteorológico Nacional se iniciaron en marzo de 1945 y se continúan hasta la fecha. Por su parte la S.R.H. inició las observaciones de lluvia, temperatura y evaporación el mes de diciembre de 1954.

9. NOTAS: Existe banco de nivel, localizado en la margen izquierda, a la entrada del puente, con elevación de 152.78 m s.n.m.

=====

Descripción de la estación: 28013

- 1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: AZUETA
2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 28-500-120-0--180--180-30-
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

- 3.1 Hidrografía
3.1.1 Colector general: === 500 ===
3.1.2 Afluente: === 120 ===
3.1.3 Subafluente: === 0 ===
3.1.4 Canal: === 180 ===
3.1.5 Estación: Azueta === 180 ===

=== Número de

Corriente: Río Tesechoacan

Descripción de la corriente:

3.2 Área drenada (km2): 4655.7

3.3 Coordenadas:



Latitud (G,M,S): 18o, 05", 00' Longitud (G,M,S): 95o, 43", 00'

3.4 Ubicación: Está situada inmediata a la población de Villa Azueta, Ver., a 60 kilómetros de Cd. Alemán, Ver.

3.5 Accesos:

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN:

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo:

5.2 Sección de aforos:

5.3 Escala: De mosaico, referida a un banco de nivel con cota sobre el nivel del mar.

5.4 Estructura de aforos: Para aforar se utiliza la estructura del puente del ferrocarril Veracruz al istmo, tiene una longitud de 148.60 metros.

Los datos se empezaron a tomar en abril de 1947, consistiendo dichos datos en lecturas de escala que existen en la Oficina de Hidrología, en agosto del mismo año se empezaron a efectuar aforos y desde ese mes se calcularon gastos y volúmenes que fueron publicados juntamente con los datos de los años de 1948 y 1949.

5.5 Aforos:

5.6 Registro de niveles:

5.7 Sólidos en suspensión:

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 2093

Fecha del gasto máximo:

Lectura (m) del gasto máximo:

Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s):

Fecha del gasto máximo aforado:

Lectura (m) del gasto máximo aforado:

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s):

Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 18.6

Fecha del gasto mínimo:

Lectura (m) del gasto mínimo:

Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: Se empezaron a tomar en abril de 1947, consistiendo dichos datos en lecturas de escala que existen en la Oficina de Hidrología, en agosto del mismo año se empezaron a efectuar aforos y desde ese mes calcularon gastos y volúmenes que fueron publicados juntamente con los datos de los años de 1948 y 1949.

El cálculo de los datos del año de 1978 se basó en 12 curvas de gastos formadas con 276 aforos y el registro continuo de un limnógrafo Stevens tipo E.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 29005

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: LAS PERLAS

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 29-200-0-0--0--480-30-



3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: Río Coatzacoalcos === 200 ===

3.1.2 Afluente: === 0 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: Las perlas === 480 ===

Corriente: RIO COATZACOALCOS

Descripción de la corriente: El río Coatzacoalcos es uno de los ríos más caudalosos de la República Mexicana, nace en la Sierra Atravesada en el estado de Oaxaca con una dirección inicial hacia el oeste, luego desvía hacia el norte y finalmente con una dirección noroeste desemboca en la parte sur del Golfo de México. Los principales afluentes que vierten sus aguas a este río son el Jaltepec por la margen izquierda, a 10 kilómetros aguas arriba de la estación hidrométrica "Las Perlas"; el río Chalchijapa por la margen derecha a 10 km aproximadamente aguas abajo de dicha estación y el Uspanapa también por la margen derecha y a unos 125 km aguas abajo de la estación Las Perlas.

En la cuenca del río Coatzacoalcos la Secretaría de Recursos Hidráulicos además de la estación Las Perlas tiene otras estaciones hidrométricas instaladas como son: Paso Arnulfo sobre el río del Corte y Jesús Carranza II sobre el río Jaltepec.

3.2 Área drenada (km2): 9224.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 17º, 26", 17' Longitud (G,M,S): 94º, 52", 00'

3.4 Ubicación: La estación hidrométrica Las Perlas se encuentra o

3.5 Accesos: La estación hidrométrica es accesible en lancha partiendo de Jesús Carranza, Ver. por el río Jaltepec hacia aguas abajo, 8 km hasta su confluencia y luego siguiendo por el río Coatzacoalcos 10 km hasta el sitio de la estación. A Jesús Carranza puede llegarse ya sea por el ferrocarril del Sureste o por la carretera Transistmica que va de Coatzacoalcos a Salina Cruz.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: El objeto de la instalación de esta estación, fue el de conocer el volumen total del río Coatzacoalcos, habiendo sido imposible colocarla más hacia aguas abajo por la influencia que tienen las mareas en esta corriente.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: Tiene una longitud en recta de 300 m el fondo del río es arenoso y con grava pequeña.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos se encuentra colocada en posición perpendicular a la corriente, el material principal que constituye la sección es de arcilla y gravilla en la margen izquierda y tierra limo arenosa en la margen derecha.

5.3 Escala: Las lecturas de escala diarias se realizan a las 6, 12 y 18 horas en temporada de estiaje y horarias durante las avenidas, en una escala colocada en la margen izquierda a 25.00 m aguas arriba de la sección de aforos; es de mosaicos graduados, capacidad de 8.00 metros, de los cuales 4.00 m están adosados al muro de la caseta del limnógrafo y los restantes están divididos en cuatro tramos escalonados. La cota del cero está a 12.00 m respecto a un B.N. colocado junto al limnógrafo de cota 20.00 m. Anteriormente había una escala con capacidad de 9.00 metros, pero fue sustituida por la actual al construirse las torres de concreto.

Datos disponibles a partir del 22 de febrero de 1953 a la fecha.

5.4 Estructura de aforos: La estación de aforos está constituida por un cable de 2.54 cm de diámetro y canastilla de aluminio, sostenidos mediante una torre de concreto de 10.00 m de altura en la margen derecha y apoyo de concreto de 2.00 m de altura en la margen izquierda. El claro que cubre esta estructura es de 250.00 m.



5.5 Aforos: Los aforos practicados se hacen por el método de sección y velocidad utilizando un molinete Gurley el cual es manipulado desde la canastilla del cable. Existen datos desde el 22 de febrero de 1953 hasta la fecha.

5.6 Registro de niveles: El registro continuo, automático y gráfico de los niveles se observa mediante el empleo de un limnógrafo Stevens instalado en caseta y pozo de piedra y cemento de 1.50 X 1.80 m y 6.00 X 1.80 m respectivamente. Cuenta con galería del mismo material de 5.00 X 1.00 m de dimensiones. La comunicación se hace por medio de tubos galvanizados de 6.35 cm de diámetro. Los registros se iniciaron el 4 de septiembre de 1962.

5.7 Sólidos en suspensión: La estación "Las Perlas" cuenta con laboratorio de sedimentos en el cual se han practicado análisis a partir del 21 de septiembre de 1955.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 7430
 Fecha del gasto máximo:
 Lectura (m) del gasto máximo: 11.55
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 4687.000
 Fecha del gasto máximo aforado:
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 12.13
 Notas del gasto máximo aforado: Lectura de escala media.

Velocidad media (m/s): 2.36
 Profundidad máxima (m): 11.67

Gasto mínimo (m³/s): 18
 Fecha del gasto mínimo:
 Lectura (m) del gasto mínimo: 2.82
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo se hace principalmente por el método de curvas de gastos en base a los aforos, lecturas de escala y limnigramas, siendo procesados estos datos en la computadora CDC-3300 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

La estación climatológica "Las Perlas" está situada en la margen izquierda junto a la torre de concreto, cuenta con pluviómetro, termómetro, evaporómetro, e higrómetro; habiendo iniciado sus registros con todos estos aparatos el 1º de septiembre de 1962.

9. NOTAS:

Descripción de la estación: 30072

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: LAS FLORES II

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 30-400-400-0--0--600-07-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: RIO GRIJALVA === 400 ===

3.1.2 Afluente: RIO LA VENTA === 400 ===

3.1.3 Subafluente: === 0 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: LAS FLORES II === 600 ===

Corriente: RIO ZOYATENCO.



Descripción de la corriente: El río Zoyatenco nace en la sierra Madre de Chiapas, corre por un valle densamente poblado, siendo las principales poblaciones ribereñas Buena Vista, San Nicolás, El Carmen, La Libertad, Plátanos y Santa Lucía, confluye con el río Cintalapa, para formar el río La Venta, importante afluente del río Grijalva. El río La Venta, recibe mas adelante las aportaciones del río Encajonado, el cual proviene del estado de Oaxaca; para confluir a unos 40 kilómetros mas adelante con el río Grijalva, en el sitio ocupado actualmente por el Vaso de la Presa Netzahualcóyotl.

3.2 Área drenada (km²): 2551.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 16o, 42", 00' Longitud (G,M,S): 93o, 33", 00'

3.4 Ubicación: La estación hidrométrica Las Flores II se localiza a 60 kilómetros al oeste de Tuxtla Gutiérrez, Chis. en el municipio de Jiquipilas, del estado de Chiapas estando ubicada en el puente llamado Las Flores y perteneciente a la carretera Panamericana sobre el río Zoyatenco.

A unos 18 kilómetros al este de Cintalapa junto al poblado El Yeso, en el Km 103 de la mencionada carretera.

3.5 Accesos: Es accesible partiendo de Tuxtla Gutiérrez por la carretera Panamericana No. 190 rumbo a Las Cruces, Chis. hasta llegar al puente Las Flores, situado a 60 kilómetros de Tuxtla Gutiérrez, donde está la estación hidrométrica.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Conocer las aportaciones del río Zoyatenco a la presa Netzahualcóyotl.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo donde se encuentra la estación, corresponde a una tangente del río de aproximadamente 130 metros. Sus márgenes son de tierra areno-arcillosa y el lecho cubierto de abundante arena. La margen del lado izquierdo es de pendiente baja y la derecha es alta con vegetación.

5.2 Sección de aforos: Es de sección rectangular y está verticalmente limitada por las paredes de los estribos y las pilas del puente. El fondo del cauce es arenoso.

5.3 Escala: La escala se localiza en la primera pila del puente a 8.00 metros aguas abajo de la sección de aforos; es de mosaicos graduados seccionada en tres tramos verticales; el primero se halla en la pila con capacidad de 0.00 a 1.00 metro; el segundo en la otra cara de la pila y registra de 1.00 a 5.00 metros; el tercer tramo está adosado al estribo en la margen derecha de 5.00 a 8.00 metros, la capacidad total es de 8.00 metros. Las lecturas de escala en esta sección se iniciaron el 19 de junio de 1969 como una continuación de las que se observaban en Las Flores I.

5.4 Estructura de aforos: Para aforar se utiliza la estructura del puente carretero con banquetas y parapetos de concreto volados, apoyado sobre pilas, con anchura de vía de 6.70 metros. Las pilas tienen un espesor de 0.70 metros. El claro total del puente es de 163.60 metros. Existe una sección de vadeo variable aguas arriba de la sección de aforos; se usa cuando es necesario en época de estiaje.

5.5 Aforos: Los aforos se practican por el método de sección y velocidad, desde el puente y vadeando en época de estiaje, con un molinete CHOPE. Los aforos se continuaron el 19 de junio de 1969 en esta sección, al cambiarse la estación Las Flores I al puente carretero.

5.6 Registro de niveles: Se utiliza un limnógrafo Stevens tipo E, localizado en la primera pila de la margen derecha a 8.00 metros aguas abajo de la sección de aforos, instalado en una caseta de tubería ARMCO de 0.61 metros de diámetro, con pozo del mismo material y altura de 13.00 metros sin galería; la comunicación se hace por un orificio rectangular en la parte inferior. Las observaciones en esta sección principiaron el 15 de junio de 1969.

5.7 Sólidos en suspensión: Se hacen muestreos de azolves obteniéndose muestras superficiales, las cuales se analizan en el laboratorio instalado en la casa del aforador, habiéndose iniciado los muestreos en esta sección el 19 de junio de 1969.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1162.7

Fecha del gasto máximo:



Lectura (m) del gasto máximo: 6.74
Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 465.000
Fecha del gasto máximo aforado:
Lectura (m) del gasto máximo aforado: 3.83
Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.24
Profundidad máxima (m): 4.21

Gasto mínimo (m³/s): 0.001
Fecha del gasto mínimo:
Lectura (m) del gasto mínimo: 0.31
Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico se realiza principalmente por curva de gastos; calculándose generalmente los períodos de estiaje de cada año por promedio de gastos. El proceso se realiza en la computadora electrónica CDC-3300 de la S.R.H.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

La estación climatológica se localiza en las inmediaciones de la casa del aforador, cuenta con termómetro y pluviómetro, desde abril de 1949 y con evaporómetro desde junio de 1949. Es operada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

9. NOTAS: El río Zayatenco ha sido objeto de observación hidrométrica en dos sitios, variando estos de acuerdo con lo siguiente:

Del 24 de marzo de 1949 al 15 de agosto de 1951 se efectuaron aforos en el puente de la carretera Número 190 sobre esta corriente.

Del 23 de junio de 1961 al 18 de junio de 1969 en una estación hidrométrica de cable y canastilla a la que se denominó Las Flores I.

Del 19 de junio de 1969 a la fecha nuevamente en el puente de la carretera Número 190, con el nombre de Las Flores II.

Siendo el período de observación más grande el correspondiente a la estación hidrométrica Las Flores I, a continuación se mencionan las características más importantes de ésta:

- a) UBICACION.- La estación hidrométrica Las Flores I, funcionó en una sección situada 4 Km aguas abajo de la actual sección.
- b) ESCALA.- La escala era de concreto con mosaicos graduados, formada en tres tramos de 2 m cada uno, el cero se encontraba a la elevación 474.0 m.s.n.m.
- c) ESTRUCTURA PARA AFOROS.- Los aforos realizados del 23 de junio de 1961 al 18 de junio de 1969 fueron hechos con molinete hidráulico, empleando como estructura de aforos un cablevía de acero de 7/8 de pulgada de diámetro y canastilla, con anclajes directos teniendo un claro total de 91.0 metros.
- d) REGISTRO GRAFICO DE NIVELES.- La estación LAS FLORES I contó con limnógrafo instalado en caseta de tubería ARMCO, con pozo de mismo material y comunicación directa.
- e) SOLIDOS EN SUSPENSION.- En el período comprendido entre junio de 1962 y el 18 de junio de 1969 se efectuaron muestreos de tipo superficial de azolves, habiéndose analizado las muestras en la casa del aforador.

Descripción de la estación: 36071

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: SARDINAS

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 36-300-500-584--0--43-10-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía

clasificación===

=== Número de

3.1.1 Colector general: LAGUNA DE MAYRAN === 300 ===

3.1.2 Afluente: RIO NAZAS === 500 ===

3.1.3 Subafluente: RIO SEXTIN O DEL ORO === 584 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: SARDINAS === 43 ===



Corriente: RIO SEXTIN O DEL ORO

Descripción de la corriente: El río Sextín tiene su origen en la Sierra Madre Occidental al sur de la sierra del oso al noroeste de la sierra de Candela en el estado de Durango. La corriente colectora tiene su origen en un lugar conocido como el Salitre, que se ubica en el municipio de Guanaceví; desciende desde altitudes superiores a los 3000 m.s.n.m., con dirección al sureste, conociéndosele en esta parte como arroyo El Carrizo, después de 45 Km recibe a unos de sus principales tributarios, como lo es el Arroyo Escobar, por su margen derecha, a partir de esta confluencia cambia su rumbo al norte durante otros 50 Km para recibir las aportaciones del arroyo San Esteban el cual drena una importante zona del sur de la Sierra de San Juan de Minas. Aguas abajo cambia su dirección al este donde incrementa su régimen con la captación de los arroyos de Lobos y Matalote; a partir de esta última aportación cambia su dirección nuevamente al sureste, donde existen una serie de pequeños escurrimientos; las corrientes importantes que recibe en este tramo son el arroyo Sardinias izquierdo, encontrándose aguas arriba de este afluente el sitio donde la S.A.R.H. opera las estación hidrométrica Sardinias; adelante pasa por el poblado San Bernardo y aguas abajo recibe al arroyo Alferez por la margen derecha; adelante pasa por las cercanías de Santa María del Oro, Dgo., aguas abajo recibe al arroyo Grande por la margen izquierda antes de descargar a la presa de almacenamiento Lázaro Cárdenas, siendo la longitud de este último tramo de 85 KM.

3.2 Área drenada (km²): 4911.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 26o, 05", 00' Longitud (G,M,S): 105o, 34", 12'

3.4 Ubicación: La estación hidrométrica Sardinias se encuentra instalada sobre el río Sextín o del Oro a unos 390 m aguas arriba de la confluencia con el arroyo Sardinias; a un Km al poniente del poblado del mismo nombre, así como a 12 Km al noroeste de la población San Bernardo, dentro del municipio del mismo nombre del estado de Durango.

3.5 Accesos: Para llegar al sitio de aforos, se parte de la ciudad de Durango, Dgo., hacia el norte por la carretera federal libre No. 45, que une a ésta con la vecina ciudad de Parral, Chih.; habiéndolo recorrido aproximadamente 286 Km se llega al lugar donde a la izquierda parte la carretera de terracería que con un desarrollo de 52 Km conduce a la población de Santa María del oro, Dgo., pasando previamente por Inde, Dgo.; de la población ya citada se continúa por una brecha que lleva a la ranchería Cinco de Julio, de aquí se prosigue por otra brecha que fue trazada paralela al río Sextín y que comunica a la población Sardinias con esta última, siendo este recorrido de 33.5 Km aproximadamente; de este último lugar se recorren 500 m finales hasta el sitio de la estación hidrométrica.

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Se instaló con la finalidad de determinar el régimen hidráulico de la corriente, así como el de conocer las aportaciones a la presa Lázaro Cárdenas.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: La estación hidrométrica está situada en un tramo recto de 200 m de longitud, la margen derecha está constituida por roca y arcilla, mientras que en la izquierda predomina material sedimentario; el lecho es arcillo-gravoso.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos es perpendicular al eje del escurrimiento, geoméricamente tiene forma trapecial; su margen derecha tiene un talud un talud (3:1) bien definido ya que esta constituido por roca, mientras que la margen izquierda es sumamente erosionable debido a su composición arcillo-arenosa; en el lecho predominan la grava y cantos rodados.

5.3 Escala: Los niveles de la corriente se observan en una escala que se localiza en la margen derecha, a 45 m aguas arriba de la sección principal de aforos, consta de 3 tramos, el primero se localiza pintado en una roca y esta graduado de 0.80 a 1.80 m, el segundo es de concreto vertical, adosado al pozo del limnígrafo graduado de 1.60 a 3 m; el tercer tramo esta pintado en el pozo del limnígrafo graduado para registrar tirantes de 2.70 a 8.50 m, siendo esta última la máxima capacidad.

No se ha determinado el cero de la escala; las primeras observaciones se iniciaron el mes de mayo de 1970, continuándose regularmente hasta la fecha.



5.4 Estructura de aforos: La forma un sistema de cable vía y canastilla; el primero tiene un diámetro de 1 1/8", apoyado a una torre de concreto armado de 7.50 m de altura, esto para la margen derecha ya que en la izquierda la torre tiene una altura de 10.75 m; el claro entre apoyos es de 302 m. Esta estructura en su margen izquierda, el cauce del arroyo Sardinas y se utiliza para aforar esta corriente.

5.5 Aforos: Los aforos se realizan por el método de sección y velocidad la primera se determina mediante sondeos y la segunda con un molinete hidráulico marca Elvy tipo Price. Las observaciones se iniciaron el mes de mayo de 1970, continuándose regularmente hasta la fecha.

5.6 Registro de niveles: Los niveles de la corriente en forma gráfica y continúa se obtienen con un limnógrafo marca Rossbach R-IV, el cual se encuentra alojado en una estructura con las siguientes características: caseta de tabique de sección transversal de 1.55 x 1.65 m, pozo de mampostería con la misma dimensión en su sección a la señalada y una profundidad de 9.30 m que aloja a un tubo ARCO de 0.91 m de diámetro y una longitud de 0.61 m que corresponden a la galería. La comunicación con la corriente se hace por medio de cuatro tubos acodados de 10 m de diámetro. Esta estructura se localiza a unos 45 m aguas arriba de la sección principal. Las observaciones se iniciaron el mes de mayo de 1970.

5.7 Sólidos en suspensión: Se cuenta con laboratorio en la casa del aforador, para determinar los sólidos en suspensión siguiendo el método de tres muestreos al día; la observación de éstos se inició el mes de junio de 1970, continuándose hasta la fecha.

6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 1830
 Fecha del gasto máximo: 04/08/1973
 Lectura (m) del gasto máximo: 6.07
 Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 1545.000
 Fecha del gasto máximo aforado: 04/08/1973
 Lectura (m) del gasto máximo aforado: 5.81
 Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 2.90
 Profundidad máxima (m): 7.11

Gasto mínimo (m³/s): 0.056
 Fecha del gasto mínimo: 30/12/1899
 Lectura (m) del gasto mínimo: 0.76
 Notas del gasto mínimo:

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo se basa en curvas de gastos aplicadas al registro gráfico de niveles y de las lecturas de escala, así como también en el promedio de gastos. Los gastos son codificados y procesados en la computadora electrónica CDC-CYBER-72-16 del Centro de Cálculo Electrónico de la S.A.R.H:

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

La estación climatológica Sardinas de la S.A.R.H., se localiza en lo alto de un cerro, en la margen izquierda del arroyo Sardinas, a unos 80 m del cable-vía; esta cuenta con los siguientes elementos y períodos de observación:
 Pluviómetro: desde mayo de 1970
 Termómetro: desde mayo de 1970
 Evaporómetro: desde mayo de 1970

Descripción de la estación: 37012

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN: TULA

2. CLAVE HIDROMÉTRICA LARGA: 37-820-500-220--0--48-28-

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

3.1 Hidrografía



=== Número de

clasificación===

3.1.1 Colector general: CUENCA CERRADA TULA === 820 ===

3.1.2 Afluente: ARROYO LA SACA DE AGUA === 500 ===

3.1.3 Subafluente: RIO TULA === 220 ===

3.1.4 Canal: === 0 ===

3.1.5 Estación: TULA === 48 ===

Corriente: RIO TULA

Descripción de la corriente: Nace a 2500 m.s.n.m., a 16 Km al NE de la población de Tula, Tam. En sus orígenes se le conoce como arroyo Borbolla y va recibiendo varios afluentes como son el arroyo Salado y Algodonal que los recibe por la margen izquierda después de los cuales se le conoce como río Tula; pasa por la población de este nombre y 1 km aguas abajo se derivan sus aguas que se utilizan en riego.

3.2 Área drenada (km²): 80.0

3.3 Coordenadas:

Latitud (G,M,S): 23o, 00", 05' Longitud (G,M,S): 99o, 42", 45'

3.4 Ubicación: Se encuentra situada .

3.5 Accesos: Con origen en la ciudad de San Luis Potosí, rumbo al norte por la carretera Federal No 57, se recorren 108 km hasta el poblado El Huizache; de este sitio se continúa por la carretera que conduce a Cd. Victoria, Tam., se recorren 110 km, en este punto a la derecha entronca la carretera que conduce a Tula, por la cual se transitan 1.8 km para llegar al puente sobre el río Tula (Calle Damián Carmona).

4. OBJETO DE SU INSTALACIÓN: Determinar el régimen de escurrimiento del río Tula, con el fin de efectuar el estudio para una presa de almacenamiento.

5. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE, ESTRUCTURAS, APARATOS Y OBSERVACIONES

5.1 Condiciones del tramo: El tramo en el que se localiza el puente que se utiliza como estructura de aforos es recto en una longitud de 200 m, encajonado por la erosión natural del cauce, las márgenes están constituidas por tierra limo arcillosa, siendo los taludes verticales y de una altura de 5 m; la vegetación es típica de zonas semidesérticas.

5.2 Sección de aforos: La sección de aforos es perpendicular al sentido de la corriente, delimitada por las pilas del puente carretero con grava y tierra limo-arcillosa en el cauce.

5.3 Escala: Los niveles de la corriente se obtienen mediante una escala de madera que se encuentra adosada a la estructura del limnógrafo; está grabada centímetro a centímetro y su capacidad máxima de registro es de 2.40 m.

Se toman lecturas de escala desde el 1o. de junio de 1968.

5.4 Estructura de aforos: Para aforar se utiliza un puente carretero de mampostería de 30 m de claro total, con una anchura de 3.50 m y una altura libre sobre el cauce de 5 m, consta de 7 claros de cuatro metros de centro a centro de las pilas cada uno; la superestructura está apoyada sobre 6 pilas de mampostería de 1.20 m de ancho en la base.

5.5 Aforos: Se practican por el método de sección y velocidad, obteniéndose esta última con molinete hidráulico; generalmente se realizan vadando y durante la época de lluvias desde el puente.

Se afora desde el 25 de junio de 1968.

5.6 Registro de niveles: El registro automático de los niveles de la corriente se obtiene por medio de un limnógrafo marca Rossbach, el cual está instalado en una estructura metálica de tubo ARMCO de 61 cm de diámetro, que se encuentra adosada a la tercera pila de la margen derecha.

Se obtienen registros desde el 15 de junio de 1968.

5.7 Sólidos en suspensión: Hasta la fecha no se practican este tipo de mediciones.



6. GASTOS EXTREMOS EN EL PERÍODO DE OBSERVACIONES:

Gasto máximo (m³/s): 200.377

Fecha del gasto máximo:

Lectura (m) del gasto máximo: 1.73

Notas del gasto máximo:

Gasto máximo aforado (m³/s): 8.790

Fecha del gasto máximo aforado:

Lectura (m) del gasto máximo aforado: 0.65

Notas del gasto máximo aforado:

Velocidad media (m/s): 1.27

Profundidad máxima (m):

Gasto mínimo (m³/s): 0

Fecha del gasto mínimo:

Lectura (m) del gasto mínimo:

Notas del gasto mínimo: Lectura de escala variable de 0.08 a 0.12 m.

7. CÁLCULO HIDROMÉTRICO: El cálculo hidrométrico está basado en los aforos, lecturas de escala y registro gráfico de niveles, efectuándose por el método de curvas de gastos. El proceso del cálculo se realizó en la computadora electrónica CDC-3300 de la S.R.H., comprende desde junio de 1968.

8. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EN EL SITIO:

La estación climatológica se localiza a unos 150 m aguas arriba de la sección de aforos, en la margen derecha; es operada por la S.R.H., y consta de termómetro, pluviógrafo, evaporómetro, higrómetro y veleta; se cuenta con la siguiente información:

Lluvia, temperatura y evaporación desde julio de 1950.

Registros pluviográficos: desde abril de 1965.

Registros del higrómetro: desde mayo de 1962.

9. NOTAS: